



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA
E URBANISMO | PÓS-ARQ.

Ludmila Cabizuca Carvalho Ferreira de Oliveira

CARACTERÍSTICAS E PARTICULARIDADES DAS
FERRAMENTAS BIM:
REFLEXOS DA IMPLANTAÇÃO RECENTE EM
ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA.

Linha de Pesquisa: Métodos e Técnicas aplicadas ao
Projeto em Arquitetura e Urbanismo.

Dissertação submetida ao Programa
de Pós Graduação em Arquitetura e
Urbanismo da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Mestre em Arquitetura e
Urbanismo.
Orientadora: Profa. PhD. Alice T. Cybis
Pereira.

Florianópolis
2011

Catálogo na fonte elaborada pela biblioteca da Universidade Federal de Santa Catarina

O48c Oliveira, Ludmila Cabizuca Carvalho Ferreira de
Características e particularidades das ferramentas BIM
[dissertação] : reflexos da implantação recente em escritórios
de arquitetura / Ludmila Cabizuca Carvalho Ferreira de
Oliveira ; orientadora, Alice Theresinha Cybis Pereira. -
Florianópolis, SC, 2011.
216 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo.

Inclui referências e apêndices

1. Arquitetura. 2. Computação gráfica. 3. Inovações
tecnológicas. 4. Projeto auxiliado por computador. 5.
Processamento eletrônico de dados. I. Pereira, Alice
Theresinha Cybis. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. III.
Titulo.

CDU 72

Ludmila Cabizuca Carvalho Ferreira de Oliveira

**CARACTERÍSTICAS E PARTICULARIDADES DAS
FERRAMENTAS BIM:
REFLEXOS DA IMPLANTAÇÃO RECENTE EM
ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Arquitetura e Urbanismo”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo – PÓS-ARQ | UFSC.

Florianópolis, 01 de julho de 2011.

Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira, PhD. Eng.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. ^a Alice T. Cybis Pereira, PhD. Arq. (orientadora)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Oscar Ruttkay Pereira. PhD. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fernando Simon Westphal, Dr. Eng.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Gabriela Caffarena Celani, PhD. Arq.
Universidade Estadual de Campinas

Dedico aos meus ...
Pais, irmão e vó.
Amigos de Florianópolis.
Professores, pelo
incentivo: Xande, Malu e
Mário (Belo Horizonte);
e Carlos (Florianópolis).

AGRADECIMENTOS

Professores

Arquiteto PhD. Carlos Alejandro Nome - UFRN.

Engenheiro Dr. Fernando Simon Westphal - UFSC.

Empresas e profissionais

Matec Engenharia: Camila Silva, Sheila N. Netto e Adolfo Ribeiro.

Artificio Arquitetura: Eduardo Sampaio Nardelli.

João Diniz Arquitetura: João Diniz.

Contier Arquitetura: Luiz Augusto Contier e Miriam Castanho.

Aflalo & Gasperini: Miguel Aflalo.

Miguel Krippahl Ltda: Miguel Krippahl.

SOM Skidmore, Owings & Merrill LLP: Neil Katz e Bernie Grandaz.

Apoio financeiro

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

UFSC

Laboratório de Conforto Ambiental | LabCon.

Progr. de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo | Pós-Arq.

Orientadora e banca examinadora

Arquiteta PhD. Alice T. Cybis Pereira - UFSC.

Arquiteta PhD. Gabriela Caffarena Celani - UNICAMP.

Engenheiro PhD. Fernando O. Ruttkey Pereira - UFSC.

“Nothing is as dangerous in architecture as dealing with separated problems. If we split life into separated problems, we split the possibilities to make good building art.”

(Alvar Aalto)

RESUMO

Esta pesquisa tem como proposta analisar a relação entre o modo de implantação da plataforma BIM (*Building Information Modeling*) e seu uso efetivo em empresas de projeto de arquitetura, identificando possíveis mudanças e impactos gerados a partir da implantação recente, nas metodologias empregadas. Contextualiza-se no momento de transição entre as plataformas de projeto CAD (*Computer Aided Design*) e BIM, e ainda no enfoque histórico diretamente relacionado com a influência das tecnologias digitais no processo de desenvolvimento de projetos de arquitetura. Traz como reflexão a evolução de setores relacionados à cadeia de AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) inseridos em uma sociedade cada vez mais midiaticizada, que transforma em realidade, diversas das utopias levantadas no passado direcionadas aos processos como um todo. Fundamenta-se metodologicamente em estudos de caso interpretados qualitativamente e realizados em empresas de São Paulo, Chicago (EUA) e Seia (Portugal) que estão em processo de transição para o sistema BIM. Como resultados são expostas particularidades do cenário brasileiro no uso dessa tecnologia, ilustradas pelos casos internacionais e focadas em quatro aspectos em específico: visualização da informação, documentação, produtividade e interoperabilidade. O acompanhamento dessas experiências permitiu que fossem identificados problemas iniciais enfrentados pelas empresas tais como: escassez de conhecimento específico sobre o uso de BIM, falta de adaptação da tecnologia aos padrões nacionais e necessidade de aprimoramento técnico dos profissionais de projeto. Diante disso, a pesquisa pretende contribuir com o conhecimento de BIM específico para as empresas de arquitetura esclarecendo alguns dos principais elementos que caracterizam os primeiros estágios da implantação.

Palavras-chave: Arquitetura. BIM. Implantação. Uso efetivo.

ABSTRACT

This research has the purpose to analyze the relationship between the BIM (Building Information Modeling) platform deployment way and its effective use in architectural design firms; identifying possible changes and impacts employed in the methodologies up to now. It contextualizes the moment of transition between the design platforms CAD (Computer Aided Design) and BIM, and even in historical focus directly related to the digital technologies influence in the architecture projects development. The work brings as a reflection, the developments in sectors related to the AEC (Architecture, Engineering & Construction) field inserted in a society increasingly mediated, which turns into reality a number of utopias raised in the past and directed to the processes as a whole. The methodology is based on case studies qualitatively interpreted and implemented in companies of São Paulo, Chicago (USA) and Seia (Portugal) that are in the transition process to BIM. The results of this research expose some particularities of the Brazilian use of this technology, and it is internationally illustrated by focusing on four particular aspects: visualization of the information, documentation, productivity and interoperability. The follow up of those experiences allowed to identify the initial problems faced by the companies such as: scarcity of specific knowledge about the use of BIM, lack of adaptation of the technology to national standards and the need for technical improvement of the professionals. The research aims to contribute to the knowledge of BIM, specifically for architecture firms accounting some key elements that characterize the early stages of the deployment.

Keywords: Architecture. BIM. Deployment. Effective use.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Quadro esquemático da metodologia.	11
Figura 2.	Uso da Tecnologia Digital segundo as etapas projetuais. Fonte: NARDELLI, 2009.	17
Figura 3.	Guggenheim: Maquete física (a) e modelo 3D (b). Fonte: SPERLING (2002).	18
Figura 4.	Guggenheim: Frank Gehry, Bilbao (1992-1997). Fonte: <upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Guggenheim-bilbao-jan05.jpg> Acesso: 08.05.2011.	19
Figura 5.	Experience Music: Frank Gehry, Seattle (1999-2000). Fonte: < aindavoula.blogspot.com/2010/11/curiosidades-mundo-afora.html> Acesso: 08.05.2011.	19
Figura 6.	Processo intelectual de projeto. Adaptado de Fabricio (2002).	22
Figura 7.	Estudos formais e estruturais auxiliados por computador. Fonte: MACHADO, 2007.	25
Figura 8.	Soluções BIM sendo usadas no momento da pesquisa. Fonte: KHEMLANI (2007).	36
Figura 9.	Estratégias de adoção de BIM e adoção cumulativa. Fonte: CLAYTON et al. (2008).	48
Figura 10.	Nível atual de estratégias de adoção BIM (CLAYTON et al, 2008).	49
Figura 11.	Biblioteca da PUC-RJ, projetada por SPBR. Fonte: MEDEIROS (2009).	50
Figura 12.	Estado inicial (a) e alteração no nº de degraus (b), alteração no dimensionamento do pé-direito (c e d). Fonte: GHANG LEE et al. (2005).	55

Figura 13.	Sequência tutorial. Fonte: AUTODESK INC.®, (2008).	67
Figura 14.	Componentes do estudo. Baseado em Yin (2001).....	71
Figura 15.	Grelha de análise baseada no protocolo.	76
Figura 16.	Perfis de análise. Elaborado com base em Bardin (2010).	79
Figura 17.	Diagrama de operações de recorte.	81
Figura 18.	Ciclo de melhoramento contínuo.....	83
	Baseado em Nome et al (2010).	83
Figura 19.	Quadro final de análise de conteúdo baseada em convergência temática.	85
Figura 20.	Referências para análise dos dados.	86
Figura 21.	Residência Unifamiliar, em Revit. (a) Perspectiva renderizada, (b) Planta. Fonte: Cedida pela empresa.	170
Figura 22.	Residência Unifamiliar projetada em Revit. (a) Perspectiva internada renderizada, (b) Corte perspectivado renderizado. Fonte: Cedida pela empresa.	170
Figura 23.	Residência Unifamiliar projetada em Revit. (a) Planta solsolo, (b) Planta pavimento térreo. Fonte: Cedida pela empresa.	171
Figura 24.	Res. Unif. projetada em Revit. Testes com Revit MEP. (a) Ar condicionado e Estrutura, (b) Ar condicionado e elétrica. Fonte: Cedida pela empresa.	171
Figura 25.	Residência Unifamiliar em Revit com MEP. Estrutura e Hidráulica. Fonte: Cedida pela empresa.	172
Figura 26.	Res. Unifamiliar projetada em Revit MEP. Arquitetura, Ar condicionado, Hidráulica, Elétrica e Topografia . Fonte: Cedida pela empresa.	172

Figura 27.	Edifício comercial em Revit. Perspectiva externa renderizada em 3Dmax. Fonte: Cedida pela empresa.	173
Figura 28.	Edifício comercial projetado em Revit. Corte perspectivado. Fonte: Cedida pela empresa.	173
Figura 29.	Edifício comercial projetado em Revit. Pavimento tipo renderizado. Fonte: Cedida pela empresa.....	174
Figura 30.	Edifício comercial projetado em Revit. (a) Estrutura, (b) Corte. Fonte: Cedida pela empresa.	174
Figura 31.	Edifício comercial projetado em Revit. Testes em Revit MEP. Planta pavimento tipo com Arquitetura, Elétrica e Ar condicionado. Fonte: Cedida pela empresa.....	175
Figura 32.	Edifício comercial em Revit com MEP. Planta pavimento tipo com Arquitetura, Elétrica e Ar condicionado. Fonte: Cedida pela empresa.	175
Figura 33.	Projeto realizado simultaneamente ao aprendizado inicial no Revit pela execução de tutorial. Imagem cedida pela empresa.	185
Figura 34.	Imagem cedida pela empresa como exemplo da representação gráfica em uma planta de projeto executivo.....	186
Figura 35.	Imagem cedida pela empresa como exemplo da representação gráfica em uma planta de projeto executivo.....	186
Figura 36.	Vistas externas com padronização de cores. <i>Layer</i> de esquarias ligado (a) e desligado (b). Fonte: Cedida pela empresa.....	197
Figura 37.	Vistas internas pavimento tipo com visualização de dutos (c) e mais aproximada(d). Fonte: Cedida pela empresa.....	197

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Alguns programas BIM presentes no mercado. Fonte: GOLDBERG (2005), TOLEDO (2009) e AMORIM (2007).	33
Tabela 2.	Contatos realizados para seleção dos escritórios.....	61
Tabela 3.	Universo de pesquisa e grupo de estudos de casos realizados.	64
Tabela 4.	Protocolo de entrevista.	74
Tabela 5.	Modelo do relatório - Exemplo retirado do relatório da etapa A (métodos de projeto).....	78
Tabela 6.	Pontos de inferência “ESCRITÓRIO EXEMPLO”. Primeira sequência de fala - S1.....	86
Tabela 7.	Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório A.	89
Tabela 8.	Pontos de inferência escritório A. Primeira sequência de fala - S1.	89
Tabela 9.	Pontos de inferência escritório A. Sequências de fala - S1 e S3.	90
Tabela 10.	Pontos de inferência escritório A. Sequência de fala - S5.....	91
Tabela 11.	Pontos de inferência escritório A. Sequências de fala - S4, S6 e S7.	92
Tabela 12.	Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório B.	96
Tabela 13.	Pontos de inferência escritório B. Sequências de fala - S1 e S5.	97
Tabela 14.	Pontos de inferência escritório B. Sequências de fala - S2, S6 e S8.	99
Tabela 15.	Pontos de inferência escritório B. Sequências de fala - S3 e S4.	101
Tabela 16.	Pontos de inferência escritório. Sequência de fala - S7.	102

Tabela 17.	Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório C.....	104
Tabela 18.	Pontos de inferência escritório C. Sequências de fala - S1, S2 e S3.....	104
Tabela 19.	Pontos de inferência escritório C. Sequência de fala - S4.....	106
Tabela 20.	Pontos de inferência escritório C. Sequência de fala - S5.....	107
Tabela 21.	Pontos de inferência escritório C. Sequências de fala - S6 e S7.....	108
Tabela 22.	Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório D.....	110
Tabela 23.	Pontos de inferência escritório D. Sequências de fala - S1 e S3.....	111
Tabela 24.	Pontos de inferência escritório D. Sequência de fala - S2.....	112
Tabela 25.	Pontos de inferência escritório D. Sequência de fala - S4.....	113
Tabela 26.	Pontos de inferência escritório D. Sequência de fala - S5.....	115
Tabela 27.	Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório E.	117
Tabela 28.	Pontos de inferência escritório E. Sequências de fala - S1 e S4.....	118
Tabela 29.	pontos de inferência escritório E. Sequência de fala - S2.....	119
Tabela 30.	Pontos de inferência escritório E. Sequência de fala - S3 e S7.....	121
Tabela 31.	Pontos de inferência escritório E. Sequências de fala - S5 e S6.....	123
Tabela 32.	Impactos do modo de implantação em cada caso.	133

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AEC: Arquitetura, Engenharia e Construção
- AIA: American Institute of Architects
- AIA-CC: American Institute of Architects Californian Council
- AsBEA: Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura
- BIM: Building Information Modeling
- BPM: Building Product Model
- BPM: Building Performance Modeling
- BSI: The British Standards Institution
- CAD: Computer Aided Design
- CAM: Computer Aided Manufacturing
- CC: California Council - American Institute of Architects
- CE: Concurrent Engineering
- CFD: Computational Fluid Dynamics
- CREA: Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura
- CSCW: Computer Supported Cooperative Work
- CSI: Construction Specifications Institute
- DWG: Design Web Format da Autodesk
- ESD: Environmentally Sustainable Design
- FTP: File Transfer Protocol
- GDL: Geometric Description Language
- IAB: Instituto dos Arquitetos do Brasil
- IAI: International Alliance for Interoperability
- IFC: Industry Foundation Classes

ISO: International Organization for Standardization
HVAC: Heating, Ventilating, Air Conditioning
LEED: Leadership in Energy and Environmental Design
MDIC: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
NGI: Núcleo de Gestão e Inovação
NIST: National Institute of Standards and Technology
NURBS: Non Uniform Rational Basis Spline
ODBC: Open Data Base Connectivity
PDF: Portable Document File
RCC: Richard Creveling Database
RT: Responsável Técnico
SADP: Sistema de Armazenamento de Dados de Projetos
TIC: Tecnologia da Informação e Comunicação
UC: Unidade de Contexto
UR: Unidade de Registro
UT: Unidade Temática
USGBC: United States Green Building Council

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	PERGUNTA DE PESQUISA	2
1.2	JUSTIFICATIVA.....	2
1.3	OBJETIVOS	4
	1.3.1 Objetivo Geral	4
	1.3.2 Objetivos Específicos.....	4
1.4	DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	4
	1.4.1 Visualização.....	5
	1.4.2 Documentação.....	5
	1.4.3 Produtividade.....	6
	1.4.4 Interoperabilidade.....	6
1.5	METODOLOGIA	7
	1.5.1 Revisão da literatura	7
	1.5.2 Entrevistas	8
	1.5.3 Universo de pesquisa	8
	1.5.4 Estudos de Caso	9
	1.5.5 Análise dos resultados e conclusão.....	10
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	12
2	REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	14
2.1	EMBASAMENTO TEÓRICO.....	14
	2.1.1 Projeto Arquitetônico, Tecnologias e Ferramentas Digitais.....	14
	2.1.2 Processo de desenvolvimento de projetos	20
	2.1.3 Processo de Desenvolvimento de Projetos na Contemporaneidade	23
2.2	BUILDING INFORMATION MODELING – BIM	30
	2.2.1 Origem.....	30
	2.2.2 Definição	31
	2.2.3 Programas	32

2.3	LEVANTAMENTO DAS PESQUISAS EM BIM	37
2.3.1	Abordagens Nacionais	37
2.3.2	Abordagens Internacionais	41
2.4	BIM FRENTE AOS PROJETOS CONTEMPORÂNEOS	44
2.4.1	Fases de BIM	44
2.4.2	Alguns projetos	49
2.4.3	Sustentabilidade e simulações do comportamento das edificações	51
2.4.4	Padronizações em BIM	55
3	METODOLOGIA.....	58
3.1	REFERENCIAL TEÓRICO.....	58
3.2	UNIVERSO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA	59
3.2.1	Seleção dos casos	59
3.2.2	Forma de abordagem	62
3.3	ENTREVISTAS.....	64
3.3.1	Referencial teórico	65
3.3.2	Estrutura da Entrevista	67
3.4	PROJETO DO ESTUDO DE CASO	69
3.5	PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO	72
3.6	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	75
3.6.1	Grelha de Análise e Relatório de entrevista	75
3.6.2	Perfis de análise.....	79
3.6.3	Pontos de Inferência e Operações de Recorte.....	80
3.7	ESTUDOS DE CASO	87
3.7.1	Escritório A - Estudo Piloto	88
4	RESULTADOS	96
4.1	ESCRITÓRIO B	96
4.2	ESCRITÓRIO C	103
4.3	ESCRITÓRIO D.....	110

4.4	ESCRITÓRIO E.....	116
5	CONCLUSÕES	125
5.1	DOS OBJETIVOS	125
5.2	DOS QUATRO ASPECTOS DE DELIMITAÇÃO.....	134
5.3	DA PERGUNTA DE PESQUISA.....	138
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	139
6.1	CONSIDERAÇÕES ACERCA DA METODOLOGIA	139
6.2	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.	141
	BIBLIOGRAFIA.....	144
	APÊNDICES	153
6.3	RELATÓRIO EMPRESA A	153
6.4	RELATÓRIO EMPRESA B	161
	6.4.1 Exemplos de projetos fornecidos pela empresa.....	170
6.5	RELATÓRIO EMPRESA C.....	176
	6.5.1 Exemplos de projetos fornecidos pela empresa.....	185
6.6	RELATÓRIO EMPRESA D	187
	6.6.1 Exemplos de projetos fornecidos pela empresa.....	197
6.7	RELATÓRIO EMPRESA E.....	198

1 INTRODUÇÃO

BIM (*Building Information Modelling*) consiste em uma plataforma de programas computacionais destinada aos profissionais ligados às áreas de AEC, capaz de abarcar em um único arquivo, todas as informações inerentes a um determinado projeto. Desde características típicas de desenhos, imagens e apresentações que compõem o produto final do projeto enquanto representação gráfica até informações documentais, orçamentárias, quantitativas, dentre outras que acabam por envolver inúmeros profissionais de diferentes esferas de atuação na concepção de um empreendimento em seu ciclo completo.

A plataforma tem como um de seus propósitos, dinamizar o processo de projeto como um todo e facilitar a comunicação entre os diversos agentes, promovendo atualizações contínuas e permitindo mudanças positivas no ato de projetar que auxiliam o arquiteto (HOWELL & BATCHELER, 2003).

Sabe-se que em qualquer processo de mudança, conceitos já assimilados acabam sendo perdidos em lugar de novas práticas que, teoricamente implicam em melhorias em pontos específicos. A influência das tecnologias computacionais no processo contemporâneo de projeto de arquitetura vem sendo pesquisada com maior frequência depois da difusão e da rápida absorção das tecnologias CAD, a exemplo de Celani (2003) e Pupo (2008).

Sabe-se ainda que os CADs revolucionaram o processo de criação e de desenvolvimento de projetos. Pesquisas postulam que o CAD provocou mudanças positivas no modo de conceber esses projetos (CELANI, 2003), ao passo que outras questionam a forma de absorção da tecnologia apontando subutilização dessas ferramentas, através de um uso que manteve o mesmo raciocínio da prancheta (MENEZES et al, 2008), sendo caracterizado como nada além de uma prancheta digital ou prancheta eletrônica. Ainda assim, alterações na produção da arquitetura, enquanto área de suma relevância na cadeia de construção civil, são irrefutáveis.

Ao se considerar uma implantação bem sucedida, pesquisas quantificam lucros e ganhos da plataforma BIM comparados aos sistemas CAD que, em se tratando de gestão de processos e aceleração da produção da arquitetura, são inquestionáveis (KRYGIEL & NIES, 2008). Isso se intensifica quando são inseridas variáveis de tempo e de custos. No entanto, ainda são raras as abordagens que avaliam fatores subjetivos do processo de projetos ou se focam especificamente no âmbito da arquitetura. Ainda assim autores como: Lawson (1997), Celani (2003), Pupo (2008) e Gasperini (1987), podem ser citados como exemplo da abordagem que relaciona e investiga o raciocínio por trás da ferramenta.

Embutidas no conceito de BIM constam discussões que inserem o arquiteto nessas esferas, agregando a ele a possibilidade de explorar mais instrumentos em prol da qualidade projetual. O universo de aplicativos voltados às simulações do comportamento ambiental das edificações exemplifica bem o cenário dessas outras áreas que se abrem como possíveis de serem mais exploradas pelo arquiteto. Diante desse contexto amplo de discussões possíveis de serem abarcadas pelo tema, essa pesquisa levanta o seguinte questionamento:

1.1 PERGUNTA DE PESQUISA

Como vem procedendo o arquiteto perante o modo de implantação da plataforma BIM no que diz respeito às mudanças no trabalho que surgem ao utilizá-la?

1.2 JUSTIFICATIVA

A resposta para a referida questão se apresenta como pesquisa ao considerar que, qualquer processo de mudança ou de adoção de nova sistemática de trabalho, demandar conhecimento prévio sobre o novo sistema e sobre possíveis

implicações embutidas em seu funcionamento ideal de maneira a extrair suas reais possibilidades.

Considerando que a arquitetura já passou por uma grande transição quando o computador foi incorporado ao exercício da profissão, esta pesquisa pretende contribuir para a percepção da nova fase de transição de processos que a profissão passa. Através do aprofundamento das características dos programas BIM e das alterações diretas e indiretas geradas na nova atitude do usuário diante da ferramenta, a pesquisa se aprofunda no momento de alteração de práticas e de processos na área.

O raciocínio presente aqui parte de uma linha de pesquisas que teorizaram a subutilização das ferramentas CAD (MENEZES et al, 2007) em virtude de um manuseio que desconsidera aspectos conceituais do sistema e ainda, em mudanças que a tecnologia provocou na atitude do profissional e em sua rotina de trabalho (AYRES & SCHEER, 2007). Assim, o questionamento diz respeito ao fato de que uma mudança de procedimentos e de métodos, quando não realizada de forma planejada, madura e articulada, pode causar ineficiência no manejo e no consumo da informação ou no potencial gerado pela ferramenta.

Independente da forma de absorção e de uso, atualmente, muitos profissionais já incorporaram as ferramentas CAD à sua maneira de projetar. O ganho desse mercado pelas ferramentas BIM também acontecerá em questão de tempo, assim como ocorreu com o CAD e seus antecessores. Segundo Birx (2006), esse período de transição durará ao menos uma década. Entender o que muda especificamente no âmbito da arquitetura, incorporando a atitude do profissional diante da nova ferramenta, pode auxiliar a forma de incorporação desta na rotina de trabalho.

O presente estudo entende que, para isso, torna-se necessário analisar o impacto que a forma de adoção da nova tecnologia pode gerar ao modo de projetar do arquiteto e, sobretudo, como modificará o processo de elaboração de projeto na constante busca pelo projeto e pelo edifício ideais.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

A pesquisa busca identificar as mudanças no processo de desenvolvimento de projetos e na rotina de trabalho atrelada ao processo de implantação e ao uso de ferramentas BIM.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar que conceitos da tecnologia BIM se aplicam de maneira específica ao desenvolvimento de projetos de arquitetura;
- Identificar os impactos do modo de implantação no uso efetivo da tecnologia empregada no processo de desenvolvimento de projetos de arquitetura;
- Analisar o processo de transição de CAD para BIM, dentro e fora do escritório, tendo como base quatro critérios de investigação: visualização, documentação, produtividade e interoperabilidade.

1.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

Para delimitar a abordagem, são adotados quatro critérios foco, conforme mencionado acima. A definição desses critérios se pautou nas características do processo de desenvolvimento de projetos de arquitetura em si e em sugestões para pesquisas futuras retiradas de outras publicações, a exemplo de Sheer et al. (2007), Souza (2009) e Ferreira (2007). Para a adequação ao presente estudo, os tópicos são cruzados com as características específicas do processo de desenvolvimento de projetos arquitetônicos visando assegurar a pertinência de cada aspecto com foco nos objetivos listados. Os quatro critérios são, portanto, assim definidos:

1.4.1 Visualização

A visualização da informação pode ser o aspecto mais apto a fornecer informações específicas da arquitetura devido ao raciocínio visual que se emprega no ato de projetar. Entende-se por isso, que a projeção tridimensional preconizada pela tecnologia BIM é um dos conceitos de maior potencial de mudança positiva para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos, impactando diretamente a visualização do modelo tridimensional somado às informações não gráficas, tais como orçamentos e memoriais descritivos. Assim a busca é por respostas mais imediatas que visam identificar eventuais mudanças na atitude projetual do profissional usando BIM. A visualização também é direcionada à interface do *software* utilizado, visando entender por exemplo, se a usabilidade¹ do programa é intuitiva a ponto de não desviar a atenção do usuário para o domínio da ferramenta ao invés do desenvolvimento do projeto. Por fim, busca-se entender se houve mudança no produto final, influenciando a visualização por parte do cliente.

1.4.2 Documentação

Entende-se que os conceitos de atualização automática entre projetos e documentos é um dos diferenciais que a plataforma BIM vem introduzir. É possível que um conhecimento superficial da ferramenta conduza ao uso equivocado desse conceito ou mesmo ao não uso, configurando uma eventual subutilização capaz de interferir, por exemplo, na produtividade pretendida na implantação ou ainda retorno ao sistema anterior. Assim a documentação é um dos conceitos-chave relacionados à

¹ Usabilidade: Facilidade com a qual um equipamento ou programa pode ser usado. Fonte: Dicionário Michaelis.

implantação de BIM e à teoria percorrida na pesquisa. Uma implantação que não considere um entendimento conceitual anterior ou agregado ao conhecimento prático, pode levar o profissional a não usar o que a tecnologia coloca como inovador frente às ferramentas tradicionais. Pode fazer com que o BIM seja usado com o mesmo raciocínio de outras tecnologias, como o CAD por exemplo. Assim, o principal objetivo desse aspecto é identificar se a interface entre projeto e informações documentais não gráficas vem sendo explorada ou se há alguma preparação direcionada para um uso futuro.

1.4.3 Produtividade

Busca-se levantar como a produtividade é abordada nesse cenário de mudança, interna e externamente. Também aqui são englobados elementos mais particulares como, por exemplo, eventuais expectativas em torno da ferramenta em termos de produção e como agentes externos interferem nesse aspecto. Sabe-se que no processo tradicional, grande parte do tempo de projeto é dispendido com a representação bidimensional de uma idéia que é tridimensional. Ainda nesse raciocínio podem ser englobadas as revisões decorrentes de modificações durante o processo que são constantes. Por isso, a otimização desse tempo é bastante abordada nas pesquisas em BIM como um dos grandes diferenciais que a ferramenta apresenta.

1.4.4 Interoperabilidade

Esse conceito visa entender a interação do meio interno com o externo ao escritório. São avaliados aspectos interpessoais, troca de arquivos digitais, uso e consumo da informação projetual, compatibilidade de sistemas operacionais, plataformas e programas, uso de CAD de acordo com as

finalidades e por fim, uso de padrões e normatizações². Cabe mencionar também que esse conceito se aplica a dois cenários: a interoperabilidade entre pessoas e entre sistemas.

1.5 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem como base a realização de **estudos de caso** realizados por meio de **entrevistas presenciais** visando entender a implantação de BIM pelos profissionais e escritórios de arquitetura brasileiros por meio de alguns exemplos. Apresenta-se dividida em quatro etapas: (1) Revisão da literatura existente, (2) Elaboração dos Questionários, (3) Entrevistas e (4) Análise dos Resultados e Conclusão, sendo os objetivos dessas etapas assim resumidos:

1.5.1 Revisão da literatura

Entender os cenários nacional e internacional das pesquisas em BIM com o intuito de auxiliar a contextualização do trabalho no cenário brasileiro.

² A normativa ABNT para o BIM vem sendo discutida desde julho de 2009, sob demanda do MDIC (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior). *"Na verdade, a proposta é fazer uma adaptação das normas ISO12006-2:2001 e ISO12006-3:2007 para a realidade brasileira"*, explica Miriam Addor, arquiteta que representou a AsBEA (Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura) na primeira reunião do comissão. As duas normas tratam, respectivamente, sobre a classificação e os conceitos relacionados ao BIM (ROCHA, 2009).

1.5.2 Entrevistas

A etapa de elaboração das questões a serem aplicadas nas entrevistas pautou-se em dois quesitos principais:

1. Referencial bibliográfico: busca por trabalhos que fizeram uso dessa técnica³ e por orientações metodológicas⁴ de formulação das questões.
2. Realização de treinamento em *software* da plataforma BIM com objetivo principal de melhorar a organização das informações contidas nas questões e embasar o seu conteúdo. Esse treinamento será detalhado no capítulo 3 de metodologia.

1.5.3 Universo de pesquisa

A pesquisa foi aplicada a escritórios de arquitetura que já migraram ou que estão em processo de transição para a plataforma BIM. Considerando os usuários que já migraram, tanto os que consideram o uso da ferramenta satisfatório, quanto os que consideram insatisfatório, são inseridos no panorama daqueles que ainda estão em processo de transição. Isso se justifica pela necessidade de melhoramento contínuo, tanto na performance do usuário frente ao consumo da informação e às respostas que deve fornecer à ferramenta, quanto no aperfeiçoamento do próprio sistema que só avança na medida em que considera os problemas que vão surgindo a partir do uso.

³ Cartana (2006), Nardelli et al (2009), Souza (2009) e Menezes et al (2008).

⁴ Vieira (2009) e Flick (2009).

1.5.4 Estudos de Caso

Foram realizados cinco estudos de caso, sendo três nacionais e dois internacionais como forma de ilustrar o cenário nacional. Para reforçar essa definição, os estudos nacionais foram estrategicamente posicionados visando não interferir nas abordagens nacionais, tendo sido o primeiro e o último estudo de caso realizados.

Segundo Yin (2001), o estudo de caso é colocado como “o delineamento mais adequado para a investigação de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto real, onde os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente percebidos.” Um dos propósitos colocados pelo autor é o de “preservar o caráter unitário do objeto estudado” (YIN, 2001).

Para a **definição** do estudo são definidos os métodos e as técnicas a serem aplicados. Após essa definição, são iniciadas as etapas de **preparação e coleta dos dados**, sendo que os critérios adotados para a seleção dos casos e as etapas sugeridas por Yin (2001) para a montagem geral dos estudos, apresentam-se detalhadas no capítulo 3. Também neste capítulo, são explicadas as técnicas de análise de conteúdo com interpretação qualitativa dos dados, baseadas em Bardin (2010).

Com o intuito de preservar a identidade dos escritórios analisados, foi abordada uma diferenciação por ordem alfabética variando de “A” a “E”, como critério de denominação para cada caso, sendo esses os dois casos internacionais, adotados como estudo piloto e estudo final respectivamente. Cada estudo gerou um relatório individual com as informações condensadas ao final, em um único relatório.

Como **conclusão**, os resultados são apresentados em categorias dentro dos quatro aspectos de delimitação da pesquisa (visualização, documentação, produtividade e interoperabilidade), balisadores dessa interpretação.

1.5.5 Análise dos resultados e conclusão

Como critério de análise de dados, é adotada a análise de conteúdo com convergência temática com base em Bardin (2010) e Krippendorff (1980). Bardin a define como:

(...) um conjunto de técnicas que visa obter por procedimentos sistemáticos os objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2010).

Tal definição cabe ser complementada no contexto desta pesquisa por Krippendorff, que afirma que:

Em qualquer análise de conteúdo, a tarefa é fazer inferências a partir de dados originados de certos aspectos do seu contexto real, e justificar estas inferências em termos do conhecimento sobre os fatores estáveis do sistema de interesse. É por meio deste processo que os dados são reconhecidos como simbólicos ou são processados segundo informações sobre algo de interesse para o analista (traduzido de Krippendorff, 1980).

Ainda com base nos autores, a técnica procura conhecer aquilo que está por trás das palavras sobre as quais se analisa. “A linguística é um estudo da língua, a análise de conteúdo é uma busca de outras realidades através das mensagens” (BARDIN, 2010). A figura 1 esquematiza em quatro etapas toda a metodologia delineada para essa pesquisa.

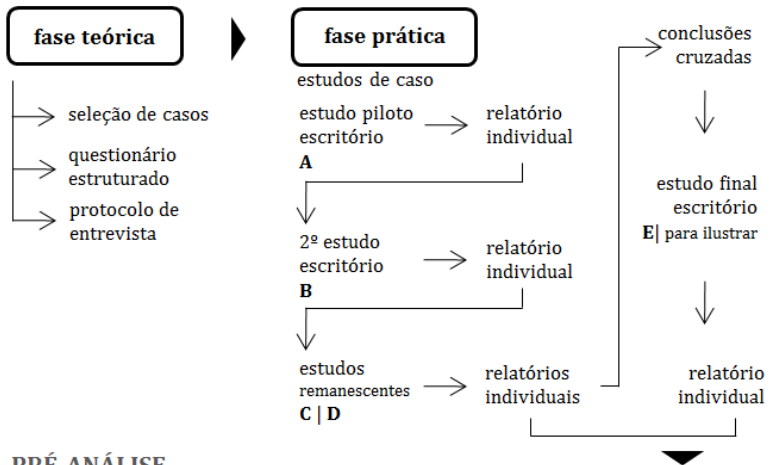
Na etapa um são definidos: pergunta de pesquisa e objetivos, métodos e técnicas, universo de aplicação e forma de interpretação dos dados. Na etapa dois são feitas a preparação e a coleta dos dados, subdivididas em fases teórica e prática. As etapas três e quatro são de análise dos dados onde são aplicadas

as técnicas de análise de conteúdo e os instrumentos elaborados com base na literatura. Essa fase será detalhada no capítulo 3, item 3.5.1.

DEFINIÇÃO

pergunta de pesquisa e objetivos **1** métodos e técnicas **2** universo de aplicação **3** interpretação dos dados **4**

PREPARAÇÃO E COLETA



PRÉ-ANÁLISE

ANÁLISE TEMÁTICA E RESULTADOS

Figura 1. Quadro esquemático da metodologia.

Cada entrevista prevê a formulação de um relatório individual (inserido integralmente como apêndice em cada caso), cujas informações serão cruzadas sem que se façam comparações. No âmbito internacional esse cruzamento não é possível devido às diferenças nos cenários de pesquisa, para os quais não é possível um aprofundamento nesse trabalho.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo introdutório (**capítulo 1**) caracteriza o trabalho e define a tecnologia de forma geral expondo o raciocínio que gerou a pesquisa em conjunto com os aspectos metodológicos.

A revisão da bibliografia é apresentada no **capítulo 2**, relacionando a tecnologia BIM com tópicos relevantes para sua contextualização. Inicialmente, o projeto arquitetônico é abordado em um panorama que o agrupa à evolução das tecnologias e das ferramentas digitais que exerceram influência no ato de projetar. Essa relação é apresentada em um histórico que trata os elementos como fatores interdependentes, justificando os temas mais específicos e a busca pela otimização dos processos contemporâneos abordados no trabalho.

O processo de desenvolvimento de projetos é descrito em momentos anteriores e na contemporaneidade buscando caracterizar a formação de uma idéia, de métodos e de linguagens característicos da sua criação e concepção. São levantados ainda momentos de mudança de paradigma no ato de projetar, justificados pelas tecnologias e pelo avanço desses processos, sendo concluído com a influência das tecnologias digitais na evolução da indústria de AEC e no processo de desenvolvimento de projetos na contemporaneidade.

Na sequência, a tecnologia BIM é aprofundada em termos de definição e de conceituação como parte fundamental da metodologia. No levantamento das pesquisas em BIM, a tecnologia é explicada em um foco voltado aos exemplos de campos de atuação que se abrem e que, mesmo não sendo diretamente decorrentes desse sistema, se mostram como universos em potencial para os profissionais de arquitetura.

Temas de maior destaque, em âmbito nacional e internacional, são abordados para contextualizar o território de inserção deste trabalho dentro de um universo maior. São destacadas algumas das pesquisas mais recentes que abordam essa plataforma, expondo exemplos concretos de projetos desenvolvidos em BIM. Por fim os temas - sustentabilidade,

simulações e padronizações em BIM - são mencionados pela recorrência de relações feitas na literatura contemporânea que relata a tecnologia no contexto mais amplo da indústria de construção civil, ou seja, sem um foco voltado unicamente para a arquitetura.

O **capítulo 3** se concentra na abordagem detalhada da metodologia, de forma a justificar a escolha dos métodos, das técnicas e dos procedimentos a serem usados, bem como a forma de condução da pesquisa e o estudo piloto.

No **capítulo 4** são expostas as informações detalhadas de cada empresa, os dados coletados, a aplicação das etapas metodológicas e os resultados encontrados.

Nos **capítulos 5 e 6** são dispostas e discutidas as conclusões do trabalho juntamente com suas considerações finais, encerrando com a bibliografia e com os apêndices.

2 REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1 EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1.1 Projeto Arquitetônico, Tecnologias e Ferramentas Digitais.

Tradicionalmente, o processo de projeto em arquitetura é caracterizado como sendo um processo subjetivo e difícil de ser externalizado. Daí o fato de pesquisadores como Celani (2003), Pupo (2008) e Özener (2009) investigarem procedimentos e mecanismos de aplicação de tecnologias digitais em disciplinas de ensino de projeto arquitetônico, visando tornar o processo mais transparente.

Ao se relacionar o ato de projetar em arquitetura com essas ferramentas, torna-se pertinente mencionar alguns fatores culturais que ocasionaram mudanças de pensamento e que, de alguma forma, foram refletidos na prática da arquitetura.

Em seu estudo sobre arquitetura e tecnologias da informação, Duarte (1999) percorre a história da Revolução Industrial à Revolução Digital. O autor considera que no ensino de história e de teoria da arquitetura, a técnica quase sempre é inserida apenas como intermediária entre as intenções e o objeto construído. Ainda segundo Duarte, com a primeira Revolução Industrial, a técnica assumiria sua autonomia através do conhecimento que nesse período, se encontrava embutido nas máquinas, dispensando que apenas operários o detivessem. Para ele, com a transformação da técnica em tecnologia, a indústria e o comércio absorveram o progresso tecnológico e o desenvolvimento econômico.

É na transformação de uma extensão imediata do homem em escala individual para seus desdobramentos distantes e em escala coletiva que se dá o primeiro passo da evolução da técnica à tecnologia. (...) Na metade do séc.

XIX já eram claras todas as mudanças no ambiente urbano oriundas da Revolução Industrial (DUARTE, 1999).

Nesse raciocínio, diversas são as vanguardas ou correntes de pensamento que introduziram filosofias relevantes para a relação da arquitetura com as tecnologias. Ao estabelecer essa relação, o autor lança mão de teóricos dos meios de comunicação de massa, tais como *Marshall McLuhan*⁵, e expõe arquitetos que se apropriaram dos meios tele-tecnológicos propondo soluções arquitetônicas pautadas pelo universo das transmissões de informação, tais como *Buckminster Fuller*⁶ e o grupo *Archigram*⁷.

A riqueza do trabalho de Duarte (1999) se estabelece na medida em que a abordagem do tema se estende ao ensino. O autor direciona um capítulo somente à Escola *Bauhaus*, criada pelo arquiteto alemão *Walter Gropius*⁸ em 1919, na Alemanha. Citado pelo autor, Reyner Banham afirma sobre a *Bauhaus*:

⁵ Herbert Marshall McLuhan: Endelmon, Alberta (21/07/1911). Filósofo e educador canadense. Teórico dos meios de comunicação estudou a interferência dos meios tecnológicos nas sensações humanas.

⁶ Richard Buckminster Fuller: Milton, Massachusetts (12/07/1895). *Designer*, arquiteto, inventor e escritor americano, reconhecido por sua perspectiva compreensiva acerca dos problemas do mundo. Desenvolveu soluções pioneiras que refletiram seu comprometimento com os potenciais inovativos de seus projetos a fim de criar tecnologias baseadas em "*more with less*" (mais com menos) e assim melhorar a vida das pessoas.

⁷ Archigram: Grupo de arquitetos ingleses formado em 1961 com base na *Architectural Association School of Architecture*, em Londres que se inspirou na tecnologia como forma de expressão para criar projetos hipotéticos, na tentativa de resgatar as premissas fundamentais da arquitetura moderna (Cf. magazine *Archigram* nº1, 1961), resguardadas as particularidades da época. Seus principais membros foram Peter Cook, Warren Chalk, Ron Herron, Dennis Crompton, Michael Webb e David Greene.

⁸ Walter Gropius (1883 - 1969): Arquiteto alemão considerado um dos principais nomes da arquitetura do século XX. Fundador da *Bauhaus*, escola que foi um marco no *design*, na arquitetura e na arte moderna. Foi também diretor do curso de arquitetura da Universidade de Harvard.

(...) uma escola dedicada à arquitetura da Idade da Máquina e ao projeto de produtos da máquina, utilizando uma estética da Idade da Máquina (REYNER BANHAM, 1979:16 apud DUARTE 1999).

Em cada época, a arquitetura manifesta descobertas tecnológicas de uma forma diferente. Os meios de comunicação em massa despertaram anseios da sociedade em poder se deslocar pelas cidades de uma forma mais ágil, tanto pelos próprios meios de comunicação quanto de maneiras físicas manifestadas pelos meios de transporte, através de uma cidade moldada para este novo conceito.

A Revolução Industrial permitiu que a descoberta de novos materiais conduzisse ao desenvolvimento de produtos capazes de reproduzir a funcionalidade na própria composição formal, tal como ocorria com as edificações, ao se esquivarem de detalhes e de ornamentos plásticos sem função prática.

Na contemporaneidade os anseios dizem respeito a fronteiras continentais típicas de uma sociedade globalizada, cujas fronteiras físicas inexistem com a internet. Breton (1991) aponta para a década de 80 a difusão dos microcomputadores e dos sistemas operacionais de forma acessível à grande parte dos usuários. Fabrício e Melhado (2002) complementam afirmando que nos anos 90 o sistema *MS-Windows®* leva o conceito das janelas e dos ícones para a plataforma PC (*Personal Computer*).

Nos escritórios de projeto brasileiros, a informatização ganha corpo ao longo dos anos 90 e hoje é difícil encontrar um escritório de arquitetura e engenharia que não faça nenhum uso de computadores. (FABRÍCIO E MELHADO, 2002).

Nardelli (2009) apresenta como resultado de uma pesquisa acerca da aplicação da Tecnologia Digital somente em escritórios de arquitetura paulistanos, um gráfico que comprova que, considerando todas as fases projetuais, o uso do computador é no mínimo superior a 67% (Fig.2).

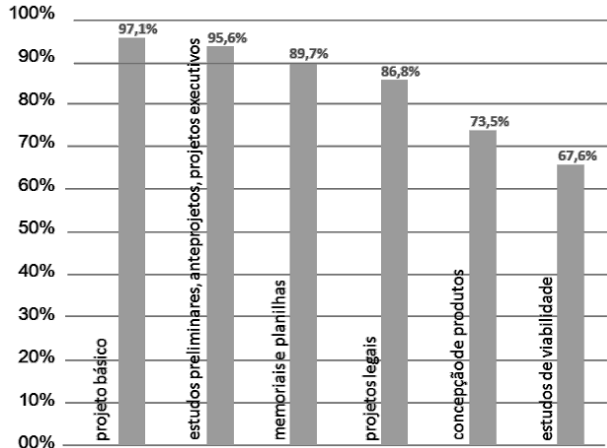


Figura 2. Uso da Tecnologia Digital segundo as etapas projetuais.
 Fonte: NARDELLI, 2009.

A mesma relação feita anteriormente para os meios de comunicação em massa e para os processos industriais da *Bauhaus* manifestados na arquitetura, vale para as tecnologias computacionais no contexto atual. Sperling (2002) usa o desenvolvimento do projeto do Museu Guggenheim, de Bilbao, pelo arquiteto Frank Gherry⁹, para demonstrar que quando usadas em seu potencial extremo, as simulações formais auxiliadas por computador permitem a materialização de projetos cuja complexidade se configuraria em um impedição sem o auxílio da ferramenta. As figuras 3 e 4 exemplificam o emprego da Engenharia Reversa no projeto do Guggenheim, na qual são

⁹ Frank Ghery (1929): Arquiteto canadense, naturalizado nos EUA. Ganhador do Pritzker Prize, tido como o Nobel da arquitetura mundi Ghery é conhecido pelo seu *design* repleto de estruturas curvas, geralmente em metal. Seus projetos tornaram-se atrações turísticas e incluem residências, museus e sedes de empresas. Sua obra mais famosa é o Museu Guggenheim Bilbao, em Bilbao, Espanha, todo feito e revestido de titânio.

usados scanners 3D através do *software* CATIA, concebido para a indústria aeroespacial francesa.



a. b.
Figura 3. Guggenheim: Maquete física (a) e modelo 3D (b). Fonte: SPERLING (2002).

Em entrevista concedida a Liu (2001), William Mitchell (professor da arquitetura no MIT - *Massachusetts Institute of Technology*) fala sobre o processo de desenvolvimento de projetos de Gehry e a presença da tecnologia digital. Segundo Liu (2001), Mitchell teria trabalhado com Gehry para o Barcelona Fish em 1990, “considerado o primeiro projeto que se confiou ao computador”. Ele diz que havia grande receio de Frank Gehry em introduzir tecnologias digitais no processo de projeto pelo fato de trabalhar com modelos físicos e daí ser muito importante a visualização.

Frank, você está fazendo coisas cada vez mais complexas, você necessita realmente usar a informática, (...) ele desconfiava (...). Substituir a visualização seria uma dificuldade. A partir do momento em que a tecnologia digital foi envolvida, coisas mais audaciosas foram feitas. (...) Ele viu rapidamente que seria permitido fazer certos tipos de trabalhos arquitetônicos impossíveis de serem feitos antes. (...) Assim se vê, evolução e não mudança repentina (...) de Bilbao pra o Experience Music. Em Bilbao a superfície de titânio é modulada e o telhado da superfície é formado por partes padronizadas feitas a mão.

No Experience Music (...) não há modulação. A superfície é dividida por um software e então o CAD/CAM corta a fatia do metal. Assim é uma maneira diferente de pensar a construção de superfícies curvas e você sabe que é evolução de um projeto para outro. Você vê a transformação na seqüência de projetos (Tradução: Jorge Oliveira. Fonte: LIU, 2001).

Os projetos mencionados por Mitchell encontram-se dispostos nas figuras 4 e 5.



Figura 4. Guggenheim: Frank Gehry, Bilbao (1992-1997). Fonte: <upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/d/de/Guggenheim-bilbao-jan05.jpg> Acesso: 08.05.2011.



Figura 5. Experience Music: Frank Gehry, Seattle (1999-2000). Fonte: <aindavoula.blogspot.com/2010/11/curiosidades-mundo-afora.html> Acesso: 08.05.2011.

Esse exemplo demonstra a importância do trabalho recente de Gehry, ícone da arquitetura contemporânea, através da possibilidade de se transformar tanto projeto (aqui

considerando processo de desenvolvimento) quanto processo construtivo. *“Bilbao demonstrou como uma inovação construtiva pode mudar uma cidade e o modo que é vista no mundo. São grandes realizações sem nenhum paralelo real na história recente”* (WILLIAM J. MITCHELL, 2000 apud LIU, 2001).

2.1.2 Processo de desenvolvimento de projetos

Historicamente o ato de projetar em arquitetura é definido como um processo de difícil caracterização. Mahfuz (1995) elabora um “Ensaio sobre a razão compositiva”, se propondo a investigar o fazer arquitetônico e não o seu resultado. Já Martínez (2002), elabora um prefácio mostrando que o livro de Mahfuz é um caminho das partes para o todo através de um longo percurso conceitual para descrever o projeto (MARTÍNEZ, 2002 apud MAHFUZ, 1995).

Alternando discussões ora acerca de métodos, ora acerca do produto edificado da arquitetura, o autor coloca que outros críticos e historiadores têm abordado a relação parte e todo somente em relação ao objeto terminado, tida por Mahfuz como uma visão parcial por desconsiderar o processo.

Essa abordagem do lado processual feita pelo autor, nos permite interpretar as diversas afirmações sobre os conceitos e os partidos, previamente estipulados que vão guiar as tomadas de decisões que se transformam em novos questionamentos aos conceitos iniciais, em uma relação cíclica e contínua.

Outra visão engloba o ponto de vista técnico ao lado intelectual. Fabrício (2002) caracteriza o projeto como um processo em que informações são criadas e tratadas por diferentes estratégias mentais e metodológicas que envolvem sentidos, abstrações, representações, bricolagens, esquemas, algoritmos, métodos e conhecimentos. O autor sintetiza o processo de projetos da seguinte maneira:

(...) processo cognitivo que transforma e cria informações, mediado por uma série de faculdades humanas, pelo conhecimento e por

determinadas técnicas, sendo orientado à concepção de objetos e à formulação de soluções de forma a antecipar um produto e sua obra (FABRÍCIO, 2002).

As diversas ferramentas aplicadas ao desenvolvimento de projetos e à construção de edifícios ao longo da História da Arquitetura têm despertado pesquisas e investigações acerca de possíveis influências dessas ferramentas durante o processo global. Lawson (1997) foca o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e pauta suas investigações em aspectos subjetivos do referido processo, aprofundando-se em características cognitivas que se manifestam no ato de concepção de uma idéia ou de um conceito a ser aplicado em um determinado objetivo.

As tentativas de se explicar as relações focadas no edifício construído, são exploradas por outras publicações, a exemplo de Pause & Clark (1996). Os autores resgatam obras e arquitetos marcantes na História da Arquitetura, investigando possíveis métodos de desenvolvimento de projetos por meio de relações presentes na composição volumétrica da obra pronta.

Afonso (1985) elabora considerações acerca da própria experiência sobre o tema. Nessa abordagem, a autora define idéia, método e linguagem da seguinte forma:

- Idéia: Representação mental de algo concreto ou abstrato.
- Método: Caminho pelo qual se chega a certo resultado.
- Linguagem: Uso da palavra como meio de expressão e comunicação entre pessoas.

Segundo a autora, a dificuldade acontece no momento em que se tenta caracterizar no processo de desenvolvimento de projetos, cada um desses conceitos de forma separada, reforçando no depoimento de outros arquitetos a relação íntima e pessoal presente entre, eles difícil de ser repassada.

