

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

ANTÔNIO THIAGO NETO

A IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS BIM EM RECIFE-PE

Recife

2019

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Antônio Thiago Neto

A IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS BIM EM RECIFE-PE

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial
para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo,
sob a orientação do Prof. MSc. Ricardo Javier Bonilla.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecário Ricardo Luiz Lopes CRB-4/2116

T422i Thiago Neto, Antônio.
A implementação dos sistemas Bim em Recife-PE / Antônio
Thiago Neto. - Recife, 2019.
99 f. : il. color.

Orientador: Prof. Me. Ricardo Javier Bonilla.
Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia – Arquitetura e
Urbanismo) – Faculdade Damas da Instrução Cristã, 2019.
Inclui bibliografia.

1. Elaboração de projetos. 2. Desenho arquitetônico. 3. BIM
Recife. 4. Representação técnica. 5. Ferramentas de representação
gráfica. 6. Uso do BIM. I. Bonilla, Ricardo Javier. II. Faculdade
Damas da Instrução Cristã. III. Título.

72 CDU (22. ed.)

FADIC (2019.2-440)

FACULDADE DAMAS DA INSTRUÇÃO CRISTÃ
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Antônio Thiago Neto

A IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS BIM EM RECIFE-PE

Trabalho de conclusão de curso como exigência parcial
para graduação no curso de Arquitetura e Urbanismo,
sob a orientação do Prof. MSc. Ricardo Javier Bonilla.

Aprovado em _____ de 2019

BANCA EXAMINADORA

Marco Cesar Monteiro de Moraes Luna, *FADIC*

Primeira examinadora

Alexandre Braz de Macêd, UFPE

Segundo examinador

Ricardo Javier Bonilla, *FADIC*

Orientadora

Recife

2019

Dedico este trabalho a minha família, amigos e
amores. Especialmente a minha mãe Maria das
Graças pela dedicação, apoio e amor durante
esta graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que participaram do meu processo de formação acadêmica.

A todos aqueles dedicaram-se de alguma forma a contribuir para que o conclusão da formação

Agradeço a todos que participaram da pesquisa pela disposição no processo de obtenção de dados

A minha família em especial meus pais incentivarem a cada momento não permitirem que eu não desistisse.

Aos amigos pela compreensão da ausência e pelo afastamento temporário.

“Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar a onde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz.”

Bill Gates

RESUMO

O mercado de arquitetura está em constante desenvolvimento, adaptar-se a ele é uma necessidade para se manter ativo no mercado. Assim devem-se levar em consideração as técnicas mais eficientes, quando se fala na elaboração de projetos. O BIM hoje em dia é fundamental como parte da evolução natural da maneira como se projeta. O objetivo deste trabalho tem como finalidade entender até que ponto o BIM vem sendo implementado na cidade do Recife-PE. A hipótese é que o BIM é na verdade a evolução da representação de projetos aderindo a computação a elaboração do projeto arquitetônico. Concluiu-se, que o mercado recifense ainda está em um nível muito básico de utilização do BIM quando comparado ao cenário internacional. É necessária uma mudança na cultura do desenvolvimento de projetos, a fim de adequar os profissionais a sempre se preparar para as mudanças nos processos referentes à elaboração de projetos e novas tecnologias para a arquitetura.

Palavras-chave: Elaboração de projetos. Desenho arquitetônico. BIM Recife, representação técnica. Ferramentas de representação gráfica. Uso do BIM.

ABSTRACT

The architecture market is constantly developing, adapting to it is a necessity to stay active in the Market, therefore it must take into consideration the most efficient techniques when it comes to project design. BIM nowadays is fundamental as part of the natural evolution of the way projects are made. This paperwork's goal is to understand to what extent BIM has been implemented in Recife-PE. The hypothesis is that BIM is, actually, the evolution of projects' representation, adhering to computation to elaborate architectural's projects. It was concluded that Recife's market it is still in a very basic level concerning the usage of BIM, when compared to the international scenary. A change in the culture of project development is necessary in order to tailor professionals to always be prepared for changes in project design processes and new architecture technologies.

Keywords: Project development. Architectural design. BIM Recife, technical representation. Graphing tools. Use of BIM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Lev Vygotsky	15
Figura 2. Estimulo, resposta e elemento mediador.....	16
Figura 3. Chimpanzé utilizando instrumento.	17
Figura 4. Pintura rupestre da gruta de Altamira na Espanha.....	20
Figura 5. Filippo Brunelleschi	22
Figura 6. Leon Battista Albetri	23
Figura 7. Gaspard Monge	24
Figura 8. Alan Turing	25
Figura 9. Máquina de Turing.....	25
Figura 10. Usuário desenhado através do monitor no Sketchpad.....	26
Figura 11. Personal Computer	28
Figura 12. Plotters De Pena	29
Figura 13. Chuck Eastman	31
Figura 14. O que são objetos virtuais	32
Figura 15. Ilustração sobre os níveis do BIM.....	34
Figura 16. MEP hidráulica.....	37
Figura 17. Identificação de forma emergente.....	40
Figura 18. Exemplo de gramática paramétrica: na gramática das janelas tradicionais chinesas cujas regras definem subdivisões dos polígonos, sem definir a posição exata de sua inserção.	41
Figura 19. Generative Design aplicado a objetos de suporte	42
Figura 20. Generative design aplicado ao desenvolvimentos de layouts arquitetônicos.....	43
Figura 21. Robô humanoide Atlas da Boston Dynamics saltando sobre um tronco de árvore.....	46
Figura 22. Montagem da casa com impressora 3D Volcan.....	47
Figura 23. Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior.....	52
Figura 24. Finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas.....	55
Figura 25. Comitê de gestão	56
Figura 26. Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto.....	64
Figura 27. Graficos dos escritorios entrevistados.....	69
Figura 28. Total de programas usados.....	70
Figura 29. Grafico de tipos de programss utilizados	70

Lista de Quadros

Quadro 1. Programas BIM	38
Quadro 2. NBR e ISO elaborados para o BIM distribuídas pela ABNT.....	62

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. A EVOLUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO DE PROJETO	13
2.1. Comunicação como parte da nossa essência como espécie	14
2.2. Uma breve historia da evolução do desenho técnico	19
2.3. Representação gráfica através do CAD	24
2.4. Representação gráfica através do BIM.....	30
2.4.1. Conceitos de BIM	30
2.4.2. O surgimento do BIM e as empresas de software	37
2.5. Novos usos e aplicações do BIM.....	41
2.6. A implementação do BIM na Europa e nos Estados Unidos da América.....	48
3. A IMPLEMENTAÇÃO BIM NO BRASIL	50
3.1. Como os brasileiros “lida” arquitetura influência na implementação do BIM.....	50
3.2. Estratégia BIM BR.....	54
3.2.1. Metas	56
3.2.2. Resultados esperados	58
3.2.3. Objetivos específicos	60
4. COMPARAÇÃO E ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E MÉTODO BIM	63
5. OLHAR DOS PROFISSIONAIS E DA ACADEMIA DE RECIFE -PE	65
5.1. Metodologia adotada.....	65
5.1.1. A academia.....	66
5.1.2. Os profissionais	68
5.2. Análise de resultados coletados	73
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	76
6.1. Recomendações.....	77
6.2. Desdobramento e continuidade	78
REFERÊNCIAS.....	80
APÊNDICE.....	82
ANEXO	99

1. INTRODUÇÃO

Em tempo de mecanização e automação, processos que envolvem trabalho repetitivo que não demandam interação humana ou criatividade estão ficando cada vez mais difíceis de serem executados por humanos, uma vez que, a máquina e/ou computador conseguem realizar a maioria dos trabalhos feitos por repetição. O processo criativo de arquitetura vem seguindo o mesmo caminho, já que o método tradicional de pensar, resolver, idealizar e representar a arquitetura vem mudando radicalmente com a introdução do computador, o que permitiu que projetistas tivessem mais tempo livre para trabalhar suas ideias. Assim como a introdução da geometria dinâmica, mudou radicalmente a maneira com que os escritórios de arquitetura contratavam seus funcionários para exercer a função de projetistas e desenhistas ocorre o mesmo com a implementação do Building Information Modeling (BIM). Assim a produção de desenhos o detalhamento de situações específicas mostradas através de desenhos técnicos passa por um processo de atualização, onde o desenho por método tradicional (DAC; em inglês: computer aided design - CAD) cuja representação era montada através de um processo 2D está passando a ser montado digitalmente através de um processo tridimensional, para só no fim ser convertido novamente 2D possibilitando leitura em pranchas.

Com a difusão do BIM a partir dos anos 2000 no Brasil, o mesmo começa a tomar o lugar do método CAD tradicional, se estabelece como uma nova maneira de se realizar o projeto arquitetônico.

O processo BIM requer uma articulação de ideias e pensamentos, diferente do modelo tradicional do CAD ou do modelo da prancheta. Tendo em vista que demanda um tempo de adaptação para extrair dele toda sua potencialidade, é necessário entender em que nível estamos utilizando o BIM.

Este projeto busca trazer uma melhoria para o campo da arquitetura e urbanismo especificamente na área de ferramentas de representação gráfica, abordando um tema específico sobre a implementação do BIM com objetivo de estudar a implementação do BIM na cidade do Recife Pernambuco. Assim procura-se entender a problemática em que medida o mercado e academia do Recife-PE está se adaptando a implementação do BIM.

A hipótese é que o mercado e a academia de Pernambuco vêm se adaptando a implementação do BIM de forma lenta e em descompasso com o cenário nacional e internacional.

O objetivo deste projeto é pesquisar sobre como ocorre a sedimentação na cidade e especificamente pesquisar a evolução da representação gráfica, pesquisar em escritórios de projetos sobre a utilização do BIM no cotidiano do escritório, pesquisar junto a construtoras e incorporadoras sobre como elas vem experimentando as plataformas BIM, gerar uma análise documental sobre uma comparativo entre o método tradicional e o método utilizando o sistema BIM.

Como fundamentação teórica, a pesquisa se baseia no livro de Chuck Estman, professor da Instituto de Tecnologia da Geórgia, que estuda a tecnologia BIM desde a década de 70, também no trabalho de Mestrado de Ana Paula Carvalho Pereira que realizou, em 2013, um estudo sobre a implementação do BIM na cidade de Salvador na Bahia e entre outros autores estudados.

A metodologia de abordagem é uma hipótese dedutiva de procedimento demográfico com uma tipologia explicativa.

A técnica de pesquisa é um levantamento bibliográfico com pesquisa documental em acervo de escritórios e em universidades, além de aplicação de entrevistas e questionários com atores dos setores que trabalham na elaboração de projetos.

A divisão do trabalho se dá em 6 capítulos, a partir da introdução, a evolução da representação de projeto, onde se faz uma análise de como os projetos evoluíram ao longo do desenvolvimento das suas técnicas, a importância para formação da profissão do arquiteto, a diferença cultural resultante dessa evolução. O terceiro capítulo faz uma análise sobre a implementação do BIM no Brasil, onde se levanta alguns aspectos sobre a cultura brasileira ao longo da evolução da nossa arquitetura e como isso pode impactar no aprendizado de novas técnicas, aborda também a estratégia BIM BR e a sua importância para o cenário da construção civil nacional. O quarto capítulo propõe fazer um comparativo entre o método tradicional e o método BIM a fim de justificar a implementação atribuída como método projetual. No quinto capítulo fiasse uma análise sobre o olhar dos profissionais e da academia sobre a implementação do BIM através de uma série de entrevistas entre pesquisadores que trabalham na área de ensino de arquitetura e profissionais que contratam arquitetos e trabalham ou não com software BIM. No capítulo 6, as considerações finais sobre o resultado das pesquisas as recomendações a que se chegam com o resultado e os possíveis desdobramentos em continuidade a esta pesquisa.

2. A EVOLUÇÃO DA REPRESENTAÇÃO DE PROJETO

Para que possamos compreender a importância do que é a representação técnica na elaboração do que nós seres humanos podemos construir é importante compreender a singularidade que o ser humano atingiu ao longo da existência de vida no planeta Terra. Nossa evolução vai além da utilização de ferramentas, nossa capacidade de criar e inovar o que já criamos chega a um nível de aperfeiçoamento que não é encontrado e nenhuma outra espécie. Por mais que outros animais consigam realizar atividades próximas a que o ser humano também realiza, como, construir sua própria casa, assim como castores constroem suas represas ou joãos de barros constroem seus próprios de ninhos, os humanos por outro lado, vão além da necessidade de proteção, chegam ao ponto para abstrair novas formas, que além do sentido funcional, chegando ao ponto de colocarmos adornos por conveniência estética.

Próprio conceito de belo vai além do entendimento que temos sobre o objeto perceptível ao ser humano está no campo das ideias que cada ser humano constrói ao longo da sua existência na terra, o conceito por sua vez tende a mudar de cultura a cultura e de período período, uma vez que ele não é palpável e insta no nosso entendimento como o que é belo, podemos definir e priorizar o que devemos compreender como o belo, essa característica é explorada na arquitetura e em outras artes como o desafio humano de dominar a lógica da física do universo o que pode ser definido como “belo”. Esse é feito subsequente da nossa constante tentativa de aperfeiçoamento sobre as técnicas que desenvolvemos para o nos processos construtivo, que vai desde a construção dos objetos mais simples como um lápis que é usado em massa por todo o mundo a construção de objetos específicos como foguetes para irem a lua,

Nenhuma dessas criações seria assim alcançada, sem o desenvolvimento da comunicação, seja ela verbal ou através de signos. O ponto é que passamos a representar nossas ideias através de representações que pudessem ser apresentadas para outros membros da nossa comunidade, fez com que uma enorme quantidade de informações fosse distribuída e aperfeiçoada, assim todas as nossas experiências em relação ao que cativamos e necessitamos, ao nível que saímos da representação de imagens na caverna, para que representássemos nossas criações na tela de um computador. Desenvolvemos e aperfeiçoamos ferramentas que realizam tarefas inumanos, apresentam soluções para nossas necessidades, com velocidade e precisão.

Uma característica fundamental para nossa evolução como espécie é a capacidade de nos comunicarmos, uma vez que isso potencializou nossa evolução, já que, a partir desse ponto começamos a trocar informações e ideias com uma velocidade e uma precisão muito mais forte e melhor, isso sem dúvida foi uma característica fundamental para que pudéssemos nos tornarmos a espécie que somos hoje. Graças a esse processo de comunicação e articulação de ideias, o ser humano conseguiu desenvolver a capacidade de articular e planejar ações, a nível que, dominamos e domesticamos outras espécies, articulamos como plantar e colher, extrair recursos do planeta entre outras características, que nos tornam espécie domina-te da Terra.

Esse processo mudou, não só nossas relações culturais e relações com outras espécies, também nos mudou biologicamente, a partir do ponto em que o corpo humano foi sendo nutrido, passamos a gastar cada vez menos energia com outras atividades, desenvolvermos áreas específicas dos nossos corpos para a comunicação, como, boca articulada, língua que permita expressar a para fala e uma parte do cérebro específica para nos comunicarmos, como veremos no subcapítulo 2.1 (KOHL, 2011).

2.1. Comunicação como parte da nossa essência como espécie

Lev Vygotsky (Figura 1), russo, filho de uma família judia, estudou no começo do século XX, o que ficaria conhecido como **pensamento verbal**, oque é fundamental, para construir o que nos caracteriza como espécie. Isso se da devido a nossa nos comunicarmos habilidade de comunicação, chegando mesmo ao ponto de termos uma área do cérebro desenvolvida especialmente para nos comunicarmos (KOHL, 2011).

Quando estudamos aquilo que é chamado de função psicológica superior ou processos mentais superiores. Ele interessou sem compreender os mecanismos mentais mais sofisticados mais complexos que são típicos do ser humano e que envolve um controle consciente do comportamento ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação às características do movimento e do espaço presente.

Figura 1. Lev Vygotsky



Fonte: Disponível em: <https://en.mgpu.ru/the-19th-international-conference-in-honour-of-lev-vygotsky/>. Acesso em: 29 Nov. 2019

Esse tipo de comportamento, das funções superiores, não está presente no ser humano desde o seu nascimento. Ele é fruto de um processo de desenvolvimento que envolve a experiência com o meio externo, o meio onde vive, as pessoas com que interagem e sua formação cultural.

O ser humano tem a possibilidade de pensar em objetos ausentes, imaginar eventos nunca vividos, planejar ações a serem realizadas em momentos posteriores. Esse tipo de atividade psicológica é considerada “superior” na medida em que se diferencia de mecanismos mais elementares tais como ações reflexas (a sucção do seio materno pelo bebê, por exemplo), reações automatizadas (o movimento da cabeça na direção de um som forte repentino, por exemplo) ou processos de associação simples entre eventos (o ato de evitar o contato da mão com a chama de uma vela, por exemplo). (KOHL, 2011, p. 19)

Um exemplo que pode ser tomado para demonstrar a diferença entre os processos elementares e o processo superior, é que, se pode treinar um animal para acender uma lâmpada, porém ele não deixaria de realizar a ação se visse alguém dormindo.

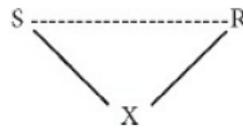
Vygotsky define a função de mediação através de três pontos que se interligam uma vez que o estímulo interage com a resposta através do elo de mediação do elemento mediador.

Esses três pontos se conectam formando assim a maneira como nós desenvolvemos o pensamento elaborado. Nossa compreensão com o mundo externo depende desse elemento mediador como, por exemplo: Nossa memória em relação a queimadura causa ao aproximarmos a mão a uma vela, onde acosiamos o dano causado ao nosso organismo, o

cérebro grava a maneira como o fogo pode nos prejudicar fisicamente, o fogo seria o **estímulo**, retirar a mão da chama seria a **resposta**, e a informação que um elo intermediário nos passa, como alguém nos avisando que o fogo lesiona, seria o mediador, como no diagrama da (Figura 2).

Figura 2. Estímulo, resposta e elemento mediador

[...] o processo simples estímulo-resposta é substituído por um ato complexo, mediado, que representamos da seguinte forma:



S = estímulo

R = resposta

X = elo intermediário ou elemento mediador

Fonte: **Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico**. P, 19.

No exemplo da vela, o estímulo (S) seria o calor da chama e a resposta (R) seria a retirada da mão.

Podemos definir também o elo intermediário que nos ensina como determinado estímulo obtém determinada resposta. Vygotsky, divide o processo de mediação através de dois elementos, **ferramentas** e os **signos**.

A evolução do homem está diretamente relacionada à utilização dos instrumentos, uma vez que, as relações de trabalho acabam por necessitar da atividade coletiva, fortalecendo as relações sociais, fazendo parte do aprimoramento de novas ferramentas, já que se criam ferramentas para facilitar o meio em que se trabalha, podem ser compartilhadas. Faz parte da evolução coletiva a interação com novas ferramentas e o aperfeiçoamento de ferramentas que sejam passadas para terceiros, em um complexo jogo de trocas, onde o que se desenvolve para facilitar a vida de um, pode ser utilizado para facilitar a vida de outro membro da comunidade.

Ele faz um comparativo entre a relação que o ser humano tem com as ferramentas, com os outros animais. Ele aponta que, os humanos têm uma intenção prévia quando interagem com ferramenta, apesar de não demandarem uma profunda reflexão sobre o ato. A diferença está na intelectualização das ações tomadas com a ferramenta, diferente dos outros animais.

Ao exemplo disso Vygotsky, cita o exemplo dos chimpanzés que utilizam de varetas (Figura 3) como ferramenta para conseguir mais formigas, ou mesmo, usando caixote para subir e alcançar locais mais altos. No entanto o ponto de ruptura entre nosso comportamento e o dos outros animais, é que, após realizar essa ação com a ferramenta os chimpanzés, não guardam as ferramentas, não as aprimoram a fim de obter melhores resultados, ou mesmo, transmitem para outros chimpanzés a experiência acerca da ferramenta.

Figura 3. Chimpanzé utilizando instrumento.



Fonte: **Vygotsky** *Aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico*. P, 29.

Os instrumentos, porém, são elementos externos ao indivíduo, voltados para fora dele; sua função é provocar mudanças nos objetos, controlar processos da natureza. Os signos, por sua vez, também chamados por Vygotsky de “instrumentos psicológicos”, são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos. (KOHL, 2011, p. 21)

Lev Vygotsky classifica como **Signo**, quando a representação para demonstrar um raciocínio, se desenvolve onde o mediador é uma representação, que o indivíduo interpreta raciocínio, tem relação com determinada ação que ele consegue representar ou interpretar. Como o ser humano desenvolveu um raciocínio abstrato sobre imagens com o intuito de se comunicar. Lev Vygotsky cita o exemplo de um experimento, jogo realizado com crianças pequenas, é conhecido no Brasil, sendo as “palavras proibidas” sim, não e porque. O objetivo consiste em que a criança não poderia citar determinadas palavras, deveria comunicar a cor da camisa ou de um item mostrado a ela sem citar a cor especificamente através de palavras, como, “verde” ou Amarelo.

Na primeira fase do experimento o pesquisador formulava as perguntas oralmente, e a criança simplesmente as respondia, como no jogo original. Sua resposta era considerada errada se falasse o nome das cores proibidas. Numa segunda fase, a mesma brincadeira de pergunta-resposta era feita, mas a criança recebia cartões coloridos que podia utilizar, se quisesse, como auxiliares no jogo. Algumas crianças passaram, então, a utilizar os cartões como suportes externos para sua atenção e memória: separavam os cartões com as cores proibidas e, antes de responder às perguntas, olhavam para os cartões, como se estivessem “consultando” uma fonte de informação. (KOHL, 2011)p.22

As crianças no primeiro momento tinham muita dificuldade de se comunicar ou de realizar a tarefa, sem expressar, necessariamente a sua ideia através de palavras, porém quando o jogo foi repetido, onde foram disponibilizados alguns cartões, que ficavam em cima da mesa, representando as cores, as crianças, sem o auxílio, de uma orientação formal sobre as regras do jogo, entenderam que seria mais fácil utilizar o auxílio dos cartões para conseguiram se comunicarem. O estudo mostrou que a comunicação se deu muito mais eficiente na segunda fase, com a utilização de **signos**, do que, as da primeira fase experimento. (KOHL, 2011)

É preciso estabelecer antes de começar a fazer as considerações sobre o desenho técnico que há uma diferença entre o desenho técnico e o desenho arquitetônico onde não necessariamente o desenho técnico será o desenho arquitetônico, porém o desenho arquitetônico tem que ter uma representatividade técnica. É preciso ressaltar que ao longo do texto ocorrer a diferenciação entre a expressão desenho técnico e desenho arquitetônico.

Segundo Akira 2002, não há como representar arquitetura de forma oral ou escrita, uma vez que esta é uma arte visual e demanda a expressão através de meios gráficos. Onde por meio desta sai do campo da distração e das ideias para se tornar concreta no meio físico, em que, este processo ocorre através da transformação da expressão da ideia moldada através de uma representação bidimensional até se transformar em algo concreto no meio físico. Vale ainda destacar que nenhuma representação

Técnica ou arquitetônico através de meios de representação gráfica jamais será 100% fiel ao meio físico já que a arquitetura demanda a experiência de viver o espaço e isso por mais próximo que as tecnologias hoje possam simular o ambiente construído de maneira virtual nunca substituíram a experiência de se viver no espaço físico e experimentar é sensações e o ser humano teria ao vivenciá-las.

Então essa correlação entre o meio físico o resultado final daquilo que se abstrai nas ideias e se é representado através de uma plana bidimensional arquitetura evoluiu ao longo da evolução dessa representação técnica junto com ele tando até mesmo a criação de figuras ou construções consideradas abstratas.

Assim vale destacar que em geral não se cria um projeto complexo sem o auxílio do desenho técnico (AKIRA, 2003)

2.2. Uma breve historia da evolução do desenho técnico

Desde o começo da evolução do homem a comunicação foi uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento da espécie. A necessidade de comunicar onde estão os alimentos, onde atacar, quais são as áreas mais produtivas ou mesmo como construir algo, demanda uma complexa articulação e expressão de pensamentos de ideias e visões para que decisões coletivas sejam tomadas.

A criação de maneira de como representar a palavra com um elemento palpável, como um mapa que representava um território que o homem possuía e dominava, tornou-se uma ferramenta fundamental e poderosa para o desenvolvimento da Humanidade. A

comunicação oral foi antecedida por outros métodos de divulgação e comunicação, tais como desenhos com a indicação da fonte de alimentos, nomeadamente a criação de “mapas” com a indicação de plantas comestíveis, e da localização dos animais para caça, ao exemplo da (Figura 4) (HARLEY e WOODWARD, 1987, apud RODRIGUES, 2013).

Figura 4. Pintura rupestre da gruta de Altamira na Espanha



Fonte: Disponível em: <https://www.historiadasartes.com/sala-dos-professores/arte-rupestre-em-altamira-espanha/>. Acesso em: 02 Out. 2019

Com a evolução das técnicas de desenho, ocorre um salto na maneira de expressar as ideias, as invenções, na produção dos mapas, etc. cada vez mais complexos e precisos. Com o advento da geometria descritiva ocorre um salto na maneira de construir, principalmente na construção em série, já que se torna possível a edificação de uma obra sem que o criador do projeto precisasse estar envolvido na confecção, mas somente desenvolvesse a representação dos projetos que concebeu no papel.

