



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CURSO DE PLANEJAMENTO E GESTÃO PÚBLICA**

LEONARDO ANTÔNIO DE ARAÚJO MOREIRA

**ESTUDO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PROJETOS, VOLTADO PARA
PROMOVER A EFICIÊNCIA NA GERÊNCIA DE ARQUITETURA DO TRIBUNAL
DE JUSTIÇA DA PARAÍBA.**

João Pessoa - PB

Maior - 2014

LEONARDO ANTÔNIO DE ARAÚJO MOREIRA

**ESTUDO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PROJETOS, VOLTADO PARA
PROMOVER A EFICIÊNCIA NA GERÊNCIA DE ARQUITETURA DO TRIBUNAL
DE JUSTIÇA DA PARAÍBA.**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Planejamento e Gestão Pública da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito, para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Ms. Arturo Rodrigues Felinto.

Co-Orientadora: Prof. Ms. Ana Lúcia Carvalho de Souza.

João Pessoa - PB

Maio – 2014

M838e Moreira, Leonardo Antônio de Araújo

Estudo da representação gráfica de projetos, voltado para promover a eficiência na gerência de arquitetura do Tribunal de Justiça da Paraíba [manuscrito] : / Leonardo Antônio de Araújo Moreira. - 2014.

50 p. : il.

Digitado.

Monografia (Curso de Especialização em Planejamento e Gestão Pública) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e Sociais Aplicadas, 2014.

"Orientação: Prof. Ms. Arturo Rodrigues Felinto, Departamento de Administração UFPB".

"Co-Orientação: Prof^a. Ms^a. Ana Lúcia Carvalho de Souza

1. Representação gráfica de projeto 2. Tecnologia BIM 3. Eficiência em AEC I. Título.

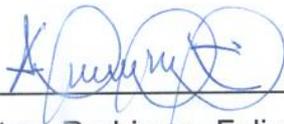
21. ed. CDD 725.15

LEONARDO ANTÔNIO DE ARAÚJO MOREIRA

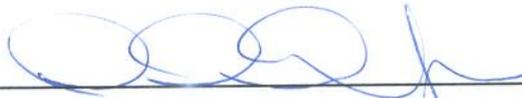
**ESTUDO DA REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DE PROJETOS, VOLTADO PARA
PROMOVER A EFICIÊNCIA NA GERÊNCIA DE ARQUITETURA DO TRIBUNAL
DE JUSTIÇA DA PARAÍBA**

Aprovado em: 31 / 05 / 2014

BANCA EXAMINADORA



Arturo Rodrigues Felinto, M.Sc.
Professor Orientador - UFPB



Ana Lúcia Carvalho de Souza, M.Sc.
Professora Coorientadora - UEPB



Alexandre Soares de Melo, M.Sc.
Professor Examinador - FPB

Aos meus pais, Antônio e Teresinha, à minha esposa Solange e ao meu filho Gabriel, alicerces do meu ser, dedico este trabalho, por me apoiarem incondicionalmente durante toda esta jornada para que hoje pudéssemos compartilhar esta importante conquista.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meu caminho e tornar esta conquista possível.

Aos colegas de sala de aula pelo companheirismo e lealdade que me dedicaram.

Ao meu orientador, Ms. Arturo Felinto à minha Co-Orientadora, Ms. Ana Lúcia Carvalho de Souza por me proporcionarem a oportunidade de concluir dignamente a minha especialização.

A todos os demais professores do curso de Especialização em Planejamento Estratégico e Gestão Pública, que contribuíram generosamente para a minha formação.

Aos companheiros de trabalho da Gerência de Arquitetura do TJPB, que contribuíram com a sua amizade e espírito de equipe que nos levaram ao êxito em mais esta jornada.

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.

Leonardo da Vinci

RESUMO

MOREIRA, Leonardo Antônio de Araújo. **Estudo da Representação Gráfica de Projetos, Voltado para Promover a Eficiência na Gerência de Arquitetura do Tribunal de Justiça da Paraíba.** 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Planejamento e Gestão Pública, João Pessoa, 2014.

Este Trabalho estuda a evolução da Representação Gráfica de Projetos através de pesquisa bibliográfica e documental. Seu objetivo é adquirir conhecimentos necessários à fundamentação de ações estratégicas da Gerência de Arquitetura do Tribunal de Justiça da Paraíba (TJPB) que proporcionem a melhoria da qualidade e da eficiência dos projetos arquitetônicos desenvolvidos por sua equipe. O Estudo faz uma retrospectiva histórica sobre o tema, analisa as técnicas atuais e as novas tendências da representação gráfica de projetos. Expõe o panorama da eficiência em das atividades da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e na Gerência de Arquitetura do TJPB. Identifica a tecnologia BIM (Building Information Modeling), e o seu principal expoente, o Aplicativo Autodesk Revit, como sendo revolucionário, a ponto de provocar mudanças de paradigmas na concepção projetual e na gestão de AEC. A tecnologia BIM é considerada pelos autores pesquisados como uma eficiente ferramenta de gestão por reduzir drasticamente o tempo de trabalho, por facilitar a troca de informações entre os profissionais envolvidos com o projeto e a organização de grupos de trabalho colaborativo entre arquitetos e engenheiros. No Brasil, a plataforma Autodesk Revit está sendo a mais adotada nos Escritórios de Arquitetura nas Universidades, e nos Órgãos Públicos. Esta tendência foi constatada em pesquisa nos sites de divulgação dos pregões eletrônicos realizados para a aquisição de softwares. A pesquisa conclui que a adoção da Plataforma Autodesk Revit na Gerência de Arquitetura do TJPB promoveria a melhoria da qualidade e da eficiência em seus projetos.

Palavras-chave: representação gráfica de projeto, tecnologia BIM, eficiência em AEC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide de Djoser, construída por Imhotep em Saqqara no Egito.....	15
Figura 2 – Parthenon, templo grego do arquiteto Fídias, Sec. V a. C.....	16
Figura 3 – Elementos básicos para a composição da Perspectiva Exata.....	18
Figura 4 – Projeção ortogonal da Mesopotâmia e hieróglifo do Egito.....	19
Figura 5 – Processo de representação gráfica da Geometria Descritiva.....	21
Figura 6 – Representação gráfica de projeto arquitetônico.....	23
Figura 7 – Detalhe de esquadria.....	25
Figura 8 – Interface do AutoCAD.....	26
Figura 9 – Foto e modelo digital do Museu Guggenheim de Bilbao.....	29
Figura 10 – Interface do Autodesk Revit Architecture.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Justificativa	12
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo Geral	13
1.2.2	Objetivos Específicos	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A Evolução da Representação Gráfica na Arquitetura	14
2.1.1	A Origem da Representação Gráfica na Arquitetura	15
2.1.2	A Perspectiva	16
2.1.3	A Geometria Descritiva	19
2.1.4	O Desenho Técnico – Normatização	23
2.1.5	A Computação Gráfica na Arquitetura	25
2.2	A Eficiência na Atividade de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC)	29
2.2.1	A Baixa Eficiência em AEC	31
2.2.2	A Realidade da Gerência de Arquitetura do TJPB	32
2.2.3	A Informação como Fator Determinante para a Eficiência em AEC	34
2.2.4	A tecnologia BIM como instrumento de Gestão e Eficiência em AEC	35
2.3	Plataforma Autodesk Revit	37
2.3.1	Características do aplicativo REVIT Architecture	37
2.3.2	Aspectos operacionais do aplicativo REVIT Architecture	38
2.3.3	Aspectos didáticos do aplicativo REVIT	39
3	METODOLOGIA	41
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
5	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	47
	REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A Emenda Constitucional n.º 19 de 04 de junho de 1998, em seu art. 37, acrescentou o princípio da eficiência como dever da Administração Pública. Esta mudança iniciou uma transformação gerencial da Administração Pública que nos últimos anos tem intensificado o processo de transição do modelo burocrático de gestão para o novo modelo da gestão estratégica que se distingue pelo foco nos resultados. Sobre o tema esclarece MARTINO JÚNIOR (2011, P. 1):

“A Reforma Gerencial promoveu mudanças nos paradigmas da Administração Pública brasileira, com a inserção de conceitos e técnicas gerenciais, rompendo, assim, o obsoleto modelo burocrático e patrimonialista. Estas mudanças atingiram, também, o controle externo exercido sobre os gastos públicos. Além dos já existentes princípios da legalidade, impessoalidade, moralidade e publicidade, a nova Gestão Pública passou a ser direcionada também pelo princípio da eficiência, com ênfase alterada dos meios (procedimentos) para os fins (resultados).”

O Tribunal de Justiça do Estado da Paraíba (TJPB) vivencia um processo de transformação da sua administração norteado pelo novo paradigma da Gestão Estratégica que preconiza a gestão voltada para a eficácia, efetividade e eficiência das ações da organização.

Sob este prisma foi elaborado o seu Plano Estratégico que tem como Missão: “Concretizar a Justiça, por meio de uma prestação jurisdicional acessível, célere e efetiva” e como Visão: “Alcançar, até o ano de 2018, o grau de excelência na prestação de seus serviços e ser reconhecido pela sociedade como uma instituição confiável, acessível e justa, na garantia do exercício pleno da cidadania e promoção da paz social”. (TJPB, 2014)

A concretização da missão e da visão do plano estratégico do Tribunal inicia-se com a análise de cada uma das atividades desempenhadas em dois níveis de atuação - atividade fim (jurisdicional) e atividade meio (administrativa). Esta análise é fundamental para se identificar as deficiências nos processos que compõem estas atividades para então propor mudanças que as tornem mais eficientes. Segundo o Ministro aposentado do Supremo Tribunal Federal Eros Grau (1991, p. 194) citado por DEOLINDO (2011, P.27):

“A análise da eficiência da Administração Pública adquiriu uma grande valorização para a sociedade, tornando-se um valor cristalizado, pois não é interessante à sociedade a manutenção de uma estrutura ineficiente. A cristalização deste valor ganhou normatividade, transformando-se em um princípio a ser observado por todo o ordenamento jurídico no que tange à Administração Pública.”

Entre os setores que integram as atividades meio do Tribunal de Justiça da Paraíba está a Gerência de Arquitetura (GEARQ), com a tarefa de desenvolver projetos arquitetônicos de reforma, ampliação ou construção das edificações que se destinam a abrigar o Judiciário Estadual em todas as suas comarcas.

O autor integra a equipe de arquitetos da GEARQ, a qual vem se empenhando em desenvolver e adotar boas práticas que contribuam para a melhoria da qualidade e da eficiência dos projetos lá desenvolvidos. Em 2012 o Autor participou de um workshop na cidade do Recife organizado por representantes da Autodesk do Brasil no qual teve o primeiro contato com a Tecnologia BIM e o Revit. As informações absorvidas neste evento despertou-lhe o interesse pelo assunto e a possibilidade de encontrar nesta nova tecnologia soluções eficientes para os desafios vivenciados na GEARQ. As sua vivência na área o levou a direcionar o foco deste estudo para a representação gráfica de projetos arquitetônicos como forma de aprofundar o entendimento sobre a sua evolução, adquirindo novos conhecimentos que viessem a contribuir para a definição de estratégias e ações na Gerência de Arquitetura do TJPB com o propósito de elevar a qualidade e a eficiência dos projetos arquitetônicos lá desenvolvidos.

A metodologia adotada no trabalho foi pesquisa bibliográfica e documental, de natureza básica, qualitativa e exploratória, identificando e analisando publicações de autores que abordam o tema em questão. Buscando em cada um informações sobre um determinado prisma considerado relevante para o aprofundamento do estudo.