Christopher Jones (apud AFONSO, 1985) enfoca a exteriorização do processo de projeto dentro de três pontos de vista: “o da criatividade (caixa preta), o da racionalidade (caixa transparente) e o do controle do processo de projeto (projeto auto-organizado)”. Dos dois primeiros a autora conclui:

No método da Caixa Preta o projetista obtém resultados nos quais confia e que, em geral têm êxito, sem que possa dizer como os obteve. No método da Caixa Transparente o projetista opera com informação oferecida e surge uma sequência planejada de ciclos e etapas analíticas, sintéticas e de valorizações até identificar todas as soluções possíveis (AFONSO, 1987).

Em conjunto com Melhado, Fabricio compila trabalhos de algumas pesquisas, ilustradas na figura 6, apontando que as principais habilidades intelectuais exercidas no projeto de novos edifícios são: a capacidade de análise e síntese de informações e problemas, a criatividade e o raciocínio, o conhecimento e a capacidade de comunicação e a interação entre diferentes indivíduos (FABRÍCIO & MELHADO, 2002).

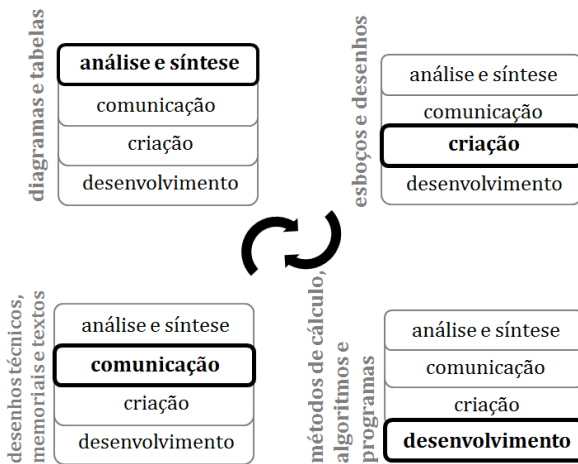


Figura 6. Processo intelectual de projeto. Adaptado de Fabricio (2002).

Para os pesquisadores, cada etapa exige ferramentas específicas de acordo com o foco. Na figura 6, os focos seriam: (1) análise e síntese, (2) criação, (3) comunicação e (4) desenvolvimento. As ferramentas referentes a cada foco seriam:

(1) diagramas e tabelas, (2) esboços e desenhos, (3) desenhos técnico, memoriais e textos, e (4) *software* e métodos de cálculo.

Assim, o repertório e a bagagem do profissional são formados por experiências anteriores, fatores culturais ou mesmo acompanhamento de projetos de terceiros que também influenciam na descoberta de métodos próprios aplicados ao processo de desenvolvimento desses projetos.

2.1.3 Processo de Desenvolvimento de Projetos na Contemporaneidade

É difícil afirmar, se os avanços tecnológicos induziram ao significativo aumento no ritmo das construções atuais e no tempo destinado à fase de projeto ou se seria um raciocínio inverso, onde a demanda por agilidade construtiva é o que teria impulsionado o avanço tecnológico. Obviamente, o fortalecimento econômico dos países sustenta essa lógica. De acordo com Montoya (2010), “a construção civil brasileira vive uma excelente fase pós- crise, e para este ano é previsto um crescimento de 8,6%”. O avanço tecnológico pode ser visto ainda, como um reflexo de outras demandas relativas à complexidade das edificações, à disponibilidade de materiais cada vez mais sofisticados que necessitam maior rigor de detalhamento e projetos mais próximos daquilo que será edificado.

O fato é que os projetos contemporâneos tanto refletem a tecnologia absorvida em seu potencial extremo, quanto resultam em perdas financeiras geradas por erros de projeto, de execução, desperdício de materiais ou negligência na manipulação de todas as informações envolvidas em um ciclo projetual completo. São discussões típicas de uma mentalidade contemporânea em que a indústria de AEC acaba sendo caracterizada por diferentes cenários e vista de diferentes perspectivas.

2.1.3.1 Industrialização do mercado de AEC

Laiserin (2005) compara a arquitetura com outras indústrias, dentre elas a de automação, para ilustrar certa

lentidão da indústria da construção civil, em termos da real absorção das tecnologias disponíveis por parte dos profissionais de arquitetura. Ele afirma que essa absorção torna-se um diferencial nas mãos daqueles que decidem explorar suas potencialidades. Laiserin apresenta dois exemplos de equipes que de fato exploram as tecnologias em prol do arrojo projetual característico de suas obras. Para ele, Frank Gehry é o pioneiro nessa forma contemporânea de projetar tridimensionalmente com o uso do computador.

A real inovação do escritório de Gehry foi se voltar pra tecnologia e dizer: 'somos arquitetos, trabalhamos em 3D. Nossos edifícios são muito esculturais (...) os fazemos à mão, no computador. Então, vamos diretamente aos modelos 3D (traduzido de LAISERIN, 2005).

Outro exemplo dado por Laiserin com conceitos similares é o escritório Foster & Partners, fundado pelo arquiteto Norman Foster¹⁰. Através da integração de dados ao modelo do edifício, tais como simulações acústicas, estruturais e ambientais, houve um avanço significativo tanto nos processos construtivos propriamente ditos, quanto na natureza das edificações que a equipe vem projetando atualmente.

Machado (2007) apresenta o auxílio da tecnologia para a representação de geometrias complexas em arquitetura. Para a pesquisadora na sociedade de informação atual emerge um novo tipo de construção que quebra barreiras entre disciplinas e profissionais antes separadas e especializadas, incentivando novas formas de interagir entre as equipes de projetos e de obras. Nesse cenário, as manipulações e os tratamentos gráficos

¹⁰ Norman Robert Foster (Stockport, 01.06.1935): Renomado arquiteto inglês, conhecido mundialmente pelo seu estilo ousado de desenhar prédios importantes, principalmente na Europa e na Ásia, e por sua preocupação com o meio ambiente. Ganhador dos prêmios Stirling e Pritzker.

são cada vez mais complexos e rápidos, auxiliando o processo de construção de projetos com geometrias complexas (Fig.7).

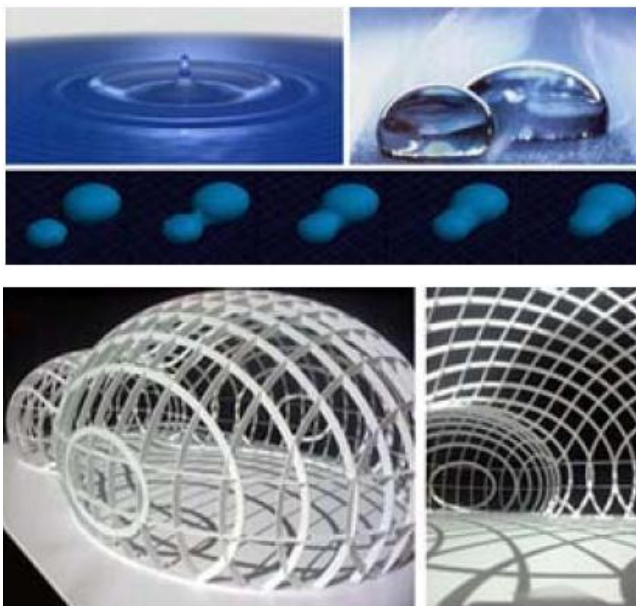


Figura 7. Estudos formais e estruturais auxiliados por computador.
Fonte: MACHADO, 2007.

Mesmo com todo o aparato tecnológico disponível, Laiserin (2005) afirma haver um conservadorismo na indústria de construção civil. Para o arquiteto e analista industrial, isso se justifica pelo fato de os edifícios serem construídos dentro de uma dinâmica que, comparada aos produtos manufaturados ou de bens de consumo, necessariamente fazem da atividade de projeto de construção de edifícios um processo muito lento.

A fragmentação do mercado de AEC é apontada como uma das razões para esse conservadorismo, pois ao contrário da indústria automobilística, na construção civil não existe uma empresa ou um grupo dominante capaz de ditar regras e processos de mudança. Na indústria de AEC, provavelmente a

maior empresa de projetos dos Estados Unidos, talvez possua 1% ou 2% do mercado. Seria necessária a junção de centenas de firmas para somar algo aproximado de 50% do mercado de construção civil americano. Por isso, essa fragmentação potencializa um conservadorismo na adoção da tecnologia mais avançada (LAISERIN, 2005).

Esse raciocínio também ilustra os diferentes cenários relacionados à apropriação da tecnologia digital no processo de desenvolvimento de projetos. Enquanto uma fatia mínima desse cenário consegue de fato absorver esse potencial, a outra responde pelas perdas por omissões da indústria de AEC.

Segundo Amorim (2007), estudos do NIST (*National Institute of Standards and Technology*) indicam 30% de perdas no processo de projeto nos Estados Unidos. Laiserin (2005) confirma esse número apontando várias pesquisas publicadas tanto nos Estados Unidos quanto no Reino Unido, indicando que mais de 30% dos dólares gastos na construção civil é efetivamente perdida em consequência da manipulação equivocada da informação em termos de administração, erros, informação duplicada que gera conflitos internos, informação desatualizada que continua disponível, etc.

Outros dados reforçam a necessidade de melhorias no manejo da informação na indústria de AEC. Justi (2008) relata uma experiência na implantação de *Revit* (*software BIM da Autodesk*) em alguns escritórios brasileiros. Para justificar essa implementação, o autor fornece outros números que reforçam o porquê da tecnologia:

- *Ineficiências, enganos e atrasos chegam a U\$200 bilhões dos \$650 bilhões gastos em construção nos EUA todo ano (New wiring, The Economist, January 13th, 2000);*
- *Somente na Inglaterra, o custo anual para corrigir defeitos de construção causados por projetos mal detalhados e instruções operacionais dadas incorretamente atingem aproximadamente £1 bilhão de Libras*

*(aproximadamente 1.66 bilhões de Dólares)
(IT Construction Best Practice Service);*

- *O processo de construção é por si mesmo repetitivo na sua essência de projeto para projeto. Pesquisas atestam que até 80% das tarefas numa construção são repetitivas. (JUSTI, 2008)*

Os dados demonstram que o processo de desenvolvimento de projetos, na contemporaneidade, está cada vez mais atrelado a fatores econômicos típicos de uma sociedade globalizada. A indústria de construção civil reflete diretamente a economia de um país que evidencia seu fortalecimento através de obras capazes de melhorar a qualidade de vida da população. Cabe aos profissionais de arquitetura um envolvimento mais ativo com os diversos setores dessa cadeia. Fator que demanda melhor manuseio da informação como um todo e maior participação em aspectos, além de construtivos, sustentáveis, financeiros, legislativos e tecnológicos comprometidos com o crescimento e com o avanço de processos em um cenário cada vez menos aberto a falhas. Cabe aqui uma frase dita pelo professor e arquiteto, Eduardo Nardelli em 2010 referenciando Mitchell que teria construído a seguinte frase em 2005:

No passado a arquitetura era a materialização de desenhos feitos à mão no papel. Atualmente a arquitetura é a materialização de informações digitais, concebidas digitalmente e construídas digitalmente. A avaliação da qualidade dessa produção passa pela avaliação da qualidade da tecnologia empregada nessa produção.

2.1.3.2 Interoperabilidade e Engenharia Simultânea

O projeto interoperável é passível de alterações simultâneas e automáticas por qualquer um dos profissionais responsáveis por sua concepção. Sheer et al (2007) definem

interoperabilidade como a possibilidade de transferência integral da informação entre os diversos sistemas utilizados durante o processo de projeto, dentro ou fora do escritório acessível, instantaneamente, a todas as equipes de forma coordenada.

Pesquisas das áreas de Engenharia Simultânea e de Gestão de Projetos apontam a interoperabilidade como um dos conceitos de maior impacto no processo de desenvolvimento de projetos. O foco da Engenharia Simultânea, também denominada *Concurrent Engineering - CE*, é sugerir mudanças gerenciais que permitam o trabalho em paralelo e que possam diminuir o tempo de produção (FERREIRA, 2007).

Também o conceito de *CSCW (Computer Supported Cooperative Work)* remete às realidades semelhantes a Engenharia Simultânea. O conceito surgiu na década de 80 referindo-se ao suporte computacional, ao trabalho colaborativo e também à atitude do usuário perante novas ferramentas assumindo as mudanças no trabalho que surgem ao utilizá-las (FERREIRA, 2007).

Ferreira (2007) coloca ainda que o BIM é um dos desdobramentos mais atuais dos conceitos abrigados pela Engenharia Simultânea e, apesar de parecer uma tarefa comum aplicar o que preconiza este termo na Construção Civil, Fabricio e Melhado (2003) ressaltam as dificuldades dessa aplicação. Para os pesquisadores, o que cabe bem para outro tipo de indústria, pode não se encaixar na Construção Civil, não sendo, portanto uma transposição apenas.

Melhado (2001) discute a postura do arquiteto em termos de coordenação e de multidisciplinariedade do processo de projeto. Nessa discussão, o autor enfatiza que uma evolução contínua do sistema interno requer uma articulação mútua que se estende a cada um dos agentes que interagem com o arquiteto. Mesmo assim, cada novo empreendimento de construção é único e exige esforços de organização e de cooperação particulares, como constata Bobroff (1999) citado por Melhado (2001).

(...) a excelência do projeto de um empreendimento passa pela excelência do processo de cooperação entre seus agentes, que na qualidade de parceiros submetem seus interesses individuais a uma confrontação organizada (BOBROFF, 1999).

O projeto *STAND-INN*, do grupo europeu *INNOVA*, visa promover a adoção de padrões abertos, tais como o padrão IFC (*Industry Foundation Classes*) relacionando os processos da construção civil com o Modelo de Informação da Construção – BIM abrangendo a percepção de todo o ciclo projetual característico dos empreendimentos da Construção Civil (FERREIRA, 2007).

2.1.3.3 Gestão de projetos

Para reforçar a afirmação de Melhado (2001) de que a gestão é o melhor recurso para lidar com as contradições entre agentes de formações disciplinares diversas e para fazer face à “incerteza de natureza múltipla (técnica, financeira, legal e política)” dos empreendimentos, o autor mostra que a atividade do arquiteto é cada vez menos autônoma, face à atividade de coordenação do projeto, tornando esse profissional mais crucial para os resultados do empreendimento.

Uma metáfora para explicar o papel do arquiteto como coordenador de projeto é evocada por Melhado (HENRY, 2000): a do líder de uma banda de jazz, que ao mesmo tempo cria e participa da criação dos demais músicos do grupo, estimulando a sinergia de grupo dentro de um “processo criativo planejado” (MELHADO, 2001).

O autor afunila esse posicionamento do arquiteto atribuindo-lhe uma tripla inserção coletiva:

- No grupo profissional ao qual está associado e de cuja cultura e estratégias compartilha;

- Na empresa de projeto cujo quadro eventualmente pertence, possuindo vínculos e afinidades com um grupo de profissionais e seu líder;
- No empreendimento do qual seu projeto faz parte, em cuja equipe se estabelecem as relações temporárias com outros agentes (MELHADO, 2001).

O autor conclui seu raciocínio afirmando que o processo de projetos deve dar vazão às inovações tecnológicas sem se basear exclusivamente no tradicional, removendo entraves para a verdadeira industrialização da construção de edifícios (MELHADO, 2001).

2.2 BUILDING INFORMATION MODELING – BIM

BIM é uma metodologia de contínuo refinamento, não de mudança drástica. O sucesso vai ocorrer por evolução, não revolução (traduzido de KRYGIEL & NIES, 2008).

2.2.1 Origem

Segundo o Grupo BIM (2007), criado pelo NGI (Núcleo de Gestão e Inovação) de São Paulo, empresas desenvolvedoras de programas reivindicam para si o pioneirismo pela criação do BIM, ao passo que o desenvolvimento do conceito e do termo é atribuído a outros especialistas nos meios técnicos.

Porém a responsabilidade pela autoria do conceito por traz do que hoje é divulgado como BIM, é concedida ao professor *Charles M. Eastman* do Instituto de Tecnologia da Geórgia. Segundo *Silva (2007)*, ele teria inventado o conceito, não o termo, com base na grande utilização do termo *Building Product Model* em suas publicações literárias desde o final dos anos 70, que é o mesmo que *Building Information Model*.

A disseminação do termo seria de responsabilidade de *Jerry Laiserin*, arquiteto e analista industrial americano, defensor

do conceito “*building smarter*”, formado em Princeton. Laiserin postulou o termo como nome comum para uma representação digital do processo de construção visando facilitar a interoperabilidade da informação em meios digitais e foi um dos criadores da primeira abordagem de linguagem neutra para troca de informações e dados que deu origem à *IAI – International Alliance for Interoperability*, atualmente *BuildingSmart Alliance*. De acordo com ele, a primeira aplicação do BIM estava sob o conceito de Edifício Virtual do *ARCHICAD Graphisoft*, na sua estréia em 1987. Empresa a qual se atribui a primeira implementação prática do BIM por meio do conceito de edifício virtual no lançamento do *software*. (SILVA, 2007).

2.2.2 Definição

Segundo Birx (2007), não é tão fácil definir o BIM quanto o CAD. BIM é mais um processo que uma ferramenta de elaboração, podendo ser visto tanto como processo de projeto quanto ferramenta de desenho. Para ele, a tecnologia representa a transição do analógico para o digital, onde os projetos são conduzidos como modelos completos. Birx (2006) afirma ainda que é um erro pensar em BIM como mais uma forma de representação tridimensional, pois ao fazer isso, se perde seu potencial mais significativo: os benefícios de uma mudança de cultura projetual. Sperling (2002) aponta a forma pela qual ocorre a geração das informações como o impacto mais visível dessa tecnologia.

A tecnologia BIM pressupõe uma grande alteração do raciocínio necessário no momento da concepção de projetos arquitetônicos ao englobar os modelos tridimensionais desde a fase inicial dos projetos. Laiserin (2010) explica que enquanto os arquivos “*drawing*” da plataforma CAD consistem em meras representações gráficas de um determinado projeto, ainda que compostos de detalhamentos e outros fatores que lhe conferem grande complexidade característica da fase projetual, os “*project*” dos modelos BIM são o próprio projeto a partir do qual as

representações são extraídas automaticamente, quantas forem necessárias. Suas alterações também são instantâneas em todas as visadas do projeto. Todas as disciplinas complementares àquela arquitetura são desenvolvidas tridimensionalmente e o próprio *software* acusa as inconsistências.

Krygiel & Nies (2008) afirmam que se trata da informação acerca da edificação inteira e um conjunto completo de documentos referentes ao projeto armazenados em uma base de dados totalmente integrada. Todas as informações são paramétricas e por isso inter relacionadas. Assim, os modelos idealizados em BIM vêm sendo chamados de modelos inteligentes ou “*building smarter*” (LAISERIN, 2010).

2.2.3 Programas

Goldberg (2005) coloca alguns programas presentes no mercado que compõem a tecnologia, agrupados na tabela 1. Özener (2008) apresenta um panorama mais objetivo expondo a variedade de opções. O autor coloca que os vendedores possuem diferentes estratégias e perspectivas para o desenvolvimento da tecnologia. As opções *Revit* da *Autodesk*, *ArchiCAD* e *Constructor* da *Graphisoft* e os produtos da *Bentley* são os de maior presença no mercado.

Ainda segundo Özener (2008), existem inúmeras outras soluções que compõem uma porção significativa desse mercado, a exemplo da *Nemetschek Vectorworks Architect* e *Allplan FT*, mais especificamente *DProfiler* e *Affinity*, que se focam nas etapas preliminares dos projetos. A *Tekla Structures* é inserida como uma ferramenta voltada ao uso de pré-moldados de concreto em projetos e, em apoio à integração e ao projeto 4D, os programas *NavisWorks* e *Innovaya* vêm sendo usados por grupos da AEC para coordenação da informação derivada de diferentes programas BIM e CAD.

Howell e Batcheler (2004) elaboram um breve comparativo diferenciando sistemas BIM líderes de mercado, dos quais três são aqui apresentados.

Segundo os autores, o *Autodesk Architectural Desktop* é caracterizado como uma aproximação do *AutoCAD* ao BIM. O sistema funciona como uma agregação de diversos mecanismos que geram vistas da edificação como se houvesse um modelo BIM central. Essas operações são de complexa manipulação e podem funcionar como oportunidades para o surgimento de erros, se o usuário manipular os arquivos individualmente.

O *Revit* é apresentado pelos autores como provavelmente a interpretação mais literal do BIM funcionando como uma base de dados única. No entanto, o sistema ainda não suporta o IFC, o que é previsto como uma atualização futura.

A *Bentley* interpreta o BIM como um modelo de projeto que integra diferentes sistemas por ela desenvolvidos (*Bentley Architecture, Bentley Structures, Bentley HVAC, etc*) que suporta tanto arquivos DWG quanto IFC. No entanto, altos níveis de interoperabilidade só são atingidos quando a família completa dos produtos Bentley é implantada em um projeto.

A tabela 1 agrupa alguns desses produtos baseados em outros autores pesquisados (GOLDBERG, 2005; TOLEDO, 2009 e AMORIM, 2007).

Tabela 1. Alguns programas BIM presentes no mercado. Fonte: GOLDBERG (2005), TOLEDO (2009) e AMORIM (2007).

PROGRAMAS	
GRAPHISOFT	<p><i>Graphisoft ArchiCAD (1984):</i> Primeiro <i>software</i> BIM. Permite a condensação dos dados de um projeto em um único arquivo PNL que pode suportar projetos mais complexos. Utiliza o modelo GDL de criação (<i>geometric description language</i>) que contém a informação necessária para descrever elementos 2D advindos das plataformas CAD, modelos 3D e especificações a serem utilizadas nos projetos, nas apresentações e nos cálculos quantitativos. O programa trabalha com o RCC (<i>Richard Creveling database</i>), capaz de gerar custos estimativos do projeto.</p> <p><i>GS Constructor e GS Estimator (2005):</i> Permite a execução de uma base de cálculos que estima, programa, efetua compras e fornece uma plataforma por meio da qual é possível controlar um projeto de construção em toda a sua fase de concepção.</p>

BENTLEY	<p>Bentley Architecture: Baseado na plataforma da <i>MicroStation</i>, o <i>Bentley Architecture</i> é um produto orientado ao objeto e aos seus parceiros de sistemas estruturais e de construção da engenharia. Suporta arquivos DWG, inclui renderização e prevê capacidades de modelagem, visualização, <i>reporting</i>, <i>schedules</i> e análise de custos em um projeto 4D. Oferece a capacidade chamada “<i>2D/3D choice</i>”, que permite aos usuários trabalharem nos modelos 3D, 2D, ou em ambos enquanto mantém os desenhos sincronizados com o modelo. Suporta arquivos de outras plataformas como DWG, PDF e os IAI’s IFCs.</p>
AUTODESK	<p>Autodesk Architectural Desktop: Solução de base BIM destinada ao <i>AutoCAD</i>. Usa programações especializadas e rotinas com o intuito de fazer com que o <i>AutoCAD</i> seja executado tal qual um modelador BIM. É uma solução unilateral que armazena toda a informação em arquivos DWG separados. Os arquivos são posteriormente linkados por meio de “<i>xref</i>” para que o programa possa interagir com elas. Cada alteração no <i>Architectural Desktop</i> é apontada em todas as vistas, mas nem todas podem alterar o modelo, por isso o <i>software</i> é chamado unidirecional. Na maior parte dos casos, os documentos <i>Architectural Desktop</i> devem ser salvos e suas vistas posteriormente atualizadas de maneira coordenada em todos os respectivos documentos. É o <i>software</i> mais extensamente distribuído devido, grande parte, ao número de usuários de <i>AutoCAD</i>.</p> <p>Autodesk Revit: Idealizado especificamente para o BIM e desenvolvido por programadores que criaram o <i>software</i> 3D para o <i>design</i> mecânico e aplicaram seus conceitos para criar uma solução direcionada à arquitetura e à construção. Os <i>plug-ins</i> de sua terceira edição são disponíveis para análises energéticas e especificações gerais por meio da função <i>Revit’s export-to-ODBC</i>. O <i>software</i> é bidirecional em qualquer alteração de qualquer objeto, documento ou vista. Pretende-se intuitivo e de fácil didática para a aprendizagem inicial.</p>
NEMETSCHKE	<p>Vectorworks ARCHITECT: Desenvolvido pela <i>Nemetschek North America</i>, é uma plataforma voltada para o <i>Macintosh</i>. Seu desenvolvedor o apresenta como menor, pois esta é a opção BIM de menor custo dentro os pacotes estudados. Entretanto este programa cria um excelente modelo 3D, que incorpora anos de “<i>expertises</i>” do CAD 2D. Os objetos projetados são dispostos de maneira apropriada tanto em 2D quanto em 3D e podem ser referenciados com informações não gráficas como materiais, fabricantes e preços. Exclusiva deste <i>software</i> é a capacidade de modelagem NURBS (<i>Non Uniform Rational Basis Spline</i>), um modelo matemático usado regularmente em programas gráficos para gerar e representar curvas e superfícies, que permite ao arquiteto criar superfícies complexas e formas orgânicas. O programa cria renderizações com a inclusão do módulo <i>RenderWorks</i>.</p>

NEMETSCHKE	<p>Este <i>software</i> é disponível em sete idiomas e vendido em mais de 80 países.</p> <p>Allplan: Baseado em uma única base de dados “3D” orientada por objetos, o <i>Allplan</i> cria e guarda a relação “2D” e “3D” entre plantas, seções e fachadas. De fato, as vistas não são mais que diferentes representações da mesma base de dados “3D” orientada por objetos, pois não existe diferença entre trabalhar em planta, seção ou perspectiva. O usuário projeta na vista que melhor se adapta ao seu estilo de trabalho de acordo com cada caso.</p>
OUTROS	<ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Active3D (Archimen)</i> ▪ <i>DDS-CAD (Data Design System)</i> ▪ <i>Solibri Model Checker</i> ▪ <i>Tekla Structures</i> ▪ <i>Affinity (Trelligence)</i> ▪ <i>DProfiler (Beck)</i> ▪ <i>DDS-CAD Building Service</i> ▪ <i>Visual Estimating e BuildingExplorer (Innovaya)</i> ▪ <i>Facility Online</i> ▪ <i>MagiCAD</i> ▪ <i>Archimen</i> ▪ <i>Active3D</i> ▪ <i>Oracle CADView-3D</i>

No entanto, a adoção da plataforma pressupõe reestruturação e reorganização de processos através de novas formas de organização no trabalho e de pensar o projeto de maneira integrada (SOUZA, 2009). Além disso, o uso do BIM requer novas qualificações do profissional, aquisição de novos equipamentos, e uma forma de lidar com os demais agentes no processo (SOUZA, 2009).

Khemlani (2007) conduziu uma pesquisa por meio da Revista *AEChytes*, com o intuito de determinar pontos críticos presentes nos produtos BIM disponíveis no mercado em 2007. A revista foi comissionada por vendedores para conduzir uma pesquisa detalhada entre todos os usuários registrados (total de 5486) na revista. A figura 8 demonstra o *ranking* das soluções BIM sendo usadas naquele momento.

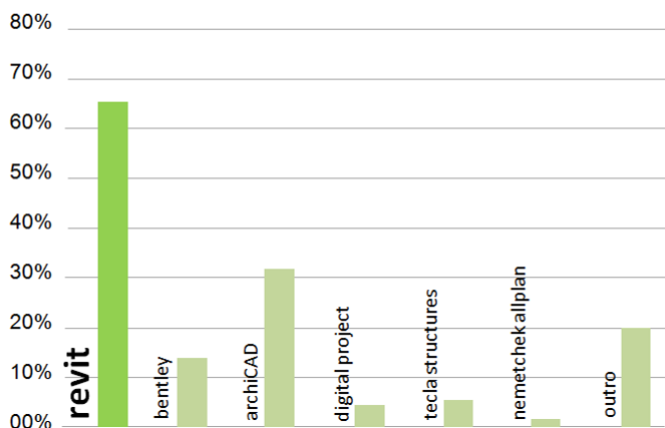


Figura 8. Soluções BIM sendo usadas no momento da pesquisa.
Fonte: KHEMLANI (2007).

O convite para participação na pesquisa foi submetido de forma personalizada, via *email*, de maneira que o mesmo não poderia ser repassado a internautas não registrados nos domínios da revista. O número total de respostas foi 651 representando 12% do universo total. Segundo os autores, fatia capaz de responder estatisticamente pelo grupo todo e de garantir a integridade dos resultados.

Nardelli et al (2009) conduziram uma pesquisa semelhante na cidade de São Paulo, buscando elaborar um estado da arte acerca das tecnologias de informação e comunicação (TIC's) e a prática de projeto nos escritórios de arquitetura paulistanos. Os dados expostos pelos pesquisadores são baseados em 104 respostas, sendo considerados representativos os resultados encontrados.

Destes dados, cabe referenciar que, “nas soluções para modelagem arquitetônica (BIM), 32,3% das respostas indicaram que utilizam o *Revit Architecture* seguidos por 16,1% que indicaram o *3DStudio MAX* e 12,9% que indicaram o *ArchiCAD*. Na sequência aparecem o *AutoCAD* e o *VectorWorks* com 6,5% cada. *Microstation Triforma*, *AutoCAD ADT*, *Dialux*, *MS Project*,

Rhinoceros, SolidWorks, SketchUp e outros, aparecem com 3,2% cada” (NARDELLI et al, 2009)¹¹.

2.3 LEVANTAMENTO DAS PESQUISAS EM BIM

2.3.1 Abordagens Nacionais

O tema no Brasil ainda pode ser considerado recente. As primeiras pesquisas que ao menos mencionam a terminologia BIM, datam de 2007. Para embasar esse fato, foram levantados os anais do ENTAC (Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído) de 2004 a 2008 visando identificar os grupos que se focaram em BIM como tema de pesquisas. Nesses congressos, foram encontrados apenas dois trabalhos que mencionavam BIM, de 18 outros previamente selecionados com abordagens correlatas. Esse dado vai de encontro aos resultados de outro levantamento mais aprofundado feito pelas pesquisadoras Andrade & Ruschel (2009), que fizeram a mesma busca nos anais do TIC (Seminário de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil) e do *Workshop* Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios (WBGPPCE), em todas as suas edições. Foi observado que, “dos

¹¹ O termo “modelagem arquitetônica BIM” é colocado em uma das perguntas elaboradas pelos autores em cujas opções de resposta, estão presentes programas que não são da plataforma BIM. Ainda que o trabalho não contemple nenhum comentário, cabe presumir duas possíveis justificativas. Uma delas seria a elaboração de um mesmo formato de respostas para todas as perguntas a serem marcadas pelos entrevistados. A outra, e mais importante, é que por não ter sido inserido nenhum comentário que esclareça essa diferença, pode haver certa confusão por parte dos pesquisadores sobre as características específicas da tecnologia e quais das opções colocadas não são BIM.

eventos pesquisados, apenas quatro apresentam trabalhos que abordam o BIM: TIC 2007, TIC 2009, VII e VIII WBGPPCE”.

É grande a diversidade de trabalhos em BIM no Brasil, porém o foco das pesquisas é mais direcionado à gestão de projetos, ao trabalho colaborativo e à distância, ou ainda aos sistemas colaborativos voltados para a construção civil. Esses trabalhos são explanatórios e divulgam potencialidades da tecnologia ligadas aos conceitos básicos. As pesquisadoras catalogaram as pesquisas subdividindo-as em quatro grupos: O **primeiro** apresenta os conceitos básicos ligados ao BIM, os benefícios e os desafios do seu uso na construção civil. O **segundo** discute e analisa o uso do BIM no processo de projeto de arquitetura. O **terceiro** foca a colaboração e a interoperabilidade à luz de aplicativos BIM. Por fim, o **quarto** grupo investiga a criação de estratégias para a customização de aplicativos BIM usados em projetos de arquitetura (ANDRADE & RUSCHEL, 2009). Ao finalizarem essa investigação, as pesquisadoras também fazem uso das fases de BIM propostas por Tobin (2008) para afirmarem que o uso da tecnologia no Brasil, coincide com a geração BIM 1.0, ressaltando a importância de se aprofundarem as pesquisas na prática de projeto. Para separar alguns trabalhos nacionais de maior destaque encontrados no levantamento bibliográfico deste mestrado, será usada uma abordagem semelhante de 3 dos 4 grupos propostos por Andrade & Ruschel (2009), ressaltando o **segundo grupo**, dentro do qual a pesquisa poderia ser inserida. Seguem, portanto as três categorias estipuladas:

2.3.1.1 Conceitos básicos, benefícios e desafios do uso de BIM na construção civil.

Amorim (2007) discorre sobre o processo de implantação de BIM destacando suas vantagens e seus potenciais com base em pesquisas internacionais.

Silva (2008) elabora um histórico geral em termos de autoria e de uso de BIM no Brasil e no exterior, em forma de

relatório do Grupo BIM, de São Paulo. Apresentaram definições, classificação das ferramentas e um prospecto de atuação e dos objetivos do grupo no Brasil.

2.3.1.2 Análise do uso de CAD/BIM no processo de projeto de arquitetura.

Ayres e Scheer (2007) descrevem as ferramentas CAD englobando o BIM como um CAD voltado à modelagem do produto. Os pesquisadores destacam vantagens e desvantagens de cada tipo de CAD separando-os em CAD geométrico (prancheta digital), CAD 3D (maquete eletrônica) e CAD BIM.

Scheer et al (2007) conduzem a pesquisa em dois escritórios de arquitetura de Curitiba por meio de estudos de caso em uma análise qualitativa. O objetivo foi identificar os impactos do uso das diferentes tecnologias da informação utilizadas em termos de gerenciamento da informação, visualização da informação e produtividade. Os resultados demonstram vantagens e desvantagens das diferentes tecnologias de acordo com cada aspecto abordado.

Souza et al (2009) fazem uma abordagem semelhante em 13 escritórios de arquitetura brasileiros, identificando as influências no processo de projeto, as oportunidades potenciais que surgem a partir do uso, vantagens e desvantagens da adoção da ferramenta. Os dados são analisados quantitativamente.

Também podem ser inseridos nesse grupo os trabalhos voltados ao ensino nas escolas de arquitetura a exemplo de **Celani** (2003) e **Kowaltolski** (2006). Ambas ressaltam o uso potencial do CAD como exercício da criatividade sem mencionarem o termo BIM, porém tratando de aspectos que sugerem suas características.

2.3.1.3 Colaboração, interoperabilidade, engenharia simultânea e gestão de projetos.

Ferreira (2007) se concentra em um dos termos mais encontrados nas publicações em BIM: Engenharia Simultânea. Com base nisso o autor se foca em aspectos como otimização de tempo, de recursos e integração entre profissionais articulando a evolução desta ao BIM e apresentando a plataforma com um desdobramento natural da Engenharia Simultânea. O autor finaliza destacando a necessidade de mais pesquisas nacionais.

Crespo e Ruschel (2007) abordam outro conceito também muito comum nos trabalhos: a colaboração. Elas definem BIM como “uma nova geração de ferramentas CAD inteligentes orientadas ao objeto que gerenciam a informação da construção no ciclo de vida do projeto, a ferramenta marca o início de um novo caminho a ser explorado pelos profissionais que atuam na área de AEC voltado à colaboração, à interoperabilidade e à reutilização da informação”.

Coelho e Novaes (2008) mostram a necessidade de revisão nos processos em termos de colaboração com a adoção de BIM, reforçando o fato de a adoção da plataforma não poder ser encarada apenas como troca de tecnologia.

As pesquisas de **Melhado (2001)** e **Fabricio & Melhado (2003)**, apesar de não serem tão recentes, são relevantes em termos de Engenharia Simultânea e de Gestão de Projetos, por mostrarem um direcionamento claro à adoção e ao uso de BIM.

Também uma pesquisa realizada em Belo Horizonte por **Menezes et al (2008)** cabe ser destacada. Os pesquisadores investigaram a comunicação gráfica e digital entre engenheiros e arquitetos nos projetos de arquitetura e estruturas, supondo subutilização das ferramentas CAD nesse processo. Apesar de a hipótese não ter sido confirmada, foram gerados indícios isolados de subutilização do CAD em alguns resultados das perguntas feitas. Ao questionarem os critérios utilizados pelos profissionais na organização dos *layers*, os autores atribuem uma relação com o uso prévio das cópias heliográficas na forma de organização desses *layers* (separados por espessuras de traços

ao invés de elementos arquitetônicos em 44,4% das respostas) configurando assim, subutilização dos recursos oferecidos pela ferramenta. Esse fato pode demonstrar que os profissionais mantêm o raciocínio anterior no uso da nova mídia. Tentar manipular a ferramenta com o raciocínio de outra, como mostram Menezes et al (2008), é apenas um exemplo. Algo que se reforça com as colocações feitas acerca da fase de transição gerando mudança nas formas de trabalho praticadas pelos profissionais.

2.3.2 Abordagens Internacionais

Devido à escassez de referências ainda presente no cenário nacional, as mais relevantes são de fora do país, o que evidencia as diferenças nos contextos pesquisados. Ainda assim, isso não invalida a importância do material encontrado internamente, pois há um crescimento claro na quantidade de pesquisas em andamento sobre essa tecnologia. Fora do Brasil, também é alto o número de relatórios técnicos e de documentos provenientes de grupos e de órgãos institucionais, tais como AIA-CC¹² (2007) e CIB¹³ (2007). Podem ser citados também documentos provenientes das empresas desenvolvedoras dos programas que ressaltam os potenciais da tecnologia e apresentam exemplos do mercado que adotou e aplicou o BIM em empreendimentos já edificados. Os trabalhos de âmbito internacional que maior influência exerceram no delineamento deste estudo, foram Tobin (2008) e Clayton et al (2008), fundamentais na abordagem específica do estágio de implantação de BIM. Seguindo a mesma separação das pesquisas nacionais, são estipuladas três categorias de separação para o material internacional que cabe ser aqui destacado:

¹² *American Institute of Architects - California Concil.*

¹³ *International Council for Research and Innovation in Building and Construction. "STAND-INN Newsletter".*

2.3.2.1 Relatórios técnicos.

A Norte Americana *McGraw-Hill Construction* (MHC), disponibiliza uma série de relatórios de pesquisas de mercado voltados a arquitetos, engenheiros, fabricantes, distribuidores, dentre outros profissionais que compõem toda a indústria de construção civil. Alguns dos índices demonstrados pela organização indicam que quase 50% da indústria analisada já usa a tecnologia BIM e 20% dos que não usam, planejam migrar dentro de dois anos (**MCGRRAW-HILL CONSTRUCTION Inc., 2009**).

O *IPD Guide (Integrated Project Delivery)* desenvolvido através do AIA (The American Institute of Architects) aborda maneiras de entrega de projetos que integra pessoas, sistemas, estruturas e práticas empresariais em um processo colaborativo visando otimizar os resultados do projeto, aumentar o valor para o proprietário, reduzir o desperdício e maximizar a eficiência em todas as fases do projeto (**AIA-CC, 2007**).

2.3.2.2 Analistas Industriais.

Batcheler e Howell (2004) apresentam um diferenciado relatório crítico que levanta o que seria realidade e o que seria ainda utópico em se tratando de BIM. Tal abordagem crítica é construída com base em comparações de sistemas, projetos piloto, relatos de empresas e arquitetos que experimentaram a tecnologia com diferentes percepções. Em uma evolução que parte desde os sistemas CAD até os OOCAD (*object-oriented CAD systems*), o BIM é apresentado como a mais recente geração dos OOCAD onde todos os objetos referentes ao projeto são combinados e coexistem em uma base única de dados, ou “edifício virtual”. Os autores concluem que a tecnologia é certamente viável e oferece inúmeras vantagens em relação ao CAD. No entanto, é o compartilhamento da informação gerada nos modelos inteligentes “de, para e entre” profissionais que é criticamente importante. Os mecanismos tradicionais de comunicação (DXF, DWG, DWF e PDF), ainda que gerados a

partir de sistemas BIM, não transferem os níveis apropriados da inteligência desses objetos de um modelo a outro.

2.3.2.3 Níveis de adoção.

Tanto Tobin (2008) quanto Clayton et al. (2008) estabelecem níveis de adoção da plataforma BIM relacionando modo de implantação e uso efetivo. **Tobin (2008)** é um arquiteto especialista em tecnologias para arquitetura responsável por implementar o BIM em escritórios dos Estados Unidos. O trabalho é um artigo encomendado pela revista *AEC Bytes* que divulga as potencialidades da tecnologia, onde ficam caracterizadas as fases de adoção em BIM 1.0, BIM 2.0 e BIM 3.0.

Já **Clayton et al (2008)** apresentam uma pesquisa mais profunda aplicada também nos Estados Unidos com o objetivo de desenvolver argumentos fundamentados por modelos de custo x benefício do BIM na indústria de construção, bem como identificar tendências, desafios e obstáculos à sua adoção. Neste caso, são encontrados resultados mais concretos que mesclam ambiente acadêmico com mercado de trabalho. Esse amadurecimento pode ser justificado tanto pelo ambiente de uso mais maduro quando comparado ao Brasil, quanto ao aprofundamento estabelecido na metodologia adotada, utilizando-se de grupos focais seguidos de entrevistas, estudos de caso e discussões entre os pesquisadores que conduziram os trabalhos.

Foram organizados três grupos focais ao longo de sete semanas em 2007. Um grupo foi formado por membros do corpo docente da Texas A&M University que tinham interesse comum em BIM e na prática integrada, porém experiências diversificadas em tecnologia, programas, projeto, construção, etc. Dois grupos foram compostos por profissionais do mercado que se voluntariaram para participar de um workshop. Os dois grupos foram montados pela universidade que selecionou previamente os participantes em empresas com significativa experiência em BIM. Este grupo contou com representantes de escritórios de arquitetura e engenharia de médio e grande porte,

empresas de cálculo estrutural, empreiteiros, projetistas e consultores. Dessas empresas foram retirados seis estudos de caso mais abrangentes.

Os dados dos grupos focais foram codificados e analisados visando identificar experiências comuns e padrões que pudessem conduzir à inferências sobre as tendências de adoção existentes no setor. Os estudos de caso forneceram dados mais fortes capazes de confirmar as conclusões provenientes das análises de conteúdo. Os estágios de adoção propostos tanto por Tobin (2008) quanto por Clayton et al. (2008) encontram-se detalhados na sequência.

2.4 BIM FRENTE AOS PROJETOS CONTEMPORÂNEOS

2.4.1 Fases de BIM

Conforme mencionado de forma resumida, alguns autores utilizam-se dessa separação em estágios para tentarem inserir os escritórios ou as empresas em fases relativas às escalas de adoção da ferramenta. Tobin (2008) se baseia na defesa de que durante algum tempo persistirá a fase da transição, dentro da qual, profissionais ainda se utilizarão da tecnologia apenas como ferramenta de desenho. Para o autor, ao entender como essa oportunidade se materializará, cabe considerar tanto a forma de utilização como a trajetória futura do BIM. Tobin embasa seu argumento pensando em três diferentes gerações de BIM, chamadas BIM 1.0, 2.0, e 3.0.

- BIM 1.0 caracteriza-se pela substituição do desenvolvimento de projetos em CAD 2D por modelos 3D parametrizados. O desenvolvimento do modelo é um processo individualizado focado em produtividade de documentos projetuais em ritmo acelerado. Esse nível restringe-se a projetistas dentro de um raio mais imediato, sem o envolvimento e a colaboração de profissionais de outras áreas.

- Já BIM 2.0 conduz o modelo a terceiros, além dos envolvidos no desenvolvimento dos projetos de arquitetura, estrutura e instalações prediais. São agregadas ao sistema informações temporais (4D), dados financeiros (5D) e análises de eficiência energética, dentre outros (nD). Para tanto, é necessária a cooperação entre os diversos agentes: projetistas, consultores, empreendedores e construtores, com as devidas preocupações quanto à interoperabilidade, assegurando o intercâmbio dinâmico. Segundo Tobin (2008), a adoção efetiva do BIM 2.0 já é realidade na América do Norte, na Ásia e na Europa.

Segundo Coelho e Novaes (2008), empresas provedoras de sistemas colaborativos para gestão de projetos na construção civil estão incorporando recursos que permitem a distribuição de modelos BIM através da *web*. Serviços como o *Asite*, *Buzzsaw* e *Newforma*, oferecem recursos para armazenagem de projetos desenvolvidos em BIM. Em alguns casos, o próprio *software* suporta aplicativos para a comunicação. Crespo e Ruschel (2007) colocam que o próprio *Revit* possui recursos de coordenação da informação entre colaboradores em ambiente de rede *extranet*, o que exige planejamento nas regras de acesso a dados e busca de padronização para evitar conflitos de comunicação. Porém, as comunicações textuais entre colaboradores não são suportadas.

- Por fim, o BIM 3.0 é caracterizado como a geração “pós-interoperabilidade”. Nesse estágio, o intercâmbio das informações acontece por meio de protocolos abertos, tais como o IFC (*Industry Foundation Class*) e os protocolos elaborados pela *BuildingSmart®*, que permitem aos profissionais o desenvolvimento colaborativo de um modelo de dados que pode ser considerado um protótipo completo da construção do edifício. Tobin (2008) especula que o modelo do BIM 3.0 estará disponível através de um banco de dados acessível via internet, onde os modelos BIM serão construídos colaborativamente em um ambiente 3D.

De acordo com a outra pesquisa mencionada, há que se considerar as variações em implementação de tecnologias BIM, de acordo com baixos, médios e altos níveis de complexidade de adoção. Essas estratégias de adoção são baseadas no papel do uso de BIM, no desenvolvimento de um dado projeto e do grau de penetração da tecnologia em uma dada equipe. O estudo englobou três variantes progressivas em complexidade e em potencial de impacto (CLAYTON et al., 2008):

- BIM-A (*Accelerated*¹⁴): Métodos e tecnologias são usados internamente para acelerar a produção e as operações em uma dada empresa. O modelo é relativamente isolado e não há nenhuma versão comum a todos os membros da equipe. Devido a isso, o consumo de informação é limitado ao uso interno sem compartilhamento com outros profissionais. O estudo indicou que atualmente BIM-A oferece grandes vantagens sobre o CAD convencional ao comparar desempenho em termos de documentação projetual. Os autores relatam que adotantes iniciais (*early adopters*) desta estratégia em grandes empresas alcançaram economias de 30% ou mais em custos de produção, bem como aumentos na rentabilidade e vantagens em termos de documentação projetual em comparação ao CAD convencional.
- BIM-B (*Business*¹⁵): Consiste no uso de aplicativos BIM no estabelecimento de parcerias entre empresas que visam alcançar as vantagens das oportunidades de intercâmbio de dados e de informações para redução de custos de comunicação. Os autores colocam que BIM-B vem sendo aplicado aos poucos, de forma experimental em alguns projetos piloto. Nesta estratégia, BIM requer relações próximas e de longo prazo entre arquitetos, consultores e empreiteiros. Assim justificam-se também os esforços necessários à

¹⁴ Tradução *accelerated*: acelerado.

¹⁵ Tradução *business*: negócios.

padronização de procedimentos de documentação e de representação. O potencial deste nível reside no aumento do valor agregado na prestação de serviços no contexto da indústria AEC. Os autores relataram fortes indicativos da efetividade desta estratégia porém, classificaram como ainda distantes os benefícios teorizados para as tecnologias BIM.

- BIM-I (*Industry-wide*¹⁶): O terceiro e mais alto nível de adoção é considerado mais conceitual e distante da prática atual. Nesse nível é necessária a admissão de protocolos de intercâmbio de dados através de interfaces de múltiplos aplicativos. Segundo os autores, BIM-I requer a ampla padronização dos referidos protocolos, além de acordos de compartilhamento de dados.

O gráfico exposto na sequência posiciona as três estratégias em uma relação entre adoção cumulativa (*cumulative adoption*) e tempo (*time*) em termos de uso efetivo da tecnologia (Fig.9). Na lateral direita são posicionadas as categorias dos adotantes, caracterizados em inovadores (*innovators*), adotantes iniciais (*early adopters*), maioria recente (*early majority*), maioria tardia (*late majority*) e retardatários (*laggards*).

Nessa escala os inovadores são caracterizados como o perfil de adotantes que implantam o BIM assumindo os riscos da falta de informação e de maiores conhecimentos sobre o novo sistema. Daí o tempo no início da curva ser maior quando comparado ao meio, característico da maioria recente (*early majority*), que ao adotar já detém um conhecimento maior que os inovadores (*innovators*) quando da adoção.

¹⁶ Tradução *industry-wide*: No sentido empregado, escala industrial.

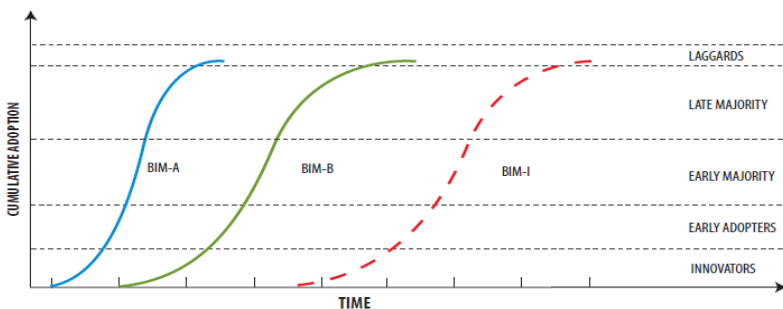


Figura 9. Estratégias de adoção de BIM e adoção cumulativa. Fonte: CLAYTON et al. (2008).

Os autores expõem ainda a percepção de que as três estratégias são sequenciais. Significa que uma empresa deve, primeiramente obter experiência em BIM utilizando-se da estratégia BIM-A. Posteriormente, as características do BIM-B podem ser extendidas aos parceiros explorando as técnicas de colaboração e de interoperabilidade. Também essa fase é preparatória para a evolução e uso de BIM-I.

Ainda segundo os autores, é duvidoso que uma empresa possa construir sua experiência interna na tecnologia BIM sem fazer uso de BIM-A. Da mesma forma, a adoção de BIM-B é uma excelente maneira de se preparar para BIM-I no exercício de uma empresa em novas relações contratuais e novos padrões de prática mercadológica.

Essa evolução sequencial encontra-se demonstrada na figura 10. Na linha superior estão posicionados os perfis dos adotantes em termos de estágio de difusão (*diffusion stage*), e na coluna de nível de adoção (*adoption level*) estão posicionados os três estágios. Pela legenda, as cores verde e laranja representam o nível corrente de adoção (*current adoption*) e em cinza o potencial de adoção futuro em termos recentes e medianos (*short-mid term adoption potential*).

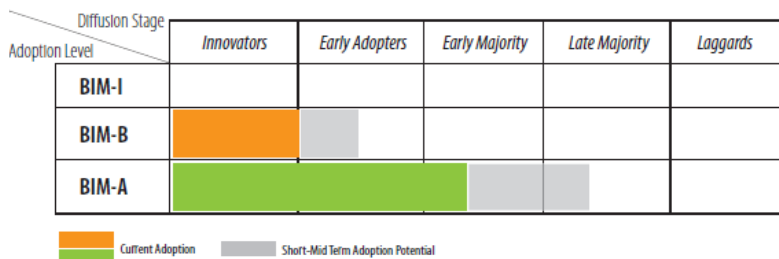


Figura 10. Nível atual de estratégias de adoção BIM (CLAYTON et al, 2008).

As fases de BIM são inseridas no escopo dessa pesquisa como elementos capazes de ilustrar os fatores que devem ser considerados na implantação da tecnologia. O objetivo é reforçar o fato de que uma implantação feita de maneira madura, mantém sempre relacionados o porte do escritório, as escalas de projetos desenvolvidos, a metodologia usada e a dinâmica de comunicação dos profissionais em níveis internos e externos.

2.4.2 Alguns projetos

Conforme mencionado na abordagem das pesquisas internacionais (Cap. 2, item 2.3.2), Batcheler e Howell (2003) apresentam alguns escritórios que usaram a plataforma BIM em projetos nos Estados Unidos. A intenção dos autores foi deixar de lado a publicidade criada pelas empresas desenvolvedoras de lado e verificar se a tecnologia de fato funciona na prática.