Outro fato importante que marcou o desenvolvimento do desenho foi a origem da concepção da geometria (do grego geo = terra + metria = medida, ou seja, "medir terra") com base na Matemática. A Geometria é a mais antiga manifestação da atividade matemática conhecida, segundo Gonçalves et al. (2007). Já cerca de 3000 a.C. os antigos egípcios possuíam os conhecimentos de Geometria necessários para reconstituir as marcações de terrenos destruídos pelas cheias do rio Nilo, bem como para construir as célebres pirâmides. (BAPTISTA, 2008,p.3)

Uma vez que o homem evolui sua comunicação, a representação de formas através de imagens se mostra extremamente útil, para que um indivíduo possa mostrar ao coletivo sua ideia, se torna possível passar para a pedra, a madeira, o barro, o couro e finalmente o papel, figuras que representam sua ideia, não é mais necessário chegar ao produto final para entender o objeto da abstração pelo coletivo. (BAPTISTA, 2008)

Ainda no período medieval, o mestre de obras concentrava diversas funções relacionadas a obra, entre elas, as atribuições de empreiteiro, construtor e o administrador. O desenho arquitetônico nesse período ainda não era como conhecemos hoje, ele servia simplesmente para esquematizar algumas proporções e medidas, que o mestre de obras, definia no local ou para esquematizar algumas ideias com outros colaboradores da obra, porém ainda não havia um rigor técnico na elaboração desse desenho, ele era esquemático.

Já partir do renascimento, por volta de 1400, Filippo Brunelleschi (Figura 5), desenvolve sua teoria sobre a perspectiva por meio de experiências científicas para elaborar a noção de perspectiva esta por sua vez foi complementada com a proporção de escala tornando assim a origem do desenho com escala, porém ainda não era como conhecemos hoje.

Figura 5. Filippo Brunelleschi

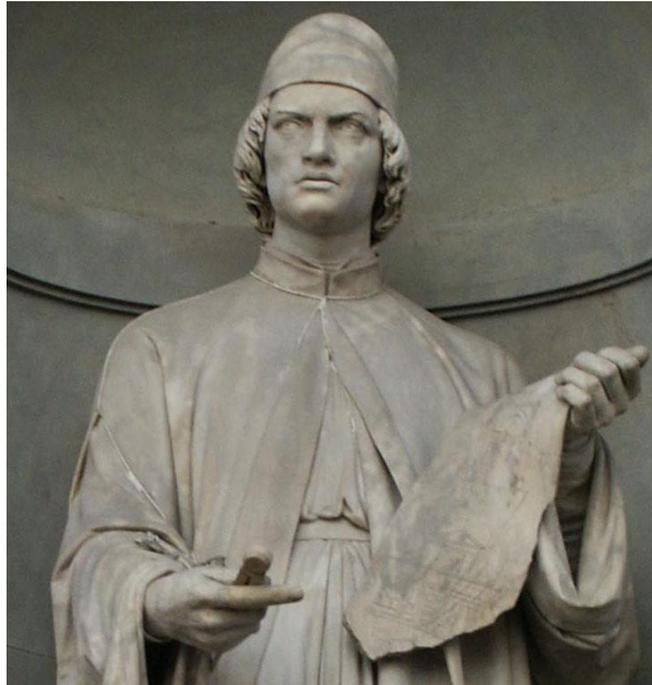


Fonte: Disponível em: https://paintingandframe.com/prints/others_filippo_brunelleschi-24677.html. Acesso em: 29 Nov. 2019

A partir daí, do ponto de vista sociológico, o desenho técnico e a função do mestre de obra se distinguiram de maneira que o arquiteto passou a desenhar o projeto arquitetônico o que possibilitava que além de não estar necessariamente na obra, pudesse projetar diferentes obras simultaneamente e ele pudesse desenvolver funções diferentes das que vieram embutidas. Agora o arquiteto passa a ser visto como um membro da alta sociedade uma vez que exerce uma função não só técnica mas também antropológica em relação ao meio em que vive. Assim o arquiteto atingiu novo status cultural no Renascimento onde sua auto invenção como profissão permite que ele viva em diferentes círculos sociais.

Mais tarde com Leon Battista Alberti (Figura 6), estipula regra através da sua série de 10 livros, "de re aedificatoria", sobre construção de igrejas, que direcionam a maneira como o arquiteto deve trabalhar seus projetos. Ele destaca que o arquiteto deverá representar seus projetos através da planta de secção.

Figura 6. Leon Battista Alberti



Fonte: Disponível em: <https://www.facarospauls.com/apps/florence-art-and-culture/4014/leon-battista-alberti>. Acesso em: 29 Nov. 2019

Posteriormente, segundo Akira, a carta de Rafael ao Papa Leon X, marca um novo paradigma ao rigor arquitetônico, destacando que, devem ser levados em consideração com detalhes os três projetos ortogonais básicos, quando se está elaborando um projeto a ser construídos, são: a planta, o alçado e a secção.

Todos os métodos citados acima ficam consolidados no trabalho de Gaspar Monge.

No século XVIII, um grande matemático francês Gaspard Monge (Figura 7) (1746-1818) formulou as regras da Geometria Descritiva, enquanto ciência, generalizando os métodos introduzidos pelos artistas do Renascimento. Apresentou, de forma sistematizada e rigorosa, os diversos métodos de representação no plano do desenho que tinham sido abordados de forma dispersa até então (COSTA, 1998). Sem a geometria descritiva, originalmente usada na engenharia militar, a enorme expansão da maquinaria do século XIX teria, provavelmente, sido impossível. (SERRA, 2008,p. 5)

Figura 7. Gaspard Monge



Fonte: Disponível em: https://www.wikiwand.com/pt/Gaspard_Monge. Acesso em: 29 Nov. 2019

Tudo começou em 1861, na França. O químico Alphonse Louis Poitevin descobre um processo envolvendo luz solar e uma substância encontrada na goma de mascar que permite a reprodução precisa de desenhos originais de arquitetura.

O processo cria uma cópia em negativo, em que as linhas pretas ficam brancas e o espaço em branco fica azul, criando a chamada blueprint. Assim, os projetos podem ser facilmente copiados e distribuídos, permitindo que todos trabalhem no mesmo projeto sem medo de erros de reprodução.

2.3. Representação gráfica através do CAD

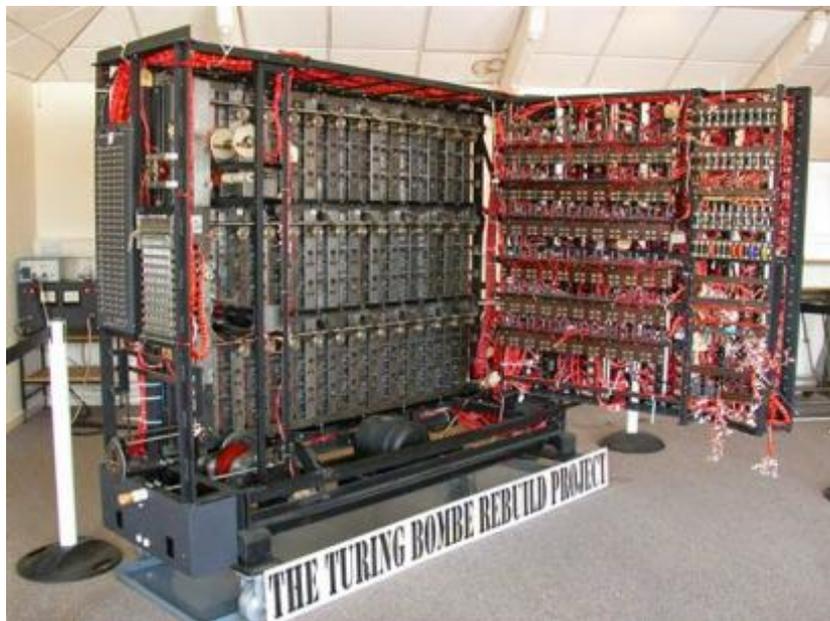
Em 1936, o inglês Alan Turing (Figura 8) inventa a Máquina de Turing (Figura 9), que passa a ser a base do computador moderno. No final dos anos de 1940 e começo dos anos de 1950, surge o mainframe, que logo começa a ser comercializado. Em 1955, os transistores começam a substituir os tubos de vácuo, acelerando absurdamente o tempo de processamento.

Figura 8. Alan Turing



Fonte: Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/perd%C3%A3o-a-cientista-homossexual-alan-turing-vem-com-seis-d%C3%A9cadas-de-atraso/a-17323856>. Acesso em: 29 Nov. 2019

Figura 9. Máquina de Turing



Fonte: Disponível em: <https://universosquanticos.wordpress.com/2017/07/08/logica-paraconsistente-maquina-de-turing/>. Acesso em: 29 Nov. 2019

Na década de 60, as ferramentas CAD começaram a ser utilizadas na criação de aeronaves, automóveis e componentes eletrônicos. Um dos programas CAD, que foi base para

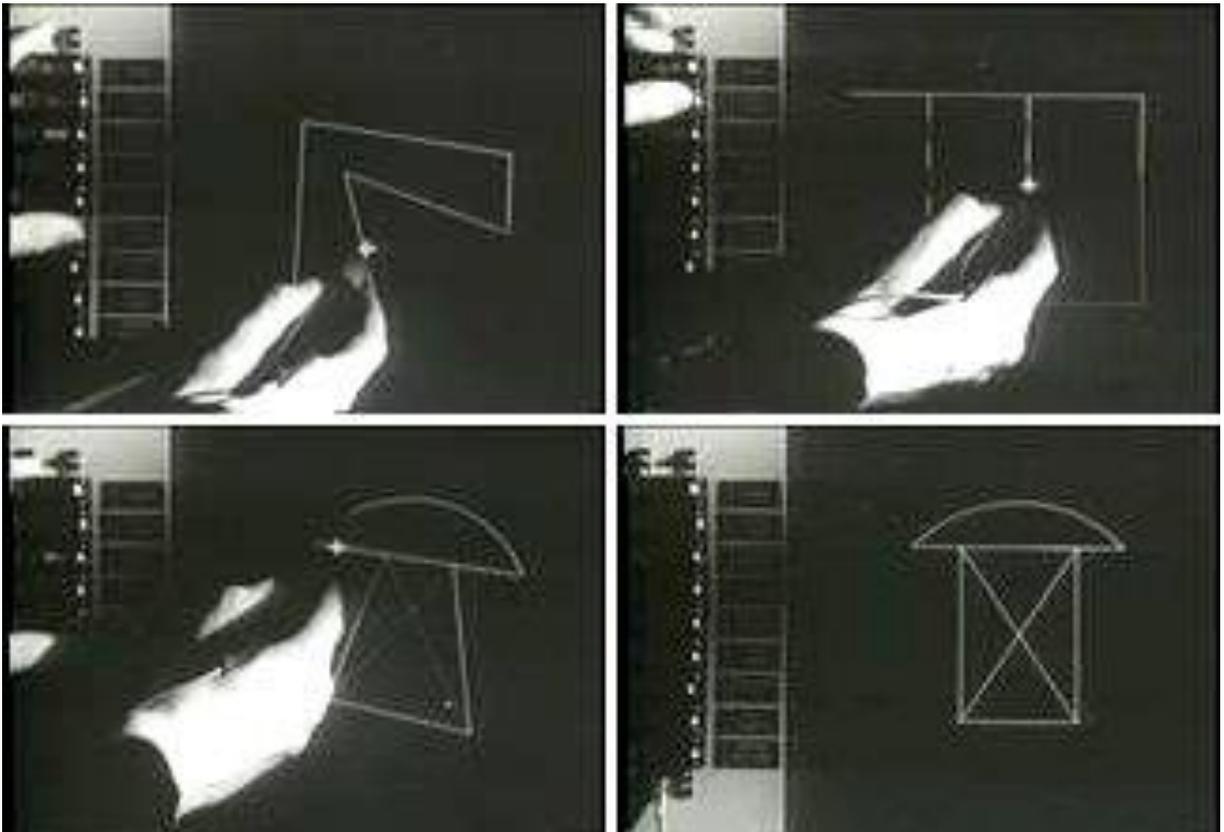
os outros, foi o UNISURF, desenvolvido pelo engenheiro francês Pierre Bézier, da fabricante de carros Renault.

Em 1961, o dr. Patrick J. Hanratty, renomado cientista da computação, ingressa nos laboratórios de pesquisa da General Motors e ajuda a desenvolver o DAC, Design Automated by Computer. Mas é Douglas T. Ross, pioneiro da ciência da computação e pai da usinagem computadorizada que cunha o termo “CAD”.

O homem creditado por esse termo foi o cientista da computação Douglas Taylor Ross, que, na época viu, o quão importante poderia se tornar o uso destas ferramentas.

O Sketchpad surgiu na mesma época, através de vários estudos no MIT, o Instituto de Tecnologia de Massachusetts, pelo programador Ivan Sutherland. Este *software* foi um grande avanço para os CADs, pois, com ele, o usuário podia desenhar no monitor através de uma caneta (Figura 10).

Figura 10. Usuário desenhado através do monitor no Sketchpad



Fonte: Disponível em: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/en/7/7b/Sketchpad-Apple.jpg> Acesso em: 04 out.2019

Foi na década de 70 que começaram a surgir aplicações 3D em CADs, porém, ainda muito rudimentares, se assemelhando a desenhos manuais de objetos 3D, e na década de 80, surgiram os desenhos sólidos nos CADs.

Em 1971, enquanto a Intel apresentava o microprocessador ao mundo, Hanratty introduz o software CAD, conhecido como Automated Drafting and Machinery, ou ADAM. Cerca de 90% do software de desenho comercial de hoje tem suas raízes no ADAM.

Em 1981, com o lançamento do PC IBM, a computação em desktop torna-se acessível às massas e vemos o início do boom que se seguiria. Logo a seguir, em 1982, John Walker funda a Autodesk e um ano depois, lança o AutoCAD, o primeiro programa CAD significativo para PCs, mudando para sempre o mundo dos projetos.

Na década seguinte, a evolução do software baseado em CAD é imensa. Surge a modelagem 3D, abrindo caminho para soluções inovadoras de projeto, como BIM e Prototipagem digital.

Nos anos seguintes, a Autodesk lança um conjunto maciço de recursos revolucionários, tornando o AutoCAD uma ferramenta indispensável ao setor de projeto.

Com o advento do computador e para facilitar o ensino da Geometria, surgiu recentemente um novo ramo desta área parte da Matemática: trata-se da Geometria Dinâmica. Segundo Serra (2008) o termo Geometria Dinâmica é normalmente utilizado para especificar a geometria implementada em computador, a qual permite que objetos sejam movidos mantendo-se todos os vínculos estabelecidos inicialmente na construção. Uma das grandes vantagens é a utilização em ambientes de aprendizagem, pois a compreensão das características e construções se torna mais fácil através da visualização da movimentação.

Na medida em que o computador aumentou a sua capacidade de processamento a arquitetura passou a se beneficiar desses avanços, aprimorando a forma de representação e desenvolvendo projetos cada vez mais eficientes e mais completos. Ainda na década de 80, pesquisadores já especulavam que grande parte dos problemas no setor de projetos, como o desperdício de material ou a redução do retrabalho, seriam solucionados com a utilização de tecnologias mais avançadas no gerenciamento de dados. O grande impasse na implementação do uso do computador no gerenciamento de projetos inicialmente foi a ausência dessa tecnologia no mercado, porém à medida que essa tecnologia foi sendo desenvolvida, e os custos de hardware sendo reduzidos, os investimentos com a aquisição de softwares começaram a pesar nos custos de implementação (compra do programa, implantação e treinamento). Contudo, a partir da difusão do PC (personal computer (Figura 11)) nos anos

90, o valores desses softwares foram diminuindo ao ponto de não ser mais uma barreira na implementação. (DA MOTTA , 2017)

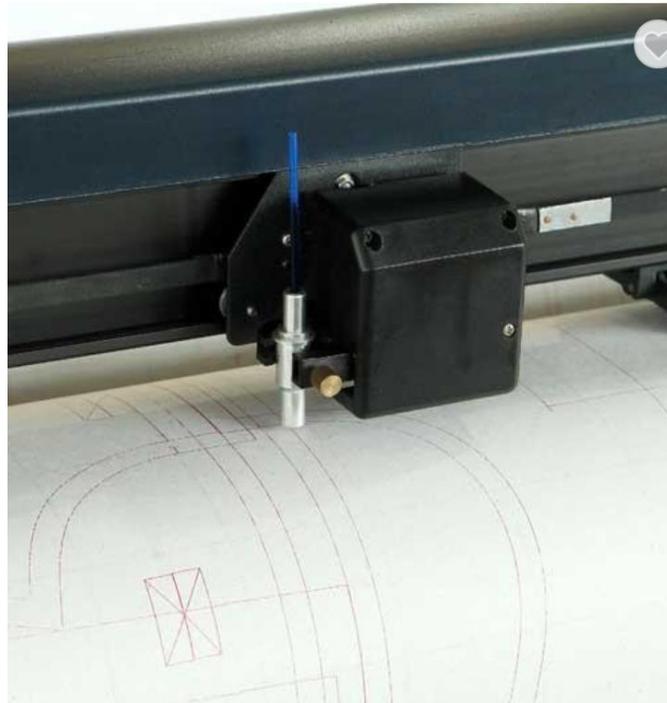
Figura 11. Personal Computer



Fonte: Disponível em: <https://medium.com/@mikkooittinen/i-miss-the-90s-computer-aesthetics-c1d9639be4f0> Acesso em: 29 nov.2019

Outro avanço que deve ser notado é o custo de impressão, pois no início a utilização de plotters de pena (Figura 12) onerava muito o custo de impressão. Tratava-se de uma impressora muito cara e pouco eficiente, demorava-se de 40 a 90 minutos para a impressão de uma prancha, pois muitas vezes o equipamento tinha que ser pausado para a limpeza das penas e quando o operador não estava atento ao seu funcionamento, perdia-se toda a prancha, pois era necessário reiniciar a plotagem. O custo de aquisição deste tipo de plotter era muito caro e isto repercutia no preço cobrado para a impressão de plantas geradas em CAD (do inglês: computer aided design), que era baseado no tempo de impressão que cada prancha exigia.

Figura 12. Plotters De Pena



Fonte: Disponível em: <https://portuguese.alibaba.com/product-detail/garment-pen-plotter-apparel-pen-plotter-garment-pen-plotter-hc-2100-1991381712.html> Acesso em: 29 nov.2019

Com o surgimento do plotter a jato de tinta, o processo se acelera e pranchas são impressas em torno de 5 a 10 minutos, com isso o preço de impressão cai a ponto de ser baseado no tamanho da área impressa. Estes equipamentos são muito mais baratos que os anteriores de forma que muitos escritórios de arquitetura e engenharia, que já trabalhavam em CAD, passam a adquiri-los para uso interno.

O desenvolvimento dos sistemas CAD data do início da década de 60, porém só assumem um destaque relevante no Brasil a partir da década de 90 com o incentivo do governo federal através da portaria do MEC N° 1770, de 21 de dezembro de 1994, a qual institui que os cursos de Arquitetura e Urbanismo deveriam incluir, na sua grade curricular, a disciplina de informática aplicada à Arquitetura e urbanismo.

Esse hiato entre o desenvolvimento da tecnologia e a sua implementação, que em outros países aconteceu concomitantemente, no Brasil, com raras exceções, só começa a diminuir na década de 90, porém ainda hoje persiste e é cotidiano no segmento da arquitetura e construção civil.

2.4. Representação gráfica através do BIM

O sistema BIM (Building Information Modeling) ou (Modelagem da informação da construção) não pode ser considerado somente como um software. Na verdade é um conceito muito mais amplo que um programa, uma vez que altera a maneira como se desenvolve e analisa o projeto. Na medida que vai-se construindo o modelo digital (3D), o qual é gerado por softwares, vão-se revelando certas peculiaridades e singularidades do projeto que, de outra forma – a sua representação em plantas, cortes e fachadas (método de 2D), poderiam passar despercebidas ao projetista, o qual se encontra abstraído o resultado final daquilo que está sendo projetado, para que se dê representação no papel (2D). Esse sistema de trabalho em 3D muda a forma como se pensa o projeto, uma vez que se projeta vendo o resultado final do que se está sendo idealizado, a partir do 3D, para só então partir para a sua representação em 2D. Por outro lado, o BIM demanda uma articulação entre os diferentes agentes da construção civil que deverão modelar as diferentes disciplinas de um projeto, tais como instalações hidráulicas, mecânicas, estruturais (colunas e vigas que sustentam o edifício), o detalhamento pormenorizado (pisos, tetos, bancadas, etc.) enfim, os vários projetos diferentes com suas características e que precisam estar em uma Harmonia fina e delicada para que a edificação, durante a execução, venha a ter o mínimo possível de incompatibilidades gerando atrasos e retrabalhos.

2.4.1. Conceitos de BIM

Há várias teorias sobre a origem do termo BIM. O Professor **Charles M. Eastman** do Instituto de Tecnologia da Georgia, criou o conceito de modelagem de informação, mas não o termo em si, que foi primeiramente citado em um artigo de van Nederveen.

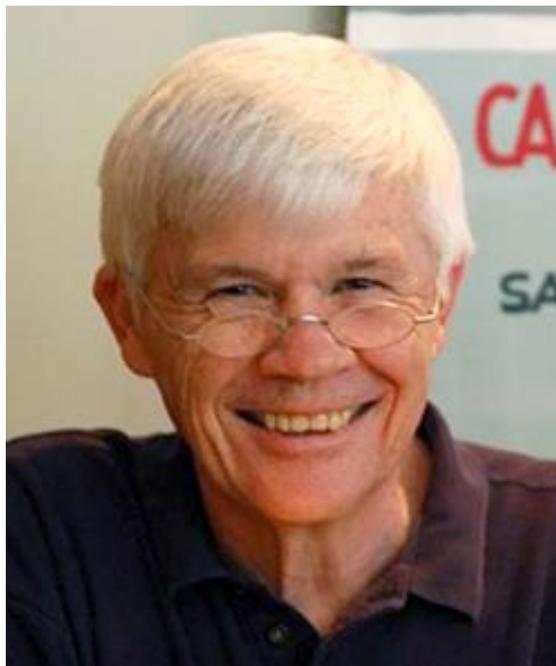
O Building Information Modeling (BIM) é resultado de um longo processo de pesquisa da área de CAD (Desenho Auxiliado por Computador) voltada para a construção civil, que vem desde da década de 60, não é definida como um software específico, mas um conjunto de tecnologias, processos e políticas, que podem atingir diferentes setores, desde a concepção do projeto até o resultado final, com intuito de proporcionar a interação entre as diferentes disciplinas do projeto e/ou os diferentes estágios da obra.

[...] com intuito de proporcionar a interação entre os diferentes estágios da obra “Building Information Modeling” (BIM) é um conjunto de tecnologias, processos e políticas, que permitem que várias partes interessadas possam, de maneira colaborativa, projetar, construir e operar uma edificação ou instalação. (SUCCAR, 2008)

Outra definição é a National Institute Of Building Sciences (NIBS), um instituto não governamental, sem fins lucrativos dos Estados Unidos da América, diz que o BIM pode ser definido como “representação virtual das características físicas e funcionais de uma edificação, por todo o seu ciclo de vida, servindo como um repositório compartilhado de informações para colaboração” (NIBS - NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES., 2007).

Chuck Eastman (2016 (Figura 13)) define o BIM como um conjunto de softwares através do qual se cria um modelo virtual tridimensional do projeto e, a partir dessa modelagem, se torna possível quantificar materiais e procedimentos a partir do uso de famílias de elementos construtivos. As famílias ou objetos virtuais são caracterizados por serem, um conjunto de elementos modelados em ambiente virtual tridimensionalmente, dentro programa BIM, onde é estabelecido um conjunto de regras, que alteram da forma final dessa família de acordo com as alterações nos valores dos parâmetros.

Figura 13. Chuck Eastman



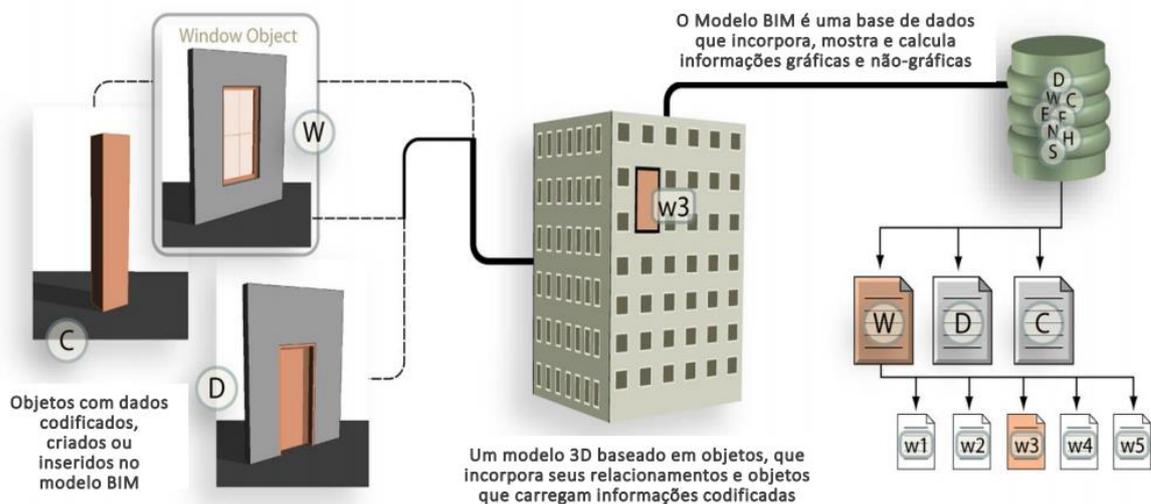
Fonte: Disponível em: <https://dbl.gatech.edu/who-we-are> Acesso em: 29 nov.2019

Um grande diferencial ao se trabalhar com o BIM, em relação aos softwares de modelagem 3D, é que ao se modelar em BIM está-se atribuindo atributos ao modelo. O que os diferencia da modelagem tradicional é que o modelo criado no BIM pode não só ser parametrizado, o que irá posteriormente permitir a sua quantificação, mas também permite alterações automatizadas na modelagem e alterações nos parâmetros predefinidos. O diferencial é justamente que o que está sendo modelado poderá ser categorizado permitindo a criação de um banco de dados contendo os elementos do projeto que posteriormente poderá ser acessado para permitir o levantamento de quantitativos e especificações dos próprios elementos componentes, tais como listar as janelas de um determinado tipo específico ou as janelas que tenha um tamanho específico (

Figura 14).

