



**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS– FATECS**

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

MAYRISON VINICIUS PEREIRA HOLANDA

**CONFERÊNCIA ENTRE SOFTWARES DE REPRESENTAÇÃO DE
PROJETO DE ARQUITETURA (REPRESENTAÇÃO 2D AUTOCAD E
BIM REVIT)**

**BRASÍLIA
2017**



MAYRISON VINICIUS PEREIRA HOLANDA

**CONFERÊNCIA ENTRE SOFTWARES DE REPRESENTAÇÃO DE
PROJETO DE ARQUITETURA (REPRESENTAÇÃO 2D AUTOCAD E
BIM REVIT)**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e
Pesquisa pela Faculdade de Tecnologia e
Ciências Sociais Aplicadas – FATECS

Orientação: Igor Lacroix

**BRASÍLIA
2017**

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, professor Igor Lacroix, por sua disposição, dedicação e interesse em desenvolver o tema. Sua atuação foi primordial para a conclusão de mais uma etapa da minha vida acadêmica.

À professora Fabiola Guedes por seu comprometimento, incentivo e disposição em ajudar desde as etapas iniciais da pesquisa.

Aos escritórios que se disponibilizaram a ceder informações para a pesquisa, conteúdo essencial para o êxito dos resultados obtidos.

A todos, muito obrigado.

CONFERÊNCIA ENTRE SOFTWARES DE REPRESENTAÇÃO DE PROJETO DE ARQUITETURA (REPRESENTAÇÃO 2D AUTOCAD E BIM REVIT)

Mayrison Vinicius Pereira Holanda – UniCEUB, PIBITI Institucional, aluno bolsista

holandamax@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo comparar dois Softwares de Representação de projetos de arquitetura, AutoCAD como exemplo de tecnologia de representação 2D bidimensional e Revit como exemplo de tecnologia BIM, com ênfase no recorte tempo de execução de desenho. Após conceituar o sistema CAD e sistema BIM, será observado o contexto histórico em que essas plataformas se desenvolveram e com base nas informações levantadas e interpretações dos autores citados, avalia-se de modo prático a hipótese de que Revit é a plataforma mais eficiente. De forma especulativa, serão levantados dados de escritórios que utilizam ambas as tecnologias.

A primeira etapa de avaliação prática consiste em uma atividade de entrevistas que avaliou 4 escritórios de Arquitetura em Brasília – DF escolhidos pelo critério: software utilizado para representação de projeto. Dois escritórios utilizam tecnologia de representação 2D e dois utilizam tecnologia BIM. Foi avaliado o quesito tempo de produção de desenhos, considerando as etapas de estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal e projeto executivo, além disso foi avaliado o comparativo descritivo, um memorial das observações feitas sobre as outras etapas de projeto que envolvem a produção de desenhos, tais como: aprovação com clientes, aprovação para etapa de projeto legal e readequação às normas do Código de Edificações juntamente às determinadas administrações regionais e prefeituras.

A segunda etapa de avaliação prática considerou as respostas obtidas através dos autores e de trabalhos acadêmicos já existentes. Tais respostas encontradas proporcionam um resultado mais sólido e objetivo, que possibilitaram substituir uma atividade complexa de aplicação de testes e posterior avaliação de resultados. Portanto, a simples revisão da literatura local permitiu um direcionamento mais objetivo à hipótese da pesquisa.

Palavras-Chave: AutoCad, Revit, Desenho Técnico, Arquitetura, Software.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	07
2 EVOLUÇÃO DO DESENHO TÉCNICO NA HISTÓRIA	08
4 CAD/ AUTOCAD.....	12
5 MEMORIAL DE ENTREVISTA – AUTOCAD.....	14
6 BIM/ REVIT.....	19
7 MEMORIAL DE ENTREVISTA - REVIT.....	22
8 CONFERÊNCIA ENTRE PESQUISAS.....	27
9 RESULTADOS.....	30
10 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	32

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

FIGURAS

Figura 01 - “Les noces de Cana”, Giotto, 1304-1306.....	08
Figura 02 - AD Classics: The Plug-In City / Peter Cook, Archigram.....	09
Figura 03 - Heydar Aliyev Center - Zaha Hadid Architects.....	10
Figura 04 - An engineer drawing in an office at Aloca, Point Henry, 1967.....	11
Figura 05 -Alunos da PennState College of Arts and Architecture.....	11
Figura 06 - AUTODESK, Documentação 2D abrangente.....	12
Figura 07 - AUTODESK, Revit Structure.....	17
Figura 08 - BIM Project Coordination Clash Detection.....	18
Figura 09 - Mensagem de Sistema para <i>Fatal Error</i>	24

TABELAS

Tabela 01 – Horas de execução de projeto – AutoCad.....	14
Tabela 02 – Questionário de entrevista – AutoCAD	16
Tabela 03 – Horas de execução de projeto – Revit.....	22
Tabela 02 – Questionário de entrevista –Revit.....	22

INTRODUÇÃO

A comparação entre distintas tecnologias de representação de projeto de arquitetura tem como intuito demonstrar a eficiência de novas ferramentas que possuem potencial para facilitar o processo de projeto. Será abordado o comparativo entre a plataforma mais popular e tradicional com a plataforma de maior promessa tecnológica, fazendo então um recorte no quesito tempo de execução. É conhecido que o desenho CAD (*Computer Aided Design* - Desenho auxiliado por computador) se tornou a plataforma mais popular no Brasil, sendo a ferramenta de representação de projeto mais dominante no mercado. Observa-se o uso de CAD desde o projeto de obras residenciais, a obras públicas em todas as escalas. Há de frisar também que o software AutoCAD vem sendo ensinado nas escolas de Arquitetura e Engenharia como ferramenta de representação gráfica de projeto desde as primeiras versões lançadas.

O desenho digital era bidimensional. No final da década de 60 e início de 70 foram desenvolvidos sistemas CAD que permitiam representar também entidades tridimensionais (EASTMAN et al, 2008, p. 26-27). Esses sistemas possibilitaram a projeção diretamente no computador em substituição a representação no papel. Contudo, esses sistemas representam entidades geométricas genéricas as quais podem ser interpretadas de inúmeras maneiras em relação aos materiais constituintes e seu comportamento (EASTMAN et al, 2008, p.15 e 16).

Com o avanço de novas tecnologias e a necessidade de viabilizar questões econômicas e também maximizar as possibilidades em linguagem de projeto, surgiram novas ferramentas no mercado de softwares de modelagem e representação de desenho técnico. Revit é uma plataforma da AutoDesk, mesma empresa desenvolvedora do AutoCAD, que através do sistema BIM traz soluções que sugerem uma evolução na forma de pensar e executar projeto.

BIM (*Building Information Model* – Modelo da informação da construção) “é um modelo 3D inteligente baseado nos processos que contemplam arquitetura, engenharia e construção profissional por meio de ferramentas eficazes para projetos de design, construção, administração de obra e infraestrutura”.AUTODESK.Bim,2017.Disponível em:<<https://www.autodesk.com/solutions/bim/overview>>. Acesso em: 13 de jun. 2017.

A tecnologia BIM está sendo utilizada para representar novas linguagens de projeto, viabilizar formas complexas, questões de sustentabilidade e melhoria nos funcionamentos de edificações. As vantagens prometidas pela tecnologia BIM podem viabilizar uma evolução no processo de projeção arquitetônica. Através do resultado obtido por um sistema paramétrico, surgem possibilidades de uma arquitetura mais complexa, que representa geometrias não mais limitadas pelo número de ferramentas acessíveis de um software de representação 2D.

EVOLUÇÃO DO DESENHO TÉCNICO NA HISTÓRIA

Verificaram-se através de estudos da história da construção que o desenho sofreu várias transformações ao longo dos séculos. Como uma forma de registrar os primeiros registros do homem, de maneira rudimentar, o desenho se estabeleceu como um registro de informações e se transformou e evoluiu em função da necessidade de representar ideias, fazer registros e documentar técnicas construtivas por exemplo. Segundo Edward Robbins, o desenho já servia de base para execução de obras, funcionando como a impressão de uma ideia de projeto desde os povos da Antiguidade. “Os primeiros vestígios do desenho foram descobertos no Egito. Os povos da Antiguidade desenhavam sobre grids, ou melhor, grelhas, e incrustavam em lâminas de rochas os croquis com suas ideias. Os desenhos eram rudimentares. No sentido de orientar a construção eram feitas diversas projeções em escala real no próprio canteiro de obras, com cordas e estacas”. (ROBBINS, 1997, p. 10).

Já no século XV/XVI o Renascimento se estabelecia como movimento de afirmação do pensamento do homem moderno. A evolução da matemática, juntamente com a multidisciplinaridade dos grandes construtores, estabelecia um período onde perfeição e exatidões estavam ligadas intimamente ao poder e ao divino. Havia então a necessidade de criar uma linguagem que melhor representasse os símbolos contemporâneos do período. A figura 01 - Obra do pintor Giotto Di Bondone como exemplo do uso da perspectiva durante o Renascimento.