O primeiro projeto apresentado, como exemplo, pelos autores foi o *Freedom Tower* em Nova York, desenvolvido pela empresa SOM (*Skidmore, Owings & Merrill*), com sede em Chicago, Estados Unidos. Quando finalizado, será o edifício mais alto do mundo. Com base em um modelo de teste inicial da estrutura de concreto, a empresa foi incentivada a ampliar a experiência no uso do *Revit* ao projeto do nível inferior do edifício e depois modelar a complexa estrutura geometria da torre principal. Considerando a visibilidade e o cronograma agressivo associado

à escala e à complexidade do projeto, a empresa estendeu o compromisso para uma abordagem completa em BIM, uma aposta ousada e a única forma de cumprir as exigências originais.

Em Melbourne, na Austrália, o projeto do *Eureka Tower* foi desenvolvido em *ArchiCAD* por Fender Katsalidis Architects e pode ser considerado um exemplo de escritório que abraçou a mudança de processos associada ao uso de BIM (BATCHELER E HOWELL, 2003).

No Brasil, o escritório paulistano SPBR Arquitetura, desenvolveu em *Revit* o projeto da Biblioteca da PUC-RJ, premiado no concurso Holcim em 2008 (figura 11). Segundo o arquiteto João Paulo Meirelles de Faria, sócio da SPBR, “o BIM trouxe vantagens na compatibilização de informações dentro do projeto e na extração de informações do modelo”.

Já de acordo com Faria, a ferramenta foi usada em conexão com o CAD tradicional, “os desenhos produzidos no BIM serão lidos pelos projetistas como desenhos de CAD 2D. No sentido contrário, toda informação produzida por eles em CAD 2D precisa ser modelada para que se possam utilizar, as vantagens da ferramenta BIM” (MEDEIROS, 2009).

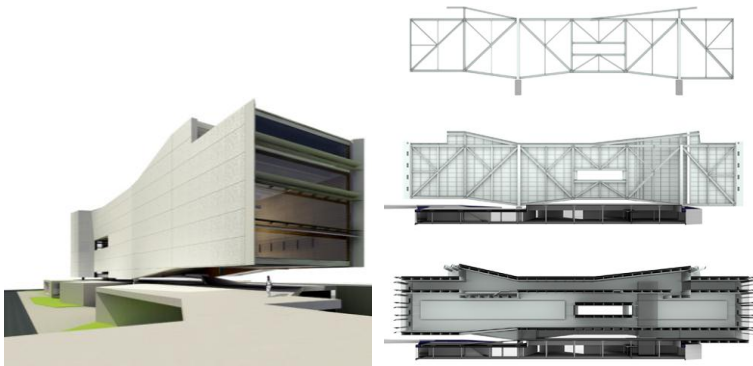


Figura 11. Biblioteca da PUC-RJ, projetada por SPBR. Fonte: MEDEIROS (2009).

2.4.3 Sustentabilidade e simulações do comportamento das edificações

A capacidade futura representada pela tecnologia BIM é exposta por Krygiel e Nies (2008) na maneira como equipes vêm usando o poder da ferramenta para desenvolver uma verdadeira ferramenta de informação agregada ao processo de projeto englobando profissionais de diversos segmentos. Em uma abordagem relacionando essa diversidade, os autores colocam que durante a fase esquemática, o BIM fornece ao arquiteto que possui conhecimento, as condições necessárias para analisar um edifício em termos de massa e forma visando otimizar o envelope e balancear a radiação nos vidros. Engenheiros podem usar arquivos BIM para reduzir as demandas de energia usando o modelo para calcular a penetração e a refletância de luz. Contratantes podem analisar as condições de um terreno incluindo zonas úmidas e *habitats* protegidos. No futuro esse contratante ainda estará apto para, rapidamente, quantificar e administrar a entrada e a saída de materiais nas obras visando facilitar o reuso e a reciclagem (HARDIN, 2010).

Ainda segundo Hardin (2010), ultimamente um modelo BIM pode ser usado de muitas formas por projetistas comprometidos em integrar uma estratégia de modelagem sustentável, em um processo de desenvolvimento de projetos em BIM. O autor afirma que o ponto inicial é a integração entre empreendedores ou investidores e equipes de projeto no sentido de levar ao empreendedor o conhecimento desses focos para o qual o seu modelo pode ser usado. Esse conhecimento diz respeito à forma de se construir de maneira sustentável.

De 2007 a 2008, os preços do metal praticamente dobraram. E como a população mundial continua crescendo a uma taxa de aproximadamente 203.000 pessoas por dia, o questionamento tem sido: "Como vamos construir de maneira mais sustentável, criando melhores edifícios e usando melhores técnicas construtivas?" Uma das respostas básicas

continua sendo a tecnologia. Independente de BIM, GPS, GIS, nanotech, Green tech, ou tecnologias alternativas, a indústria olha para as ferramentas no setor tecnológico para provêr acesso aos dados, às condições e às respostas (traduzido de Hardin, 2010).

2.4.3.1 Certificações

As certificações concedidas às novas edificações que consideram a sustentabilidade em seus projetos, tais como LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) são criadas por organismos comprometidos em levar a questão ambiental à construção civil. O manual LEED, criado pelo USGBC (*United States Green Building Council*), é composto por uma série de créditos que são fornecidos de acordo com uma escala de metas a serem atingidas pelas novas edificações. Para obter a certificação, uma dada equipe de projeto deve atingir os créditos dentro de categorias específicas. Desde que foi fundado em 1993, o USGBC teve um crescimento exponencial e hoje possui mais de 18.000 associados nos Estados Unidos (HARDIN, 2010).

2.4.3.2 Análises do comportamento

Outro uso dessa plataforma relaciona-se à habilidade de se analisar o comportamento de uma construção virtual e posteriormente testá-la após a sua construção real. Algo particularmente, válido para equipes de AEC que desejam continuamente testar as soluções propostas avaliando níveis de aquecimento, resfriamento ou trocas de ar, considerando programas de dinâmica dos fluidos computacional (*CFD-Computational Fluid Dynamics*). Além disso, os conceitos de BIM também podem ser associados ao reuso, reciclagem de materiais e *retrofit*, inseridas aqui como exemplos de outras esferas não aprofundadas no âmbito dessa pesquisa, porém de suma relevância ao abordar a sustentabilidade na contemporaneidade.

Porém, cabe referenciar um trabalho crítico desenvolvido por Howel e Batcheler (2004), no qual a sustentabilidade é abordada como uma tendência guiada por uma série de fatores, dentre os quais a disponibilidade de sistemas de construção sofisticados, grandes expectativas em torno do comportamento das edificações e da eficiência energética, novos métodos de fabricação e um crescente apelo à tecnologia para a realização de análises e de projetos computacionais cada vez mais detalhados. Os autores ilustram o raciocínio com uma frase de Don McLean (*CEO of Integrated Environmental Solutions, Inc.*).

Um dos principais ingredientes para o início dos Projetos Ambientalmente Sustentáveis (ESD - Environmentally Sustainable Design) é a tecnologia - mais especificamente o uso do edifício em aplicações de simulação de execução de uma série de análises com relevância para a tecnologia de Modelagem de Desempenho (BPM - Building Performance Modeling). O uso do BIM é mais alinhado para CFD - Computational Fluid Dynamics - do projeto e para a produção de documentos que para a modelagem do desempenho. Normalmente, quem cria o BIM tem pouco conhecimento de BPM e mais, a maior parte das estruturas de dados não são adequadas para fornecer o 3D espacial conectado com a informação requerida pelo BPM (traduzido de Howell e Batcheler, 2004).

Além da interface com outros profissionais, a partir da compreensão de cada área, cabe ao arquiteto contemporâneo explorar outros universos relativos ao projeto em si, como algo que pode auxiliá-lo a propôr soluções projetuais mais adequadas. Entende-se por comportamento da edificação, a maneira como uma determinada solução projetual responde às questões ambientais ou estruturais por exemplo. O comportamento frente a um fenômeno externo que pode ser modificado pelas alterações de projeto que interferem por exemplo, na sustentabilidade ou na vida útil da solução adotada. Essas ferramentas voltadas à simulações do comportamentos das

edificações, podem dinamizar e melhorar o entendimento do arquiteto sobre as consequências que uma simples alteração no posicionamento de uma janela pode implicar no uso da iluminação artificial e, conseqüentemente, no consumo de energia daquela edificação.

Stoyanov (2009) apresenta em seu estudo sobre análise lumínica virtual de elementos construídos por meio de programação, um exemplo de aplicação em *software* do tipo BIM. O trabalho do autor ressalta a importância do aproveitamento da iluminação natural no projeto sustentável. Para ele, enquanto o *Revit* não consegue por si só realizar esse tipo de análise, existe outras maneiras através do desenvolvimento de aplicativos.

Howell e Batcheler (2004) abordam ser uma limitação que vem sendo descoberta por adotantes iniciais de BIM a expectativa de que todos os membros de uma equipe completa envolvida em um único empreendimento trabalhem em um mesmo sistema BIM, considerando as particularidades de cada empresa e as diferentes maneiras com que os projetos são desenvolvidos por cada parceiro. Os autores exemplificam o raciocínio relatando que os programas de simulação que analisam ventilação, sombra e iluminação natural demandam um modelo simplificado para “rodarem” melhor e assim possibilitarem vários testes rápidos.

Não apenas soluções de sustentabilidade cabem aqui. Os próprios programas de estrutura, como *Revit Structures* também da *Autodesk*, são exemplos dessa linha a partir do momento que passam a ser mais um elemento do modelo passível de ser visualizado a qualquer momento pela arquitetura. A figura 12 apresenta um conjunto de imagens demonstrando o uso do *Revit Structures*, que exemplifica um tipo de simulação de soluções estruturais que vão interferir no conjunto arquitetônico. Nas imagens, uma alteração feita na altura do pé-direito de um pavimento, a partir da inserção de um parâmetro incorreto das escadas, foi refletida imediatamente no modelo 3D.

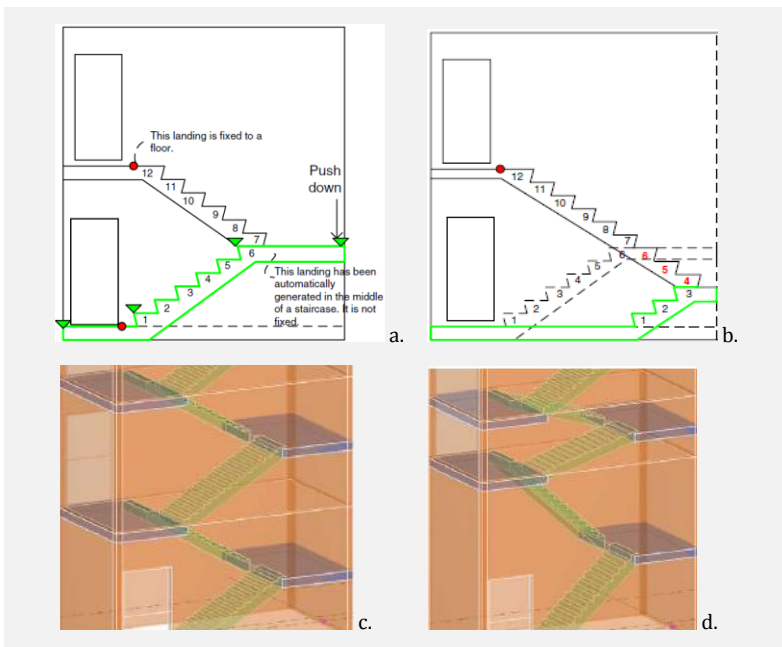


Figura 12. Estado inicial (a) e alteração no nº de degraus (b), alteração no dimensionamento do pé-direito (c e d). Fonte: GHANG LEE et al. (2005).

Uma eventual facilidade no manejo dessas soluções e desses testes aproxima o arquiteto de uma proposta mais concreta tendo em vista o aumento da possibilidade tanto de testar um número maior de alternativas quanto de fazer tais testes mais rapidamente. Portanto, assim se enfatiza o potencial que as simulações têm de aproximar o arquiteto do ciclo projetual completo de uma edificação considerando um bom entendimento acerca de um número maior de disciplinas.

2.4.4 Padronizações em BIM

A bibliografia aponta a interoperabilidade como um dos problemas que mais comprometem a evolução do BIM em termos conceituais, a exemplo de Batcheler e Howell (2003). De

acordo com os autores, compartilhar informações BIM em arquivos contendo representações do modelo é uma forma de subutilizar a tecnologia se, mesmo com uma metodologia inovadora, continua-se apenas trocando documentos. Disso depende a evolução por parte dos próprios sistemas disponíveis.

Da necessidade de comunicação por meios digitais entre profissionais parceiros, praticada por troca de arquivos bidimensionais e, diretamente relacionada com a documentação, surgem padronizações que visam otimizar essa tarefa. A AsBEA-SP desenvolveu para o CAD um Manual de Diretrizes Gerais para Intercambialidade de Projetos, editado e comercializado pela Editora PINI.

Fruto de um processo de dois anos de elaboração, o manual visa estabelecer uma linguagem comum para a utilização de programas para desenhos e projetos que pode ser usada por todos os envolvidos da cadeia construtiva. O manual parte de discussões com profissionais de áreas diversas visando dinamizar a troca de arquivos e garantir a originalidade das informações repassadas e recebidas. Segundo Rocha (2009), o manual teve como base normas internacionais americanas, canadenses (AIA, CSI, NBSI) e européias (ISO e BSI), e propõe a uniformização de diretórios, arquivos e *layers*. Desta forma, é possível classificar e rastrear todo tipo de informação relacionada a um projeto pela nomenclatura (ROCHA, 2009).

Para o BIM, a instituição inicia o mesmo trabalho com base na demanda dos escritórios que começam a adotar a plataforma e já sentem os primeiros problemas na comunicação também relacionada à documentação. Nesse sentido, as entidades setoriais e a ABNT se unem para criar normativa para o BIM com procedimentos baseados em normas ISO.

A proposta é fazer uma adaptação das normas ISO 12006-2:2001 e 12006-3:2007 para a realidade brasileira", explica Miriam Addor, arquiteta que representou a AsBEA. (...) De acordo com Henrique Cambiaghi, existe um grupo especial na AsBEA e também em órgãos como a Abece (Associação Brasileira de

Engenharia e Consultoria Estrutural) e o SindusCon-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo), que estudam o assunto (ROCHA, 2009).

Fora do país podem ser citados dois modelos. O primeiro deles é o *ConsensusDOCS 301* (CD301 – Building Information Modeling), publicado em junho de 2008 pelo consórcio *ConsensusDOCS*, no qual estão contemplados princípios gerais, definições, gerenciamento de informações, planos de execução de BIM, contratos de risco, dentre outros (HAYNES, 2009).

Em outubro de 2008, a AIA desenvolveu sua própria versão de um documento criado para ser usado em partes do projeto ou dos contratos de uma construção na qual a tecnologia BIM é empregada, caracterizando o segundo modelo. O documento é conhecido como *E202 – 2008 (Building Information Modeling Protocol Exhibit)*. Haynes (2009) esclarece o propósito comum dos dois acerca de algumas questões legais importantes que podem impedir a adoção da tecnologia, tais como aspectos contratuais e de autoria de um determinado modelo. O autor elabora um comparativo de ambos com o objetivo de melhorar o entendimento de suas semelhanças e diferenças.

Neste capítulo, concentraram-se portanto, as informações que deram base para a articulação do âmbito de inserção desta pesquisa. Tanto o cenário histórico quanto as pesquisas em andamento na área de tecnologia aplicada ao desenvolvimento de projetos de arquitetura, se mostraram fundamentais para que fosse desenvolvida a problemática inicial da pesquisa.

Além disso, o contato com trabalhos nacionais e internacionais permitiu a clareza necessária para que fosse buscado o melhor enquadramento, especificamente, dos objetivos investigados dentro da amplitude que a temática geral representa. Nesse sentido, toda a bibliografia percorrida, englobada ou não no corpo desta dissertação, propiciou que a metodologia fosse sendo definida de forma gradativa de acordo com os questionamentos que surgiam na investigação. Essa metodologia encontra-se assim, caracterizada na sequência.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como sendo exploratória, com realização de estudos de caso, em termos de procedimentos técnicos, e uso de observação assistemática com aplicação de entrevistas estruturadas, em termos de instrumentos de coleta de dados (SILVA e MENEZES, 2001). As etapas seguintes apresentam uma sequência daquelas definidas para planejar e executar os estudos de caso.

3.1 REFERENCIAL TEÓRICO

O ponto inicial do estudo parte do levantamento de referencial teórico e conceitual para os assuntos relacionados com o tema. Essa busca evidencia a pertinência do tema frente à escassez das pesquisas em âmbito nacional. O aprofundamento nos trabalhos pontuados anteriormente foi fundamental para delinear a proposta. A definição da forma de conduzir o estudo é marcada por uma soma daquilo que foi considerado importante nos trabalhos dentro do que foi sugerido como campo de pesquisa.

No cenário nacional, foi encontrado apenas um trabalho¹⁷ com abordagem semelhante a este, ou seja, estudo de caso da aplicação da tecnologia BIM em escritórios de arquitetura, considerando as especificidades desse nicho. Cabe ressaltar que esse dado também foi colocado por Andrade & Ruschel (2009).

Estes artigos ainda são muito preliminares. Os benefícios do uso do BIM ainda não foram constatados em estudos de caso de projetos e construções desenvolvidos com o

¹⁷ Não fica claro se esse único trabalho encontrado por Andrade & Ruschel (2009) foi o mesmo encontrado no levantamento bibliográfico desta pesquisa.

auxílio BIM, aqui no Brasil (apenas um trabalho fez estudo de caso). (...) Como saída desse estágio inicial do uso do BIM no Brasil sugere-se o desenvolvimento de novas pesquisas que estudem a interoperabilidade e a modelagem paramétrica e as relacionem com metodologias de projeto digit (ANDRADE & RUSCHEL, 2009).

Sintetizando o delineamento deste estudo, a proposta segue a linha da pesquisa de Menezes et al (2005), tem o perfil do estudo de caso feito por Souza et al (2009), sendo influenciado pelos parâmetros de Scheer et al (2007) para definição dos quatro aspectos delimitantes da investigação: visualização, documentação, produtividade e interoperabilidade.

3.2 UNIVERSO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA

O critério para a definição do universo de pesquisa foi a busca por escritórios de arquitetura que fizessem uso de programas BIM incluindo construtoras com setor de desenvolvimento de projetos arquitetônicos por possuírem todas as características percorridas nesse trabalho necessárias para os possíveis estudos de caso.

3.2.1 Seleção dos casos

Para a seleção dos casos foram definidas quatro fontes iniciais de busca, partindo das cidades de Belo Horizonte, Florianópolis, Rio de Janeiro e São Paulo.

- Revendas autorizadas das três maiores empresas identificadas no levantamento bibliográfico: *Autodesk*, *Graphisoft* e *Bentley*;
- Órgãos institucionais e de classe do setor de AEC. São englobados aqui os IAB's (Instituto dos Arquitetos do

Brasil) e CREA's (Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura) das cidades mencionadas;

- Grupos de pesquisas em BIM nacionais levantados na etapa de revisão bibliográfica;
- Contatos diretos com estudiosos, pesquisadores e escritórios que por ventura tenham demonstrado interesse pelo tema no decorrer do trabalho.

Desde essa fase, trabalhou-se com uma margem de risco para o caso de eventuais problemas que inviabilizassem as entrevistas, considerando a dificuldade de repetir quaisquer das etapas anteriores (contato, seleção, realização da entrevista, realização da análise e geração dos resultados). A margem de risco estabelecida foi, portanto, de 2 casos, mantendo o número final de 5 estudos de caso. Cabe aqui reforçar o critério mencionado anteriormente: o de não comprometer a interpretação qualitativa das informações ou efetuar-la com superficialidade.

Já na primeira etapa foi percebida certa dificuldade na liberação de nomes pelas revendas, justificada talvez por motivos de sigilo da informação. No entanto, essa dificuldade prevista desde o início, não deveria dificultar o contato com um conjunto de escritórios que tivesse a real possibilidade de fornecer informações relevantes dentro dos objetivos propostos. Por essa razão, já era considerada a importância dos contatos pessoais que se mostrassem possíveis, sendo assim contatados, escritórios dos quais já havia algum conhecimento anterior em termos do histórico de atuação e da relevância da atividade que desempenham, bem como a relação também histórica com a tecnologia aplicada no desenvolvimento de projetos.

Esse cuidado em encontrar casos relevantes para o estudo permitiu a formação de um grupo bastante heterogêneo, formado por escritórios de portes muito diferenciados, com atuações em cenários e mercados distintos, dentro dos quais os objetivos com a implantação de BIM e a forma de uso até o

momento, iriam inevitavelmente gerar informações de naturezas diversas. Algo que poderia aumentar a possibilidade de enriquecimento do estudo.

Ainda assim, todas as demais fontes foram contatas por *email* resultando em um total de 55 contatos, dos quais foram obtidas 14 respostas, resultando em 7 casos possíveis, para os quais foram realizadas as entrevistas.

Tabela 2. Contatos realizados para seleção dos escritórios.

descrição	números	gráficos		
contatos realizados	Revendas: 16 contatos (35%); Órgãos de classe: 14 contatos (29%); Grupos de pesquisas: 6 contatos (25%); Fontes pessoais: 19 contatos (11%).			
respostas obtidas	Revendas: 1 resposta; Órgãos de classe: 3 respostas; Grupos de pesquisa: 1 resposta; Contatos pessoais: 9 respostas.			
total	Total de contatos: 55 Total das respostas: 14 (19%) Entrevistas realizadas: 7 (9%) Casos analisados: 5 (6,4%)			
estudos realizados	Dos estudos realizados, 6 foram decorrentes de contatos pessoais (80%) e 1 teve a <i>Autodesk</i> como fonte (20%). Das outras revendas, foram recebidas respostas automáticas de encaminhamento do contato para setores reponsáveis, que não resultaram em respostas posteriores.			
legenda	revendas	órgãos inst.	grupos BIM	demais

3.2.2 Forma de abordagem

Após recebimento das informações solicitadas, os 14 escritórios foram contatados via *email* com uma apresentação inicial da pesquisa e um questionamento acerca de um eventual interesse em compor o grupo de estudos. Dos 14 escritórios foram obtidas 12 respostas, sendo que um 1 escritório informou não usar a tecnologia, restando 11 opções viáveis. Dessas 11, 3 eram internacionais (2 dos Estados Unidos e 1 de Portugal), 1 de Belo Horizonte, 2 de Florianópolis e 5 de São Paulo. As 7 entrevistas foram portanto realizadas com 1 escritório de Portugal, 1 dos Estados Unidos, 4 de São Paulo e 1 de Belo Horizonte, tendo sido realizadas as análises com os 2 escritórios internacionais e 3 de São Paulo.

Em virtude dos escritórios de São Paulo terem escolhido entrevistas presenciais, optou-se por concentrar os estudos apenas nessa cidade, viabilizando abordagens presenciais que enriqueceriam o estudo, o que seria difícil com outras cidades em razão do tempo e das viagens. Dessa forma se assegurou a viabilidade de que todas as entrevistas fossem realizadas presencialmente, com excessão do caso de Portugal.

Como já era prevista a realização de um estudo piloto, no intuito de assegurar a necessidade de que todos os modelos e documentos elaborados para as entrevistas fossem previamente testados, o caso de Portugal foi então tratado como Estudo Piloto, fazendo com que a inviabilidade de se realizar a entrevista presencial apenas neste caso, fosse revertida em uma diferença positiva em termos metodológicos.

3.2.2.1 Abordagem dos casos nacionais

O passo seguinte foi enviar um formulário para que cada escritório fornecesse algumas características gerais e informasse uma possível data para realização da entrevista. Nesse estágio também era mantido o questionamento acerca da forma preferida de realização das entrevistas: presenciais ou à

distância (exceto para os casos internacionais, para os quais era prevista somente entrevista à distância), através de vídeo-chamadas. No formulário era informada também a duração estimada para ambos os tipos de entrevistas. Ainda assim, todos os casos de São Paulo optaram por entrevistas presenciais, tendo sido organizada uma agenda para que todas as visitas acontecessem no prazo de uma semana. Das quatro entrevistas agendadas, foram realizadas três. Um dos escritórios informou um imprevisto pouco antes, o que não configurou um problema em virtude da margem de risco prevista inicialmente.

3.2.2.2 Abordagem dos casos internacionais

Para os casos internacionais foi mantida a mesma abordagem. A diferença foi na fase de seleção dos possíveis casos. Aqui não foram percorridas as fontes institucionais e de vendas de produtos BIM.

Os contatos foram mais imediatos com escritórios onde já se sabia que a tecnologia BIM era usada. Dessa forma, havia a possibilidade de fazer contato com 3 escritórios: 2 nos Estados Unidos e 1 em Portugal. Dos 3 casos, apenas o caso de Portugal foi contatado diretamente pela pesquisadora. Nos outros 2, os objetivos da pesquisa foram previamente expostos por uma terceira pessoa com a qual já havia um contato anterior. Essa pessoa pedia uma autorização para que o escritório fosse indicado a compor o grupo de estudos de caso, após uma breve explicação dos objetivos da pesquisa. A partir desse momento, foi empregado o mesmo procedimento das abordagens nacionais e um dos dois escritórios americanos aceitou prontamente participar.

Optou-se por aplicar o estudo piloto com o escritório de Portugal (entrevistado à distância) e deixar o caso dos Estados Unidos (entrevistado presencialmente) por último, assegurando que nesse momento, eventuais problemas com a forma de abordagem da entrevista já estariam solucionados ou minimizados. Nesse cenário, a escolha pelos dois possíveis casos

americanos foi definida por aquele que confirmasse primeiro a entrevista e pela disponibilidade de reunião de ambas as partes (pesquisadora e escritório) na data agendada.

3.2.2.3 Caracterização dos casos

Conforme mencionado, foram realizados ao todo 5 estudos, sendo 3 nacionais (de São Paulo) e 2 internacionais (1 em Seia e 1 em Chicago). A tabela 3 caracteriza o universo final de aplicação da pesquisa, com os casos posicionados na ordem em que foram estudados e destaca ainda pela equipe presente em cada empresa, a heterogeneidade do grupo final.

Tabela 3. Universo de pesquisa e grupo de estudos de casos realizados.

universo	Escritórios de desenvolvimento de projetos de arquitetura que se encontram em processo de transição para as tecnologias BIM.						
	cidade e modo de entrevista*			equipe	tempo	data	
escritórios	A	Seia – PT		D	1 arquiteto	0h48m06s	03.11.2010
		PILOTO					
	B	São Paulo – BR		P	60 arq. + 20 func.	0h58m45s	09.11.2010
	C	São Paulo – BR		P	6 arquitetos	1h38m25s	10.11.2010
	D	São Paulo – BR		P	20 arquitetos*	1h13m50s	11.11.2010
E	Chicago – EUA		P	300 arquitetos	0h48m06s	10.01.2011	

* D = entrevista à distância | P = entrevistas presenciais | Arq.= arquitetos | Eng. = engenheiros | Func. = funcionários.

* 20 arquitetos entre outros 150 funcionários, englobando escritório e obra.

3.3 ENTREVISTAS

A fase de formatação do material a ser levado às entrevistas pode ser dividida em duas etapas executadas simultaneamente: (1) Referencial teórico acerca de métodos de elaboração de questionários e embasamento para a formulação

do conteúdo a ser contemplado nas questões; (2) estrutura de entrevista e no modelo do questionário a ser levado aos escritórios.

3.3.1 Referencial teórico

As principais referências utilizadas na formulação das questões foram Yin (2001), Marconi & Lakatos (2009), Flick (2009), Cartana (2009), Vieira (2009) e Autodesk Inc.® (2008). Tanto Yin (2001) quanto Vieira (2009) sugerem alguns modos de formulação das questões explorando a linguagem para se chegar ao que realmente se espera como resposta. Marconi & Lakatos (2009) discorrem sobre os cuidados necessários na utilização do método de questionários em pesquisas qualitativas e quantitativas. Flick (2009) se concentra na pesquisa qualitativa e, por fim, um documento da Autodesk de iniciação em Revit (Autodesk Inc.®, 2008) apresenta os passos iniciais para o aprendizado do *software*. O documento foi usado visando reforçar uma instrumentalização em *software* da plataforma BIM como forma de embasar a formulação das questões a serem apresentadas durante as entrevistas. Outro objetivo foi conhecer eventuais dificuldades ou facilidades que um usuário pode encontrar ao buscar aprender o *software* com o uso desses tutoriais. Ainda neste capítulo será apresentado um detalhamento maior acerca do uso dessa referência.

A dúvida entre a submissão de questionários pela internet que gerariam dados numéricos a serem interpretados quantitativamente e a realização das entrevistas com respostas interpretadas qualitativamente, persistiu até um estágio relativamente avançado da pesquisa. Nessa fase Cartana (2009) foi um importante exemplo da primeira situação. O autor investigou a forma de apropriação dos conceitos de bioclimatologia de acordo com as fases projetuais adotadas por arquitetos no processo de desenvolvimento de projetos tendo investigado os métodos empregados por esses profissionais.

A escolha por entrevistas presenciais interpretadas qualitativamente se pautou principalmente nas conclusões obtidas com o levantamento bibliográfico. Esse estágio gerou a percepção de que o índice de escritórios que usam a tecnologia BIM no Brasil ainda é baixo, o que reforça o fato de que mesmo aqueles que já estão fazendo uso dessas ferramentas, estão na fase de experimentação e, portanto, ainda não têm domínio suficiente para fornecerem certezas sobre o uso efetivo.

Acredita-se por isso, que os questionários forneceriam números incapazes de explicar eventuais suspeitas que se levantassem durante a interpretação dos dados, algo que seria reforçado ainda pela pouca representatividade de uma pequena amostra frente ao contexto mais amplo e pelo baixo aprofundamento em informações que se mostrassem relevantes considerando o conhecimento inicial relativo a uma nova tecnologia.

3.3.1.1 Tutorial Revit 2010

Além da compreensão mais imediata da interface, o treinamento tem como objetivo dar maior embasamento na formulação das questões aos profissionais que estão implantando a tecnologia sem o auxílio de consultores. Dessa forma, o objeto desse treinamento de nível básico foi agregar conhecimento para a elaboração do questionário.

O documento é disponibilizado gratuitamente no *site* da *Autodesk* em formato *pdf*, em diversos idiomas. O tempo gasto na execução do tutorial foi de aproximadamente 40 horas. Já no início dessa etapa, foi analisada a estrutura na qual o treinamento é dividido. A figura 13 demonstra que essa estruturação pode ser aplicada ao ensino de qualquer *software* de arquitetura independente da plataforma por seguir a lógica de projeto que pode não corresponder necessariamente à lógica de projeto em BIM.

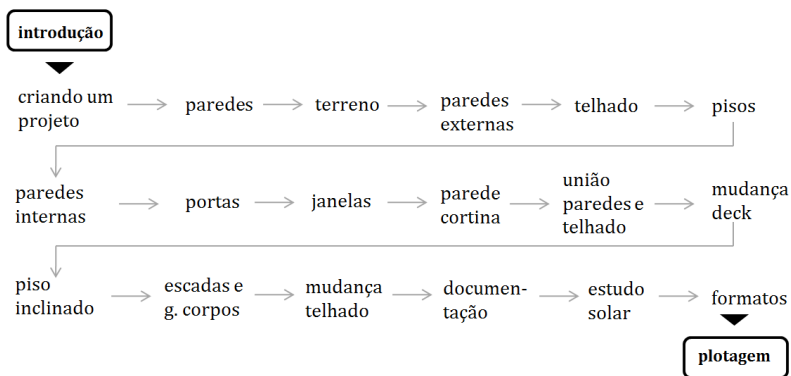


Figura 13. Sequência tutorial. Fonte: AUTODESK INC.®, (2008).

Assim, na tentativa de extrair alguma característica específica de BIM no tutorial, foi considerado que o fato de a própria empresa deixar de expôr, ainda que em nível preliminar, as potencialidades e as diferenças da plataforma BIM perante a plataforma CAD no que diz respeito às mudanças que podem ser geradas no uso, pode estimular uma eventual subutilização da ferramenta. Nesse cenário, acredita-se que a ausência de quaisquer informações acerca de BIM pode configurar uma falha do documento em questão.

3.3.2 Estrutura da Entrevista

As referências levantadas e o embasamento adquirido na execução do tutorial aliados à definição pelas entrevistas ao invés da submissão de questionários via internet, permitiram que o formato final se estruturasse em quatro unidades de contexto - assim denominadas segundo Bardin (2010): (A) caracterização dos métodos de projeto empregados, (B) plataforma BIM, (C) implantação de BIM e (D) uso efetivo de BIM, abaixo caracterizadas.

3.3.2.1 Caracterização dos métodos de projeto

Intenciona obter um panorama inicial do escritório segundo um foco interno, em termos de estrutura, equipe de trabalho, tempo de formação, projetos desenvolvidos e tipos de clientes. Visa caracterizar ainda as metodologias empregadas no desenvolvimento dos projetos de arquitetura, mantendo o foco na estrutura interna do escritório.

O objetivo aqui é entender como se dá o suporte do computador na maneira de projetar dos profissionais. A abordagem dessa etapa engloba variantes que interferem ou sugerem um “passo a passo” a ser percorrido no desenvolvimento de um projeto arquitetônico, tais como: *croquis* e esboços iniciais, desenvolvimento mental e manual das primeiras idéias, uso do computador em estágios preliminares, atendimento a códigos e a legislações municipais de acordo com o avanço do projeto, uso de diagramas e cartas solares, por exemplo, para testes iniciais do comportamento da edificação, estudos volumétricos físicos e digitais, fachadas e propriedades construtivas.

São também introduzidos tópicos de caracterização da comunicação com profissionais dentro e fora do escritório através de um questionamento inicial acerca da forma de interação com consultores e parceiros externos. Assim, pretende-se entender a influência das ferramentas no ato de projetar podendo levar a uma projeção isolada do uso efetivo.

3.3.2.2 Plataforma BIM

Entra no assunto principal da investigação. Em um primeiro momento, o foco é entender o nível de conhecimento conceitual da tecnologia identificando a origem desse conhecimento, o nível de detalhamento de aspectos mais técnicos tais como o *software* usado e o porquê da escolha, as vantagens e desvantagens conhecidas e, por fim, as

particularidades do escritório quanto à adoção do BIM, tais como motivação e expectativas.

3.3.2.3 Implantação de BIM

Essa etapa visa conhecer o modo de implantação de BIM para posteriormente relacionar com as outras etapas. São feitos questionamentos acerca de consultorias, suporte das empresas desenvolvedoras e como as metodologias empregadas eventualmente vêm influenciando a forma de implantação do sistema BIM. Questiona-se também como acontece o envolvimento da(s) equipe(s) e o treinamento realizado com os funcionários, bem como a inserção dos parceiros externos.

3.3.2.4 Uso efetivo de BIM

Nessa fase são questionados aspectos específicos do uso de BIM em termos da experiência adquirida, número de projetos realizados, testes feitos até o momento e modificações implementadas nos métodos de trabalho decorrentes desse uso.

3.4 PROJETO DO ESTUDO DE CASO

O projeto do estudo do caso mesclou duas referências metodológicas: Yin (2001) e Bardin (2010), sendo Bardin mais direcionado à elaboração de materiais e de critérios visando embasar a fase de resultados, facilitando a interpretação qualitativa e a análise do conteúdo.

Baseado em Yin (2001), foram elaborados alguns componentes de projeto, capazes de minimizar a grande flexibilidade característica da técnica de estudos de caso que poderia comprometer a qualidade da investigação. Os componentes encontram-se caracterizados na sequência e são inseridos no contexto da pesquisa na figura 14.

1. Questão clara daquilo que se deseja investigar.
2. Proposições de estudo: Definidas pela própria questão de estudo que, sendo clara, fornece os direcionamentos para o que deve ser pesquisado.
3. Unidades de Análise: Definidas com base nos direcionamentos propostos que diferenciam o que se enquadra ou não no modelo de estudo de caso definido. Em outras palavras, das unidades de análise resulta a definição do universo de pesquisa.
4. Lógica que une os dados às proposições: Prenunciam as etapas de análise de dados, como teorias que surgem no decorrer do estudo e que são testadas constantemente.
5. Critérios bem definidos de interpretação: Inicialmente, delimitados pelos quatro aspectos de pesquisa e posteriormente, reforçados pelas técnicas de análise de conteúdo descritas detalhadamente no item 3.6 deste capítulo.

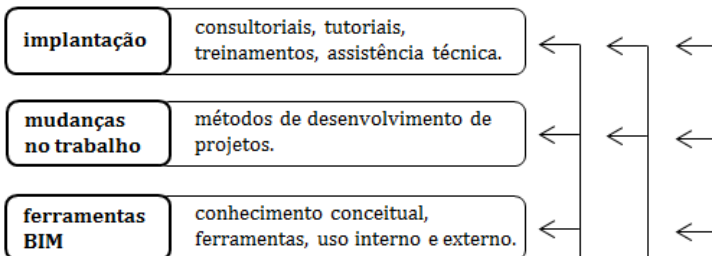
A figura 14 demonstra que da questão de pesquisa são definidas as seguintes proposições de estudo: implantação, mudanças no trabalho e ferramentas BIM, que direcionam para os aspectos que devem ser investigados nas entrevistas (colocados à frente de cada uma das proposições na figura 14). Ainda na figura, abaixo das unidades de análise, são colocadas frases que exemplificam possíveis relações lógicas hipotéticas percorridas para ligar os dados às proposições, evidenciadas pelas setas 1, 2 e 3.

Uma vez percorridas as etapas acima, Yin (2001) sugere a formulação de um **protocolo de estudo de caso**, com a visão geral objetivada do projeto de estudo (objetivos, questões gerais, hipóteses, etc.), dos procedimentos de campo (tipo de entrevista e instrumentos necessários para sua aplicação), das questões para o estudo e do guia para o relatório final, denominado nesta pesquisa como grelha de categorias. O protocolo de estudo de caso encontra-se detalhado no item 3.5 deste capítulo, na sequência.

QUESTÃO

Como vem procedendo o arquiteto perante ao modo de implantação das ferramentas BIM no que diz respeito às mudanças no trabalho que surgem ao utilizá-las?

PROPOSIÇÕES DE ESTUDO



UNIDADES DE ANÁLISE

Escritórios de desenvolvimento de projetos de arquitetura que se encontram em processo de transição para as tecnologias BIM.

LÓGICA QUE UNE OS DADOS ÀS PROPOSIÇÕES

hipóteses

É necessária uma reestruturação organizacional para fazer com que a implantação funcione. **1**

É necessário conhecimento conceitual de BIM para que a ferramenta não seja subutilizada ou abandonada de forma precoce. **2**

É necessário auxílio de consultorias técnicas ou suporte das revendas autorizadas de softwares BIM para o sucesso da implantação e do uso posterior. **3**

CRITÉRIOS PARA INTERPRETAÇÃO DAS CONSTATAÇÕES

visualização | documentação | produtividade | interoperabilidade

Figura 14. Componentes do estudo. Baseado em Yin (2001).

3.5 PROTOCOLO DE ESTUDO DE CASO

O protocolo de estudo de caso caracteriza-se por uma estrutura em tópicos usada durante as entrevistas que concentra os questionamentos levantados junto aos entrevistados. No entanto, esse modelo não foi usado desde a primeira entrevista. Inicialmente o questionário elaborado para ser veiculado pela internet foi mantido com a intenção de que as marcações fossem feitas durante as entrevistas unicamente pela pesquisadora.

A idéia era que os mesmos campos presentes no modelo anterior fossem mantidos inclusive no formato de múltipla escolha. Este modelo continha um total de 30 questões e foi aplicado na primeira entrevistas (escritório A, descrito no estudo piloto) feita à distância através do *Skype* em chamada por voz. O objetivo era testar o modelo e estimar a duração da entrevista.

Após o teste, toda a informação do questionário foi condensada em tópicos-guia (unidades de registro - UR) contidos em uma única folha seguindo os critérios de elaboração do protocolo de estudo de caso sugeridos por Yin (2001).

A justificativa para essa decisão é o fato de o modelo anterior ter se mostrado pouco eficiente por gerar confusão na pesquisadora ao manipular as diversas folhas durante a entrevista. Além disso, a atenção era desviada para o preenchimento dos campos ao invés do consumo da informação fornecida pelo entrevistado.

Como já era prevista a gravação das entrevistas, optou-se pela formulação do protocolo, com análise dos dados mais concentrada nas gravações. As 30 questões foram transformadas em 13 separadas em quatro unidades de contexto - UC: (A) Caracterização dos métodos de projeto, (B) Plataforma BIM, (C) Implantação de BIM e (D) Uso efetivo de BIM. Ao entrevistado era feita a questão e na medida em que as respostas eram fornecidas, eram feitas marcações nos tópicos colocados abaixo de cada questão. Esses tópicos são denominados unidades de registro (UR), com base em Bardin (2010).

As questões foram apresentadas no início das entrevistas juntamente com uma breve explicação das quatro etapas (UCs) que dividiam a entrevista. Assim, logo no início o entrevistado sabia de maneira global o teor da conversa e dos assuntos contemplados pelo protocolo. Apenas quando um relato ou tema se finalizava é que outro tópico, ainda não abordado pelo locutor, era induzido pela entrevistadora.

O tempo estimado para cada entrevista foi de 1h30min com base em duas aplicações prévias do questionário. Com o protocolo, cada questão se desenvolveria, portanto, em aproximadamente 10 minutos de conversa através da qual a pesquisadora guiaria as respostas dos entrevistados com base nos tópicos inseridos em cada questão.

O protocolo levado a todas as entrevistas encontra-se na tabela 4. Com ele foi possível levar ao entrevistado maior autonomia ao responder as questões. No entanto, cabe ressaltar dois aspectos relativos ao modelo aplicado:

- O protocolo de entrevista não teria sido eficiente sem a experiência adquirida com a formulação do questionário e;
- Com ele as gravações ganharam uma importância maior, pois foi abandonada toda a estrutura prévia com os campos específicos, para anotação que facilitaria tanto a análise quanto a interpretação dos dados.

Houve um ganho positivo durante as entrevistas principalmente em termos de flexibilidade do entrevistado. Foi clara a percepção de que nas aplicações do protocolo aumentou a motivação do entrevistado em falar sobre o assunto.

Tabela 4. Protocolo de entrevista.

	entrevistado	data	local	duração
A mét. de projeto	<p>Q1. Como acontece o desenvolvimento de projetos dentro do escritório do cliente à obra?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fases projetuais - Ferramentas - Documentos - Gerenciamento - Acompanhamento de obra - Dimensionamento de equipes 	<p>Q2. Como é feita a interface com outras disciplinas?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parceiros - Comunicação - Compatibilização - Reuniões - presenciais x distância - Retrabalho - Padronização - Comunicação com a obra - Liderança 		
B plataforma BIM	<p>Q3. Como conheceu?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conhecimento conceitual - Diferenças - Origem <p>Q4. O que despertou o interesse?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mercado - Inovação - Produtividade - Qualidade do projeto - Forma de projetar - Diferenciais 	<p>Q5. O que motiva ou motivou a mudança?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planos de expansão atualização - Organização - Projeto - Equipe - Comunicação <p>Q6. Que problemas encontrou ou espera encontrar?</p> <ul style="list-style-type: none"> - CAD aprendizado - Parceiros - Interoperabilidade 		
C implantação	<p>Q7. Como foi o processo de transição?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planejamento - Transição - Implantação - Equipe envolvida - Uso / abandono de CAD - Treinamento 	<p>Q8. Qual e como o <i>software</i> BIM escolhido é usado?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Critério de escolha - Domínio - Interface com outros programas - Necessidades - Usabilidade - Interoperabilidade - Experiência 		
D uso efetivo	<p>Q9. Descrição da experiência no uso de BIM</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nº de projetos feitos em BIM - Mudanças na forma de projetar - Vantagens - Desvantagens - Mudanças 	<p>Q10. Como a modelagem 3D em BIM altera o processo de projeto?</p> <p>Q11. Como a modelagem 3D em BIM altera a relação com os clientes?</p> <p>Q12. Exemplos de simulações que foram feitas no escritório.</p> <p>Q13. Outras ferramenats BIM usadas.</p>		

3.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A interpretação qualitativa dos dados justificou uma grande preocupação em estabelecer certa rigidez no manejo das informações coletadas nos estudos de caso. Foram elaborados modelos de interpretação visando categorizar essa etapa. Na sequência serão explicados os objetivos e a forma de elaboração dos seguintes modelos aplicados: Grelha de categorias, Relatório de entrevista, Perfis de análise, Pontos de Inferência e Diagrama das operações de recorte, cujas principais referências foram Yin (2001) e Bardin (2010).

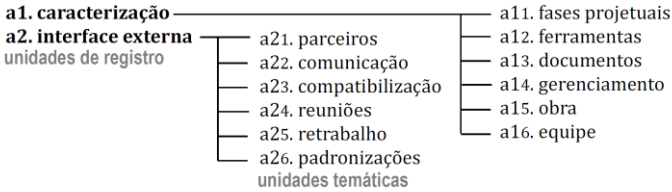
3.6.1 Grelha de Análise e Relatório de entrevista

A base retirada de Yin (2001) foi descrita anteriormente no detalhamento do projeto de estudo de caso. Conforme mencionado, para a análise de resultados foi adotada como base a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2010), também com base em Krippendorff (2003).

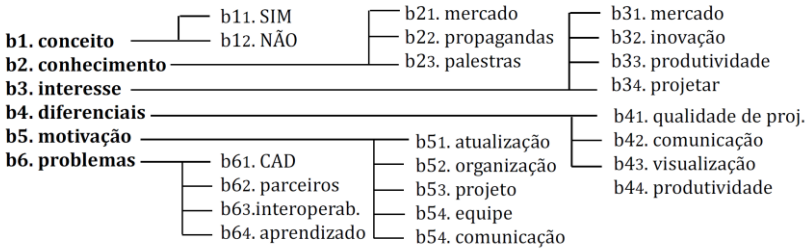
Nessa etapa foi então gerada uma grelha de análise de conteúdo (figura 15) partindo do protocolo de entrevista, cujo objetivo foi embasar a formulação dos relatórios com a transcrição das gravações e auxiliar a montagem de perfis de análise.

Na grelha, as unidades de contexto - UC - aparecem marcadas em maiúsculas (A, B, C e D). As unidades de registro - UR - em minúsculas relativas à sua respectiva UC e acompanhadas por um algarismo numérico (an, com “n” variando de 1 a 2; bn, com “n” variando de 1 a 6; cn, com “n” variando de 1 a 5; e dn, com “n” variando de 1 a 4) que correspondem ainda às questões presentes no protocolo (Qn, com “n” variando de 1 a 13). Por fim, as unidades temáticas - UT - aparecem na respectiva consoante minúscula acompanhada de dois algarismos numéricos e correspondem aos subtemas do protocolo.

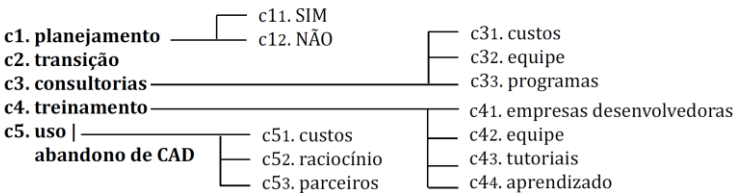
unidades de contexto
MÉTODOS DE PROJETO - A



PLATAFORMA BIM - B



IMPLANTAÇÃO - C



USO EFETIVO - D

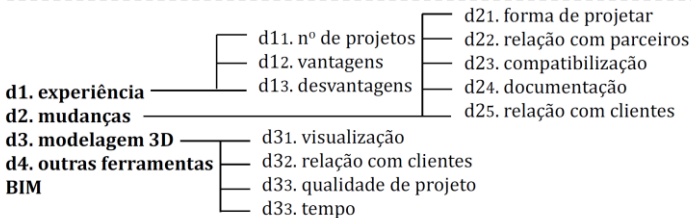


Figura 15. Grelha de análise baseada no protocolo.

Posteriormente foi determinada a forma de elaboração dos relatórios como principal fonte de análise de cada estudo. A formatação desses relatórios (presente na tabela 5) seguiu algumas orientações de elaboração do projeto do estudo de caso baseadas em Yin (2001) englobando os critérios da análise de conteúdo de Bardin (2010), donde:

- **Qn:** Questões feitas durante as entrevistas, com “n” variando de 1 a 13.
- **A an:** UC (A) + UR (an) a qual se refere à questão, com “n” variando de 1 a 2.
- **E:** Etapas projetuais, descritas apenas nos relatórios dos casos em que o entrevistado descreveu uma metodologia subdividida em etapas projetuais, detalhando cada etapa.
- **S:** Sequências de fala do locutor durante as entrevistas. Representam o modo como se desenvolveu o discurso do entrevistado durante as entrevistas. Por exemplo, **S1** significa o primeiro assunto abordado em um determinado relato.
- **Campos em branco:** Espaços para transcrição das falas com as respectivas unidades temáticas (UT) ou palavras-chave posicionadas no canto superior direito.
- **Unidades temáticas (UT):** Essa linha concentra as UTs abordadas após a transcrição de uma determinada sequência de fala. Em negrito a UT relativa ao primeiro assunto tratado na sequência.

No exemplo da tabela 5, as unidades a1, a2, b6 representam os assuntos transcritos nos campos em branco referindo-se: (a1) à caracterização do processo de desenvolvimento de projetos de acordo com as etapas, ferramentas e técnicas (relacionados aos temas inseridos no canto superior esquerdo); (a2) à interface com os profissionais parceiros e, (b6) aos problemas característicos de BIM, neste caso especificamente em termos de interoperabilidade (b63).

Tabela 5. Modelo do relatório - Exemplo retirado do relatório da etapa A (métodos de projeto).

A a1		Q1- Processo de desenvolvimento de projetos		
	características	ferramentas e técnicas	E	S
campo em branco		campo em branco		
A a2		Q2- Como é feita a interface com outras disciplinas?		
campo em branco		parceiros		
campo em branco		comunicação		
campo em branco		etc		S2
		a1. a2. b6. b63		UT

O objetivo do exemplo é explicar que é possível que uma UR apareça dentro de uma UC a qual não está originariamente alocada, como exemplificado pela presença de “b6” dentro da etapa A do protocolo (que originalmente contém as unidades de registro com a letra “a”). Isso significa que, ao caracterizar a interface externa - na primeira etapa da entrevista, e, “métodos de projeto” - esse profissional já relatou problemas da ordem de interoperabilidade sem que a etapa - “plataforma BIM”, segunda etapa - tivesse sido atingida. Isso decorre do procedimento de não fazer interrupções nos raciocínios e nas falas dos entrevistados, visando preservar as sequências naturais de falas e assim obter informações além das contempladas no protocolo de entrevista. Ainda no exemplo, **a1** aparece em negrito por representar o início da fala. Na medida em que os temas eram mencionados, os tópicos eram apenas marcados no protocolo garantindo a fluidez e a liberdade de abordar os temas que cada locutor desejasse, algo que enriqueceria a abordagem qualitativa.

Retomando o exemplo, essa relação simboliza que ao ser solicitado a apenas caracterizar a metodologia de projeto empregada, esse locutor já forneceu informações acerca do uso da tecnologia. Os relatórios completos com a transcrição de cada entrevista foram inseridos como apêndices.

3.6.2 Perfis de análise

A partir dos relatórios foram elaborados perfis de análise de cada pesquisa com marcações dos temas mencionados durante as falas. O objetivo dos perfis foi evidenciar de maneira gráfica, todas as relações estabelecidas entre as diversas unidades (unidades de contexto - UCs, unidades de registro - URs e unidades temáticas - UTs) nas falas de cada entrevistado. A figura 16 demonstra que as UCs são localizadas na linha central, da qual se ramificam as URs e se pontuam as UTs.