O trabalho se divide em referencial teórico, metodologia, considerações finais e sugestões de novos estudos. O referencial teórico abrange a evolução da representação gráfica de projetos; a eficiência na atividade de arquitetura, engenharia e construção (AEC) e na Gerência de Arquitetura (GEARQ) do Tribunal de Justiça da Paraíba e a tecnologia BIM (Building Information Modeling), com a plataforma Autodesk Revit e o seu aplicativo Revit Architecture. Nas considerações finais se observa a importância da representação gráfica de projetos para o desenvolvimento da sociedade moderna e avalia a evolução tecnológica concretizada pelo BIM que provocou mudanças de paradigmas na forma de projetar e na eficiência da atividade de AEC que pode viabilizar um salto de produtividade e eficiência na atividade da GEARQ.

1.1 Justificativa

Com a implantação do modelo de Gestão Estratégica no TJPB se busca uma transformação dos seus processos produtivos a partir da racionalização e da adoção de novas tecnologias que lhes confirmam mais qualidade e eficiência. Partindo da premissa, preconizada por este novo modelo de gestão, de que qualquer processo pode ser melhorado, a atividade de desenvolvimento de projetos arquitetônicos na Gerência de Arquitetura do TJPB poderia ser realizada com maior eficiência. O primeiro passo neste sentido é conhecer profundamente o processo de trabalho e as novas tecnologias que o facilitem, para então encontrar a melhor maneira de executá-lo e melhorar os resultados.

Observando o processo de elaboração dos projetos de arquitetura do TJPB, percebe-se que o tempo dispendido para a definição dos projetos arquitetônicos e suas respectivas representações gráficas é extenso, até porque são comuns as solicitações para modifica-los.

Outro ponto deficiente é a apresentação dos projetos para os gestores. Como a maioria deles não é treinada para interpretar desenhos técnicos, é comum ocorrer erros de interpretação e consequentes retrabalhos. Daí a importância da utilização de maquetes virtuais que exibam detalhadamente o projeto em suas três dimensões para que não perca nenhuma dúvida quanto à concepção dos projetos de arquitetura.

Diante do exposto, este trabalho se justifica pela necessidade de se estudar a representação gráfica em arquitetura e seus respectivos avanços tecnológicos para subsidiar a Gerência de Arquitetura do Tribunal de Justiça da Paraíba em futuras decisões de gestão que promovam a melhoria das suas atividades em prol da eficácia, efetividade e eficiência. E, conseqüentemente, contribuir para a concretização da missão e da visão do Tribunal de Justiça da Paraíba.

1.2 Objetivos

Os objetivos adotados neste trabalho foram definidos com foco na atividade preponderante da Gerência de Arquitetura que é a tarefa de projetar ambientes. A

linguagem adotada é o desenho. Por conseguinte os objetivos se voltam para a representação gráfica de projetos.

1.2.1 Objetivo Geral

Estudar a representação gráfica de projetos com a finalidade de gerar conhecimento que fundamente mudanças destinadas a promover mais eficiência na Gerência de Arquitetura do Tribunal de Justiça da Paraíba.

1.2.2 Objetivos Específicos

Estudar a evolução da representação gráfica de projetos. Desde a sua origem, passando pelo desenvolvimento do desenho em perspectiva, pela geometria descritiva, o desenho técnico e chegando à computação gráfica.

Analisar a Eficiência na atividade de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) fazendo um paralelo com a eficiência da atividade desenvolvida na Gerência de arquitetura do TJPB.

Avaliar o aplicativo de representação gráfica de projetos Autodesk Revit Architecture como alternativa de representação gráfica mais eficiente em relação ao Autodesk AutoCAD usado na Gerência de Arquitetura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A Evolução da Representação Gráfica na Arquitetura

A arquitetura foi criada pelo homem desde os primórdios de sua existência. Quando as cavernas já não atendiam às suas necessidades porque precisavam se deslocar cada vez mais longe em busca de novas áreas de coleta de alimentos e de caça ou pela inadequação dessas cavernas às novas estruturas sociais que se estabeleceram em decorrência do desenvolvimento cognitivo humano (CATTANI, 2003). O fato é que este desenvolvimento deu ao homem a capacidade de intervir em seu ambiente de uma forma mais criativa. Ele desenvolveu técnicas agrícolas e pastoris, atividades sociais mais complexas que exigiam espaços mais elaborados para abrigo e vivência. Passou a transformar os recursos naturais de que dispunha para construir suas casas e promover a sobrevivência e a prosperidade da comunidade.

A capacidade de adaptação do homem se revelava por viver nas mais diversas condições climáticas graças a sua fantástica habilidade de utilizar qualquer matéria prima disponível na natureza para fazer abrigo, desde a palha, a madeira, o barro, a pedra e até o gelo eram materiais utilizados nas suas construções.

As primeiras habitações humanas eram muito simples e por muito tempo não houve necessidade e nem o interesse de se criar uma linguagem gráfica orientando o processo de edificação. As técnicas para construí-las eram passadas dos mais velhos para os mais jovens através da oralidade e da prática, durante o ato de construir. Não havia uma pessoa especializada em construção, todos da comunidade aprendiam a erguer suas casas. Este estágio de evolução ainda hoje se observa nas tribos indígenas mais isoladas da selva amazônica.

Com a evolução de algumas sociedades na antiguidade as construções se tornaram maiores, mais complexas e exigiam um conhecimento mais avançado para a sua construção. Era preciso planejar, mesmo que mentalmente. Os mais habilidosos nessa atividade se dedicavam exclusivamente à tarefa de construir. Surge, assim, o ofício de arquiteto ou mestre construtor, ofício que era transmitido de pai para filho. Neste estágio se utilizava o recurso do desenho de uma forma rudimentar para se esboçar as edificações a serem construídas. O arquiteto ou

mestre construtor dominava todas as etapas da construção e aprimorava as suas técnicas com a prática. Ele até poderia delegar tarefas nas construções maiores, mas acompanhava pessoalmente a execução e transmitia as informações oralmente.



Figura 1: Pirâmide de Djoser, construída por Imhotep em Saqqara no Egito, no sec. XXVII a.C.

Fonte: <<http://www.egitoantigo.net/piramide-de-degraus-de-djoser.htm>>
Acesso em 15 abr. 2014.

O primeiro arquiteto que se tem registro na história foi Imhotep, Vizir do faraó do Egito Djoser. A ele é atribuída a construção da primeira pirâmide da civilização egípcia em 2700 A.C. para ser a última morada do seu Faraó (Fig.1). Embora as pirâmides sejam edificações de grandes proporções, as suas formas são simples e como não se tem registros de projetos representados graficamente para a execução, acredita-se que as suas concepções ocorreram nas mentes dos arquitetos e foram transmitidas oralmente, durante as suas construções (MINTO, 2009, p.33)

2.1.1 A Origem da Representação Gráfica na Arquitetura.

Na antiguidade clássica, os gregos tinham na geometria abstrata a ciência que mais se aproximava da verdade por só se concretizar plenamente no universo das ideias. Por mais bem traçadas as linhas que representam os teoremas geométricos idealizados, nunca serão exatas o bastante para representa-los fielmente (Soares, 2007).

A Paixão dos gregos e romanos pelo rigor geométrico e matemático influenciou a sua arquitetura. Segundo SANTOS (2007, P. 2) “A convicção, desde o grego clássico, de que a ordem no universo estabeleceu-se em números é tão grande quanto à de que em número se fundamenta a beleza artística”. Eles

buscaram na geometria abstrata e na matemática a fórmula da beleza universal criando o conceito de retângulo áureo que definia a proporção e a harmonia que conferiam beleza à suas obras. O Parthenon é um exemplo desta busca (Fig. 2).

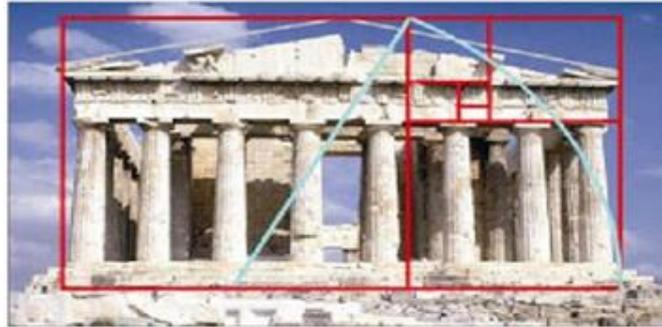


Figura 2: Exemplo emblemático da Proporção Áurea revelada no Parthenon, templo grego construído pelo arquiteto Fídias, século v a.C.
 Fonte: <<http://ddesigndeinteriores.blogspot.com.br/2011/02/proporcao-ou-razao-aurea-o-principio-da.html>> Acesso em 25 abr. 2014.

A representação gráfica na arquitetura enquanto ciência ou linguagem universal de representação arquitetônica de precisão começou a se desenvolver só no final da idade média, impulsionada pelas artes plásticas quando o simbolismo da idade média passou a ser substituído pelo realismo. Para diversos autores como THUILLIER (1994), WERTHEIM (2001) e KOYRÉ (1982) citados por SOARES (2007):

“A aplicação de métodos científicos na expressão gráfico-visual só começou próximo ao Renascimento, quando se fortaleceu a demanda por expressões realistas que, baseado em métodos universais, agregassem credibilidade à representação. A partir da Antiguidade Clássica, entretanto, já se nota uma clara tensão entre a realidade e a sua representação, onde esta se mostra cada vez mais comprometida com a busca pela maior verossimilhança possível para com o real. Com isso, apesar da impossibilidade da representação atingir a expressão plena e absoluta da realidade, as bases da busca pelo aprimoramento e pela maior eficácia dos métodos de representação gráfica estavam lançadas.”

2.1.2 A Perspectiva

As artes plásticas do período renascentista entre os séc. XV e XVI foram contagiadas pelo espírito humanista e pelo naturalismo que resgataram da antiguidade clássica. Os artistas observavam a natureza e o mundo que os rodeava e se dedicavam a desenvolver técnicas que retratassem fielmente o que era captado pelo olhar - formas de imprimir no plano das telas a imagem tridimensional das coisas do mundo. As técnicas de pintura e desenho que criavam a ilusão de volume, de profundidade e de distância foram denominadas de Perspectiva.(SOARES, 2007)

O empirismo e o talento dos grandes mestres da pintura os levaram a desenvolver a perspectiva em suas telas onde retratavam paisagens campestres ou urbanas. Mesmo ao retratar pessoas usavam como pano de fundo os palácios, as vilas e outros elementos construtivos para enriquecer as cenas que retratavam. Naquela época não havia a fotografia. Cabia aos artistas retratarem as pessoas e tudo que as rodeava. O valor de suas obras dependia da sua capacidade de representar a realidade o mais fielmente possível. Além de buscar o traçado correto, precisavam captar os efeitos físicos da luz sobre o ambiente, as cores, as texturas, tudo para alcançar um efeito mais realista. Com isto a arte se aproximava da ciência pela necessidade de observação e experimentação para se atingir os resultados desejados. Com a observação e a prática surgiram as regras que passaram a orientar os seus traçados. Na primeira metade do Sec. XIV Brunelleschi, desenvolvendo antigos conhecimentos dos gregos e romanos sobre o assunto, demonstrou os princípios que balizavam a perspectiva linear. Em 1435 Leon Baptista Alberti publicou o primeiro tratado sobre a perspectiva. (SOARES, 2007, p.5)

No Se. XVII Girard Desargues desenvolveu a obra do grego Apolônio estabelecendo princípios consistentes para a perspectiva matemática embora não tenha recebido reconhecimento em sua época por não fazer uso da geometria analítica. (SOARES, 2007, p.6)

No ano de 1715, as bases matemáticas para a composição da Perspectiva exata foram elaboradas por Brook Taylor e difundidas através da publicação do livro "Linear Perspective", o que possibilitou o desenvolvimento do método de desenho em perspectiva exata com dois pontos de fuga.