Figura 01 - “Les noces de Cana”, Giotto, 1304-1306 . Hemmerling, et al., 2011 p. 53)

O movimento humanístico e científico renascentista propiciou condições para que os recursos de representação fossem valorizados e passassem a ser sistematizados e regularizados, buscando um *status* científico compatível com os paradigmas vigentes, criando “a possibilidade de pensar o espaço construído através de um modelo analógico que controlava a realidade efetiva do objeto” (Mascaró, 1990, p.58).

A necessidade de replicar em ampla escala objetos e abrigos surgiu na Revolução Industrial. O homem migrava para as grandes cidades em busca de melhores condições econômicas, onde a tecnologia se desenvolvia para reproduzir em grande escala os novos objetos de uso comum por meio do ferro, material que viabilizaria a construção de ferrovias, barcos e os presentes maquinários desenvolvidos para todos os setores de produção. Segundo Fábio Silva, surgiu durante a evolução industrial um profissional que pode melhor reproduzir as tecnologias desenvolvidas ao longo do século: o projetista, responsável pelo conhecimento que implicava na produção de várias competências de execução das edificações.

Assim como no Renascimento, esse profissional carregava a identidade de seu tempo, representava a necessidade do homem naquele período e, neste contexto, significava o poder da tecnologia nas mãos do homem, como ferramenta facilitadora dos processos industriais, necessidade fundamental no novo processo de construção do homem moderno. “A introdução da máquina a vapor através do processo de combustão surge como uma poderosa fonte de energia que, dada a sua eficiência, retira esforço físico e conduz a uma potencialização da técnica. Da mudança da técnica à tecnologia, surgem dois factores que serão cruciais para o desenvolvimento a cultura humana: em primeiro, o aparecimento da profissão de projectista, com conhecimento dos processos artesanais e da mecânica maquinal, e em segundo, a autonomia da máquina em relação ao artesão e ao produto”. (Silva, 1999 p. 14).

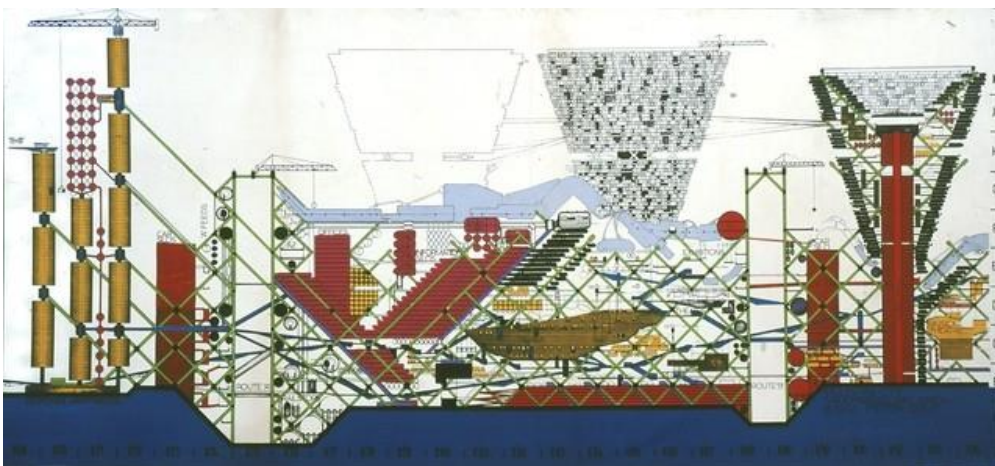


Figura 02 - AD Classics: The Plug-In City / Peter Cook, Archigram.

No princípio do século XX, o ritmo acelerado que foi inculcido à sociedade, baseado no desenvolvimento da máquina, deu asas ao aparecimento de movimentos modernos que tinham como principal fonte de inspiração, a racionalidade da maquinaria e a velocidade do carro (Figueira, 2005 p. 51). As alterações no campo da percepção e representação, possibilitadas pelo aparecimento de novas tecnologias e novos materiais, permitiram o renascimento de vagas semi-utópicas, como as referenciadas no subcapítulo anterior (por exemplo, os Archigram). A transição da pulsão industrial no movimento mecânico é substituída por uma mais sutil e orgânica: a arquitectura líquida (Figueira, 2005 p. 47).

A arquitetura se apropriou do ideal industrial em seguida, durante o Movimento Moderno no Século XX que possuía como uma de suas características uma forte negação aos ideais dos movimentos anteriores. Traduziram-se em esterilidade da forma, poucos ornamentos e ressignificação da linguagem pelo artifício do mínimo. Se manifestou no mobiliário, na arquitetura, na arte em todas suas expressões, principalmente após o estabelecimento da escola Bauhaus como fonte de definição do que era a linguagem moderna.

O Modernismo foi um movimento artístico e sociocultural que surgiu no início século XX e tinha como principal objetivo opor-se ao tradicionalismo existente da época através da utilização de novos conceitos e de novas técnicas. Os artistas modernos, a partir dessas novas formas artísticas que se estabeleciam, iam desenvolvendo os seus métodos de criação e reprodução, fazendo emergir uma nova forma de pensar o mundo atual. Pontos como a “mudança, a efemeridade e a fragmentação” são premissas fundamentais na própria linhagem condutora deste movimento. MACIEL, David, 2015 p. 41).

A arquitetura contemporânea, que utiliza da tecnologia de representação e modelagem 3D para representar e conceber seus projetos, nos dá exemplos de como a arquitetura pode ser múltipla em sua forma, exequível em suas funções e adequada à sua contemporaneidade através das tecnologias como ferramentas de projeção. A figura 03 mostra um exemplo de projeto de Arquitetura feito a partir de funções paramétricas computadorizadas.



Figura – 03. Heydar Aliyev Center - Zaha Hadid Architects.

O desejo pela procura de simplificação da forma, agora “volumétrica”, foi consequência do pensamento *maquínico* que foi introduzido à sociedade nesta época. Assim, como podemos verificar, o conceito de arte moderna voltou-se cada vez mais para os objetos, para o *design*. A necessidade de entender o objeto como um todo, fez com que o método de representação mudasse o seu ponto de vista. Estas composições desprovidas de interpretações espaciais vieram influenciar os representantes do movimento holandês De Stijl, da escola da Bauhaus e, como iremos estudar mais à frente, influenciou também a arquiteta Zaha Hadid, que encontrou na simplificação da forma e no abstracionismo novas linguagens para a procura, compreensão e comunicação dos seus trabalhos (Hemmerling, et al., 2011 p. 55).

Ao observarmos a planta baixa de um edifício de forma complexa, compreendemos sua dimensão, as soluções adotadas para os fluxos, conexões entre os espaços, mas somente ao observar a foto do mesmo projeto em figura 3D, percebemos a complexidade da forma, os cheios e vazios, as angulações dos planos e então podemos compreender através de um panorama mais abrangente o conjunto de informações que se traduzem na forma, complexa, dependente de artifício maior para ser compreensível e exequível do que a simples representação 2D. Essas possibilidades se deram em função da evolução dos softwares e das ferramentas que foram trazidas com eles ao longo do processo de evolução da linguagem arquitetônica.

O parametrismo tem como objetivo, intensificar a diferenciação e coesão interna num projeto arquitetônico, assim como dar continuidade ao contexto urbano. Através de princípios de diferenciação e de correlação, o parametrismo oferece uma linguagem totalmente nova, opondo-se aos princípios de separação e repetição que caracterizam o modernismo. (Zaha Hadid Architects, 2010 p. 18)

A transformação do papel do arquiteto, que começou a ser testemunhada na Idade Média e floresceu no Renascimento, seria associada à crescente ênfase no desenho. No decorrer dos próximos séculos, à medida que a arquitetura se tomou mais e mais uma profissão distinta, adquiriu suas próprias atribuições e status. Com a mudança na prática da arquitetura iniciada na renascença o desenho se tomou o instrumento dominante de projeção e o símbolo do que tomou a profissão de arquiteto independente do construtor. (ROBBINS, 1994, p. 19)

O homem evoluiu junto com a forma de representar seus ideais. Em todos os períodos da história, o desenho se vê replicado de maneira a servir como melhor interpretação do construtor como no renascimento, por exemplo, ou como o projetista na revolução industrial e em seguida como o profissional arquiteto e engenheiro. Como resultado prático da forma de representação de seus projetos a planta baixa se tornou documento de informações para execução de uma obra arquitetônica através de uma linguagem universal de desenho técnico como indicações de níveis, indicação de cortes, sentido de acesso superior e inferior de circulação vertical, linhas de projeção de planos superiores por exemplo. As figuras 04 e 05 mostram respectivamente a evolução da reprodução de desenhos nos 60 e nos dias atuais.