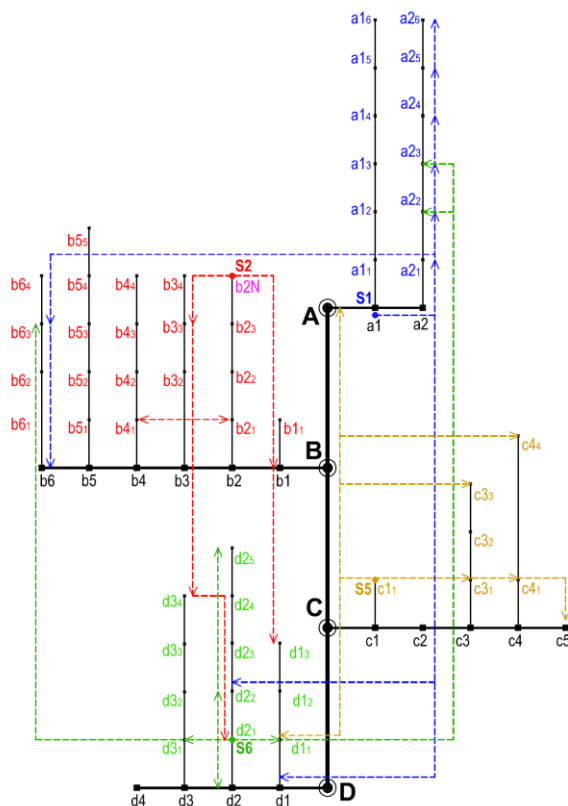


Figura 16. Perfis de análise. Elaborado com base em Bardin (2010).

A montagem é feita de acordo com a sequência estabelecida na fala do locutor e nas relações entre tais sequências. Cada sequência é marcada por uma linha tracejada cujo início é marcado por um “ponto” acompanhado da consoante “S” (de sequência) e se finaliza com “flechas” que atingem todas as UTs mencionadas naquela sequência de fala. Essas linhas podem ter diversas flechas, que vão representar que naquela sequência de fala, ao ser questionado sobre uma determinada UR, o entrevistado abordou diversas UTs independente da estrutura do protocolo.

A análise se inicia, portanto estabelecendo-se relações (representadas por linhas tracejadas) entre os tópicos mencionados nas entrevistas. Na figura, é possível perceber ainda a separação das UCs nas seguintes cores: A - caracterização dos métodos de projeto em vermelho; B - plataforma BIM em azul; C - implantação de BIM em verde e D - uso efetivo de BIM em amarelo. Em magenta são definidas UTs que caracterizam temas mencionados na fala do locutor que não estavam presentes no protocolo de entrevista (encontrados apenas em alguns casos), caracterizados por URs seguidas da consoante N, por exemplo, dN.

Dos perfis foram gerados outros dois elementos que visam dar maior embasamento à interpretação dos resultados: são os pontos de inferência e os diagramas elaborados com as operações de recorte, ambos descritos na sequência. O perfil de cada escritório foi inserido juntamente com os respectivos relatórios de transcrição das entrevistas, nos apêndices.

3.6.3 Pontos de Inferência e Operações de Recorte

Os pontos de inferência são originados a partir das relações estabelecidas entre as diversas unidades do protocolo em uma mesma sequência de fala dos entrevistados. Sequências estas marcadas tanto nos perfis quanto nos relatórios, pela consoante “S”. Portanto, como exemplo, um ponto de inferência denominado **S2(a21-b63)** significa que na segunda sequência de

fala, o entrevistado relacionou as UTs “parceiros” e “interoperabilidade”. Para checar exatamente o que foi relatado neste ponto de inferência, o leitor pode recorrer ao relatório de entrevista e localizar na coluna direita os momentos em que aparece “S2” e nas linhas inferiores os momentos em que aparecem as UTs mencionadas no referido ponto, no caso do exemplo, “a21-b63”.

Já as operações de recorte¹⁸ são aplicadas também após a conclusão dos perfis de análise de cada caso. Partindo de uma leitura isenta¹⁹ de cada perfil, são feitas operações de recorte para agupar os pontos de inferência, segundo a frequência, com que relacionam as unidades de contexto. Os diagramas de operações de recorte são lidos da esquerda para a direita conforme exemplificado na figura 17 ao lado.

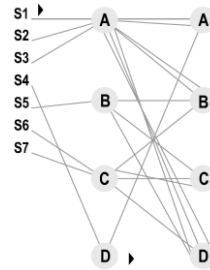


Figura 17.
Diagrama de operações de recorte.

¹⁸ Operações de recorte: Meios de se extrair elementos de um texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidade de codificação para o registo de dados (BARDIN, 2010). Neste caso foram extraídas as relações promovidas entre as unidades de análise (UC) na fala do entrevistado, para as quais foram elaborados os diagramas (codificação) com o objetivo de tornar claro visualmente a dinâmica da entrevista de cada caso e facilitar a interpretação da pesquisadora, porém sem promover comparações.

¹⁹ Derivada do termo “leitura flutuante” de Bardin (2010), a leitura isenta se caracteriza como o primeiro contato com o material de análise, livre de quaisquer conceitos anteriores. Desse ato de desconsiderar elementos prévios que possam orientar a interpretação, foi denominado no corpo desta pesquisa como “leitura isenta” o primeiro contato com os perfis de análise elaborados para cada caso.

A leitura isenta é definida como um primeiro olhar livre de critérios ou de definições prévias em geral. Para esclarecer a leitura do esquema, adotando os pontos S1 a S3 como exemplo, todos são de sequências de falas iniciadas relatando ou mencionando os métodos de projeto empregados (UC-A) e seguem seu relato abordando, principalmente, a relação com o uso efetivo da tecnologia.

O fato de haver linhas ligando as unidades de contexto, A com B e C também (comprovado pela maior quantidade de linhas após a primeira coluna de UCs), aponta que em determinados momentos, temas dessas unidades foram mencionados. No entanto, na leitura deste diagrama, não é relevante saber qual o direcionamento de cada ponto, isoladamente, e sim avaliar as conexões estabelecidas em conjunto, também avaliando a influências de uma UC sobre outra.

A interpretação qualitativa será apresentada em cima desses pontos de inferência em conjunto com dois instrumentos elaborados com base na literatura: (1) ciclo de melhoramento contínuo e (2) os quatro aspectos de delimitação da pesquisa, abordados no próximo item. O ciclo de melhoramento contínuo foi elaborado com base em Nome et al (2010). Os autores criaram um ciclo de desvalorização de BIM baseado na questão de aferição e de validação dessas ferramentas.

Em diferentes meios profissionais e acadêmicos é necessário aferir a precisão de determinada ferramenta de modo a assegurar que os resultados obtidos estejam dentro de um padrão aceitável de confiabilidade. Sem este padrão mínimo, passa a existir o risco real de afetar adversamente o desempenho de uma dada edificação. Neste caso postula-se que o desuso de produtos específicos para uma dada disciplina seja tão prejudicial à percepção do potencial das ferramentas BIM, quanto o uso de ferramentas sem a devida validação (Nome et al, 2010).

Com base nesse raciocínio, foi elaborado um ciclo que parte do conhecimento conceitual da tecnologia, empregado ou não na forma de implantação.

A figura 18, aborda o fato de que uma implantação feita de maneira consciente pode impulsionar um desempenho mais eficiente do sistema, um consumo apropriado por parte do profissional e a melhoria das informações geradas.

Essa cadeia pode contribuir tanto para o melhoramento contínuo do sistema em si quanto para a forma com que este sistema é empregado em prol da qualidade do projeto que está sendo desenvolvido pelo arquiteto. Por outro lado, a implantação e o conseqüente uso inconscientes retardariam o aperfeiçoamento da relação entre usuário e ferramenta, prejudicando o melhoramento contínuo.

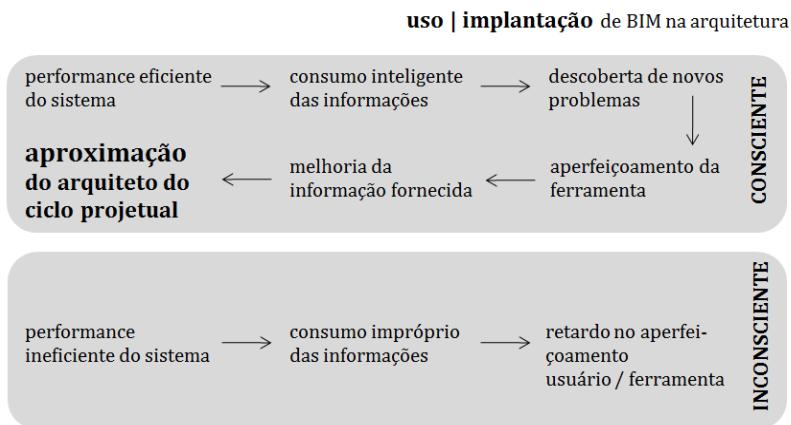


Figura 18. Ciclo de melhoramento contínuo.
Baseado em Nome et al (2010).

O ciclo decorre, portanto, do fato de que uma mudança de procedimentos e de métodos, quando não realizada de forma planejada, madura e articulada, pode causar ineficiência no manejo e no consumo da informação ou no potencial gerado pela ferramenta. O raciocínio levantado aqui é que, tal como Menezes et al (2008) supuseram com o CAD, escritórios podem estar implantando o BIM sem um conhecimento maior acerca das

mudanças necessárias em um escritório de arquitetura, fator que pode afetar outros segmentos da cadeia de AEC.

Já em termos da definição dos aspectos delimitantes, Sheer et al (2007) são exemplo de autores que fizeram uso da produtividade, da visualização da informação, do gerenciamento da informação e da interoperabilidade para comparar os sistemas CAD e BIM em dois estudos de caso realizados em escritórios de arquitetura de Curitiba. Os aspectos são inseridos como forma de caracterizar o processo de projeto nos escritórios e posteriormente como parâmetros de comparação qualitativa entre os sistemas denominados pelos autores como “CAD2D” e “CAD-BIM”.

Nessa denominação cabe uma ressalva: deveria haver um cuidado ao se adotar a terminologia CAD para diferenciar um processo de projeto bidimensional de um processo de projeto BIM, pois, ao se fazer isso, há o risco de se deixar implícito que a diferença entre os sistemas fica a cargo do 3D. Uma capacidade que os sistemas CAD também possuem. Apesar de não explicitarem o porquê da denominação adotada (CAD2D x CAD-BIM), os autores demonstram ter clareza dessa diferença conceitual na interpretação dos dados.

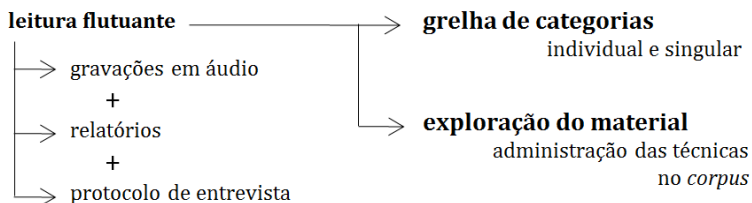
A figura 19, concentra as etapas de definição, preparação e coleta sugeridas por Yin (2001); e de pré-análise, análise temática e resultados sugeridas por Bardin (2010) nos critérios de análise de conteúdo; definindo assim, a metodologia geral aplicada e englobando Nome et al (2010) e Scheer et al (2007).

Os modelos relatados tiveram bases metodológicas, que auxiliaram no estudo de caso e na análise de conteúdo (YIN, 2010 e BARDIN (2010), respectivamente) e bibliográficas, que auxiliaram com suas pesquisas em BIM (NOME et al, 2010 e SHEER et al, 2007 respectivamente), descritos na figura 20.

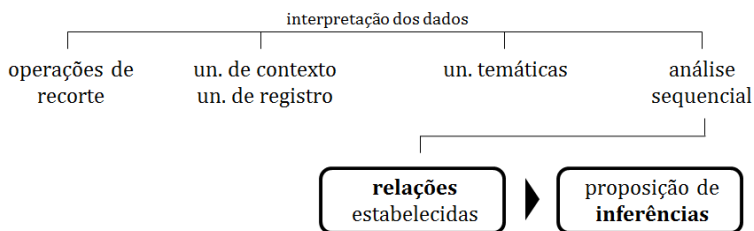
DEFINIÇÃO

PREPARAÇÃO E COLETA

PRÉ-ANÁLISE



ANÁLISE TEMÁTICA E RESULTADOS



CONCLUSÃO

visualização . documentação . produtividade . interoperabilidade | núcleos de sentido
(4 aspectos)

Figura 19. Quadro final de análise de conteúdo baseada em convergência temática.

Resumindo, portanto, a forma de analisar os resultados de maneira global, os quatro aspectos de delimitação são retomados como forma de categorizar as inferências e as informações gerais levantadas.

Na sequência, a figura 20 concentra como foram articuladas as referências de metodologia e de outras pesquisas no delineamento da forma de análise dos resultados.

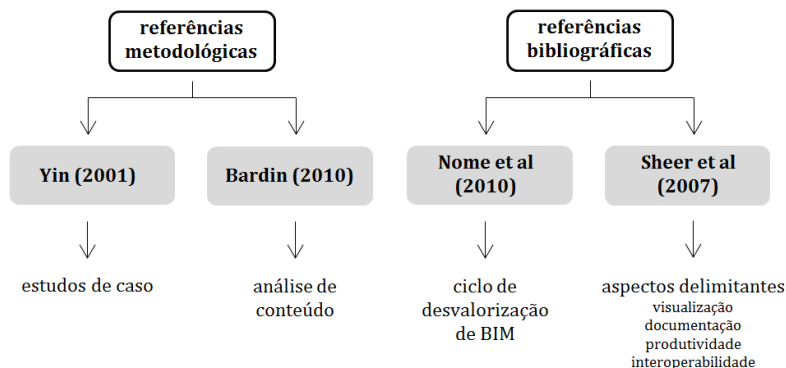


Figura 20. Referências para análise dos dados.

Para cada empresa serão apresentados os perfis de análise (a exemplo da figura 16) montados segundo a sequência de fala do entrevistado e as relações estabelecidas entre as unidades de contexto previstas no protocolo.

Abaixo de cada perfil é apresentada uma tabela (conforme exemplo abaixo - tabela 6) com uma listagem dos pontos de possíveis inferências presentes nos relatórios, aqui identificados pela letra “S”, que os relaciona à sequência em que foram abordados durante as entrevistas.

Na coluna intermediária encontram-se descritas as unidades de contexto do referido ponto juntamente com suas respectivas unidades de registro (coluna lateral direita). Por fim, abaixo da cada tabela serão inseridas as discussões referentes à análise de cada estudo.

**Tabela 6. Pontos de inferência “ESCRITÓRIO EXEMPLO”
Primeira sequência de fala - S1.**

sequência	un. de contexto	un. de registro
S1	métodos de projeto	caracterização dos métodos de projeto* , interface externa, relação com parceiros, experiência em BIM, interoperabilidade, problemas.

* As UCs em negrito representam o ponto de início das falas em cada sequência.

Da leitura isenta feita a partir do perfil concluído, foram feitas operações de recorte visando agrupar os pontos de inferência de acordo com a relação estabelecida pelas unidades de contexto. Para justificar esse agrupamento e embasar a interpretação qualitativa, foi elaborado um esquema fundamentado em operações de recorte. Esse esquema (exemplificado na figura 17 inserido anteriormente) considera unicamente as unidades de contexto e tem como objetivo esclarecer em termos visuais se existe a predominância de alguma unidade de contexto e como se deu as relações entre essas unidades durante as falas.

3.7 ESTUDOS DE CASO

A etapa seguinte do trabalho compreende a realização prática dos Estudos de Caso. Segundo Marconi & Lakatos (2009), a técnica é considerada bastante adequada em pesquisas onde são analisadas tecnologias de recente aplicação cuja disponibilidade de informações se configura uma dificuldade.

Conforme mencionado anteriormente, foi feito um estudo piloto cujo objetivo era tanto avaliar a pertinência das questões elaboradas e o tratamento das respostas obtidas, quanto testar o modelo do questionário previamente elaborado. Após este estudo piloto foi então adotada a mudança do questionário para o protocolo de entrevistas. Os resultados obtidos no estudo piloto foram adaptados aos mesmos critérios de análise de conteúdo estipulado para todos os estudos. Esse tratamento deve-se ao fato de o nível das informações obtidas também ter sido o mesmo, pois ainda que tenha sido realizada a chamada em vídeo pelo *Skype*, houve o teor de conversa e de liberdade por parte do entrevistado em fornecer todas as informações que julgou necessárias.

3.7.1 Escritório A - Estudo Piloto

A primeira entrevista foi então realizada com o escritório situado em Portugal, visando em um primeiro momento testar o modelo de questionário estabelecido até aquele momento.

O escritório existe desde 2001 e, segundo o arquiteto, titular e entrevistado, desde a abertura do escritório, já foi iniciado o uso da tecnologia BIM. Neste caso apenas um arquiteto trabalha no desenvolvimento da arquitetura. As disciplinas complementares são desenvolvidas por profissionais parceiros externos e entre os clientes constam pessoas física e jurídica.

Da leitura isenta feita a partir do perfil inserido no apêndice 1, são feitas operações de recorte para agrupar os pontos de inferência segundo a frequência com que relacionam as unidades de contexto.

No diagrama inserido na tabela 7, partindo da coluna em que estão listados os pontos em direção à coluna central, é possível destacar a UC predominantemente relacionada, no caso (D) uso efetivo de BIM, destacando os métodos de projeto (A), no segundo trecho que relaciona as duas colunas de UC.

O primeiro trecho de ligações representa de onde se inicia cada sequência de fala (representada pela letra "S"). O segundo, representa as outras unidades abordadas durante a fala no decorrer de toda a sequência, podendo haver mais de uma UC em uma mesma sequência. O objetivo do esquema é amarrar as relações entre as etapas no decorrer da fala do entrevistado em toda a entrevista. Portanto, neste caso é possível estabelecer de maneira imediata a importância dos métodos de projeto e do uso efetivo de BIM em todo o relato, evidenciado no relatório de transcrição da entrevista (apêndices 2 a 5).

Na sequência é apresentado na tabela 7, o diagrama das operações de recorte desse escritório juntamente com suas características mais específicas.

Tabela 7. Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório A.

ESCRITÓRIO A	Seia, Portugal.		entrevistado		
			Arquiteto e dono do escritório. Trabalha sozinho no desenvolvimento dos projetos.		
			equipe	tempo	data
			1 arquiteto	0h48m06s	03.11.2010
			ano de implantação	software	consultoria externa
			2001	ArchiCAD	ausente
			modo de entrevista: realizada à distância.		

Fica estabelecido com as operações de recorte, o seguinte agrupamento para os pontos de inferência considerando as relações: S1; S2 e S3; S5; S4, S6 e S7. As tabelas 8, 9, 10 e 11 apresentam os pontos de inferência do escritório A, referentes a cada sequência com as respectivas análises abaixo de cada uma.

Tabela 8. Pontos de inferência escritório A: Primeira sequência de fala - S1.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S1	métodos de projeto	caracterização dos métodos de projeto* , interface externa, relação com parceiros, experiência em BIM, interoperabilidade, problemas.

* As UCs em negrito representam o ponto de início das falas em cada sequência.

Decorrente da aplicação do primeiro questionário, este caso acaba por obedecer a estrutura do protocolo, evidente no ordenamento que se nota nas sequências, diferente dos demais.

Talvez por isso na caracterização da metodologia de projeto empregada, o profissional não faça tantas relações entre as unidades de contexto. Ainda assim, ao caracterizar as fases projetuais, ele relata desenvolver as fases de licenciamento e de execução em conjunto, quando o mais comum em termos de aprovação em Portugal, é que essas fases sejam feitas

separadamente, conforme relatado. Essa decisão é justificada pelo tipo de ferramenta usada. Ou seja, mesmo obedecendo à estrutura da entrevista, já foi destacada uma mudança metodológica decorrente do uso, sem que tivesse sido atingida a parte da entrevista na qual isso seria questionado (UC-B).

A antecipação de decisões próprias do executivo permite que respostas sejam fornecidas antes, permitindo essa junção de fases projetuais que pode acarretar ganhos de produtividade. Já em termos processuais, o arquiteto avalia que a metodologia ainda segue uma lógica de mercado CAD, talvez por isso se justifiquem os esforços em se manter relações de longo prazo com parceiros, podendo ainda incentivar a mudança de tecnologia nos outros setores. No entanto, isso ainda demanda melhorias em termos de interoperabilidade entre sistemas.

Tabela 9. Pontos de inferência escritório A: Sequências de fala - S1 e S3.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S2 S3	plataforma BIM	S2: investigação própria (d2N) , produtividade, mercado, qualidade de projeto, tempo, forma de projetar, conceito de BIM. S3: CAD , parceiros, comunicação, ferramentas, interoperabilidade, desvantagens.

Pelo perfil percebe-se que esta sequência se inicia por uma UR não contemplada no protocolo (b2N), pois o entrevistado deixa claro que no momento em que foi implantado o sistema, foi necessário que o conhecimento conceitual de BIM viesse de uma **investigação própria**. O fato de esse profissional ser vinculado ao ensino pode ser apontado como algo que facilita a busca por aspectos conceituais. Dessa investigação própria pela qual se inicia a sequência, o entrevistado de fato aponta uma característica que em termos conceituais pode ser considerada uma das principais diferenças do BIM por não se tratar mais de uma ferramenta computacional apenas de representação, mas sim de projeto. Dito isso é justificada posteriormente a busca por um sistema que dinamizasse a metodologia empregada no desenvolvimento dos projetos, algo que se relaciona com a

produtividade, porém sem que se destaque o lado operacional da tecnologia e sim, o lado cognitivo, em termos de mudanças na maneira de projetar refletidas na qualidade projetual.

No relatório fica claro que o profissional considera o CAD uma opção que permite pouco avanço em termos de desenvolvimento quando comparado ao lápis. Mesmo com essa consciência do uso que se relaciona ao conceito das ferramentas, haveria limitação no avanço, na medida em que se aprimorasse o uso efetivo, decorrente de outros profissionais não usarem, ou seja, independente do nível de conhecimento conceitual. Limite esse, percebido principalmente na interoperabilidade, destacada como limitadora pelo fato de outros profissionais não usarem e de os sistemas ainda não se comunicarem adequadamente. Se for uma prioridade, a comunicação entre sistemas pode ser contornada, diferentemente da interoperabilidade entre pessoas.

Mesmo com um trabalho evolutivo para que o problema seja solucionado, a literatura realmente aponta o *ArchiCAD* como uma opção BIM que ainda não suporta o IFC (Howell e Batcheler, 2004).

Tabela 10. Pontos de inferência escritório A: Sequência de fala - S5.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S5	implantação	planejamento, custos, empresas desenvolvedoras, <i>software</i> , aprendizado, métodos de projeto.

Pelo perfil, é possível ver de forma bem imediata que o planejamento se voltou totalmente para a metodologia própria de projeto aplicada pelo arquiteto, evidente nas relações entre as UCs, C, A e D. Também a interoperabilidade influenciou a forma de implantação. Essa pesquisa deixa claro que dentro da abordagem BIM, interoperabilidade diz respeito não apenas a programas, mas a pessoas e sistemas operacionais também.

Nessa sequência fica clara essa atenção multilateral ao se considerar que se trata de um escritório pequeno, com uma estrutura pequena, um arquiteto desenvolvendo seu trabalho sozinho e implantando uma nova metodologia de trabalho.

Certamente, a decisão pela mudança quando tomada apenas por um profissional acaba sendo facilitada por alguns aspectos. Não se depende do comprometimento de outros funcionários em termos de equipes internas, por exemplo.

Ainda assim cabe ressaltar fatores como custos de melhoria de máquinas e aquisição de programas que, neste caso foi tudo pensado e feito de maneira planejada sem auxílio de consultores. Mas que na opinião deste entrevistado, são custos administrativos de qualquer escritório que fazem parte da rotina. A mudança pelo que se percebe vem dando resultados positivos e sendo estendida aos parceiros.

O comprometimento com a transição fica bastante evidente nessa sequência, ainda assim, vale ressaltar a abordagem acerca de produtividade. O profissional deixa claro ser necessário cuidado ao relacionar BIM com ganhos em termos de produtividade como vem acontecendo ao se divulgar os benefícios da tecnologia, destacando que a forma de conceber um projeto por um arquiteto não deve depender da ferramenta usada e sim do domínio daquele projeto na mente do arquiteto.

Tabela 11. Pontos de inferência escritório A: Sequências de fala - S4, S6 e S7.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S4 S6 S7	uso efetivo	S4: mudanças , ferramentas, transição, consultorias, treinamento, uso/abandono de CAD. S6: forma de projetar , nº de projetos, mudanças, tempo, relação com parceiros, interoperabilidade, compatibilização, comunicação, vantagens, relação com clientes, visualização, experiência. S7: outras ferramentas BIM , qualidade de projeto.

Ambas as sequências 4 e 6 partem de uso efetivo e são diretamente rebatidas nos métodos de projeto, visto pelo perfil. A sequência 4 diz respeito ao processo de transição e a 6 às mudanças decorrentes da modelagem em 3D. Na sequência 4 o entrevistado se limita a destacar que no seu caso não houve troca de tecnologias, mas sim a adoção de um sistema que não era usado, visto que os projetos eram desenvolvidos na prancheta. Obviamente, mesmo nessa fase, o computador era

usado, porém com a função de desenvolver perspectivas, a representação gráfica é que era feita à mão. Isso também é possível devido à escala dos projetos com os quais costumava lidar nesse momento, na maioria residências.

Ao começar a relatar as mudanças decorrentes da modelagem 3D em BIM, é possível perceber um bom número de projetos desenvolvidos em 10 anos (mais de 100 projetos). Não houve um questionamento acerca da média de projetos que eram desenvolvidos por ano anteriormente, porém independente dessa informação, é interessante ressaltar que se trata de um bom número em se tratando de um escritório pequeno com uma equipe pequena também considerando parceiros externos. Raciocínio ainda mais evidente ao se considerar unicamente a parte de arquitetura feita apenas pelo arquiteto.

Esse cenário daria margens para que fosse feita ainda uma comparação com o volume de trabalho em um escritório com as mesmas características, porém dentro de uma metodologia tradicional, no *AutoCAD*, por exemplo. A marcação da UR-d34 (tempo), é aqui interpretada, exatamente, dentro do contexto de produtividade considerando a capacidade de trabalho de um único profissional que consegue levar a importância do projeto arquitetônico enquanto centralizador de todas as informações às outras disciplinas. Esse raciocínio pode ser exemplificado na fala do entrevistado presente no relatório ao relatar que *“o passo inicial é sempre do arquiteto, pois é ele quem está a garantir e se preocupar que as coisas sejam bem coordenadas”*.

Na relação com os parceiros o arquiteto destaca avanços com as disciplinas de cálculo estrutural e de hidráulica, nas quais de maneira conjunta, está sendo trabalhada a comunicação e a troca de informações dentro de um modelo único. No caso da estrutura, havendo troca dos modelos tridimensionais já há 3 anos, e não apenas informações 2D. Deixando de lado os problemas de interoperabilidade, o entrevistado reforça que enquanto os problemas da ordem de interoperabilidade entre sistemas não são solucionados, o esforço é para que se aprimore a comunicação, daí o acordo com a estrutura de que os projetos deveriam ser lidos pelo *software* de arquitetura. Portanto, os

projetos continuam a ser desenvolvidos nos sistemas de costume, porém devem ser exportados em uma extensão passível de ser lida pelo *software* de arquitetura.

É nesse momento que se percebe, em um olhar bastante simplório, porém com certa clareza, a diferença entre um processo de trabalho BIM e uma metodologia onde são usados programas da plataforma BIM, porém com troca de informações em 2D. O profissional relata ainda que desde o momento em que houve a adoção dessa forma de trabalho, os erros de compatibilização entre estrutura e arquitetura foram basicamente reduzidos a zero, e com isso o retrabalho praticamente zerou também. A hidráulica está no processo para que o mesmo aconteça.

As vantagens apontadas são diversas e o arquiteto ressalta os reflexos na relação com o cliente que dessa forma, pode visualizar e entender os problemas, as necessidades das eventuais mudanças independente de conhecimento técnico, em arquitetura, engenharia, etc. Aumenta a sua intervenção no projeto e tira unicamente das costas do arquiteto a responsabilidade das decisões tomadas em conjunto, mas que poderiam acontecer sem que o cliente entendesse o que estava sendo decidido, *“ele aprovava sem saber o que estava aprovando”*. Daí também o entrevistado afirma ser decorrente disso a grande necessidade da experiência do arquiteto que, diante desse cenário, *“se torna cada vez mais imprescindível em termos técnicos”*.

Por fim, na sequência 7, o entrevistado exemplifica o uso de sistemas para simulação de incidência solar e de comportamento térmico destacando haver sentido somente quando integradas no fluxo de trabalho ao longo do desenvolvimento, e não apenas no início e no fim. Algo bastante claro considerando o mesmo raciocínio dessa visualização exposto anteriormente. Não se trata apenas de ter ou não um determinado elemento de projeto, se não existir um trabalho efetivo do profissional por trás daquele elemento e um conhecimento que possa embasar o consumo das informações, não vai haver impacto no seu processo de trabalho.

Este capítulo abordou a metodologia delineada para esta pesquisa explicando cada um dos modelos elaborados para a realização da entrevista bem como os instrumentos de análise de conteúdo a serem aplicados na interpretação qualitativa das informações coletadas. Ao final, todos os elementos foram testados no Estudo Piloto, realizado com o escritório de Portugal, à distância.

No capítulo seguinte são apresentados os resultados obtidos nas outras empresas estudadas, com base nos resultados da aplicação da metodologia aqui descrita, com a proposição das alterações que se mostraram necessárias.

Não houve diferenciação no tratamento dos resultados deste estudo piloto, mesmo considerando a aplicação do questionário estruturado, diferentemente dos demais casos, nos quais foi aplicado o protocolo de entrevista. O posicionamento deste caso, no capítulo de metodologia, se justifica pelo fato de ter sido realmente balizador na definição do material a ser levado nas demais entrevistas. Os outros estudos encontram-se descritos na sequência.

4 RESULTADOS

4.1 ESCRITÓRIO B

A segunda entrevista foi realizada com uma empresa de São Paulo já com aplicação da revisão na estrutura inicial do questionário, que gerou o modelo do protocolo de entrevista.

O escritório existe desde 1962 e, segundo o arquiteto entrevistado, a empresa foi também uma das pioneiras na implantação do CAD, em meados dos anos 80. Trata-se de uma empresa com grande atuação no mercado nacional, desenvolvendo projetos institucionais, comerciais, residenciais uni e multifamiliares, urbanismo e interiores. Seus clientes são caracterizados por pessoa física e pessoa jurídica. A tabela 12 apresenta as características desse caso, juntamente com seu digrama de operações de recorte.

Tabela 12. Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório B.

		São Paulo, Brasil		
		entrevistado Arquiteto e diretor de arquitetura. Um dos responsáveis pela implantação de BIM na empresa.		
ESCRITÓRIO B	equipe	tempo	data	
	60 arquitetos + 20 funcion.	0h58m45s	09.11.2010	
	ano de implantação	software	consultoria externa	
	2005	Revit	presente	
	modo de entrevista: presencial.			

Do agrupamento feito a partir das operações de recorte que gerou o diagrama, é possível notar que as unidades de contexto B e D se destacam, como início das falas.

Desse cenário retira-se o seguinte agrupamento para os pontos de inferência: S1 e S5; S2, S6 e S8; S3 e S4, e S7, para o qual se apresentam as tabelas 13, 14, 15 e 16.

Tanto o perfil quanto o diagrama das operações de recorte demonstram que este caso apresenta uma participação relativamente homogênea de todas as UCs. Em outras palavras, desde o planejamento, vem ocorrendo uma boa articulação entre o conhecimento da tecnologia, o modo de implantação e o uso efetivo, influenciando principalmente, a metodologia de desenvolvimento de projetos empregada. Dessa leitura inicial, apresenta-se a análise do conteúdo das sequências identificadas, abaixo de cada uma das tabelas.

Tabela 13. Pontos de inferência escritório B: Sequências de fala - S1 e S5.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S1 S5	plataforma BIM	S1: fases projetuais, relação com parceiros, ferramentas, uso efetivo, gerenciamento, obra, equipe, compatibilização, mudanças, planejamento , consultorias. S5: inovação , propagandas, qualidade de projeto, planejamento, equipe.

A entrevista se inicia com uma breve exposição da maneira como o escritório lida com transições tecnológicas, através de uma analogia de como foi implantado o CAD em meados dos anos 80. Amarrado a isso é feita uma caracterização da visão pessoal do arquiteto sobre o que seria a plataforma BIM, expondo que no Brasil a sigla pode ser recente, mas fora se trata de uma terminologia considerada “*gasta*” (expressão do entrevistado). O raciocínio pessoal é reforçado com o fato de que o Brasil estaria pelo menos cinco anos atrás dos Estados Unidos e de outros países da Europa.

Partindo dessa abordagem inicial o entrevistado já inicia a caracterização da maneira como são desenvolvidos os projetos e como acontece a interface externa relatando que em ambos os aspectos, ainda se trata de um processo CAD. Algo fadado a mudanças principalmente em termos de fases projetuais, decorrentes do uso do BIM e da antecipação das decisões

características do executivo no processo tradicional. Também nessa sequência é relatado de maneira mais superficial como se deu o planejamento e em que se motivou a implantação de BIM, que aconteceu com apoio de consultoria interna, tendo em vista que a empresa possui setor específico de TI.

É nesse planejamento que se estabelece a relação com a sequência 5, que parte do interesse na inovação como sendo o que mais motivou a transição. O entrevistado justifica esse interesse ressaltando que uma inovação não necessariamente parte de uma necessidade, pois no momento em que começaram a usar o Revit, não havia a necessidade. Muitas vezes se opta por não alterar uma estrutura corrente de bons resultados, como sempre foi o caso, por um risco desconhecido. Para ele a necessidade em termos tecnológicos é mais relacionada a investimento, pois o risco do desconhecido é sempre alto. Cientes disso, a opção foi de assumir os riscos com base na certeza de que a mudança é inevitável e que, por essa razão deveria ser bem planejada e ocorrer com solidez, mantendo como foco o retorno ainda que em longo prazo. Ele destaca ainda que se fosse considerar necessidade e prioridade, ainda hoje não é uma necessidade interna, mas está sendo encarada como prioridade pelos benefícios que vêm sendo percebidos.

Desses benefícios já cabe uma observação ao se considerar etapas de projeto. A empresa desenvolve Estudos de Viabilidade sobre os quais são firmados os contratos e, considerando o porte, a participação em um dos mercados mais ativos do país, a escala dos projetos que desenvolve e o tipo de clientes, fica evidenciada importância do EV. Dessa etapa é que são estimados custos que podem viabilizar ou não um determinado contrato. Isso demonstra a grande vantagem que pode ser tirada de um sistema ao anteciper as tomadas de decisões e aproximar o conceito de um projeto às suas características típicas da construção, facilitando desde estimativas de movimentação de terreno até escolhas de materiais embasadas em simulações do comportamento da edificação, por exemplo.

Tabela 14. Pontos de inferência escritório B: Sequências de fala - S2, S6 e S8.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S2 S6 S8	implantação de BIM	S2: implantação , transição, <i>software</i> , conh. conceitual. S6: parceiros, uso/ abandono de CAD , aprendizado, interoperabilidade, CAD, parceiros. S8: software , custos, outras ferramentas BIM, aprendizado.

O processo de transição (UC-C) que já dura cinco anos é descrito inteiramente na sequência 2. Desse tempo, os resultados foram atingidos basicamente no último ano (2010), na conclusão do primeiro projeto completamente desenvolvido em Revit, sendo que o próximo passo é viabilizar a primeira construção. Os custos com troca de equipamentos e aquisição de produtos são detalhados, juntamente com a inserção de uma equipe alocada para lidar apenas com a mudança, de onde parte outro dado importante.

O arquiteto relata na sequência 6 que, inicialmente, a nova forma de projetar era vista como o maior estímulo, porém na atualidade a motivação do funcionário é o que estimula as constantes descobertas e a satisfação que empregam no projeto, quando comparado ao trabalho mecânico que muitas vezes tinha de ser feito no sistema anterior. Disso fica claro que além do sistema e das definições em termos operacionais, pensar no funcionário se torna necessário, ressaltando ainda a possibilidade de resistência pessoal no abandono do CAD quando não há clareza e entendimento necessários acerca da importância do novo sistema. A essa resistência o entrevistado caracteriza “*zona de conforto*”, destacando que o CAD pode funcionar como um freio real na mudança, relatando como vem sendo abordado o uso e o abandono do sistema, na implantação de BIM.

Desse cenário é justificado um dos critérios de escolha do *Revit* como sendo a base BIM da empresa, uma praticidade vinda da “escola” *AutoCAD* que acaba funcionando como uma cultura difícil de mudar, segundo o arquiteto. A empresa acredita que a relevância disso repercute no aprendizado e na crença de ser

esta a ferramenta mais completa na atualidade, mas reforça que estão prontos a trocarem todo o sistema caso alguma outra opção se apresente como sendo melhor para as necessidades internas. Nessa sequência já são demonstradas algumas desvantagens do *Revit*, dentre elas a necessidade de “tropicalização” e “customização”, de onde foi abordada a rigidez do programa em termos de organização do próprio arquivo. Segundo ele, é necessário que entidades e empresas nacionais comecem a discutir normas e padronizações em BIM, inserindo fabricantes nesse cenário.

Ainda nessa sequência é demonstrada a política de “blindagem” adotada pela empresa sobre não depender de terceiros para que a mudança aconteça, também uma forma de contornar os problemas que se apresentam gradativamente. Independente dos parceiros usarem ou não usarem BIM, e considerando ainda o fato da escolha dos parceiros não partir da empresa e sim dos clientes, foi adotada essa postura para minimizar a interferência externa nessa fase. O escritório recebe a informação da forma que for e a transforma em um material paramétrico. É uma adaptação a um problema de fora assumido internamente visando impulsionar a evolução. É ainda nesse contexto que a interoperabilidade é mencionada como um problema anterior, por isso não configura um impecílio.

A evolução é balizada por condicionantes internos. O entrevistado relata que estão sendo feitos testes com *Revit MEP* visando melhorias na compatibilização e que o número de interferências identificadas em anteprojeto foi absurdo, por isso é uma etapa que “infla” bastante em termos de produtividade.

Mas as simulações do comportamento da edificação são vistas como utópicas ainda. Mesmo já tendo sido realizados testes também nesse sentido, os resultados não foram satisfatórios talvez por não configurar uma exigência efetiva do mercado ainda. Por outro lado, se aumentam a qualidade do projeto, são exigências do mercado sim e por isso devem ser considerados. Porém é assumida a necessidade de maiores definições nesse sentido.

Esse agrupamento reforça o comprometimento com a evolução no uso, comprovado pelo planejamento claro do que vem sendo realizado na atualidade e quais os próximos passos.

Tabela 15. Pontos de inferência escritório B: Sequências de fala - S3 e S4.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S3 S4	métodos de projeto	S3: parceiros, comunicação , ferramentas, reuniões, compatibilização, retrabalho, conceito, uso efetivo. S4: padronizações, problemas.

As sequências 3 e 4 são as únicas iniciadas pelos métodos de projeto e se referem aos questionamentos sobre a interface com os parceiros e com a obra especificamente em termos de padronizações de desenho, ainda em um estágio inicial da entrevista, cujos tópicos de aprofundamento na tecnologia BIM ainda não tinham sido atingidos. Nesse momento é relatado que a comunicação com a obra se relaciona com a escala do projeto e a tendência é que, na maioria dos casos, exista outra empresa responsável pelo gerenciamento da obra, portanto, a comunicação é feita com essa empresa. Há uma intensa troca de arquivos bidimensionais com comentários multilaterais até a conclusão de cada etapa, inclusive com reuniões presenciais de acordo com a demanda.

A compatibilização das disciplinas é realizada em cima de plantas base da arquitetura que são atualizadas e disponibilizadas em repositórios FTP e SADP. Nesse cenário o retrabalho ainda é grande se for considerado o uso do sistema BIM, mas na opinião do entrevistado, depende menos de BIM e mais da postura da gestão e da coordenação, pois retrabalho sempre vai existir. A questão é o quanto de retrabalho ocorre em cada sistema. Também na sequência são relatados os padrões e as normas de desenhos usados segundo diretrizes da ISO, ASBEA e ABNT, que orientaram a criação do padrão que o escritório usa há anos.

Desse agrupamento ficam claras as diversas esferas que fazem com que a documentação de projeto siga um mercado que

funciona dentro de uma mentalidade CAD, algo que marca a diferença do BIM enquanto processo e do BIM enquanto ferramenta. Pode-se dizer que esse é um indício de manutenção de um processo de projeto CAD com uso de ferramentas BIM, ainda que pontual.

A representação não tem a função única de aprovação junto a entidades legais ou ainda de construção. Na atualidade é crescente a necessidade de comunicação entre os participantes dos empreendimentos que, por sua vez, demandam um número cada vez maior de profissionais dada a complexidade, a escala e a velocidade com que essas obras precisam finalizar.

Em nenhum momento essa pesquisa buscou quantificar quanto da informação é gerada pela necessidade única de comunicar, porém esse cenário dá margens para tal questionamento podendo embasar o quanto se justificaria que modelos fossem compartilhados, pelo menos na comunicação, ao invés de desenhos apenas. Caberia ainda questionar até que ponto apenas as representações bidimensionais são suficientes para se comunicar a complexidade de determinados projetos ou para resguardar equívocos de interpretação.

Ainda assim, no momento em que essa comunicação é realizada pelo compartilhamento de modelos, se extrai a capacidade da plataforma BIM de funcionar como tradutora ou codificadora daquele modelo tridimensional em informações ou representações bidimensionais voltadas para cada finalidade específica, seja ela relacionada à aprovação, à obra ou mesmo a outra instância que se faça necessária. De fato, um processo BIM.

**Tabela 16. Pontos de inferência escritório B:
Seqüência de fala - S7.**

ponto	un. de contexto	un. de registro
S7	uso efetivo	S7: número de projetos, forma de projetar, conceito de BIM, diferenciais.

Nessa seqüência é apresentado um conjunto de pontos que caracteriza o estágio atual partindo de uso efetivo (UC-D) englobando implantação e conhecimento de BIM. No relatório

são fornecidos números desse estágio inicial, com resultados segundo ele, mais ou menos satisfatórios. Atualmente 40% das equipes da empresa usam *Revit* e os projetos já começam a sair *Revit* do escritório, sendo o próximo passo iniciar em *Revit* todos os projetos. Diante disso, as mudanças são apontadas como sendo inúmeras, porém a que mais se destaca na opinião do arquiteto, é o projetar.

Segundo o arquiteto, é realmente necessária outra lógica para o nível de discussões aprofundadas em arquitetura que surge. Se forem consideradas as etapas de um processo CAD, o ciclo evolutivo de um projeto é muito homogêneo e isso muda no BIM, onde no início se intensifica a demanda das decisões de projeto necessárias. O arquiteto destaca que *“a modelagem tridimensional sempre existiu, porém a projeção tridimensional palpável e passível de ser visualizada com alto nível de informações de arquitetura presentes é novidade”*. Por outro lado, é necessário que muitos elementos sejam pensados, como autoria de projetos e forma de realização de contratos.

4.2 ESCRITÓRIO C

O terceiro caso foi realizado com outra empresa de São Paulo em atividade desde 1981. Os projetos desenvolvidos variam de comerciais, residenciais uni e multifamiliares, a urbanismo. O escritório é reconhecido pela Autodesk como o primeiro a implantar o *Revit* no Brasil e o contato foi proveniente de resposta de uma revenda da empresa desenvolvedora, contactada pela pesquisadora, via *email*.

A tabela 17 apresenta suas características, juntamente com o respectivo diagrama. Aqui é destacada a unidade de contexto A sendo marcante sua relação com a D, configurando o caso que apresenta maior destaque na relação entre métodos de projeto e uso efetivo de BIM dentre as análises feitas até o momento.

Tabela 17. Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório C.

ESCRITÓRIO C	São Paulo, Brasil		entrevistado Arquiteto, diretor e sócio fundador da empresa. Responsável direto pela implantação de BIM.			
		equipe	tempo	data		
		6 arquitetos.	1h38m25s	10.11.2010		
		ano de implantação	<i>software</i>	consultoria externa		
		2003	Revit	ausente		
		modo de entrevista: presencial.				

Para este caso, o agrupamento de seqüências se apresenta da seguinte forma: S1 a S3; S4; S5 e, S6 e S7, inseridos nas tabelas 18, 19, 20 e 21.

Tabela 18. Pontos de inferência escritório C: Sequências de fala - S1, S2 e S3.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S1 S2 S3	métodos de projeto	<p>S1: fases projetuais, ferramentas, documentos, obra, gerenciamento, comunicação, forma de projetar.</p> <p>S2: parceiros, comunicação, compatibilização, retrabalho.</p> <p>S3: padronizações, retrabalho, relação com clientes, compatibilização.</p>

A entrevista é iniciada com um olhar histórico, bastante didático, das transformações tecnológicas que geraram mudanças na forma de se desenvolver os projetos de arquitetura, desde as cópias heliográficas e os ozalites, justificado talvez pela atuação acadêmica do entrevistado que também é professor. É dessa forma que se desenvolve toda uma articulação feita para responder a primeira questão, e naturalmente vão surgindo as mudanças decorrentes do uso efetivo de BIM (UC-D).

O arquiteto faz analogias com a forma de apropriação das tecnologias pelos profissionais e do raciocínio empregado no manuseio, muitas vezes equivocado, desconsiderando aspectos conceituais. A colocação é exemplificada com o modo de organização de *layers* em um comparativo com as cópias heliográficas e os ozalites. Assim as fases citadas (Projeto Conceitual, Estudos de Massa e Preliminar, Projetos Básico e Executivo) são relatadas como uma forma de se manter a lógica do mercado, porém na prática, o desenvolvimento em BIM não é fragmentado. O arquiteto não detalha as diferenças entre cada etapa e tampouco entre as ferramentas, eventualmente usadas em uma e não usadas em outra.

Dessa abordagem histórica (S1), o CAD é inserido como uma tecnologia que propiciou um aumento, em termos de produtividade, decorrente da possibilidade de reaproveitamento de trabalho quando comparado à prancheta física. A tecnologia representou uma grande mudança do lápis para informática e hoje de 2D para 3D é uma mudança diretamente proporcional.

É nesse mesmo raciocínio que se caracteriza a relação com profissionais parceiros (em S2), por meio de consultorias. Aqui o entrevistado entra em questões éticas como autoria de projetos, que independem de BIM. Ele exemplifica que ainda hoje, existem profissionais que não sabem usar bem “*xrefs* (referências externas)” e trabalham alterando o desenho do outro. Assim, são mencionadas com clareza, questões delicadas bastante discutidas, destacando que se trata da necessidade de comunicar em 2D, da linguagem e da simbologia usada nessa comunicação.

As linguagens usadas nas disciplinas são diferentes, algumas com semelhanças nas idéias que trazem por trás de um símbolo, ou na forma de representação, mas que sempre precisam ser interpretadas e codificadas. São informações 3D representadas em 2D e esse é um terreno aberto a falhas pois símbolos são adimensionais. Há que se considerar quem vai ler os projetos e, “*nossos projetos são repletos de dúvidas, (...) confusões incríveis são geradas, nas quais o erro é sempre do arquiteto porque cabe a nós a compatibilização*”. Daí surgem os trabalhos de criação de normas para intercambialidade de

projetos em CAD, focados na compatibilização e na redução do retrabalho, apontado por ele como o maior gargalo dos escritórios brasileiros.

A sequência 3 relaciona interoperabilidade e compatibilização. Na lógica do entrevistado, a interoperabilidade não deve ser encarada como um problema de BIM, pois em se tratando de BIM, ela sequer existe. Ele justifica dizendo que “*os escritórios ainda não produzem Revit. Se produzissem haveria apenas os canos ‘voando’ na maquete eletrônica da arquitetura. Esses canos iam encaixar na arquitetura, de forma que seriam checadas, imediatamente, as interferências. Nós não temos isso, então não interoperam*”. Assim fica demonstrada a diferenciação que o arquiteto faz entre a interoperabilidade voltada para compatibilidade de programas e àquela voltada para a compatibilidade de projetos. A maneira com que o escritório vem contornando a impossibilidade de interoperar projetos é remodelar a informação que chega dos parceiros, no caso da estrutura, muitas vezes remodelada em volumes.

Tabela 19. Pontos de inferência escritório C: Sequência de fala - S4.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S4	uso efetivo de BIM	S4: visualização , relação com clientes, qualidade do projeto, tempo, métodos de projeto.

Da relação com os parceiros e com os clientes é iniciada a abordagem da visualização. O entrevistado coloca que os clientes não reconhecem no espaço físico a representação do que está sendo projetado e isso é uma operação complexa. Segundo ele, é quase uma pretensão esperar isso do cliente que aprova sem saber o que está aprovando, “*as representações em 2D já não nos bastam mais*”. Segundo ele, a empresa hoje trabalha em um plano Ndimensional com pelo menos 5 dimensões sendo desenvolvidas internamente, o que não era possível antes. Dessa diversidade de informações manipuladas, começa a aparecer o valor que o tempo ganha nesse processo. Segundo ele, se antes eram gastos 6 meses no desenvolvimento de um projeto, e desses 6, 4 eram em

tarefas mecânicas, hoje os 4 são zerados e retornados ao desenvolvimento. Por trás disso está a qualidade do projeto.

Tabela 20. Pontos de inferência escritório C: Sequência de fala - S5.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S5	plataforma BIM	S5: projeto específico (b2N), aprendizado, qualidade de projeto, tempo, inovação, projetar, relação com parceiros.

O conhecimento da plataforma BIM veio de uma demanda interna do escritório e não de um planejamento. Após a solicitação de uma revisão em um projeto que já estava concluído e prestes a ter a obra iniciada (no ano de 2000), o retrabalho gerado causou transtorno ao serem mapeados todos os desenhos que deveriam ser revisados. Porém mais preocupante que isso foi ter a certeza e a tranquilidade de que todos os problemas de fato haviam sido solucionados. Segundo o arquiteto, as revisões podem ser pagas, mas a tranquilidade do profissional não. Esse fato foi considerado um divisor de águas na empresa e a partir desse momento veio a decisão de se investigar um sistema parametrizado, com revisões automáticas que pudessem ser refletidas em todos os arquivos e desenhos instantaneamente.

Nesse momento não havia qualquer conhecimento sobre BIM ou *Revit* e, nem mesmo a *Autodesk* reconhecia o *Revit* como um produto seu. Mas foi iniciada a busca por um sistema com tais características e 1 ano depois o *Revit* passava a ser oficialmente um produto *Autodesk*. Em 2002, o escritório foi então o primeiro no Brasil a adquirir o *Revit* e se manteve como o único durante 1 ano. Mesmo fora do Brasil estava apenas sendo descoberto. Nessa época a política adotada foi de mudar, a qualquer preço, em um momento em que eram poucos os projetos correntes e havia a disponibilidade de investir tempo no aprendizado.

A inovação foi inesperada e assumida pelos profissionais que encararam o primeiro uso da ferramenta de forma independente com pouco suporte de ensino da própria *Autodesk*

que também não tinha muito conhecimento e tampouco havia aprimorado o *software*. O *Revit* estava se tornando um produto *Autodesk*. A falta de referências foi relatada como o maior desafio, mas já no início foram sendo percebidas as mudanças estruturais que seriam feitas. A principal delas decorrente da necessidade de conhecimento técnico. *“Uma vez que não existe mais trabalho braçal, não é mais necessário estagiário e sim arquitetos. Profissionais com experiência e com capacidade de tomar decisão. São todas decisões arquitetônicas em termos de projetos. Não tem mais espaço para desenhista apenas.”* Hoje a empresa não possui mais estagiários entre os funcionários.