Figura 14. O que são objetos virtuais

*É mais fácil de entender o que é BIM quando se entende o que são os **objetos virtuais**:*



Fonte: Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/wp-content/uploads/2016/11/WILTON-Brasilia-CAU-BR-WS-27-10-2016-Resumed-R1.pdf>. Acesso em: 19 set.2019

Além disso, utilizando o sistema de Clash Detection (do inglês: detector de colisões) permite encontrar no projeto falhas de projetos onde ocorre sobreposição de entre diferentes elementos modelados, e que não deveriam se cruzar, o que poupa de muitos dos problemas, durante a obra, alertando ao usuário onde está ocorrendo essas colisões.

Outro ponto a também é ser levado em consideração, é que, á possibilidade de se fazer uma análise das estruturas concebidas, através de software que interagem com os sistemas BIM e analisam a física da estrutura modelada, fazer um diagnóstico de quais pontos são mais vulneráveis a desmoronar exemplo ou onde pode uma ruptura na aquela estrutura.

A integração com ferramentas de planejamento, denominada BIM 4D, onde se acrescenta a variável do tempo, já é explorada por alguns escritórios de arquitetura e engenharia que trabalham diretamente com a execução de obras. Porém ainda é possível ir mais além, o caminho está no BIM 5D onde se integra a variável do custo, permitindo obter quantitativos e custos com o uso de programas de orçamento.

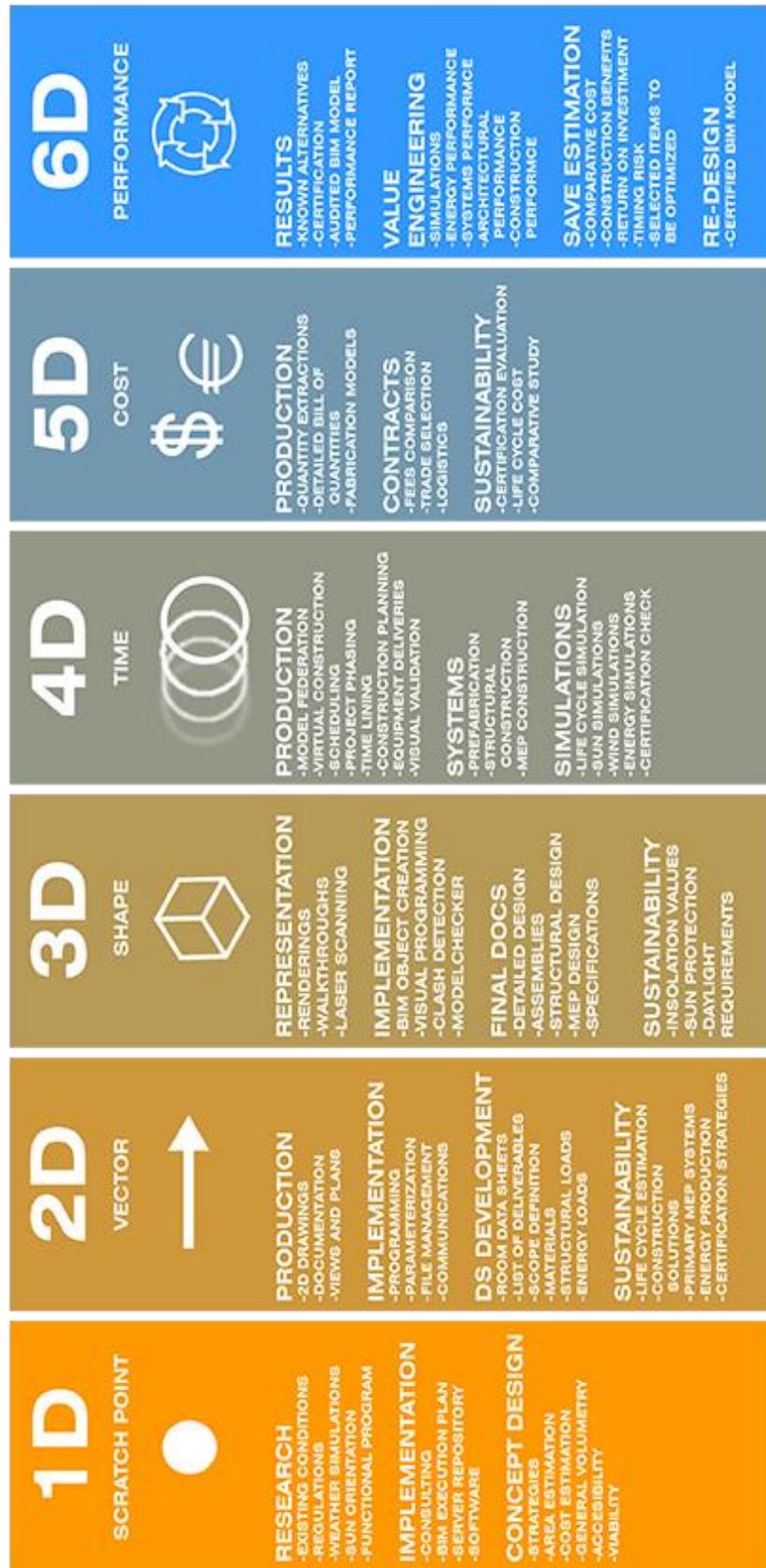
A implementação do BIM proporciona uma maior liberdade de escolha entre diversas opções de ações a serem tomadas, no momento que são antecipadas para a etapa de projeto, “é o caso da logística interna do canteiro e de simulações de conflitos entre os serviços” compara Diogo Linhares de Camargo, sócio diretor do porto Camargo construtora e incorporadora Paranaense (NAKAMURA, 2014).

Com o sistema 5D é possível constatar um melhor aproveitamento para a indústria da construção, a indústria de pré-moldados fabricados e trabalhos de execução exíguas

Em obras com alto grau de industrialização, como as que fazemos, a modelagem tem um importante papel no dimensionamento e na operação dos equipamentos, da movimentação e também ajuda a programar com mais precisão a entrega dos pré-fabricados, justifica Marcelo Pulcinelli, diretor de engenharia da Matec (NAKAMURA, 2014, p. 35-36).

Na (Figura 15) é possível ver uma ilustração que demonstra o comparativo entre os diferentes níveis do BIM, que vai desde a concepção a te o acompanhamento da obra.

Figura 15. Ilustração sobre os níveis do BIM



Fonte: Disponível em: <https://www.BIMcommunity.com/news/load/490/why-don-t-we-start-at-the-beginning>. Acesso em: 22 abr.2019

Quando se aborda o tema do BIM é possível relatar as diferentes níveis em que os usuários conseguem atingir com a sua utilização podem ser classificadas de níveis de 1 a 3: o nível 1 consiste na representação tridimensional do objeto ou da edificação de maneira a utilizá-lo na elaboração de diversas etapas da preconcepção do projeto, como, plantas, modelagem tridimensional, levantamento de quantitativo, estudos de viabilidade, basicamente todo o processo de projeto executivo. No nível 2, consiste no planejamento de como acontecer a execução da obra prevendo as diferentes etapas da sua execução, como a execução etapa por etapa, quais equipamentos de grande porte deverão estar no canteiro de obra em determinado período, etapas de preparação do material a ser construído, basicamente tudo que ocorre durante a execução da obra é planejada no segundo nível. Já no nível 3, é a parte de gestão do edifício pós ocupado, algum exemplo de manutenção do edifício prevendo quais áreas serão mais afetadas ao longo do tempo e planejando e acompanhando quais deverão sofrer manutenção ao longo dos anos.

Outra questão é a diferença entre as metodologias aplicadas na criação do modelo digital, como ocorre na comparação entre o sistema CAD (tradicional) e sistema BIM, é a categorização dos elementos tais como: janelas, paredes, portas, esquadrias, telhado, etc. essa separação torna possível a quantificação desses elementos individualmente, a partir do qual o computador calcula os dados e gera tabelas. (EASTMAN, 2016)

A implementação de sistemas BIM demanda uma sintonia fina das equipes que irão incorporar esse sistema, a fim de possibilitar que a sua utilização dos sistemas sejam realmente vantajosos em benefício de tempo de projeto, desta forma se faz necessária uma equipe treinada e coordenada com uma dinâmica sintonizada explícita (NAKAMURA, 2014).

Enquanto no Processo de Projeto “clássico” imagina-se em 2D e representa-se em 2D, no projeto de BIM imagina-se em 3D e a representação é através da construção virtual comumente chamada de “modelo”. A representação em 2D, ainda necessária, é quase completamente automatizada, sendo completamente integrada a base de dados externos, vinculada com especificações que no processo de projeto anterior eram desconectados entre si. (KASSEM e AMORIM, 2015,)

A computação gráfica é utilizada pela indústria automobilística desde a década de 70, antes mesmo da construção civil.

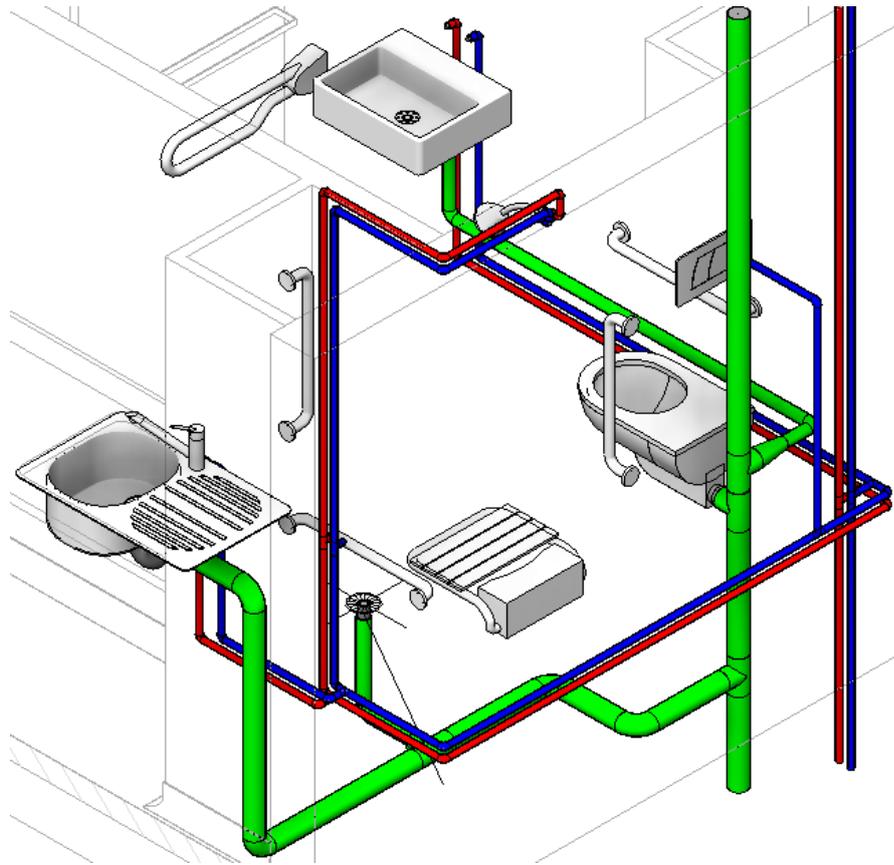
O grande problema quando se começa a pensar em relação a compatibilização de projetos é que quando se trabalha em 2D tudo fica planejado e, por mais que se tenham plantas de vários níveis, se torna difícil acompanhar o que cada projetista está propondo ou se

acontecem interferências entre as várias disciplinas, uma vez que somente depois que o projeto está concluído com todas as partes montadas. Na modelagem e preconcepção é possível fazer a compatibilização de todo o projeto, pois todas as partes componentes serão modeladas e justapostas em uma criação antecipada (3D). O outro ponto é que quando se trabalha em 2D é difícil para um projetista, arquiteto ou Engenheiro responsável pela compatibilização das plantas, abstrair onde está ocorrendo o erro, qual disciplina está interferindo com a outra e que partes estão em conflito em função das soluções adotadas, tornando todo processo ainda mais lento, somado ao fato de que só é possível observar o erro depois de que todas as plantas das diversas disciplinas foram finalizadas e entregues. Esse processo de compatibilização inicia-se colocando planta sobre planta e observando quais plantas estão apresentando interferências com as outras. Por vezes o projeto acaba tendo que voltar para as mãos do projetista autor e recomeçando todo o ciclo demandando muito tempo e retrabalho.

A utilização do sistema de Mechanical, Electrical and Plumbing (MEP) que usuário e o modelo virtual das instalações elétricas hidráulicas ou mecânicas das diferentes articulações referentes ao Edifício basicamente esse processo consiste na criação de modelos tridimensionais das instalações através de um sistema de modelagem onde do mesmo é possível apresentar as representações técnicas esse processo é mais eficiente uma vez que quando se modela dentro do sistema BIM é possível enxergar as diferentes etapas e construção do Edifício a ser construído, isso evita que erros ocorram que durante a sobreposição da maneira pranchas da tradicional e se compatibilizar o modelo 2D.

Já com o uso dos modelos atuais de BIM, é possível simular uma maquete virtual do projeto como um todo possibilitando ao projetista ou gerenciador do projeto observar onde ocorrem as colisões entre, por exemplo, as diversas tubulações. Como informa Chuck Eastman (2016), com o uso dos sistemas Mechanical, Electrical and Plumbing BIM (MEP)(Figura 16), que utilizam serviços de coordenadas **MEP**, torna-se possível a redução de 15 a 20 % do valor da obra. (EASTMAN, CHUCK, 2016)

Figura 16. MEP hidráulica



Fonte: Disponível em: [https://thietkenoithat.net.vn/Nov. 2019](https://thietkenoithat.net.vn/Nov.2019)

2.4.2. O surgimento do BIM e as empresas de software

Eastman destaca a importância dos programas que antecederam os softwares BIM, assim como tais como as linhagens britânicas da RUCAPS para Sonata e Reflex, e Oxsys para BDS e GDS; o francês Cheops e Architrion; o belga Brics, que forneceu a base para o Triforma da Bentley; o sistema de modelagem norte-americano da Baush & Lomb e o Master Architect da Intergraph, entre outros. (EASTMAN, 2016)

Abaixo conforme o (Quadro 1) possível observa a relação de preços e as funções dos diferentes softwares que trabalham com o BIM.

Quadro 1. Programas BIM

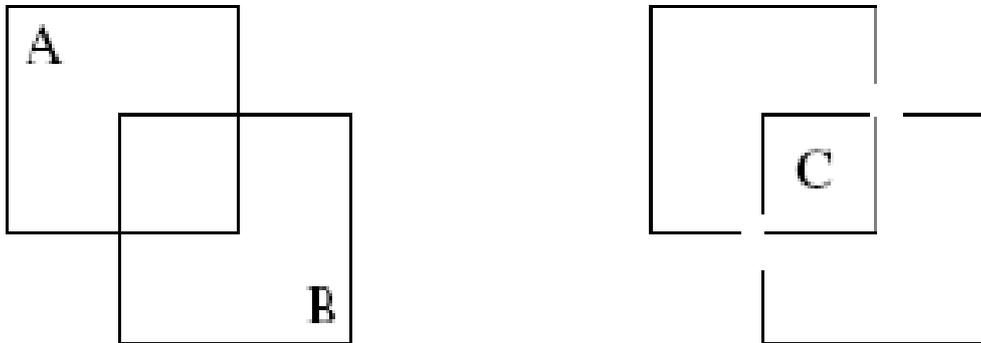
Nome do Programa	Empresa desenvolvedora	Função BIM	Valor do software
All-plan	Nemetschek Group (1983)	Arquitetura, engenharia, MEP	Valor revelado sob consulta ao revendedor
ArchiCAD	Graphisoft (1982)	Arquitetura, engenharia, MEP	2.030,00R\$ / Anual
Autodesk Revit	Autodesk (1982)	Arquitetura, engenharia, MEP	1.417,89R\$/anual a 7.670,55R\$
AECOSim Building Designer	Bentley Building (1984)	Arquitetura, engenharia, MEP	\$5.633,00
DigitalProject	Gehry Technologies (2002)	Arquitetura, engenharia	Valor revelado sob consulta ao revendedor
VectorWorks	Nemetschek Group (1983)	Arquitetura, engenharia, MEP	Valor revelado sob consulta ao revendedor
TQS	TQS (1986)	Engenharia	Valor revelado sob consulta ao revendedor
QiBuilder	AltoQi (1994)	Coordenação na Nuvem (cloud) dos arquivos BIM	Valor revelado sob consulta ao revendedor
TEKLA Structure	Trimble (1978)	Engenharia	Valor revelado sob consulta ao revendedor
BIM 360	Autodesk (1982)	Coordenação na Nuvem (cloud) dos arquivos BIM	Assinatura acompanha a compra dos produtos Autodesk
TRIMBLE CONNECT	Trimble (1978)	Coordenação na Nuvem (cloud) dos arquivos BIM	\$50 por mês
QiCLOUD	AltoQi (1994)	Coordenação na Nuvem (cloud) dos arquivos BIM	Valor revelado sob consulta ao revendedor

Fonte: desenvolvido pelo autor

Muitas aplicações práticas foram então desenvolvidas ao longo do tempo, destacando-se o Vera Project, pela Tekes, da Agência Nacional de Tecnologia da Finlândia. No ano de 2005, Laiserin (2007) e Chuck Eastman organizaram a First Industry-Academic Conference em BIM, conjuntamente a Paul Teichloz (Stanford CIFE). A partir daí, a plataforma BIM começou a ser amplamente divulgada, merecendo destaque, também, as implementações de Rafael Sacks (Israel's Technion) e de Kathleen Liston (doutorado na Stanford/CIFE em simulação 4D-CAD do cronograma da construção, com venda da tecnologia BIM relacionada, através do software da Comany Common Point, Inc.). Ainda aqui também devem ser citados: os escritórios Japão/ EUA, Onuma Inc.(desde 1993, com BIM-open architecture); o software Solibri, da Finlândia (em 1999, com soluções BIM) e outras implementações Finlândia/Noruega; na Ásia, o Governo de Cingapura (com exigências de Legislação e Normas em padrão BIM) (ADDOR, 2009). (SERRA, 2008, p.)

A abstração de que duas formas ocupando o mesmo espaço em determinada representação gráfica, só seria observado por um ser humano, já que o mesmo usa como referência o meio em que vive, onde a física se aplica aos objetos e através de uma correlação causa e efeito, ele entenderia que os dois objetos, não deveriam estar se sobrepondo em uma representação gráfica, uma vez que, dois corpos não ocupam ao mesmo lugar no espaço. Esse processo de identificação dos problemas tem que ser feito manualmente. Já no campo da computação, a máquina não identifica que as duas figuras estão ocupando o mesmo lugar, a não ser que, sejam configuradas para que caso haja contato entre uma figura e outra, o programa alerte que está ocorrendo um erro ou execute alguma outra alteração automatizada na forma. Seguindo o exemplo da (Figura 17) o quadrado “A” interagi com o quadrado “B” que resultado no quadrado “C”, para abstração humana é possível identificar a formação do quadro “C”, no entanto no campo da computação, máquina não entende a formação dessa nova. (DE GODOI, 2015)

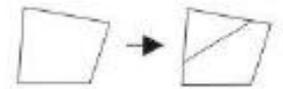
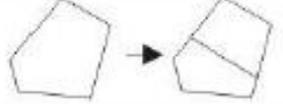
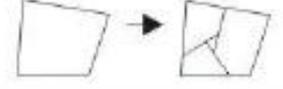
Figura 17. Identificação de forma emergente



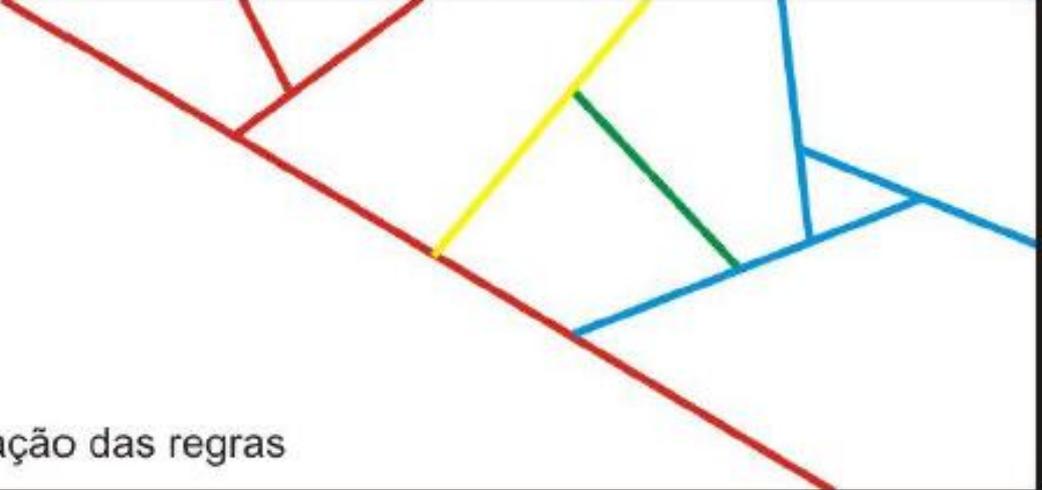
Fonte: Uma interpretação computacional do “de re aedificatoria” para igrejas históricas brasileiras. P, 34.

Vale ressaltar o primeiro software BIM voltado para arquitetura, que foi desenvolvido pelo físico húngaro Gábor Bojár, que em 1982, um ano antes do primeiro computador pessoal, foi capaz de escrever em um PC, um programa de modelagem 3D com detecção de colisões (do inglês: Clash Detection). Essa programação permite com que o computador identifique quando ocorre a sobreposição de elementos, ao exemplo da (Figura 17) o computador identificaria quando a quadrado “A” usaria o quadrado “B” resultado assim no quadrado “C”. (ARCHICAD BRASIL, 2016).

Figura 18. Exemplo de gramática paramétrica: na gramática das janelas tradicionais chinesas cujas regras definem subdivisões dos polígonos, sem definir a posição exata de sua inserção.

Regra 1		Polígono de 3 lados → 1 Polígono de 3 lados e 1 polígono de 4 lados
Regra 2		Polígono de 4 lados → 2 Polígonos de 4 lados
Regra 3		Polígono de 4 lados → 1 Polígono de 3 lados e 1 polígono de 5 lados
Regra 4		Polígono de 5 lados → 1 Polígono de 4 lados e 1 polígono de 5 lados
Regra 5		Polígono de 4 lados → Polígono de 3 lados

Aplicação das regras



Fonte: Uma interpretação computacional do “de re aedificatoria” para igrejas históricas brasileiras. GODOI, 2015 P, 35.

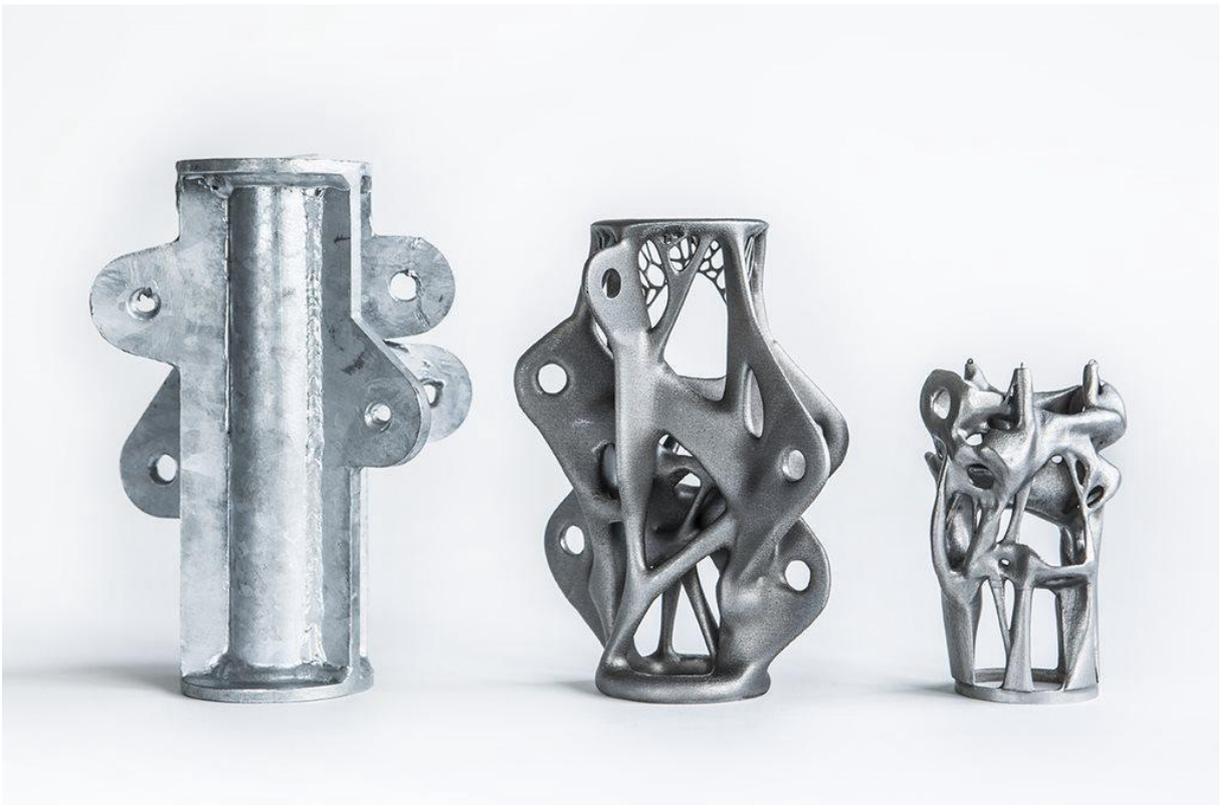
2.5. Novos usos e aplicações do BIM.