Figura 04 - An engineer drawing. / Figura 05 - Alunos da PennState College of Arts and Architecture.

CAD/ AUTOCAD

CAD é a abreviação de Computer Aided Design (Desenho Assistido por Computador). É um sistema computacional que serve como base para programas de desenho técnico e modelagem computadorizada. O produto final mais usual deste sistema são figuras em duas dimensões cuja finalidade é transmitir informações simbólicas, técnicas e precisas de qualquer modelo construtivo, em qualquer escala, com o objetivo de construção de um objeto físico ou virtual. CAD se transformou em uma ferramenta essencial para indústria. Suas aplicações são observadas ao longo da história sendo utilizadas por várias competências científicas com destaque para construção civil nas áreas de Arquitetura e Engenharia.

Ao longo dos anos o conceito de tecnologia CAD foi evoluindo com os adventos tecnológicos e outras definições foram atribuídas ao sistema. K. Lalit Nayaram, define CAD como auxiliar para criação e modificação de projeto. “O desenho auxiliado por computador envolve qualquer tipo de atividade de representação que faz uso do computador para desenvolver, analisar ou modificar um projeto de engenharia. Os sistemas de CAD são baseados em gráficos computacionais interativos (ICG). Os gráficos informáticos interativos denotam um sistema orientado para o usuário no qual o computador é empregado para criar, transformar e exibir dados sob a forma de imagens ou símbolos”. (NAYARAM, 2008, p. 03)

O desenho era bidimensional. No final da década de 60 e início de 70 foram desenvolvidos sistemas CAD que permitiam representar também entidades tridimensionais (EASTMAN et al, 2008, p.26-27).

A imagem é construída a partir de elementos geométricos básicos, linhas, círculos e assim por diante. Pode ser modificado de acordo com os comandos do designer, ampliado, de tamanho reduzido, movido para outro local na tela, rodado e outras transformações. Através destas várias manipulações, os detalhes necessários da imagem são formulados. (NAYARAM, 2008, p. 03)

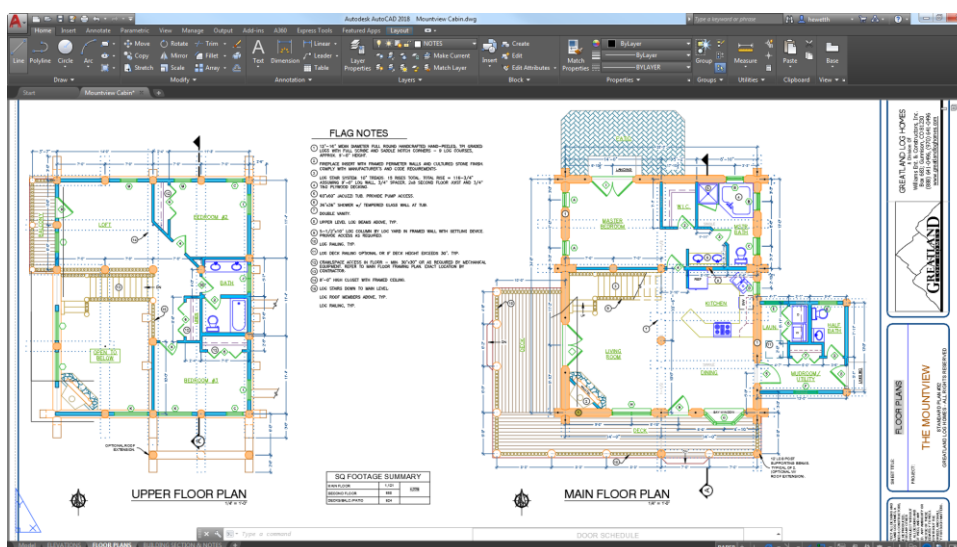


Figura 06 – AUTODESK, Documentação 2D abrangente.

Apesar do avanço tecnológico digital e das novas técnicas construtivas, o computador continua sendo utilizado, na maioria dos casos no Brasil, apenas como um coadjuvante no processo de elaboração de projetos de arquitetura. Isto ocorre mesmo no contexto atual, no qual profissionais e estudantes têm amplo acesso à tecnologia computacional (CAIXETA, 2007, p. 60-62).

AutoCAD se definiu como ferramenta mais utilizada para representação de projetos no Brasil, logo se tornou uma ferramenta vigente nos escritórios de Arquitetura até os dias atuais, mesmo com toda a oferta de novos softwares surgindo no mercado. A bibliografia traz o cenário do uso das ferramentas de projetos no mercado, mas o caminho para o entendimento desta possível preferência por sistemas CAD, pode ser obter respostas diretamente do usuário, tendo como questionamento quais as vantagens do sistema CAD que justificam o uso do sistema, desenvolvido há décadas, em vantagem aos sistemas atuais.

Partindo desta informação, vamos considerar de forma especulativa, os resultados de um levantamento feito através de uma entrevista com escritórios que utilizam AutoCAD no objetivo de esclarecer algumas das questões levantadas pelos autores e criar parâmetros de comparação para com a tecnologia BIM, considerando Revit como ferramenta a ser comparada.

MEMORIAL DE ENTREVISTA – AUTOCAD

Este memorial tem como objetivo auxiliar o entendimento dos resultados obtidos através da dinâmica de entrevista a escritórios de Arquitetura que utilizam AutoCAD como ferramenta de representação de desenho.

Tabela 1 - Horas de execução de projeto de acordo com as divisões usuais que compõem todas as etapas de projeto. Este levantamento serve para criar o comparativo no quesito tempo, recorte principal da pesquisa; considerando dois escritórios nomeados de 1A e 1B na etapa AutoCAD. Ambos possuem mesmas características e atendem ao quesito básico de utilizar AutoCAD como ferramenta principal de projeto. Em seguida um memorial com os principais apontamentos observados durante a pesquisa.

ETAPA	ESCRITÓRIO 1A	ESCRITÓRIO 1B
Levantamento	1	1
Estudo Preliminar	1	30
Anteprojeto	14	- -
Projeto Legal	14	30
Projeto Executivo	30	14
Total em dias:	60 dias	75 dias

1.1 A primeira observação a ser feita é a grande diferença em dias entre a etapa de Levantamento e o início do Estudo Preliminar; o escritório 1B justificou o número de dias, considerando que as etapas de Anteprojeto e Estudo Preliminar são feitas de forma conjunta, já que ambas compõem a produção de desenhos e a resolução de questões arquitetônicas iniciais, que em um panorama inicial de projeção, determina a identidade do projeto, as principais questões formais e de linguagem e que essa era uma forma de diferenciar as etapas de projeto e que fazia sentido à filosofia de trabalho do escritório em desenvolver ao máximo a concepção do projeto nas etapas iniciais para dedicar com mais atenção questões técnicas e conseqüentemente a reprodução de desenhos nas etapas seguintes.

1.2. Observando inicialmente os dados finais do comparativo entre os escritórios que utilizam o sistema CAD, os resultados são muito próximos, uma diferença de 15 dias. Importante frisar que os resultados representam uma média, num campo muito amplo de comparação e que também durante a entrevista, os arquitetos entrevistados tinham dificuldades em exemplificar em números de dias a média de tempo para cada etapa, justificando que a escala de projeto, assim como sua complexidade em forma, conexão com outras competências, tipos de cliente, prazos adversos; são variantes muito importantes e que condicionam o tempo de todo o processo.

1.3. Há uma diferença entre o tempo de reprodução dos desenhos da etapa de Projeto Legal - onde são desenvolvidos desenhos técnicos na função de esclarecer todas as ideias concebidas nas etapas anteriores de forma onde as questões de execução estão solidificadas e demonstradas através do desenho - esta etapa é necessária para aprovação de projetos de Arquitetura em prefeituras.

1.3.1 Também foi frisado que, apesar de os desenhos serem executados com base na ABNT-6492, no Código de Edificações do Distrito Federal e todas as legislações técnicas de representação de projeto, outro fator condicionante e que maximiza a variação de tempo de execução nesta etapa são os diferentes prazos de aprovação das prefeituras, já que a correção dos desenhos também é feita com base na interpretação de cada administração regional, e que isso, em grande parte dos projetos, resulta na correção dos desenhos, então o número de dias que foi representado nesta etapa, representa para os escritórios 1A e 1B, uma média ampla e muito variável do tempo de aprovação de Projeto Legal.

1.4. Novamente pode-se observar uma diferença entre os escritórios 1A e 1B, em relação ao tempo de execução de desenhos na etapa de Projeto Executivo. Ambos os escritórios têm seus serviços voltados para Arquitetura Residencial. Durante a entrevista, chamou a atenção o comentário de um dos Arquitetos do escritório 1A que dizia que este tipo de direcionamento de negócio demanda maior tempo de execução para a etapa de Projeto Executivo pois envolvia um novo ciclo de reprodução de desenhos, em uma escala menor e com maior nível de detalhes - execução de marcenarias, metais e detalhes construtivos por exemplo.