Tabela 21. Pontos de inferência escritório C: Sequências de fala - S6 e S7.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S6 S7	implantação de BIM	S6: transição , parceiros, relação com parceiros, custos. S7: software , empresas desenvolvedoras, CAD, métodos de projeto.

A implantação ocorreu com o projeto de um concurso que, naquele momento, foi totalmente desenvolvido em *Revit* com auxílio de tutoriais. Esse projeto não foi viabilizado, mas a partir dele foi adquirida a experiência e o aprendizado dentro de um prazo determinado, que era a data de entrega do projeto. Foram duas semanas de treinamento feito pelo arquiteto e uma sócia e desde então o aprendizado tem sido contínuo sem auxílio de consultores. Após essa experiência inicial, ficou a necessidade de aprofundamento no sistema e uma intensa busca por outros escritórios que eventualmente estivessem usando. Assim começou a transição efetiva.

Nesse período causou surpresa a percepção de que mesmo as grandes empresas de fora do Brasil haviam adquirido o *Revit* depois do escritório. Surpresa esta que era sentida dos dois lados, pois os outros se surpreendiam que em um país como o Brasil o uso da tecnologia estava sendo anterior. O arquiteto complementa afirmando que isso o impulsionou a implantar a tecnologia no curso de arquitetura do qual é coordenador e

professor. Desde 2002 também, a escola leciona *Revit* para os alunos, e hoje isso os auxilia a conseguir emprego por já estar se tornando uma exigência do mercado.

A percepção da importância da experiência técnica do profissional ao manipular a ferramenta, iniciou a percepção das mudanças futuras com relação aos parceiros e da relevância do Responsável Técnico (RT) nesse cenário. O arquiteto relata uma experiência ocorrida com um dos parceiros de instalações. Foi proposto a esse projetista que lhe fosse ensinado o *Revit* em uma tentativa de incentivar a adoção e minimizar problemas de interoperabilidade, dinamizando a compatibilização através do compartilhamento de arquivos.

A idéia era que o projetista deixasse um funcionário seu trabalhando no escritório de arquitetura desenvolvendo os projetos de forma integrada. A experiência não deu certo, pois o projetista não dispunha de funcionários com a devida formação técnica, apenas estagiários responsáveis pela representação gráfica do projeto, idealizado unicamente pelo projetista RT. Não havia participação efetiva nos projetos por parte dos demais funcionários. Algo que também ocorre em muitos escritórios de arquitetura.

Devido a isso, a transição poderá ser mais lenta, há que se esperar mais experiência técnica do mercado como um todo. Experiência também na administração dos recursos. O custo das máquinas tem de ser considerado assim como das licenças. Se o profissional não pretende ser um contraventor e deseja que seu direito autoral seja respeitado, deve respeitar o direito autoral do outro.

Esse raciocínio sempre levou o escritório a pensar a economia de recursos em esferas diversas. Se houver uma equipe grande, será necessário oferecer recursos pra essa equipe. A limitação disso é não poder trabalhar com grandes projetos. Cabe a cada escritório decidir.

4.3 ESCRITÓRIO D

A última empresa entrevistada é uma construtora que também desenvolve os projetos arquitetônicos, dependendo do contrato. Mas na maior parte dos trabalhos, recebe os projetos e cuida da execução. Sua atuação mais direta é em obra e administração dos projetos, que variam entre comerciais, residenciais uni e multifamiliares.

Suas características mais específicas em conjunto com o diagrama das operações de recorte utilizado para análise dos dados encontram-se na tabela 22. Neste caso, a entrevista aconteceu em poucas sequências de falas, o que significa que a maior parte das informações foi fornecida sem que a pesquisadora chegasse a fazer as questões.

Tabela 22. Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório D.

ESCRITÓRIO D	São Paulo, Brasil		entrevistado			
			Um analista de sistemas responsável pela implantação de BIM e uma arquiteta da equipe de projetos.			
			equipe	tempo	data	
			20 arquitetos entre 150 outros	1h13m50s	11.11.2010	
			ano de implantação	<i>software</i>	consultoria externa	
		2008	Microstation	presente		
modo de entrevista: presencial.						

A análise será portanto, apresentada dentro do seguinte agrupamento de pontos de inferência: S1 e S3, S2, S4 e S5, abaixo das tabelas 23, 24, 25 e 26.

Tabela 23. Pontos de inferência escritório D: Sequências de fala - S1 e S3.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S1 S3	métodos de projeto	S1: documentos , obra, equipe, uso/abandono de CAD, transição, uso efetivo de BIM. S3: ferramentas , comunicação, compatibilização, tempo, produtividade, métodos de projeto, compatibilização, relação com parceiros, visualização.

O grande diferencial desse caso já fica evidenciado logo na primeira sequência através da inserção tão relevante da obra na descrição da metodologia de trabalho empregada pela empresa. Essa metodologia também é caracterizada como sendo um processo BIM que permite que a questão dos custos evolua desde o primeiro momento do empreendimento, o Estudo de Viabilidade. Obviamente em se tratando de uma construtora, o EV sempre é feito dentro do paradigma do custo, por isso o ganho imediato com a mudança da metodologia ocorreu em termos de custos.

Hoje o EV é feito em apenas um dia, agregando possíveis conceitos arquitetônicos para o empreendimento. Essa mudança efetiva na metodologia já é considerada um segundo momento da transição. Daí é exemplificada a criação documentos que não existiam antes, como FVSs (fichas de verificação de serviços, descritas no apêndice 17) que promovem a comunicação direta entre o canteiro e as equipes de projeto (formadas por arquitetos e engenheiros), abordada como o maior diferencial entre uma construtora e um escritório de arquitetura.

Da descrição da relação com os parceiros se inicia a S3, relacionada com a S1 por se iniciar dentro da metodologia praticada. No estágio atual, não cabe ainda nenhuma exigência em termos de método de trabalho dos outros profissionais, ainda que seja explicitamente ressaltado pelos entrevistados, serem bem-vindos os que trabalham em BIM visando dinamizar a comunicação. Para os que não trabalham e enquanto isso não se torna uma exigência, os modelos feitos internamente são exportados em PDF 3D para os parceiros, assim é anulado o

tempo da representação 2D de um determinado elemento que já está no modelo e precisaria ser desenhado apenas para comunicar um eventual problema. Nesse recurso, qualquer parceiro (trabalhando ou não em um sistema 3D) pode abrir o arquivo e visualizar uma falha de projeto inclusive dentro da padronização de desenho da construtora, que já foi desenvolvida dentro do cenário BIM. Essa padronização difere os elementos construtivos por meio de cores em um conceito totalmente diferente das perspectivas tradicionais. Aqui o objetivo não é ressaltar a beleza de um projeto com texturas e acabamentos, mas destacar interferências entre as disciplinas bem como estimular a imersão do projetista naquele projeto e nas eventuais falhas que surgirem.

Tabela 24. Pontos de inferência escritório D: Sequência de fala - S2.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S2	uso efetivo de BIM	S2: compatibilização , documentação, relação c/ clientes, relação com parceiros, forma de projetar, tempo, conceito, planejamento, transição, uso/abandono de CAD, parceiros, aprendizado, interoperabilidade, caracterização dos métodos de projeto, comunicação, compatibilização, padronizações.

Essa talvez tenha sido a fala que mais abordou diferentes temas do protocolo, conforme evidenciado no perfil. A compatibilização é ressaltada como o grande mote da implantação de BIM nesse caso. Aqui já cabe mencionar a opinião dos entrevistados quanto à descrição das consultorias e o andamento dado na implantação, devendo haver um mote para cada tipo de empresa como balizador para a busca de respostas efetivas.

O problema da empresa é identificar falhas de projeto para que não sejam repercutidas na obra. É ressaltado que, em um escritório de arquitetura, uma falha de projeto vai gerar revisões quando, na obra, uma falha causa erros que já estão edificados, já aconteceram e não há como voltar no projeto para resolver. Isso justifica a opinião dos entrevistados de que o maior ônus da

construção é da construtora. Por isso a busca por formas de detectar falhas em projeto é quase incessante.

O analista de sistemas, que se tornou funcionário da empresa e responsável direto pela implantação, busca estender a adoção da ferramenta para além do modelo construtivo que, neste caso é o projeto. É o planejamento do modelo no momento em que o projeto entra na empresa para ser orçado. A documentação vem sendo trabalhada com ênfase nessa fase inicial, na criação de quantitativos, com códigos de compras embutidos por meio de índices estimados e de outros elementos conectados com o conceito da obra que dessa forma, dificilmente sofre alterações drásticas que inviabilizem um empreendimento.

O objetivo é que, desde o início, as equipes de orçamento já trabalhem com conceitos de rapidez, custo e industrialização da construção. Para isso é essencial enxugar as mudanças no conceito arquitetônico dos projetos. Vale destacar a relevância em ter equipes internas de projeto, e não terceirizar a arquitetura nesse panorama interdisciplinar, que acontece na construtora.

Os entrevistados destacam que estão na fase de transição, tendo sido iniciada a implantação no setor de planejamento com duas funcionárias gestoras de tecnologia liderando o processo, antes da contratação do analista de sistemas.

Em 2007 uma célula de 20% da equipe de projetos foi para o Estados Unidos fazer um curso e entender como era a tecnologia na prática, sendo posteriormente implantado em 2008. Segundo dados da diretoria, no primeiro projeto a transição já foi paga considerando treinamentos, aquisição de licenças, máquinas e consultoria.

**Tabela 25. Pontos de inferência escritório D:
Sequência de fala - S4.**

ponto	un. de contexto	un. de registro
S4	plataforma BIM	S4: conhecimento conceitual, <i>software</i> , custos, experiência em BIM.

Nessa sequência foi relatado que o conhecimento técnico em *software* BIM é anterior à implantação e foi aprimorado no curso dos Estados Unidos. Porém ressaltam a necessidade de adaptar o lado técnico ao lado conceitual dentro da realidade particular de cada empresa.

Aqui o entrevistado destaca a importância da postura do consultor em se flexibilizar nesse sentido exemplificando que jamais poderia impôr o abandono de todos os sistemas 2D que sempre foram usados. Algo que invariavelmente compromete o uso futuro do novo sistema.

Em cada funcionário deve ser despertada gradativamente a consciência do motivo daquela mudança, bem como ser considerada a dinâmica atual da empresa. Nessa fase ainda se analisa quais projetos devem ser feitos em BIM através do acompanhamento dos cronogramas. Quando os prazos são muito apertados e as respostas precisam ser fornecidas com urgência, pode ser mais vantajoso desenvolver o projeto com ferramentas com as quais se tem maior domínio e se conhece o tempo com que tais respostas podem ser dadas.

O curso feito fora também auxiliou na definição pelo melhor *software* dentro das necessidades da empresa. Segundo os entrevistados, o curso foi feito na *Carnegie Mellon University*, sendo fundamental pela neutralidade em termos das opções de softwares disponíveis no mercado, ressaltando a necessidade de se avaliar as necessidades particulares de cada empresa na escolha da ferramenta.

Neste caso, a interoperabilidade foi um fator fundamental ao se pensar em compatibilização de projetos. O *software* da *Bentley* se comunica bem com TQS por exemplo, a forma de modelagem é baseada em *solids*, ao contrário do *axis* da *Autodesk*, e modelam com mais facilidade as geometrias complexas, como aviões, carros, etc. O mesmo conceito vale para as edificações, ao passo que o *axis* já tem suas limitações. Isso sem considerar o peso dos arquivos. As geometrias modeladas em *axis* ficam mais pesadas.

Além disso, no momento da implantação, a *Bentley* tinha condições de dar suporte no uso do sistema, algo essencial ao se considerar as chances de o sistema não funcionar.

Tabela 26. Pontos de inferência escritório D: Sequência de fala - S5.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S5	implantação de BIM	S5: planejamento, uso/abandono de CAD, vantagens, número de projetos, visualização, outras ferramentas BIM, interoperabilidade.

Também neste caso a inovação é colocada como um dos motivadores a implantar o BIM neste momento. Estar à frente no mercado em termos de tecnologia é um dos focos da empresa. Mas é ressaltada a necessidade de que a inovação tecnológica represente um diferencial em termos de produtividade e de qualidade projetual.

Tais fatores são ressaltados pelos entrevistados estabelecendo uma comparação com algumas das maiores construtoras do país que só agora começam a dar os primeiros passos para implantar o BIM. Neste caso, mesmo se tratando de uma empresa de pequeno porte, a mudança já vem sendo planejada a pelo menos quatro anos. Desde 2009 os projetos são feitos parcialmente em BIM e a partir de 2010 a tecnologia entrou em todas as obras, em torno de nove obras ao todo, considerando apenas propostas firmadas.

As vantagens apontadas são inúmeras destacando a usabilidade e a interface do *software* usado, pois hoje os profissionais trabalham com comandos que fazem parte do seu trabalho, como portas, janelas, paredes, etc. Não são linhas e elementos gráficos que em nada remetem a um elemento construtivo. Destacam inclusive que, com o uso rotineiro, pensar e raciocinar em 3D se torna um hábito tão forte que se torna difícil comunicar alguma idéia em 2D. Nesse sentido passa a ser uma desvantagem ainda ser necessário usar o CAD.

Mas o sistema é e ainda será usado por muito tempo, pois se trata de uma *“simbiose que está muito ligada à documentação que, no geral, segue uma cultura CAD. A área de orçamentos usa*

AutoCAD ainda, o processo de transição para eles está apenas no início”.

Segundo os entrevistados, não há como abandonar enquanto o mercado não aderir e também porque o BIM ainda não chega ao detalhe. Mas nos casos dos parceiros que já trabalham em ferramentas que se comunicam bem com o sistema BIM usado, os resultados em termos de interoperabilidade têm sido muito satisfatórios quando o IFC pode ser usado.

Tem acontecido dessa forma com o TQS da estrutura e alguns testes em termos de padronização de cores criados internamente têm sido praticados também com sucesso. São 8 pranchas 2D em plantas com informações que talvez demorassem um dia inteiro para serem revisadas e conferidas após uma alteração de projeto. Tudo contra 2 modelos 3D que são casados e as interferências ficam explícitas. A resposta disso em termos de produtividade é realmente relevante para uma empresa enxuta.

4.4 ESCRITÓRIO E

O último caso aconteceu com uma empresa de grande porte dos Estados Unidos, de atuação constante em projetos arquitetônicos de referência mundial.

A empresa possui 11 filiais em diferentes países e somente na sede entrevistada, em Chicago, são 300 arquitetos. No portfólio da empresa, existente desde 1936 constam projetos institucionais, comerciais, residenciais uni e multifamiliares, interiores e urbanismo com clientes pessoa física e jurídica.

A tabela 27 agrupa suas características principais e seu diagrama, base das informações analisadas.

Tabela 27. Características específicas e diagrama das operações de recorte - escritório E.

ESCRITÓRIO E	Chicago, Estados Unidos.	entrevistado		
		2 arquitetos sendo um diretor de projetos e outro de desenvolvimento com atuação na equipe de tecnologia da empresa.		
		equipe	tempo	data
		300 arquitetos.	0h48m06s	10.01.2011
		ano de implantação	software	consultoria externa
		2003-4	Revit	presente
modo de entrevista: presencial.				

Cabe uma ressalva para este estudo. Houve no início certo receio quanto à aplicabilidade do protocolo de entrevista devido às diferenças de cultura e do porte da empresa, muito diferenciados em relação aos demais estudos. No entanto mudar o modo de questionamento poderia acarretar mudanças difíceis de mapear exatamente por não haver muita dimensão do nível das diferenças que surgiriam.

Outro ponto importante é o fato de os questionamentos terem sido desenvolvidos com base na literatura, enfatizando o contexto brasileiro nesse processo.

Sendo assim, considerando ainda a hipótese de surgirem diferenças de pouca representatividade, optou-se por manter a mesma lógica do primeiro estudo e aplicar o protocolo de entrevista focando em resultados e em informações que ilustrassem o cenário interno.

O perfil do apêndice 21 fornece para análise o seguinte agrupamento de pontos: S1 e S4, S2, S3 e S7, S5 e S6, inseridos nas tabelas 28, 29, 30 e 31.

Tabela 28. Pontos de inferência escritório E: Sequências de fala - S1 e S4.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S1 S4	métodos de projeto	S1: métodos de projeto , ferramentas, equipe, conceito, obra, conhecimento, qualidade de projeto, forma de projetar. S4: parceiros , relação com parceiros, desvantagens, transição, <i>software</i> , custos, compatibilização.

Os entrevistados iniciam a fala abordando a maneira como a empresa lida com a inserção da tecnologia e das diversas inovações no contexto metodológico. É abordado um setor interno formado por equipe específica, chamado “*Blackbox*” (caixa preta) voltado exclusivamente para a pesquisa focada em aspectos diversos tais como, sustentabilidade, novas técnicas construtivas e tecnologias em geral. De onde é inclusive enfatizado que o foco não é apenas projetos arquitetônicos, mas dentre outros, poder melhorar, através da arquitetura, as cidades em um contexto social mais amplo. Além de modificar o comportamento das pessoas, questionar o impacto do que está sendo criado por eles no meio ambiente, de maneira cíclica. Desse setor saem definições de ferramentas de projeto que podem não apenas dinamizar o processo e aumentar a produtividade, mas principalmente melhorar os projetos e inovar os edifícios propostos.

A tecnologia BIM se insere nesse contexto, melhorando inclusive a comunicação entre as diversas filiais que a empresa possui no mundo (ao todo 11 filiais). É comum que se queira ter, nas fases iniciais, respostas sobre o comportamento daquela edificação. Algumas análises já são feitas desde o início e funcionam como suporte para as decisões tomadas.

É essa investigação que se apresenta como o ponto de semelhança com a S4, cujo início, aborda os métodos de projeto empregados. Aqui é exemplificada a forma como foi definido o *software* BIM usado. Após um longo processo de discussão que considerou diferentes setores internos, arquitetura, engenharia, etc. No caso, a dúvida era entre o *Triform*, que privilegiaria o setor de estruturas, e o *Revit*, privilegiando a arquitetura. Por

influência principalmente das filiais de Nova York e Chicago (os maiores escritórios), optou-se por privilegiar a arquitetura adotando o *Revit*, alimentado por outros sistemas. Porém na prática, não se faz restrição a nenhum *software* de nenhuma plataforma e, havendo necessidade, aplicativos são criados internamente para uma eventual demanda em particular.

Nessa fala fica clara ainda a relação com parceiros de outras disciplinas, mas que muitas vezes são funcionários internos. É necessário definir a comunicação em cada caso pois, ainda que sejam funcionários da mesma empresa, as diferentes sedes precisam lidar com diferenças de fuso horário também. Isso gera a necessidade de que seja feito um bom planejamento inicial, cuja prática é mantida para os consultores externos.

Na fala do arquiteto, são vários os questionamentos mesmo trabalhando em BIM: *“Que plataforma é usada internamente? Que plataforma os outros usam? Pode um lado estar em 2011 e o outro em 2008? Muitas dessas questões precisam ser equalizadas antes da maior das dúvidas: Como será a troca de arquivos? Não é possível que se trabalhe durante uma semana e ao final dessa semana se descubra que um lado usa BIM e o outro usa CAD e todo esse tempo seja simplesmente perdido. Esses são alguns dos problemas atuais”*.

Internamente o cuidado é com a configuração de ambientes *FTP*, por meio dos quais a atualização acontece em um horário definido e diariamente, mesmo que não haja ninguém no escritório. Tudo acontece de forma automática.

Tabela 29. pontos de inferência escritório E: Sequência de fala - S2.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S2	plataforma BIM	S2: qualidade de projeto , interoperabilidade, conceito, caracterização, ferramentas, desvantagens, projetar.

Aqui nessa segunda sequência de fala já surge um aspecto diferenciado desse estudo. O arquiteto destaca a importância da multidisciplinariedade quando se trata da melhoria na forma de projetar com o uso de BIM.

“Essa é uma empresa multidisciplinar, ao contrário de outras que são exclusivamente escritórios de arquitetura que provavelmente estão usando o BIM somente pelo lado da arquitetura. Se o desejo é de fato usar a inteligência da tecnologia, devem ser englobadas as informações do projeto estrutural, mecânico, elétrico, hidráulico, etc, para que se tenha contato com um conjunto melhor de documentos, de esforços que, espera-se, vai reduzir o montante de revisões, os pedidos de mudanças, a quantidade de contratos, etc. Isso decorre do fato de que agora é realmente possível ver tudo em 3D com informações incluídas que podem ser exploradas e vistas de diferentes formas”.

A desvantagem se torna delimitar o quão distante se evolui nesse processo, quanta informação será inserida, como será usada e se essa informação realmente deve ser inserida. Certos profissionais de fato dependem disso para fazerem suas análises, delimitar esse universo não é simples.

O exemplo que o entrevistado fornece para justificar como a desvantagem, é em cima de um projeto, cujas informações inclusas no modelo, serão extraídas para um programa de gerenciamento de instalações que o cliente poderá usar.

Se dentro disso é considerado o usuário final, não se trata apenas de criar aquela informação, mas de imaginar que quando tudo for entregue ao final, ele ainda terá um modelo que replica aquele edifício em conteúdo extra que precisa ser útil ao final. Incluindo dados não gráficos, garantias, componentes do edifício e tudo que é necessário para administrá-lo em todo o seu ciclo de vida. Daí fica clara a amplitude desse raciocínio. Não é apenas modelo 3D, não é transformar um projeto que foi feito com seções, plantas, fachadas e detalhes de 2D para 3D e sim, informações-chave.

Tabela 30. Pontos de inferência escritório E: Sequência de fala - S3 e S7.

ponto	un. de contexto	un. de registro
<p>S3 S7</p>	<p>implantação de BIM</p>	<p>S3: implantação, planejamento, custos, treinamento, equipe, aprendizado, uso e abandono de CAD, parceiros, relação com parceiros, compatibilização, visualização, tempo, interoperabilidade. S7: implantação, documentação, relação com clientes, relação com parceiros, forma de projetar, aprendizado, compatibilização, padronização, treinamento, uso e abandono de CAD, aprendizado, parceiros.</p>

Assim como na maior parte dos assuntos abordados, as seqüências 3 e 7 abordam temas de todas as UCs do protocolo. Ambas partem do modo de implantação acarretando mudanças efetivas nos outros aspectos. Além da importância dada à multidisciplinariedade, em se tratando especificamente de BIM, é ressaltada a importância de se pensar a questão dos custos de uma forma significativa, diferente do passado. Não se trata apenas da aquisição de programas e máquinas, mas de ter pessoas aptas a usarem a tecnologia. Isso requer além do conhecimento operacional, uma grande experiência em projetos. Os treinamentos são significativos nesse processo.

No caso dessa empresa ressalta-se ainda como foi importante que alguém tivesse sido rígido na decisão de mudar de plataformas, isso poderia ter sido adiado ao máximo. A decisão foi por antecipar a mudança e a equipe toda se mobilizou. O início então aconteceu quando foi estipulado um projeto que iniciaria o uso de BIM e procedeu-se com um treinamento intensivo de uma semana no qual o aprendizado foi acontecendo e sendo simultaneamente aplicado ao projeto, um conceito chamado por eles de treinamento “*just in time*”. Era essencial que um consultor que já manipulasse bem aquele sistema estivesse ao lado dando constantemente todo o suporte necessário. Isso minimiza a resistência individual de certos profissionais que poderiam tornar a transição mais lenta.

O entrevistado relata ainda que mesmo imerso na fase de transição, não voltaria ao sistema anterior ainda que lhe fosse permitido. Segundo ele a sensação é que independente dos outros, naquela empresa e provavelmente naquele país as outras formas de se desenvolver um projeto continuam, mas esse processo precisa ser acelerado para se aproximar o momento multidisciplinar. Para que o arquiteto entenda o que realmente é necessário em termos de arquitetura para se fazer uma análise de eficiência energética, por exemplo.

Ainda nessa sequência são abordadas a produtividade e a documentação como conceitos complementares. Ao passar um corte, aquela é a representação do que de fato foi inserido no modelo, do nível de informações que ele possui. No desenho 2D alguém foi no projeto e leu a informação, interpretou a estrutura representada e desenhou, interpretou a hidráulica e desenhou, interpretou um duto que atravessava um determinado ponto e desenhou. Não há conexão alguma entre esses elementos, a conexão quem faz é a pessoa que está desenhando e é segundo a sua interpretação. Isso tem que ser feito com exatidão. Aqui a exatidão é adicionada de um mecanismo muito rápido de desenvolvimento. Rapidamente se passam cortes, se constata as correlações entre os elementos, se coordenam as disciplinas, e ainda se documentam interferências.

Em termos de produtividade, o momento é semelhante a uma curva de aprendizado, ainda depende da familiaridade do usuário com o projeto e com a ferramenta, o mesmo vale para interoperabilidade. Como um modelo pode ser importado, como pode ser inserido no *Ecotect*, como uma rápida análise pode ser feita, como uma análise estrutural pode responder uma dúvida rápida também? Trata-se de um uso de ferramentas múltiplas. Além da autoria que tem de ser pensada como nunca foi. Se um pedaço de papel é entregue, ali pode ser visto um determinado erro, mas ainda é apenas um pedaço de papel. Se um modelo é repassado e aberto no *software* errado, a informação completa pode não estar disponível ali, os dados como um todo podem não ser visualizados e isso poderá gerar representações erradas. O perigo é o risco de que tais equívocos sejam considerados na

formulação de outros arquivos digitais. Podem ser criados conjuntos de cópias em *pdf*, a partir de um equívoco, que vão representar um contrato feito anteriormente.

O raciocínio é exemplificado com o projeto feito em Denver baseado em um modelo desenvolvido em BIM, mas com contrato ainda baseado em um pedaço de papel que é repassado ao contratante. O contrato diz que modelo deve ser repassado, mas se for aberto por um *software* errado através de um formato IFC, não existem garantias. Deve haver cautela quando um modelo é compartilhado por meio de protocolos de comunicação abertos em rede, pela internet.

Quando uma empresa tem seus próprios consultores, ela pode dizer que seu modelo não deve ser convertido para um *software Bentley* ou *Graphisoft* ou outro qualquer, e depois retornado à empresa. Trata-se de um alto nível de controle que existe em um contexto interno, em relações internas; algum controle quando as interfaces externas são bem definidas junto a consultores ou parceiros específicos, e pouco controle quando a informação é compartilhada com pessoas ou profissionais dos quais não se conhece absolutamente nada.

Tabela 31. Pontos de inferência escritório E: Sequências de fala - S5 e S6.

ponto	un. de contexto	un. de registro
S5 S6	uso efetivo	S5: forma de projetar , equipe, raciocínio, aprendizado, tempo, motivação, organização, aprendizado. S6: visualização , projetar, interoperabilidade, tempo, comunicação, ferramentas, caracterização, padronizações.

Usando o gancho da sequência anterior, hoje a empresa está comprometida com a questão da padronização de projetos em BIM através da AIA, que vem liderando o desenvolvimento de acordos sobre a maneira de se padronizar desenhos em BIM. O acordo é denominado E202 e visa direcionar os profissionais acerca de como cada profissional de cada disciplina deve trabalhar, separado em categorias LOD (*level of development*).

Eles relatam que isso não é parte do IFC, mas sim de um esforço interno, em equipe, visando o lado colaborativo para criar padrões que respondam às expectativas em termos da relação com os clientes, do lado contratual e do uso dos modelos. São exemplos de questões que precisam ser repensadas em uma abordagem BIM mais ampla, que se aplique à indústria como um todo, certamente envolvida nessa metodologia.

Quando questionado sobre a experiência que a empresa detém hoje no uso de BIM, o entrevistado responde de uma forma diferente. Segundo ele, acreditam que se for considerado o processo que o BIM representa, ainda não podem afirmar terem aplicado o processo BIM em nenhum projeto. A aplicação tem sido isolada ao contexto interno, explorando sim a multidisciplinidade, porém, pelo fato de no cenário interno da empresa isso já ser possível. Mas se forem considerar parceiros externos, a dinâmica não acontece em BIM. O primeiro projeto citado que provavelmente poderia exemplificar um processo BIM, seria um que foi desenvolvido na China com o envolvimento de todas as disciplinas. Ainda assim, a metodologia não foi levada até a parte de documentação.

Dentre os exemplos mencionados, o arquiteto elege o projeto de Denver como a primeira experiência oficial, um centro médico. Hoje estão no desenvolvimento caminhando para a documentação e seguirá até a construção. Os gestores do empreendimento exigem que o BIM seja usado como parte do contrato para que auxilie na administração da obra. Oficialmente talvez esse seja o primeiro projeto em que o BIM será levado de A a Z inclusive pelo consultores, portanto considerado o primeiro processo BIM. O projeto foi iniciado há um tempo, mas com a efetiva implementação do BIM, provavelmente em 2009.

Após essa abordagem das informações levantadas nos 5 escritórios estudados com as entrevistas, as gravações, os relatórios e a aplicação dos elementos de análise, finalizado aqui com a empresa E, apresenta-se na sequência as conclusões geradas com a interpretação qualitativa desses documentos. Por fim, serão apresentadas algumas considerações finais juntamente com sugestões para trabalhos futuros.

5 CONCLUSÕES

Essa pesquisa questionou qual a atitude do arquiteto perante o modo de implantação da plataforma BIM com relação às mudanças de trabalho que surgiriam no seu uso. Para responder a questão foi direcionada a identificação das mudanças no processo de desenvolvimento de projetos e na rotina de trabalho atreladas à implantação e ao uso efetivo como objetivo geral, partindo especificamente:

- (1) Dos conceitos da tecnologia que se aplicariam de maneira específica ao desenvolvimento de projetos de arquitetura,
- (2) dos impactos do modo de implantação no uso efetivo de BIM e no desenvolvimento dos projetos e, por fim,
- (3) da análise da transição dentro e fora dos escritórios tendo como base: a visualização, a documentação, a produtividade e a interoperabilidade. Disso resultam como conclusões específicas:

5.1 DOS OBJETIVOS

1. A forma como foi abordada a revisão da bibliografia objetivou caracterizar o processo de projeto de arquitetura relacionando-o às transformações tecnológicas ao longo da história. Posteriormente, através da definição da plataforma BIM e dos programas disponíveis, o objetivo foi obter a relação entre ambas. Nesse cenário vale ressaltar que ao cruzar a análise do processo de projeto com as definições mais objetivas da plataforma, visando extrair conceitos de BIM que se aplicariam especificamente à arquitetura, percebeu-se que os contextos sociais e culturais dentro dos quais as transformações

ocorrem, influenciam sobremaneira a real absorção e a capacidade de gerar mudanças processuais.

Acredita-se assim, que o momento de aquecimento econômico vivenciado pelo Brasil na atualidade e refletido na indústria de construção civil, estimula o amadurecimento do mercado e dos profissionais, influenciando a forma de absorção da tecnologia.

É nesse amadurecimento que se exemplifica uma importante constatação obtida nos estudos, quanto à escolha dos programas usados. Mesmo com uma amostra pequena, foram encontrados escritórios usando *Autodesk Revit*, *Graphisoft ArchiCAD* e *Bentley Architecture*, sendo que cada um deles sustenta com clareza o porquê da escolha.

Justificativas que conferem com os elementos que a literatura coloca para cada um: *Revit* como o sistema que mais incorpora os conceitos de BIM por ter sido idealizado especificamente para essa tecnologia, sendo bidirecional atingindo avanços em termos de documentação e de produtividade (alvo explícito da empresa C); e da multidisciplinariedade pelo uso de modelos únicos, reforçados ainda pelo *Revit* MEP (explorados pelas empresas B e E). Já o *ArchiCAD* considerado um sistema eficiente em termos de interoperabilidade por trabalhar bem a questão dos protocolos IFC (explorado pela empresa A), similarmente ao *Bentley Architecture* que também se apresenta como um bom sistema interoperável em IFC e bastante adequado para *piping* ou, tubulação (explorado pela empresa D).

Em todos os casos, tais conceitos foram abordados quando da caracterização do critério de escolha do sistema, havendo ainda uma relação clara com os objetivos apresentados para a implantação e com o tipo de trabalho prestado por cada empresa, bem como considerando os treinamentos, o aprendizado do profissional, o entendimento do que a ferramenta oferece e a cultura presente no mercado (no caso a cultura AutoCAD). Acredita-se que tais elementos sinalizam certa maturidade desses profissionais e cuidados no estabelecimento de critérios claros na implantação.

Entrando pois, nos referidos conceitos de BIM aplicados especificamente ao projeto de arquitetura, são apontados elementos que se relacionam de maneira direta com outras áreas, mas que na arquitetura certamente provocarão mudanças metodológicas significativas, repercutindo de forma inevitável nessas outras áreas.

- **Uso de componentes digitais parametrizados:** O fato de o sistema BIM trabalhar com elementos digitais como portas, paredes e janelas, com a capacidade de serem entendidos como tais, permitem a extração de informações de naturezas diversas que facilitam, por exemplo, a realização de testes de desempenho que auxiliam as tomadas de decisões.

Os estudos forneceram a percepção de que tais elementos têm de fato dinamizado o processo de projeto e vêm justificando a busca de maiores definições que permitam avanços na criação de famílias, para que desse conceito seja extraído o uso potencial da ferramenta, por exemplo.

O fato de os elementos serem entendidos como o que realmente são, significa que eles de fato se comportam como tais, algo que pode minimizar erros de projeto e evitar que só se perceba um conflito ao se passar um corte em um determinado setor do projeto, que a visualização em planta não permitiu detectar. São as surpresas que acontecem com frequência no processo como um todo, e que em muitos casos podem acarretar problemas maiores.

- **Integração e interdisciplinariedade:** Conceitos que praticamente fornecem diversos outros como desdobramentos, tais como a interoperabilidade, a inter e a multidisciplinariedade, que também podem ser condieradas do ponto de vista dos profissionais e das ferramentas em si, em um panorama mais operacional. Aqui se pretende destacar o potencial de mudança nas metodologias de projeto reforçando a integração entre profissionais.

O estudo deixou claro que existe uma grande lacuna entre fazer uso de um *software* da plataforma BIM e praticar um processo de desenvolvimento de projetos BIM. Um processo BIM

praticamente subentende interdisciplinariedade. Uma das maiores bandeiras é a coordenação de processos. Para tanto, é necessário informações de naturezas distintas para que se promova essa interação, e conseqüentemente se coordene. Para que uma forneça subsídios para a outra ser melhorada ou mesmo estimulada a fazer uso de novas técnicas e novos materiais.

Em outros termos, para que seja constantemente alterada também na sua dinâmica de tomada de decisões. Um *software* sendo usado em apenas uma disciplina isola de maneira completa esses dois conceitos, que funcionam praticamente como dois dos maiores diferenciais da tecnologia BIM.

▪ **Compatibilização de projetos:** Um conceito que surge também quase como desdobramento natural dos apontados anteriormente, é outra característica de destaque do BIM.

Possibilitando uma visão ampla do projeto, a compatibilização em si dos elementos, a identificação de erros e omissões, a produção de vistas e pormenores complexos, não são uma tarefa específica de um processo BIM. Obviamente é uma etapa desenvolvida também em um processo CAD, por ser de extrema importância na detecção de falhas de projeto que vão evitar prejuízos de obra.

Dada a importância dessa fase, é grande a demanda por experiência, atenção e cuidado do profissional. O uso do BIM pode funcionar como um auxílio de peso nessa tarefa e pode ainda, fornecer a extração de quantitativos e de outras informações não gráficas, aí sim, específicas do lado processual do BIM. No entanto, esta função obriga requisitos de interoperabilidade entre sistemas, tida como a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem dados entre si, necessitando maiores avanços e exigindo capacidades técnicas dos *hardwares* utilizados.

Ainda assim, os ganhos de se explorar esse conceito já foram percebidos pelos profissionais dos escritórios, promovendo mudanças em suas metodologias ao extrair as potencialidades da compatibilização de projetos, testadas, por exemplo, no Revit MEP. Ainda no caso da Autodesk, existe o

NavisWorks, cuja função é especificamente compatibilização de projetos e a identificação de conflitos.

▪ **Industrialização da construção:** Outro conceito bastante abordado nas entrevistas realizadas e que ganha força em com a implantação do BIM na construção civil. A partir desse conceito, fornecedores de produtos e de materiais nas obras, ganham a capacidade de agregar informação importante no processo de desenvolvimento. Para que os modelos virtuais possam de fato representar a realidade de uma obra, a criação de bibliotecas de componentes se torna fundamental, bem como a maior aproximação entre fornecedores, arquitetos e engenheiros do ponto de vista da interdisciplinariedade.

Além de informações detalhadas dos produtos, tais como dimensões e características físicas, também será necessária a divulgação de dados relativos aos seus desempenhos, bem como às normas técnicas, à aplicabilidade e até à manutenção. É o que aponta Fernando Augusto Correa da Silva, diretor da Sinco Consórcio Técnico. Mas muito mais do que mudar o conteúdo dos catálogos dos fornecedores, ele acrescenta a necessidade do investimento em aplicativos que integrem as informações de seus produtos aos softwares em 3D (BARONI, 2011).

▪ **Gestão de projetos:** O conceito pode ser exemplificado como o diferencial de maior capacidade de impactar os métodos aplicados por arquitetos frente aos sistemas tradicionais. E aqui a arquitetura é abordada em específico, pois para as construtoras (e implicitamente para as engenharias, obras, empreiteiras e consultoras) avaliar a gestão e administrar bem os processos podem ser consideradas práticas mais comuns como é o caso da construtora descrita no caso D.

Não se trata de insinuar que arquitetos não se preocupam em administrar bem seus processos, mas sim de considerar que em se tratando do ciclo completo de um empreendimento, a gestão é majoritariamente delegada a administradores ou

empreiteiros que coordenam quantitativamente todos os envolvidos.

Nesse âmbito da gestão dentro de um panorama ampliado, estão englobadas, a industrialização da construção civil (mencionada anteriormente) e a engenharia simultânea. Todas sistematizadas na revisão da bibliografia (item 2.1.3) e diretamente relacionadas à forma de projetar contemporânea, incentivando inclusive o surgimento de terminologias específicas para a área, como Arquitetura Simultânea.

Seria possível itemizar outros conceitos, pelo fato de um estudo com tais características ter de fato fornecido informações para tanto. Porém acredita-se que muitos deles estão clarificados no decorrer da revisão bibliográfica. Disso ficam destacados os conceitos que, dos casos estudados apareceram com frequência nas entrevistas, presentes ainda com mais detalhe nos relatórios inseridos nos apêndices.

2. Das atitudes decorrentes do modo de implantação capazes de impactar o uso efetivo, a pesquisa buscou caracterizar como os casos estudados realizaram a implantação.

Nos resultados expostos no capítulo anterior, poder-se-ia afirmar que o único caso que não planejou tanto essa mudança foi o escritório C, que ressalta ter encontrado na mudança a resposta para um problema específico de uma determinada revisão de projeto, deixando margem para a seguinte dúvida: Se o referido projeto não tivesse sido alterado e todo o processo de revisão nos mais de 300 arquivos mencionados não tivesse ocorrido, o escritório teria iniciado o uso de BIM naquele momento?

Talvez a resposta seja afirmativa, porém, considerando a hipótese de ter sido esse o único motivo e não uma motivação natural, fica a idéia de que a implantação pode ter ocorrido sem o conhecimento conceitual de BIM, fazendo deste um caso que comprova o sucesso da implantação quando há o comprometimento com a mudança e com a busca do conceito presente naquele sistema que o diferencia dos demais, evitando

a subutilização. Isso independe de consultorias, pois neste caso não houve qualquer ajuda externa, principalmente pelo momento em que o sistema foi adotado, no qual pouco se conhecia sobre BIM.

Nesse contexto é válido afirmar que as consultorias se mostraram sim, bastante válidas nos três casos em que foram mencionadas. Apenas o escritório A (de Portugal) e o C (de São Paulo, reconhecido pela Autodesk como o primeiro no Brasil) procederam à implantação de BIM sem auxílio de consultores e, em ambos, não houve retorno ao processo anterior. O ciclo de desvalorização da ferramenta relaciona o retorno ao sistema anterior ao domínio conceitual.

Na empresa A, o conhecimento conceitual anterior à implantação fica claro, porém na empresa D encontram-se atitudes que demonstram que os conceitos mais amplos foram sendo descobertos de maneira gradativa, ainda que em um curto espaço de tempo. Inicialmente, conhecia-se apenas a capacidade de se desenvolver um modelo único do qual todas as representações são extraídas, disso a diminuição do retrabalho, principal motivador para a mudança. Nos demais casos, a consultoria é mencionada como um dos primeiros passos, senão o primeiro. E os ganhos e retornos são apresentados como intimamente relacionados a ela.

Em termos específicos, a consultoria se mostrou capaz de fornecer o passo a passo necessário para englobar elementos mais imediatos na transição, tais como: a maneira de se abandonar ou se usar o CAD, o treinamento das equipes, a comunicação com os parceiros externos, os custos em termos gerais, a escolha do sistema, a identificação das necessidades específicas de cada empresa, dentre outros.

Ainda assim, em todos os casos, com ou sem consultoria, os impactos do modo de implantação têm se mostrado positivos havendo uma diferenciação talvez na velocidade com que o uso evolui.

Nas 3 empresas em que há o trabalho com consultores, a evolução no uso tem ocorrido em um intervalo de tempo menor quando comparado às outras 2, atingindo nos 3, respostas

positivas em termos de compatibilização, de comunicação e de produtividade, com problemas apontados na interoperabilidade. Porém, isso também se relaciona com o caráter da inovação pois, a tendência é que, a evolução seja mais lenta com os primeiros que implantam dada a necessidade de descoberta de elementos desconhecidos e falta de referências.

Nas outras 2 também vem ocorrendo retorno positivo relacionado principalmente às alterações nos métodos de projeto, exemplificadas em todos os casos na separação das fases projetuais, porém em um ritmo mais lento em relação às demais.

A empresa C ainda não apresenta resultados de compatibilização por não estar havendo compartilhamento do modelo com profissionais parceiros. Ainda que venha modelando internamente algumas das disciplinas externas, não vem sendo em BIM.

Cabe destacar que as comparações feitas anteriormente têm por objetivo apenas ilustrar os raciocínios aqui pretendidos. No entanto, como prevê a metodologia, comparações efetivas necessitariam ser feitas, ao menos, com base em escritórios de portes, investimentos e objetivos similares. Aqui o valor de ter trabalhado com situações distintas foi a possibilidade de conseguir situações também distintas capazes de enriquecer a abordagem, como de fato ocorreu.

A tabela 32 apresenta um panorama de todos os estudos ressaltando a relação entre o modo de implantação, o conhecimento conceitual de BIM prévio, ou que surgiu no decorrer do uso e o porte de cada escritório.

Referenciar o porte se torna essencial para se reforçar o fato de não terem sido feitas comparações em nenhum momento do estudo e, principalmente, o valor da análise de casos tão diversificados, dado o momento ainda inicial do conhecimento da plataforma BIM.

Tabela 32. Impactos do modo de implantação em cada caso.

caso	porte	implantação	impactos no uso efetivo
A	pequeno	Sem consultoria, com preparo anterior em cursos específicos e com conhecimento conceitual de BIM.	O modo de implantação nesse caso é condizente com o porte do escritório, para o qual não se justifica investimento em consultoria para 1 arquiteto. Os cursos feitos atingem os mesmos resultados. Fator que é comprovado pelo uso potencial da plataforma desde a implantação, havendo evolução principalmente na comunicação com os profissionais parceiros.
B	médio	Com consultoria técnica e com conhecimento conceitual de BIM.	Bom proveito do passo a passo que a consultoria fornece, apresentando bom planejamento no conhecimento dos resultados das etapas anteriores e dos objetivos previstos para as futuras. Dentre os impactos de maior destaque estão o envolvimento dos profissionais em termos positivos, e negativos as dificuldades com a representação gráfica dos projetos e a falta de normas de padronização de desenhos.
C	pequeno	Sem consultoria, preparo com uso de tutoriais específicos do <i>software</i> definido.	O modo de implantação desse caso é caracterizado por forte comprometimento com a mudança no momento da adoção. Como repercussões foram relatadas desde alterações no quadro de funcionários decorrentes dos custos das estações de trabalho (que também levou a cuidar com atenção da economia dos recursos financeiros) e da grande importância que ganha o conhecimento técnico e a experiência específica em arquitetura.
D	médio	Com consultoria, preparo anterior em cursos específicos e com conhecimento conceitual de BIM.	Os impactos para essa construtora vão desde a contratação do analista de sistemas para suporte constante na transição, exemplificando mudanças no quadro de funcionários, até a criação de documentos específicos para controle e gerenciamento de obra em comunicação direta com as equipes de projeto. Também se apresentam a frente do mercado em termos de normas de padronização de desenhos e representação gráfica tendo criado os próprios padrões. A comunicação com parceiros externos vem sendo alterada com o uso do PDF 3D.
E	grande	Com consultoria e preparo anterior em setor de pesquisa existente na empresa. Com conhecimento conceitual de BIM.	Este é o caso em que o porte da empresa faz da consultoria um elemento indispensável. A escala de projetos e a presença em diversos países faz com que os cronogramas e os projetos em andamento não possam sofrer alteração nenhuma durante a transição. Daí o conceito de transição " <i>Just in time</i> " se torna fundamental. Os impactos vêm sendo de ordem contratual e principalmente na lógica de projeto necessária. São destacados os impactos de produtividade considerando o tempo de projeto.

3. Das abordagens acima se inicia a análise focada nos quatro critérios de delimitação da pesquisa referenciando-se na transição CAD - BIM dentro e fora do escritório.

5.2 DOS QUATRO ASPECTOS DE DELIMITAÇÃO

▪ **Visualização:** Todos os casos abordaram esse aspecto com entusiasmo. Considerando que engenheiros e analistas de sistemas também participaram das entrevistas, vale destacar que os arquitetos apontam a visualização como sendo um conceito que influencia desde o contexto individual até o coletivo.

Em outros termos, a visualização é explorada desde o momento mais instrospectiva de desenvolvimento de conceitos e de idéias, geralmente nas fases iniciais, passando pela comunicação dentro das equipes internas, nas externas e, por fim, com os clientes. Sendo bastante valorizada a mudança na participação do cliente. Neste sentido vale destacar que, também a diferença nos tipos de clientes, podendo ser pessoa física e pessoa jurídica.

Mesmo com essa distinção que os diferencia ainda em termos de conhecimento técnico, um dos profissionais chama a atenção para o fato de que, independente desse conhecimento técnico, agora o projeto é de fato compreendido pelo cliente. A projeção do espaço físico real para o espaço físico digital é extremamente facilitada, quando se trabalha em três dimensões, independe do conhecimento técnico. Visualizar o espaço físico real no papel ou em uma apresentação que é exposta ao cliente, se torna possível independente da bagagem técnica. Isso gera ganhos tanto na melhoria do desenvolvimento em si quanto na responsabilidade que muitas vezes recai majoritariamente sobre o arquiteto por muitas vezes estar trabalhando em cima de um idéia aprovada por esse cliente, mas sem a sua devida compreensão.

No âmbito individual os arquitetos têm relatado os ganhos principalmente na compatibilização de projetos, ao se trabalhar com elementos de múltiplas disciplinas em um mesmo modelo e

se identificar um número maior de interferências já nas fases preliminares, fazendo da adoção da ferramenta, por outros profissionais, uma busca por parte dos que já puderam experimentar tais ganhos.

Finalmente, é válido mencionar que o fato de não precisarem mais traduzir uma informação 3D em 2D para fins de representação, pode gerar ou estimular certo “vício positivo” dos arquitetos no uso do 3D, permitido pela capacidade de o BIM funcionar como uma espécie de tradutor ou codificador 3D - 2D. Essa mudança influencia diretamente a comunicação com equipes internas e externas. Com o objetivo de poderem absorver quase que imediatamente esse potencial, os profissionais vêm encontrando maneiras de transferirem as informações em 3D independente de os problemas de interoperabilidade estarem equacionados, impactando diretamente os aspectos abordados na sequência.

▪ **Documentação:** Considerada como a fase mecânica do processo tradicional, a documentação projetual é o que muitas vezes faz da compatibilização de projetos uma tarefa complexa, de grande necessidade de concentração. O momento de transição CAD - BIM vem mostrando certa dificuldade relacionada a esse aspecto devido ao que um dos entrevistados denomina como carência de “customização” e “tropicalização” dos sistemas.

Nesse aspecto estão englobadas as demandas apontadas pelos usuários por debates e discussões em termos de padronizações e desenvolvimento de normas de representação em BIM, bem como a criação de famílias. Ainda que na atualidade o mercado já esteja se movimentando nesse sentido, a tarefa não é simples se for considerado que com o CAD, ainda hoje, existem profissionais que não organizam adequadamente *layers* ou que não preservam a originalidade do desenho do outro.

Portanto, trata-se de um caminhar longo intimamente relacionado à documentação projetual e abordado tanto nos estudos feitos no Brasil, quanto nos dois feitos fora, provenientes de dois mercados muitas vezes mencionados como sendo referências para o Brasil: tanto Estados Unidos quanto países da Europa.

Ainda assim, fica demonstrado nos estudos que o tempo que se ganha no início do projeto, por não haver mais a necessidade da representação, é revertido nessa etapa ainda de pouco domínio em termos gerais. Conforme mencionado pelo entrevistado do caso B, os profissionais precisam debater esse aspecto através da troca das experiências iniciais, obtidas pelos primeiros que se lançaram a frente na implantação, sendo que certamente, de cada um poderá ser obtida uma visão diferenciada.

▪ **Produtividade:** Este conceito acaba por repetir alguns fatores mencionados anteriormente, mas que são essenciais na sua abordagem direta. Dizem respeito principalmente, à capacidade de se reverter o tempo anteriormente gasto em tarefas mecânicas, no desenvolvimento em si. Ainda que caricaturado pelo entrevistado da empresa C, se antes de gastava 4 meses desenvolvendo uma idéia e outros 4 representando-a, hoje esse desenvolvimento é antecipado e atinge definições características do executivo ao se dinamizar os 4 meses exemplificados. Os outros 4 são praticamente zerados, possibilitando o retorno ao projeto e a proposição de novas soluções. Nenhum dos casos mencionou ter diminuído prazos contratuais ou aumentado a capacidade de pegar mais projetos. No entanto, a empresa C relata não contratar mais estagiários e hoje trabalhar com uma equipe mais enxuta, mantendo o mesmo potencial de trabalho, similarmente à empresa D, que também avalia ter aumentado a capacidade de fornecer respostas em nível de EV com informações de custo também com equipe reduzida.

Uma das informações prestadas principalmente nos casos A e E, diz respeito às simulações. A empresa E não faz relações entre o fato de considerar os aspectos do comportamento da edificação e o uso de sistemas de simulações e à produtividade impulsionada pelo BIM ou pelo uso do *Ecotect*. A relação é feita com o setor voltado à pesquisa que a empresa possui. Ainda assim, o relato serve de gancho para o fato de que os demais casos apresentam especificamente a eficiência energética como uma busca por algo a ser considerado nos próximos passos da

implantação, influenciando diretamente na escolha dos materiais e nos custos que podem ser estimados com maior margem de acerto desde o início do processo. Essa é uma busca considerada bastante valiosa se de fato for possível de ser considerada com maior embasamento pelos arquitetos, desde projetos residenciais até edifícios comerciais, estimulando que se avaliem cada vez mais as questões de sustentabilidade nos processos.