Com o avanço na capacidade de processamento, junto a capacidade de interoperabilidade que a internet proporciona, à capacidade de computacional na cloud (Computação em nuvem em inglês, cloud computing), e a disponibilidade processamento ser realizado em servidores na nuvem e não mais necessariamente estarem sob demanda de recursos do sistema de computador, especialmente quanto armazenamento de dados e

capacidade de computação, não mais demandando o gerenciamento ativo direto do usuário (WIKIPEDIA, 2019), permitindo que o computador pessoal aumentasse a possibilidades de processamento em inúmeras vezes em relação ao hardware instalado no computador.

A arquitetura e design utilizam da programação, com o processamento na nuvem, para proporciona cálculos, onde a computação se utiliza desse hiper processamento de dados, para requisitar ao sistema propostas e soluções de seguindo determinadas regras, como, aplicação de força exercida sobre o objeto, a temperatura máxima que o material aguenta, a resistência máxima e mínima da tensão suportado pelo material, como na Figura 19). Esse sistema integrado com a nuvem realizando cálculos que vão além da capacidade humana de processamento, permitindo acesso a um legue de propostas rapidamente acessadas, incalculáveis para o ser humano realizar manualmente.

Figura 19. Generative Design aplicado a objetos de suporte

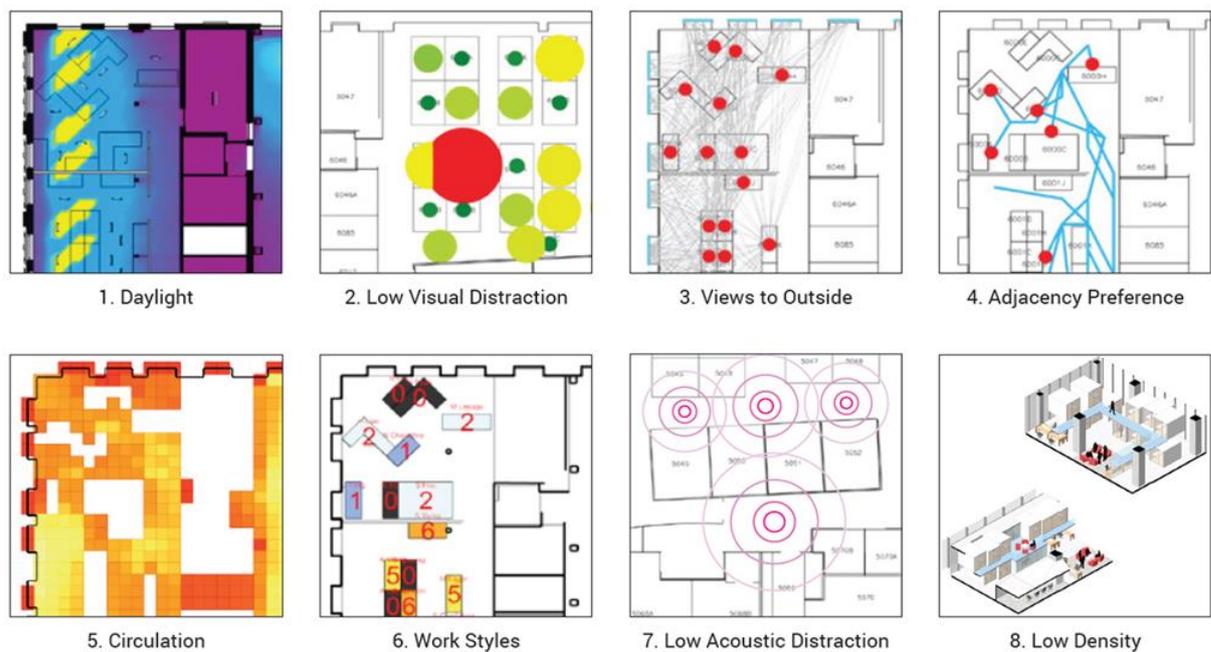


Fonte: disponível em: <https://medium.com/intuitionmachine/the-alien-look-of-deep-learning-generative-design-5c5f871f7d10>. Acessado em: 02.out 2019

Já no campo da arquitetura o arquiteto ou programados pode utilizar o sistema paramétrico, calcular a além da forma em si das edificações: a modulação dos espaços,

calcular a sintaxe espacial, o layout dos ambientes, impacto da insolação no edifício, tudo que possa ser parametrizado. Assim eles (os arquitetos) estipulam o um conjuntos de parâmetros (ou regras) que definem e orientam os cálculos do computador, de maneira que a computação proponha milhares de possíveis soluções, ou seja, computador consegue realizar os cálculos que antes eram feitos de maneira manual pelo arquiteto, o qual, agora lês resta o poder de escolha, entre as milhares de opções, qual convém melhor a sua proposta (Figura 20). Esse processo para a arquitetura e design é nomeado como Generative Desing (Desing generativo).

Figura 20. Generative design aplicado ao desenvolvimentos de layouts arquitetônicos



Fonte: disponível em: <https://autodesk.typepad.com/BIMtoolbox/2017/06/generative-design-applied-on-buildings.html>. Acessado em: 02.out 2019

Essas aplicações, segundo Beirão (2018) em seu ensaio ‘Educação para o arquiteto desempregado na era do educador analfabeto’ articula que tendem a mudar drasticamente a maneira como arquitetura é produzida e mudar radicalmente a maneira como a arquitetura é ensinada, uma vez que com a advento desses sistemas de métodos computacionais contemporâneos, uma boa noção de programação é necessária para articular as abstrações que a arquitetura demanda.

Ele destaca aqui a importância com que a programação adentrou na maneira como produzimos e iremos produzir o conteúdo em diferentes âmbitos do nosso cotidiano, na

construção civil e até mesmo na maneira como dirigimos nossos carros, como é o caso do carro de direção automática da Google. Ele destaca ainda que pela linguagem computacional estar baseada na língua Anglo-Saxônica, se faz necessário o domínio da língua inglesa. Ele afirma que a nossa formação deve ser complementada com um curso de programação uma vez que há uma necessidade de se comunicar com a máquina que usa uma linguagem específica. Ele destaca no seu texto que não se pretende, com essa nova maneira de se abordar a arquitetura, renegar a maneira tradicional como são ensinados conceitos de tridimensionalidade, entendimento da concepção de espaço e outras matérias intrínsecas a maneira como se produz arquitetura. Esta tende a passar por uma drástica mudança promovida pela demanda que os tempos contemporâneos exigem. Exemplo disso é a Cidade Chinesa de Shenzhen, que em 30 anos cresceu de 50 mil para 20 milhões de habitantes. Cada vez mais impõe-se a necessidade de responder em prazos exíguos uma encomenda arquitetônica que exige originalidade, rapidez, rigor técnico e responsabilidade.

A produção de documentação específica para a construção e ampliação, tomando o exemplo de Shenzhen, demanda a especialização daqueles que produzem essa documentação. Esta, por sua vez, tende a requerer uma remuneração mais alta da que é cobrada na produção do método tradicional, em torno de 10 a 20 vezes maior.

Uma vez que hoje em dia já se utiliza em larga escala o BIM nas áreas da construção civil e em seus diferentes setores, se torna possível a produção de conteúdo documental em grande quantidade, com uma precisão elevada permitindo, até mesmo, alterações de última hora no projeto. Esse diferencial é relatado por Harlan Miller, coordenador da UNstudio's computational know ledge Platform que foi keynote speaker na conferência eCAADe em 2018, onde apresentou os critérios de seleção de colaboradores arquitetos no atelier UNStudio de Ben van Berkel. A seleção demandou que os candidatos demonstrassem habilidades em pelo menos um software BIM, numa linguagem de programação paramétrica e de linguagem de programação associada a um modelador paramétrico. Beirão ainda destaca que, segundo Miller, em casos limites a elaboração do projeto, que vai desde o anteprojeto até o projeto executivo, tende a ser executado em um mês. Outro ponto levantado por Beirão, é de que hoje já existem sites como o Website Architectures, que com inteligência artificial, conseguem elaborar um projeto em BIM, a partir de certos parâmetros estipulados pelo usuário, Website Architectures exporta um projeto final em BIM, onde só é necessário fazer alguns ajustes.

O ensino da arquitetura, no entanto, poderá desempenhar um papel fundamental na criação das profissões do futuro, caso saiba incorporar nos programas de estudos conteúdos

avançados relativos às TIC e ainda uma percentagem considerável de espaço de personalização de conteúdos para que o estudante criativo possa encontrar o seu nicho de especialização e conhecimento. Esta alegação parte de um argumento de Richard Florida (de 2002) de que a maioria das profissões de sucesso do futuro ainda estão por inventar. Flórida destaca para as profissões do futuro arquitetura compreende um lixo muito vantajoso em relação aos critérios de seleções para os trabalhos do Futuro uma vez que é estudado durante o curso áreas específicas comum métodos criativos métodos de projetos e multidisciplinaridade, esta por sua vez multidisciplinaridade é destacada como um dos principais requisitos para se introduzir devidamente no mercado de trabalho no futuro.

O ensino da Arquitetura, no entanto, poderá desempenhar um papel fundamental na criação das profissões do futuro, caso se saiba incorporar aos conteúdos curriculares estudos avançados relativos às TIC (Tecnologia da Informação Computacional), bem como uma percentagem considerável de espaço de personalização de conteúdos para que o estudante possa encontrar o seu nicho de especialização e conhecimento. Esta alegação parte de um argumento de Richard Florida (2002) de que a maioria das profissões de sucesso do futuro ainda estão por ser inventadas. Flórida destaca que para as profissões do futuro, a arquitetura compreende um nicho muito vantajoso em relação aos critérios de seleções para os trabalhos do Futuro uma vez que são estudadas, durante o curso, áreas específicas comuns, métodos criativos, métodos de projetos com a introdução da multidisciplinaridade esta, por sua vez, é destacada como um dos principais requisitos para se introduzir devidamente no mercado de trabalho do futuro. Outro ponto a ser levado em consideração, segundo Domingos e Hararri (2019), quando se especula em relação ao futuro das profissões, é a introdução da inteligência artificial e Machine learning (aprendizado de máquina) na maneira como se produz. Isso gera um diferencial produtivo que verifica os conteúdos produzidos. Dessa forma, se entende que logo mais não haverá a possibilidade da checagem humana superar a checagem artificial, como exemplo o autor coloca o ponto de vista dos exames médicos, onde a máquina checaria o exame com mais precisão do que o ser humano. Outro exemplo é o caso da direção automatizada em processo de implementação pela Google, onde carros dirigidos pela inteligência artificial apresentarão menos acidentes do que o ser humano.

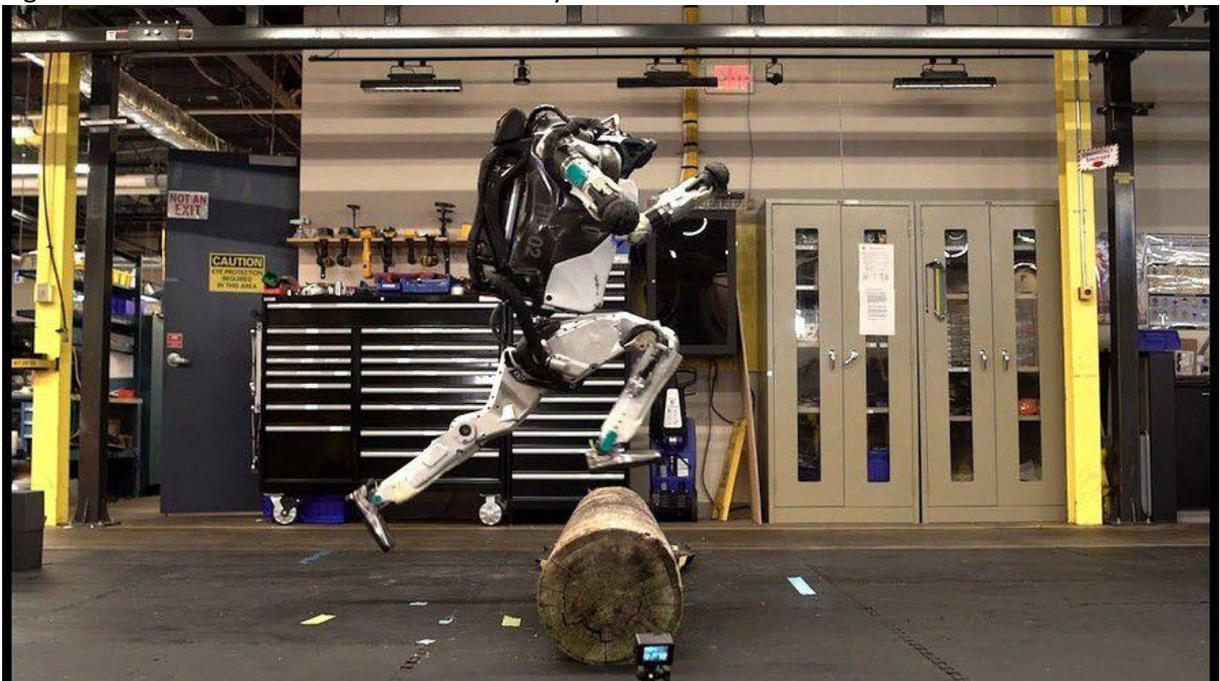
Assim também se especula que, áreas que sofreram uma interferência direta na sua maneira de produção são as áreas das Engenharias, uma vez que o computador consegue fazer os cálculos e a checagem, dos mesmos, de forma mais precisa e rápida daquela realizada pelos Engenheiros. Como exemplo Beirão destaque em seu texto que, um dos seus orientados,

Humera Mughal, está desenvolvendo um software para a otimização da ventilação natural em edifícios verticais.

Este trabalho implica a produção de um software que gera uma variação infinita de soluções formais para edifícios em altura à qual se aplicará um sistema de otimização multicritério por via de um algoritmo genético destinado a seleccionar as soluções óptimas quanto à performance da ventilação natural. A geração de todas as soluções geométricas para esta tipologia de edifícios, está feita 13. Falta o desenvolvimento do software de otimização. (BEIRÃO, 2019)

Outra área que também muda drasticamente nos próximos anos será a execução das obras uma vez que o trabalho manual físico está sendo cada vez mais substituído pelos robôs algum exemplo disso se tem os estudos realizados pelo *Boston Dynamics*, que estão no processo de desenvolvimento de um robô chamado Atlas, que em 2019, já consegue realizar inúmeras ações muito próximas a habilidades humanas, como, dar um saltar da mortal, dar cambalhotas, ficar em pé em duas nas mãos, rolar no chão, correr, saltar obstáculos ou mesmo pular girando no próprio eixo, a exemplo da (Figura 21).

Figura 21. Robô humanoide Atlas da Boston Dynamics saltando sobre um tronco de árvore.



Fonte: disponível em: <https://www.washingtonpost.com/technology/2019/09/25/three-years-ago-he-could-barely-walk-now-atlas-humanoid-robot-is-doing-gymnastics/>. Acesso: 26 set.2019

Outro exemplo são as impressoras 3D que imprimem com concreto, dispensando o controle geométrico da execução por parte do construtor ao exemplo de estudos de casas

residenciais feitas em sua maior parte por esse tipo de impressora 3D, como na (Figura 22). “A impressora 3D Vulcan é capaz de construir uma casa com cerca de 60m² em 12 a 24 horas por US\$ 4 mil por moradia (aproximadamente R\$ 13 mil, em conversão direta). O projeto da ONG *New Story* com a startup *ICON* tem como objetivo usar a tecnologia para a construção de residências em países com baixa infraestrutura.” (RIBEIRO, 2018).

Figura 22. Montagem da casa com impressora 3D Vulcan



Fonte: disponível em : <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/03/impressora-3d-vulcan-constroi-casa-em-menos-de-24-horas-por-r-33-mil.ghtml>. Acesso: 26 set.2019

Beirão completa que a representação técnica do projeto arquitetônico, deixa de ser representada de maneira tradicional através de lápis e caneta, hoje em dia no mercado ela já trouxe só não é desde a introdução dos sistemas CAD, que desde o final da década de 90 são considerados tradicionais no Brasil, Vale ressaltar que hoje em dia quase nem o escritório trabalha ainda a mão usando papel e lápis.

Vale destacar também que arquitetura ainda será necessária mesmo que no futuro próximo ela seja substituída pela programação ainda haverá a função do arquiteto que tenha a capacidade de abstrair as problemáticas relativas ao processo de construção e deve ter a capacidade de debater em igualdade com os programadores. O texto também destaca que boas partes das funções exercidas pelo arquiteto serão substituídas, pelo menos as partes, denominadas hoje maneira tradicional, muito do que se pode especular em relação ao futuro do mercado é que a função do arquiteto será de criar famílias e configurações específicas que

possam ser adaptadas a diferentes projetos assim criando um novo nicho no mercado de trabalho ou se apoderando do que já existe como uma carreira de modelador 3D. Assim segunda pesquisa de **Richard Florida**, o qual Beirão estudou para montar o seu estúdio, grande parte das profissões do futuro ainda estão por serem inventadas e uma das grandes facilidades que o arquitetura tem em relação ah como essas profissões irão surgir no futuro são as características e atributos inerentes à profissão como multidisciplinaridade, processo criativo e método de projeto, isso possibilitará que o arquiteto se posicione em uma condição de destaque em relação a evolução do mercado. Contudo, ao que se constata, o método de ensino tradicional utilizado no mercado de arquitetura, ainda não contempla tais características, Beirão destaca que há possibilidade de que arquitetura perca essa posição de destaque uma vez que não está se adaptando ao futuro do mercado (BEIRÃO, 2019).

O ensino da Architectura tem assim uma oportunidade de luxo para se colocar na frente da formação de tais profissionais, mas para tal terá de transformar profundamente a sua estrutura e qualificar-se pela introdução de educadores alfabetizados apetrechados dos requisitos de literacia mínimos que a formação exige. O caminho de transformação já está iniciado, mas tem ainda a vencer uma barreira resiliente de preconceito. É urgente vencer tal barreira, pois a manter-se conduzirá o ensino da Architectura à perda da sua posição de vantagem. A educação em Architectura tem, portanto, de se renovar. (BEIRÃO, 2019)

2.6. A implementação do BIM na Europa e nos Estados Unidos da América

Nos Estados Unidos da América, país pioneiro na implementação dos sistemas BIM, o uso dos sistemas surge a partir da década 70, porem só foi consolidado dos anos 90 com a o apoio da academia. A primeira turma a utilizar o método BIM foi uma turma de Stanford, uma das mais relevantes faculdades do mundo, ondem foi adotado o método de que metade da turma continuaria usando o método tradicional (CAD) e outra metade da turma usaria o método BIM. No ultimo levantamento, em 2011, foi constado que o curso de introdução ao BIM é um dos mais procurados. A disseminação dos BIM na academia arquitetura tem a ser muito diversificado em todo o EUA, variando de estado em estado. (BAKKER , 2011)

De acordo com (Kassem e Amorim (org), 2015) **BUILDING INFORMATION MODELING NO BRASIL E NA UNIÃO EUROPEIA**. alega, que a iniciativas BIM estão

sendo desenvolvidas e implementadas pelos governos e os motivos incluem. (KASSEM e AMORIM, 2015)

- Melhora a eficiência e sustentabilidade dos projetos e da construção civil em geral;
- Melhorar a previsibilidade de resultados de projetos e o retorno de investimentos.
- Aumentar as exportações e estimular o crescimento econômico.

A indústria da construção tem um importante papel na Economia Europeia, correspondendo aproximadamente a 10% do PIB e gerando 20 milhões de empregos, além de ser uma grande consumidora de produtos intermediários (matéria-prima, produtos químicos, equipamentos elétricos e eletrônicos, etc.) e de serviços relacionados (Comissão Europeia, 2012). As autoridades políticas da União Europeia (UE) reconhecem que o aperfeiçoamento da indústria da construção é importante não apenas para o crescimento e a geração de empregos, mas também para a sustentabilidade do próprio setor. A indústria da construção europeia está, de fato, enfrentando custos altos de energia, preocupações ambientais e maior competição com operadores fora da EU (Comissão Europeia, 2012). (KASSEM e AMORIM, 2015, p. 58).

O Reino Unido, a Holanda, a Dinamarca, a Finlândia e a Noruega já exigem o uso do BIM para projetos financiados com recursos públicos. Em Marco de 2014, a EU (União Europeia) fez referência explícita a esse Modelo na Diretiva Europeia relativa a Adjudicação de Contratos Públicos e anunciou que os Estados Membros podem requisitar o uso do BIM e de trabalhos digitais em contratos públicos. (OJEU, 2014).

3. A IMPLEMENTAÇÃO BIM NO BRASIL

Características do Brasil que interferem na implantação do BIM (Building Information Modeling) país. Pontos a serem destacadas, a posição econômica que o Brasil tem no cenário mundial, a cultura que é desenvolvida no Brasil em relação as obras de construção civil (a maneira como a sociedade intendente e se apodera da relação com os agentes que constroem) o volume de obras e a força da indústria no cenário nacional e internacional.

No caso do Brasil um fator importante para a implementação dos sistemas CAD no Brasil foi o incentivo do governo federal através de uma portaria do MEC a 1770 que institui a que universidades deveriam incluir na sua grade curricular do curso de arquitetura e urbanismo a disciplina de informática para Arquitetos Uma vez que a implementação dos sistemas CAD em outros países das início na década de 70 porém só o destaque relevante no Brasil a partir da década de 90 com a implementação das normas citadas acima esse hiato entre o desenvolvimento da tecnologia a implementação dessa tecnologia por outros países e a implementação do Brasil, com raras exceções sobre a implementação do CAD antes da década de 90 no Brasil.

3.1. Como os brasileiros “lidam” com arquitetura influência na implementação do BIM.

Um ponto a ser levado em consideração quando se analisa a implementação dos sistemas BIM no mercado brasileiro a partir da década de 60 houve uma mudança no padrão construtivo implementado aqui no Brasil de maneira que até a década de 60 havia escritórios de construção civil entre "arquitetura e Engenharia" que tinha uma Filosofia de incorporar um grande número de funcionários que trabalhavam em um único projeto de maneira que um único escritório é responsável por diferentes etapas de elaboração do projeto a ser construído, porém, a medida em que a demanda de projetos de construção civil foi se intensificando houve uma mudança no mercado de maneira que as funções que antes eram atribuídas aos funcionários de uma mesma empresa, começaram a ser rateados em diferentes escritórios que assumiu uma posição pontual em relação à construção a ser realizada, isso faz com que aconteça uma grande mudança na maneira com que o mercado de arquitetura e engenharia atuam, onde havia um grande escritório que assume toda a responsabilidade sobre o projeto,

agora ocorre que existem vários escritórios menores que assumem projetos específicos da obra, como engenharia elétrica, engenharia hidráulica, arquitetura, arquitetura da fachada, etc. (MIKALDO, 2008)

Abrindo brecha para a possibilidade de uma competitividade entre os escritórios, que agora passou a ter um quadro com funcionários menor, exercendo funções voltadas para áreas específicas, tendo a oportunidade de pegar um fluxo de trabalho maior, com um menor preço, focando em uma área específica. Outro ponto a ser levado em consideração, foi a mudança que ocorreu ao longo das últimas décadas no Brasil onde o curso superior se tornou cada vez mais acessível à população havendo assim uma explosão de arquitetos e Engenheiros no mercado da construção civil uma vez que, apesar do constante Êxodo das zonas rurais para as cidades, a maioria dos locais onde que foram ocupados foram em zonas que são desvalorizadas por mercado imobiliário, com zonas de morros, encostas, alagados e mangues, áreas que não são ideais para moradia, outro ponto a ser levado em consideração quando pensamos na construção dessas moradias onde que não houve um acompanhamento de arquitetos, urbanistas, engenheiros (agentes da construção civil, sim como em sua grande maioria das áreas que foram habitadas por necessidade, ocupando lugares muitas vezes marginalizados, como ocorre no caso das favelas. Isso impacta diretamente na relação com a área de construção civil uma vez que se entende que no Brasil não tem hábito de utilizar da arquitetura como fundamento de uma vida com qualidade e para grande parte da população a contratação de um responsável técnico como um arquiteto ou um engenheiro para a elaboração de um projeto residencial está diretamente relacionado a lógica da cultura brasileira onde, cerca de 70% das pessoas que compõem a população economicamente ativa afirmam que contratariam os serviços de um arquiteto e urbanista para construções ou reformas. A parcela dos que já contrataram os serviços de arquitetos e urbanistas é de 7%. Entre as pessoas com curso superior e das classes AB, essa taxa é mais que o dobro, chegando a 16%. (FOLHA, 2015)

Na pesquisa realizada pelo Data Folha em parceria com CAU BR mostrou que dos entrevistados, 54% já fizeram reformas ou construções. Destes, **menos de 15% utilizaram os serviços de um arquiteto ou engenheiro na obra.**

É possível constatar que ainda em 2015, boa parte das construções civis, principalmente de residenciais, não tem o envolvimento de um arquiteto ou engenheiro em torno de 80% são realizadas sem nenhum desses dois profissionais. Assim levando em consideração esses dois fatores que por um lado a saturação do mercado com a quantidade de arquitetos e engenheiros que se disponibilizam a fazer um projeto de construção civil, sem

formação do a total imersão dos no caso uma casa ou mesmo não edifício, por outro lado, existe uma grande parte da população que não tem a habito de contratar um arquiteto para a construção.