1.4.1. Afirmou em seguida que apesar do processo citado anteriormente também se repetir em projetos de caráter comercial e corporativo, no caso dos projetos residenciais é muito comum uma frequente atualização dos desenhos, já que as demandas de projeto estão sendo atualizadas pelo cliente, e que existe uma interferência emocional e de orçamento que sempre interferem no desenvolvimento dos desenhos. Já o escritório 1B, justificou um tempo muito rápido para a reprodução dos desenhos de Projeto Legal em função do tempo anteriormente dedicado as etapas de Estudo Preliminar e Anteprojeto.

Tabela 2 - Tem como função levantar questões que possam criar bases comparativas na função de avaliar de forma prática sobre o desenvolvimento da plataforma como ferramenta e a satisfação do usuário com o produto. As perguntas foram criadas conforme as observações de uso recorrentes do software, direcionadas as atividades comuns considerando um uso ordinário do AutoCAD na produção de desenhos de Arquitetura.

Nº	QUESTÃO	ESCRITÓRIO 1A	ESCRITÓRIO 1B
01	Quanto tempo utilizando a ferramenta?	12 anos	15 anos
02	Qual o sistema operacional utilizado nos computadores?	Windows	Windows
03	Qual versão do software utilizado?	AutoCAD 2016	AutoCAD 2017
04	Primeira ferramenta de desenho computadorizado utilizada?	Sim	Sim
05	Utiliza de outras ferramentas de representação?	Sketchup	Sketchup/ 3ds Max
06	O software é utilizado somente para representação de projetos de arquitetura?	Não	Não
07	O escritório pretende ou está no processo de migrar para outro software de desenho? Se sim qual?	Revit	Revit
008	O escritório utiliza de quaisquer outros produtos AutoCAD, por exemplo (AutoCAD Eletrical)	Não	Não
09	O AutoCAD atende 100% com as necessidades de produção dos desenhos?	Sim	Sim
10	Qual o nível de conhecimento dos profissionais que utilizam o programa?	Avançado	Avançado
11	Considera o AutoCAD uma ferramenta de trabalho rápida?	Sim	Sim
12	Considera o AutoCAD uma ferramenta útil para os próximos anos?	Sim	Não
13	Já utilizou as ferramentas de segurança (backup) do sistema? Se sim, foi bem-sucedido?	Sim	Sim
14	Teve algum arquivo corrompido?	Sim	Não
15	Várias pessoas utilizam o mesmo arquivo para desenhar? Sistema colaborativo.	Sim	Sim
16	Todos os computadores do escritório possuem a mesma configuração de gráficos e plotagem?	Sim	Sim
17	Biblioteca auxiliar de desenhos foi adquirida ou desenhada?	Desenhada	Desenhada
18	O escritório possui arquivo padrão, se sim há quanto tempo este mesmo arquivo vem sendo utilizado?	5 anos	15 anos
19	O escritório segue as indicações de padrão gráfico ASBEA	Sim	Sim

20	Utiliza mais de um arquivo para cada revisão?	Sim	Sim
21	Os arquivos de compatibilização de projeto usualmente são recebidos em DWG? Se não, qual formato?	DXF, DWG	DXF, DWG, XREF
22	Utiliza Cad Norma?	Não	Não
23	Utiliza alguma ferramenta da AutoDesk 360?	Não	Não
24	Utiliza alguma função Paramétrica?	Não	Não
25	Utiliza atalhos de teclado?	Sim	Sim
26	Qual modo de visualização utilizado para trabalho? Classic, Modeling, Draft...	Classic	Classic
27	Todos os desenhistas estão hábeis a fazer configurações dentro do sistema (cota, plotagem, configuração de gráficos)	Sim	Sim
28	Utiliza da função 3D para algum tipo de representação gráfica de projeto? Se sim qual?	Não	Não
29	Utiliza as ferramentas de renderização de imagem? Se sim, qual a frequência?	Não	Não
30	Se a modelagem não é feita em CAD, qual o software utilizado para modelagem?	Sketckup	Sketckup, 3Ds
31	Qual software utilizado para pós-produção ou renderização?	Photoshop	V-ray, 3Ds, Photoshop, Lightroom

1.5 A **questão de número 01** indica o tempo de uso da ferramenta de ambos os escritórios. O escritório 1B possui 3 anos a mais de experiência com o AutoCAD do que o escritório 1A. Seguindo a observação para a **questão 04**, ambos iniciaram suas atividades de trabalho tendo o AutoCAD como ferramenta de reprodução de desenho. É interessante observar que em no intervalo de tempo de atuação destes escritórios o CAD foi o sistema escolhido por ambos, que demonstra como o software foi utilizado por um longo período e serve como ferramenta até os dias de hoje.

1.5. Na **questão 07** onde os escritórios são questionados sobre pretender ou não migrar de sistema, a resposta é sim e ambos apontam sistema BIM, utilizando Revit como uma possível nova ferramenta de trabalho. Durante a entrevista o escritório 1B comentou que apesar de estar há anos utilizando AutoCAD, já possui projetos sendo executados como modelos pilotos utilizando o sistema BIM através no escritório. O questionamento levantando sobre o porquê de este projeto modelo está sendo implantado somente agora, foi respondido pela justificativa de que há poucos profissionais que possuem habilidades suficientes para atingir a mesma qualidade de representação que é obtida com o AutoCAD utilizando Revit.

1.5.1. Ao observarmos a resposta da **questão 12**, o escritório 1B, mesmo escritório que pretende migrar para Revit e possui projeto teste em andamento, respondeu não quando questionado se considera AutoCAD uma ferramenta útil para os próximos anos – importante levantar que esta resposta foi dada considerando a produção de desenhos de Arquitetura e não a utilidade do programa como ferramenta de quaisquer representação, ou seja, pode-se interpretar esta resposta como uma visão de futuro onde o AutoCAD não atende as necessidade das demandas futuras de projeto.

1.6. As **questões 13 e 14** questionam o funcionamento do AutoCAD sobre as funções de segurança do software.

1.7 O resultado das **questões 28 e 30** demonstram que apesar de o AutoCAD possuir uma interface também para modelagem 3D (Modelling Model) a função não é utilizada para modelagens de usos de representação da forma arquitetônica.

BIM/ REVIT

Esta etapa tem como objetivo conceituar a tecnologia BIM assim como outros termos que complementarão a linguagem da pesquisa. A partir das referências bibliográficas e articulações dos autores sobre o tema, haverá como resultado uma elucidação sobre o termo BIM. As informações foram construídas através dos principais autores, professores e desenvolvedores da tecnologia, as primeiras definições, os primeiros possíveis usos e as principais características que foram definidas no passado e se mantem hoje através das tecnologias que foram aplicadas em diversas áreas da construção tridimensional computadorizada como a mecânica na indústria automobilística, nos softwares de informática e na construção civil na produção de obras.

BIM é a abreviação para *Building Information Modeling* ou *Building Information Model* (Modelagem da Informação da Construção ou Modelo da Informação da Construção). Atualmente esta é a nomenclatura usada, mas as definições foram desenvolvidas em meados dos anos 70. O termo foi se modernizando e ganhando força conforme a tecnologia foi sendo estudada e desenvolvida. O primeiro exemplo sobre a ideia de BIM foi registrado em 1975 por Chuck Eastman em *Building Description System*, quando ainda não haviam nomenclaturas para o sistema.

Definir elementos de forma interativa... derivando seções, planos isométricos ou perspectivas de uma mesma descrição de elementos.... Qualquer mudança no arranjo teria que ser feita apenas uma vez para todos os desenhos futuros. Todos os desenhos derivados da mesma disposição de elementos seriam automaticamente consistentes... qualquer tipo de análise quantitativa poderia ser ligado diretamente à descrição... estimativas de custos ou quantidades de material poderiam ser facilmente geradas... fornecendo um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas... verificação de código de edificações automatizado na prefeitura ou no escritório do arquiteto. Empreiteiros de grandes projetos podem achar esta representação vantajosa para a programação e para os pedidos de materiais." (Eastman, 1975).