▪ **Interoperabilidade:** Da relação entre os estudos de caso e a literatura de base é possível constatar as primeiras dificuldades sentidas na prática, das quais a interoperabilidade surge com destaque. Mesmo não tendo sido apontada por nenhum dos estudos como um problema introduzido pelo BIM, sua função nesse sistema enquanto processo é ímpar. O contato aproximado com um universo composto por escritórios de pequeno porte, e por empresas consideradas as maiores nos mercados em que atuam, levou a uma percepção que poderia ser considerada ousada e até mesmo precipitada. Mas acredita-se com base nesses estudos que não exista o BIM precensual imaginando-se a possibilidade de trabalhar em um *software* apenas, algo novamente destacado aqui e abordado em tópicos anteriores.

A utopia apontada por Howell e Batcheler (2004) é de fato sentida na prática. Arquitetos e outros profissionais que lidam com simulações de eficiência energética, por exemplo, possuem suas próprias ferramentas às quais confiam o resultado do seu trabalho. Se usam o *EnergyPlus* não vão passar a usar o *Ecotect* apenas por se tratar de um sistema que se comunica melhor com o *Revit*. Além disso, nesse caso, o nível de informação que um modelo deve conter precisa ser bem menor do que o geralmente os modelos de um projeto arquitetônico possuem, para que seja possível que se façam várias análises em um curto espaço de tempo. Para isso, os arquivos devem ser leves para não sobrecarregar o sistema e não tornar as simulações lentas. Obviamente, trata-se da exposição de um exemplo que pode não ser exatamente assim na prática.

Não foram pesquisados sistemas específicos de eficiência energética para se chegar a tal exemplo. Trata-se apenas de

ilustrar um raciocínio. Supôr que a solução para o problema da interoperabilidade é que todos trabalhem no mesmo sistema, é onde reside a utopia. Desses estudos fica clara a diversidade de elementos a serem considerados ao abordar a interoperabilidade, termo que, isoladamente, atinge esferas distintas. Há que se considerar interoperabilidade entre sistemas, pessoas e áreas em uma conotação de comunicação.

5.3 DA PERGUNTA DE PESQUISA

Concentrando, portanto, as informações anteriores em uma resposta à pergunta de pesquisa, os estudos realizados demonstram as diversas maneiras de proceder a uma implantação de BIM. No grupo estudado, estão presentes escritórios que fizeram toda uma investigação que precedeu a implantação efetiva e se relacionou diretamente com o passo-a-passo elaborado. Estão presentes também escritórios que, de forma imediata, já saíram usando os programas sem que se comprovasse o conhecimento conceitual de BIM e também vêm apresentando resultados satisfatórios, o que se percebe, aliás, em todos os casos pesquisados.

Acredita-se com isso que, considerando ser a implantação um processo, ainda que o conhecimento conceitual não seja prévio, ele acontece na medida em que se evolui no uso. É nesse aspecto que entra um elemento muito importante também percebido com os estudos: o comprometimento com aquele novo sistema que acaba sendo o diferencial.

Ainda que nenhum dos casos tenha desistido do uso de BIM e retornado ao sistema anterior, em alguns momentos houve relatos por parte dos entrevistados de colegas que desistem precocemente. Nos casos estudados os profissionais estão buscando entender, conhecer e trocar experiências para aprimorarem gradativamente o uso da tecnologia BIM por perceberem, até o momento, mudanças positivas no trabalho que vêm surgindo a partir do uso efetivo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como primeira contribuição deste trabalho, cabe ressaltar a possibilidade de conhecimento sobre o processo relativamente inicial do uso da plataforma BIM que, mesmo tendo se focado em escritórios de arquitetura, permitiu fornecer informações sobre os profissionais diretamente atingidos por tais escritórios.

Considerando algumas das pesquisas anteriores mais recentes e a forma com que este mercado vem absorvendo a tecnologia, torna-se notório o avanço de um trabalho em relação a outro quando há um aproveitamento das informações anteriores, como ocorre nesta pesquisa.

6.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA METODOLOGIA

Da metodologia aplicada, também acabam por surgir elementos com os quais poderia haver avanço nas pesquisas, a exemplo de uma proposta de análise diferenciada englobando critérios de análise de conteúdo com interpretação quantitativa, prevista desde o protocolo de entrevista. De fato foi comprovada, ao final da pesquisa, a relevância da abordagem qualitativa ao se trabalhar com elementos com os quais se conhece pouco. Ainda assim, o material analisado ao final (entrevistas, relatórios e gravações) também fornece elementos para um tratamento quantitativo, dentro de outros objetivos que se apresentem na formulação de uma determinada metodologia.

Foi preocupação constante nessa pesquisa elaborar uma metodologia que diminuísse a vulnerabilidade, muitas vezes característica marcante na técnica de estudos de caso. Essa preocupação embasou a busca por referências metodológicas de qualidade e recentes, visando criar um agrupamento de técnicas, de materiais e de modelos de análise, dentre outros elementos, que se adequassem aos objetivos propostos e resultassem em uma mescla de tais referências.

Outro aspecto importante foi delinear uma metodologia que não comprometesse uma das principais fontes de informações possivelmente novas - a heterogeneidade dos escritórios estudados. Todas as etapas percorridas, bem como as técnicas aplicadas, deveriam ser passíveis de serem repetidas em todos os casos, independente das diferenças no porte dos escritórios, da representatividade e das diferenças de cultura frente ao mercado em que atuam. Além da escala dos projetos que desenvolvem, da equipe que possuem, dentre outros fatores que de fato marcaram o grupo com uma forte diversidade. Acredita-se que manter esse aspecto heterogêneo do grupo de análise como uma de suas características mais importantes, permitiu que fosse elaborada uma metodologia condizente com a diferença dos escritórios abordados e, de fato fossem encontradas informações valiosas para o estudo, conservando as especificidades de cada caso.

Das duas principais referências para a definição da metodologia proposta, Yin (2001) e Bardin (2010), cabe mencionar que são materiais dotados de clareza nas orientações fornecidas e estimulam o pesquisador a interpretar as orientações de maneira a auxiliá-lo na criação de uma proposta adequada ao próprio caso, fornecendo verdadeiras diretrizes metodológicas. Acredita-se que esse seja um ponto importante, pois permite que as características particulares de cada pesquisa sejam mantidas como resultado da interpretação dessas referências. Todos os modelos, diagramas, relatórios e documentos aqui apresentados resultam do cruzamento dessas duas referências em principal, e não teriam sido atingidos caso alguma delas tivesse sido considerada isoladamente.

Como crítica, cabe pontuar que alguns dos modelos de fato apresentaram mais utilidade para a pesquisadora do que se mostram eficientes na interpretação do leitor, a exemplo dos perfis de análise elaborados para cada caso. A familiaridade com todo o conjunto de informações analisadas (conhecimento prévio da cada escritório abordado + embasamento teórico resultante de levantamento bibliográfico + gravações ouvidas diversas vezes + construção de cada relatório + consideração dos

objetivos percorridos) permite a formulação gradativa de um repertório teórico único ao pesquisador, transformando tais perfis em elementos de interpretação praticamente particulares. Daí a inserção destes perfis nos apêndices, visando destacar que os elementos de discussão compilados nos resultados de cada caso, são o que de fato possui importância para o leitor por representarem a interpretação qualitativa de todo esse conjunto.

Considera-se assim que a metodologia desenvolvida de fato foi desafiadora, porém bastante proveitosa dentro dos critérios estabelecidos para este estudo, tendo fornecido informações que, ainda que em determinado aspecto, não sejam novas ou desconhecidas, apresentam-se contextualizadas com o cenário nacional atual, relacionadas com as abordagens internacionais.

6.2 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS.

Permitindo ainda que pesquisas futuras se aproveitem do conhecimento canalizado aqui, e possam contribuir para a continuidade do processo de maneira favorável não apenas ao mercado, mas também às universidades, conforme espera esta pesquisa, sugere-se como temas futuros que, no âmbito deste trabalho não puderam ser aprofundados por razões diversas, alguns dos seguintes tópicos:

1. Relação entre o modo de implantação do BIM em ambientes universitários relacionado à sua aplicabilidade em disciplinas práticas de projeto, considerando o estímulo à interdisciplinidade.
2. Análise das grades curriculares das universidades e investigação de como iniciar a implantação da tecnologia em ambientes de ensino de arquitetura, visando a interdisciplinidade como um dos benefícios imediatos que pode surgir.

3. Discussões mais aprofundadas acerca de temas que apareceram em praticamente todas as entrevistas, a exemplo das implicações do compartilhamento de modelos em aspectos contratuais.

4. Investigação de elementos que quantifiquem ganhos e ônus que, eventualmente, as empresas já possam fornecer sobre o uso da tecnologia, considerando certa dificuldade encontrada neste estudo em obter dados dessa natureza, dado o momento mais voltado à experimentação que às maneiras de quantificar ganhos, no momento, ainda sendo conhecidos.

5. Descrição mais detalhada das necessidades de *hardware* bem como dos custos desses sistemas para o melhor desempenho das máquinas e dos sistemas aplicados.

6. Inclusão de um raciocínio sobre as características das etapas de desenvolvimento de projeto relacionado-as às inúmeras ferramentas que ganham força em quantidade dentro de um processo BIM, novamente subentendendo a necessidade de trabalho com ferramentas diversas sob o ponto de vista da interoperabilidade e da interdisciplinariedade. Nessa abordagem, pautada em etapas de projeto, pode surgir com maior clareza em quais etapas o BIM possivelmente é prejudicial, algo que no corpo dessa pesquisa, apresenta-se difuso dado o estágio recente de implantação dentro dos escritórios analisados. Sabe-se, por exemplo, que na atualidade, o uso do BIM para detalhamento ainda não é eficiente.

Ainda dessa pesquisa ficam alguns questionamentos que mereceriam uma busca maior:

- Como devem ser de fato tratados os protocolos de comunicação abertos dentro do paradigma do direito autoral? Ainda que essa discussão não tenha surgido com o BIM, o fato de o escritório E ter destacado com frequência essa questão, abre campo para maiores discussões a respeito.

- Como devem ser tratadas as padronizações dentro do paradigma da multidisciplinariedade e da globalização?
- De que forma, ou em quais etapas do processo de projeto, o BIM pode ser considerado prejudicial? Isso pode de fato ocorrer?

Alguns dos tópicos esbarram em questões ideológicas ou éticas difíceis de serem mensuradas, porém este estudo possibilitou o conhecimento de que as empresas que se lançam à frente se posicionam como inovadoras na implantação de novas tecnologias e acabam por vivenciar períodos de falta de conhecimento sobre como lidar com tais tópicos, justificando a necessidade de que sejam mais debatidos e atingindo vantagens da troca de experiências.

BIBLIOGRAFIA

THE AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS – AIA CC (Org.) **Integrated Project Delivery: A guide**. Estados Unidos, 2007. 62 p. Disponível em: <www.betterbricks.com/>. Acesso: 09 maio 2011.

AFONSO, Sonia. **Idéia, Método e Linguagem**. FAU/USP São Paulo, p.01-06, 1985. Disponível em: <<http://soniaa.arq.prof.ufsc.br/>>. Acesso em: 02 jul. 2010.

AMORIM, Sergio R. Leusin de. **Novas formas de pensar o processo de projeto e o produto edifício – Modelagem de produto BIM**. VII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos Na Construção de Edifícios, Curitiba, p.01-27, 06 dez. 2007.

ANDRADE, Max Lira Veras X. de; RUSCHEL, Regina Coeli. **BIM: Conceitos, cenário das pesquisas publicadas no Brasil e tendências**. SBQP 2009: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, São Carlos, n. , p.01-12, 18 nov. 2009.

AYRES, Cervantes; SCHEER, Sérgio. **Diferentes Abordagens do uso do CAD no porcesso de projeto arquitetônico. Workshop2007**, Curitiba, p.01-06, 2007. Disponível em: <www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-57.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2010.

AUTODESK®. **Getting Started with Revit Architecture**. 2008. ed. Estados Unidos: @autodesk Inc., 2008. 44 p.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2002.

BARONI, Larissa Leiros. Os desafios para implementação do BIM no Brasil. **PINI WEB**, São Paulo, 2011. Disponível em:

<<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo208414-1.asp>>. Acesso em: 30 jul. 2011.

BIRX, Glenn W. **BIM Creates Change and Opportunity. AIA Best Practices**, Baltimore, Phoenix and Washington D.C. p.01-02, out. 2006. Disponível em: www.aia.org/bestpractices_index. Acesso em: 04 jul. 2010.

_____. **How Building Information Modelling changes Architecture Practice. AIA Best Practices**, Baltimore, Phoenix And Washington D.C., p.01-02, out. 2006. Disponível em: www.aia.org/bestpractices_index. Acesso em: 13 jul. 2010.

_____. **Getting Started with Building Information Modelling. AIA Best Practices**, Baltimore, Phoenix And Washington D.C., p.01-02, jan. 2007. Disponível em: www.aia.org/bestpractices_index. Acesso em: 13 jul. 2010.

BRETON, Philippe. **História da Informática**. São Paulo: Unesp, 1991.

CABRAL, Cláudia Piantá Costa. **GRUPO ARCHIGRAM, 1961-1974: Uma fábula da técnica**. 2001. 309 f. Tese (Doutorado) - *Departament de Composición Arquitectónica, Escola Tècnica Superior D'arquitectura de Barcelona*, ETSAB, Barcelona, 2001.

CAMPOS, Cláudia; RUSCHEL, Regina Coeli. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. TIC 2007: III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação da Construção Civil, Porto Alegre, p.01-09, 11 jul. 2007.

CARTANA, Rafael Prado. **Oportunidades e Limitações para bioclimatologia aplicada ao projeto arquitetônico**. 2006. 137 f. Tese (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Departamento Pós-arq., UFSC, Florianópolis, 2006.

CELANI, Gabriela. **CAD criativo**. 1ª. Campinas: Campus, 2003.

CIB - *International Council for Research and Innovation in Building and Construction*. "**STAND-INN Newsletter**". vol. 1 February 2007. Disponível em: <www.cibworld.nl/website/newsletter/0702/standinn.html>. Acesso em: ago/2007. 2007.

CLAYTON, M. J., JOHNSON, R. E., VANEGAS, J., NOME, C. A., ÖZENER, O. O., & CULP, C. E. (2008). **Downstream of Design: Lifespan Costs and Benefits of Building Information Modeling**. College Station: Texas A&M University.

CLARK, Roger H.; PAUSE, Michael. **Arquitetctura: temas de composición**. 2ª. México: GG México, 1996. 274 p.

COELHO, Sérgio Salles; NOVAES, Celso Carlos. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. VIII Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. São Paulo, p.01-07, 03-04 nov. 2008.

CRESPO, C.; RUSCHEL, R. C. **Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto**. In: III Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção Civil, 2007, Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 1-9.

DUARTE, Fábio. **Arquitetura e Tecnologias de Informação: Da Revolução Industrial à Revolução Digit 1ª**. São Paulo: Anablume, 1999. 197 p.

FABRÍCIO, Márcio Minto; MELHADO, Sílvio Burratino. **Fatores de competitividade e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios**. IV Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de produtos. Gramado, RS. 2003.

_____. **Impactos da tecnologia da informação no conhecimento e métodos projetuais**. TIC - Seminário de Tecnologia de Informação e Comunicação Na Construção Civil. Curitiba, p.37-47, 2002. Disponível em: <www.infohab.org.br>. Acesso em: 27 jun. 2010.

FERREIRA, Sérgio Le **Da Engenharia Simultânea ao Modelo de Informações de Construção (BIM): contribuição das ferramentas ao processo de projeto e produção e vice-versa.** II Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos Na Construção de Edifícios, Curitiba, 06 dez. 2007.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa.** 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 405 p.

GASPERINI, Gian Carlo. **Contexto e Tecnologia: O projeto como pesquisa contemporânea em arquitetura.** 1987. f. Tese (Livre Docência) - Departamento de Arquitetura, USP, São Paulo, 1987. Cap. 1.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLDBERG, H. Edward. **Software strategy: BIM comparison: how does BIM software stack up with the 3D model concept?"** CADalyst, jan. 2005. Disponível em: <http://findarticles.com/p/articles/mi_m0BLL/is_1_22/ai_n11836215/> Acesso em: 12 jul, 2010.

HAYNES, Dan. A TALE OF TWO EXHIBITS: A comparison of the CD301 and E202 BIM exhibits. **Pepe & Hazard LLP:** Construction Watch, Boston, v. 09, n. 03, ago. 2009. Disponível em: <www.pepehazard.com/>. Acesso em: 09 maio 2011.

HOWELL, Ian; BATCHELER, Bob. **Building Information Modelling two years later: Huge potential, some success and several limitations.** *The Lainserinletter*, 2004. Disponível em: <www.lainserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf>. Acesso: 11 jul. 2010.

INSTITUTE, Buckminster Fuller. **Biography.** Disponível em: <<http://www.bfi.org/>>. Acesso em: 11 jul. 2010

JUSTI, Alexander Rodrigues. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros: Relato de uma experiência. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p.01-13, maio 2008.

KHEMLANI, Lachmi. Top Criteria for BIM Solutions: AECbytes Survey Results. **Aecbytes Special Report**, 10 out. 2010. Disponível em: <www.aecbytes.com/feature/2007/BIMSurveyReport.html>. Acesso em: 23 ago. 2010.

KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: an introduction to its methodology** (2nd ed.). Thousand Oaks, CA, 2004. Sage.

KRYGIEL, Eddie; NIES, Bradley. **Green BIM: Successful Sustainable Design with Building Information Modeling**. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2008. 241 p.

KOWALTOLSKI, Doris Catharine Cornelie Knatz et Reflexões sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, n. 2, p.07-19, abr. 2006.

KRIPPAHL, Miguel. **O BIM e o CAD**. Disponível em: <bimbalhices.blogspot.com/2007/03/o-bim-e-o-cad.html>. Acesso em: 11 jul. 2010.

LAISERIN, Jerry. DESIGNER'S BIM: Vectorworks® Architect keeps design at the center of BIM process. **The Laiserinletter**, Georgia, Estados Unidos, n. 26, p.01-12, 10 mar. 2010. Disponível em: <http://www.laiserin.com/features/issue26/feature01.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2010.

_____. (2005) **Building Smarter: An Interview With Jerry Laiserin**. Disponível em: <<http://www.acm.org/ubiquity/>>. Acesso em: 11 jul. 2010.

LAWSON, Bryan. **How Designers Think: The Design Process demystified**. 3rd edition Oxford: Architectural Press, 1997. 315 p.

LEE, Ghang; SACKS, Rafael; EASTMAN, Charles M.. *Specifying parametric building object behavior (BOB) for a building information modeling system. Automation In Construction*, Amsterdam, n. 15, p.758-776, 28 jul. 2005.

LIU, Yu-Tung. **Defining Digital Architecture**. In: 2001 FEIDAD Award. Taiwan: Birkhäuser, 2000. Disponível em: http://www.nomads.usp.br/pesquisas/espacos_morar_modos_vida/hibridos/habitar_hibrido/interviews_traduc_mitchell.htm. Acesso em: 31 ju. 2011.

MACHADO, Silvana Rocha Brandão. **A contribuição da tecnologia na representação dos projetos de geometrias complexas**. Graphica: VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design, Curitiba, p.01-09, 2007.

MAHFUZ, Edson da Cunha. **Ensaio sobre a razão compositiva**. N/C Viçosa: UFV/ AP, 1995. 176 p.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 6a. edição São Paulo: Atlas S.a., 2009. 315 p.

MCGRAW-HILL Construction Inc. (org.). **The Business Value of BIM**. Estados Unidos, 2009. 52 p. Disponível em: www.bim.construction.com/research/. Acesso em: 09 maio 2011.

MCLUHAN, the official Site of Marshall. **Biography Full CV**. Disponível em: <http://www.marshallmcluhan.com/>. Acesso em: 11 jul. 2010.

MEDEIROS, Heloisa. Uma nova maneira de projetar e modelar. **Finestra**, São Paulo, v. 57, jun. 2009. Mens Disponível em: <http://www.arcoweb.com.br/tecnologia/bim-building-information-modeling-biblioteca-puc-rj-16-07-2009.html>. Acesso em: 9 maio 2011.

MELHADO, Sílvio Burrattino. **Gestão, Cooperação e Integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** 2001. 254 f. Tese (Livro Docência) - Departamento de Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo.

MENEZES, Alexandre Monteiro et **Comunicação Gráfica entre profissionais parceiros no projeto de edifícios, na era digit** Graphica: VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Curitiba, 2007.

_____. **Relação e comunicação entre o projeto de arquitetura e o projeto de estruturas na construção de edifícios, diante das novas tecnologias informáticas.** Belo Horizonte: Universidade FUMEC, 2008. 46 p.

MONTOYA, W. G. **Construção civil brasileira vive boa fase e crescerá 8,6% em 2011.** 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/03/construcao-civil-brasileira-vive-boa-fase-e-crescera-86-em-2011.html>>. Acesso: 30 mar. 2010.

NARDELLI, Eduardo Sampaio et **O Estado da Arte das tecnologias da informação e comunicação - TICs - e a realidade contemporânea da prática de projeto nos escritórios de arquitetura paulistanos.** São Paulo: Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2009. 108 p.

NARDELLI, Eduardo Sampaio; VINCENT, Charles de Castro. **Pesquisa revela como escritórios de arquitetura utilizam softwares.** AU Arquitetura e Urbanismo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/188/imprime155941.asp>>. Acesso em: 03 set. 2010.

NOME, Carlos Alejandro; CABIZUCA, Ludmila; GOULART Solange V. Goulart; PEREIRA Fernando O. R.; PEREIRA, Alice T. C. **BIM BR: Uma proposta de modelo para desenvolvimento e teste**

de processos e protocolos para uso de tecnologias BIM. Canela, ENTAC, 2010.

ÖZENER, Ozan Önder. **Studio Education for Integrated Practice using Building Information Modelling.** 2009. 342 f. Dissertação (Doutorado) - *Office Of Graduate Studies Of Texas A&M University*, Texas A&M University, College Station, 2009. Cap. 7.

PUPPO, Regiane Trevisan. Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte. **PARC - Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 3, n. 1, p.01-19, 2008. Disponível em: <www.miniweb.com.br/Atualidade/Tecnologia/vol1-n3-pupo.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2010.

ROCHA, Ana Paula. **Entidades setoriais e ABNT se unem para criar normativa para o BIM.** PINI Web, São Paulo, p.01-01, 06 jul. 2009. Disponível em: <www.piniweb.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/entidades-setoriais-e-abnt-se-unem-para-criar-normativa-para-143537-1.asp>. Acesso em: 03 jul. 2010.

SANTOS, Eduardo Toledo. **Tecnologia Orçamentária. Guia da Construção**, São Paulo, maio 2009. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/guia/habitacao-financiamento-imobiliariorio/94/entrevista-133084-1.asp>>. Acesso em: 12 jul. 2010.

SHEER, Sérgio et **Impactos do uso do sistema CAD geométrico e do uso do sistema CAD-BIM no processo de projeto em escritórios de arquitetura.** Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projetos Na Construção de Edifícios, Curitiba, 06 dez. 2007.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. 3a. edição. Florianópolis: UFSC/PPGEP/LED, 2001.

SOUZA, Livia Laubmeyer Alves de. **Diagnóstico do uso de BIM em empresas de projeto de arquitetura**. 2009. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Depart. de Pós-graduação em Engenharia Civil, UFF, Niterói, 2009. Cap. 5.

SILVA, Maria Angélica Covelo. **Termo de Referência. Grupo BIM**, São Paulo, p.01-21, 10 mar. 2008. Disponível em: <www.ngiconsultoria.com.br/download/termodereferencia_buil dinginformationmodeling.pdf>. Acesso em: 07 set. 2010.

SPERLING, David Moreno. **O projeto arquitetônico, novas tecnologias de informação e o museu Guggenheim de Bilbao**. II Workshop Nacional de Gestão do Processo de Projeto Na Construção Civil, Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.eesc.usp.br/sap/projetar/files/A038.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2010.

STOYANOV, Momchil. **Análise Lumínica Virtual de Elementos Construídos por Meio de Programação: Exemplo de Aplicação em Software do Tipo BIM**. Sigradi 2009, São Paulo, p.449-451, 2009.

TOBIN, John. Proto-Building: **To BIM is to Build**. AECbytes, 28 maio 2008. Disponível em: <www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>. Acesso em: 23 ago. 2010.

VIEIRA, S. **Como elaborar questionários**. São Paulo: Atlas. 159 p., 2009.

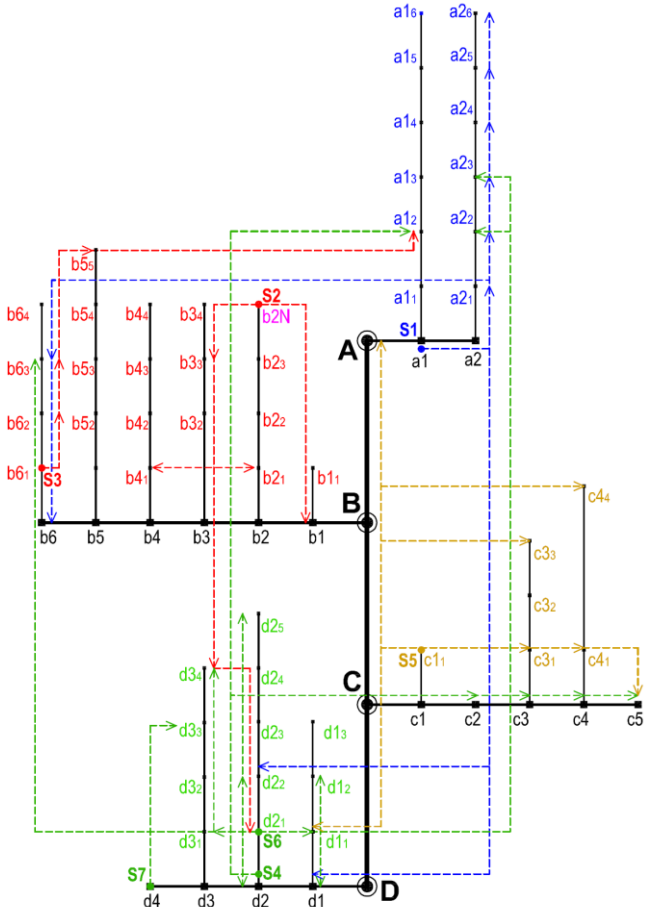
YIN, ROBERT K. **Case Study Research: Design and Methods**. Sage Publications, Sage Oaks. 4th ed, 219p., 2009.

APÊNDICES

6.3 RELATÓRIO EMPRESA A

Apêndice 1. Análise escritório A (Estudo Piloto).

local Seia Portugal	equipe 1 arquiteto	Com conhecimento anterior de BIM	implantação (2001) sem consultoria.	sistema ArchICAD
<p>legenda</p> <p>A: un. de contexto a1: un. de registro a11: palavras-chave S: pto. de inferência Métodos de projeto Plataforma BIM Implantação Uso efetivo Temas de fora do protocolo</p>				



Apêndice 2. Caracterização escritório e métodos de projeto.

Seia, Portugal.	cidade
Formação: mais de 10 anos Atuação do escritório: 10 anos.	tempo
1 arquiteto com parceiros externos atuando nas disciplinas complementares.	equipe
Institucionais, residenciais uni e multifamiliares, urbanismo.	projetos
Pessoas física e jurídica.	clientes
Desde 2001.	BIM

A

Q1- Como é o processo de desenvolvimento de projetos?

características	ferramentas e técnicas	E	S
Programa discutido com o cliente que muitas vezes não tem o próprio programa final definido. Definições de ocupação, custos, etc. Ainda não se discute a solução. Abordam-se densidades construtivas, soluções volumétricas, condicionantes diversos que ainda não dão lugar a desenhos. Estes, quando aparecem, são em nível de diagramas e volumes 3D.	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentas de comunicação: <i>Skype</i>, email, telefone, reuniões. - Sistema operacional: MAC. - Renderizações e tratamento de imagens: <i>Atlantis</i>. - Documentos diversos: Office - Legislações municipais - Memoriais descritivos e justificativos 	programa base	S1
Início dos desenhos com o intuito de explorar idéias. Engloba conceitos e estudo de leis nas escalas de 1/100, 1/200. Começo dos esboços digitais. Pouco uso de croquis. O arquiteto afirma partir direto para o <i>software</i> BIM, pois procura testar logo soluções geométricas, distribuições de espaço e diferentes opções com alto nível conceitual. O retorno disso acaba sendo respostas em nível de custo que os esboços e croquis manuais geralmente não dão. Apresentação de orçamentos e quantitativos extraídos do modelo. Simulações de insolação e desempenho térmico.	<ul style="list-style-type: none"> - Croquis manuais 2D (poucos). - <i>Software</i> de projeto: <i>ArchiCAD</i> - Legislações municipais - Memoriais descritivos e justificativos simples. - Orçamentos m², m³. 	estudo prévio	
Caracterizado como sendo um projeto mais magro em termos de informações. Por isso o escritório o desenvolve em conjunto com a execução. A decisão tem a ver com o tipo de ferramenta usada e com a coerência que se pretende na documentação de obra.	<ul style="list-style-type: none"> - Ferramentas de comunicação - <i>Software</i> de projeto: <i>ArchiCAD</i> - Legislações municipais - Memoriais descritivos e justificativos para aprovação. 	licenciamento e	S1

<p>- Projeto de informação prévia: Submetido às entidades de licenciamento para o caso de eventualmente ser necessária alguma informação por parte das entidades municipais antes de uma definição em nível de projeto. Na execução avança com informações mais maduras que ainda não seriam pró-prias do Licenciamento. É o que vai pra obra.</p>	<p>- Orçamentos e quantitativos mais amadurecidos extraídos do modelo.</p>	<p>execução</p>	<p>S1</p>
<p>É feito acompanhamento direto pelo arquiteto.</p>	<p>São usadas as ferramentas de projeto e de comunicação.</p>	<p>obra</p>	
<p>- Edição de imagens e elaboração de vídeos e animações com caráter de apresentação. Muito usados em concursos públicos (onde são apresentadas soluções em nível de estudo prévio).</p>	<p>- Blogspot - Software de projeto: <i>ArchiCAD</i> - Renderizações e tratamento de imagens: Atlantis. - Memoriais descritivos e justificativos para documentação. - Orçamentos e quantitativos.</p>	<p>finalização</p>	
<p style="text-align: center;">documentos manipulados</p> <p>Contratos com clientes, propostas de trabalho, memoriais descritivos e quantitativos, orçamentos, documentos de projeto (plantas, cortes, fachadas, imagens), informações trocadas por <i>email</i> ou em reuniões que são arquivadas. Não faz maquetes físicas.</p>			<p>S1</p>
<p style="text-align: center;">gerenciamento</p> <p>Sendo um escritório de apenas um arquiteto, o gerenciamento é baseado em um sistema de pastas do Finder do Mac.</p>			
<p style="text-align: center;">legislações municipais</p> <p>Existem legislações específicas para vários tipos de construção, por exemplo, uma escola, um hospital, etc. São diferenciadas para os vários tipos de construção e, portanto já existe certa automatização do processo para garantir que mais adiante aquele projeto já estará bem sintonizado no nível das normas existentes.</p>			
<p>a1*. a2. d2(d22)</p>			<p>UT</p>
<p>A a2 Q2- Como é feita a interface com outras disciplinas?</p>			
<p style="text-align: center;">parceiros</p> <p>Tentativa de se manter os mesmos parceiros de longa data. Ainda assim, não houve adoção de BIM por outros profissionais, à exceção do escritório de estruturas, que faz o modelo estrutural em ArchiCAD e entrega para compatibilização.</p>			<p>S1</p>
<p style="text-align: center;">comunicação</p> <p>Geralmente o projeto arquitetônico é desenvolvido e repassado aos outros profissionais. As demais disciplinas são então desenvolvidas em cima da arquitetura e o projeto retorna ao arquiteto. Esse ciclo é contínuo até que o processo se encerre.</p>			

<p>Alguns sistemas são possíveis de serem importados e o projeto é desenvolvido em um único modelo, mas nem sempre funciona dessa forma.</p>	<p>compatibilização</p>
<p>Existem as normas ISO em Portugal, mas não são obrigatórias nem mesmo em CAD, cada escritório desenvolve e adota o seu próprio padrão de desenho e classificação. Nem mesmo os clientes obrigam que sejam adotadas quaisquer normas.</p>	<p>padronização</p>
<p>Independente da plataforma ou do software. Está mais relacionado à experiência do profissional. O profissional acredita que independente do sistema empregado no desenvolvimento, o projeto deve estar na cabeça do arquiteto o máximo possível. O retrabalho se relaciona com a experiência do profissional em conseguir relacionar mentalmente que desenhos e problemas serão afetados com uma mudança.</p>	<p>retrabalho</p>
<p>São usadas na interface com os demais profissionais as ferramentas de comunicação - email, Skype, telefone, reuniões presenciais e a distância, etc - em conjunto com aquelas usadas no desenvolvimento dos projetos por meio de troca de arquivos.</p>	<p>ferramentas</p>
<p>O entrevistado relata que a melhoria em termos de interface com outras disciplinas se relaciona com a adoção de protocolos de comunicação ainda pouco difundidos em um contexto mais amplo. Enquanto isso não acontece, fica o cuidado em assegurar que as informações sejam recebidas e lidas tal como foram geradas.</p>	<p>interoperabilidade</p>
<p>a1. a2. b6 (b63)</p>	<p>UT</p>

* As unidades temáticas em negrito, representam o início das falas em cada sequência.

Apêndice 3. Plataforma BIM em geral.

<p>B</p>	<p>Q3- Como conheceu a plataforma BIM?</p>
<p>Decisão de investigar um sistema computacional que permitisse projetar e não apenas desenhar. Que fosse de projeto e não apenas de representação. Conheceu através dessa investigação própria e por meio de colegas que já usavam o sistema. A principal diferença é entre projeto e desenho.</p>	<p>conhecimento . diferenças</p> <p>S2</p>
<p>B</p>	<p>Q4- Fatores que despertaram ou despertam o interesse</p>
<p>Despertou o interesse um sistema computacional que permitia a modelagem paramétrica e o desenvolvimento tridimensional dos projetos. De fato um avanço diante do lápis e da prancheta.</p>	<p>inovação . qualidade projetual forma de projetar . diferenciais</p> <p>S2</p>

B	Q5- Fatores que motivam ou motivaram a mudança	método de projeto
	Busca por sistema que dinamizasse a maneira usada até então no desenvolvimento dos projetos (à mão), e que não fosse como o CAD*, que permitia pouco avanço frente ao lápis em termos de desenvolvimento.	S2
	*Neste caso, CAD refere-se ao AutoCAD ou <i>software</i> similar, e não à plataforma CAD.	
	b1. b2N. b21. b33. b41. d21. d34	UT

B	Q6- Problemas que se espera encontrar	sair do CAD interoperabilidade
	Os problemas não dizem respeito à troca de plataformas, pois não era usuário CAD. O entrevistado coloca que os problemas de interoperabilidade independem do sistema operacional ou da plataforma, e são os mesmos que ainda existem mesmo com o CAD. Ou seja, o BIM não introduziu nenhum novo problema. As dificuldades dizem respeito ao fato de diferentes profissionais usarem sistemas diferentes, mais ou menos adequados para cada área. Por isso a solução ainda reside na adoção de protocolos de comunicação, de produção geral, de produção de <i>layers</i> , de “canetas”, etc. De conhecer como cada profissional precisa receber os desenhos e investir um tempo organizando a informação a ser fornecida. São problemas que qualquer escritório que usa informática vai encontrar muitas vezes até usando o mesmo <i>software</i> .	S2
	Hoje os problemas residem na resistência de outros profissionais adotarem e não terem a maturidade em termos de arquitetura necessária para, além de manipularem a ferramenta com qualidade, fornecerem as respostas técnicas que o projeto demandará em um momento adiantado no caso dos modos tradicionais de projetar.	
	b61. a12. b62. b63. b55. d13	UT

Apêndice 4. Forma de implantação.

C	Q7- Como foi o processo de transição?	planejamento implantação
	A mudança constou na adoção de uma ferramenta computacional que antes não era usada. Não na substituição de uma ferramenta por outra. Anteriormente os projetos eram feitos na prancheta com o auxílio de programas de modelagem 3D para apresentação final do projeto e desenvolvimento de maquetes digitais. Esses programas auxiliavam, mas não eram usados no desenvolvimento propriamente dito. Com o aumento da demanda interna e com os avanços da tecnologia nesse sentido, os processos manuais ficaram insuficientes impulsionando a busca pelo melhor sistema computacional que permitisse a melhoria da fase de desenvolvimento.	S4
	d2. a12. c2. c3. c4. c5	UT

<p>Neste caso não houve o processo de transição de CAD para BIM em termos de sair do CAD. Houve a escolha do arquiteto, que trabalha sozinho na concepção arquitetônica, por nunca adotar o CAD acreditando que fazia o mesmo que a prancheta, por ele denominado prancheta digital. Por isso a equipe nesse caso seriam os consultores externos, com os quais a transição vem acontecendo de maneira gradativa.</p>	<p>CAD equipe envolvida</p>
<p>Não houve auxílio de consultorias. Depois de trabalhar seis meses em um escritório que utilizava o ArchiCAD, o arquiteto adquiriu conhecimentos suficientes para se lançar sozinho na integração desta ferramenta nas metodologias projetuais. A frequência regular na ArchiCad Summer School em Nottingham, aliada ao uso intensivo de fóruns (principalmente o archiTalk), permitiram-lhe alargar consideravelmente os horizontes. O fato de ensinar ArchiCad em um ambiente Universitário também fez com que desenvolvesse mais as competências e respectivo apoio teórico. Os custos foram em termos de melhoria de máquinas e de aquisição de programas.</p>	<p>treinamento consultoria custos</p>

S5

C Q8-Qual o critério de escolha e de uso do software BIM adotado?

<p>- Com o exemplo de colegas de profissão que começavam a usar o ArchiCAD, foi adotada essa ferramenta que, na época, era uma das mais difundidas. Naquele momento não havia outras opções. Em 2002 o Revit foi lançado. Em 2000 existia o Microstation e o Vectorworks, mas não eram opções de qualidade ainda. Naquele momento foi vantajoso também, o fato de o ArchiCAD ser multiplataforma e, portanto, não demandar uma rigidez com relação ao Windows. Atualmente, o Revit também já se encontra mais presente naquele mercado. O entrevistado acredita não haver domínio de mercado de nenhuma das opções BIM e sim, do AutoCAD, que ainda representa maioria absoluta.</p>	<p>critérios de escolha</p>
<p>São mais de 100 projetos desenvolvidos em BIM. O arquiteto não faz muitas relações entre a tecnologia e possíveis mudanças na maneira de projetar. Para ele, o modo de o arquiteto conceber um projeto não deve sofrer mudanças, pois na cabeça do arquiteto, aquele projeto já é tridimensional e a maior parte dos problemas surge com o amadurecimento da idéia projetual.</p>	<p>experiência</p>

S5

c11. A. c3(c31, c33) . c4 (c41,c44) . c5. d11 UT

Apêndice 5. Uso efetivo de BIM.

D d1	Q9 - Descrição da experiência no uso de BIM	Nº de projetos	
	Todos os projetos desde 2001 (mais de 100).		S6
D d2.d3	Q10 - Mudanças decorrentes da modelagem 3D em BIM		
	<p style="text-align: right;">no processo de projeto</p> <p>Não considera que a ferramenta altera o processo de projeto. Ainda assim, considera que antecipou a tomada de decisões, evitando falhas e permitindo a descoberta de problemas em fases mais preliminares do projeto.</p>		
	<p style="text-align: right;">na relação com os parceiros</p> <p>O arquiteto exemplifica avanços entre seu escritório e o escritório de cálculo estrutural. Ele relata que desde 2007, os profissionais passaram a fornecer mutuamente os próprios modelos de trabalho. Chegou-se ao comum acordo da necessidade de que os projetos desenvolvidos deveriam ser lidos pelo software de projeto de arquitetura.</p> <p>Os projetos continuaram a ser desenvolvidos nos programas de cálculo já usados, mas os modelos passaram a ser exportados em uma extensão passível de ser importada pela arquitetura e o contrário também. Assim a estrutura está sempre com a arquitetura atualizada e vice-versa, o que basicamente reduziu os erros de compatibilidade entre engenharia e arquitetura para zero.</p> <p>No caso da hidráulica, o arquiteto relata que estão no mesmo caminho e que, em questão de tempo, estarão na mesma sintonia que a estrutura. Isso demanda também que se tenham clientes suficientes para se justificar o investimento desses profissionais em adotar a nova metodologia de trabalho. O passo inicial é sempre do arquiteto mesmo, pois é ele quem está a garantir e se preocupar que as coisas sejam bem coordenadas.</p>		
	<p style="text-align: right;">na relação com os clientes</p> <p>Promoveu melhorias principalmente na relação com o cliente que, agora independente de conhecimento técnico de arquitetura ou de engenharia, consegue visualizar e entender os problemas de projeto juntamente com as soluções propostas.</p> <p>Permite a participação e o envolvimento mais efetivos. Agora o cliente tem maior conhecimento do que está sendo projetado e participa mais. Isso aumentou também a sua intervenção no projeto. Antes ele aprovava sem saber o que estava aprovando.</p>		
	<p style="text-align: right;">outros</p> <p>Além do relato de a visualização dos problemas de projeto ter antecipado as fases mais avançadas do processo, e da maior participação do cliente, o entrevistado reforça a mudança necessária em termos da experiência do arquiteto que, diante desse cenário, se torna cada vez mais imprescindível em termos técnicos.</p>		S6
.....			
d21. d11. d2. d34. d22. b63. a23. a22. d12. d25. d31. d1			UT

D d4**Q11 - Exemplos de simulações feitas no escritório**

São feitas simulações de incidência solar e de comportamento térmico. O entrevistado relata que tais simulações só fazem sentido quando integradas no fluxo de trabalho, ou seja, que seja possível verificar performances ao longo do desenvolvimento, e não apenas no início e no fim.

d4. d33

S7
UT

6.4 RELATÓRIO EMPRESA B

Apêndice 6. Análise escritório B.

local	equipe	Com conhecimento anterior de BIM	implantação	sistema
São Paulo Brasil	60 arq + 20 func.		(2005) com consultoria.	Revit

The diagram illustrates a grid system with points labeled a1 through a16 (top), b1 through b6 (middle), c1 through c5 (right), and d1 through d4 (bottom). A central vertical axis is marked with points A, B, C, and D. Various markers S1 through S8 are placed at specific grid intersections. The diagram is overlaid with several dashed boxes: a blue dashed box on the right side, a red dashed box in the center, a green dashed box at the bottom, and a yellow dashed box on the right side. Arrows indicate directions and relationships between points.

legenda

A: un. de contexto | a1: un. de registro | a11: palavras-chave | S: pto de inferência | Métodos de projeto | Plataforma BIM | Implantação | Uso efetivo | Temas de fora do protocolo

Apêndice 7. Caracterização escritório e métodos de projeto.

São Paulo, Brasil.	cidade
Formação: mais de 10 anos Atuação do escritório: Desde 1962.	tempo
60 arquitetos e outros 20 funcionários de áreas diversas.	equipe
Institucionais, comerciais, residenciais uni /multifamiliares, urbanismo, interiores.	projetos
Pessoas física e jurídica.	clientes
Desde 2005	BIM

A a1

Q1- Processo de desenvolvimento de projetos

características	ferramentas e técnicas	E	S
Etapa conduzida pelo departamento de estudo de viabilidade (EV) diretamente ligado à diretoria e às equipes de 3D. Saem informações de concepção e de conceito iniciais que geram como produto final, a proposta financeira e o contrato final.	-SketchUp: conceito inicial -AutoCAD / Revit: documentação -3DStudio Max: muito usado na finalização de cada etapa.	EV	
Início da participação das equipes de projeto da qual sai a concepção inicial amadurecida junto com apresentação.	-SketchUp -AutoCAD-Revit: Desenvolvimento -3DStudio Max	EP	
Fase do desenvolvimento onde o projeto ganha autonomia nas equipes específicas. Diretoria participa menos.	-SketchUp -AutoCAD / Revit	AP	
Etapa iniciada quando o projeto já está totalmente aprovado. Gera os documentos que são utilizados para grande parte da obra. Essa etapa é anterior ao Detalhamento.	-SketchUp -AutoCAD / Revit -Gerenciamento: SADP, FTP, etc. -Documentação: PLT -Ferramentas de comunicação.	PE	
Produção acelerada e projeto com alto nível de definição. São realizados documentos complementares ao Executivo.	-SketchUp -AutoCAD / Revit -Gerenciamento: SADP, FTP, etc.	DET	
Etapa feita dependendo do tipo de contrato. Relacionada à documentação e à finalização.	-SketchUp -AutoCAD / Revit -Gerenciamento: SADP, FTP, etc.	obra - AB	S1
a11. d22. a12. D			
gerenciamento			
A cada equipe é delegado um ou mais projetos, que serão por ela gerenciados do começo ao fim. A diretoria participa mais ativamente no início do processo e depois a participação se torna mais pontual na conclusão de cada etapa.			
equipes			
O escritório dispõe de equipes de produção, de 3D, e também de estudo de viabilidade (EV). A equipe de estudo de viabilidade é a única que trabalha diretamente com a diretoria e com as equipes de 3D, já no início dos projetos tendo, portanto, contato com todos os projetos que passam pelo escritório. As equipes de produção possuem coordenador, arquitetos, estagiários associados às engenharias e outras disciplinas.			
S1			

<p>O entrevistado caracteriza o processo de projeto como sendo composto de etapas que já estão fadadas a sofrerem mudanças, pois seguem uma lógica característica do CAD e de um processo de produção já instalado de acordo com o funcionamento do mercado. Mas afirma já estar sofrendo mudanças com o uso do BIM.</p>	<p>outros UT</p>
--	-----------------------------

A a2 Q2- Como é feita a interface com outras disciplinas?

<p>É pequeno o poder de decisão na escolha das disciplinas. Geralmente as outras disciplinas são indicações do próprio cliente. Dificilmente o escritório indica parceiros, a menos que isso seja solicitado.</p>	<p>parceiros UT</p>
---	--------------------------------

<p>A comunicação com a obra se relaciona muito com a escala do projeto. Quanto maior a obra, menor a comunicação, pois maior é a tendência de haver um administrador intermediando. Acontece quando solicitado em contrato. Já a comunicação com os parceiros é feita inteiramente por meio de troca de arquivos 2D, com comentários multilaterais, até finalizarem as etapas. Reuniões presenciais são evitadas em uma tentativa de se estabelecer que o processo seja o mais virtual possível, mas acontecem por demanda. O processo se inicia com a arquitetura enviando as bases aos complementares, que lançam seus projetos e devolvem para a arquitetura em um ciclo que vai até a finalização das etapas (...).</p>	<p>comunicação UT</p>
---	----------------------------------

<p>(...) É feita a compatibilização que gera os comentários que são novamente enviados aos complementares que, por sua vez, fazem as revisões e retornam novamente à arquitetura. Esse ciclo é contínuo e se finaliza em cada etapa. Finalizada a etapa, o ciclo se reinicia na etapa seguinte e é assim até a conclusão do processo. Nessa troca são usados o SADP e o FTP como repositório comum de arquivos. Também com o objetivo de dinamizar a tarefa da compatibilização, estão sendo feitos testes iniciais no Revit entre arquitetura, estrutura e ar-condicionado com MEP. Mas grande parte ainda é feita manualmente, dentro das equipes de produção (...).</p>	<p>compatibilização UT</p>
--	---------------------------------------

<p>(...) Ainda há muito retrabalho. Depende menos de BIM e mais da gestão e da coordenação. Mas o arquiteto considera que isso sempre vai existir, a questão é o quanto de retrabalho está acontecendo, de acordo com a tecnologia usada. Hoje, considera que o retrabalho ainda é alto tendo em vista o uso de BIM, mas a tendência é que diminua com o tempo.</p>	<p>retrabalho S3 UT</p>
---	---

<p>Os padrões de desenho e de representação seguem as diretrizes da ISO decorrentes da certificação que a empresa possui. Mas essa padronização também se referencia em outras normas, como ASBEA e ABNT, que geraram o padrão do escritório já estabelecido no histórico da empresa e consolidado no mercado.</p>	<p>padronização S4 UT</p>
--	---

Apêndice 8. Plataforma BIM em geral.

B b1. b2	Q3- Como conheceu a plataforma BIM?	conhecimento geral	
<p>Foi um dos primeiros escritórios do mercado a adotarem o AutoCAD, em meados dos anos 80, o que vem se repetindo com o BIM. O conhecimento inicial segue a mesma lógica do CAD. Possui consultores e equipe de TI responsáveis por manter a atualização nesse setor e, ainda, um bom entrosamento com parceiros, clientes e amigos, que fazem a informação girar de maneira rápida. Portanto, o conhecimento veio por meio de uma atualização natural de escritórios e empresas ativas no mercado. Acredita que a sigla BIM já é inclusive um pouco gasta. Talvez aqui no Brasil seja uma novidade, mas lá fora outras siglas vêm ganhando nichos específicos além do BIM em si, que acaba sendo muito genérico. Aqui, a sigla vem sendo adotada como bandeira de uma forma que o entrevistado se mostra desfavorável, pois quando se começa a aprofundar no assunto, percebe-se que muitas coisas não fazem sentido. O entrevistado acredita que o uso da sigla BIM é mais válido para marcar uma época em que as mudanças na tecnologia, do mercado de AEC, se intensificaram.</p>			S1
c11. c3. b11			UT
diferença de outras ferramentas			
<p>As diferenças são em várias faces: no psicológico do funcionário, nas máquinas usadas, na parte técnica e produtiva, na parte contratual, etc. Todas as esferas são muito importantes, mas o que realmente intriga é o projetar. É realmente preciso outra cabeça, outra lógica de projeção. No ambiente interno da empresa o que se comenta, é que essa mudança é realmente mais drástica agora do que foi na troca do papel pelo CAD, pois, naquele caso, a ferramenta possibilitou que se tirassem infinitas cópias e que se replicassem infinitos arquivos. Por mais que isso também tivesse representado um aprofundamento em termos de desenvolvimento, o que continuava a ser desenhado eram linhas. Agora é completamente diferente, primeiro se constrói o projeto em um ambiente virtual, para depois extrair as representações. Inverso ao processo tradicional no qual um pseudo-projeto era criado com base em representações.</p>			S7
b11. b4. b21			UT
B b3.b4	Q4- Fatores que despertaram ou despertam o interesse	inovação	
<p>Mais por inovação que por necessidade, pois uma inovação não necessariamente advém de uma necessidade. A necessidade de uma tecnologia é portanto, relativa se pensarmos que isso demanda um investimento. Muitas vezes opta-se por não alterar uma estrutura corrente que dá bons resultados pra trocar por um risco desconhecido, uma característica típica das tecnologias. Há uma tendência em segurar um pouco os investimentos no sentido de não mexer em uma estrutura que está ganhando. Mas, nesse caso, assumiu-se o risco do investimento mantendo o foco que o retorno virá em longo prazo. Por ser uma empresa de cinquenta anos de mercado, acaba havendo a busca por mudanças sólidas que garantam a estabilidade que é refletida nas obras. No caso do BIM, o arquiteto afirma ter certeza de que a mudança é inevitável. A questão é saber quando seria</p>			S5

Apêndice 9. Forma de implantação.