A partir dos anos 60, a uma divisão dos escritórios de arquitetura em escritórios cada vez menos, com menos funcionários, isso se mostra mais acentuada nos dias atuais onde os escritórios pequenos tentam o tempo inteiro oferecer o menor preço para uma demanda relativamente pequena faz com que o mercado gaste muita energia tentando colocar o menor preço possível nos seus projetos uma tchau a necessidade de manter um fluxo muito grande de projetos rodando dentro do escritório não permite ao escritório pequeno ter uma filosofia de atualização em relação as técnicas de desenvolvimento de projeto com eficiência.

No Brasil, ainda estamos no nível 1 do BIM, o percentual de utilização nacional da ferramenta gira em torno 20% , segundo dados da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CEBIC) muito disso é devido a implementação tardia dos softwares BIM aqui no mercado brasileiro, assim como aconteceu com CAD, o BIM, também encontra-se atrasado em mais de uma década ao cenário internacional (Figura 23). (GONSALEZ, 2016, p. 13).

Figura 23. Início das implementações CAD e BIM no Brasil e no exterior.



Fonte: BAKKER, 2011,p. 168

Com a implementação do BIM é entendido que uso da computação será um benefício principalmente para a indústria, já que com a produção mais precisa é possível demandar não

só quantitativos mais precisos mas também de peças que podem ser produzidas com precisão milimétrica, isso só é possível com o auxílio da computação.

A indústria de construção no Brasil está entre as maiores do mundo, sendo responsável por 2% da indústria Global. (KASSEM e AMORIM, 2015)

Porem chama atenção para algo característico de nossa cultura (Brasileira), que é não utilização de projetos. No entendimento dos políticos projetos são coisas secundarias. Eu mesmo já ouvi um ministro do planejamento, na época *Fernando Bezerra Coelho*, que respondeu quando perguntado sobre o projeto de transposição do *Rio São Francisco*, que não precisava de um projeto executivo. Veja um ministro do planejamento responde assim sobre uma obra que movimenta bilhões de reais. Isso faz parte da cultura latina que não é de planejamento, a obra começa e os projetos vêm “a reboque”.(Fernando Guerra. entrevista pelo Autor)

Percebe-se que o BIM implica em uma alteração radical do processo de projeto, que se reflete em uma determinada articulação de atores da estrutura produtiva local. Esta articulação varia conforme países e regiões e no âmbito deste estudo vamos focar no Brasil, mas sempre lembrando que ele é inserido no MERCOSUL por razões culturais, legais e mercadológicas.

De acordo com esta abordagem, para avaliar a difusão do BIM devemos analisar diferentes dimensões, através dos respectivos indicadores, a saber:

- A. No conhecimento do corpo técnico, seja na área de formação, seja na capacitação atual. Na primeira, um bom indicador são as publicações acadêmicas, na segunda, os artigos técnicos em revistas e outras publicações especializadas.
- B. Na organização técnica, seja na organização do trabalho, seja por ações de empresas, sempre levando em consideração a setorização básica de empresas de construção de edifícios, infraestrutura, projetos e consultoria etc.
- C. Na estrutura técnica, representada pelos equipamentos, aplicativos e redes de comunicação disponíveis.
- D. No arcabouço regulatório, representado pela legislação, normas e regulamentos pertinentes.

Vale destacar que o modo de produção, grau de formalização e normalização de processos de produção difere conforme país ou região.

O mercado Brasileiro da construção civil aos poucos avança na modernização de seus métodos de elaboração de projetos, gestão e acompanhamento na execução da obra.

Como a implementação do BIM é tema que já tem mais 20 anos, governo Brasileiro começa a tomar iniciativas de incentivo a utilização no país. Criando um conjunto de regras para tentar regularizar e regulamentar a maneira como o BIM será incorporado nacionalmente. Até data do desenvolvimento dessa pesquisa, ainda existem poucas normas, regulamentos, produtos e serviços sobre para Building Information Modelling (BIM) customizados ao modo Brasileiro projetar. Entretanto, destaca que o uso do BIM será obrigatório, para obras públicas, a partir de 2021 nos projetos e construções brasileiras, o que se executa que haja um avanço no que diz respeito as áreas citadas a cima. Esse foi o teor do Decreto Presidencial assinado no ano de 2018 para democratizar a plataforma no país. (GOVERNO FEDERAL, 2018)

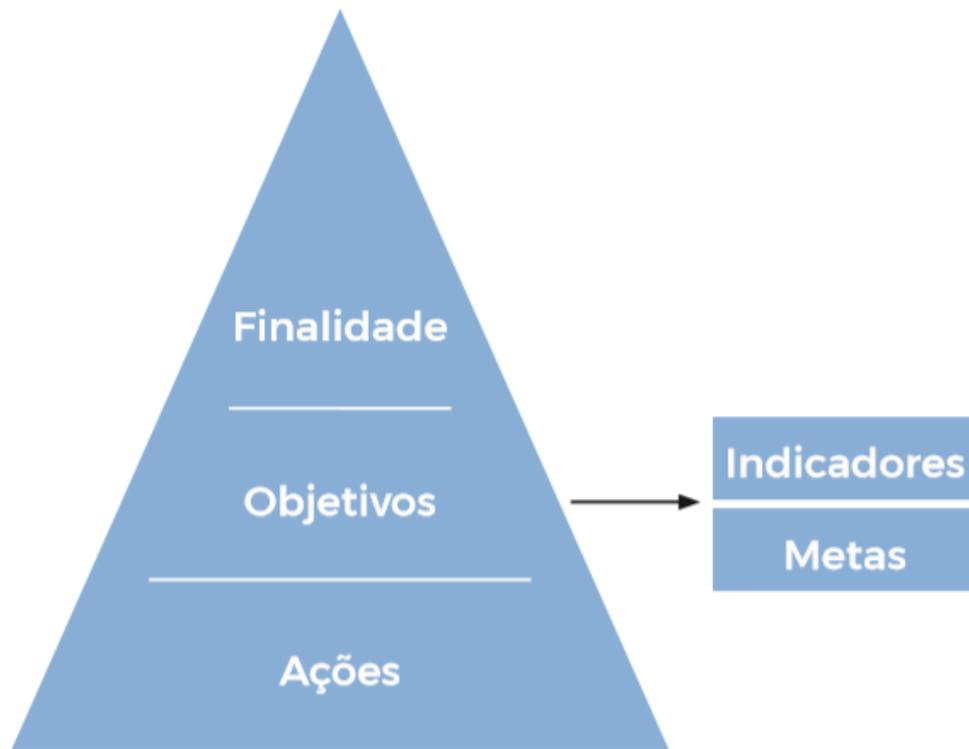
3.2. Estratégia BIM BR

O Governo Federal lançou, no dia 16 de maio de 2018, estratégia para promover a inovação na indústria da construção. A Estratégia BIM BR, instituída pelo Decreto nº 9.377, de 17 de maio de 2018, tem como finalidade promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no País. ((GAT-BIM), 2018)

Assim o governo lança a estratégia BIM BR, justificando o que com a implementação do BIM no mercado de trabalho ocorrerá gradativamente um processo de fiscalização qualificada nas obras, públicas uma vez que um o sistema o gerenciamento de obras públicas será mais eficiente segundo o governo cita caminho que outros países seguiram a implementação do sistema BIM assim fizeram continuo de fiscalizar com eficiência.

Outra meta a ser atingida é fortalecimento das relações públicas e privadas desenvolvimento de uma participação entre uma entre órgãos públicos e privados e assim aumentar o rendimento e a eficiência nas suas negociações (Figura 24).

Figura 24. Finalidade, objetivos, ações, indicadores e metas.



Fonte: Estratégia BIM BR. Acessado em: 26 Nov. 2018.

Deve ser levado em consideração que a implementação do BIM na economia de um país, tem potencial para influenciar drasticamente na economia do mesmo, uma vez que a automação do processo construtivo permite abrir possibilidades para movimentar uma pasta que está na casa dos bilhões de reais, como a da construção civil, esta pasta por sua vez também tem influência em outras áreas que não estão ligadas diretamente, mas indiretamente, como é o caso da ciência e tecnologia, ou mesmo a da saúde. Na

Figura 25) é possível ver quais comitês foram consultados pela estratégia BIM BR.

Figura 25. Comitê de gestão

- Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, que exercerá a presidência;
- Casa Civil da Presidência da República;
- Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações;
- Ministério das Cidades;
- Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão;
- Ministério da Defesa;
- Secretaria-Geral da Presidência da República;
- Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil;
- Ministério da Saúde.

Fonte: Estratégia BIM BR. Acesso: 26 Nov. 2018

A estratégia ainda destaca nos tópicos de meta, um estudo feito pela Fundação Getúlio Vargas, que apontou que no ano de 2018, as empresas que trabalham com BIM equivalem a vale a 9,2% do mercado e que as mesmas movimentam dos 5% PIB da construção civil no Brasil. (GOVERNO FEDERAL, 2018)

3.2.1. Metas

Estratégia BIM BR o governo estabelece algumas metas a serem alcançadas durante esse processo de consolidação do sistema BIM no mercado brasileiro abaixo é possível ver pontualmente quais são as metas estabelecidas por essa estratégia.

1. Aumentar a produtividade das empresas em 10% (produção por trabalhador das empresas que adotarem o BIM);
2. Reduzir custos em 9,7% (custos de produção das empresas que adotarem o BIM);

3. Aumentar em 10 vezes a adoção do BIM (hoje 5% do PIB da Construção Civil adota o BIM, a meta é que 50% do PIB da Construção Civil adote o BIM);
4. Elevar em 28,9% o PIB da Construção Civil (com a adoção do BIM, o PIB do setor, ao invés de se elevar 2,0% ao ano, patamar estimado sem alterações no *status quo*, elevar-se-á em 2,6% entre 2018 e 2028, ou seja, terá aumentado 28,9% no período, atingindo um patamar de produção inédito).

Esse trabalho faz uma análise sobre como as metas propostas pelo governo através da Estratégia BIM BR influenciam em relação à economia do mercado da construção civil brasileira.

Meta numero 1. A uma relação muito forte entre a eficiência na elaboração do projeto, com a automatização desse processo, o ganho de eficiência e agilidade sobre a demanda aumente. Assim o governo entende que com a implementação do BIM haverá um aumento na quantidade de demanda sobre determinados produtos relacionados construção civil.

Meta numero 2. Quando se fala na produção eficiente de objetos construídos industrialmente, a elaboração do projeto é de fundamental importância para a execução eficiente do objeto, através da modelagem tridimensional e com o gerenciamento gerado pelo BIM é entendido que a indústria, ao produzir peças para construção civil seguindo essas diretrizes de automação, haverá uma eficiência maior na produção dos objetos a serem construídos essa produção eficiente gera uma redução de custos para as empresas que adotarem o BIM.

Meta numero 3. Conforme mostram os estudos relacionados a implementação do BIM a adoção do método BIM gera benefícios econômicos para a produção da construção civil assim quanto mais for a sua utilização mais lucrativo é os resultados com eles a cansados com isso em mente a estratégia visa o aumento da utilização do BIM pela indústria da construção civil que passa de 5% para 50%

Meta numero 4. Com a implementação do BIM no mercado da Construção Civil brasileiro fica como meta o aumento de 28,9% no PIB da construção civil ao longo de 10 anos.

O governo assim lança uma linha do tempo em relação ao período de implantação do sistema BIM no Brasil eles estaca que para obras do poder público deverá ser apresentado um conjunto de informações técnicas construídas em BIM no primeiro no primeiro período de tempo será necessário somente o que que haja o modelo tridimensional em projeto de arquitetura e construção civil junto com o projeto de hidráulica, AVAC e elétrica na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica a partir desses modelos.

Em 2024 a meta é que o projeto a ser entregue se aprofunda mais na tecnologia e desenvolva o planejamento e o orçamento da obra, a ser entregue junto ao projeto arquitetônico.

A partir de janeiro de 2028: passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fase, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão.

Mas o mesmo aconteceu na década de 1980, quando a tecnologia CAD (Computer Aided Design) veio ao Brasil. À transição não foi simples, segundo Scheer. Mas hoje é possível perceber quão forte é sua utilização no mercado, depois que os profissionais da construção passaram por capacitação. No caso do CAD, ele permite apenas que se crie representações de elementos construtivos, e não uma simulação virtual completa da obra como é no BIM. (2B EDUCAÇÃO, 2018)

3.2.2. Resultados esperados

Governo federal estipula através da cartilha da Estratégia BIM BR resultados a serem alcançados ao longo do prazo de implementação do sistema entre eles está a segurar o ganho de produtividade no setor de construção civil reduzir o prazo para conclusão das obras e melhor transparência no processo licitatório abaixo Segue uma lista de resultados esperados.

1. Assegurar ganhos de produtividade ao setor da construção civil:
2. Proporcionar ganhos de qualidade nas obras públicas:
3. Aumentar a acurácia no planejamento de execução de obras proporcionando maior confiabilidade de cronogramas orçamentação;

4. Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio de redução de resíduos sólidos da construção civil;
5. Reduzir o prazo para conclusão de obras;
6. Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
7. Reduzir a necessidade de aditivos contratuais de alteração de projeto, de elevação de vocação do Prazo de Conclusão de obras;
8. Elevado nível de qualidade profissional na atividade produtiva estimular a redução do custo existente no ciclo de vida dos Empreendimentos.

Resultado 1. Com a utilização do BIM é possível se ter um controle melhor sobre como ocorrer o processo de criação do projeto até a fase de gerenciar como ocorrera o pós-obras. Isso resulta em uma melhor gestão de todo o processo construtivo desde a demanda de materiais até a após a ocupação do que foi projetado.

Resultado 2. A utilização do BIM proporciona um melhor resultado na qualidade do projeto uma vez que com a automatização dos processos construtivos o gerenciamento dos materiais o mesmo planejamento das etapas é feito de modo automatizado evitando assim a interferência humana.

Resultado 3. Outra característica que é importante ser levado em consideração sobre como são feitas as obras públicas no Brasil é a interferência política na elaboração das obras, uma vez que o Brasil é reconhecido como um país que ocorre a prática da corrupção em obras públicas, como resultado dessa constante influência na elaboração das obras, uma quantidade de falhas oriundas de esquemas para burlar a qualidade da obra, a fim de obter maior lucratividade, acaba indo de encontro a qualidade de vida da obra ou mesmo o prazo em que ocorra a conclusão da obra.

Resultado 4. A gestão eficiente da obra influencia diretamente na quantidade de demanda dos recursos naturais que serão necessários para a sua construção uma vez que se tem uma demanda precisa ou o mais eficiente possível se entende que o desperdício de recursos ocorrerá com menor Impacto ao meio ambiente

Resultado 5. Outro ponto a ser levado em consideração é que, quando se fala sobre essa implementação do sistema BIM, a logística sobre a execução da obra tende a ser mais eficiente evitando, assim o deslocamento de materiais sem uma gestão eficiente uma vez que é oferecido pelos sistemas BIM uma planejamento eficiente da obra, o que permite um controle eficaz dos prazos em que os materiais estarão na obra, em seu devido prazo estipulado ou mesmo quando cada equipamento estará presente na obra como guias, tratores e caminhões.

Resultado 6. Qual a automação da elaboração de projetos a prática de pular processo licitatório se torna mais difícil uma vez que todo sistema é feito automaticamente e gerenciado pelo sistema BIM este por sua vez faz os cálculos automaticamente sobre como ocorrerá o processo da obra como, por exemplo: a tabela de quantitativos de materiais que é gerada automaticamente só será alterada se for gerado no projeto um elemento a mais para ser quantificado na tabela.

Resultado 7. Com a automação do processo construtivo o melhor controle do gerenciamento da obra ocorre nas etapas de pré-projeto onde e quando se entrega o projeto executivo já é possível visualizar o custo total da obra O que pode reduzir a necessidade de aditivos contratuais na alteração de projetos, e do melhor controle do prazo para conclusão da obra uma vez que é planejado com antecedência todas as etapas projetuais da execução da obra

Resultado 8. O próprio método da utilização do BIM permite que o arquiteto elabore determinados conceitos sobre o projeto arquitetônico se desprendendo do processo de gastar tempo e energia com a representação técnica, uma vez que, ela acaba por ser resultado da modelagem tridimensional que o arquiteto produz, isso permite uma maior liberdade na sobre o projeto sem perder na qualidade da atividade produzida. A elaboração do projeto eficiente influencia diretamente no ciclo de vida da obra é esperado que com a implementação do BIM ocorra uma melhor gestão a longo prazo da obra.

3.2.3. Objetivos específicos

Como objetivos da Estratégia BIM BR incentivar a implementação do BIM no mercado no trabalho brasileiro para isso incentiva os órgãos públicos a participarem dessa difusão assim como também estimula tanto a capacitação para pessoas operar em com o BIM quanto a divulgação dos sistemas vim para o mercado brasileiro. Segundo a cartilha distribuída pelo governo federal os objetivos são:

- Difundir o BIM e seus benefícios;
- Ordenar a estruturação do setor público para adoção do BIM;
- Criar condições favoráveis para o investimento público e privado em mim;
- Estimular a capacitação em BIM;

- Por atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e contratações públicas com o uso do BIM;
- Desenvolver normas técnicas guias e protocolos específicos para adoção do BIM;
- Estimular o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM;
- Incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM.

ABNT preparou algumas normas técnicas para conteúdo a ser desenvolvido para o BIM (Building Information Modeling) no mercado brasileiro.

Diferença entre NBR (normas técnicas brasileiras) e ISO (normas técnicas de abrangência internacional elaboradas em conjunto com a ISO – International Organization for Standardization) é que NBR são as normas técnicas brasileiras e a ISO são normas técnicas internacionais, que também podem ser adotadas pelas normas ABNT.

Até onde essa pesquisa pode apurar a distribuição das ABNT para o BIM ainda são pagas, não foram compradas para essa pesquisa. No entanto foi possível montar um quadro com a temática e o código de cada e o número de cada uma delas conforme (Quadro 2).

Quadro 2. NBR e ISO elaborados para o BIM distribuídas pela ABNT

Nº	TITULO	DATA
ABNT NBR 15965-3:2014	Sistema de classificação da informação da construção	2014-12-16
ABNT NBR 15965-7:2015	Sistema de classificação da informação da construção	2015-12-01
ABNT NBR ISO 12006-2:2018	Construção de edificação - Organização de informação da construção	2018-02-27
ISO 12006-2:2015	Building construction -- Organization of information about construction works-- Part 2: Framework for classification	2015-05-08
ISO 15686-4:2014	Building Construction -- Service Life Planning-- Part 4: Service Life Planning using Building Information Modelling	2014-01-14
ISO 16739-1:2018	Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries-- Part 1: Data schema2018-11-23	2018-11-23
ISO 19650-1:2018	Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) -- Information management using building information modelling-- Part 1: Concepts and principles	2018-12-07
ISO 19650-2:2018	Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) -- Information management using building information modelling-- Part 2: Delivery phase of the assets	2018-12-07
ISO 29481-1:2016	Building information models -- Information delivery manual-- Part 1: Methodology and format	2016-04-26
ISO 29481-2:2012	Building information models -- Information delivery manual-- Part 2: Interaction framework	2012-12-12
ISO/TS 12911:2012	Framework for building information modelling (BIM) guidance	2012-08-31

Fonte: Quadro elaborado pelo autor. Disponível em:

<http://www.abnt.org.br/pesquisas/?searchword=BIM&x=0&y=0> Acesso: 09/Out/2019

4. COMPARAÇÃO E ENTRE O MÉTODO TRADICIONAL E MÉTODO BIM

Em que a tecnologia evolui a incorporação da tecnologia aos métodos de desenho vem aprimorando cada vez mais, com tudo a medida que essa tecnologia vem sendo implementada a incorporam por o seus operadores, gera uma mudança na maneira de pensar o projeto arquitetônico e de elabora-lo métodos de desenho.

O diferencial entre o método CAD (Processo hoje definido como tradicional) e métodos que utilização a programação em BIM, é que quando se constrói o modelo tridimensional não se é possível retirar do modelo informações relativas ao desenho técnico da obra como elevação, fachadas, cortes e plantas, mas, também informações técnicas como quadro de áreas ou quantitativo de materiais, estes são extraídos automaticamente pelo programa. Esse processo de automação do método produção do desenho arquitetônico utilizando ferramentas BIM, muda radicalmente a maneira como se elabora os projetos. Entre outros fatores há uma liberdade para que o projetista tenha mais tempo para se focar na concepção ou na resolução de determinados problemas e não precisar se dedicar tanto a parte de representação técnica do projeto. Além de que a automação do processo reduz a quantidade de erro humano, já que os cálculos são gerados automaticamente pelo computador, sem a interferência direta do operador, que só coleta de dados fornecidos pelo programa, resultado das modelagens realizadas pelos agentes que operam o programa.

Foram analisados estudos de comparação entre o método tradicional e processo BIM. para a análise da compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM.

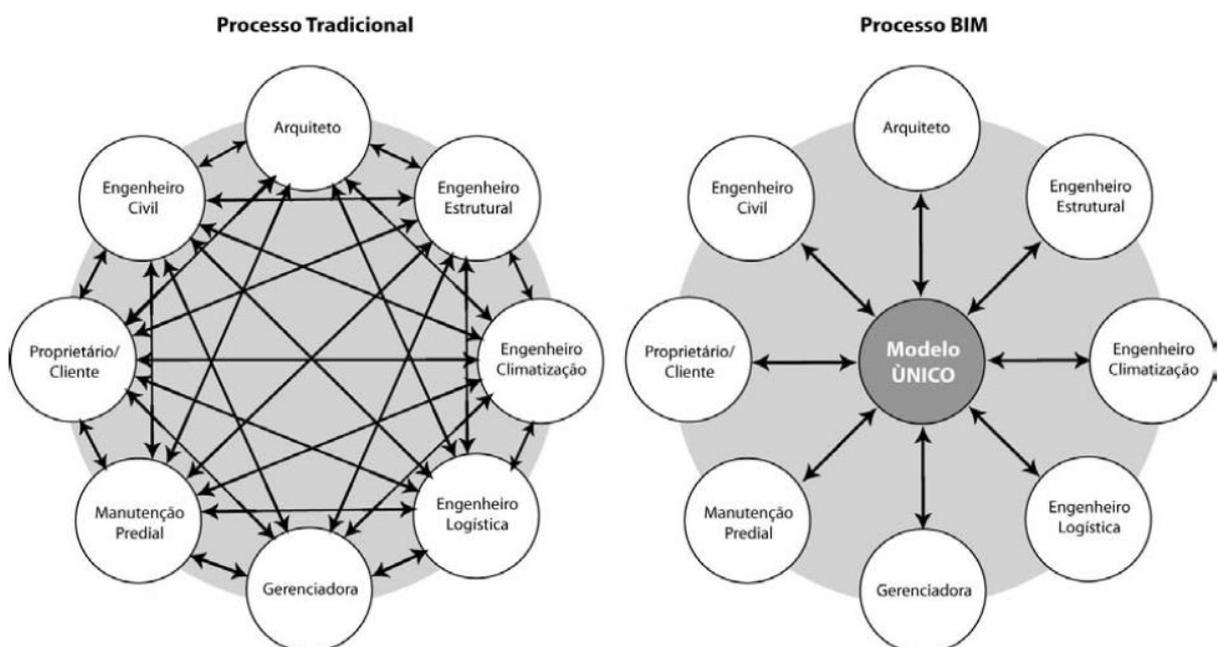
Análise feita por o Renata e Goes, também destaca que como o apartamento é feito. E ela realiza compatibilização de um projeto de um edifício residencial, abrangendo os principais subsistema ou projetos complementares. O projeto analisado possui dois pavimentos com 4 apartamentos tipo por andar, além de dois apartamentos duplex totalizando 10 apartamentos.

Como o modelo do pavimento tipo será reproduzidos nos outros andares, falhas que ocorrerem na etapa de pré-projeto serão multiplicada pela quantidade de pavimentos replicados, o que aumentaria o custo de produção, então quanto mais eficientes e preciso for o anteprojeto mais econômico ele será (HELOISA e DE GOES, 2011).

O estudo de caso comprovou que o processo de compatibilização utilizado modelos BIM detectou 75% mais interferências e inconsistências que o método convencional em CAD 2D. Isto se deve em parte a maior facilidade de visualização do modelo virtual, e aos atributos automáticos dos softwares utilizados para verificação de incompatibilidades. Por outro lado, a análise das interferências encontradas em ambos os casos mostrou que o próprio procedimento de execução dos modelos BIM afeto a avaliação e a percepção do projetos, permitindo a detecção de um numero maior de problemas, de tipos diferentes dos encontrados pelo procedimento convencional. (HELOISA e DE GOES, 2011)

A dificuldade na compatibilização de projetos, quando se trabalha com o método tradicional, é que cada arquivo é criado compartilhado entre todos os agentes projeto criando resultando em múltiplos arquivos, onde é necessário interpretar como um projeto único tentando compor um modelo único, o que dificulta a visualização de falhas durante a compatibilização. Já no sistema Bim o modelo é criado através de um modelo ruim e todas as informações são depositadas e sobrepostas em cima desse modelo alimentando um arquivo Central com todas as informações (Figura 26).