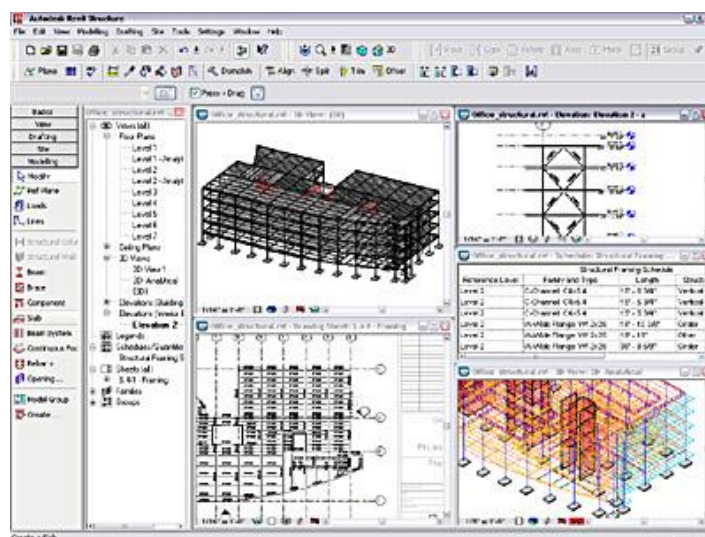


Figura 07 - Autodesk Revit Structure.

Podemos compreender que o sistema BIM consiste não somente na construção de um modelo 3D, mas como uma modelagem inteligente que em sua geometria carrega informações que simulam conexões equivalentes entre o modelo digital e real. A modelagem servirá como forma de visualização da arquitetura assim como documento de projeto onde um único arquivo carrega informações gerenciáveis por todas as competências, como cálculo estrutural, gerenciamento de dados e quantitativos financeiros por exemplo. Funciona através do sistema paramétrico, que além de interligar informações de dados quantitativos, auxilia no desenvolvimento de formas complexas. “No projeto paramétrico, são os parâmetros de um projeto específico que são informados, não sua forma. Através de atribuição de diferentes valores aos parâmetros, diferentes formas de objeto ou configuração dos mesmos podem ser criados. Equações podem ser usadas para descrever as relações entre os objetos, definindo assim uma geometria associativa” (KOLAREVIC, 2003, p. 17).

Com a tecnologia BIM, um modelo virtual preciso de uma edificação é construído de forma digital. Quando completo, o modelo gerado computacionalmente contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção. O BIM também incorpora muitas das funções necessárias para modelar o ciclo de vida de uma edificação, proporcionando a base para novas capacidades da construção e modificações nos papéis e relacionamentos da equipe envolvida no empreendimento. Quando implementado de maneira apropriada, o BIM facilita um processo de projeto e construção mais integrado que resulta em construções de melhor qualidade com custo e prazo de execução reduzidos. (EASTMAN et al, 2008, p.06).

O sistema BIM vem comumente sendo apontado como ferramenta que virá a substituir os tradicionais modelos de projeção em duas dimensões. Mesmo sabido que este tema está em discussão desde 1975 observa-se que ainda hoje esta tecnologia ganha espaço de forma a se justificar pelas diferenças e vantagens em relação aos softwares antigos. A história do desenho técnico está marcada pela evolução da linguagem representativa 2D que solidificou o uso dos softwares desta plataforma que se tornaram ferramentas essenciais de projeção por um longo período. Podemos organizar as definições que tornam claras os usos e vantagem desde sistema, citadas pelos autores, como forma de orientar a hipótese da pesquisa.

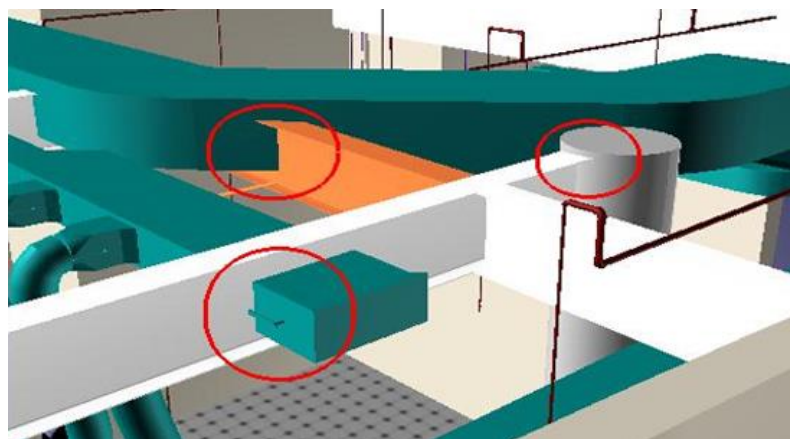


Figura 08 – BIM Project Coordination Clash Detection.

Utilizando o entendimento da tecnologia BIM como ferramenta de projeção facilitadora dos processos de entendimento da forma, exata, visualizada tridimensionalmente, vale observar que o uso dessa tecnologia pode então otimizar os processos de compatibilização das diversas competências de projetos que se conectam desde a etapa de concepção até toda a vida útil de uma edificação. Ter todos os elementos modelados e alimentados com informações que podem ser interpretadas por um sistema como uma forma de otimizar questões técnicas como instalações elétricas, hidráulicas, comportamento estrutural por exemplo.

Essa funcionalidade teria como vantagem também o lucro financeiro, considerando que se todos os erros estão visualizados, logo corrigidos, não seriam necessárias correções posteriores *in-loco*. Esse seria então um fator interessante para se comparar entre o Sistema BIM e as ferramentas CAD, que, apesar de possuir características de modelagem de elementos, não se desenvolveu como instrumento de visualização simultânea de projeto, plantas, cortes, servem como documento de construção e preservação de informações construtivas, mas a modelagem 3D funciona como uma verificação imediata.

MEMORIAL DE ENTREVISTA – REVIT

Tabela 3 - Horas de execução de projeto de acordo com as divisões usuais que compõem todas as etapas de projeto. Este levantamento serve para criar o comparativo no quesito tempo, recorte principal da pesquisa; considerando dois escritórios nomeados de 2A e 2B na etapa Revit. Ambos possuem mesmas características e atendem ao quesito básico de utilizar Revit como ferramenta principal de projeto. Em seguida um memorial com os principais apontamentos observados durante a pesquisa

ETAPA	ESCRITÓRIO 2A	ESCRITÓRIO 2B
Levantamento	7	--
Estudo Preliminar	20	4
Anteprojeto	--	4
Projeto Legal	10	5
Projeto Executivo	20	5
Total em dias:	67 dias/ 1608h	18 dias/ 432h

Tabela 4 - Tem como função levantar questões que possam criar bases comparativas na função de avaliar de forma prática sobre o desenvolvimento da plataforma como ferramenta e a satisfação do usuário com o produto. As perguntas foram criadas conforme as observações de uso recorrentes do software, direcionadas as atividades comuns considerando um uso ordinário do Revit na produção de desenhos de Arquitetura.

Nº	ANÁLISE	ESCRITÓRIO 2A	ESCRITÓRIO 2B
32	Quanto tempo utilizando a ferramenta?	10 anos	4 anos
33	Qual o sistema operacional utilizado nos computadores?	Windows	Windows
34	Qual versão/ ano do software utilizado?	2015	2017
35	Primeira ferramenta de desenho computadorizado utilizada?	Sim	Não
36	Utiliza de outras ferramentas de representação?	Sim	Pôs produção
37	O software é utilizado somente para representação de projetos de arquitetura?	Não	Cortes esquemático
38	O escritório pretende ou está no processo de migrar para outro software? Se sim qual?	Não	Tekla,
39	O escritório utiliza de quaisquer outros produtos Revit, por exemplo (Revit Estrutural)	Não	Sim,
40	O Revit atende 100% com as necessidades de produção dos desenhos?	Sim	Sim
41	Qual o nível de conhecimento dos profissionais que utilizam o programa?	Médio	Baixo
42	Considera o Revit uma ferramenta de trabalho rápida?	Sim	Sim
43	Considera o Revit uma ferramenta útil para os próximos anos?	Sim	Sim

44	Já utilizou as ferramentas de segurança (backup) do sistema? Se sim, foi bem-sucedido?	Sim	Não
45	Teve algum arquivo corrompido?	Não	Não
46	Várias pessoas utilizam o mesmo arquivo para desenhar? Sistema colaborativo.	Sim	Sim
47	Todos os computadores do escritório possuem a mesma configuração de gráficos e plotagem?	Não	Sim
48	Biblioteca auxiliar de famílias foi adquirida ou modelada?	Desenhada e Modelada	Desenhada e Modelada
49	O escritório possui <i>template</i> padrão, se sim há quanto tempo este mesmo arquivo vem sendo utilizado?	10 anos	2 anos
50	O escritório segue as indicações de padrão gráfico de desenho? Exp. ASBEA	Somente NBR-6492	Somente NBR-6492
51	Utiliza mais de um arquivo para cada revisão?	Sim	Sim
52	Os arquivos de compatibilização de projeto usualmente são recebidos em DWG? Se não, qual formato?	Sim	Bim, IFC,
53	Utiliza alguma ferramenta da AutoDesk 360?	Renderização em nuvem	Renderização em nuvem
54	Utiliza alguma função Paramétrica?	Sim	Sim
55	Utiliza atalhos de teclado?	Não	Não
56	Todos os desenhistas estão hábeis a fazer configurações dentro do sistema (cota, plotagem, configuração de gráficos)	Não	Não
57	Utiliza da função 3D para algum tipo de representação gráfica de Projeto de Arquitetura?	Sim	Sim
58	Utiliza as ferramentas de renderização de imagem do próprio Revit?	Sim	Sim
59	Se a modelagem não é feita em Revit, qual o software utilizado para modelagem?	Somente Revit	Somente Revit
60	Qual software utilizado para pós-produção ou renderização?	Pacote Adobe	Pacote Adobe

1.8 A **questão 41** trouxe um comentário interessante durante a pesquisa; ao questionar qual o nível de experiência dos profissionais do escritório foi levantado a seguinte questão pelo escritório 2A <São mais de dez anos trabalhando com Revit, e nós consideramos nosso nível de conhecimento da ferramenta como médio, o Revit é uma ferramenta que possui questões de programação interna. São infinitas as possibilidades, você tem uma necessidade, você alimenta o programa com tais informações, então ainda é como se não soubéssemos muita coisa >.