O desenho em perspectiva é uma técnica de representação gráfica que trás para o plano bidimensional da tela ou do papel a imagem de um objeto tridimensional, como se fosse uma fotografia. Segundo SHING (2000, P.65):

"Ao desenhar uma perspectiva exata, projetamos sobre uma superfície plana os aspectos oblíquos corretos de uma forma tal como aparecem para um observador. [...]

Os desenhos em perspectivas exatas possuem quatro características principais, as quais são utilizadas para expressar uma sensação de espaço, de profundidade e a terceira dimensão dentro dos limites de um desenho em duas dimensões:

1. Sobreposição de formas;

2. Achatamento;
3. Convergência de linhas paralelas;
4. Diminuição de tamanho.”

A Perspectiva Exata ou Cônica é composta de alguns elementos de composição fundamentais para a sua realização: O Plano do Desenho (PD), corresponde à tela a ser pintada ou o papel onde se desenha; a Linha de Terra (LT), intersecção entre o plano de desenho e o plano horizontal que representa o solo ou a superfície onde o objeto observado está; a Linha do Horizonte, marca o fim do plano horizontal. Sua distância da Linha de Terra corresponde à altura do observador em relação ao Plano Horizontal; Ponto de Fuga (PF) é o ponto de convergência do prolongamento linhas que formam as arestas, paralelas entre si, dos objetos observados. Um desenho pode conter um, dois ou vários pontos de fuga dependendo da forma do objeto e da sua posição em relação ao observador. (Fig.3) (SHING, 2000)

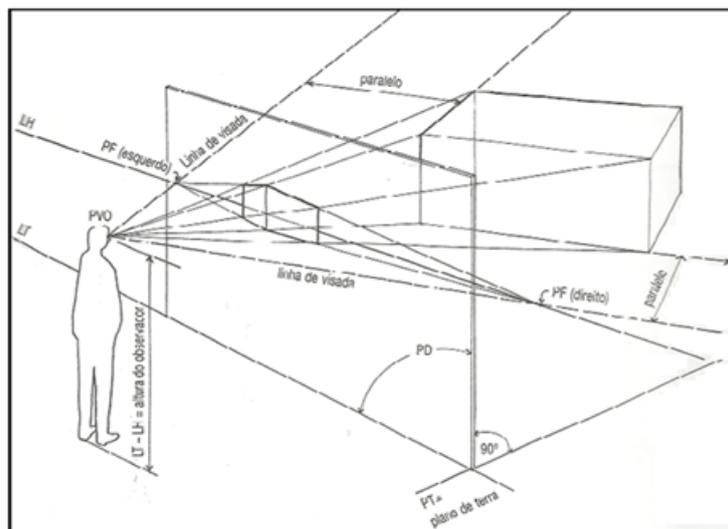


Figura 3: Elementos básicos para a composição da Perspectiva Exata

Fonte: CHING, Francis D. K.: **Representação Gráfica em Arquitetura**. Tradução Luiz A. Meirelles Salgado. 3ª ed., Porto Alegre, Bookman, 2000.

A distância do objeto observado do Plano do Desenho define o tamanho do mesmo na perspectiva. Quanto mais próxima esta distância, maior será o tamanho da sua representação gráfica.

Na arquitetura o desenho em perspectiva é muito utilizado para o estudo de composição volumétrica e de combinações de cores e texturas dos materiais de um projeto e como forma de expor o projeto para os clientes.

Dependendo da complexidade do objeto a ser desenhado e do nível de detalhamento deste desenho, o trabalho é muito demorado e oneroso, o que pode torna-lo inviável quando se dispõe de poucos recursos e de um curto intervalo de tempo para a sua execução. Embora seja um desenho que requer rigores técnicos para que seja uma representação gráfica o mais fiel possível do objeto real, é necessário também habilidade artística para finalizar o desenho com efeitos de luz e sombra, cores e texturas, além de elementos de composição do entorno, como pessoas, carros, vegetação, etc..

Estes elementos de composição, chamados de “molho” do desenho fazem toda a diferença no resultado final. Os escritórios de arquitetura, muitas vezes, recorriam aos “artistas” da perspectiva para garantir a qualidade do desenho.

2.1.3 A Geometria Descritiva

Desde a antiguidade já se fazia uso de algumas formas de representação de objetos e edificações a partir das suas projeções. Mas estas iniciativas, muitas vezes intuitivas, não tinham um rigor geométrico e careciam de exatidão.

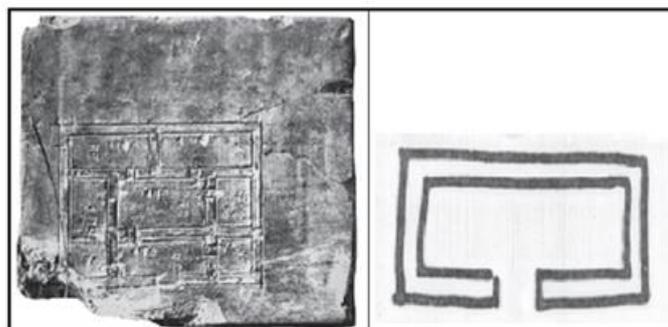


Figura 4: Projeção ortogonal de edificação da Mesopotâmia, 2450 a.C.

Hieróglifo egípcio representando habitação

Fonte: CATTANI, Airton: **Arquitetura e Representação Gráfica: Considerações históricas e Aspectos Práticos**. Porto Alegre-RS, 2003.

Nos primeiros registros de desenhos arquitetônicos de que se tem notícia, de origem mesopotâmica, datados do ano 2450 a.C., se observa algo parecido com uma projeção ortogonal representando uma planta baixa de um edifício (Fig. 4). No Egito antigo os escribas representavam a palavra casa com um ícone (hieróglifo) desenhado com dois retângulos circunscritos com uma abertura nas suas bases, o

que se assemelha a uma planta baixa (projeção ortogonal) com quatro paredes e uma porta. (OLIVEIRA, 2002) citado por (CATTANI, 2011).

É natural que as primeiras representações das edificações sejam, na verdade abstrações do que se pretende representar. A mente humana tem a tendência de racionalizar intuitivamente as coisas para facilitar a compreensão. A representação tridimensional em um substrato bidimensional, como placas de argila da Mesopotâmia e o Papiro egípcio, é algo mais complexo e exige muita habilidade e uma capacidade de raciocínio tridimensional, difícil de desenvolver com os conhecimentos de que dispunham naquele estágio do desenvolvimento cultural e tecnológico.

A Geometria Descritiva foi desenvolvida na França, no final do séc. XVIII, pela genialidade de Gaspard Monge, jovem de origem humilde que desde muito cedo demonstrou habilidades de engenharia, mecânica e agrimensura. Aos 14 anos montou um carro de bombeiro. Aos 16 anos já lecionava física no Colégio de Lyon onde se destacou. Logo foi convidado pela Escola Militar de Mézières, para desenvolver trabalhos de agrimensura e ministrar aulas de Engenharia Militar, onde permaneceu por muitos anos e desenvolveu as bases da Geometria Descritiva voltada para os projetos das fortificações. (SOARES, 2007, p.6)

A Geometria Descritiva se mostrou revolucionária e por muitos anos foi tratada como segredo militar. No ano de 1794, Monge foi autorizado a publicar a sua criação e intensificou a sua difusão através dos seus alunos. Rapidamente a Geometria Descritiva foi a base do desenho técnico, essencial para o desenvolvimento de projetos dos mais variados produtos, desde prédios, embarcações e máquinas, passando pelos móveis e demais produtos industrializados. Sem ela, talvez, muitas das inovações surgidas na revolução industrial que se alargou no séc. XIX não teriam se concretizado. (CRUZ E AMARAL, 2012, p. 4)

Outro fato importante creditado à Geometria Descritiva foi o surgimento de um novo paradigma observado na divisão de tarefas da produção arquitetônica. O projeto e a execução da obra passaram a ser realizados por pessoas distintas. A parte intelectual, da concepção do projeto coube ao arquiteto e a tarefa de construir coube ao mestre construtor que perdeu, a partir de então, a sua autonomia no detalhamento da obra. Tudo que deveria ser feito estava detalhado pelo arquiteto no

projeto arquitetônico. O mestre passou a ser um mero executor de tarefas. Esta transição não ocorreu de uma hora para outra, as Corporações de Ofício relutaram por muito tempo em aceitar esta mudança. Mas ela se consolidou, por ser uma necessidade da nova ordem cultural e econômica de surgiu com a revolução industrial.

Para que se tenha uma ideia mais clara do que vem a ser a Geometria Descritiva é importante conceitua-la. CRUZ E AMARAL (2012, p. 4) definem:

“A Geometria é um ramo da Matemática, e pode ser definida como a ciência que investiga as formas e as dimensões das figuras existentes na natureza. A Geometria Descritiva, por sua vez, é o ramo da Matemática Aplicada que tem como objetivo o estudo de objetos tridimensionais mediante projeções desses sólidos em planos.”

Fazendo uma analogia com a fotografia, o processo de decomposição de um objeto tridimensional em suas projeções ortogonais projetadas em um plano é como se fotografássemos as várias faces do objeto com a câmera posicionada central e perpendicularmente à face fotografada. E as imagens das várias faces fossem dispostas em um mesmo plano. Isto é uma aproximação do que acontece na Geometria Descritiva, a diferença fundamental é que a imagem da fotografia apresenta distorções uma vez que esta imagem chega até a câmera por reflexos luminosos do objeto e apenas os reflexos provenientes do seu centro estarão ortogonais. À medida que se afastam do centro, os reflexos deixam de ser ortogonais e passam a convergir para a câmera em forma de cone, causando a distorção das dimensões da imagem.

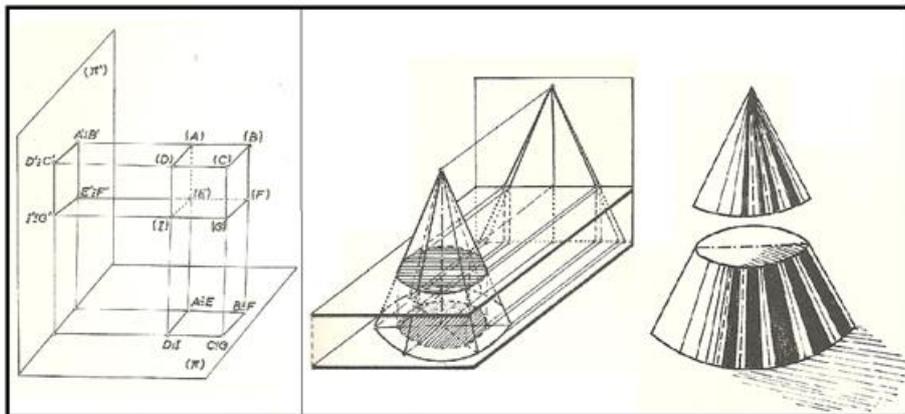


Figura 5: Processo de representação gráfica da Geometria Descritiva

Fonte: PRÍNCIPE JÚNIOR, Alfredo dos Reis: Noções de Geometria Descritiva. São Paulo, vol. 2, Livraria Nobel S.A., 26ª Ed. 1983.