Figura 26. Processo BIM como contraponto ao processo tradicional de projeto.



Fonte: Buschinelli e Goes (apud) PRIES 2010

5. OLHAR DOS PROFISSIONAIS E DA ACADEMIA DE RECIFE -PE

Para desenvolver um raciocínio sobre como está sendo implementado o BIM no Recife é necessário conversar com os diferentes agentes que trabalham nessa divulgação tanto o empregador que contrata as pessoas habilitadas para trabalhar em com a ferramenta quanto os profissionais que formam esses empregados com a habilidade de trabalhar na ferramenta.

Pesquisa fazer uma análise através de entrevistas com diferentes profissionais do cenário da acadêmica a fim de entender em que medida a implementação do BIM está avançando no mercado de Recife - PE. Para isso foi entrevistado entre outros funcionários arquitetos que tentaram utilizar o sistema, professores que estudam o tema da tecnologia voltado para arquitetura de projetos e escritórios da Grande Recife que estão em atuação no mercado de trabalho.

No outro aspecto a pesquisa também faz entrevistas com os profissionais responsáveis pela contratação de quem sabe utilizar a ferramenta.

5.1. Metodologia adotada

A metodologia adotada foi uma entrevista com os pesquisadores que trabalham com formação de profissionais de arquitetura. Para isso foi desenvolvido um questionário pelo autor, com o intuito de compreender o que pensam esses profissionais, sobre diferentes atividades voltadas para a prática do BIM e sobre a incorporação da ferramenta na cidade do Recife.

Assim os entrevistados para a parte da entrevista voltada para academia foi entrevistado Alexandre Braz, professor da Universidade Federal de Pernambuco, que estuda o desenvolvimento de tecnologias voltadas para área de elaboração de projetos. O professor Bruno Ulisboa que ministrou no Recife um curso sobre sistemas paramétricos aplicados a arquitetura. O Professor Fernando Guerra professor da Universidade Federal de Pernambuco responsável por profissionais na elaboração de projetos arquitetônicos.

Foram realizados questionários em escritórios atuantes na área do Recife, com intuito de justificar a hipótese. Para isso, foi executado o questionário desenvolvido por Ana Paula Carvalho Pereira, em seu mestrado de arquitetura e urbanismo, onde ela realizou uma análise sobre implementação do BIM na Salvador Bahia.

5.1.1. A academia

A primeira pergunta do questionário tem o objetivo de entender como os pesquisadores tiveram contato com a tecnologia BIM. Os pesquisadores constataram que foi uma evolução na representação gráfica no computador, voltada para a construção civil. Segundo Alexandre Braz foi uma evolução das representações de desenhos que partiram dos modelos CAD, já este por sua vez foi uma evolução da representação dos desenhos da prancheta representados agora através de um sistema de bits.

Fernando Guerra constata que a medida que a tecnologia evoluiu da reapresentação de projeto o computador passou a ser o novo método de projetar utilizado pelos Arquitetos, quando chegaram as novas tecnologias foi-se tentado implementar o BIM no seu escritório porém sem sucesso uma vez que os arquitetos colaboradores não se adaptaram a nova tecnologia e os parceiros preferiam trabalhar em CAD.

Já para Bruno Ulisboa o processo começou em 2006, a partir da divulgação de um programa BIM, em um workshop realizado pela empresa que fabricava o software, porém poucas pessoas tiveram interesse em trabalhar com o programa na época.

A segunda pergunta tem o intuito de compreender como os entrevistados entendem como a implementação do BIM impactará no mercado de Construção Civil brasileiro nos próximos anos. Alexandre lembrou que ao longo da evolução dos processos construtivos a técnica e a ferramenta foram essenciais para a evolução do resultado final da forma citando as colunas gregas e como os gregos conseguiram desenvolver a habilidade de elaborar tal forma. Bruno ressaltou que, comparado a elaboração de projetos na Europa, onde algumas cidades são projetadas completamente em BIM, o Brasil ainda está muito aquém de implementar essa tecnologia nesse nível e a medida em que isso for enfrentado a de mudar a compreensão dos escritórios sobre o tema. Quanto a Fernando destaca que o impacto será total uma vez que o próprio Governo Federal já está se adaptando para cobrar os projetos em BIM.

A terceira pergunta era voltada para a estratégia BIM BR, o objetivo era a entender em que medida a implementação dessa estratégia, impactaria na implementação do BIM no mercado brasileiro. Dos entrevistados somente Fernando conhecia a estratégia, disse que a partir do momento em que o governo começasse a cobrar a utilização do BIM o próprio governo sentiria o impacto da demanda, ele acredita que o governo terá dificuldades em encontrar arquitetos no mercado qualificados para trabalhar com essa tecnologia, ressaltou que a essa medida "é um caminho sem volta".

A quarta questão, tinha o intuito de formular como os pesquisadores compreendiam o cenário brasileiro da construção civil comparado ao cenário internacional. Alexandre destaca que o cenário da construção civil brasileira tem dificuldades em implementar novas tecnologias, citando o exemplo de Recife, a indústria local não tem força para uma implementação tão sofisticada, em nenhum lugar do mundo ocorre a implementação de um sistema como o BIM com totalidade no planejamento das cidades.

Fernando destaca a dificuldade que os profissionais de construção civil tem na elaboração de projetos no Brasil, citando o exemplo da obra pública da transposição do Rio São Francisco, exemplifica cultura da falta do planejamento no Brasil. "essa obra que movimentava milhões de reais é tratada com desdém, uma vez que, o projeto destruído pelo secretário de obras na época, imagine uma obra que trabalha com milhões de reais começar a ser feita sem o planejamento isso é a característica da cultura Latina".

Já Bruno, diz que na Europa ocorre uma relação mais íntima com BIM, e cita o exemplo da experiência que teve quando estudou na Europa, dizendo que os alunos levavam o projeto desenvolvido em BIM, para que o professor assessorasse em sala, essa relação mais íntima com a ferramenta, permite formar profissionais mais capacitados a operar em BIM.

A quinta questão é formulada para compreender qual foi o motivo pelo qual os entrevistados resolveram adotar o BIM como ferramenta de trabalho.

Alexandre não trabalha com as ferramentas BIM.

Bruno Respondeu o que sentiu a necessidade de trabalhar com uma ferramenta diferente da do método tradicional, ele ressalta que a metodologia tradicional trabalha de modo braçal e que deve ficar um tempo a aprender ao utilizar um outro software, "foi uma necessidade do dia a dia".

Fernando, não utiliza mais a ferramenta uma vez que teve dificuldade em encontrar parceiros e encontrou também resistência no escritório que dirigia, uma vez que os membros não se adaptaram bem a ferramenta, assim preferiu esperar que a ferramenta se popularizasse no mercado, para tentar implementar lá novamente a seu escritório.

A sexta pergunta tinha o intuito de entender qual é a importância da academia para a implementação do BIM no mercado brasileiro.

Bruno destaca que da implementação do sistema está ligado diretamente à academia, uma vez que, quando o aluno aprende a trabalhar com o programa durante seu período acadêmico, ele acaba levando para o mercado de trabalho a experiência com a ferramenta e o contrário funciona também, a academia precisa se adaptar ao processo de aperfeiçoamento da utilização da ferramenta, ressalta ainda que um acaba puxando o outro (mercado e academia).

Fernando diz que a formação do aluno durante o processo de aprendizado na academia demanda uma experiência com o software para poder representar através do computador suas experiências esse processo vai sendo desenvolvido ao longo do curso destaca que a medida que o aluno vai tendo uma compreensão maior sobre o processo construtivo da arquitetura ele deveria ir se especializando em software mais complexos, cita o exemplo de um aluno que em um determinado projeto e perguntou se poderia usar uma ferramenta BIM, ele responde que não, e complementa, “você não deveria usar o Revit nesse projeto, o software vai fazer perguntas, para você que você ainda não tem a experiência para responder”.

A sexta pergunta é desenvolvida para compreender como os pesquisadores compreendem como generative design impactará na elaboração de projetos nos próximos anos.

Bruno acredita que grande parte do que vem por aí relacionado a arquitetura, vai derivar do generative Design, seja lá qual for o método, Dyanom ou GrassHopper, ou seja, um método que busque a gramática da forma. Destaca ainda próxima poderemos tirar toda a potência do generative Design ele vai aumentar os requisitos de velocidade de produção e qualidade técnica dos projetos porém faz uma ressalva não acredita que ele vá substituir o arquiteto ele vem para oferecer soluções mais rápidas e finaliza destacando que ele vai avançar muito e vai ajudar a romper o paradigma projetual.

Fernando destaca que já ouviu falar, porém não tem familiaridade com o sistema, destaca que ainda é distante de ser atribuído ao mercado brasileiro, apesar de já ter alunos que consigam criar geometrias complexas com o generative design, o aluno que utiliza a ferramenta ainda não tem experiência com estruturas ou seja ele não consegue fazer a estrutura ficar de pé, fazer o projeto se realizar na prática.

5.1.2. Os profissionais

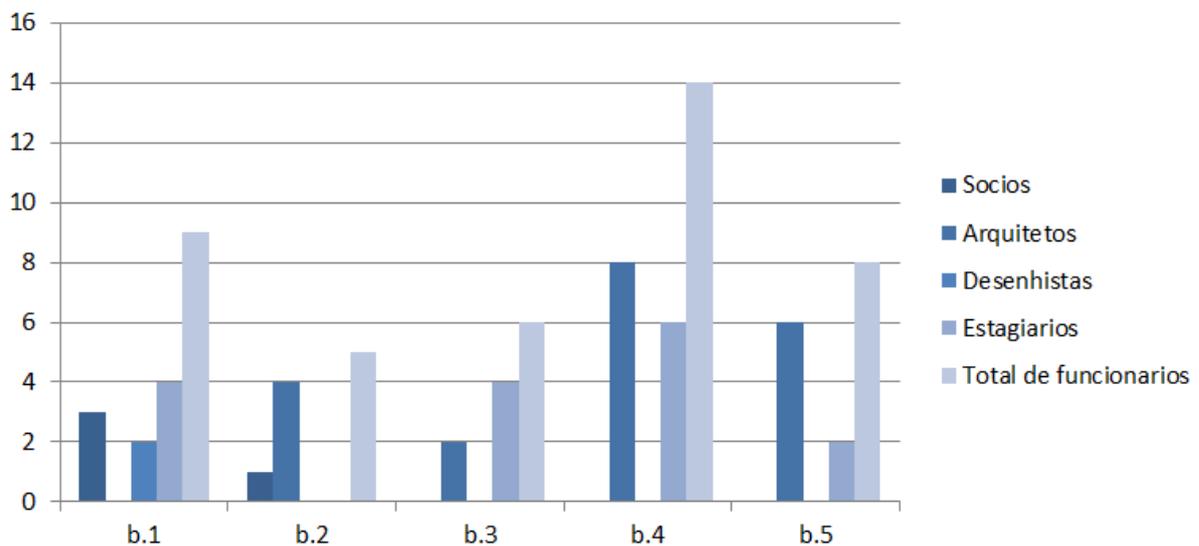
Questionário desenvolvido pela doutoranda Ana Paula, é dividido em três partes, a primeira metodologia de projeto, foca em entender como atuam os escritórios entrevistados, a segunda parte foca em entender porque a adoção de algum sistema BIM, para ser utilizado no escritório e a terceira ela tenta levantar se ao uso efetivo do BIM no escritório.

Assim para construção deste trabalho foi realizado entrevistas em cinco escritórios de arquitetura quem atuam na região metropolitana do Recife. A entrevista completa esta no apêndice de B.1 a B.5.

Levantamento da média em relação ao tamanho dos escritórios constatou que são escritórios de pequeno a médio porte entendesse de 5 a 14 funcionários entre desenhistas, arquitetos, sócios e Estagiários. Os projetos variam de acordo com a necessidade de seus clientes, a maioria dos projetos são residenciais. Os clientes são pessoas físicas e jurídicas na construção que vai desde a elaboração de casas à construção de edifícios de grande porte. Dos cinco entrevistados três utilizam BIM, porém somente um usa o BIM como ferramenta única de criação de plantas em projeto arquitetônico, os outros utilizam parcialmente. O período em entrevista ocorre de 22 de outubro de 2019 a 14 de novembro de 2019.

As equipes de trabalho eram focadas em um arquiteto sênior, com alguns arquitetos colaboradores (Figura 27).

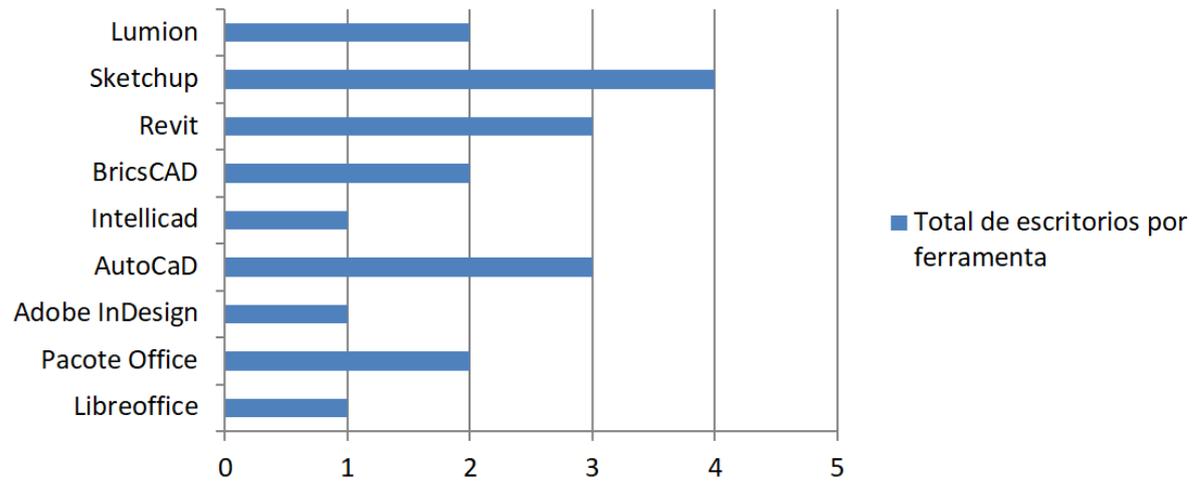
Figura 27. Graficos dos escritorios entrevistados



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto as ferramentas utilizadas, se mostrou uma grande variedade de funcionalidades, que vão desde, a elaboração das pranchas até a elaboração de documentos para as pranchas o programa mais utilizado foi o SketchUp seguindo do AutoCAD junto ao Revit conforme gráfico (Figura 28).

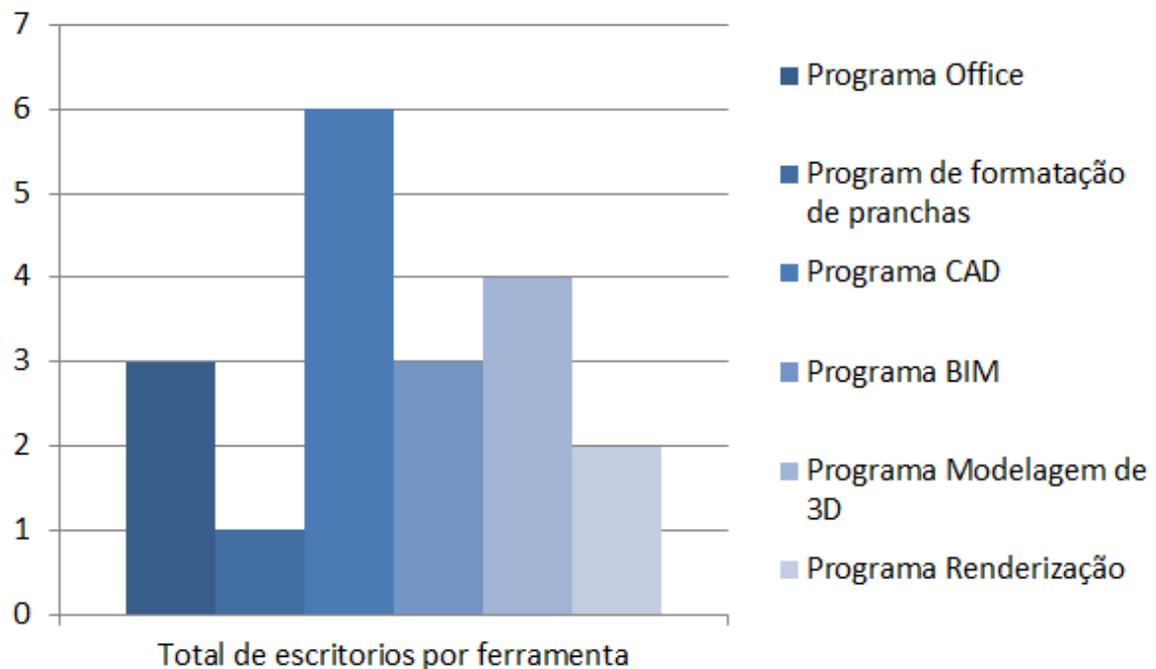
Figura 28. Total de programas usados



Fonte: elaborado pelo autor.

Os programas utilizados são focados na elaboração de projetos arquitetônicos alguns escritórios utilizam 2 programas para a construção num projeto arquitetônico. Entre os diferentes programas que trabalham com CAD (Auto Cad, Intellicad, BricsCad), os sistemas CAD são os softwares mais utilizados nos escritórios, em seguida é utilizado um programa de modelagem tridimensional, e no terceiro lugar junto ao programas Office são utilizados os programas BIM (Figura 29).

Figura 29. Grafico de tipos de programss utilizados



Fonte: elaborado pelo autor.

Os projetos são desenvolvidos de maneira tradicional, todos os escritórios elaboram seus projetos a partir de um briefing, uma conversa com os clientes para elaborar como será feito o projeto, em alguns casos, há a necessidade de fazer o estudo preliminar de viabilidade da obra, depois dessa etapa é desenvolvido uma maquete eletrônica onde escritórios apresentam suas propostas aos clientes, dependendo da relevância comercial do projeto, o escritório muitas vezes demanda uma maquete eletrônica a algum parceiro externo ao escritório, esse produz uma renderização profissional, depois entra a parte de documentação preliminar, ante projeto junto ao projeto legal, onde o estudo é encaminhado para os diferentes órgãos de aprovação, como, prefeitura, bombeiros, condomínios, etc. Depois entra a parte do projeto executivo onde ocorrem as especificações técnicas e detalhes construtivos do projeto.

A documentação técnica que os escritórios elaboram é considerada padrão para o trabalho relacionado à arquitetura, como, plantas baixas, fachadas cortes planta de locação e cobertura, perspectivas, detalhes construtivos. Nenhum deles é responsável pela responsabilidade técnica da construção do projeto, geralmente isso é função da construtora contratada para a execução da obra ou de algum engenheiro terceirizado que assumir responsabilidade técnica.

A relação com os parceiros externos, que é a parte elaboração do projeto junto como agentes da elaboração do projeto, por exemplo, projeto estrutural, projetos de instalações elétricas e hidráulicas é feita em sua maioria através de troca de e-mails, onde o arquivo em CAD é compartilhado de escritório em escritório, passando por diferentes agentes que sobrepõe seu projeto uns sobre os projetos, em constante ciclo de refinamento. A exceção de um escritório que trabalha essencialmente com uma plataforma BIM, o entrevistado do escritório B.3, respondeu em entrevista, "Seria lindo que todos trabalhassem no BIM, a gente tem muita dificuldade em encontrar parceiros que trabalhem com essa habilidade".

A compatibilização é feita, na maioria dos escritórios, pela a própria equipe que elaborou o projeto, onde ela recebe os projetos dos parceiros e sobrepõe às plantas, umas sobre as outras, realizando a contabilização visualmente, somente duas empresas realizam a compatibilização através de um escritório terceirizado, que faz toda a compatibilização através de um software BIM.

Os motivos para adoção do BIM variam, mas é possível constatar que os escritórios tiveram interesse em utilizar uma ferramenta BIM, devido às facilidades que reconheceram na ferramenta, como, montagem do modelo tridimensional junto ao modelo BIM, levantamento de materiais e tabela de quantitativos automatizados ou há possibilidade de gerar os cortes

através de um comando. Outro fator a ser levado em consideração é a demanda dos clientes, dois dos cinco escritórios, disseram que escolheram a ferramenta BIM devido a um pedido de clientes que enxergaram as vantagens na utilização da ferramenta, constataram ainda que o software é uma evolução natural da representação técnica, usando a expressão "é um caminho sem volta".

Entre as dificuldades encontradas na adoção da tecnologia BIM, todos os entrevistados destacaram que é um fator que influencia muito na utilização da ferramenta é o tempo de adaptação a nova tecnologia. Ressaltam que a dificuldade em se adaptar a uma nova tecnologia uma vez que ela é diferente do método CAD, tradicional que já está consolidado no mercado brasileiro há quase 30 anos, encontrar parceiros que trabalhem também com a ferramenta acaba sendo um empecilho para a propagação da ferramenta, uma vez que, a maioria dos parceiros, como, engenheiros e outros membros do quadro técnico, preferem utilizar o CAD, o fim destacam que a dificuldade encontrar funcionários habilitados a utilizar a ferramenta o escritório destaca que mesmo quando encontra estagiários que trabalham com o BIM, e se estes ainda não tem experiência com a ferramenta Isso dificulta a implementação completa da ferramenta já que a medida em que o projeto fica mais complexo. Outro ponto também a ser levado em consideração é o preço da ferramenta BIM, todos os escritórios comentaram sobre o preço de alguns programas BIM, entrevistado do escritório do B.5 diz que "eu não posso cobrar o preço que eu cobraria se eu fizesse o projeto em CAD, o preço de um projeto em BIM é maior e isso tem que entrar no orçamento".

O BIM é utilizado junto aos sistemas CAD, ou seja, parte do projeto é desenvolvida no CAD em determinado ponto da sua elaboração é passado para o BIM. Com exceção de um escritório o B.3, que elabora seus projetos completamente em BIM, utilizando o CAD somente para análise de alguns projetos, para recebidas de arquivos de alguns parceiros ou para adaptar o arquivo extraído do BIM para algum escritório que não trabalha com o essa ferramenta. Outros escritórios tiveram somente uma experiência projetando em BIM.

A pesquisa constatou que somente no escritório que utiliza o BIM como ferramenta única houve a introdução da visualização simultânea do projeto em diferentes etapas nos outros escritórios que não utilizam a ferramenta de elaboração do projeto é feito através de trocas de e-mails com a compatibilização sendo feita através de trocas de arquivos sobrepondo uns aos outros.

Também não houve diferenciação do tempo de projeto, somente um escritório entrevistado, faz 100% do projeto legal e ante projeto utilizando, uma ferramenta BIM, constata que, o projeto no começo era mais demorado com a utilização BIM, porém ao longo

do período e utilização da ferramenta se revelou mais eficiente na velocidade da elaboração do projeto. Os outros escritórios que não utilizam a ferramenta BIM constataram que a tentativa de utilizar a técnica BIM retardou a elaboração dos projetos o que influenciou na adoção da ferramenta pelo escritório.

Quanto a divisão de tarefas para modelagem alguns escritórios optaram por deixar funcionários exclusivamente na modelagem em alguma plataforma BIM, já outros implementaram a ferramenta em todo o escritório e não sentiram necessidade de colocar diferente pessoas para modelar o arquivo, único escritório B.3 utilizou a ferramenta contratualidade e distribuiu funções para cada funcionário onde eles trabalham em conjunto na elaboração de um único arquivo.

Não houve diferenciação no nível de detalhes elaborados pelos escritórios com exceção do relato do B. 3 constatou que o nível de detalhamento evoluiu devido à facilidade de se extrair os detalhes do modelo BIM.

Todos os escritórios que foram entrevistados constataram que, sentiram a necessidade de modelar suas próprias famílias, todas as que utilizaram a ferramenta BIM conseguiram utilizar o sistema paramétrico na elaboração dessas famílias.

O tempo utilizando a ferramenta varia de escritório em escritório, dois escritórios tentaram implementar somente para elaboração de um único projeto, devido à demanda do cliente, um escritório está utilizado em tempo a integral há 6 meses e o outro tenta implementar a 7 anos.

5.2. Análise de resultados coletados

O que se constatou, foi que, o uso do BIM tem sido parcial nos escritórios, ele não é utilizado em sua totalidade ou potencialidades, uma vez que muitos dos projetos são desenvolvidos em CAD e somente algumas questões de compatibilidade são desenvolvidas no BIM, somente um escritório está utilizando o BIM como ele pode ser utilizado e mesmo assim vale ressaltar que ele ainda só chega no nível 1 de 3, em um grau de potencialidades de uso, somente representação e quantitativos.

A entrevista se mostrou eficiente em contrapor certas teorias desenvolvidas pelos acadêmicos, como sobre, o uso da ferramenta BIM ser puxado pelo mercado, uma vez que alguns escritórios receberam a oportunidade de trabalhar com BIM em determinado projeto, com o treinamento e o software comprados pelas empresas que os contrataram, porém adoção

completa não se deu após o término do projeto, isso contrapõe a teoria de Bruno Ulisboa, onde o mercado acaba por puxar a utilização da ferramenta. O uso efetivo se mostra quando há persistência do escritório em implementar uma nova tecnologia, como foi o caso do escritório B.3, que optou pela implementação do sistema BIM, sem aguardar a demanda do mercado, mas pelo seu próprio interesse de aprimorar as técnicas de elaboração de projeto.