C c1.c2.c3.c4.c5	Q7- Como foi o processo de transição?	
<p align="right">transição</p> <p>É um processo infinito. Acredita que não vai haver um processo 100% BIM, a idéia do BIM como um processo 100% parametrizado vem de antes. A diferença é que ele vem agregar outras ferramentas mais completas, mas que não necessariamente vai estar 100% em algum dia. Trata-se de quão paramétrico um escritório é.</p>		
<p align="right">implantação consultoria planejamento</p> <p>A implantação do Revit vem sendo feita há cinco anos com suporte de consultores especializados, além do apoio técnico da própria empresa desenvolvedora. Neste último ano (2010) foi que começou a deslanchar de uma forma que se relaciona muito com a realidade do Brasil. Considera que nosso país está em torno de quatro anos atrás das realidades européia e americana, de forma que o processo está apenas se repetindo aqui. Estamos correndo atrás do prejuízo de um processo que já começou há muito tempo.</p>		S2 UT
<p align="right">b11. c11. c33. c2</p>		
<p align="right">custos</p> <p>Ainda não foi possível quantificar de maneira substancial a mudança (...). - Investimento alto em termos de máquinas. Hoje todas as máquinas tem no mínimo 8G de memória, com processador i7 agregado à melhoria nas placas de vídeo também. Próxima mudança planejada: memória de 16GB.</p>		
<p align="right">CAD</p> <p>(...) Atualmente o objetivo está sendo basicamente, viabilizar um projeto em Revit, ainda nos moldes CAD para apurar as diferenças entre um sistema e outro e assim ver como isso vai afetar, por exemplo, os honorários. Ainda assim, o primeiro projeto desenvolvido 100% em Revit já foi finalizado.</p>		
<p align="right">equipe envolvida treinamento</p> <p>Foi selecionada uma equipe que se voltou exclusivamente para os testes em Revit e em outros programas. Essa equipe hoje trabalha em um departamento de implementação do BIM. São feitas reuniões periódicas para acompanhar o desenvolvimento, a absorção do sistema e reportar os resultados, com os coordenadores dessa equipe.</p>		S5 UT
<p align="right">c11. c42</p>		
C c3.cN	Q8-Qual o critério de escolha e de uso do software BIM adotado?	
<p align="right">critérios de escolha</p> <p>A escolha do software considerou a praticidade decorrente da “escola” AutoCAD que influencia no aprendizado, além da crença de no momento atual, ser esta a melhor ferramenta para responder os objetivos internos. Ainda assim estão abertos a mudar toda a plataforma caso surja uma opção melhor.</p>		S8

<p>O Revit vem sendo testado em todas as etapas inicialmente em substituição ao CAD e em conjunto com o SketchUp.</p>	<p>forma de uso</p>
<p>É um critério importante na escolha do <i>software</i> pensar na capacidade das máquinas. Existe uma vertente que diz que o Revit está deslanchando em termos de acessibilidade as máquinas disponíveis e que o programa estava aguardando já há algum tempo pra ser usado, por não haver máquinas. O entrevistado não sabe afirmar a veracidade dessa informação, mas afirma ser necessária sim uma característica mínima em termos de máquina para o bom funcionamento.</p>	<p>custos</p>
<p>.....</p>	<p>S8 UT</p>

c31. c33. b64

Apêndice 10. Uso efetivo de BIM.

<p>D d1</p>	<p>Q9 - Descrição da experiência no uso de BIM</p>
<p>Hoje 40% de todas as equipes estão usando Revit. De um ano pra cá os projetos começaram a sair Revit do escritório, alguns com mais sucesso, outros com menos. Ainda não há um projeto edificado em que todo o processo interno de desenvolvimento tivesse sido feito em Revit. Desde o início foram cinco projetos de grande escala em andamento, dos quais três serão construídos, e os outros dois vêm servindo de base de estudo e ensaio de compatibilização, com Revit MEP. Esses números são característicos da tipologia do escritório, que lida com projetos de grande escala e, realmente demoram mais e consomem muita equipe. Mesmo não tendo sido edificados, esses projetos servem de base para o início dos demais. Trata-se de uma residência que foi desenvolvida até o detalhamento e representou um grande aprofundamento, inclusive com ensaios em Revit MEP, para testes de compatibilização. O próximo passo é a tendência de que todos os novos projetos se iniciem em Revit.</p>	<p>experiência</p>
<p>O aprendizado vem sendo diário. Em uma das reuniões de <i>feedback</i>, foi frisado que os funcionários estão trabalhando mais que trabalhavam com CAD, porém com uma motivação e uma satisfação muito maiores. O arquiteto relata que mesmo trabalhando mais, os funcionários hoje estão com um sorriso no rosto que não havia antes.</p>	<p>aprendizado</p>
<p>D d2.d3</p>	<p>Q10 - Mudanças decorrentes da modelagem 3D em BIM</p>
<p>A modelagem tridimensional proporciona mais discussões em arquitetura, pelo fato ser maior o número de elementos de arquitetura que aparecem para serem discutidos. O entrevistado ilustra esse raciocínio usando a escala dos desenhos como exemplo. Determinados elementos simplesmente são pequenos</p>	<p>processo de projeto</p>

S7

S7

<p>quadrados, dependendo da escala. Você precisa do detalhamento pra entendê-los. Na projeção tridimensional isso muda. Desde muito cedo já são visíveis os encontros de vigas com pilares, pilares com paredes, paredes com caixinhos, paredes com forros, forros com luminárias e assim por diante.</p> <p>O arquiteto entra nos pormenores do projeto bem antes. Uma das mudanças mais imediatas, diz respeito à dinâmica do processo de projeto em si, desenvolvido no escritório. As etapas pelas quais os projetos são desenvolvidos ainda seguem uma lógica CAD. A principal mudança é que em CAD o processo é muito mais homogêneo quando se considera todas as etapas, e em BIM há um insuflamento nas etapas iniciais que diminui conforme o projeto vai sendo avançado. Ou seja, anteprojeto e estudo preliminar inflam muito, executivo e detalhamento desinflam.</p>	
<p>interface</p> <p>O número de interferências identificadas em anteprojeto é absurdo. Principalmente com o uso de MEP. A modelagem 3D sempre existiu, mas a projeção 3D palpável e passível de ser visualizada com alto nível de informações de arquitetura é novidade.</p>	<p>S7 UT</p>
<p>b4. c2. d1</p> <p>parceiros . autoria</p> <p><i>Network:</i> A interatividade é alterada no sentido do compartilhamento não apenas do arquivo, mas da ferramenta em si que muda a relação entre os parceiros. Questão de contratos: o arquivo é pertencente a uma pessoa? Quem possui esse arquivo? Quem detém a autoria disso? São questões jurídicas que interferem em decisões contratuais. A ferramenta torna o processo muito mais universal e isso também muda a relação com os parceiros.</p>	<p>S6 UT</p>
<p>problemas</p> <p>Sem dúvida o Revit precisa ser “tropicalizado”, ser customizado de acordo com as necessidades internas. Há que se entender qual o padrão brasileiro de BIM. Como estão inseridos os fabricantes, os produtos, as normas, a ABNT, a organização do próprio arquivo.</p>	<p>S6 UT</p>
<p>compatibilização</p> <p>O entrevistado relata que os testes com o Revit MEP possibilitaram diferenças muito positivas em termos de visualização de interferências (compatibilização). Ele ressalta que o número de interferências identificadas foi absurdo. Coisas que só seriam vistas em etapas mais adiantadas e foram percebidas no anteprojeto. Ou seja, muitas interferências já foram apontadas no anteprojeto, portanto muitas respostas têm que ser dadas já no anteprojeto. Por isso o anteprojeto é uma etapa que infla bastante.</p>	<p>S8</p>
<p>D d4 Q11 - Exemplos de simulações feitas no escritório</p>	
<p>Utopia ainda. Há o desejo de incluir mais informações nesse aspecto, nas etapas preliminares. Foram feitos testes, mas não obtiveram resultados satisfatórios talvez pelo fato de ainda não ser exigência do mercado. Ao mesmo tempo é exigência do mercado a partir do momento que o produto gerado é de melhor qualidade. Portanto, isso ainda demanda maiores definições.</p>	<p>S8</p>

No momento está sendo testado o Revit MEP, conforme mencionado. O Revit foi definido como o software BIM básico do escritório. Mas em paralelo também são usados outros sistemas parametrizados que acabam se mostrando melhores para outros propósitos. Por exemplo, podem não ser tão úteis na documentação, mas melhores que o Revit em algum outro ponto específico. Escolhido pela cultura Autodesk que já existe internamente. Suporte das empresas proprietárias foi considerado.

comentários adicionais

Há uma tentativa de se gerar grupos de estudos e reuniões de discussões que tenham como objetivo orientar a solução dos problemas mencionados com relação a customização e adaptação da ferramenta para as nossas necessidades. No sentido de, em conjunto, saber como projetar o próprio arquivo antes de projetar o projeto. A empresa tem participado dessas comunidades o máximo possível e o momento é esse: de troca de experiências.

S8

c31. c33. b64. d4

UT

*As questão13 não se aplicam a esse escritório.

6.4.1 Exemplos de projetos fornecidos pela empresa

6.4.1.1 Projeto Residencial Unifamiliar

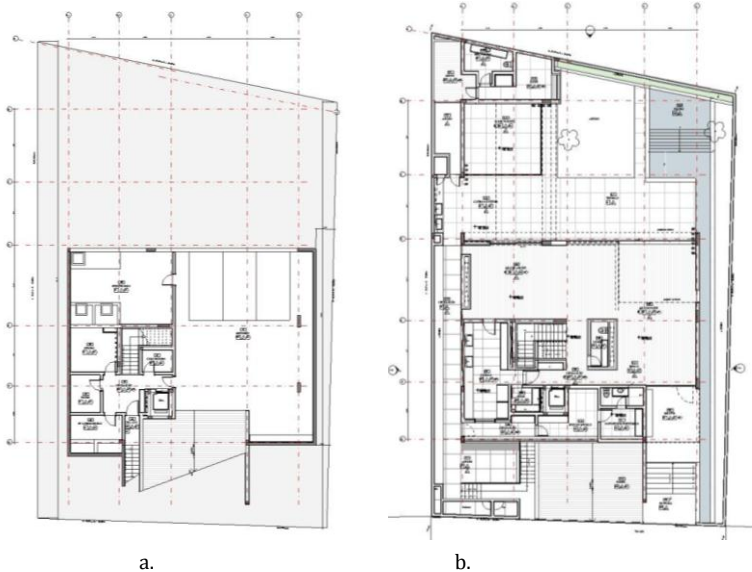
Exemplo de projeto feito pela empresa, todo modelado em Revit com detalhes de objetos parametrizados, como a cortina vegetal da fachada.



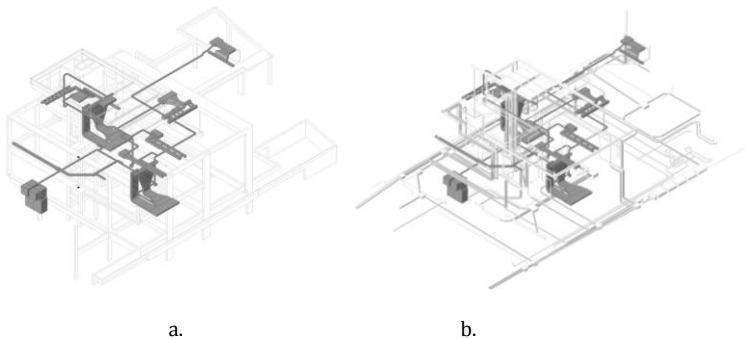
a. b.
Figura 21. Residência Unifamiliar, em Revit. (a) Perspectiva renderizada, (b) Planta. Fonte: Cedida pela empresa.



a. b.
Figura 22. Residência Unifamiliar projetada em Revit. (a) Perspectiva internada renderizada, (b) Corte perspectivado renderizado. Fonte: Cedida pela empresa.



a. b.
Figura 23. Residência Unifamiliar projetada em Revit. (a) Planta subsolo, (b) Planta pavimento térreo. Fonte: Cedida pela empresa.



a. b.
Figura 24. Residência Unifamiliar projetada em Revit. Testes com Revit MEP. (a) Ar condicionado e Estrutura, (b) Ar condicionado e elétrica. Fonte: Cedida pela empresa.

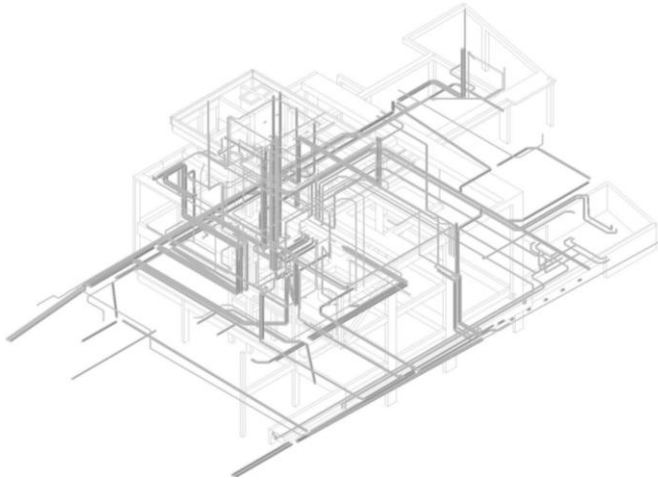


Figura 25. Residência Unifamiliar em Revit com MEP. Estrutura e Hidráulica. Fonte: Cedida pela empresa.

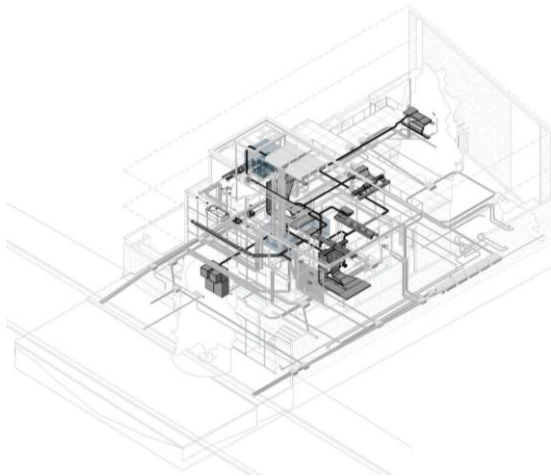


Figura 26. Res. Unifamiliar projetada em Revit MEP. Arquitetura, Ar condicionado, Hidráulica, Elétrica e Topografia. Fonte: Cedida pela empresa.

6.4.1.1 Edifício Comercial



Figura 27. Edifício comercial em Revit. Perspectiva externa renderizada em 3Dmax. Fonte: Cedida pela empresa.



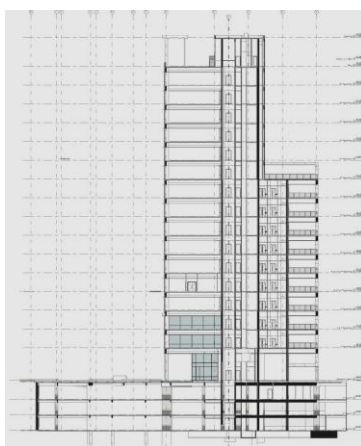
Figura 28. Edifício comercial projetado em Revit. Corte perspectivado. Fonte: Cedida pela empresa.



Figura 29. Edifício comercial projetado em Revit. Pavimento tipo renderizado. Fonte: Cedida pela empresa.



a.



b.

Figura 30. Edifício comercial projetado em Revit. (a) Estrutura, (b) Corte. Fonte: Cedida pela empresa.

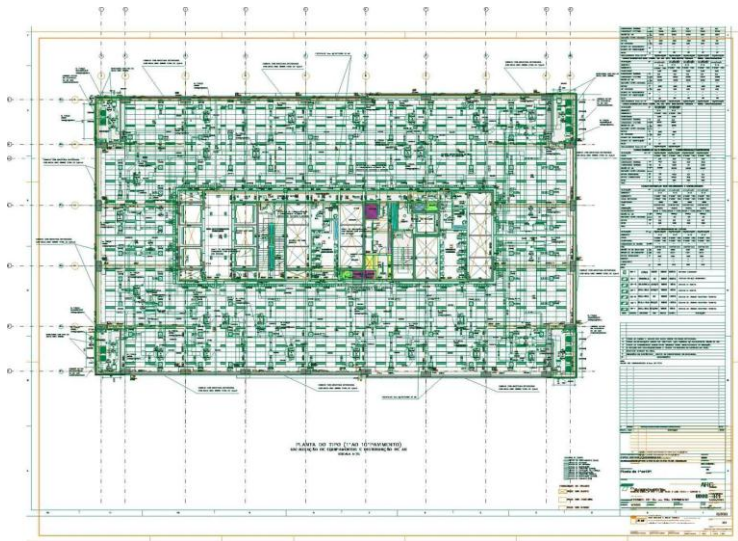


Figura 31. Edifício comercial projetado em Revit. Testes em Revit MEP. Planta pavimento tipo com Arquitetura, Elétrica e Ar condicionado. Fonte: Cedida pela empresa.

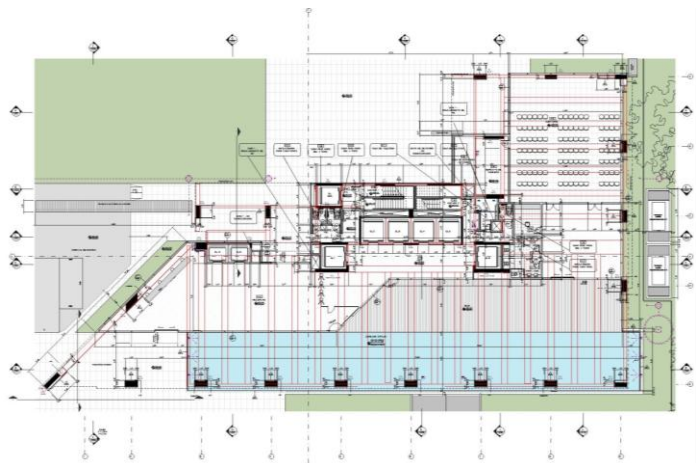
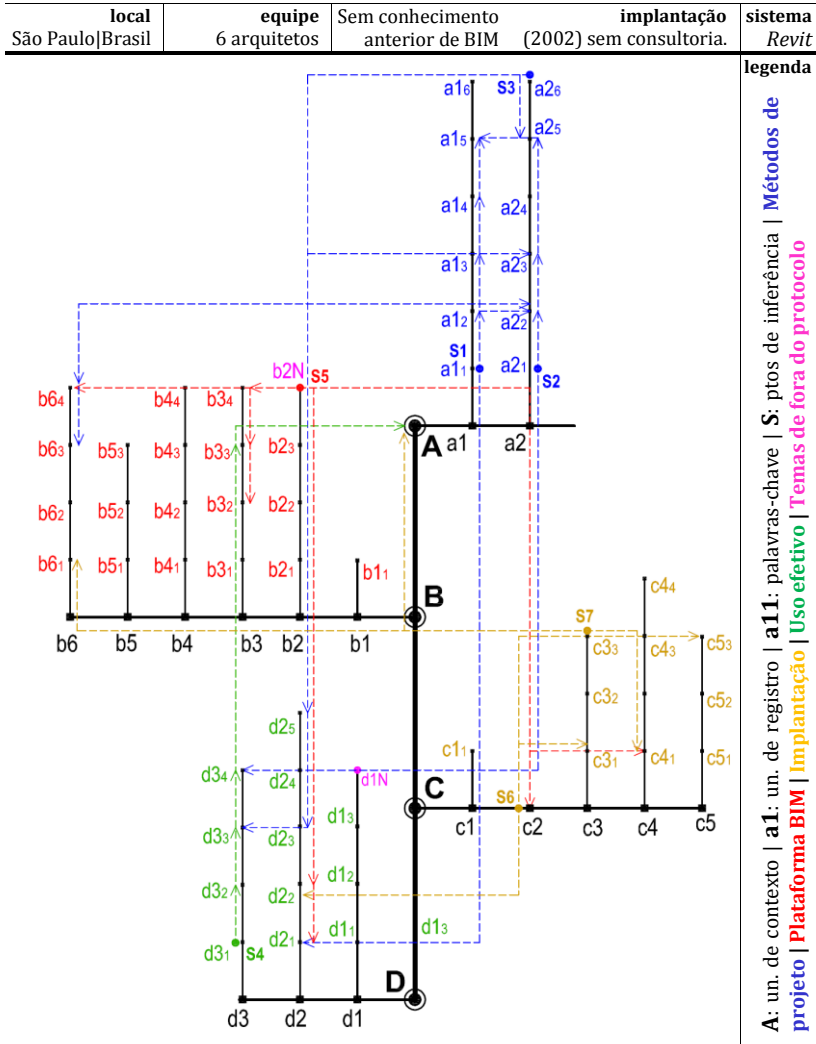


Figura 32. Edifício comercial em Revit com MEP. Planta pavimento tipo com Arquitetura, Elétrica e Ar condicionado. Fonte: Cedida pela empresa.

6.5 RELATÓRIO EMPRESA C

Apêndice 11. Análise escritório C.



Apêndice 12. Caracterização inicial do escritório.

São Paulo, Brasil.	cidade
Formação: mais de 10 anos Atuação do escritório: Desde 1981.	tempo
6 arquitetos sendo 2 diretores, 2 colaboradores e 2 associados.	equipe
Comerciais, residenciais uni / multifamiliares, urbanismo.	projetos
Pessoas física e jurídica.	clientes
Desde 2002	BIM

A a1

Q1- Processo de desenvolvimento de projetos

<p>etapas</p> <p>Não existem mais fases definidas. As fases citadas são do sistema CAD que o arquiteto já no início de seu relato afirma não fazerem mais sentido na metodologia atu Antes as fases eram divididas em Projeto Conceitual, Estudo de Massa, Estudo Preliminar, Projeto Básico e Projeto Executivo. Hoje já no início se pode extrair o Executivo.</p>	S
<p>ferramentas . gerenciamento</p> <p>As ferramentas que sempre foram usadas e não são mais, podem ser explicadas em um olhar caracterizado como <i>"time consuming"</i>. No início da carreira profissional do entrevistado, era usado o lápis. Como era algo <i>"time consuming"</i>, fazer um desenho demorava um tempo imenso, qualquer que fosse. O profissional ficava econômico em desenhos. Ainda hoje se pretende que o cliente aprove o projeto conceitual com muito pouco desenho. Quando passou do lápis para o CAD, havia o aproveitamento de um único desenho para mais coisas, mas continuava sendo consumidor de tempo apresentar soluções, extrair documentos. A quantidade de documentos extraídos quando o desenho era feito a lápis era muito pequena, não se extraía muitos documentos, pois tudo levava uma enormidade de tempo. Com o CAD a entrega de mais documentos ficou fácil. Havia o reaproveitamento de trabalho, o que é muito importante. Com o BIM muda tudo denovo. Considerando ferramentas e documentos, foi uma transformação mudar de lápis e nanquim para informática e agora é outra transformação mudar de informática 2D para informática 3D. O gerenciamento é feito com uso de ferramentas específicas (FTP e SADP, por exemplo).</p>	S1
<p>outros programas</p> <p>Hoje é usado o Revit, o CAD que não dá pra abandonar devido principalmente aos parceiros e SketchUP nunca foi usado. O entrevistado diz que o considera uma boa ferramenta pra brincar. Não é <i>software</i> de projeto, apesar da interface amigável.</p>	S1
a11. a12. a13. d21	

A a2

Q2- Como é feita a interface com outras disciplinas?

<p>parceiros . compatibilização</p> <p>O escritório desenvolve apenas o projeto arquitetônico. Para todos os outros, são contratadas consultorias. A interface sempre foi feita de uma forma muito precária quando não havia o computador. Com a informática, as disciplinas</p>	
--	--

passaram a desenvolver coisas referenciando umas as outras. Porém hoje, quando se fala em “xref” (referência externa) ainda tem gente que não sabe o que é. Usa a planta do outro, coloca por cima e explode tudo, modifica a disciplina do outro. Isso é inadmissível, mas foi proporcionado pelo CAD. Desamarrou uma coisa que era muito amarrada no tempo das cópias heliográficas e do ozalite.

parceiros . compatibilização

Tem disciplinas (como estrutura) que usam uma linguagem parecida com a nossa. Nós representamos parede, eles representam viga, nós representamos piso, eles representam lajes, tem uma idéia parecida por trás. Quando se trata de instalações, é mais complicado. Começa a aparecer um problema sobre legendas referenciando alturas de interruptores, por exemplo. Começa a ser uma informação tridimensional, representada bidimensionalmente. Já começa um terreno apto a gerar confusão.

A outra confusão é com relação aos símbolos. Símbolos são adimensionais. Um símbolo de uma caixa de luz é o mesmo independente do seu tamanho original. Juntando isso, na verdade não sabemos a altura desses objetos e nem o tamanho real deles. O problema nosso é que alguém vai ler, interpretar e construir segundo as informações daquele documento. Quem é a pessoa que vai ler? Quem é exatamente o construtor que vai interpretar aquele documento? Muitas vezes trata-se de uma pessoa de pouca preparação técnica, que é o caso de muitos pedreiros, encanadores, etc, que não receberam formação técnica pra esse tipo de tarefa.

O arquiteto tem que se resguardar o tempo todo de não deixar margem a dúvidas, e os nossos projetos são cheios de dúvidas. Essa é a verdade. A compatibilização de projetos de elétrica com arquitetura é extremamente complicada. E quando essa elétrica é mais complexa que demanda furação de estrutura? O problema é ainda maior. Isso gera confusões incríveis, nas quais o erro é sempre do arquiteto porque cabe a nós a compatibilização.

a21. a22. a23. a15

padronização . comunicação

Na década de 90, a AsBEA se reuniu e criou um manual de intercambialidade de projeto em CAD, para facilitar a comunicação entre parceiros. Está sendo tudo repensado. Estão sendo construídas novamente as formas de pensar a intercambialidade de informações. O escritório passou a adotar normas e regras para evitar a alteração do projeto por terceiros. Vários colegas de profissão atuaram em conjunto, por meio da AsBEA, visando introduzir uma forma de organizar a intercambialidade dentro do seguinte pensamento: “Qualquer organização é melhor que nenhuma.” Nesse conceito, o manual foi desenvolvido, distribuído e a PINI atuou com a parte de vendas.

a26. a22

retrabalho

O retrabalho não vem apenas da compatibilização, diz respeito, ao fato de se desenhar um corte em um determinado ponto e, somente depois do corte pronto, se perceber que o corte deveria estar um pouco deslocado. É dinheiro jogado

S2

UT

S3

UT

S3

fora, esse tempo foi perdido e não volta mais e aquele trabalho não serve pra nada. O retrabalho sempre foi o grande gargalo dos escritórios de arquitetura, pois não se conseguiu controlar.	
	a25. d33 UT
relação com cliente . visualização	
Os clientes em geral não reconhecem no espaço a representação 2D do projeto. Trata-se de uma operação complexa pensar espacialmente e tridimensionalmente, reduzir aquilo a uma representação bidimensional plana, apenas com comprimento e largura. O arquiteto que é quem traduz o espaço e reduz para o 2D, espera que o seu cliente vá ver esse 2D e traduzir para o 3D do espaço. Ele não vai fazer isso, vai aprovar sem saber o que está aprovando. Nós precisamos de mais elementos e informações pra traduzir o projeto para o cliente. As representações 2D já não nos bastam mais.	
	S4 d31. d32 UT

Apêndice 13. Plataforma BIM em geral.

B b1. b2	Q3- Como conheceu a plataforma BIM?
	conhecimento geral
Em 2000 o escritório entregou um projeto complexo de uma estação de transbordo intermodal que comunica o metrô (subterrâneo), o pedestre (nível da rua) e o VLP (em nível superior). O projeto foi feito integralmente com alta tecnologia construtiva e inteiramente ligado à tipologia do veículo, à sua altura. A obra foi iniciada, as escadas rolantes foram compradas e mudaram o ônibus, o que mudaria a altura da plataforma, e uma cadeia de outros elementos. O escritório se reuniu pra mapear todas as interferências visuais daquela mudança. Foram em torno de 300 desenhos, referenciados entre si, que precisaram ser revisados em um processo muito desgastante. A SPTRANS pagou a revisão, mas o sossego não tem preço que pague. Poderia ficar algo errado ou esquecido. A responsabilidade seria do escritório. Nesse momento percebeu-se que não era possível que não houvesse uma ferramenta melhor pra isso. O arquiteto entrou em contato com a Autodesk, após ler uma notícia na internet dizendo que a empresa havia comprado um produto chamado Revit, o que foi negado pela empresa naquele momento. Após algum tempo, a empresa de fato adquiriu o produto e fez contato com o escritório. Mas na época nem a própria Autodesk tinha condições de oferecer suporte ao aprendizado. Em 2002 o escritório foi então reconhecido pela Autodesk como o primeiro a adquirir o Revit, e se manteve durante um ano inteiro como sendo a única a usar, sendo que, mesmo fora do Brasil, estava apenas sendo descoberto. No momento a política adotada foi de “virar a chave”, em uma fase em que o escritório tinha poucos projetos e disponibilidade de investir tempo no aprendizado isolado.	
	S5

B b3.b4 Q4- Fatores que despertaram ou despertam o interesse

projeto . representação

Porque esse sistema é bom? Primeiro porque não se desenha se constói. Obviamente em termos virtuais. Ao se construir, se testa. As obras nunca puderam ser testadas antes de existirem, agora elas podem. Isso é novidade absoluta. É feita a construção virtual, que é submetida a qualquer tipo de stress e é conhecida a resposta, a reação a esse stress. Vento e sol, por exemplo. Não há mais desenho, o desenho é automático.

Agora é necessário tratar a construção e testá-la, de todas as formas desejadas. Um corte é feito e, se não está posicionado corretamente, basta arrastá-lo para a posição adequada. Isso teve profundas implicações no escritório. Se havia uma equipe de 10 funcionários, hoje são necessários 4 pra fazerem o mesmo trabalho. Ou, se a equipe for mantida, o volume de projeto dos escritórios pode aumentar.

S5

b34. b33. a25 UT

B b5 Q5- Fatores que motivam ou motivaram a mudança

projeto piloto

Havia na época um projeto de um concurso, na Nigéria. Naquele momento, a empresa não tinha mais AutoCAD, o projeto teria de ser feito em Revit. O arquiteto relata que ele e uma sócia estudaram o programa com o tutorial, em 2 semanas de aprendizado e, ao mesmo tempo, foram desenvolvendo o projeto. Em 10 dias o projeto deveria ser entregue. Acabou por ser um motivador para a conclusão do projeto, que acabou não sendo viabilizado por questões políticas. O produto dessa fase acabou sendo a experiência adquirida com o aprendizado que, a partir daí, tornou irreversível o processo de transição.

S7

b53. b64. d34. d33 UT

B b6 Q6- Problemas que se espera encontrar

aprendizado

O maior problema foi a falta de referências e de outros profissionais usando no momento da transição. Tratava-se de um *software* recém adquirido pela Autodesk, o que inviabilizava o suporte da própria empresa. Isso permanece desde a implantação, como o maior desafio por terem sido a primeira a adquirir o produto no Brasil.

outros

O arquiteto aborda outras implicações que ocasionaram modificações profundas no escritório, mas que não necessariamente configuraram um problema. Ele aborda além do dimensionamento da equipe, a questão dos estagiários. Uma vez que não existe mais trabalho braçal, não é mais necessário estagiário e sim arquitetos. Profissionais com experiência e com capacidade de tomar decisão. São todas decisões arquitetônicas em termos de projetos. Não tem mais espaço pra desenhista apenas.

S5

d22. d21 UT

Apêndice 14. Forma de implantação.

C c1.c2.c3.c4.c5	Q7- Como foi o processo de transição?
<p style="text-align: right;"><i>aprendizado . referências . ensino</i></p> <p>Foi feito o tutorial do produto de forma individual, sem ajuda de consultores ou suporte técnico. Equipe envolvida: 2 arquitetos associados. Após a realização do projeto da Nigéria, ficou a necessidade de aprofundamento no novo sistema e uma busca por escritórios e por pessoas que usavam o programa, no intuito de adquirir experiência que outros eventualmente tivessem na ferramenta. Nesse período, houve certa surpresa ao perceber que mesmo os grandes escritórios de fora de país, que usavam o Revit, haviam implantado e iniciado o uso depois do escritório, o que gerava inclusive certa surpresa por parte desses escritórios, ao perceber que no Brasil a ferramenta já estava sendo usada mesmo antes.</p> <p>O arquiteto complementa afirmando que isso o impulsionou a implantar a tecnologia no curso de arquitetura do qual é coordenador e professor. Desde 2002 também a escola leciona Revit para os alunos, e hoje isso os auxilia a conseguir emprego por já estar se tornando uma exigência do mercado.</p>	
S5	
b64. b32	
UT	
<p style="text-align: right;"><i>parceiros . interoperabilidade</i></p> <p>O arquiteto aborda o fato de os projetistas de instalações não usarem Revit exemplificando uma tentativa que ele fez de ensinar um dos parceiros do escritório. Foi feita a proposta de que o projetista fornecesse um dos funcionários para aprender o Revit, juntamente com os conhecimentos de instalações. Em resumo, este funcionário faria os projetos de instalações em Revit dentro do escritório de arquitetura e, quando finalizado, o arquiteto devolveria o funcionário, mas teria um projeto de instalações desenvolvido em Revit. Do outro lado, a possibilidade da mudança para o Revit aumentaria.</p> <p>O projetista avaliou como sendo positiva a experiência, porém, não tinha nenhum funcionário com formação em engenharia trabalhando, eram apenas desenhistas que representavam as decisões tomadas e desenvolvidas por ele (projetista de instalações). Não há inteligência abarcada pelo desenhista no projeto. Não há QI abarcado. Como em muitos escritórios de arquitetura. Por isso, para que a transição de fato aconteça, é impossível esperar os outros entrarem no processo.</p>	
S6	
C c3.cN	Q8- Qual o critério de escolha e de uso do software BIM adotado?
<p style="text-align: right;"><i>critérios de escolha</i></p> <p>Inicialmente, era o único que o escritório conhecia. Depois disso um critério foi a cultura Autodesk consolidada internamente, mudar essa cultura acaba sendo algo muito caro. Em terceiro lugar o suporte. O arquiteto destaca o fato de ser uma empresa legal. Que não adere à pirataria. Isso é muito importante devido ao tamanho do escritório que não pode correr riscos. É preferível pagar mais caro e ter a certeza de que aquele sistema não vai desaparecer do mercado de forma repentina. Além disso, o arquiteto exemplifica um outro fator importante nessa decisão, abordando que no escritório típico brasileiro, o titular (aquele que te</p>	
S8	

<p>fato toma as decisões financeiras, dentro outras) geralmente não entender de tecnologia. O funcionário dele, que projeta e que entende desse ponto, não tem poder de decisão. Então existe um descompasso nos escritórios brasileiros em termos de decisão técnica e decisão financeira muito grande.</p> <p>O titular não acredita no técnico dele, e o técnico dele não decide pelo titular. Um dos motivos de em 2002 ter sido “virada a chave” é o fato de ser ele, o próprio arquiteto e diretor do escritório que tomar as decisões e, entender a necessidade delas. A escolha do <i>software</i> também se insere nesse contexto.</p>	S8
---	-----------

Apêndice 15. Uso efetivo de BIM.

D d1	Q9 - Descrição da experiência no uso de BIM	
	Nº de projetos	S
<p>Desde a implantação, todos os projetos vêm sendo desenvolvidos em BIM com auxílio isolado do CAD em alguns momentos, mas principalmente para receber projetos de parceiros que não usam a tecnologia.</p>		S1
D d2.d3	Q10 - Mudanças decorrentes da modelagem 3D em BIM	
	ferramentas e documentos . forma de projetar	
<p>Com relação a ferramentas e documentos, foi uma transformação mudar de lápis e de nanquim para informática e agora é outra transformação mudar de informática 2D para informática 3D. De repente muda a plataforma e você começa a projetar em 3D, aí existe uma grande mudança. A quantidade de documentos, o fluxo de informação altera conforme muda esse processo em uma relação diretamente proporcional.</p>		S1
	interoperabilidade	
<p>É e não é um problema, porque as pessoas não produzem Revit. Se produzissem haveria apenas os canos voando na maquete eletrônica, na arquitetura. Esses canos voando iam encaixar na arquitetura de forma que seriam checadas imediatamente as interferências. Nós não temos isso, então, não interopera.</p> <p>O que acontece hoje é a geração de desenhos em <i>dwg</i> a partir do Revit, que são entregues plotados aos parceiros e a checagem é feita da mesma maneira de sempre. Apenas com a estrutura, é possível que seja um pouco melhor.</p> <p>Quando é feita a fôrma, é feito um trabalho extra no escritório de modelar a fôrma como se fossem volumes e, por meio deles, procede-se uma checagem geral dos volumes da fôrma com a arquitetura.</p>		S3
	acompanhamento de obra	
<p>O acompanhamento de obra era uma coisa muito penosa, principalmente em termos de novas necessidades que surgem para o construtor com o andamento da obra. Era algo difícil de ser equalizado, um processo lento gerar e gerenciar essa documentação.</p>		S1

gerenciamento

Gerenciar os desenhos velhos que ficavam na obra e que deveriam ser substituídos, por exemplo. O gerenciamete desse fluxo de informação era muito penoso. É o que o entrevistado afirma terem se tornado capazes de fazer, de forma mais automática.

a15. a22. a14

UT

recursos . equipe . custos

Os recursos necessários eram outros. A infra-estrutura necessária nos anos 80 era uma porta, uma cavalete, uma plástico branco e uma caneta. Com qualquer R\$200,00 se gerava um posto de trabalho. Quando se passou pra informática, o posto de trabalho já não era tão simples, era preciso um computador, com um sistema operacional, com uma pessoa manipulando.

O posto de trabalho passou de “100 dinheiros” para “15.000 dinheiros”, a proporção era mais ou menos essa. Ou seja, havia a necessidade de ser econômico com os recursos usados. Se antes uma empresa podia ter uma equipe de 20 pessoas, hoje em dia não são 20 pranchetas. São 20 estações de trabalho informatizadas, com licenças etc.

Essa é uma conta que vai variar um pouco de escritório pra escritório porque tem escritório que não vai considerar a questão da licença como algo importante. O entrevistado relata não usar e nunca ter usado nenhum programa sem licença. É muito fácil se existe o uso de um *software* pirata, ter esse *software* em 10 máquinas.

O custo das máquinas é até relativamente barato, mas as licenças não. Se o profissional não pretende ser um contraventor, e não dá pra ser, pois o arquiteto vende direito autoral, o projeto é direito autoral. Se o profissional pretende que seu direito autoral seja respeitado, ele deve respeitar o direito autoral do outro. Esse raciocínio do escritório sempre levou a pensar criteriosamente a questão de economia de recursos e o dimensionamento de equipes. Não adianta ter uma equipe muito grande, pois será necessário oferecer recursos pra essa equipe. A limitação disso é não poder pegar grandes projetos. Cabe a cada escritório fazer essa decisão.

Porém, se em um primeiro momento devido à informática, as equipes ficaram mais enxutas, agora ficaram ainda mais, porque elas se tornaram eficientes. Já não é mais necessário equipes grandes. Outro ponto relativo aos custos, diz respeito à máquinas. Uma licença de Revit hoje pode ser considerada cara. Pode ser o equivalente a um carro, dependendo do caso. Não se pode diluir esse valor em três projetos durante o ano? Quanto é cobrado por cada projeto? Essa conta não é feita? Se não é, existe amadorismo. Os nossos escritórios não contabilizam certas coisas como necessidades. Não contabilizam preço de livro, materiais, etc. Na compra de computadores vale o mesmo raciocínio.

O valor tem de ser depreciado para que haja uma troca contínua. Para *software*, máquinas, monitores vale o mesmo. Não tem sentido trabalhar em Revit com um monitor apenas. É necessidade, produtividade. Tudo isso tem que estar no preço do projeto. Essa é a ampla mudança de culturas.

d34

S2

UT

<p style="text-align: right;">compatibilização . visualização</p> <p>Ainda não foi testada a compatibilização em BIM, mas nos moldes antigos, havia alteração do desenho e na representação do outro, o que fere direitos autorais e éticos. Com a tecnologia espera-se solucionar esse tipo de questão. A correta compatibilização mantém a responsabilidade com cada profissional específico. Questões mais envolvidas: (1) comunicação com a obra e (2) aprovação do cliente. O cliente aprova os projetos sem saber o que está aprovando, por falta de elementos suficientes pra sua compreensão.</p> <p>Em termos de comunicação com a obra, o grande problema é cultural. O executor visualiza, mas não interpreta. Neste sentido a visualização antecipada das decisões de projeto e a facilidade de retirar documentos e informações de forma dinâmica, podem ajudar a solucionar esses problemas.</p>	S3 UT
<p style="text-align: right;">qualidade de projeto . tempo</p> <p>O escritório hoje está trabalhando em um plano Ndimensional. Pelo menos cinco dimensões já são trabalhadas internamente. Trabalha-se com altura, largura e profundidade somadas a custo e tempo. Os nossos projetos contém essas informações. Isso nunca foi possível antes. Com essa diversidade de informações e de mudanças começou a aparecer a qualidade. Se antes eram necessários seis meses para produzir um projeto e quatro meses eram usados no trabalho braçal de produzir os documentos, hoje esse quatro são zerados. É o tempo de plotar. Fica tudo por conta da melhoria da qualidade daquele projeto.</p> <p>Claro que tudo foi dito de uma forma a caricaturar o processo, há certo exagero na forma de abordar. Não são quatro meses, não são 10 funcionários, mas o espírito da mudança é esse. O que está por trás disso é a produtividade, a qualidade e, acima de tudo, a confiabilidade no processo.</p>	S4 UT

6.5.1 Exemplos de projetos fornecidos pela empresa

6.5.1.1 Projeto de um Centro de Conferência em Bayelsa - Nigéria.

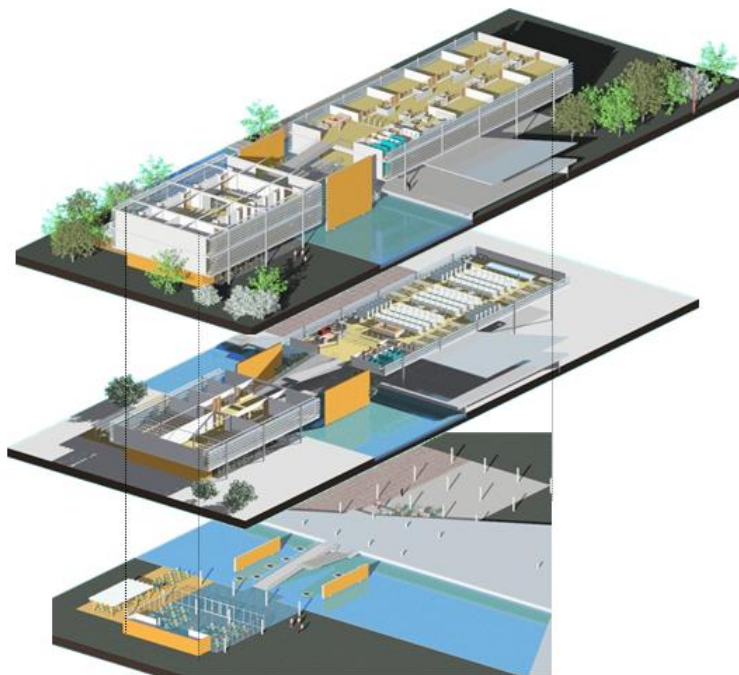


Figura 33. Projeto realizado simultaneamente ao aprendizado inicial no Revit pela execução de tutorial. Imagem cedida pela empresa.

6.5.1.2 Outros projetos não identificados.

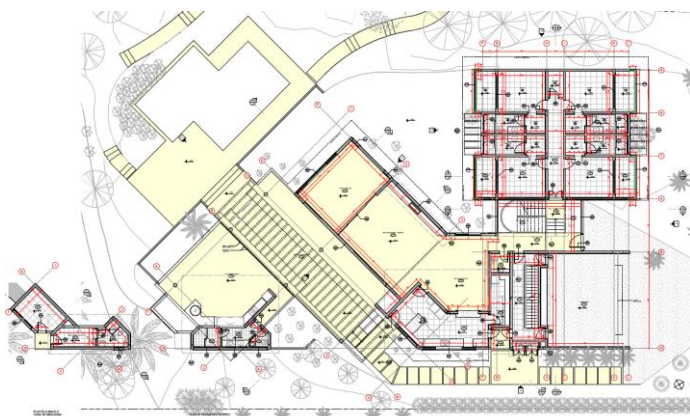


Figura 34. Imagem cedida pela empresa como exemplo da representação gráfica em uma planta de projeto executivo.

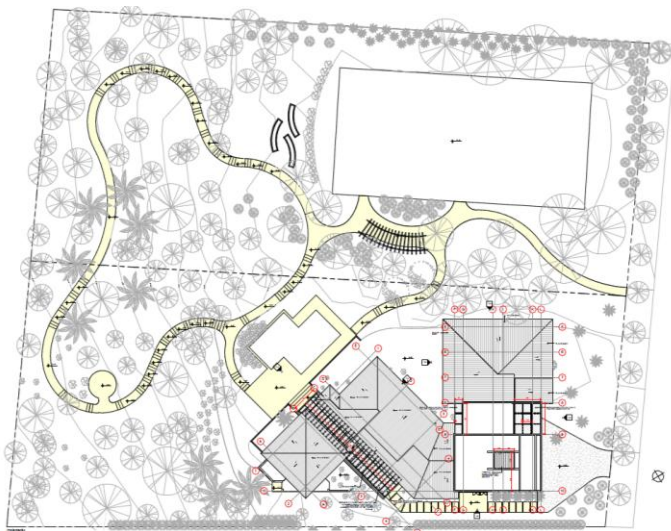
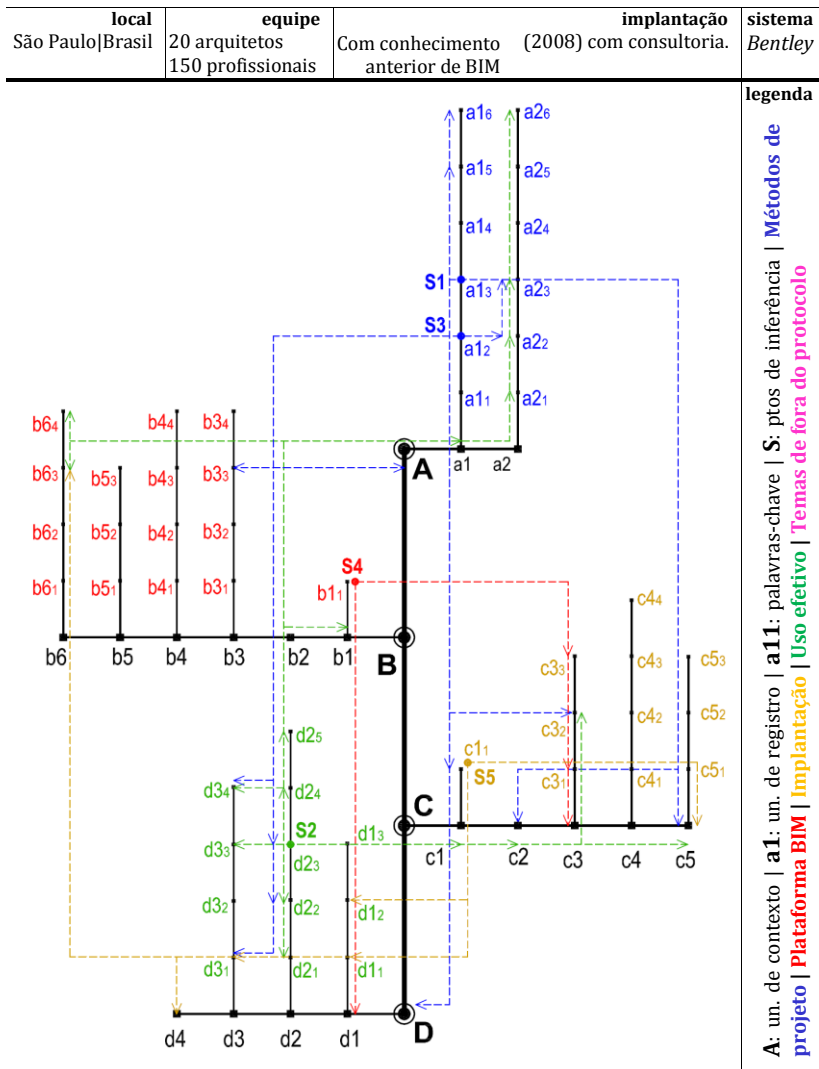


Figura 35. Imagem cedida pela empresa como exemplo da representação gráfica em uma planta de projeto executivo.

6.6 RELATÓRIO EMPRESA D

Apêndice 16. Análise escritório D.



Apêndice 17. Caracterização escritório e métodos de projeto.

São Paulo, Brasil.	cidade
Formação: mais de 10 anos.	tempo
20 arquitetos dentre 150 funcionários em escritório e 400 em obra.	equipe
Comerciais, residenciais uni e multifamiliares.	projetos
Pessoas física e jurídica.	clientes
Desde 2008.	BIM

A a1

Q1- Processo de desenvolvimento de projetos

características	ferramentas e técnicas	E	S
Primeiros estudos do terreno que podem inclusive inviabilizar o empreendimento.	- BIM linkado com Google Earth	EV	
Desenvolvimento das primeiras propostas já com todas as estimativas de custos.	- BIM, Primavera, CAD, MSoffice, ferramentas de comunicação.	AP*	
Acompanhamento de obra	- BIM, Primavera, CAD, Msoffice, ferramentas de comunicação. * AP = Anteprojeto. *AB = As-Built.	Obra-AB*	S1

descrição geral

Normalmente as propostas são solicitadas em termos de estudos de viabilidade. Os clientes procuram saber o potencial máximo de construção de um determinado lote juntamente com definições do ponto de vista urbano e legislativo municipal. Isso já é feito em BIM, portanto a metodologia de projeto descrita é BIM. O terreno é modelado para que sejam analisadas cotas de implantação, movimento de terra, pois pode acontecer de uma obra ser inviabilizada por conta dos custos de movimentação de terra. Esse tipo de informação é extraída de uma forma muito imediata no BIM, são feitos vários testes no terreno, avaliando os custos de cada opção.

A opção de terreno definida para projeto pode não ser definitiva, mas certamente é mais próxima do que será levado adiante e serve como um parâmetro mais embasado.

A ferramenta BIM usada (Bentley) possui um *link* com o *GoogleEarth* que agrega informações ainda mais reais ao processo de trabalho. Isso é normalmente feito em um dia e influencia ainda no partido arquitetônico proposto.