Na Geometria Descritiva ortogonal, os raios que projetam o objeto no plano são considerados como de origem no infinito, isto lhes confere a propriedade de serem paralelos entre si e perpendiculares ao plano de projeção (ortogonais). Logo, a projeção do objeto não sofre deformações e mantém as mesmas dimensões do objeto que a originou (Fig. 5).

Os elementos fundamentais da Geometria Descritiva são o ponto, as linhas e as superfícies. O ponto é a figura desprovida de dimensões, seu único atributo é a posição no espaço. As linhas, além da localização, têm comprimento e são formadas por uma sucessão de pontos justapostos de modo a não existir espaço entre eles. Se dispostos numa mesma direção, a linha que se forma é uma reta. Do contrário, passa a ser uma curva. As retas são consideradas infinitas nos seus dois sentidos. Se forem marcados dois pontos na reta, com uma quantidade finita de pontos entre eles, determina-se um seguimento de reta, com início e fim nos pontos marcados. As superfícies têm largura e comprimento. São formadas por uma sucessão de linhas dispostas lado a lado, sem que haja espaço entre elas. Se as linhas forem retas e se estiverem perfiladas em uma mesma direção, a superfície que se forma é considerada como um plano. Caso as linhas sejam curvas ou estejam dispostas com mudança de direção, são classificadas como superfícies curvas. Os cilindros e os cones são exemplo de superfícies curvas. (CRUZ E AMARAL, 2012, p. 4).

Da mesma forma que se pode decompor um objeto em suas projeções ortogonais, é possível se fazer o caminho inverso. Partindo das projeções se pode criar o objeto tridimensional. Na verdade é este o objetivo primordial da Geometria Descritiva. Os projetos arquitetônicos, ou de qualquer natureza, são projeções ortogonais que devem ser compreendidas por quem é encarregado de executá-lo, para que o resultado final saia conforme o idealizado pelo projetista.

Para se percorrer este caminho inverso de recomposição das projeções, é necessário que se tenha o conhecimento das convenções de representação gráfica e um bom raciocínio espacial. O estudo da Geometria Descritiva é um ótimo exercício para o desenvolvimento deste raciocínio (SILVA, 2006, p.7), indispensável para a concretização correta e eficiente do produto projetado.

Com a evolução da computação gráfica, alguns cursos de formação superior que utilizam a representação gráfica como ferramenta estão deixando de incluir em suas grades curriculares a Geometria Descritiva (SILVA, 2006, p.8). Isto pode ser

um erro, pois a computação gráfica não é capaz de desenvolver o raciocínio espacial como ocorre com a Geometria Descritiva.

2.1.4 O Desenho Técnico – Normatização

O Desenho Técnico desenvolvido a partir da Geometria Descritiva se mostrou tão eficiente e necessário que a maioria dos países o adotaram e o normatizaram, transformando-o em uma linguagem universal.

A sociedade industrial, durante os sécs. IXX e XX consagraram o desenho técnico como uma das principais ferramentas para o desenvolvimento. Muitas das inovações tecnológicas e a quase totalidade dos produtos industrializados tiveram o Desenho Técnico como recursos indispensável para a sua produção.

Existe para o desenho arquitetônico a normatização que define o repertório dos elementos gráficos, como as linhas, as escalas, as nomenclaturas dos elementos construtivos, etc.. Esta normatização garante a padronização e o rigor técnico necessário à adequada interpretação do desenho, sem deixar margem para ambiguidades que levem o intérprete a se desviar das intenções do autor do projeto.

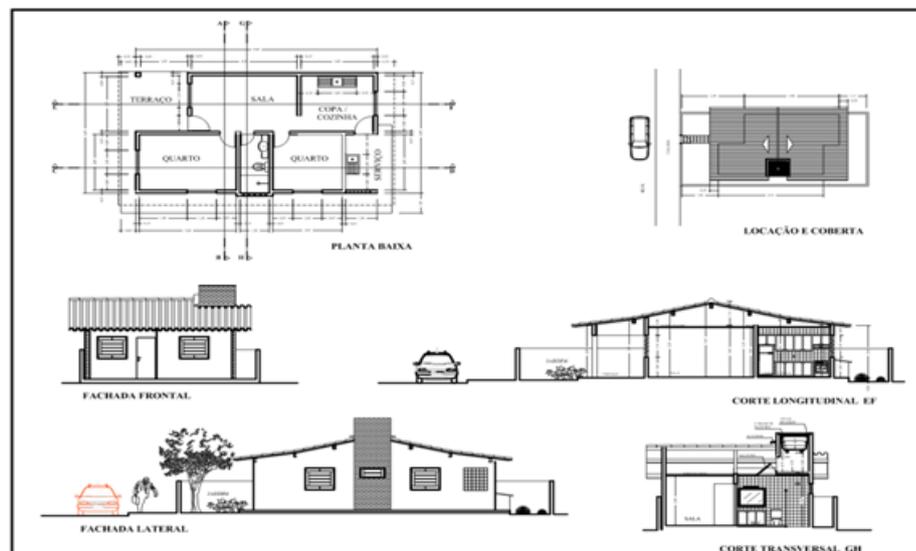


Figura 6: Representação gráfica básica de projeto arquitetônico

Fonte: Acervo do Autor.

No Brasil, essa normatização se dá através da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que estabelece normas específicas para os projetos arquitetônicos.

A NBR 8196/99 cuida das escalas do desenho. A escala 1:1(hum para hum) é a escala natural. As escalas de redução básicas são 1:2; 1:5 e 1:10. Estas escalas podem ser reduzidas à razão de 10. As escalas de ampliação são 2:1; 5:1 e 10:1. Elas ainda podem ser ampliadas à razão de 10.

2.1.5 A Computação Gráfica na Arquitetura

A representação gráfica na arquitetura evoluiu para a computação gráfica de carona no desenvolvimento impulsionado pelas indústrias automobilística e aeronáutica iniciado na década de 1960.

Como a geometria dos modelos projetados nestes dois ramos industriais era bastante complexa, foram gastos milhões de dólares para desenvolver computadores e programas que facilitassem o desenvolvimento dos projetos e a produção nas linhas de montagem de forma precisa e automatizada. Estes investimentos revolucionaram o desempenho dos computadores que se tornaram cada vês menores e muito mais eficientes. Neste período alguns dos grandes escritórios de arquitetura do primeiro mundo começaram a se utilizar das novas ferramentas de computação gráfica que surgiram, mas ainda não eram acessíveis para a maioria dos arquitetos. O uso de computadores e de programas CAD-CAN pela indústria mecânica na década de 1980 e pela indústria automobilística americana estabeleceu uma nova forma de projetar substituindo as pranchetas e os esquadros pela precisão e versatilidade dos computadores (BARKI, 2000).

O avanço dos PCs e periféricos gráficos - impressoras e scanners compactos, com excelente resolução e baixo custo - também promoveram uma revolução na indústria gráfica. Com esta nova tecnologia o ramo, até então dominada por grandes empresas, passou a ser mais democrático ao viabilizar a participação dos pequenos escritórios de design gráfico neste mercado. Assim expôs BARKI (2000, p. 1):

“A combinação *hardware* e *software* foram adotados por jovens *designers* que de alguma maneira – talvez como *bricoleurs* – deram um novo nexa a uma série de invenções e descobertas que nasciam ainda sem um destino claramente definido. Hoje, não se pode imaginar a indústria gráfica sem o uso de computadores. Pode-se dizer, também, que foi o avanço qualitativo desses equipamentos e aplicativos que deu origem ao fenômeno da multimídia.”

Aos poucos os escritórios de arquitetura forma aderindo às novidades da computação gráfica. Programas de Tecnologia CAD, desenvolvidos para projetos

arquitetônicos, foram atraindo o interesse de arquitetos e engenheiros por proporcionarem agilidade ao trabalho. A empresa Autodesk, criadora do aplicativo AutoCAD, líder de mercado, investiu continuamente no desenvolvimento desses programas e conquistou a maior fatia do mercado. No Brasil ela é líder absoluta. Neste primeiro momento a computação gráfica apenas substituiu a prancheta, mas o processo de criação permaneceu inalterado. (BARKI, 2000)

Os projetos desenvolvidos no AutoCAD continuavam em 2D como eram feitos nas pranchetas (Fig. 8), embora o AutoCAD dispusesse de recursos em 3D. É que os processos de criação de formas tridimensionais desse aplicativo eram, e continuam sendo, complexos e demorados, desestimulando a sua utilização pela grande maioria dos usuários do AutoCAD. Todos preferem executar as maquetes 3D em outros aplicativos específicos para este fim, como o Sketchup do Google por ser muito intuitivo, de fácil manuseio.

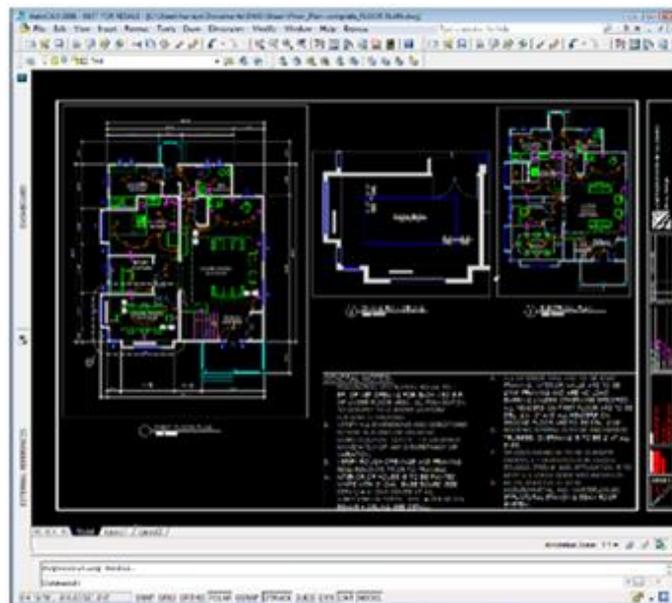


Figura 8: Ilustração da Interface do AutoCAD
 Fonte: <<http://arquitetablog.blogspot.com.br/2011/05/autocad-ou-revt.html>> Acesso em 25 abr. 2014.

A maquete eletrônica ou virtual, que representa o projeto em três dimensões, começou a ser produzida para apresentar o projeto aos clientes ou para ilustrar as companhias de venda no mercado imobiliário. A princípio elas eram tão trabalhosas quanto às maquetes físicas.

Com o aprimoramento dos programas 3D o processo de geração de projetos ganhou em rapidez e qualidade e as maquetes virtuais começaram a ser utilizadas

ainda na fase de estudo preliminar dos projetos, passando a aprimorar o processo cognitivo do projetista devido à facilidade de manipulação formal que permite. Tornou-se possível a experimentação de várias propostas formais sem perder as informações iniciais. Em consonância discorrem FERNANDES, PEREIRA E ISHIDA (2009, p. 38):

“A evolução, a simplificação, o barateamento e a especialização da tecnologia computacional gráfica em relação às necessidades do processo de projeto e às novas experimentações em projetos de arquitetura têm permitido aumentar a gama de meios que podem ser utilizados na expressão de uma ideia. Esse conjunto de fatores tem contribuído com novas possibilidades de criação, visualização e edição de modelos tridimensionais, e aumentado conseqüentemente a capacidade de compreensão e análise do projeto arquitetônico.”

Na década de 1990 a computação gráfica se massificou passando a ser utilizada pela grande maioria dos escritórios de arquitetura do planeta.