Um fator que influenciou na adoção do BIM, em escritórios entrevistados e foi ressaltado pelo Fernando Guerra, foi a dificuldade em encontrar parceiros e auxílio dos mesmos na adoção do BIM. Mesmo os escritórios que implementaram as ferramentas BIM, sentem o impacto da não utilização da ferramenta por outros agentes do processo construtivo, relatam a lentidão do mercado, que trabalha com construção civil, em se adaptar a ferramenta.

A compatibilização através do método tradicional, onde ocorre a sobreposição das pranchas, acabou por se revelar arcaica. Uma vez que a tecnologia BIM, com diferentes ferramentas computacionais que aprimoram a técnica de análise de conflitos do projeto, é mais eficiente do que a visualização manual dos conflitos. A técnica de sobreposição de pranchas acabou por demonstrar no comparativo levantado nesta pesquisa, que a técnica manual acaba por corromper o projeto em dado momento, já que, a quantidade de arquivos final, tende a sofrer interferências, devido a sobreposição das plantas das diferentes disciplinas ao longo do processo de elaboração, além de demandar uma sincronia extremamente precisa dos membros envolvidos. Esse método de sobreposição acabou se tornando um método tradicional da maneira como os escritórios projetam.

Hoje se tem um método BIM, onde se desenvolve um arquivo único que sincroniza automaticamente as diferentes disciplinas e fases do projeto, assim o método tradicional se mostrou ultrapassado, mas ainda é dominante no mercado.

O tempo de adaptação tem sido o ponto chave no ajustamento á ferramenta BIM, este demanda uma quantidade de horas de trabalho para se adaptar a nova tecnologia.

Observou-se que, as maiorias dos escritórios não abandonaram o método CAD e dedicaram-se exclusivamente a elaboração de biblioteca de famílias BIM, personalizada ao modo de cada escritório. A elaboração desse tipo de famílias demanda uma grande quantidade de tempo na sua criação. Porém quando terminado existe um salto de produtividade, uma vez que, estas famílias são paramétricas, se adaptam a diferentes projetos com ajustes simples.

Vale ressaltar, que a pesquisa demonstrou, no caso do escritório B.1, a tentativa de implementar um programa BIM, não depende necessariamente do tempo que se é dedicado a aprender a ferramenta, já que, B.1 dedicou cerca de 7 anos a tentativa de implementar o programa, mesmo assim não houve sucesso na implementação efetiva da ferramenta, apenas

uma implementação parcial. Em contra partida o escritório B.3, passou a projetar todos os seus arquivos em uma plataforma BIM, com a dedicação total voltado para evoluir habilidade na ferramenta ao longo de seis meses de trabalho, relatou um ganho na produtividade de seus projetos. Uso parcial do software se revelou o ineficaz para seu aprendizado, é necessário uma integração por completo do escritório, para conseguir desenvolver seus projetos nesta plataforma.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O BIM nada mais é do que uma ferramenta resultado de números estudos que evoluem a representação técnica o que usamos para nos comunicarmos nada mais é do que a nossa constante busca por aperfeiçoamento de técnicas de representação gráfica. Ele abre espaço para acelerar nosso processo de criação, porém ainda não é capaz de romper o paradigma arquitetônico, a implementação das ferramentas BIM muda a maneira como se elaborada projeto arquitetônico, no entanto com a evolução das técnicas de representação e seu aperfeiçoamento a participação do arquiteto em processos repetitivos tende a diminuir drasticamente, uma vez que, a computação poupa esforços na elaboração de projetos, possibilitando investir tempo e energia em outras áreas de reprodução de outros elementos voltados para o projeto, detalhamento, criatividade ou mesmo de descanso.

Para usufruir dessa relação de benefício gerado pela máquina, em relação ao tempo e energia que podemos economizar necessário ter domínio da ferramenta uma vez que somente quando se há o controle sobre a programação utilizada para facilitar nosso meio de produção e se tem o resultado da eficiência na produção. Até onde a coroa pesquisa levando em considerações as restrições da amostra coletada pelas entrevistas. Aponta que mesmo os escritórios que estão utilizando a ferramenta BIM ainda estão utilizando em um estágio muito elementar de possibilidades que a ferramenta gera. Na escala utilização do BIM, os escritórios da amostra foram classificados no nível 1 de capacidade de uso da ferramenta, onde mesmo levando em consideração países desenvolvidos que estão em sua maioria ainda estão no nível 2, amostra ainda está engatinhando, nesse processo de utilização da ferramenta.

Até uma pesquisa pode apurar, poucas universidades e faculdades estão utilizando BIM na sua grade curricular, mesmo os profissionais que trabalham na área não consegue encontrar funcionários habilitados a utilizarem a ferramenta. a falta de apoio acadêmico impacta diretamente na maneira como a ferramenta é difundida, uma vez que quando não se é ensinado na base de aprendizado acadêmico o método BIM, acaba por ser utilizado o método tradicional já consolidado CAD, o que retarda a implementação da ferramenta e a difusão na prática da elaboração de projetos arquitetura.

Outra relação também forte é a questão da utilização da ferramenta por outros agentes do desenvolvimento do empreendimento como Engenheiros técnicos em desenhistas. É necessário uma relação direta entre o projeto que eles desenvolvem e o diálogo com o arquiteto, a falta de parceiro acabou implicando no retardo da difusão das ferramentas BIM no

mercado, demonstrando que não adianta a arquitetura implementar a ferramenta sem a participação colaborativa com os outros agentes, deve ser um crescimento em conjunto.

Outro questionamento levantado durante a pesquisa é de que a cultura dos projetos elaborados no Brasil, já que, sempre vem a reboque de exigências estatais, de certa forma, o governo precisar sempre ter que impor a evolução da técnica da representação gráfica onde cria não só os padrões e normas necessários para padronizar ela abração através da ABNT, mais também tendo que sempre pressiona o mercado de elaboração de projetos utilizar uma nova ferramenta, assim como aconteceu com o CAD, esta acontecendo ao BIM, retratando como pensa arquiteto Brasileiro.

O por fim, esse trabalho teve a intenção de auxiliar na difusão e implementação do método BIM no processo acadêmico, uma vez que o autor entende a importância da contínua evolução do método projetual na profissão do arquiteto, de maneira que este se mantenha consolidada como instrumento ativo e funcional na sociedade.

6.1. Recomendações

O trabalho colaborativo é fundamental para a atividade vim assim a necessidade de criar um grupo de estudo colaborativo com outros agentes desenvolvendo assim um elo de troca de informações, divulgação de novas tecnologias, desenvolvimento de técnicas e a distribuição de funções voltadas para cada área da elaboração do projeto a ser construído, como, elétrica, hidráulica, estrutural e todos os outros agentes responsáveis pela construção e manutenção, da prática da construção civil.

Outra questão a ser destacada é a importância da criação de bibliotecas de componentes, assim como a maior aproximação entre fornecedores, arquitetos e engenheiros. Além de informações detalhadas dos produtos, tais como dimensões e características físicas, também será necessária a divulgação de dados relativos aos seus desempenhos.

Necessário também um avanço de técnicas relacionadas ao compartilhamento de projeto de entre diferentes plataformas, uma vez que, até onde foi apurado pela referencias bibliográficas, o compartilhamento de através do IFC é sujeito a falhas e ainda está em processo de maturação.

Realizar uma revisão da grade curricular nos cursos de arquitetura no Recife, esses por sua vez são defasados no preparo e desenvolvimento do aluno para as novas tecnologias que são implementadas em tempos no mundo contemporâneos, uma vez que, cada vez mais a

máquina está substituindo o trabalho "braçal". O que em um futuro próximo, é determinado pela constante evolução das tecnologias e técnicas está em um ciclo cada vez mais rápido de criação e substituição de profissões é fundamental para que os profissionais que atuam na área de arquitetura estejam preparados para se posicionar no mercado quando estas mudanças ocorrerem .

6.2. Desdobramento e continuidade

O trabalho abre possibilidade para a pesquisa sobre novas tecnologias referente a maneira de se projetar tendo em vista que a medida em que a computação e as técnicas de projeto estão se tornando cada vez mais digitais a maneira como o projeto arquitetônico passa a ser elaborado está mudando drasticamente até o presente momento Essa pesquisa está sendo desenvolvido tecnologias que repensam o processo de projetar, a introdução da inteligência artificial no método de projeto e a capacidade de processamento de dados que aumenta ano a ano são fatores a serem levados em consideração na considerações sobre a produção de arquitetura no futuro.

Uma análise mais aprofundada sobre como o Recife está lidando com a implementação da tecnologia BIM no seu mercado uma tecnologia que já foi introduzido no mercado há mais de 30 anos e que atualmente é que tem ganhado força no Recife, revela a dificuldade que a cultura de projetos no Recife tem para se adaptar as novas tecnologias.

Para melhor compreensão em que nível está acontecendo a implementação do BIM em Recife seria interessante uma pesquisa junto a entrevistas de outros agentes envolvidos na produção de construção civil do Recife que utilizam ou não a ferramenta BIM como Engenheiros incorporadoras em empreiteiras qual a utilidade de usar o programa.

Como se observou com BIM a tecnologia tende a ser implementada num país estrangeiro e depois de um determinado tempo ela chega ao Brasil, porém, quando você para observar a questão do tempo de adaptação se vê que o Brasil tem um lapso muito grande entre a criação da ferramenta e o uso no mercado de trabalho, porém em nível de ilustração é possível comparar o surgimento de a capacidade de processamento com a história de Brahmin do livro O Homem Que Calculava, na história um rei hindu agradeceu a Brahmin por ter inventado o xadrez, lhe concedeu um pedido, Brahmin pediu a ele um grão de arroz e multiplicasse na casa seguinte ate chegar no fim do tabuleiro, na primeira casa 1 na segunda casa 2, na terceira casa 4, na quarta casa 8 e assim sucessivamente, na história os grãos de

trigo do Rei acabaram, com o crescimento exponencial o número final de trigo necessário para a quantidade de casas do tabuleiro de xadrez eram entorno de 18 bilhões de bilhões de toneladas de trigo. Algo parecido acontece com a capacidade de processamento segundo Gordon Moore capacidade de processamento dobra a cada 5 anos, tanto que quando observados os primeiros computadores e comparados aos computadores atuais, há uma enorme diferença em diferentes, em aspectos como tamanho e capacidade de processamento. Entender em que nível a computação esta e como domina-lo pode alterar a maneira de projetar é fundamental para prevenir que não ocorra oque aconteceu com o rei do hindu.

REFERÊNCIAS

- (GAT-BIM), O. G. D. A. T. **Estratégia BIM Br.** 1ª. ed. Brasília: Governo Federal do Brasil, v. I, 2018. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/ce-BIM>. Acesso em: 29 jul. 2019.
- 2B EDUCAÇÃO. **Decreto do Governo vai exigir o BIM até 2021! Entenda mais sobre isso!** 2B Educação, 2018. Disponível em: <https://www.editora2b.com.br/blog/decreto-do-governo-vai-exigir-o-BIM>. Acesso em: 2019 maio 27.
- AKIRA, H. T. **Desenho técnico arquitetônico: constatação do atual ensino nas escolas Brasileiras de arquitetura e urbanismo.** Escola de engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo. São Carlos, p. 25-35. 2003.
- ARCHICAD BRASIL. Youtube. **ARCHICAD Brasil**, 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=wnAmnUNX954>. Acesso em: 01 out. 2019.
- BAKKER , G. L. B. D. M. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Junho 2011. 154-171.
- BAPTISTA, S. M. S. **Breve Histórico Do Desenho Técnico.** 1ª. ed. São Carlos: UAB/UFSCar, v. I, 2008. Acesso em: 05 Maio 2019.
- BEIRÃO, J. N. **Educação para o Arquiteto desempregado na era do Educador analfabeto.** Jornal Arquitectos, Porto, 2019. 1-7.
- COSTA. **Sito da Geometria Discritiva**, 1998. Disponível em: <http://oliveiros.tripod.com/>. Acesso em: 03 set. 2019.
- DA MOTTA , J. A. G. **Curso História do BIM**, 13 fevereiro 2017. Disponível em: <https://youtu.be/NAv6XhvzVtQ>. Acesso em: 27 Abril 2019.
- DE GODOI , G. **Uma interpretação computacional do “de re aedificatoria” para igrejas históricas brasileiras.** Tese de Doutorado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Doutora em Arquitetura, Tecnologia e Cidade, na área de Arquitetura Tecnologia e Cidade, Campinas, 2015. 33-35.
- EASTMAN, C. **Information Modeling and Performance Based Design.** Moscow: [s.n.], 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MEFgVUK4o6w&t=260s>. Acesso em: 25 maio 2019.
- EASTMAN, CHUCK. **Information Modeling and Performance Based Design.** Moscow: [s.n.], 2016. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MEFgVUK4o6w&t=260s>. Acesso em: 25 maio 2019.

FOLHA, A. **O maior diagnóstico sobre arquitetura e urbanismo já feito no Brasil**. CAU BR, 12 Junho 2015. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/pesquisa2015/>. Acesso em: 18 Setembro 2019.

RODRIGUES, F. A. **Evolução da Representação cartografica passado, presente e futuro dos mapas**. Evolução da Representação Cartográfica tese de mestrado mestrado em sistemas de informação geográfica e topografia, Lisboa, Dezembro 2013. 11. Acesso em: 27 maio 2019.

GONSALEZ, A. **A consolidação da Tecnologia BIM no Brasil**. *Téchne*, p. 13, 2016.

GOVERNO FEDERAL. **Estrategia BIM BR. Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – BIM**, Brasília, 26 Novembro 2018. 1-33.

HELOISA, D. T.; DE GOES,. **Compatibilização de projetos com a utilização de ferramentas BIM**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2011.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. **Building Information Modeling No Brasil E Na União Europeia**. MDIC e MPOG. Brasília, p. 19. 2015.

KOHL, M. D. O. **Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento um processp sócio-histórico**. 1ª. ed. São Paulo: ABDR, v. I, 2011.

MIKALDO, J. J. **Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: Qual é a melhor solução?** *Gestão & Tecnologia de Projetos*, p. 78-99, maio 2008.

NAKAMURA,. **Planejamento modelado**. *Téchne*, São Paulo, n. 213, p. 35-36, Dezembro 2014. ISSN ISSN 0104-1053.

NIBS - NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National Building Information Model Standard. Overview, Principles and Methodologies**. [S.l.]: National Institute of Building Sciences, 2007.

RIBEIRO, C. www.techtudo.com.br. **techtudo**, 2018. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/noticias/2018/03/imprensa-3d-vulcan-constroi-casa-em-menos-de-24-horas-por-r-33-mil.ghtml>. Acesso em: 29 set. 2019.

SUCCAR,. **Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. *Automation in Construction*, University of Newcastle, v. I, p. 357-375, Outubro 2008.

WIKIPEDIA. **Computação em Nuvem**. Wikipédia, 2019. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Computa%C3%A7%C3%A3o_em_nuvem. Acesso em: 25 Setembro 2019.

APÊNDICE

ROTERIO DA ENTREVISTA COM PESQUISADORES A.1

Nome do entrevistado	Alexandre Braz		
Graduação	Doutorado em Ciência da Computação		
Cargo	Professor de Educação exclusiva Universidade Federal -PE		
BIM	Não	Data da entrevista:	30/Ago/2019
1. Como você conheceu o BIM?			
<p>Tive contato com o através do AutoCAD. O interesse pelo AutoCAD começou a se desenvolver principalmente com o entendimento de "AutoCAD fez uma mímese" do que se podia fazer na prancheta, colocando essas funções no programa para serem desenhadas para serem representadas, em um segundo momento, permitia que você fosse um pouco além. Você poderia por exemplo, fazer várias cópias de um edifício onde, um (edifício) seria espelhado, ao outro, por exemplo. Isso é fundamental porque se começa a entender o que é permitido gerar certas situações que vão além do mundo "atômico" isso acontece no mundo dos Bits.</p> <p>Eu estou falando do início da computação, no princípio havia se interfaces onde o usuário "conversava" com a máquina através de comandos digitados, isso com o tempo fez com que houvesse uma compreensão e como se programar a máquina para extrair dela o melhor resultado sobre aquilo que você queria. Isso faz parte de uma solução entre a computação e a construção civil onde através da programação se chega o que hoje se conhece de BIM.</p>			
2. Como você acha que o BIM impactará nos próximos anos o mercado brasileiro da construção civil?			
<p>Eu queria só lembrar uma coisa, que se a gente vai lá para Grécia, você tem por exemplo, o pilar, quando se estuda a história das construções, você vai perceber que eles construíram o Pilar, a pergunta é como eles conseguiam fazer isso com tanta perfeição fazer isso? Isso se dá devido à três instâncias: a primeira são as ferramentas de construção, Depois temos as ferramentas de representação</p>			
3. Você conhece a estratégia BIM BR?			
Não, não, conheço.			
4. Como você enxerga o cenário brasileiro da construção civil em relação ao cenário internacional?			
<p>Usando o termo building information module, destacar que é construção civil trabalha justamente com aspectos da informação, uma vez que, nós temos uma indústria da construção civil que trabalha com diferentes profissionais como Engenheiros, Arquitetos, vendedores, construtores, imobiliárias, etc. Agora o que acontece na situação de uma cidade como Recife é que ela encontra dificuldade na implementação de sistema, uma vez que, a indústria local não tem força para uma implementação tão sofisticada, aliás diga-se de passagem, não ocorre em lugar nenhum do mundo com total eficiência uma aplicação da tecnologia vinculada a indústria. Como se fala em building information Model para uma cidade como Recife, ela não pode ser uniforme, Aliás ela não pode ser uniforme em lugar nenhum, cada situação vai ser resolvida localmente.</p>			
5. Porque você adotou BIM?-			
-			
6. Como você ver a importância da academia para introdução do BIM no mercado brasileiro?			
-			
7. Você já ouviu falar em generative design?			
-			

ROTERIO DA ENTREVISTA COM PESQUISADORES A.2

Nome do entrevistado	Bruno Ulisboa		
Graduação	Graduado em arquitetura		
Cargo	Funcionário do Ministério Público do Pará		
BIM	Sim	Data da entrevista:	31/Ago/2019
1. Como você conheceu o BIM?			
Quando eu trabalhava em escritório de arquitetura por volta de 2006, escritório tinha a intenção de trabalhar com Vectorworks, através de um workshop. Como o programa ainda era muito novo Brasil muitas das perguntas feitas a quem apresentou o programa (durante o workshop) não foram respondidas, isso fez com que muitos escritórios não tivessem interesse na implementação do programa.			
2. Como você acha que eu BIM impactará nos próximos anos o mercado brasileiro da construção civil?			
A referencia que eu tenho, são pessoas que estiveram em grupos de trabalho em Londres, Espanha e Portugal, esses grupos todos já estão bem a frente, especialmente o de Londres, pelas conversas que eu tive com eles (o grupo de trabalho), eles apontaram que Londres já estava como o centro de todo esse desenvolvimento do BIM, Londres cresceu e desenvolve bastante e as outras cidade da Europa “seguiram a corda”. Só que o Brasil, na minha visão esta aquém deles, agora que as legislações estão mirando para exigir o BIM, mas creio eu que enquanto a legislação não nos “obrigar” vai ficar uma implantação mais ou menos. Tinha conto com colegas que trabalhavam em São Paulo e lá aviam empresas que pagam um adicional para que os escritórios comesçassem a produzir em BIM, por volta de 2010.			
3. Você conhece a estratégia BIM BR?			
Não, não conheço por esse termo, mas tenho conhecimento que o governo federal cobrara que toda obra publica seja projetada em BIM, a partir de 2021.			
4. Como você enxerga o cenário brasileiro da construção civil em relação ao cenário internacional?			
As pessoas com quem eu tive contado lá (na Europa) estão bem mais profundamente ligadas ao BIM, para eles parecia uma coisa bem mais natural, via aulas onde o aluno leva seu notebook e assessora com o professor. Não sei as outras empresas			
5. Porque você adotou BIM?			
Porque eu não aquentava mais trabalhar com a metodologia da prancheta eletrônica (cad). Eu já realizava corte em 3D no Autocad 3D, depois passei a utilizar o Autocad Architecture, que já tem ferramentas que o Revit tem, mas ele ainda é um pouco travado, então já não aquentava mais fazer o desenho técnico de modo braçal, ai parei para poder aprender um outro software, foi uma necessidade do meu dia a dia.			
6. Como você ver a importância da academia para introdução do BIM no mercado brasileiro?			
Total, se a academia não divulgar os estudantes ficam aquém. Se você tem profissionais que estão no mercado, dando aula na academia eles vão implementar o BIM, o mercado se regula, então ele vai exigir o BIM, o profissional acaba aprendendo na pratica o BIM, não só a teoria, ai sim é natural que ele consiga levar a pratica para a academia. Acho que a academia e o mercado vão caminhar juntos porque se mercado avança e academia não, e ela (á academia) acaba ficando muito aquém. A academia pode ser um gancho para puxar, porem quando ela puxa só o mercado enxerga na pratica os resultados assim gera dificuldade para aceitar e implementar.			
7. Você já ouviu falar em generative design?			
Sim, acredito que pode impactar muito, grande parte do que vem para o futuro vem do Design Generativo e seja lá qual for o método, Grasshopper, Dynamo, ou seja, um método que busca a gramatica da forma. Acredito que isso vai ajudar a modificar o método de a gente faz arquitetura. Mais lá na frente vamos acabar associando o design generativo, vamos utilizar o o computador de modo a gerar uma potencia, a tirar dele toda a potencia do design generativo, ele vai aumentar em requisitos de velocidade de produção em qualidade, em técnica , não acredito que ele va substituir o arquiteto pode ele venha de maneira a como obter soluções mais rápidos. Mais tenho certeza que ele vai avançar muito e vai ajudar a romper o paradigma projetual.			

ROTERIO DA ENTREVISTA COM PESQUISADORES A.2

Nome do entrevistado	Fernando Guerra		
Graduação	Graduado em arquitetura, Mestrado em planejamento e gestão operacional.		
Cargo	Professor adjunto 4 na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)		
BIM	Sim	Data da entrevista:	03/Out/2019
1. Como você conheceu o BIM?			
<p>Vai a parti dos meus estudo de CAD, na época eu em 88, tive os primeiros contatos com a ferramenta, com imensa dificuldade na implementação do sistema, devido falta de exemplos no mercado, não avia ninguém que utilizasse o Autocad em Recife-PE. <i>MM Engenharia</i>, que já deixo de operar devido a morte dos seus donos, porem ainda manteve contato com <i>Bernardo Horowitz</i>(Engenheiro civil), que calculou para min torre da tribuna, já desenhando em CAD, em 1988, através do sistemas DOS(disc operating system).</p> <p>Já em 1992, fui contratado pelo <i>Grupo Bom Preço (rede de supermercados)</i>, como arquiteto, e propus que os projetos fossem realizados em CAD. No começo avia muita dificuldade, pôs não avia blocos disponíveis, assim todos os blocos eram desenhados manualmente.</p> <p>Já meu contato com BIM veio da Autodesk, a meda em os softwares do Autocad foram se atualizando para atender melhor aos arquitetos, uma vez que eles originalmente os softwares foram projetados para engenharia mecânica, foram colocando opção para arquitetura, como o comando criar paredes, os programas fora ficando mais familiarizados com o que se vê no <i>Revit</i> hoje em dia.</p> <p>Depois cheguei a utilizar o um software de renderização chamado Accurender, que me permitia renderizar, o oque era modelado no CAD 3D.</p> <p>Comecei a usar o 3ds Max para modelar meus projetos, porem, ainda não a ferramenta de projeto, porem isso foi evoluindo, a partir dos anos 2000, ai começo a ter acesso a ferramentas de mais sofisticadas, como Sketchup, Grasshopper, software de parametrização.</p> <p>O primeiro software BIM que tentei utilizar foi Microstation, porem minha equipe teve resistência, leva muito tempo para se familiar e mercado de projeto ada não demandavam ao tecnologia. Os escritórios tinha dificuldade de coordenar os trabalhos em BIM, acabavam sempre me pedindo para mandar em 2D.</p>			
2. Como você acha que eu BIM impactará nos próximos anos o mercado brasileiro da construção civil?			
Um impacto total, incluído o próprio governo vai já esta se programando para cobrar projetos públicos por esta plataforma.			
3. Você conhece a estratégia BIM BR?			
<p>Sim, já ouvir. Para licitação de construção de obras publicas o projeto agora terão que serem feitas com a utilização do BIM.</p> <p>Mesmo que o próprio governo vai ter dificuldade para encontrar gente habilitado para analisar e mexer com BIM, devem se abrir os concursos públicos para arquitetos com formação. Etc. É um caminho irreversível.</p>			
4. Como você enxerga o cenário brasileiro da construção civil em relação ao cenário internacional?			
<p>Porem chama atenção para algo característico de nossa cultura (Brasileira), que é não utilização de projetos. No entendimento dos políticos projetos são coisas secundarias. Eu mesmo já ouvi um ministro do planejamento, na época Fernando Bezerra Coelho, que respondeu quando perguntado sobre o projeto de transposição do Rio São Francisco, que não precisava de um projeto executivo. Veja um ministro do planejamento responde assim sobre uma obra que movimentava bilhões de reais. Isso faz parte da cultura latina que não é de planejamento, a obra começa e os projetos vêm “a reboque”.</p> <p>Se Você ver o os grandes escritórios de arquitetura espalhados pelo mundo utilização o BIM , o <i>Frank Gehry</i>, <i>Rem Koolhaas</i> por exemplo tem ais de 2000 arquitetos espalhados pelo mundo.</p>			
5. Porque você adotou BIM?			
Sim, já tenteai há Sete anos, mas acabaram de por desistir por falta de parceiros. Estou esperando a indústria da construção civil brasileira começar a demanda o uso do BIM.			
6. Como você ver a importância da academia para introdução do BIM no mercado brasileiro?			
A primeira coisa é a formação do arquiteto no uso das ferramentas de informática na concepção do projeto. A medida que o aluno avança em relação à complexidade dos projetos que ele vai trabalhando é necessário que ele vá desenvolvendo Uma expectativa em relação ao software que ele vai utilizando ao longo do seu processo de formação e é laboração de projetos. Isso demanda com quê O estudante aprenda a usar um			

softwares mais complexos somente no final do curso já que eles demandam um conhecimento muito técnico sobre como se constrói um projeto, por exemplo. Um aluno chega para mim durante uma aula e me pergunta "Professor pode usar o *Revit*" eu respondo "não", porque o *Revit* vai fazer perguntas muito complexas que o aluno ainda não vai ter maturidade sobre construção para saber responder.