Interessante observar como os escritórios que utilizam Revit como ferramenta consideraram seu nível de conhecimento médio e baixo respectivamente e os escritórios que utilizam AutoCAD consideraram, ambos, alto (avançado), de acordo com a **questão 10**. Como abstração dessa informação percebe-se que a tecnologia CAD surgiu anteriormente e que os recursos foram desenvolvidos ao longo de décadas. Ao contrário do Revit que está ganhando mais espaço dentro dos escritórios nos últimos anos; um programa que possui múltiplas funções, onde nem todas se tornaram usuais ou foram utilizadas pelos profissionais que utilizam outras ferramentas como o CAD, mas que já especulam a inserção do Revit como recurso tecnológico diferenciado.

1.9. Considerando as **questões 42 e 43** onde os escritórios da etapa Revit demonstram considerar o programa uma ferramenta eficaz, pode-se comparar também com a **questões 09 e 11** onde os escritórios da etapa AutoCAD também fazem a mesma consideração em relação ao desenvolvimento prático da ferramenta. Na procura de demonstrar alguma diferença em relação aos dois programas, podemos fazer um recorte no resultado final de execução de todas as etapas de projeto, verificando as **Tabelas 1 e 2** é possível observar que os escritórios que utilizam o Revit como ferramenta de trabalho, finalizam em menor número de dias o processo de representação e projeção de Arquitetura.

2.0. As **questões 44 e 45** consideram as questões de segurança dos arquivos de trabalho. Podemos comparar as respostas com as questões **13 e 14**. Ambas as ferramentas possuem sistemas de *backup* de arquivos em caso de perda, no sentido de recuperar versões anteriores dos desenhos ou modelagem. O AutoCAD é conhecido pela mensagem de erro "*Fatal Error*" um aviso do programa de que o sistema não pode prosseguir e que necessita ser reiniciado.

Erros fatais têm uma variedade de causas. Eles geralmente indicam um desenho corrompido, corrompimento do programa, o navegador não foi configurado corretamente ou um problema com a configuração do sistema. (AUTODESK SUPPORT).

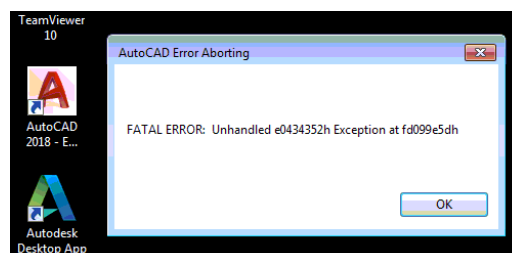


Figura 09 –Mensagem de Sistema para *Fatal Error*.

Durante a entrevista os escritórios da etapa Revit pareciam satisfeitos com o sistema de segurança do programa. Não houve nenhum registro de perda total de informações de projeto entre os entrevistados, mesmo utilizando o sistema de colaboração - **questão 46**. Os escritórios utilizam mais de um arquivo para cada etapa de projeto **questões 20 e 51**, mas em relação a segurança das informações, foi justificado pelos escritórios da etapa AutoCAD de que esta era também uma forma de manter os arquivos seguros; um backup das informações no caso de falha no sistema.

2.1. Em relação aos parâmetros de desenho técnico; as **questões 19 e 50** foram criadas no sentido de demonstrar se ambas as ferramentas atendem com qualidade questões de representação de projeto de arquitetura. Inicialmente havia criado esse parâmetro comparativo para tirar algumas informações a mais durante a entrevista sobre espessuras de linha e geometria descritiva por exemplo; algumas questões que havia observado como queixa dos usuários de AutoCAD em relação aos desenhos do Revit.

2.1.1. Todos os escritórios seguem as recomendações de desenho técnico da norma NBR-6492 ou utilizam as indicações de padrão de desenho da ASBEA, de maneira geral todos citaram algumas eventuais mudanças nos desenhos que variam de acordo com o projeto. Não houveram reclamações em relação a funcionalidade dos programas.

2.2 A **questão 55** demonstra uma questão interessante em relação a forma de executar os projetos em cada ferramenta. Anteriormente na questão 25 os resultados mostraram que os escritórios da etapa AutoCAD utilizam os atalhos de teclado, e por isso, indefere qual o módulo de visualização da interface do sistema – já que os ícones não são utilizados – **questão 26**. Já os escritórios da etapa Revit demonstram não utilizar os atalhos de teclado.

2.2.1. Em teoria seria mais rápido utilizar os atalhos, na verdade, os arquitetos da etapa AutoCAD pareciam muito orgulhosos de utilizar somente o teclado, usando da mesma justificativa. O escritório 2A fez o seguinte comentário sobre essa questão; <. Nós não utilizamos os atalhos como costumávamos fazer no CAD, na verdade não temos o costume, as informações estão todas funcionando na barra superior e lá nós trabalhamos de forma rápida da mesma forma >. Essa comparação pode servir para acrescentar a hipótese do tópico 2.4 de que são formas distintas de projetar, são interfaces distintas que mesmo possuindo funções iguais – *trin*, *copy*, *sweep* (...) – funcionam condicionadas a forma de executar as ideias e não somente em relação a suas funções.

2.3. Em relação as questões de pós-produção e modelagem. As questões 60 e 31 foram criadas na função de demonstrar qual o nível de pós-produção utilizado pelos escritórios, de forma a compreender a performance dos softwares e suas ferramentas ilustração gráfica. Todos os escritórios entrevistados utilizam de alguma ferramenta de pós-produção, em maioria Photoshop e *renders* como por exemplo o V-ray. A questões 30 e 59 demonstram, respectivamente que os escritórios da etapa CAD não utilizam do programa para modelar seus projetos e transforma-lo em imagem, utilizam de outros programas de modelagem transferindo as informações de medidas em um novo modelo em 3D. Já os escritórios da etapa Revit utilizam somente a modelagem do programa.

2.4. Considerando a **questão 32** juntamente com a **questão 01**, podemos observar que o tempo em anos de uso das ferramentas - respectivamente Revit 12/15 anos e AutoCAD 10/4 anos - indica são somente o fato de que o sistema CAD se popularizou primeiro, mas também em como ele se manteve útil ao longo de pelo menos uma década para os dois escritórios entrevistados.

É importante levantar também que ao longo da pesquisa os entrevistados da etapa AutoCAD ao responder à **questão 12** disseram que apesar de pretender migrar para outra ferramenta de representação de projeto não consideram AutoCAD uma ferramenta que irá desaparecer dos escritórios. O escritório da etapa Revit 2A fez um comentário que tem relação com esta visão < O AutoCAD nunca vai ser substituído, como uma ferramenta de desenho precisa, já muito usual no mercado, sempre será uma prancheta digital, o Revit é na verdade outra forma de pensar projeto, mais como uma maquete repleta de informações, uma ferramenta não vai inviabilizar a outra >. Observando tais informações, estes comentários direcionam a hipótese da pesquisa no sentido de que os escritórios estão movidos a implantar não somente uma nova tecnologia, mas também uma forma diferente de pensar seus projetos.

2.5. Foi citado pelos escritórios A1 e A2 a forma como são feitos os cortes em prancheta ou AutoCAD e como seria difícil do ponto de vista da compreensão do desenho técnico absorver esses detalhes de geometria construtiva se a forma de construir a geometria se desse apenas a partir de uma massa pronta.

2.6 observando que a grande maioria dos Arquitetos entrevistados são, também, professores universitários, ao final da entrevista havia o questionamento sobre a opinião pessoal de cada um em relação as instituições de ensino que ensinam Revit como ferramenta de projeto aos universitários. De maneira geral os apontamentos feitos por todos os entrevistados tinham a mesma linha de raciocínio, interessante observar como todos compreendiam uma divisão muito clara do que deveria ser ensinado nas escolas de arquitetura, e o que poderia servir de ferramenta auxiliar de trabalho eficaz.