Com a utilização massiva dos diversos aplicativos de representação gráfica, surgiram entraves na compatibilidade entre esses aplicativos e no momento da necessária transmissão dos dados dos projetos arquitetônico aos engenheiros para a elaboração dos projetos complementares acontecem perdas de dados importantes para o projeto. Impossibilitados de utilizar o projeto arquitetônico em meio digital, os engenheiros se veem forçados a redesenhar o projeto com o seu programa para desenvolver nele o projeto complementar. Esta tarefa demanda um tempo valioso e acarreta atrasos, erros de reprodução do projeto, desvios de interpretação e falhas de execução. Tudo se converte em prejuízos. A Arquitetura, Engenharia e a Construção Civil (AEC) se encontravam em uma crise de gestão e precisavam redefinir todo o processo produtivo, do projeto à manutenção do prédio pronto.

O primeiro passo foi deixar de enxergar as várias etapas desse processo separadamente. Buscou-se estreitar a interação de todos os envolvidos em grupos de trabalho colaborativos. E a ferramenta de trabalho surgiu com uma nova tecnologia de Computação Gráfica denominada de BIM (Building Information Modeling). Diferente da tecnologia vetorial do CAD, o BIM é paramétrico e o projeto é concebido em um modelo 3D e as projeções ortogonais são geradas automaticamente pelo programa, o que reduz drasticamente o tempo de elaboração do projeto e minimiza a ocorrência de erros de desenho. Na ocorrência de uma mudança no projeto, ao se alterar o modelo virtual, todas as plantas são atualizadas.

JUSTI (2008, p. 141) relata motivos que levaram a um importantíssimo passo tecnológico da Computação Gráfica que foi o desenvolvimento da tecnologia BIM:

“O porquê dessa tecnologia? Temos exemplos numéricos das necessidades que forçaram a criação dessa 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 aprox. £1 bilhão de Libras (aproximadamente 1.66 bilhões de Dólares) (IT Construction Best Practice service, <<http://www.itcbp.org.uk>>);
- 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. (<http://www.m4i.org.uk>).”

Esta nova forma de projetar representa uma quebra de paradigma ao libertar o arquiteto da preocupação com a representação gráfica que lhe tomava um tempo precioso. Agora ele pode aproveitar o tempo economizado na representação gráfica com a concepção dos projetos, analisando várias possibilidades de arranjos que lhe permitam chegar a uma proposta mais racional e adequada para a finalidade a que o projeto se destina. Sobre o tema afirma JACOBS (1991) citado por FERNANDES, PEREIRA E ISHIDA (2009, p. 39):

“O uso de modelos digitais pode ser válido em qualquer estágio de desenvolvimento do projeto, por apresentar ambas as características de precisão matemática e visualização da forma geométrica.

No estudo volumétrico, sua flexibilidade formal permite a geração de uma vasta gama de possibilidades compositivas. Versões alternativas de idéias anteriores estão disponíveis para revisão e adaptação, resultando em um processo de grande fluidez.

Desse modo, ao se trabalhar a partir do modelo tridimensional para depois gerar os desenhos de rebatimento, o processo de projeto pode se tornar mais dinâmico e flexível com a geração automática de plantas, cortes e fachadas.”

Um aspecto de suma importância na utilização da Computação Gráfica em arquitetura é a possibilidade de desenvolver formas de geometrias complexas que

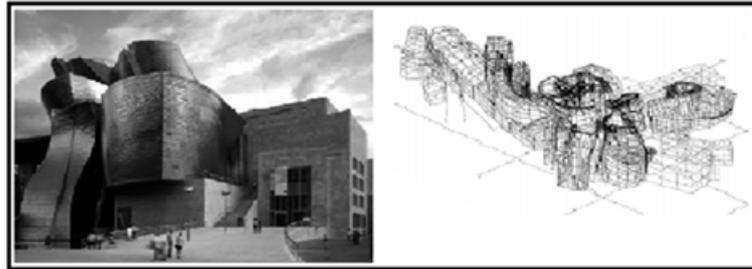


Figura 9: Foto e modelo digital do Museu Guggenheim de Bilbao

Fonte: FERNANDES, Bruno Ribeiro, PEREIRA, Alice Theresinha Cybis e ISHIDA, Américo: **Os Três Momentos do uso da Tecnologia Computacional Gráfica em Arquitetura**, Florianópolis-SC, 2008.

seria praticamente impossível de serem desenvolvidas com a representação gráfica tradicional.

As novas possibilidades de utilização das formas livres na arquitetura são reforçadas com o desenvolvimento dos sistemas CAD-CAM que automatiza e dá precisão ao processo industrial dos produtos industrializados e fornecidos, sob encomenda, para a construção civil. Dessa forma é possível criar edifícios com formas irregulares, curvas ou esféricas e encomendar painéis de vedação em pele de vidro à indústria que receberá o projeto e terá condições de produzir peças de formatos irregulares, mas que poderão ser encaixadas com perfeição. Coisa que seria muito difícil ou inexecutável com os desenhos bidimensionais das projeções ortogonais. (Fig. 9)

2.2 A Eficiência na Atividade de Arquitetura, Engenharia e Construção Civil (AEC).

As profissões de arquitetura e engenharia civil são complementares e fundamentais para a construção civil. Para se construir uma edificação, de médio e grande porte, é necessário ter um projeto arquitetônico executivo, projetos complementares de engenharia e afins, os quais envolvem a estrutura, as instalações elétricas, lógicas, telecomunicações, de segurança eletrônica, hidro sanitárias, combate a incêndio, águas pluviais, climatização, paisagismo, ambientação, comunicação visual e impacto ambiental. Em muitos casos, cada um dos projetos elencados é desenvolvido por um profissional diferente e de escritórios distintos. Percebe-se aí o alto grau de complexidade desta atividade pela quantidade

de profissionais envolvidos apenas na atividade de projetos, início do processo de produção do espaço construído.

Mas a dificuldade é maior do que se imagina, porque todos estes projetos precisam estar em perfeita harmonia, sem que um interfira no outro. Fios, cabos, canos de água, canos sanitários, canos de combate a incêndio, dutos de ar condicionado, etc. circulam pelas paredes, shafts e sobre os forros de toda a edificação, não podendo ocorrer conflitos entre eles para não comprometer o seu funcionamento.

Quando se inicia a parte prática, da construção, a complexidade aumenta. São grandes os esforços logísticos para equilibrar o fluxo de materiais e equipamentos necessários para as diversas etapas da obra que seguem uma sequência definida pelo engenheiro encarregado, de forma que ocorra uma sequência contínua, sem intervalos entre o fim de um serviço e o início do subsequente. Não pode haver atrasos, por menores que sejam, pois eles acabam se acumulando e causando prejuízos.

A gestão de pessoas também é muito exigida para a seleção dos profissionais de diversas especializações, engenheiros, mestres, pedreiros, serventes, armadores, carpinteiros, eletricitas, encanadores, e vários outros. É importante dimensionar corretamente a quantidade desses profissionais para evitar atrasos pela insuficiência de mão de obra, ou para não elevar os gastos com a folha de pagamento por conta do excesso de trabalhadores.

Depois da obra acabada o processo de gestão não se encerra. A edificação assemelha-se a um organismo vivo, com uma série de sistemas em funcionamento, com fluxos e refluxos de líquidos, gases, energia, dados, materiais e pessoas. Com o tempo e o uso ocorrem desgastes e falhas acontecem. Para evitar colapsos, é importante planejar serviços de manutenção e de reparos.

Como normalmente acontece em nossa sociedade que vive em constante transformação, as atividades estão sempre em expansão. Logo, há que se planejem as eventuais ampliações da edificação para suportar o aumento da demanda por espaço. Nessa hipótese de ampliação deve-se pensar na forma de realiza-la com um mínimo de interferência no funcionamento das atividades normais.

Esta síntese da Eficiência em AEC expõe a sua grande importância e a necessidade de se estar sempre estudando o aperfeiçoamento dos processos, com o melhor aproveitamento dos recursos materiais, sociais e ambientais na criação e manutenção dos espaços construídos que abrigarão atividade da sociedade contemporânea.

2.2.1 A Baixa Eficiência em AEC

A abordagem predominante do processo de produção em AEC ainda é fracionária, separando as atividades de projeto dos arquitetos das atividades de projeto dos engenheiros que elaboram os projetos complementares e a dos engenheiros e demais profissionais que executam a obra de construção.

Este processo hierarquizado acaba por dificultar a troca de informações entre os profissionais envolvidos nas várias etapas do processo. Isto propicia a ocorrência de erros de projeto, o conflito entre os projetos complementares, os imprevistos de última hora, geralmente são inadequados. Quando as falhas são detectadas ainda na fase de projeto o processo se interrompe para que se proceda à correção ou adaptação do projeto. Estes retrabalhos acarretam atrasos e prejuízos.

O êxito de qualquer projeto depende de um planejamento prévio que indiquem diretrizes de necessidades, pré-dimensionamentos e disponibilidade orçamentária. Além de uma comunicação rápida, clara, correta e precisa. Nos projetos de arquitetura e engenharia, esta comunicação é complexa por ser de natureza técnica e envolver uma gama enorme de informações de diversas especialidades. Os profissionais envolvidos precisam estar afinados no mesmo propósito e em constante comunicação para a troca de informações sobre o projeto em uma relação de trabalho colaborativa. Essa forma integrada e colaborativa de trabalho é algo relativamente novo para a AEC, estudos de casos revelam ser uma forma de trabalho muito eficiente e promissora. Mas, o método tradicional ainda predomina e perpetua a ineficiência dentro da atividade de AEC.

O processo hierarquizado iniciado com o projeto de arquitetura para em seguida serem desenvolvidos os projetos complementares de engenharia e depois passar para a fase de construção gera um grande número de ingerências. O considerável volume de informações pulverizadas em uma infinidade de documentos

entre peças gráficas e peças escritas do projeto arquitetônico, não raro, confundem o entendimento dessas informações e acarretam erros e desperdícios.

Há situações, nas quais, as especificidades técnica de engenharia exigem alterações do projeto arquitetônico. Nesse momento o processo retrocede para que as alterações sejam efetuadas gerando um retrabalho que demanda tempo e implica em atraso no cronograma do empreendimento.

Outro ponto que merece muita atenção é a falta de planejamento do processo construtivo. Os projetos arquitetônicos e os complementares de engenharia planejam a edificação com todo o seu acabamento final. Contudo, não planejam como se dará o processo de construção, o passo-a-passo da obra. Salvo louváveis exceções, não há uma preocupação com a logística do canteiro de obras e as maneiras de se executar certos serviços. Muitas vezes é o mestre de obras ou mesmo o peão que dentro de suas experiências profissionais empíricas vão definindo ou descobrindo, no improviso, como solucionar as dificuldades que se apresentam no canteiro de obras. Esses profissionais, em sua grande maioria, não estão capacitados para ler os projetos que executam e acabam por não segui-los corretamente. Nesse ponto a Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) têm o seu pior desempenho e justificam afirmar que a indústria da construção civil é a mais artesanal das atividades industriais com um grau elevado de ineficiência. Nesse sentido comenta BAÚ (2003, P. 32):

“A realidade competitiva em vigor está a exigir novas formas de organização que privilegiem a comunicação e a intensa interação entre as diversas funções dentro de uma empresa de serviços e com outras similares (ambiente externo), no sentido de acabar com o isolamento a que algumas profissões, notadamente as da área de construção civil, estiveram sujeitas, com prejuízos evidentes em termos de desempenho, qualidade, prazos e outros.”

2.2.2 A Realidade da Gerência de Arquitetura do TJPB.

A experiência profissional de oito anos como integrante da equipe de arquitetos da Gerência de Arquitetura (GEARQ) do TJPB credencia o autor a descrever com propriedade o funcionamento da GEARQ destacando os principais

pontos positivos e os negativos no que tange o processo de trabalho ali desenvolvido e suas ferramentas.