S1

gerenciamento

A empresa hoje considera estar vivendo um segundo passo da transição para BIM, que diz respeito a alterações efetivas na metodologia de trabalho empregada. Atualmente foram criadas fichas de verificação de serviços (FVS), decorrentes da interface com os fornecedores. Quando um fornecedor de pré-fabricados vai à obra e instala um pilar, a equipe de obra interna preenche a FVS indicando a qualidade daquele pilar, se está no prumo, se foi instalado corretamente, se foi detectada alguma interferência, dentre outros vários aspectos referentes ao pré-moldado. Uma vez recebido, é disponibilizado na

<p>intranet. A ficha é então associada aos pilares correspondentes dentro do BIM, onde ficam registradas a data e as condições de instalação. Isso faz com que não somente equipes ou funcionários específicos de gerenciamento tenham contato com as informações da obra, mas cada funcionário de projeto.</p>	
<p>.....</p>	S1
<p style="text-align: right;">D. a1. a15. a16. a13</p> <p style="text-align: right;">ferramentas específicas</p> <p>É usado o <i>software</i> Primavera, voltado para planejamento e gerenciamento que é equivalente a um MSPProject. A plataforma consegue importar as etapas de cronograma e gerar uma animação vinculada ao ambiente 3D do modelo.</p>	UT
<p style="text-align: right;">perfil de negócios</p> <p>O perfil de negócios é caracterizado pelo desenvolvimento do conceito da arquitetura feito dentro da empresa e o executivo feito fora. Assim são desenvolvidas duas linhas de negócios: uma em que o cliente traz o projeto que é analisado pela empresa e a obra é executada, e outra linha onde o prédio é da empresa e o cliente aluga esse prédio por um determinado período de tempo, chamado de <i>built-suit</i>. Nesse caso, o conceito arquitetônico é feito internamente. Nas duas situações a tecnologia BIM é usada. Pois mesmo quando o cliente traz os projetos dele, a empresa muitas vezes propõe modificações, normalmente visando industrializar mais a obra.</p>	S5
<p style="text-align: right;">equipes</p> <p>A entrevistada (arquiteta) exemplifica abordando um projeto em andamento, de um shopping onde toda a estrutura e as alvenarias seriam moldadas <i>in loco</i>. Foi proposta a mudança para elementos de vedação, fachada e estrutura pré-fabricados. O cliente aprovou a mudança e toda a compatibilização ficou a cargo da empresa. Nesse momento, a equipe de projeto entra com o BIM, pois sem uma metodologia de trabalho dessa natureza, fica muito difícil de fazer a compatibilização de projetos que serão executados em uma semana, com a obra em andamento.</p>	
<p style="text-align: right;">prazos . obra . clientes</p> <p>Os prazos são muito curtos nesse tipo de projeto. Quando se fala em industrializar uma obra, o cliente enxerga não apenas a questão de custos, mas também os prazos de execução, isso faz com que a empresa enxugue muito o tempo de cronograma. Esse método possibilita que seja feita essa melhoria no produto, caso contrário a empresa não teria a agilidade necessária para propor modificações tão bruscas como as estruturais, se não houvesse a agilidade de resposta em analisar o projeto como um todo, e ver os impactos que ele vai causar em termos de instalações, da própria arquitetura e todas as disciplinas envolvidas. Dentro da área de projetos isso já é uma realidade.</p> <p>A entrevistada relata ter se tornado funcionária da empresa há pouco tempo, e ter sido contratada por conta dessa metodologia de trabalho, onde a experiência anterior em <i>software</i> dessa plataforma, motivou a sua contratação. A intenção da empresa é transformar o BIM em uma metodologia de trabalho válida para a empresa envolvendo todos os setores, e não apenas limitada aos arquitetos da área de projetos.</p>	
	S1

<p style="text-align: right;">obra . tempo . retrabalho</p> <p>O que difere uma construtora de um escritório de arquitetura é a ligação com a obra e conseqüentemente com a execução. Muitas coisas produzidas pela manhã, às vezes estão na obra a tarde e serão executadas no mesmo dia. Não basta parar em pé, tem que ser exequível. O calculista tem que ficar satisfeito do ponto de vista técnico, mas a obra também tem que ficar satisfeita do ponto de vista da execução. A relação com a obra é diferencial nessa entrevista.</p> <p>O entrevistado faz questão de ressaltar que, o maior ônus de construção é das construtoras. Quando acontece alguma interferência apenas na obra, algo que não foi identificado em nenhum momento do projeto, não adianta mais reclamar com o arquiteto. A interferência já está lá, o prejuízo já aconteceu.</p>	S1 <hr style="border-top: 1px dotted black;"/> UT
a13. a15. a16	

A a2	Q2- Como é feita a interface com outras disciplinas?	
<p style="text-align: right;">parceiros . comunicação . compatibilização</p> <p>A empresa não faz exigência de <i>software</i> ou de método de trabalho do projetista que contrata, pelo menos até o momento. No entanto, são bem-vindos os que trabalham em 3D para que a informação seja trocada mais rapidamente. Mas muitas vezes é feita essa modelagem internamente e a comunicação com eles é feita através de um recurso chamado PDF 3D. A entrevistada relata que o modelo é exportado nesse PDF que tem as funções de um modelo 3D. O projetista pode visualizar toda a informação, ligar e desligar <i>layers</i>, níveis, arquivos de referência, mudar a luz, a cor de fundo, tudo em um PDF. Também podem ser salvas vistas específicas já com o foco naquela interferência que se deseja mostrar. Isso facilitou o entendimento do problema por parte do próprio projetista que, às vezes desenvolve em 2D e não percebe as interferências por conta da sua metodologia de trabalho.</p> <p>Foi uma forma que a empresa encontrou de manter os ganhos de produtividade, sem que o fato de os parceiros não estarem usando a tecnologia comprometessem a evolução da empresa no uso de BIM.</p>		
<p style="text-align: right;">padronização</p> <p>Os entrevistados abordam a diferença, em se tratando de padronização, existente nesse cenário atual. O tipo de padrão válido para uma metodologia de trabalho 2D é diferente para uma 3D. No 2D, são usadas cores visando a plotagem, já em 3D, essa codificação é em virtude dos elementos que estimulam a imersão do projetista naquele projeto, para que ao se deparar com o modelo, já fique claro exatamente o tipo de elemento que está sendo usado, se é uma forma de aço ou de concreto. O objetivo não é o da maquete eletrônica, não é inserir texturas, por exemplo. É resolver problemas de projeto. Isso já é largamente usado nas outras indústrias. Na Petrobrás já existe há 15 anos, mais ou menos. BIM é um termo novo na construção civil, mas a metodologia já é empregada na indústria aeronáutica a pelo menos uma década, e na automobilística a mais tempo ainda. E não se trata apenas do uso desses conceitos em termos mais amplos, trata-se dessa codificação de cores relacionada a elementos específicos, visando facilitar a visualização dos elementos e, conseqüentemente das interfaces.</p>		
a12. d22. d23. d34. d31. d33. d23. d24. d25. d21. a23. A		
		S3 <hr style="border-top: 1px dotted black;"/> UT

Apêndice 18. Plataforma BIM em geral.

B b1. b2	Q3- Como conheceu a plataforma BIM?	conhecimento
	<p>Ambos os entrevistados relatam ter uma experiência no Microstation trabalhando com projeto tridimensional, de aproximadamente 12 anos. Já dentro da empresa, o conhecimento conceitual sobre BIM foi anterior ao momento em que foi feito o curso de verão na Carnegie Mellon University, nos Estados Unidos.</p>	S4
B b3.b4	Q4- Fatores que despertaram ou despertam o interesse	compatibilização industrialização
	<p>Compatibilização de projetos foi o que impulsionou a mudança. Compatibilização ligada principalmente à construção e à execução.</p> <p>Faz parte do processo evolutivo levar isso para o início, para as etapas de estudo de viabilidade e de projetos iniciais. Despertou o interesse também a questão da industrialização da construção diretamente relacionada com as diversas testagens em termos de custos.</p>	S2
B b5	Q5- Fatores que motivam ou motivaram a mudança	inovação . diferenciais
	<p>A empresa prima pelo reconhecimento do mercado por estar à frente em termos de tecnologia. Mas as questões de produtividade, de qualidade de projeto, os diferenciais da ferramenta, dentre outros tantos fatores despertaram o interesse influenciaram a decisão por investir na implantação nesse momento.</p> <p>Algumas das maiores construtoras do Brasil, só agora começam a se mobilizar pra implantar o BIM. Ao passo que esta, mesmo sendo uma construtora de pequeno porte, decidiu sair a frente.</p>	S5
B b6	Q6- Problemas que se espera encontrar	aprendizado . conhecimento técnico
	<p>Existe uma barreira além da cultural, da dificuldade das pessoas trabalharem de uma forma que elas nunca trabalharam antes. Mas algumas delas, mesmo jovens, têm dificuldade de visualizar o 3D, de fazer uma leitura espacial daquilo. Os jovens profissionais não têm formação técnica suficiente para gerir a informação. Existe a facilidade e o entusiasmo para trabalhar com a tecnologia, mas falta o conhecimento, em termos projetuais, para deslançar com a ferramenta. Hoje quando a empresa precisa fazer contratações, há sempre um grande questionamento em cima de se contratar estagiários ou formados.</p> <p>Desenho por desenho, não faz sentido partir para o BIM. Se um funcionário não entender absolutamente nada de arquitetura ou de estruturas, essa pessoa vai sair cometendo muitos erros. É muito importante a análise crítica em cima do que está sendo produzido.</p> <p>Não basta simplesmente modelar, o profissional tem que usar a seu conhecimento técnico, transformar aquilo dentro de um ambiente integrado que é o 3D, agregar informações que não são gráficas, como custos, dados de fabricação, dados de manutenção, etc. Nesse sentido sim, existe BIM.</p>	S2

Apêndice 19. Forma de implantação.

C c1.c2.c3.c4.c5

Q7- Como foi o processo de transição?

planejamento

A empresa encontra-se no momento de transição. A plataforma BIM ainda não é a única usada nos projetos. Mas em toda obra ela já é aplicada a partir do momento em que o executivo passa pela empresa. A implantação iniciou na área de planejamento de projetos da empresa com duas funcionárias gestoras de tecnologia liderando o processo. Hoje um dos fornecedores desse setor (analista de sistemas) se tornou funcionário interno marcando a criação do setor específico de TI.

Esse funcionário foi o responsável por dar suporte técnico do sistema BIM escolhido. Mas no momento em que decidiu-se formar esse setor voltado para a implantação da tecnologia, foi montado uma equipe que foi para o Estados Unidos em 2007 fazer um curso de verão na *Carnegie Mellon University* e acompanhar o uso da tecnologia BIM antes da implantação efetiva na empresa, realizada em 2008.

equipe

Uma célula da equipe de projetos, onde tudo começou, foi retirada do processo (três pessoas – 20%) da equipe de projeto para que os projetos em andamento não parassem. O critério de escolha das pessoas foi a organização no trabalho e o comprometimento com o aprendizado. Um funcionário que é desorganizado na sua forma de trabalho, que não separa corretamente os *layers* em CAD, por exemplo, não é uma boa pessoa pra iniciar o aprendizado do sistema em uma empresa. A pessoa deveria ser curiosa e muito disciplinada. Há que se descobrir quais são os *key-users* nesse cenário inicial.

custos . consultoria

Segundo informações da diretoria, no primeiro projeto a transição já foi paga. Em termos de estação de trabalho, cada duas com treinamento, licenças, máquinas e consultoria custam em torno de R\$100.000,00. A consultoria é essencial, só *software* e treinamento é jogar dinheiro fora. O retorno só é percebido com as mudanças no processo.

A falta de consultoria é o que vem fazendo do Revit por exemplo, um *software* que vem sendo subutilizado. Pois os profissionais muitas vezes ganham o *software*, como uma oferta da própria empresa desenvolvedora e fazem um treinamento de forma autônoma para aprender a manipular. Porém sem a consultoria, dificilmente aquela ferramenta vai provocar mudanças processuais, mesmo que tenha potencial pra isso.

Os custos de implantação só são compensados com o retorno do uso efetivo e consciente do sistema, por isso a consultoria é muito importante.

S2

No geral quando se pergunta sobre BIM, trata-se do projeto 3D com inserção de informações que o transformam em 4D, 5D e assim por diante. Mas na prática, cada empresa vai direcionar para o seu problema particular. O mote dessa empresa foi a compatibilização. O entrevistado e analista de sistemas que também participou dessa entrevista, hoje cuida da evolução na forma como a ferramenta está sendo empregada gradativamente no processo.

Ele aborda que como analista de sistemas, é fundamental perceber a necessidade real do cliente, e o maior problema é identificar as interferências de projeto. A idéia é estender a implementação da ferramenta para além do modelo construtivo.

Isso justifica a sua atuação enquanto analista de sistemas considerando o foco de ir além do lado construtivo para desde o início, desde o momento em que o projeto entra na empresa para ser orçado. Em um contexto onde desde a realização da proposta, já é possível tirar quantitativos a partir de um modelo mesmo que na fase de estudo preliminar.

Até o executivo, o conceito não vai mudar, então as alterações não são drásticas. Sendo assim, quando se atua nesse momento, já são possíveis economias de tempo significativas. Como o BIM já está implementado nesse projeto, todos os códigos de compras também estão embutidos. Toda essa informação já é trazida para o trabalho das equipes de orçamento, que passam a estar aptas a executarem simulações e até mesmo alterações que vão tornar aquela construção mais rápida e menos onerosa, dentro do conceito de industrialização. Daí em diante, esse projeto vai acontecer passando de equipe em equipe. Quando retorna para o pessoal de projeto, a compatibilização também é facilitada, pois nesse momento, a atuação da equipe de orçamento é limitada, pois o projeto ainda não está na fase de executivo, um lado depende muito da evolução do outro. O raciocínio se estende a todas as equipes.

S2

c1. c2. c32. c5. b1. A. d21. d34. d33

UT

CAD

O CAD ainda é e será usado por muito tempo. Trata-se de uma simbiose muito ligada à documentação que, no geral, segue uma cultura CAD. A área de orçamentos ainda usa AutoCAD, o processo de transição para eles está apenas no início. Nesse momento ainda é necessário ser seletivo nos projetos que serão desenvolvidos em BIM. Quando há uma margem de tempo pra entrega da proposta, às vezes vale a pena se empenhar e usar BIM.

Quando há uma urgência maior, ainda é melhor usar uma metodologia de mais domínio pelo grupo. A montagem de pranchas executivas é melhor no CAD. O BIM ainda não chega ao nível do detalhamento e da execução, então para montagem dessas pranchas se justifica o uso do CAD. O sistema Bentley lê arquivos da plataforma CAD, mas não há como abandonar enquanto o mercado todo não aderir.

S5

C c3.cN **Q8-Qual o critério de escolha e de uso do *software* BIM adotado?**

critérios de escolha

A forma de escolha do sistema a ser adotado está bastante ligada ao conhecimento conceitual. Por mais que exista um *software* sendo mais usado que o outro, o curso na Carnegie Mellon proporcionou um olhar neutro sobre as opções disponíveis, como toda instituição de ensino séria deve ser nesse sentido, cujo objetivo é expor as diferenças e as potencialidades de cada sistema de acordo com cada propósito. E durante o curso foi feita uma visita à Bentley que influenciou na decisão.

Mas o que de fato definiu a escolha foi a interoperabilidade. O *software* consegue importar e exportar como foi exemplificado com o TQS sem problemas. O entrevistado faz questão de não citar nomes, mas diz conhecer esse problema em todas (sem excessão) as outras opções através de relatos de pessoas que estão usando. Isso é justificado pelo fato de os programas dessa plataforma terem sido criado em "*medium levels*".

As primeiras versões do Microstation, em meados dos anos 90, não rodavam em PC, no entanto tinham interoperabilidade com programas de médio nível, como CATIA, SolidWorks, etc. A outras plataformas como TQS, Graphisoft já foram todas criadas para rodar em PC. Ferramentas de menor porte não dão conta da matemática complexa, o que obriga muitos arquitetos renomados a recorrerem a sistemas que não são desenvolvidos para projetos.

Em virtude disso, a forma de modelamento do Microstation é baseada em *solids*, ao contrário do *axis* da Autodesk, por exemplo. Os *solids* modelam com mais facilidade as geometrias complexas, como aviões, carros, etc. O mesmo conceito vale para as edificações. Ao passo que o *axis* já tem suas limitações. Isso sem considerar o peso dos arquivos. As geometrias modeladas em *axis* ficam mais pesadas. Além disso, no momento da implantação, a Bentley tinha condições de dar suporte no uso, algo essencial, pois a figura do consultor é ímpar ao se considerar as chances de o sistema não funcionar.

planejamento . consultoria

O consultor deve ter a maleabilidade necessária para adaptar o seu conhecimento técnico para a realidade da empresa. Um consultor que chega indicando que imediatamente sejam desconsiderados todos os sistemas 2D para que se proceda a transição, certamente vai comprometer o seu uso futuro.

É um tipo de metodologia que necessita que sejam plantadas as sementes através de um planejamento sólido e estratégico que deperta o interesse dos funcionários através da consciência de aquela informação é uma informação útil pra ele também.

S4
UT

c3. c31. c33. b11

Apêndice 20. Uso efetivo de BIM.

D d1	Q9 - Descrição da experiência no uso de BIM	
		n° de projetos
	Todos os projetos desde 2009 estão sendo feitos parcialmente em BIM e a partir de 2010 o BIM também entrou em todas as obras. Mas os entrevistados não souberam precisar o número de obras, relataram algo em torno de nove obras. Eles destacam ainda que esses dados consideram apenas contratos firmados na empresa, existem ainda as propostas nas quais a tecnologia já foi implementada, mas não foram fechadas, por isso não são contabilizadas nesse contexto.	S
		vantagens
	A entrevistada aborda a usabilidade e a interface com o sistema como algo que nesse método se torna vantajoso. Não se trabalha mais com linha ou elementos gráficos. O arquiteto agora trabalha com elementos que fazem parte do seu trabalho propriamente dito. São portas, paredes, alvenarias, estruturas específicas, etc. A linguagem para o arquiteto é muito explícita. Antes o arquiteto pensava em 3D e se virava pra passar para o papel, com o BIM isso muda pra melhor.	S5
		dimensionamento de equipes
 b5. c5. d11. d12. d31. b64	UT
	Não houve mudança no dimensionamento das equipes e no quadro de funcionários. A mudança é que hoje o volume de trabalho das equipes é maior e isso é possível pelo uso da tecnologia. O foco foi de aumento de produtividade mantendo a mesma equipe.	S2
D d2.d3	Q10 - Mudanças decorrentes da modelagem 3D em BIM	
		tempo
	A velocidade com que as respostas são dadas ao cliente é muito importante. O Estudo de Viabilidade é apresentado em um dia. Nesse tempo não é levada uma proposta com informações muito técnicas, mas o cliente já pode saber com uma grande margem de exatidão, o que é viável construir naquele terreno. Dentro de um mercado aquecido como hoje, contar com essa velocidade já não é um diferencial, é vital para qualquer empresa. Hoje já tem muita gente trabalhando dessa forma, considerando essa velocidade. Quem não trabalha é que está começando a se sentir prejudicado.	
		relação com parceiros . compatibilização
	Toda a troca de informação com o escritório de estruturas é feita em 3D. É exportado para um formato neutro, o IFC, um padrão internacional que a grande maioria dos sistemas exporta e importa. Isso é importado pelo projetista de estruturas no TQS. O exemplo dado pela entrevistada é um prédio moldado in loco com uma forma assimétrica e retorcida sem nenhuma fachada com ângulo de 90° e com posicionamento de vigas e pilares que deve ser perfeito para não precisar de correções na obra. Nesse caso foram gerados vinte cortes de seção por seção para conseguir demonstrar em 2D como é essa estrutura.	S2

No momento em que foi exportado para o calculista em IFC e ele importou no TQS, rapidamente as alterações necessárias foram feitas e devolvidas em IFC. Ou seja, trata-se de um exemplo de uma boa interoperabilidade entre o *Bentley Architecture* e o TQS.

A qualidade desse processo é muito boa. O modelo arquitetônico tem uma cor e o estrutural tem outra. Os dois são visualizados em sobreposição, porém em 3D. São oito pranchas 2D em plantas com informações que talvez demorassem um dia inteiro para serem revisadas e conferidas após uma alteração de projeto. Isso contra dois modelos 3D, que são casados e as interferências ficam explícitas.

Essa produtividade realmente encanta quem trabalha na área. Em uma empresa enxuta, como é o caso, é importante pois, grande parte da velocidade de projeto é decorrente desse tipo de ferramenta. Dentro dos modos tradicionais, seria impossível dar as respostas na velocidade que a empresa demanda.

S2

D d4

Q11 - Exemplos de simulações feitas no escritório

As simulações de insolação, por exemplo, não eram feitas antes desse método de projeto que concilia o *software* BIM com o *GoogleEarth*. A entrevistada relata que, obviamente, pelo Norte do terreno, o arquiteto tem condições de saber o comportamento em termos de insolação de cada fachada, mas isso não era levado ao cliente da forma que é levado hoje e o retorno disso tem sido ótimo. Esse tipo de situação pode ser muito óbvia para o arquiteto, mas poder justificar para o cliente, a escolha de um determinado vidro, apoiado nesse tipo de informação, é outra coisa. Além disso, são feitas simulações do andamento das etapas no cronograma de obra, gerando vínculos com os elementos 3D do modelo visando estudar a evolução do projeto.

S2

a1. d22

UT

*As questões 12 e 13 não se aplicam a esse escritório.

6.6.1 Exemplos de projetos fornecidos pela empresa

Exemplo de uso do PDF 3D abordado na entrevista como um recurso que facilita a comunicação e a interface com parceiros externos que não desenvolvem seus projetos em 3D. Assim a empresa remodela as informações bidimensionais recebidas e exporta do modelo tridimensional o PDF 3D com as eventuais interferências identificadas.

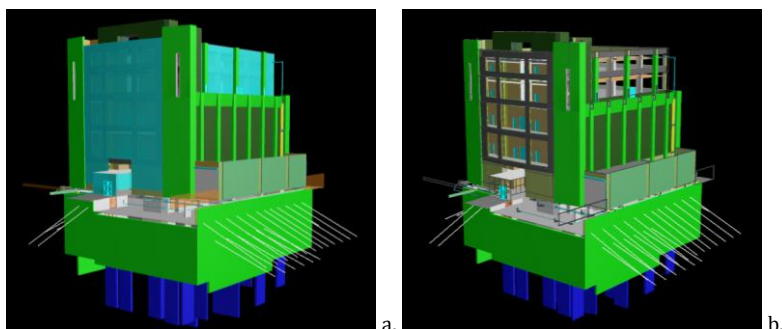


Figura 36. Vistas externas com padronização de cores. *Layer* de esquarias ligado (a) e desligado (b). Fonte: Cedida pela empresa.

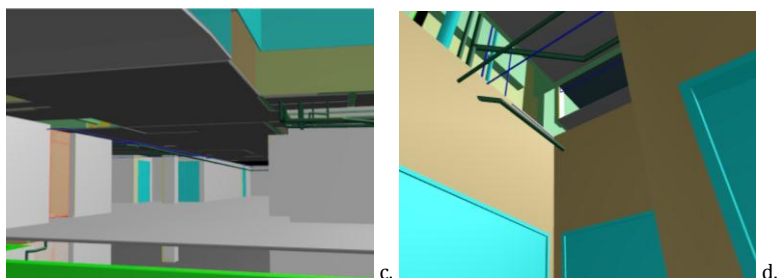
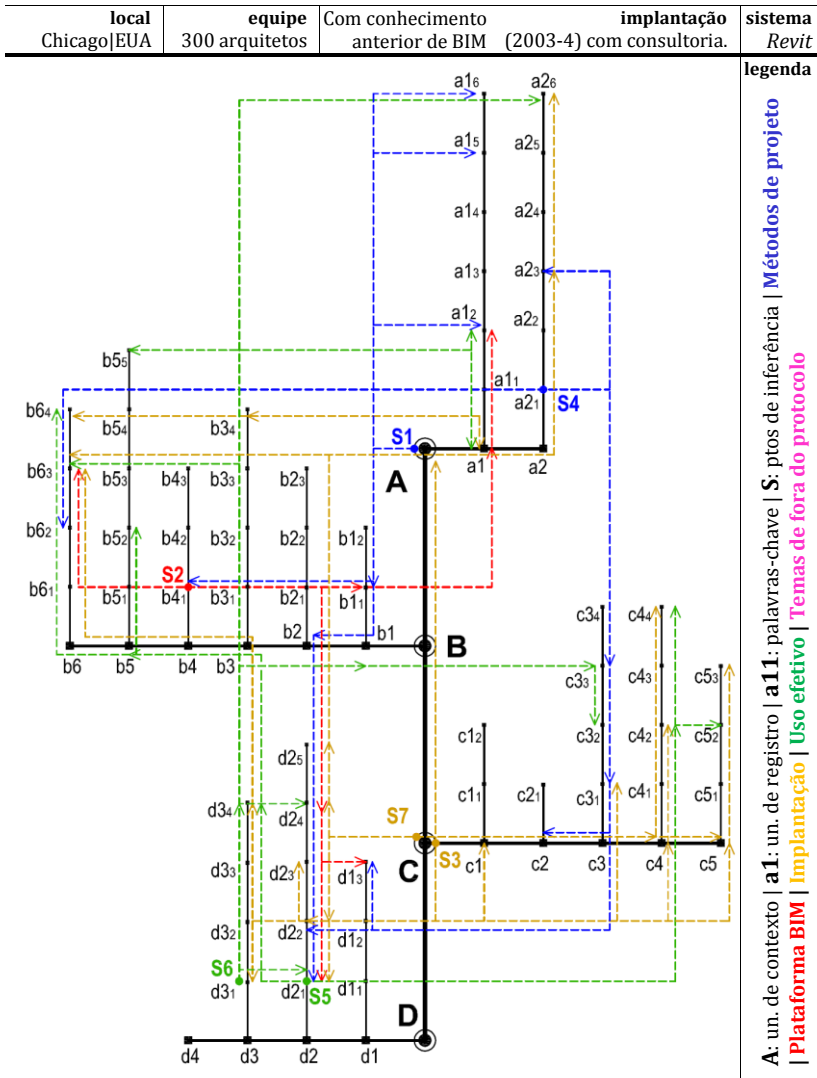


Figura 37. Vistas internas pavimento tipo com visualização de dutos (c) e mais aproximada(d). Fonte: Cedida pela empresa.

6.7 RELATÓRIO EMPRESA E

Apêndice 21. Análise escritório E.



legenda

A: un. de contexto | a1: un. de registro | a11: palavras-chave | S: pto. de infêrência | Métodos de projeto
 | Plataforma BIM | Implantação | Uso efetivo | Temas de fora do protocolo

Apêndice 22. Caracterização do escritório e dos métodos de projeto empregados.

Chicago, Estados Unidos.	cidade
Formação: mais de 10 anos Atuação do escritório: Desde 1936.	tempo
300 arquitetos.	equipe
Institucionais, comerciais, res. uni e multifamiliares, interiores, urbanismo.	projetos
Pessoas física e jurídica.	clientes
Desde 2003	BIM

A a1

Q1- Processo de desenvolvimento de projetos

	descrição geral	
	As fases são descritas pelo entrevistado como sendo usadas para fins de documentação de projeto e de cumprimento de etapas junto aos parceiros. Com a adoção de BIM, essas etapas não correspondem mais ao decorrer de um processo de projeto nos moldes em que empresa aplica.	
	No entanto são mantidas as etapas de Conceituação, Projeto Esquemático, Desenvolvimento, Documentação de projeto e Obra. Com o BIM é necessário maior aprofundamento, já nas primeiras fases de projeto com decisões que geralmente eram tomadas no desenvolvimento. Por isso, as etapas são mantidas apenas para efeitos de documentação.	S2
		UT
	a12. a13	

A a2

Q2- Como é feita a interface com outras disciplinas?

	parceiros . comunicação . compatibilização	
	Os parceiros com os quais a empresa vem trabalhando no momento, acabam sendo diferenciados no contexto da indústria como um todo. Consultores são diferentes de clientes. Clientes podem não ter acesso ao mesmo modelo, ao mesmo <i>software</i> , e faz parte dos acordos contratuais o fornecimento dos modelos desenvolvidos em projeto. Esses modelos são fornecidos não apenas na extensão própria de cada <i>software</i> , mas também no formato IFC. Isso possibilita que o modelo seja aberto por outro <i>software</i> e, portanto, dentro de toda a indústria que trabalha em conjunto.	
	Deve haver acordos próprios acerca da forma com que a informação é trocada e repassada. As operações particulares de cada empresa sempre vão existir. Cada uma tem ferramentas específicas, independente de extensões <i>rvt</i> , <i>dwg</i> , ou qualquer outro sistema de projeto digital. A noção que deve persistir, é que sempre estarão em trabalho plataformas diferentes, a única linguagem comum será por meio do IFC. Desde já, os modelos são convertidos para esse formato e, posteriormente, repassados ao proprietário ou ao cliente final.	S3
		UT
	d22. d23. d34	
	padronização	
	Hoje a empresa está comprometida com a questão da padronização de projetos em BIM através do AIA (<i>American Institute of Architects</i>), organização institucional de arquitetura nos Estados Unidos. Os entrevistados abordam superficialmente, mas a organização desenvolve um acordo sobre a maneira de projetar e padronizar desenhos em BIM, denominado "E202" (<i>Building Information Modeling Protocol Exhibit</i>).	S6

<p>Esse documento visa direcionar os profissionais acerca do que fazer com a tecnologia, como cada profissional de cada disciplina deve trabalhar, quem deve fazer o quê e qual o nível de detalhe ou de desenvolvimento, separado em categorias LOD (<i>Level of Development</i>). Se uma determinada empresa deseja a categoria LOD 200, o que exatamente isso significa? O que aquela empresa deve fazer ou o seu cliente deve fazer? Assim por diante. Quando essas categorias serão apropriadas e para que, ou para quem?</p> <p>Isso não é parte do formato IFC, mas sim um grande esforço interno em equipe visando o lado colaborativo para criar padronizações que respondam às expectativas em termos da relação com os clientes, do lado contratual, de como esse modelo será usado, se uma empresa tem a categoria LOD 300, o seu contratante pode usar o modelo para fazer estimativas de custos? Os entrevistados relatam que as categorias 100, 200 e 300 são para arquitetos, 400 para fornecedores, onde entram também os contratantes e 500 para os fabricantes se utilizarem dos modelos para fabricarem seus elementos.</p> <p>Eles ressaltam que esses são exemplos de questões que precisam ser repensadas em uma abordagem BIM mais ampla, que se aplique a indústria como um todo, que certamente é envolvida nessa metodologia.</p>	S6 UT
a26	

Apêndice 23. Plataforma BIM em geral.

B b1. b2	Q3- Como conheceu a plataforma BIM?
<p style="text-align: center;">conhecimento conceitual</p> <p>A empresa possui um setor interno criado recentemente denominado <i>Blackbox</i>, visando exclusivamente desenvolver o lado de pesquisa e de investigações diversas não apenas em termos de tecnologia, mas outros aspectos que permitem além de pensar em edificações, pensar nas cidades, em diferentes soluções que tem a ver com a arquitetura em geral, coisas que acontecem na ciência e na tecnologia tais como sustentabilidade, simulações, conservação de energia, etc. Desse grupo, são descobertas novas soluções em termos de geometria, forma, conceitos e inúmeros outros aspectos.</p> <p>Isso exemplifica a busca contínua da empresa pelas constantes atualizações necessárias na indústria de construção civil.</p>	S1 UT
b11. A. b2	
<p style="text-align: center;">diferenciais</p> <p>Algumas pessoas quando se fala em BIM, pensam apenas em modelos 3D. Mas não é só modelo 3D, não é transformar um projeto que foi feito com seções, plantas, fachadas e detalhes de 2D para 3D.</p> <p>Agora trabalhamos com informações chave inseridas naquele modelo, que possui uma inteligência, que o profissional pode efetivamente aplicar em outras áreas e usar em outros sistemas programados para determinar aspectos daquela</p>	S2

edificação. Não são duas linhas sobre um plano, aquela parede representada é de fato uma parede com a qual o profissional deve ter cuidado ao trabalhar.

S2

B b3.b4

Q4- Fatores que despertaram ou despertam o interesse

diferenciais

A importância vai além das ferramentas, é a maneira de se pensar o processo de projeto que é o mais intrigante. Mesmo que o profissional não use Revit ou outro sistema, mesmo com ferramentas simples, como AutoCAD. Se o processo inclui fazer análises constantes que conferem consistência àquele projeto em diferentes aspectos de construção, isso já poderia ser considerado BIM, na opinião do entrevistado.

S2

b41. d21. a12. b11 UT

B b5

Q5- Fatores que motivam ou motivaram a mudança

equipe
organização

O arquiteto destaca que é de grande valia e fundamental quando um funcionário da equipe tem de fato domínio do sistema a ponto de dar segurança aos outros. Isso foi um fator que o motivou a decidir usar o BIM no primeiro projeto. Um projeto na Rússia em que o profissional foi convidado a fazê-lo em BIM.

Houve um entusiasmo com a proposta e realmente uma vontade por já haver a consciência de que a tecnologia estaria difundida em questão de tempo, e que esse seria um modo de não ficar às margens desse processo por muito tempo. Portanto, naquele momento decidiu abraçar a nova tecnologia e aceitou a proposta.

No entanto, foi contundente ao destacar que o projeto seria desenvolvido em BIM em um momento que ninguém sabia usar o *software*, então não poderiam fazê-lo a menos que alguém fosse contratado para guiar esse processo e ser o *expert* em BIM. Alguém que pudesse sentar junto com a equipe nos momentos de problemas com *hardwares*, programas etc, e dar o suporte necessário para que a equipe de fato pudesse trabalhar.

equipe . aprendizado

Essa é a chave da mudança. Se o profissional estiver sozinho e tentando descobrir o sistema por conta própria, vai haver uma frustração que o levará a questionar o porquê da necessidade daquela mudança. Mesmo hoje, a empresa tem pessoas contratadas para dar suporte individualizado aos funcionários.

Dessa forma, na medida em que a equipe evolui de projeto para projeto em BIM, esse funcionário vai sentar ao lado, ensinar, estar junto e ter a certeza de que a equipe de fato entende como usar a tecnologia, como organizar os projetos.

S5

b5. c42. b52. b64 UT

B b6

Q6- Problemas encontrados ou que se espera encontrar

interoperabilidade

O entrevistado relata que a interoperabilidade hoje tem outra dimensão. Há poucos anos não existia o Revit MEP. A dificuldade atual é a necessidade de se tomarem decisões adiantadas. Pra isso o profissional precisa ter ferramentas

simples à sua disposição que permitam que de fato tome tais decisões rapidamente e possa exportá-las e importá-las facilmente.
 A maior parte das dificuldades, em termos de interoperabilidade, advém do fato de terem o modelo, o analisarem com o *Ecotect* que faz determinadas sugestões, e decisões são tomadas em cima dessas sugestões e retornadas ao modelo. Ainda assim, se não houver nada disponível para alguma necessidade projetual, que eles têm que criar. Essas questões vêm do setor *Blackbox*.

S6
 UT

b63. d34. cN. a12

comunicação . protocolos

Independente de ser uma representação 2D em CAD ou um modelo BIM, a questão é que se um pedaço de papel é entregue a alguém, nesse papel pode ser visto um determinado erro, ou se algum desenho está certo ou errado, mas ainda é apenas um pedaço de papel. No entanto se um modelo é repassado e aberto no *software* errado, a informação completa pode não estar disponível ali, os dados como um todo podem não ser visualizados, e isso conseqüentemente, será colocado em arquivos digitais, podem ser criados conjuntos de cópias em PDF e aquilo vai representar o contrato.
 O raciocínio é exemplificado com o projeto feito em Denver com base em um modelo desenvolvido em BIM, mas com contrato ainda baseados em um pedaço de papel que é repassado ao contratante. O contrato diz que o modelo deve ser repassado, mas se for aberto por um *software* errado através de um formato IFC, não se tem idéia do que será visualizado do outro lado, não existem garantias. Por isso deve haver muita cautela quando um modelo é compartilhado por meio de uma base industrial ampla e aberta, com protocolos de comunicação abertos em rede, pela internet.
 Quando uma empresa tem seus próprios consultores, ela pode dizer que seu modelo não deve ser aberto em determinados sistemas, não podem ser convertidos para um *software Bentley* ou *Graphisoft* ou outro qualquer, e depois retornado à empresa. Trata-se de um alto nível de controle que existe em um contexto interno, em relações internas; algum controle quando as interfaces externas são bem definidas junto a consultores ou parceiros específicos e pouco controle quando a informação é compartilhada com pessoas ou profissionais dos quais não se conhece absolutamente nada.

S7
 UT

d24. b63. d22. d25. a23. a26

Apêndice 24. Forma de implantação.

C c1.c2.c3.c4.c5	Q7- Como foi o processo de transição?
	<p style="text-align: right;">n° de projetos</p> <p>É difícil dizer exatamente qual foi o primeiro projeto em BIM, pois se pensarmos no projeto inteiro, com todas as disciplinas envolvidas sendo desenvolvidas em BIM, ainda não aconteceu. Alguns dos projetos na China, não tiveram a parte de documentação gerada em BIM. Será feito o desenvolvimento do projeto esquemático e depois a informação será entregue com metodologias usuais.</p>

Por exemplo, no primeiro projeto em BIM no escritório de Chicago, o projeto estrutural que também foi feito internamente, não foi BIM. Posteriormente o primeiro projeto que tinha todas as disciplinas envolvidas foi na China, mas ainda assim, novamente a metodologia não foi levada até a documentação da construção. O modelo era trabalhado com todo o desenvolvimento do projeto em BIM, mas ao final do dia aquela informação era convertida para o AutoCAD e esses arquivos eram enviados para a China, para que fosse feita a conclusão.

Porém, dentre os exemplos mencionados, o arquiteto elege o projeto de Denver como a primeira experiência oficial, um centro médico. Ele relata que hoje estão na etapa de desenvolvimento caminhando para a documentação em BIM e seguirá até a etapa de construção. Os empreiteiros e gestores do empreendimento exigem que o BIM seja usado como parte do contrato para que auxilie na administração da obra.

Oficialmente, talvez esse seja o primeiro projeto em que a tecnologia será levada do início ao fim e usada, inclusive, pelos consultores. Esse projeto já foi iniciado há um tempo, mas com a efetiva implementação do BIM, provavelmente em 2009.

Para o primeiro projeto, em termos esquemáticos, o arquiteto data o início para meados de 2004, 2003 podendo inclusive ser 2002. Essa informação precisaria ser confirmada, mas novamente apenas o desenvolvimento da arquitetura. Portanto o BIM já era usado antes, sem a inclusão das outras disciplinas, como estrutura e MEP, o que na visão do arquiteto não seria um processo BIM. No escritório de Nova York, onde um dos entrevistados trabalhava antes de ser transferido para a sede de Chicago, o uso foi anterior, provavelmente em 2002 e lá, também não é possível afirmar que o processo completo tenha sido em BIM. Naquele momento era diferente, pois realmente não havia ainda opções em termos de MEP, por exemplo. Era de fato apenas arquitetura, com consultorias externas na parte de estruturas que, provavelmente, não eram em BIM também. Esses parceiros têm mudado aos poucos.

c33. b55. b1. b63. a1. c32. d21. d24

implantação . custos . consultoria

O arquiteto destaca a importância de se pensar em multidisciplinariedade ao se implantar a plataforma BIM nos escritórios. O custo de uma troca de tecnologias hoje é algo a ser pensado com cuidado, diferente do passado. É preciso comprar *software*, *hardware* ou melhorar o *hardware* e o custo disso torna-se significativo na mudança. Também deve ser considerado o fato de ter pessoas trabalhando nesse sistema.

Em uma perspectiva de negócios, portanto, deve-se analisar quais são os benefícios individualmente. Quando cada escritório ou profissional terá os ganhos e os lucros desse investimento? Não apenas em termos de programas, mais em termos individuais mesmo. Como cada um vai proceder essa mudança? Será longo o período destinado a isso? Outro aspecto relativo a treinamentos e pessoas diz respeito à resistência de cada um, pois existe a possibilidade de que os benefícios não sejam percebidos e na primeira meta a cumprir ou no primeiro prazo a obedecer, certamente haverá retorno ao sistema anterior para que contratos e responsabilidades sejam obedecidos.

C. b63. c31. c1. d34

S6

UT

S3

UT

<p>Além do que se refere a programas e <i>hardwares</i>, os treinamentos são questões significativas desse processo. Existe a resistência individual. O que ocorreu nesse caso foi que, finalmente, alguém precisou afirmar que de certo momento em diante a troca seria feita, que os projetos correntes e os novos mudariam. Alguém tinha que tomar essa decisão e, conseqüentemente, todos iniciariam os treinamentos às vezes até por conta própria, fora do ambiente do escritório.</p> <p>Ainda que o projeto no qual esse processo se iniciaria não tivesse começado, sabia-se que em algum momento isso ia acontecer e a equipe toda se mobilizou a evoluir. Era o primeiro projeto e o arquiteto relata que a equipe concordou. Iniciou-se um período de aproximadamente uma semana de treinamento intensivo. As pessoas trabalhariam no projeto e, ao mesmo tempo, passariam pelo momento de treinamento. O arquiteto acredita que com o cronograma atual do escritório, isso seria mais difícil. Dessa experiência surgiu um dos conceitos que tentam implantar na empresa hoje: o conceito de treinamento "<i>just in time</i>", visando identificar os projetos e as pessoas que estão trabalhando e seus níveis de aptidões e competências. Através disso, fazer um treinamento introdutório com um consultor sentado ao lado, orientando o curso de trabalho específico para uma determinada necessidade. Permitir que uma pessoa conheça o que é necessário saber em termos específicos ao desenvolver um determinado elemento, pois é daquela informação que ela vai precisar em seu próximo projeto. O arquiteto acredita ser uma tentativa de mudar uma forma de treinamento, visando obter uma prática de projeto mais integrada e tornar a transição mais fácil dentro da empresa.</p>	<p>treinamento</p> <p>S3 UT</p>
<p>c4. d34. c2. A. c42</p>	

<p>C c3.cN Q8-Qual o critério de escolha e de uso do software BIM adotado?</p> <p>critérios de escolha</p> <p>Definir o <i>software</i> foi uma luta de alguns anos entre Revit da Autodesk, Triform da Bentley por dúvidas principalmente entre o setor de estrutura e o de arquitetura. Havia algumas fortes opiniões do setor de estrutura sobre o Triform, mas na arquitetura havia a influência do escritório de Nova York e, também algumas opiniões de Chicago mais favoráveis a inserir o Revit como a plataforma base. Portanto, depois de alguns anos, pra chegar a uma definição exata, a opção foi pelo Revit como o sistema base em BIM, alimentado por outros sistemas.</p> <p>Na prática quase tudo é usado. O arquiteto considera que neste momento já não haja mais essa discussão na empresa ou que vá haver mudança para o <i>Triform</i>.</p>	<p>S4 UT</p>
<p>c31. c33</p>	

Apêndice 25. Uso efetivo de BIM.

<p>D d1 Q9 - Descrição da experiência no uso de BIM</p> <p>relação com parceiros . interoperabilidade</p> <p>Todos trabalham no mesmo modelo e é isso que torna o projeto colaborativo. Embora cada equipe ou departamento tenha um determinado isolamento,</p>	
---	--

quando se extrapola esse limite interno, há que se definir claramente que o projeto seja desenvolvido em BIM, nos acordos e contratos com os consultores externos fica expressa a nossa necessidade de que eles também trabalhem em BIM e isso significa não uma dificuldade, mas novamente, um grande planejamento inicial. Que plataforma é usada internamente? Que plataforma os outros usam? Pode um lado estar em 2011 e o outro em 2008? Muitas dessas questões precisam ser equalizadas antes da maior das dúvidas: Como será a troca de arquivos? Pois não é possível que se trabalhe uma semana e ao final dessa semana se descubra que um lado usa BIM e o outro usa CAD e todo o tempo seja simplesmente perdido. Portanto são alguns dos problemas atuais.

comunicação

No projeto de Denver foi configurado um ambiente FTP onde são possíveis *downloads* e *uploads* automáticos de todos os projetos às 2h da manhã. Nesse horário não há ninguém no escritório, é tudo automático. Quando as pessoas chegam pela manhã, sabem automaticamente quais atualizações foram processadas na estrutura, por exemplo. É uma rotina diária.

Eventualmente, pode haver uma troca para outra base, que se atualize de hora em hora, mas seria outra tecnologia. O importante a ser considerado por uma empresa é desenvolver um trabalho maduro junto com consultores para que a informação realmente possa ser viva e todos possam consumi-la.

a23. a21. b62. c2. d22. d13

S4

UT

desvantagens

O entrevistado relata que pode ser uma desvantagem ou um problema delimitar o quão distante uma dada empresa vai nesse processo. Quanto de informação será o modelo e se esse nível de informação deve de fato ser inserido. Certas informações devem ser colocadas, pois engenheiros vão usar ou outras disciplinas vão fazer análises ou simular elementos com ela. Delimitar esse cenário não é simples.

parceiros . documentação

No projeto de Denver, a informação que está inclusa no modelo será extraída para um programa de gerenciamento da parte de instalações que o cliente eventualmente poderá usar. Se analisarmos o usuário final, não se trata apenas de criar aquela informação que será extraída, aquilo será o que o cliente usará ao final. Quando tudo estiver entregue, ele ainda terá um modelo que replica aquele edifício em conteúdo extra. Informação adicional que precisa ser útil ao final, incluindo informação não gráfica, são dados sobre aquele edifício. Garantias, componentes do edifício e tudo que é necessário para administrá-lo em todo o seu ciclo de vida. Eventualmente, os arquivos *dwg*, ou outros quaisquer, podem ser entregues ao contratante, ao proprietário, ao construtor e aquilo será continuamente útil no ciclo de vida do edifício.

S2

<p style="text-align: right;">multidisciplinariedade</p> <p>Essa é uma empresa multidisciplinar, ao contrário de outras que são apenas escritórios de arquitetura que provavelmente estão usando o BIM somente pelo lado da arquitetura.</p> <p>Porém, se o desejo é realmente usar a inteligência da tecnologia, devem ser englobadas as informações do projeto estrutural, mecânico, elétrico, hidráulico, para que se tenha contato com um conjunto melhor de documentos, um conjunto melhor de esforços que, espera-se, vai reduzir o montante de revisões de projeto, os pedidos de mudanças, a quantidade de contratos, etc. Isso tudo decorre do fato de que, agora é realmente possível ver tudo isso em 3D com informações incluídas, que podem ser exploradas e vistas de diferentes formas.</p>	S2 UT
d13. d24. b63	

<p>D d2.d3 Q10 - Mudanças decorrentes da modelagem 3D em BIM</p> <p style="text-align: right;">cultura</p> <p>A mudança de cultura provavelmente está acontecendo em todos os lugares, todas as empresas e com todos os profissionais que mudam de uma plataforma pra outra. O arquiteto acredita ser mais forte que a mudança para o CAD, pois toda uma filosofia precisa ser alterada. E uma filosofia que, de uma forma ou de outra vinha funcionando relativamente bem.</p> <p style="text-align: right;">tempo</p> <p>O arquiteto acredita haver uma mudança na forma como se pensa o tempo, pois gasta-se mais tempo viabilizando um projeto com o uso de ferramentas para as quais devem ser fornecidos mais informações e dados sobre o que está sendo criado.</p> <p>Não se trata de facilmente desenhar duas linhas. Ao adicionar uma parede, deve-se pensar essa parede. Portanto é possível que se gaste mais tempo pensando a informação por trás do modelo e os benefícios temporais que virão adiante. Não são imediatos esses benefícios, não são percebidos agora.</p>	S5 UT
d21. d34	

<p style="text-align: center;">CAD . forma de projetar . relação com parceiros</p> <p>O entrevistado acredita que a diferença entre CAD e BIM é o fato de que o BIM requer mais planejamento, antes de se ligar o computador. Requer mais organização, pois em 2D são feitos desenhos, cortes, elevações, plantas. Neste caso, podem existir diferentes modelos 3D que precisam ser interligados. Todos os elementos precisam ser previamente pensados, é essa conexão que causa maior impacto em última instância. Ao pensar nas etapas características do processo tradicional, projeto esquemático, desenvolvimento, projeto legal ou documentação da construção e execução, percebe-se que o esforço dos profissionais era mínimo na conceituação, no projeto esquemático e só aumentava na etapa de desenvolvimento, onde havia um esforço enorme para produzir os desenhos relativos à etapa de projeto legal.</p> <p>Essa curva avançou, pois já não se pode esperar até a etapa de documentação e de projeto legal para que um modelo seja construído. É preciso adiantar esse processo para que a construção do modelo seja praticamente imediata. O vidro</p>	S3
--	-----------

<p>precisa ser definido, qual a quantidade desse vidro? Essa informação é necessária para a análise do consumo de energia.</p> <p>Alguma coisa precisa ser criada para chegar ao nível da definição do fosso do elevador, pois o calculista precisa dessa informação para desenvolver o projeto estrutural, mesmo que o projeto ainda esteja na fase conceitual.</p>	
<p style="text-align: right;">documentação . qualidade de projeto</p> <p>Portanto, existe uma gama enorme de definições que aumentam o esforço e o envolvimento do profissional nas primeiras etapas e é isso que vai introduzir o nível das informações presentes nos contratos e nos documentos que, no processo bidimensional do CAD, era empurrado para a fase de desenvolvimento. Isso causa uma mudança significativa em relação aos modos com que provavelmente os arquitetos trabalhavam.</p> <p>O entrevistado destaca que não voltaria ao processo tradicional, que não faria esse retrocesso ainda que pudesse. Ele destaca que é algo que está aqui, faz parte do agora com o qual é impossível não se envolver, e que será levado às próximas gerações.</p> <p>O sentimento é que, independente dos outros, naquela empresa e provavelmente naquele país (EUA), as outras formas de se desenvolver um projeto continuam, mas esse processo precisa ser acelerado para se aproximar o momento multidisciplinar. Para que o arquiteto entenda o que realmente é necessário em termos de arquitetura, para que seja feita uma análise de eficiência energética.</p>	<p style="text-align: right;">S3</p>
<p style="text-align: right;">1. a11. b4. c5. b63. c53. a12. d31</p>	<p style="text-align: right;">UT</p>
<p style="text-align: right;">visualização</p> <p>Considera que há anos atrás, havia apenas pessoas desenhando para que os outros usassem aquele desenho e modelassem com algum material, fazendo uso de outras ferramentas e outras tecnologias para o estudo de diferentes elementos usualmente em 3D. Hoje é necessário que os dados sejam manipulados facilmente, e que se façam mudanças facilmente. Houve uma grande mudança nesse cenário que se relaciona diretamente com a visualização. Ela antes dependia de um esforço maior em agregar elementos de visualização que facilitavam a percepção de uma idéia. Isso já mudou.</p>	<p style="text-align: right;">S6</p>
<p style="text-align: right;">d31</p>	<p style="text-align: right;">UT</p>
<p style="text-align: right;">documentação . produtividade</p> <p>Em termos de documentação, com o Revit existem vários pontos positivos. A novidade é a certeza de que ao passar um corte, aquela é de fato a representação do que de fato foi inserido no modelo, do nível de informações que ele possui, o que não acontece em um desenho 2D onde alguém foi no projeto, leu uma informação, interpretou a estrutura representada e desenhou, interpretou a hidráulica e desenhou, interpretou um duto que atravessava um determinado ponto e desenhou. Não há conexão alguma entre esses elementos, a conexão quem faz é a pessoa que está desenhando e é segundo a interpretação que ela fez. Isso tem que ser feito corretamente, com exatidão. Nesse método de trabalho há a exatidão adicionada de um mecanismo muito rápido de desenvolvimento. Rapidamente se passam cortes, se constata correlações entre os elementos, se coordenam disciplinas, se documentam interferências etc. É uma ferramenta muito boa. A produtividade é vista pelo arquiteto como um conceito que faz com</p>	<p style="text-align: right;">S7</p>

que os profissionais ainda estejam em uma curva de aprendizado. É necessário haver mais familiaridade com o projeto em trabalho, e com a ferramenta em si. Se considerarmos alguém que realmente entende de projetos digitais, e alguém que está apenas aprendendo, aquele que domina dará melhores resultados em termos de produtividade.

Depende das ferramentas e de quem as manipula. Além dos treinamentos mais intensivos, que definitivamente permitem o melhor entendimento em termos de complexidade, de geometria, de uma forma sequer imaginada antes englobando racionalização de diferentes sistemas, há muita coisa inserida nisso.

interoperabilidade

Interoperabilidade é algo que demanda mais trabalho futuro, mais evolução. Como um modelo pode ser importado, como pode ser inserido no Ecotect, como uma rápida análise pode ser feita nele, como uma análise estrutural pode responder uma dúvida rápida também enfim, em termos de um uso de ferramentas múltiplas.

S7

d24. C. c5. d21. c44. c4. d22. b63

UT

D d4

Q11 - Exemplos de simulações feitas no escritório

simulações

É comum que se queira saber já nas fases iniciais, respostas em termos do comportamento daquela edificação em relação a diversos aspectos. Por isso algumas análises já são feitas desde o início e são usadas como suporte acerca das soluções propostas, se estão corretas, se o vidro escolhido é o melhor dentro dos critérios definidos, qual o percentual de calor que ele absorve do ambiente externo, de luz, elementos do gênero.

S1

a15. a16

UT