2.61. Como síntese foi dito que é muito negativo do ponto de vista da didática que os alunos comesçassem a entender projeto como uma massa tridimensional e não como uma compreensão direta entre os planos, vistos em duas dimensões, traçadas de forma paralela, seguindo referências de alturas, distancias longitudinais.

CONFERÊNCIAS ENTRE PESQUISAS

Com base na atividade na bibliografia e nos resultados da etapa anterior, ficou claro o questionamento dos profissionais de arquitetura em relação a funcionalidade das ferramentas que utilizam para representar seus projetos. É sabido também que estes questionamentos existem há muitos anos e que são responsáveis pelo aparecimento de novas tecnologias. Nesta etapa será feita uma consideração aos resultados de outras pesquisas que abordam o mesmo comparativo entre os sistemas CAD e BIM.

A metodologia inicial deste trabalho, tinha como segunda atividade prática uma avaliação onde considerando AutoCAD como exemplo de tecnologia 2D e Revit como exemplo de tecnologia BIM, seria considerada a produção de desenhos de projeto de Arquitetura no objetivo de criar critérios que pudessem esclarecer os questionamentos da pesquisa. Seriam observados documentos das etapas de estudo preliminar, projeto executivo e detalhamentos produzidos por alunos de distintas instituições, com mesmo grau de instrução, utilizando os laboratórios do Centro Universitário de Brasília – UniCEUB. Os desenhos seriam avaliados com base na norma ABNT, NBR 6292.

Ao longo do desenvolvimento, considerando a bibliografia e as pesquisas já existentes sobre o tema foi considerado que para avaliar de forma mais objetiva e obter resultados mais sólidos, esta etapa devia considerar dados de outras fontes acadêmicas utilizando como parâmetro os estudos já realizados pelas mesmas no objetivo de acrescentar conhecimentos para responder a hipótese final desta avaliação. As conclusões obtidas por outras pesquisas foram feitas através de outras atividades comparativas, mas utilizando os softwares AutoCAD e Revit. Importante frisar que este fator transforma essas informações em bases comparativas no sentido de avaliar melhor funcionamento em relação as questões individuais de cada tema.

A primeira dissertação tem como objetivo verificar o desempenho do sistema BIM sobre o sistema CAD em relação ao desenvolvimento do processo de projeção. “Através da compilação e análise dos dados obtidos, tabelas, gráficos de proporção de variação e cálculo de variância dos parâmetros dos aspectos formais, construtivos, funcionais e ambientais, pôde-se observar uma variedade maior de soluções no grupo de projetos elaborados por meio dos sistemas BIM. Além disto, a quantidade de produtos elaborados para satisfazer a mesma tarefa de projeto, com o mesmo programa de necessidades, no mesmo terreno, com a mesma quantidade de projetistas com o mesmo nível de formação profissional e tempo de experiência e no mesmo espaço de tempo foi consideravelmente maior no sistema BIM (Revit) (12 produtos) do que nos sistemas CAD genéricos (5 produtos). A diferença foi de 140% a mais na quantidade de produtos elaborados no sistema BIM escolhido do que nos sistemas CAD genéricos” (MONTEIRO. 2012, p. 130). “A variedade de soluções de projeto foi maior na grande maioria de parâmetros elaborados no sistema BIM em contraste com os sistemas CAD genéricos. Portanto, este trabalho sugere que a crença de que os sistemas BIM induzem a repetitividade e inibem a variabilidade não subsiste. Assim sendo, considerando-se os resultados obtidos em termos de variância, o presente estudo sugere que a hipótese desta Dissertação é promissora, no sentido de que os sistemas BIM ao invés de reduzirem a variedade de soluções, permitem aumentar a quantidade de variações das mesmas.” (MONTEIRO. 2012, p. 131).

A segunda dissertação tem como objetivo avaliar as ferramentas do sistema BIM para o planejamento amentário de obras públicas. A autora dividiu em três etapas sua explicação dos resultados obtidos. “A análise comparativa entre os processos do planejamento orçamentário da obra do auditório e da biblioteca de Planaltina aponta para a vantagem da utilização do sistema BIM em relação ao sistema CAD tradicional. A contribuição do sistema BIM na fase de planejamento de quantitativos resulta em três vantagens: A primeira delas é com relação à exatidão da planilha. No sistema BIM ao configurar parâmetros dos objetos, seus atributos, comportamentos e inter-relações permite a construção de informação precisa no banco de dados que será utilizada para extração automática das tabelas de quantitativos. Essa sincronização entre o projeto e as suas informações são a base deste sistema. Todas as informações disponíveis no modelo são parte do seu banco de dados e a extração automática de quantitativos é o que esta dissertação propõe a Administração Pública para tentar diminuir a ocorrência de inconsistências na planilha-orçamentária. ” (ANDRADE. 2012 p104).

A hipótese foi verificada e favorável que a inclusão do sistema BIM na administração pública refletirá na manufatura de uma planilha-orçamentária exata, e como consequência a conclusão da obra em um orçamento realista e no tempo configurado no cronograma físico-financeiro. (ANDRADE. 2012 p104).

“A segunda contribuição seria que ao desenvolver mais o modelo o arquiteto teria um maior controle sobre o projeto desenvolvido. Visto que ele estará apto a testar volumes, texturas, revestimentos, usar das tecnologias de simulação para definir melhor o objeto sem se preocupar em coordenadas representações e quantitativos. Desse modo, ao tentar obter um projeto mais racional o arquiteto refletirá sobre o processo da construção e buscará novas soluções para economizar estes processos. (ANDRADE. 2012 p104). “A terceira contribuição seria sobre as ovas possibilidades que o sistema Bim permite para todo o ciclo da construção, o modelo projetar-construir. Este modelo é uma evolução do modelo, praticado atualmente nas repartições públicas, estanque de projetar, licitar e construir devido a inúmeros problemas que enfrenta deve ser compreendido como um processo de baixa eficiência. Isto ocorre, devido aos regramentos jurídicos que envolvem os processos de licitação que proíbe a existência dos mesmos atores em todas as etapas de construção das edificações. ” (ANDRADE. 2012 p104).

A terceira dissertação trata da análise de interoperabilidade entre o sistema BIM e a simulação ambiental através do ArchiCAD. “A garantia de eficiência energética em um projeto de uma edificação desenvolvido em programas dos sistemas BIM depende, fundamentalmente, da interoperabilidade entre esses softwares e os simuladores ambientais utilizados. Depende, também, da quantidade de retrabalho necessária para completar ou recompor o modelo após a exportação e realizar a simulação. A interoperabilidade foi avaliada entre dois softwares dos sistemas BIM, ArchiCAD 14 e Revit 2011, e dois simuladores ambientais, Ecotect 2011 e IES <VE> 6.1.1. Foi feito experimento que consistiu no seguinte processo: um mesmo modelo foi desenvolvido nos dois programas BIM. ” (MARTINS. 2011, p 213).

“Posteriormente foi exportado, no esquema gbXML, para os dois simuladores ambientais onde foram feitas as simulações e análises. Após esse processo o modelo foi exportado de volta para o BIM. Os resultados — Tabela 23, capítulo 8 — mostraram que é necessário reconfigurar significativamente o modelo após a exportação para os simuladores nos quatro casos. De acordo com o experimento foram reconfigurados os materiais, o referenciamento geográfico e as luminárias. As exportações a partir do Revit 2011 apresentaram interoperabilidade um pouco melhor, pois não foi necessário reconfigurar o referenciamento geográfico. A exportação do modelo de volta para os sistemas BIM teve o objetivo de atualizar o modelo nos sistemas BIM. Os resultados do experimento — Tabela 24, capítulo 8 — mostraram que essa interoperabilidade é quase nula, pois a importação nos sistemas BIM resultou em um objeto único do modelo, não sendo possível editá-lo nem selecionar cada um de seus vetores.” (MARTINS. 2011, p 213). “Esses resultados mostram que os sistemas BIM contribuem para a eficiência energética de forma ainda bastante tímida, pelo menos no que diz respeito ao formato gbXML. Esta contribuição consiste quase que somente na transferência da geometria dos componentes construtivos com a maioria dos dados sobre propriedades, comportamentos e inter-relações não sendo transmitidos ou interpretados de forma correta. Isto implica retrabalho significativo após a exportação do modelo e nas atualizações nos sistemas BIM após as análises e modificações no simulador.” (MARTINS. 2011, p 213).

Pesquisas futuras poderiam envolver um número maior de parâmetros e voluntários no sentido de verificar se os resultados de variedade de soluções obtidos nesta Dissertação podem ser confirmados ou aumentados a longo prazo. Uma vez confirmada maior variedade de soluções de projeto por meio dos sistemas BIM, poderiam ser estudadas suas repercussões no ensino de arquitetura indicando as vantagens de introduzi-los mais cedo nos currículos dos cursos. (MONTEIRO. 2012, p. 131).