O trabalho como arquiteto do TJPB consiste em desenvolver projetos de construção, reforma, ampliação e/ou mudança de layout das edificações do TJPB, conforme a necessidade e a solicitação dos responsáveis pela administração dos fóruns ou dos setores administrativos, dos titulares das varas, dos diretores ou mesmo da Presidência do Tribunal.

A equipe da GEARQ é formada por profissionais competentes e comprometida com o seu trabalho. O espaço de trabalho é confortável e o relacionamento entre os integrantes é harmônico, propício à colaboração recíproca. Todos se empenham em desenvolver práticas e processos de trabalho mais rápidas e que proporcionem uma melhoria de sua qualidade. As boas práticas são incorporadas à rotina de todos.

Embora exista o empenho da equipe da GEARQ e o TJPB tenha iniciado o seu Plano Estratégico em 2009, a sua implantação ainda não causou grandes transformações no sistema de trabalho da GEARQ e de outras gerências da sua Administração. Os velhos processos burocráticos com excesso de formalismos e o planejamento convencional das suas ações já não atendem às novas demandas e tendem a gerar resultados cada vez mais ineficientes. Há muito desperdício de tempo e de recursos por conta dessa ineficiência.

No caso da atividade desenvolvida na GEARQ o “gargalo” é a defasagem tecnológica. A principal ferramenta de trabalho é o aplicativo de representação gráfica 2D Autodesk AutoCAD em sua versão bastante defasada de 2007. Como visto anteriormente em FERNANDES, PEREIRA E ISHIDA (2008), este é um aplicativos que demanda muito tempo para a tarefa de desenho por dispor de pouca automação. Todos os desenhos são produzidos um por um em um processo trabalhoso e pouco confiável por ser muito fácil de deixar incoerências entre os vários desenhos que compõem o projeto. Isto ocorre com alguma frequência e a probabilidade aumenta na proporção que aumenta a complexidade do projeto.

Na GEARQ ocorrem frequentes retrabalhos por conta do pouco intercâmbio de informações entre as Gerências de Arquitetura e Engenharia, bem como entre os escritórios de engenharia contratados para desenvolver os projetos complementares

e os construtores contratados para executar os projetos. Esta dificuldade na troca de informações é consequência do formalismo burocrático de trâmite dos processos que estabelece uma sequencia hierarquizada dificultando o trabalho colaborativo entre todos os partícipes da atividade de AEC. Além disso, quando são feitas as solicitações de projetos à Gerência de Arquitetura nunca se estabelece um parâmetro de recursos orçamentários disponíveis para a obra. Só depois que o projeto é finalizado é encaminhado para a Gerência de Engenharia para o levantamento dos custos da obra. Em alguns casos, com o fechamento da planilha de quantitativos e custos se constata a sua inviabilidade por falta de recursos. Diante desta situação, o projeto retorna para ser modificado ou, muitas vezes, totalmente refeito, para se adequar à disponibilidade orçamentária. Quando não, acabam definitivamente descartados, desperdiçando todo o tempo de dedicação dos profissionais envolvidos com a sua elaboração e deixando de atender as demandas por espaço.

Estas situações ocasionam desperdícios de tempo e de recursos, e ainda provocam o desestímulo nos profissionais envolvidos, por não terem o seu trabalho bem aproveitado.

2.2.3 A Informação como Fator Determinante para a Eficiência em AEC.

Depois de tudo que já se expôs sobre a complexidade dos processos de planejamento e execução da atividade de AEC e das dificuldades que se opõem aos seus objetivos, percebe-se que a informação é o seu “Calcanhar de Aquiles”. Não é a toa que os maiores investimentos neste setor são direcionados para a tecnologia da informação. ALBERTIN (2001, p. 1) afirma:

“As organizações têm buscado um uso cada vez mais intenso e amplo de Tecnologia de Informação, considerando-a uma poderosa ferramenta empresarial que representa investimento significativo e deve ter uma implementação bem-sucedida. Nesse ambiente, dois dos principais esforços organizacionais são a identificação do valor estratégico dessa tecnologia e uma gerência efetiva de seus projetos a fim de aumentar suas chances de sucesso.”

Hoje, os aplicativos de representação gráfica que não são capazes de se compatibilizar estão perdendo espaço e tendem a desaparecer do mercado, pela

incapacidade de transmitir informações para outro software que integre a cadeia de produção da indústria de AEC. Isto está acontecendo porque é pacífico o entendimento de que a qualidade e a eficiência de qualquer projeto dependem da interatividade dos participantes de toda a cadeia produtiva. Isto só se torna possível com o trabalho colaborativo onde as ferramentas utilizadas sejam aplicativos capazes de trocar informações entre si de forma célere, em tempo real, através da rede. Em artigo da revista portuguesa MICROGRAF (2009) lê-se:

“[...], a construção é uma actividade inserida numa indústria multidisciplinar, com um vasto número de intervenientes especializados que quase sempre estão dispersos geograficamente, e que dependem fortemente de processos eficazes de comunicação e de partilha de informação.”

Os aplicativos mais avançados são um misto de ferramentas de composição gráfica, processadores de informações e potentes ferramentas de comunicação de dados.

O projeto arquitetônico e os seus projetos complementares são instrumentos de informação, assemelham-se a manuais de instrução, idealizados por vários profissionais que precisam trocar informações entre si, para que todas as instalações e sistemas prediais se encaixem reciprocamente, evitando interferências e falhas no funcionamento do edifício construído.

2.2.4 A tecnologia BIM como instrumento de Gestão e Eficiência em AEC

O avanço tecnológico presente na tecnologia BIM é inegável. Mas isto não significa que todos os problemas estarão resolvidos com a sua simples utilização. Por mais avançada que seja esta tecnologia, ela não passa de um instrumento, de uma ferramenta. Para que ela funcione eficientemente é preciso que mãos habilidosas e criativas extraiam dela todo o seu potencial. (FLORIO, 2007)

É preciso perceber que o mais importante, neste momento, é desenvolver o trabalho colaborativo, porque ele é que fará a diferença na qualidade e na eficiência da atividade de AEC. E, com esta percepção, utilizar a tecnologia BIM como ferramenta de gestão do processo e interação da equipe em prol de um objetivo comum, a melhoria da qualidade e da eficiência dos serviços e produtos de Arquitetura, Engenharia e Construção. (FLORIO, 2007, p.4)

No mercado existem vários aplicativos que adotaram a tecnologia BIM, se baseiam em dados paramétricos, como o Allplan, o Bentley Architecture, o Vectorworks, o Archicad e o Revit. Os dois últimos se destacam pela qualidade e pelo domínio do mercado. O Archicad lidera o mercado europeu, enquanto o Revit lidera o mercado americano. O Revit foi desenvolvido pela Upstart Revit Technology Corporate que foi comprada pela Autodesk, almejando se inserir no segmento dos softwares paramétricos ao perceber que esta nova tecnologia dominaria o Universo da Computação Gráfica. O lançamento do Autodesk Revit aconteceu em abril de 2000. (JUSTI, 2008, p.142)

Rapidamente, o Revit se destacou como uma plataforma BIM competitiva e segue com uma consistente evolução que lhe coloca em posição de destaque em relação às demais, tendo em vista a grande capacidade de investimento para o seu aperfeiçoamento da Autodesk. (JUSTI, 2008, p.142)

No Brasil esta liderança é evidente. A Autodesk, que já liderava o mercado brasileiro com o AutoCAD, tem adotado uma estratégia bastante agressiva de divulgação e incentivo a utilização do Revit. Esse esforço tem proporcionado resultados promissores (JUSTI, 2008, p.143). O Revit vem sendo adotado nos grandes escritórios de arquitetura, em importantes incorporadoras do setor imobiliário, na maioria das universidades e nos centros de capacitação técnica do terceiro setor para o ensino da representação gráfica de projetos. Os órgãos públicos do país acompanham esta tendência e estão adquirindo o Revit através de pregões eletrônicos para o desenvolvimento dos seus projetos. Em uma rápida pesquisa na Internet, buscando por “pregão eletrônico Revit”, é possível encontrar uma grande quantidade de órgãos do Poder Judiciário, do Poder Executivo, Universidades, etc. que adquiriram ou estão em processo de aquisição do Autodesk Revit para adotá-lo como ferramenta de trabalho. Realizando a mesma pesquisa com os principais concorrentes Vectorworks e Archicad se obtém um resultado significativamente inferior, o que confirma a predominância do Revit como principal plataforma de Tecnologia BIM no país. Esta hegemonia é importante para que exista uma maior troca de informações entre os profissionais. O que seria mais complicado se cada um utilizasse um aplicativo diferente e incompatíveis entre eles.

2.3 Plataforma Autodesk Revit

Segundo JUSTI (2008), Autodesk Revit é uma plataforma. Isto significa que ele pode ser operado individualmente ou com outros aplicativos, específicos para determinados processos, que podem ser acoplados para desempenharem funções complementares específicas. O Revit está subdividido em três aplicativos diferenciados por disciplinas interdependentes: o Revit Architecture é próprio para o desenvolvimento de projetos arquitetônicos; o Revit Structure desenvolve projetos estruturais de engenharia e o Revit MEP é utilizado para projetos de instalações prediais, como projetos elétricos, hidros sanitários, gás, combate a incêndio, etc.. É possível, ainda, customizar as suas ferramentas para adaptá-lo às especificidades regionais ou da tipologia construtiva usual. JUSTI (2008, p. 140) define:

“ O Revit é uma plataforma da Autodesk que usa a tecnologia BIM (*Building Information Modeling*). É um software de design de projeto de arquitetura e engenharia e um sistema completo de documentação do projeto que suporta todas as fases do processo.

[...] suportam a disponibilidade imediata e contínua de informações confiáveis, de alta qualidade e totalmente coordenadas sobre o escopo, quantificação e custo do projeto.”

2.3.1 Características do aplicativo REVIT Architecture

Para se desenha uma parede no Revit, se define antes, em um quadro de parâmetros, qual a sua altura, espessura, qual o material que a compõe e o tipo de acabamento nas duas faces. Esta parede, com suas respectivas características, pode ser salva em uma biblioteca de paredes, ou “família de paredes”, para ser reutilizada sempre que necessário. Quando já estão definidos os parâmetros da parede, basta marcar no projeto aonde ela será utilizada e a parede é criada em suas três dimensões. O mesmo processo é repetido para cada um dos elementos construtivos: lajes, esquadrias, bancadas, etc.

Quando se projeta no Revit basta escolher o elemento construtivo que desejar, como uma parede, em um repertório com tipos diferentes de materiais de composição e acabamento. Basta traçar uma simples linha guia onde a parede deve ficar e ela estará criada em suas três dimensões e com todas as informações de suas características armazenadas.