7. Você já ouviu falar em generative design?

Já ouvi falar, porém não tem experiência nessa área. Porém entendo que é um sistema paramétrico, em que o computador geral os cálculos das formas.

É complicado falar sobre isso uma vez que aplicação dele é complicada de ser realizada na prática, já tive, por exemplo, alunos que conseguiram modelar através de generative design formas com geometria complexas, porém o aluno não sabia como colocar a estrutura de pé depois de realizado na prática.

ENTREVISTA ESCRITÓRIO “B.1”			
Equipe	3 sócios, 2 desenhistas e 4 estagiários		
Projetos	Projetos comerciais e residência		
Clientes	Pessoas Jurídicas		
BIM	Sim	Data da entrevista:	22/out/2019
A – METODOLOGIA DE PROJETO			
Q1	Como se dá o desenvolvimento de um projeto? (interface interna)		
A1.1	Equipe		
São 3 sócios, 2 desenhistas e 4 estagiários			
A1.2	Ferramentas		
Revit em uma máquina, BricsCAD em cinco máquinas, pacote Office em uma máquina, Libreoffice.			
A1.3	Fases projetuais e processo de projeto		
<p>Concepção do projeto em 2D, quando vai apresentar para o cliente, utiliza a representação tridimensional, construídos no Revit ou Sketechup, quando precisa de uma elaboração mais complexa de perspectivas se trabalha com a uma empresa de renderização terceirizada. fazemos o estudo, apresentamos para o construtor, desenvolvemos o contrato , depois passamos para a fazemos de anteprojeto, e liberamos para a construtora, depois que passamos para todos os agentes envolvidos para que eles comecem a desenvolver seus projetos complementares, depois passamos a compatibilizar o projeto dos agentes para gerar o projeto executivo, esse processo é demorado porque o projeto é alterado diversas vezes, por último vem os detalhes construtivos.</p>			
Q2	Produtos desenvolvidos		
A2.1	Documentação		
Depois de apresentado o projeto ao cliente é desenvolvido a o projeto de aprovação legal na prefeitura, depois da prefeitura começamos a trabalhar no projeto executivo, com todos os detalhes depois a especificação das normas de desempenho.			
Q3	Como se dá a interação com os parceiros? (interface externa)		
A3.1	Processos de interação entre arquitetura/estrutura/instalações		
Trabalhamos com uma empresa terceirizada, que faz a compatibilização dos projetos.			
A3.2	Compatibilização		
No projeto executivo, recebemos de todos os outros profissionais que fazem parte do empreendimento, como instalações (elétrica, hidráulica, ar-condicionado) para que façamos a compatibilização, normalmente hoje temos utilizado mais o BIM para visualizar algumas alterações que com mais facilidade, porém ainda não estamos utilizando BIM com toda a sua capacidade.			
B –	ADOÇÃO DO BIM		
Q4	Porque você resolveu adotar uma ferramenta BIM?		
Por diversas razões, uma é que não podemos ficar para trás. Fomos ao um evento que falava			

	<p>sobre o BIM e daí resolvemos fazer os cursos.</p> <p>Tivemos o primeiro contato em 2012, através de um rapaz que estudava no Esuda (Faculdade de Ciências Humanas Esuda) e trabalha aqui no escritório. Depois contratamos um professor para ensinar a toda equipe. Participe de outras palestras depois.</p>
Q5	Quais as maiores dificuldade na adoção da tecnologia BIM?
	<p>Existem vários fatores que influencia na questão do BIM, primeiro tem a questão do tempo, muitas vezes precisamos entregar o projeto com agilidade e temos muitas coisas para poder definir.</p> <p>Segundo o Revit é “produto” (software) caro, terceiro é difícil encontrar profissionais qualificados na elaboração do projeto, em BIM, muitas vezes o arquiteto até sabe mexer no programa, mas não tem experiência em relação ao projeto arquitetônico e não consegue representar os detalhes em 2D a representação correta.</p> <p>Noto que muito dos estudantes que vêm aqui para estagiar, não tem noção do real valor da representação técnica, eles muitas vezes até conseguem modelar tridimensionalmente, através do software, porém ele não tem real noção do que estão projetando. Eles muitas vezes esperam que software realize a representação, sem entenderem tecnicamente o'que estão modelando. então não posso confiar a eles um projeto.</p> <p>Falta de parceiros que trabalhem com o software BIM, nem todo mundo tem, ficamos sem poder entregar o projeto em BIM, temos que fazer em CAD.</p>
C –	USO EFETIVO DO BIM
Q6	Experiência
C1.1	Há separação de projetos desenvolvidos em AutoCAD e outros em BIM? (porte, prazos)
	Não, a medida que vamos desenvolvido o projetos em 2D usamos o BIM so para montar perspectivas e algumas compatibilizados.
C1.2	Forma de projetar
	Projeto preliminar no revit, depois é elaborado no Autocad
C1.3	Visualização/simulações – novas interações entre o arquiteto e a propostas projetual
	Como cada parte do projeto é elaborado em comunicação com diferentes agentes internos e externos que não utilização o BIM a visualização simultânea não é portanto.
C1.4	Tempo
	Eu não tenho dúvida que, se realmente adotarmos o BIM teríamos um ganho enorme em relação ao tempo. Porém não tenho condições de implementar o sistema todo o meu escritório.
C1.5	Divisão de tarefas para a modelagem
	Temos um rapaz voltado para elaborar o projeto inicial no Revit, o resto do projeto é desenvolvido em CAD.
C1.6	Níveis de detalhamento do modelo
	Somente os estudos preliminares são elaborados em BIM
C1.7	Novos cargos ou funções
	Eu deixo uma pessoa full time no Revit.
C1.8	Vantagens
	Tempo, a redução do retrabalho e a possibilidade de você representar o projeto como ele vai ficar.
C1.9	Desafios
	O trabalhar com outros agentes que não utilizam o BIM.
Q7	A empresa sente necessidade de modelar "famílias" de componentes para o desenvolvimento de seus projetos?

C2.1	Modelagem
Um rapaz que trabalha conosco, modela as “famílias”, quando é necessário.	
C2.2	Tempo utilizado
Desde de 2017.	
C2.3	Parâmetros
-	

ENTREVISTA ESCRITÓRIO “B.2”			
Equipe	1 sócios, 4 arquitetos colaboradores		
Projetos	Projetos comerciais e residência		
Cientes	Pessoas Jurídicas		
BIM	Não	Data da entrevista:	29/out/2019
A – METODOLOGIA DE PROJETO			
Q1	Como se dá o desenvolvimento de um projeto? (interface interna)		
A1.1	Equipe		
São 3 sócios, 2 desenhistas e 4 estagiários			
A1.2	Ferramentas		
Intellicad, Sketchup e BricsCAD			
A1.3	Fases projetuais e processo de projeto		
Estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal e projeto executivo.			
Q2	Produtos desenvolvidos		
A2.1	Documentação		
Fazemos o projeto executivo e o projeto para aprovação fazemos uma documentação padrão plantas, cortes, fachadas, etc.			
Q3	Como se dá a interação com os parceiros? (interface externa)		
A3.1	Processos de interação entre arquitetura/estrutura/instalações		
Passamos o projeto por e mail, todo processo de trabalho é feito pela internet, às vezes fazem reuniões também.			
A3.2	Compatibilização		
Na fase de projeto legal e projeto executivo, recebemos as informações dos outros projetos e fazemos a compatibilização, fazemos a compatibilização sobrepondo prancha por prancha e quando é necessário fazer alguma alteração na estrutura nos atualização de.			

ENTREVISTA ESCRITÓRIO “B.3”			
Equipe	2 Arquitetos e 4 estagiários		
Projetos	Projetos residências e corporativos		
Cientes	Pessoas Físicas e Jurídicas		
BIM	Sim	Data da entrevista:	05/Nov/2019
A – METODOLOGIA DE PROJETO			
Q1	Como se dá o desenvolvimento de um projeto? (interface interna)		
A1.1	Equipe		
	2 Arquitetos e 4 estagiários		
A1.2	Ferramentas		
	Revit em todas as maquinas, Autocad em uma máquina, Sketchup e Lumion em algumas.		
A1.3	Fases projetuais e processo de projeto		
	Temos um questionário (briefing), para que os clientes respondão com suas informações, esse questionário o cliente leva para casa para poder responder com calma. Depois fazemos uma maquete digital da proposta, depois que o cliente valida, fazemos o projeto legal que vai para o condomínio e a prefeitura para que possamos avançar com a aprovação de ambos. Por fim fazemos o projeto executivo que vai para a construtora orça e posteriormente vai para obra.		
Q2	Produtos desenvolvidos		
A2.1	Documentação		
	Plantas, fachadas, cortes, fachadas locação e coberta, e perspectiva vem como um “brinde” para que o cliente possa entender a obra, esse processo demora entorna de 90 dias e processo continua no andamento da obra ate a construção acabar.		
Q3	Como se dá a interação com os parceiros? (interface externa)		
A3.1	Processos de interação entre arquitetura/estrutura/instalações		
	Seria lindo que todos trabalhassem no BIM, a gente tem uma dificuldade muito grande de encontrar parceiros que trabalhem com essa habilidade, vamos dizer assim, a gente tem procurado parceiro que por assim podemos trabalhar em um arquivo único, a gente tem um parceiro que agora que faz a parte estrutural, elétrica e hidráulica também trabalhando com BIM, se eu poder escolher eu só trabalho com ele, porque é um arquivo único que vai e volta e a gente não precisa ficar refazendo o trabalho no Autocad. Porem muitas vezes o cliente tem construtoras que vão implantar e isso atrapalha porque a grande maioria dos escritórios ainda não trabalha com BIM.		

A3.2	Compatibilização
A compatibilização é feita com uma empresa terceirizada, que tramalhe com o BIM de preferencia, que trabalhe tanto com estrutural e a equipe tenha engenheiros que fação a parte de elétricos, hidráulico também, a gente já tem um parceiro que faz isso tudo e se a gente puder escolher a gente já indica para eles.	
B –	ADOÇÃO DO BIM
Q4	Porque você resolveu adotar uma ferramenta BIM?
Pela própria facilidade, você começa a montar o projeto em BIM ele já sobe todo o 3D você já tem o a possibilidade de adicionar todos os matérias, subiu a parede por exemplo, especifica como vai ser o revestimento de um lado, revestimento do outro, especifica tudo oque vai contabilizar no projeto inteiro você já pode especificar todos os matérias, ou seja quando você finaliza o projeto já vai ter tabela de porta montadas, tabela de esquadrias montadas, toda a facilidade de você poder gerar um corte sem precisar montar o corte, só isso já valeria a pena usar o BIM.	
Q5	Quais as maiores dificuldade na adoção da tecnologia BIM?
Quebrar esse paradigma, maior dificuldade que eu vejo hoje não é so saber mexer em Ferramenta BIM, mais sim a maneira como se projeta já que isso vem de anos, e trabalho a 20 anos usando Autocad, e é como mudar da agua para vinho é uma decisão difícil, a questão é quebrar a barreira. A outra é encontrar a pessoas que trabalham com esse sistemas.	
C –	USO EFETIVO DO BIM
Q6	Experiência
C1.1	Há separação de projetos desenvolvidos em AutoCAD e outros em BIM? (porte, prazos)
Não, a o escritório é full BIM.	
C1.2	Forma de projetar
Fazemos o projeto desde do inicio em BIM em alguns casos mandomos para alguns parceiros em CAD.	
C1.3	Visualização/simulações – novas interações entre o arquiteto e a propostas projetual
Alguns parceiros para quem mandamos o projeto que trabalham em CAD, ai temos que mandar o arquivo convertido, isso atrapalha, quando podemos mandar o arquivo já em BIM é melhor porque recebemos o arquivo mais completo.	
C1.4	Tempo
No momento em que estávamos anos adaptando era mais lento, ao invés de fazer um projeto em 1 semana a gente fazia em 10 dias, mas hoje uma fração desse tempo, quando o projeto	

esta pronto é muito fácil mudar alguma coisa.	
C1.5	Divisão de tarefas para a modelagem
Melhora muito porque você pode trabalhar com Team Working e isso adianta muito o processo de trabalho em equipe.	
C1.6	Níveis de detalhamento do modelo
Acaba facilitando o detalhamento, conseguimos detalhar mais pela própria facilidade do desenho sair de maneira quase automática, assim temos mais tempo para a gente conseguir destrinchar mais o projeto e criar um projeto mais completo, antes a gente dificuldade por que era um processo manual e muitas vezes não tínhamos tempo de detalhar muito o projeto, hoje a gente consegue fazer detalhes com mais velocidade.	
C1.7	Novos cargos ou funções
Não, Não alterou nada.	
C1.8	Vantagens
Maior vantagem de todas é a do detalhamento, facilidade a maneira como você poder fazer a planta e depois os cortes, perspectivas, etc. isso facilita muito no ritmo de produção.	
C1.9	Desafios
O desafio é aprender. Todos os dias a gente aprende uma coisa nova, não tem como comparar o CAD com BIM, eu costumo de dizer que o BIM é como uma tabela excel dentro do Autocad, tudo junto e 3D é resultado é um mixer de ferramentas, que funciona de forma otimizada e compatível.	
Q7	A empresa sente necessidade de modelar "famílias" de componentes para o desenvolvimento de seus projetos?
C2.1	Modelagem
Sim, essa semana a gente modelou uma escada inteira degrau por degrau.	
C2.2	Tempo utilizado
6 meses	
C2.3	Parâmetros

ENTREVISTA ESCRITÓRIO “B.4”			
Equipe	8 arquitetos e 6 estagiários		
Projetos	Projetos comerciais e residência		
Clientes	Pessoas jurídicas e físicas		
BIM	sim	Data da entrevista:	13/nov/2019
A – METODOLOGIA DE PROJETO			
Q1	Como se dá o desenvolvimento de um projeto? (interface interna)		
A1.1	Equipe		
O escritório hoje tem 8 arquitetos e 6 estagiários.			
A1.2	Ferramentas		
AutoCaD, Sketchup e Lumion			
A1.3	Fases projetuais e processo de projeto		
Temos o briefing, estudo preliminar, anteprojeto, projeto básico, projeto executivo, hoje em dia a gente consegue adiantar muito porque muitas vezes saímos do estudo preliminar e para o ante projeto.			
Q2	Produtos desenvolvidos		
A2.1	Documentação		
Planta baixa, cortes, fachadas, perspectivas, detalhes e quantitativos, quadro de áreas de área.			
Q3	Como se dá a interação com os parceiros? (interface externa)		
A3.1	Processos de interação entre arquitetura/estrutura/instalações		
Geralmente chegam os mesmo escritórios, porem sempre é a escolha do cliente.			
A3.2	Compatibilização		
Depende, a gente faz muita coisa de compatibilização, compatibilizamos sempre com estrutura e com instalações, depende da escala do projeto, se for uma clinica que tem uma escala menor, a gente faz a compatibilização, porem se é um edifício muito maior temos um escritório que faz a compatibilização, um escritório terceirizado.			
B –	ADOÇÃO DO BIM		

Q4	Porque você resolveu adotar uma ferramenta BIM?
Parti-o de um cliente que pedi-o para que adotássemos o uma ferramenta BIM para um projeto.	
Q5	Quais as maiores dificuldade na adoção da tecnologia BIM?
É dar continuidade a isso porque outros arquitetos precisam querer, porque quem vai dar continuidade a isso, vai ter que estar trabalhando com essa ferramentas e encontrar os parceiros, hoje o pessoal de instalações de instalações começa a utilizar a ferramenta, porque, veja, a gente esta falando de 2012(ano em que tentaram utilizar o uma ferramenta BIM) e hoje é que entendo que eles estão começando a utilizar a ferramenta.	
C –	USO EFETIVO DO BIM
Q6	Experiência
C1.1	Há separação de projetos desenvolvidos em AutoCAD e outros em BIM? (porte, prazos)
Não hoje em dia só utilizamos o CAD.	
C1.2	Forma de projetar
Projeto vem do embolsa manual e depois vai para o CAD e Sketchup, o sketchup mesmo vem e volta porque a gente nunca faz nada definitivo, agente esta sempre mudando e mudando, hoje ele ajuda a gente no executivo ,mas essa é a vantagem que eu vejo no BIM, porque tudo esta conectado.	
C1.3	Visualização/simulações – novas interações entre o arquiteto e a propostas projetual
Não tem visualização simultânea, muito do que a gente faz é refeito varias vezes em arquivos diferentes, são refeitos por outros funcionários, em ciclo de retalhado ate o projeto chegar ao mais próximo do trabalho executado, hoje me dia, não utilizamos mais uma ferramenta BIM, todo om projeto.	
C1.4	Tempo
Eu acho pra começar o Autocad e Sketchup, ainda vai se manter, ate a gente chegar na fase de ante de projeto, ate todo mundo ter mais velocidade na eleboração do projeto. Na experiência que tive com BIM, sentia que retarda o meu processo de elaboração de projeto, porque ele me pedia muitas informações no começo do projeto, isso me tomavam muito tempo, por exemplo, detalhes de paredes, rejuntas, espessuras de paredes, detalhes de esquadrias , etc.	
C1.5	Divisão de tarefas para a modelagem
Cada projeto trabalha um arquiteto júnior com o arquiteto sênior e depende da fase do	

projeto entram os estagiários, todos os projetos depende da disponibilidade de quem esta no escritório no dia, todos os estagiários e todos do arquitetos trabalham com o Autocad e o Sketchup .	
C1.6	Níveis de detalhamento do modelo
Acredito que conseguimos chegar no mesmo nível de detalhe com o autocad, mas com BIM a velocidade é maior e fora as outra vantagens de trabalhar com modelo único , onde desses detalhes nos podemos tirar informações como quantitativo, porem é muito trabalhoso.	
C1.7	Novos cargos ou funções
Não, ouve a criação de novos cargos	
C1.8	Vantagens
A compatibilização considera a principal vantagem, o workset do Revit trabalhou de maneira eficaz e valeu muito a pena.	
C1.9	Desafios
Antecipar o executivo, ele precisa de muita informação na fase inicial para montar o modelo. O outro ponto, é preço dos programas, o Autocad ficou acessível, o Sketchup também porque tem a assinatura anual e agente consegue, mais um projeto no BIM é mais caro, a gente não pode cobrar o mesmo precios de um projeto feito no método tradicional com o método BIM, talvez depois que agente romper essa barreira e todo mundo estiver usando.	
Q7	A empresa sente necessidade de modelar "famílias" de componentes para o desenvolvimento de seus projetos?
C2.1	Modelagem
Recebemos varias famílias do escritório que fez o treinamento , mais sim a gente teve que modelar algumas famílias para se adaptar a nosso padrão.	
C2.2	Tempo utilizado
2012 a 2013	
C2.3	Parâmetros
Sim, criamos algumas famílias paramétricas para o projeto.	

ENTREVISTA ESCRITÓRIO “B.5”

Equipe	6 arquitetos e 2 estagiários		
Projetos	Projetos comerciais, residência e urbanismo		
Clientes	Pessoas jurídicas, físicas e órgãos públicos.		
BIM	sim	Data da entrevista:	14/nov/2019
A – METODOLOGIA DE PROJETO			
Q1	Como se dá o desenvolvimento de um projeto? (interface interna)		
A1.1	Equipe		
O escritório hoje tem 6 arquitetos e 2 estagiários			
A1.2	Ferramentas		
Pacote Office, Adobe InDesign, AutoCaD, Revit, Sketchup.			
A1.3	Fases projetuais e processo de projeto		
Temos o briefing, estudo de viabilidade, estudo preliminar, um estudo de proposta, projeto legal e o anteprojeto, essas duas fases vem como um avanço do estudo preliminar, única diferença é que nessa fase você pode colocar o que precisa com mais detalhes, depois que esta tudo aprovado nos órgão competentes, depois começou a parte de projeto executivo.			
Q2	Produtos desenvolvidos		
A2.1	Documentação		
Planta baixa, cortes, fachadas, perspectivas, detalhes, quantitativos, quadro de áreas de área, RRT, acompanhamento de obra é mais para tirar duvida, não fornecemos o acompanhamento de engenharia, é só para dar suporte a execução do projeto, a execução é externa.			
Q3	Como se dá a interação com os parceiros? (interface externa)		
A3.1	Processos de interação entre arquitetura/estrutura/instalações		
Através de reuniões, onde ocorre o processo de compatibilização onde recebemos e comentamos as plantas do projeto, muitas vezes as plantas sofrem muitas alterações por questões orçamentarias e fazemos as alterações dentro CAD planta por planta.			
A3.2	Compatibilização		
A compatibilização é com sobreposição de pranchas dentro do CAD, onde vemos as interferências.			
B –	ADOÇÃO DO BIM		

Q4	Porque você resolveu adotar uma ferramenta BIM?
Foi a pedido de um cliente que pediu um projeto em BIM e também vimos as vantagens, é uma questão de evolução natural processo de construção, uma caminho sem volta.	
Q5	Quais as maiores dificuldade na adoção da tecnologia BIM?
O que dificulta ainda é que outros setores da construção ainda não estão utilizando BIM, falta de parceiros dificulta. Outra coisa que atrapalha é que o processo de modelagem que é diferente do processo CAD, o método BIM demanda muitas informações no começo do projeto, quan ainda não esta definida pela equipe.	
C –	USO EFETIVO DO BIM
Q6	Experiência
C1.1	Há separação de projetos desenvolvidos em AutoCAD e outros em BIM? (porte, prazos)
Não á, na verdade a grande maioria dos projetos é feita em CAD, ouve somente um projeto que foi desenvolvido em BIM, todo o projeto foi feito em BIM.	
C1.2	Forma de projetar
Já existia um projeto legal, porem quando fomos desenvolvido o projeto com outras disciplinas foi mudado a forma do projeto para uma para moldada, nessa mudança a passou para BIM.	
C1.3	Visualização/simulações – novas interações entre o arquiteto e a propostas projetual
Não ouve, porque o projeto foi construído por nos mesmo então toda a alteração gerada por os outros membros do projeto mandavam os arquivos separados sem modelo único, isso dificultava a visualização simultânea.	
C1.4	Tempo
O projeto que desenvolvemos demorou bem mais do que o normal em CAD, porem entendo que seja por causa da primeira vez que Realizamos esse tipo de projeto.	
C1.5	Divisão de tarefas para a modelagem
Não houve, uma única pessoa fez todo o processo.	
C1.6	Níveis de detalhamento do modelo
O nível de detalhamento se mostrou o mesmo, não mudou em relação ao nível de detalhamento.	
C1.7	Novos cargos ou funções

Não ouve, criação de novos cargos.	
C1.8	Vantagens
A interação simultânea de diferentes a gentes do projeto, prever os diferentes níveis de execução da obra, e a possibilidade das informações do projeto serem quantificadas em diferentes níveis.	
C1.9	Desafios
Trabalhar com uma plataforma bem diferente da que estamos habituados, conseguir se adaptar a ferramenta para elaborar um projeto com a mesma qualidade,	
Q7	A empresa sente necessidade de modelar "famílias" de componentes para o desenvolvimento de seus projetos?
C2.1	Modelagem
Sentimos sim, tivemos que modelar algumas coisas ou adaptamos de um modelo existente.	
C2.2	Tempo utilizado
2018 a 2019.	
C2.3	Parâmetros
Sim as famílias que criamos eram paramétricas.	

ANEXO

Modelo de entrevista A – ENTREVISTA ESCRITÓRIO “A”

Equipe	
Projetos	
Clientes	
BIM	Data da entrevista:
A – METODOLOGIA DE PROJETO	
Q1	Como se dá o desenvolvimento de um projeto? (interface interna)
a a1.1	Equipe
a1.2	Ferramentas
a1.3	Fases projetuais e processo de projeto
Q2	Produtos desenvolvidos
a2.1	Documentação
Q3	Como se dá a interação com os parceiros? (interface externa)
a3.1	Processos de interação entre arquitetura/estrutura/instalações
a3.2	Compatibilização
B – ADOÇÃO DO BIM	
Q4	Porque você resolveu adotar uma ferramenta BIM?
Q5	Quais as maiores dificuldade na adoção da tecnologia BIM?
C – USO EFETIVO DO BIM	
Q6	Experiência
C1.1	Há separação de projetos desenvolvidos em AutoCAD e outros em BIM? (porte, prazos)
C1.2	Forma de projetar
C1.3	Visualização/simulações – novas interações entre o arquiteto e a propostas projetual
C1.4	Tempo
C1.5	Divisão de tarefas para a modelagem
C1.6	Níveis de detalhamento do modelo
C1.8	Novos cargos ou funções
C1.9	Vantagens
C1.10	Desafios
Q7	A empresa sente necessidade de modelar "famílias" de componentes para o desenvolvimento de seus projetos?
C2.1	Modelagem
C2.2	Tempo utilizado
C2.3	Parâmetros