Para desdobramentos futuros, percebemos que a base de quantitativos nas obras é extrema importância. Para tanto, pretendemos aprofundar as possibilidades que esta Dissertação levantou e com isso desenvolver um algoritmo que possa ser utilizado no planejamento da construção, de uma forma sucinta: a substituição do cronograma físico-financeiro em porcentagem para quantitativos. O cronograma físico-financeiro ao invés de ser estabelecido nos parâmetros de porcentagem deveria ser modificado para a base de quantitativos. (ANDRADE. 2012, p. 105).

Embora o objetivo deste estudo não seja validar os softwares estudados, uma contribuição secundária diz respeito ao resultado das simulações da luz natural e da luz artificial. As simulações realizadas com o mesmo modelo e diferentes softwares não apresentaram igual resultado. A diferença maior ocorreu com a simulação da luz natural: os valores encontrados nas simulações desenvolvidas no IES <VE> 6.1.1 são mais que o dobro dos resultados das simulações no Ecotect 2011. A simulação da luz artificial apresentou resultados distintos somente no simulador IES <VE> 6.1.1. Ainda assim essa diferença ocorreu nos cômodos "Escritório 1" e "Escritório 2". Contudo, é importante ressaltar, mais uma vez, que a validação dos softwares de análise ambiental utilizados nas experimentações descritas anteriormente se encontra além do escopo desta pesquisa. (MARTINS. 2011, p 214).

RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa devem ser considerados como uma especulação rápida e pontual que gerou um produto de caráter experimental em decorrência do número pequeno de parâmetros estudados. Não é possível descrever a eficácia de um software a partir de um critério reduzido como o proposto por esta pesquisa; portanto esta é uma elucidação inicial de uma discussão vigente nos escritórios de arquitetura e escolas acadêmicas que deve se desenvolver através de observações mais sólidas que acontecerão com o auxílio de outras pesquisas que aliadas ao desenvolvimento dos resultados, esclarecerão a hipótese de melhor performance entre AutoCAD e Revit.

A partir da hipótese de que Revit seria a ferramenta de projeto de Arquitetura mais eficaz no recorte tempo de execução, dando ênfase nas atividades práticas, guiadas pelo embasamento teórico da bibliografia, o Revit comparado ao AutoCAD de acordo com as metodologias utilizadas demonstrou como resultado eficiência equivalente. Os escritórios que utilizam AutoCAD, atingem resultados semelhantes considerando o tempo de reprodução de desenhos. As diferenças encontradas, positivas ao desempenho do Revit, são mais expressivas em relação as questões de maximização de poder das ferramentas, de forma mais significativa as questões de pós-produção de imagem e otimização da modelagem 3D.

Apesar da pesquisa demonstrar interesse dos escritórios que utilizam AutoCAD em migrar para o Revit, a síntese final de compreensão deste exercício, pode-se considerar que esta mudança aconteceria não em relação a uma melhora da performance do desenho técnico como produto, mas como uma maneira distinta de compreender projeto de arquitetura computadorizado. Não se trataria de migrar para uma tecnologia de melhor performance no sentido de qualidade e agilidade mas utilizar uma ferramenta que atende de acordo com o propósito pelo qual foi desenvolvida, ou seja o AutoCAD com base nos resultados obtidos, cumpre sua função de representar desenho técnico de arquitetura e Revit cumpre com sua função de ser um modelo 3D paramétrico de projeto.

Como foi visto nesta pesquisa, os profissionais da construção civil acumularam ao longo de seu desenvolvimento tecnológico várias ferramentas de auxílio a execução de suas ideias, materializadas através destes instrumentos em produtos edificados. Os novos softwares de projeto de Arquitetura demonstram servir como mais um auxiliar na equipagem destes profissionais, mais uma opção que pode significar o processo evolutivo do reconhecimento do homem moderno de acordo com suas necessidades, mas também uma outra forma de compreender a representação da Arquitetura, uma entre as várias desenvolvidas e que ainda se mantém vivas graças a suas utilidades ainda necessárias.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que a Arquitetura, assim como todas as outras competências ligadas a ela, necessitou evoluir para melhor representar o homem e sua identidade no mundo. As tecnologias de representação de projeto são ferramentas que viabilizam a agilidade na construção, reescrevem o objeto edificável e sua relação com o edificador. Tais tecnologias podem transformar ideias em formas concretas não condicionadas a uma representação bidimensional limitadora do total processo de evolução plástica arquitetônica, dando assim espaço para a integração do pensamento tridimensional de rápida reprodução, que pode melhor representar a figura do homem do século XXI. A arquitetura tem como resultado final um objeto tridimensional, mas é replicada comumente de forma a ser compreendida como uma série de desenhos, que somente juntos, são compreensíveis e representam, de fato, um projeto por completo.

Se o AutoCAD é a evolução da prancheta, o Revit seria a evolução da maquete, entendível em todas suas angulações, modificável de acordo com as relações entre os elementos conjuntos e compreensível através da geometria como um resultado final de um modelo paramétrico inteligente.

Os profissionais deste século procuram ferramentas de trabalho que traduzam sua compreensão da Arquitetura e que sejam eficientes do ponto de vista prático - dados os exemplos de arquiteturas de linguagem futurista e de formas complexas contextualizadas em um mundo industrial, onde a tecnologia é uma opção para maximizar questões financeiras - não existe mais espaço para técnicas de representação de desenho técnico que não traduzam a velocidade dos processos de trabalho do homem moderno. A tecnologia BIM surgiu como um caminho natural visto as evoluções tecnológicas deste século, mas também como uma ferramenta de melhor tradução da identidade da arquitetura no mundo nos dias de hoje. Não há como desconsiderar as novas tecnologias de representação de projeto de arquitetura. Existe interesse por parte dos profissionais da construção civil de modo geral em melhorar o processo de projeto e execução de suas obras.

Faz parte do diagnóstico que o AutoCAD como uma ferramenta eficaz de representação de desenhos, não perderá sua função. O Revit, assim como outros softwares faz parte das múltiplas ferramentas que compõem o processo de projeção. São ferramentas que podem ser utilizadas para a mesma função, mas são distintas do ponto de vista da forma de pensar projeto de arquitetura, e por este motivo, não se anulam. O Revit demonstrou ser uma ferramenta condizente com as obrigações do Arquiteto moderno e como uma solução para a melhora do tempo de reprodução e execução de projetos.

REFERÊNCIAS

SILVA, Fábio Duarte de Araujo. *Arquitetura e tecnologias de informação - da revolução industrial à revolução digital*. [S.l.]: Unicamp. 1999.

HEMMERLING, Marco; TIGGEMANN, Akke. *Digital design manual*. Berlin: DOM publishers. 2011.

FIGUEIRA, Jorge. *Agora que está tudo a mudar: arquitectura em Portugal*. Sintra: Caleidoscópio. 2005.

EASTMAN, C. et al. *BIM Handbook. A guide to Building Information Modeling*. John Wiley & Sons, New Jersey, 2008.

MASCARÓ, Lúcia Elvira Raffo de. *Inovação tecnológica e produção arquitetônica*. São Paulo: USP, 1990. Tese (Doutorado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 1990.

MACIEL, David. *Uma evolução das ferramentas no projecto em arquitectura: da Revolução Industrial à Revolução Digital*. Lisboa: Universidade Lusíada de Lisboa 2015. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Artes, 2016.

ROBBINS, Edward. *Why architects draw*. MIT Press, Cambridge. Massachusetts, EUA, 1997.

HADID, Zaha (2014) - Zaha Hadid RA on the influence of Malevich in her work: plane sailing. In ROYAL ACADEMY OF ARTS - Royal Academy of Arts [em linha]. London: Royal Academy of Arts. [Consult. 23 agosto 2015]. Disponível em WWW:<URL: <https://www.royalacademy.org/uldaricle/zaha-hadid-ra-on-the-Influence-of->>.

SARCAR, M.M.M.; RAO, K. M.; NARAYAN, K. L. *Computer aided design and manufacturing*. New Delhi: Prentice-Hall of India Private Limited, 2008.

CAIXETA, Luciano Mendes. *O computador como ferramenta de auxílio ao processo de aprendizagem e o atual uso das ferramentas digitais pelos arquitetos*. 127f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

KOLAREVIC, B. *Architecture in the digital age: design and manufacturing*. New York: Spon Press, 2003.

MONTEIRO. Igor Mendes. *O uso dos sistemas BIM em projeto de Arquitetura: Diversificação de soluções versus padronização*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

ANDRADE. S. Ludmila. *A contribuição dos sistemas BIM para o planejamento amentário das obras públicas: Estudo de caso do auditório e da biblioteca de Planaltina*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MARTINS. F. C. Paola. *A interoperabilidade entre sistemas BIM e Simulação Ambiental Computacional: estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2011.