O Revit cria automaticamente todos os desenhos técnicos (projeções ortogonais) necessários, como plantas baixas, cortes, fachadas, etc.. Qualquer alteração do modelo tridimensional criado é automaticamente atualizada em todos estes desenhos. Também é gerada uma planilha de quantitativos dos materiais a

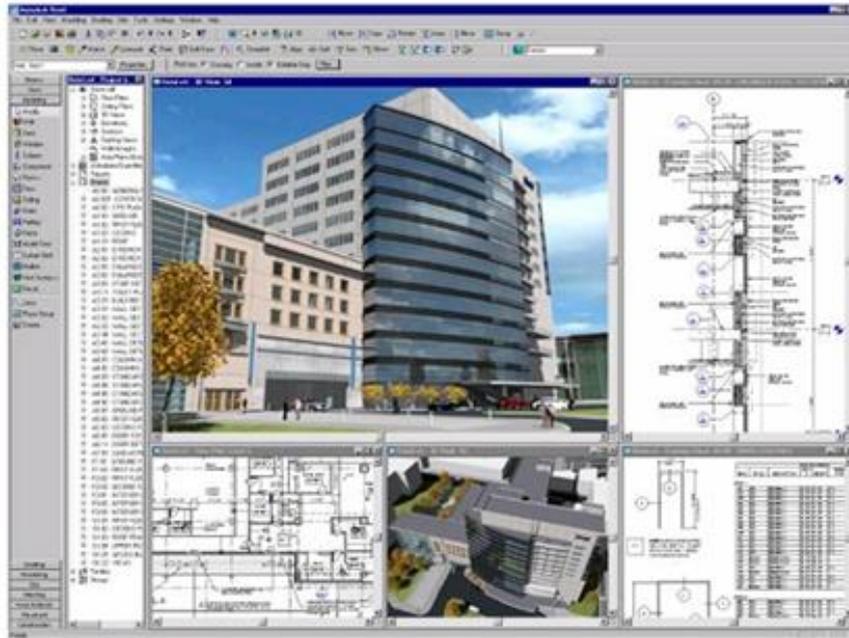


Figura 10: Interface do Revit Architecture

Fonte: <<http://arquitetablog.blogspot.com.br/2011/05/autocad-ou-revit.html>>

serem utilizados para a efetiva execução da edificação projetada.

Como o projeto é um modelo tridimensional, maquetes eletrônicas de qualquer ângulo de visão e animações podem ser geradas com a criação de imagens realistas em alta definição. (Fig. 10)

A maleabilidade na manipulação das formas criadas no Revit facilita a elaboração de vários estudos volumétricos rapidamente, proporcionando ao projeto um resultado final de maior qualidade. JUST (2008)

2.3.2 Aspectos operacionais do aplicativo REVIT Architecture.

O Autodesk Revit Architecture apresenta uma interface não muito amigável. Diferente do seu antecessor o AutoCAD que, mesmo alguém sem muita conhecimento do aplicativo consegue desenhar com as ferramentas dispostas em ícones de fácil assimilação. No Revit não se consegue fazer praticamente nada sem

que se tenha uma orientação prévia. No entanto, com treinamento as operações se tornam mais rápidas, devido ao elevado grau de automação que o software disponibiliza. Segundo JUSTI (2008, p. 143):

“O “coração” da plataforma Revit é a engrenagem de parametrização, onde qualquer mudança no modelo acarreta mudanças em todos os documentos do projeto, sejam eles cortes, vistas, fachadas, quantitativo, etc. realizando o efeito cascata em suas alterações.”

A Autodesk permite a abertura do Revit para programação externa em várias linguagens de programação, como VB, C+, etc., para a criação de aplicativos especiais que automatizam certas funções com mais rapidez e qualidade (programas Plug-ins) ou para atender às especificidades regionais.

2.3.3 Aspectos didáticos do aplicativo REVIT

As universidades brasileiras vêm adotando o aplicativo Autodesk Revit Architecture como ferramenta de representação gráfica e modelagem 3D. Esta nova experiência tem revelado mudanças no processo criativo dos alunos. A utilização da modelagem tridimensional é muito estimulante para o estudo de composição formal devido a sua flexibilidade e velocidade de obtenção das variações de composição, até mesmo com formas complexas, como superfícies curvas ou planos não ortogonais. As formas complexas são difíceis de conceber e representar em aplicativos de desenho bidimensionais, o que desestimula a criação de formas mais livres. Para SAUGO (2012, p. 7) “Compreender e construir o elemento arquitetônico a partir de suas características físicas, facilitado pela visualização tridimensional, possui muito mais razão e sentido”.

Uma curiosidade quanto ao processo de aprendizagem revelado em pesquisa de SAUGO (2012) é que os alunos com experiência em projetar nos aplicativos 2D, como o AutoCAD, sentiram mais dificuldades em aprender a utilizar o Revit Architecture, quando comparados aos alunos sem esta vivência. Segundo SAUGO (2012, pp. 7-8) isto se deve à diferença existente entre esses aplicativos. Enquanto o AutoCAD é mais fácil de utilizar por dispor as suas ferramentas mais visíveis na interface, o Revit tem muitas ferramentas ocultas.

No AutoCAD o raciocínio se desenvolve sobre projeções ortogonais, corresponde a uma visão fracionada do projeto. Já no Revit é preciso se recondicinar a raciocinar sobre as três dimensões do elemento projetado.

Na verdade, sempre irá existir uma reação natural para mudanças de hábitos e processos que já estão sedimentados. Como disse JUSTI (2008, p. 142) “durante muito tempo, passamos a pensar AutoCAD, dormir AutoCAD, conversar AutoCAD, enfim, respirar AutoCAD”. Agora todo este conhecimento adquirido deve ser posto de lado para começar do zero um novo aprendizado de um novo aplicativo e um novo processo de concepção de projetos em um ambiente totalmente diverso do que se estava habituado.

É preciso ficar atento a este aspecto de aprendizagem quando se pretender realizar a adoção do Autodesk Revit Architecture. O processo de transição certamente deverá ser delicado e arriscado por conta desta tendência de reação contrária das pessoas envolvidas. O recomendado é uma substituição progressiva, iniciando com um curso de treinamento de qualidade e uma assessoria posterior para acompanhar e estimular o desenrolar da mudança a partir de um projeto piloto. JUSTI (2008, p.150) adverte:

“Não podemos deixar o medo atrapalhar a mudança, como ocorreu em algumas empresas, que não serão citadas para preservar seus nomes, que compraram o software, treinaram seus profissionais mas não buscaram consultoria para ajudá-los com a implantação e hoje voltaram ao AutoCAD.”

A mudança requer a adesão de toda a equipe que trabalha com projetos arquitetônicos e os seus projetos complementares de engenharia. Exige planejamento, acompanhamento e assessoria para superar as dificuldades iniciais, como a queda de produtividade e gasto extra de energia e motivação. Mas a recuperação deve ser rápida e o aumento de produtividade e de qualidade não demorará a ser percebida. (Fig. 13)

3 METODOLOGIA

Do ponto de vista da natureza da pesquisa KAUARK, MANHÃES e MEDIEROS (2010, p.26) afirmam que uma pesquisa é Básica quando “*objetiva gerar conhecimentos novos úteis para o avanço da ciência sem aplicação prática prevista. Envolve verdades e interesses universais*”. Portanto, este Trabalho se encaixa nesta definição, uma vêz que foca a produção do conhecimento útil para uma “eventual” tomada de decisão gerencial que proporcione avanço fundamentado e consistente na atividade de projetar da Gerência de Arquitetura do Tribunal de Justiça da Paraíba.

No que tange a forma de abordagem do problema, a Pesquisa foi realizada mediante análise subjetiva do autor sobre o material pesquisado, ponderando racionalmente sobre o conteúdo, tecendo ilações e dando-lhes significado. KAUARK, MANHÃES e MEDIEROS (2010, p.26) classificam esta abordagem como Qualitativa, como se observa em suas palavras:

“Forma de abordagem do problema - Pesquisa Qualitativa: considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. [...]”

Sob a ótica dos objetivos, esta é uma pesquisa Exploratória. Mediante consulta bibliográfica e documental o autor enriquece os seus conhecimentos sobre os vários aspectos da representação gráfica de projetos arquitetônicos e constrói um juízo de valor que lhe permite opinar sobre as formas de solucionar problemas a eles relacionados com maior segurança e profundidade de conhecimentos. Conforme atesta Gil (1991, p.28):

“Pesquisa Exploratória: objetiva a maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito, ou à construção de hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico; entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado; análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.”

Os procedimentos técnicos adotados consistem, apenas, em pesquisa bibliográfica e documental sobre o mesmo tema e assuntos correlatos que

pudessem elucidar as dúvidas e questionamentos preexistentes à pesquisa ou que foram surgindo no decorrer dela. Em alguns momentos o Autor faz uso dos conhecimentos adquiridos em suas experiências profissionais como integrante da equipe de arquitetos do TJPB e dezessete anos de exercício da arquitetura junto à Administração Pública.

A Evolução da Representação Gráfica de Projetos é um tema instigante porque a sua história se confunde com a história da humanidade, de sua cultura, das artes, da ciência e, é óbvio, da arquitetura. Não se pode falar de história sem referenciar a arquitetura e não se imagina arquitetura sem a sua representação gráfica. Em cada estágio do desenvolvimento humano, marcado por sua arquitetura, se registra um correspondente nível da representação gráfica das edificações que foi evoluindo à medida que as atividades humanas e as exigências da sociedade moderna foram se tornando mais complexas. Em contrapartida, a evolução da Representação Gráfica de Projetos proporcionou o avanço do desenvolvimento da sociedade industrial.

A representação gráfica de projetos é uma forma de linguagem que tem o objetivo de organizar e tornar claras as ideias de criação dos espaços construídos. É, portanto, uma importante ferramenta de planejamento por antever as possibilidades de criação da edificação através de simulações gráficas para a sua avaliação e escolha da melhor alternativa, evitando erros e desperdícios na construção. Sem ela as ideias se perderiam em sua complexidade ou nas divagações mentais e seria muito difícil produzir edificações de qualidade e com um maior nível de complexidade.

A sociedade atual vivencia uma nova revolução, muito mais dinâmica e acelerada que a revolução industrial, marcada por grandes transformações provocadas pela tecnologia digital que integrou o mundo em uma grande “aldeia global”. Este novo mundo é cada vês mais competitivo. Surgem a cada momento novas necessidades e demandas por novos serviços. A complexidade das relações sociais e dos espaços que as abrigam se agigantam. Elevam-se os padrões de exigências da população e o Estado precisa dar respostas eficientes e de qualidade à população. Neste contexto busca-se substituir a ineficiente burocracia por uma nova gestão pública. O foco precisa sair dos processos e mirar os resultados que se

traduzem na eficiência preconizada como um dos deveres do Estado na Constituição Federal com o advento da Emenda Constitucional nº 19.

O TJPB deve concretizar essa mudança de paradigma administrativo e este Trabalho contribuirá com isto indicando a adoção da Plataforma Autodesk Revit para incrementar o processo de criação dos projetos de arquitetura e engenharia com o incentivo ao trabalho colaborativo facilitado por esta Plataforma, conforme assevera a Gerência de Arquitetura em ações para a melhoria da qualidade e da eficiência dos projetos arquitetônicos. Como a GEARQ ainda utiliza o aplicativo 2D AutoCAD, propõe-se a adoção do aplicativo Autodesk Revit Architecture que como atesta JUSTI (2008) é uma eficiente ferramenta de representação gráfica de projetos, auxilia no desenvolvimento dos estudos volumétricos e funcionais das edificações, coordena todas as informações e documentos dos projetos concentrados em um único modelo, proporciona a integração das equipes de projetos complementares viabilizando o trabalho colaborativo, reduz o tempo de elaboração dos projetos, reduz as imprecisões e os erros de projeto.

Em fim, considerando as afirmações de JUSTI(2008) a plataforma Revit é muito mais que um simples aplicativo de desenho, é uma poderosa ferramenta de tecnologia da informação e da comunicação que supera as expectativas dos mais otimistas e surpreende os céticos por superar com larga vantagem os aplicativos CAD 2D ainda utilizados. Muitos dos escritórios de arquitetura, Órgãos Públicos e Universidades do País o estão adotando e este é mais um forte argumento em seu favor. Quanto mais profissionais fazem uso do Revit, maior a possibilidade de compatibilidade entre os projetos e de troca de experiências e oportunidades de evolução.

Mas é preciso ter cautela quando da sua adoção. Só uma equipe motivada e bem treinada pode potencializar os seus recursos. Como adverte JUSTI (2008, p.148) o processo de transição do AutoCAD para o Revit exige planejamento para a sua aquisição; o treinamento da equipe; a definição de um razoável período de adaptação com assessoramento e um eficiente suporte técnico do fornecedor do aplicativo. Esta também é a impressão de SAUGO (2012) que ressalta a paradoxal dificuldade de aprendizado do Revit pelos usuários habituais do AutoCAD em relação aos “novatos” na representação gráfica. Para superar as dificuldades iniciais do aprendizado e transição de uso do AutoCAD para o Revit é importante que o

aprendizado seja mais aprofundado e que haja um período de transição adequado no qual se deve continuar com o assessoramento de instrutores em projetos piloto (JUSTI, 2008)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Pesquisa bibliográfica e documental realizada neste Trabalho trouxe a tona o conhecimento da evolução da Representação Gráfica de Projetos (RGP) revelando a sua importância para o desenvolvimento da sociedade moderna. Este conhecimento é muito importante para a conscientização dos profissionais envolvidos na atividade de AEC, mas, talvez seja ainda mais importante para os gestores administrativos, responsáveis por proporcionarem os meios de produção e de aperfeiçoamento das práticas e processos que levem a uma maior eficiência. As inovações da Tecnologia BIM representam a quebra de paradigmas e consequentes saltos qualitativos da RGP e da atividade em AEC que devem ser incorporadas para minimizar o tempo de criação dos projetos arquitetônicos e aumentar a sua qualidade, sob pena de se permanecer convivendo com as falhas e ineficiências observadas.

O conhecimento prévio da RGP é oportuno para que os gestores que venham a se interessar por este Estudo possam se familiarizar com o universo da representação gráfica e entendam um pouco da sua linguagem e reconheçam o valor que lhe cabe no contexto administrativo atual.

A eficiência na atividade de AEC é de suma importância para a nossa sociedade. O nível de complexidade que é demandado hoje e os elevados padrões de exigência da comunidade não toleram mais os desperdícios de tempo e de recursos, habituais nesta atividade, JUSTI (2008) mostra que as perdas são enormes e consomem parte dos recursos públicos que poderiam ser mais bem empregados se não houvesse desperdícios. Portanto, as ações que venham a proporcionar um melhor desempenho da atividade de AEC desenvolvidas na GEARQ são estratégicas, porque irão se traduzir em considerável economia de recursos. Para o TJPB, a eficiência deve ser perseguida não só por ser um dos princípios do seu Plano Estratégico, mas principalmente, por ser um dever constitucional estabelecido na Emenda Constitucional Nº 19 em seu art. 37.

O mundo assiste à maior revolução tecnológica da história. As transformações provocadas pela revolução digital são tão rápidas que se torna difícil acompanhá-las. Tudo está em constante transformação. Hoje, mais do que nunca, os gestores precisam estar atentos às transformações para não serem

surpreendidos por situações adversas que ponham em risco a estrutura e a credibilidade da Organização. Mas, também é preciso estar atento às oportunidades que possam contribuir para o sucesso da Administração. Este trabalho está a indicar uma dessas oportunidades que merecem ser aproveitadas. A Plataforma Autodesk Revit com a Tecnologia BIM, aqui apresentada é a ferramenta com o potencial de promover uma positiva transformação das atividades de desenvolvimento e execução de projetos de Arquitetura, Engenharia e Construção. Todas as fontes consultadas aprovam a sua utilização sobre vários aspectos. Tecem, apenas, algumas ressalvas quanto ao processo de aprendizagem e de transição da Tecnologia CAD para a Tecnologia BIM. O treinamento da equipe de projetistas deve ser bem realizado e a substituição dos aplicativos deve ser gradativa e com assessoramento para assegurar a adaptação ao novo aplicativo Revit.

5 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Diante da relativa complexidade para a adoção do Autodesk Revit, sugere-se a continuidade deste tema através de um novo trabalho, de natureza prática, para servir de Plano de Ação ou Projeto de Implantação com o objetivo de assegurar a adoção do Autodesk Revit de forma segura e eficiente pelo Tribunal de Justiça da Paraíba.

Outros problemas que refletem na qualidade final das edificações e devem ser tema de trabalhos futuros dizem respeito ao processo de execução da obra, o “passo a passo” de cada etapa de construção, a logística dos materiais e dos equipamentos necessários, como também a gestão das pessoas envolvidas nesse processo que não são habitualmente previstos nos projetos que apenas vislumbram a obra acabada e não se preocupam com o durante (CATTANI, 2003, p. 120).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT): **NBR 6492, Representação de Projetos de Arquitetura**, de 30 de maio de 1994.

ALBERTIN, Luiz Alberto: **Valor Estratégico dos Projetos de Tecnologia de Informação**, *Rev. adm. empres.* vol.41 no.3 São Paulo July/Sept. 2001. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-75902001000300005&script=sci_arttext> Acesso em 15 abr. 2014

ALVES, Gilfranco Medeiros: **O Desenho Analógico e o Desenho Digital: A representação do projeto arquitetônico influenciado pelo uso do computador e as possíveis mudanças no processo projetivo em arquitetura**, Campo Grande – MS, 2009. Disponível em: <http://cumincades.scix.net/data/works/att/sigradi2009_693.content.pdf>. Acesso em 21 mai. 2014

BARKEI, José: **Representação Digital e Projeto de Arquitetura**, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://cumincades.scix.net/data/works/att/291d.content.pdf> > Acesso em 25 abr. 2014.

BAÚ, Silvana: **Os Profissionais Arquiteto e Engenheiro Civil: Uma abordagem sobre suas práticas**, Porto Alegre, Lume – repositório digital, 2003. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2461>>. Acesso em

CATTANI, Airton: **Arquitetura e Representação Gráfica: Considerações históricas e Aspectos Práticos**. Porto Alegre-RS, 2003. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/propar/publicacoes/ARQtextos/PDFs_revista_9/9_Airton%20Cattani.pdf>. Acesso em 15 abr.2014

CHING, Francis D. K.: **Representação Gráfica em Arquitetura**. Tradução Luiz A. Meirelles Salgado. 3ª ed., Porto Alegre, Bookman, 2000.

CRUZ, Dennis Coelho e AMARAL, Luís Gustavo Henriques do: **Apostila de Geometria Descritiva**. Barreiras, Universidade Federal da Bahia – Instituto de Ciências Ambientais e Desenvolvimento Sustentável, Gráfica Universitária, 2012.

DEOLINDO, Vanderlei: **Planejamento estratégico em Comarca do Poder Judiciário**. Porto Alegre, Tribunal de Justiça do Estado do Rio Grande do Sul, Departamento de Artes Gráficas (Coleção Administração Judiciária; v. 12), 2011. Disponível em: <http://www.tjrs.jus.br/export/poder_judiciario/tribunal_de_justica/corregedoria_geral_da_justica/colecao_administracao_judiciaria/doc/CAJ12.pdf> Acesso em 15 abr. 2014.

FERNANDES, Bruno Ribeiro, PEREIRA, Alice Theresinha Cybis e ISHIDA, Américo: **Os Três Momentos do uso da Tecnologia Computacional Gráfica em Arquitetura**, Florianópolis-SC, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.puc-campinas.edu.br/seer/index.php/oculum/article/view/387>>. Acesso em 26 abr. 2014.

FLORIO, Wilson: **Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura**, III Encontro de Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil, Porto Alegre, 2007. Disponível em: <<http://noriegec.cpgec.ufrgs.br/tic2007/artigos/A1106.pdf>>. Acesso em 8 mai. 2014.

JUSTI, Alexandre Rodrigues: **Implantação da Plataforma Revit nos escritórios brasileiros - Relato de uma experiência**, Rio de Janeiro, Vol. 3, nº 1, 2008. Disponível em: <<http://www.iau.usp.br/gestaodeprojetos/index.php/gestaodeprojetos/article/view/56/86>>. Acesso em 25 abr. 2014.

MARTINO JÚNIOR, Randolpho: **A Reforma Gerencial e o Controle Externo da Eficiência dos Gastos Públicos**, Viçosa-MG, 2011. Disponível em: <<http://www.martinoegomes.com.br/site/uploads/bd6b3526-2032-ebb3.pdf>> Acesso em 15 abr. 2014.

MESQUITA FILHO, Julho de, Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus Experimental de Sorocaba: **Modelos de referência e citação com base nas normas da ABNT**, Sorocaba, 2013. Disponível em <http://www.sorocaba.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-abnt_site.pdf> Acesso em 08 mai. 2014.

MICROGRAF (Revista digital portuguesa de aplicativos gráficos Autodesk): **BIM e Soluções de Colaboração e Comunicação na Indústria de AEC**, Portugal, Nº 37, maio 2009. Disponível em: <http://micrografico.micrograf.pt/mic_37/3714.pdf>. Acesso em 5 mai. 2014.

MINTO, Fernando Cesar Negrini: **A Experimentação Prática Construtiva na Formação do Arquiteto**, São Paulo, 2009. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-26042010-152603/pt-br.php>> Acesso em 10 abr. 2014.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIAS (PUC-GOIAS): **Normas Técnicas para o Desenho Arquitetônico**, Goiânia-GO, 2010. Disponível em: <<http://professor.ucg.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/13869/material/Apresentacao%20Normas%20ABNT%20Desenho%20Tecnico.pdf>>. Acesso em 25 abr. 2014.

PRÍNCIPE JÚNIOR, Alfredo dos Reis: **Noções de Geometria Descritiva**. São Paulo, vol. 2, Livraria Nobel S.A., 26ª Ed. 1983.

SANTOS, Maria Madalena: **A matemática da arquitetura ideal**, Vitória-ES, 2007. Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/A%20MATEMATICA%20DA%20ARQUITETURA%20IDEAL.pdf>. Acessado em 08 abr. 2014.

SANTOS, Maria Madalena e GUEDES, Nadja Lisboa da Silveira: **A Teoria da Perspectiva Fundamentada pela Geometria Projetiva**, Vitória-ES, 2007.

Disponível em: <http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/A%20TEORIA%20DA%20PERSPECTIVA%20FUNDAMENTADA%20PELA%20GEOMETRIA%20PROJE TIV.pdf>. Acesso em 25 abr. 2014.

SAUGO, Andréia: AutoCAD e Revit Architecture no Ensino do Desenho Arquitetônico, Florianópolis, Gráfica '13, 2012. Disponível em: <<http://wright.ava.ufsc.br/~grupohipermedia/graphica2013/trabalhos/AUTOCAD%20E%20REVIT%20ARCHITECTURE%20NO%20ENSINO%20DO%20DESENHO%20ARQUITETONICO.pdf>> Acesso em 4 mai. 2014.

SOARES, Claudio Cesar Pinto: **Uma Abordagem Histórica e Científica das Técnicas de Representação Gráfica**, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em <http://www.degraf.ufpr.br/artigos_graphica/UMA%20ABORDAGEM%20HISTORICA%20E%20CIENTIFICA%20DAS%20TECNICAS%20DE%20REPRESE.pdf> Acesso em 25 abr. 2014

SILVA, Claudio Itacir Della Nina da: **A Insubstituível Geometria Descritiva**, Curitiba-PR, 2006. Disponível em <<http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2006/anaisEvento/docs/CI-176-TC.pdf>> Acesso em 10 abr. 2014.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DA PARAÍBA (TJPB): **Missão, Visão**. Disponível em: <<http://www.tjpb.jus.br/institucional/missao/>>. Acesso em 26 abr. 2014.