

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**BIM NA ARQUITETURA: Contribuições e relevância dos modelos de informações da construção para o projeto de arquitetura.**

Fábio Oliveira de Matos

Santana/AP  
Janeiro de 2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ-UNIFAP  
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**BIM NA ARQUITETURA: Contribuições e relevância dos modelos de informações da construção para o projeto de arquitetura.**

Fábio Oliveira de Matos

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal do Amapá como requisito para obtenção de Graduação em Arquitetura e Urbanismo

Orientador: André Barros Coelho

Santana/AP

Janeiro/2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ-UNIFAP**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SANTANA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO**

**BIM NA ARQUITETURA: Contribuições e relevância dos modelos de informações da construção para o projeto de arquitetura.**

Fábio Oliveira de Matos

Banca Examinadora

---

Prof. Msc. André Barros Coelho  
Orientador

---

---

“Arquitetura deve falar de seu tempo e lugar, porém anseia por atemporalidade.”

Autor: Frank Gehry.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	5
LISTA DE ABREVIACÕES .....	7
1. INTRODUÇÃO .....	8
2. UMA BREVE HISTÓRIA DAS FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO NA ARQUITETURA.....	10
2.1 História do Planejamento de Projeto na Arquitetura.....	10
2.2 Criação dos Primeiros Programas CAD .....	15
2.3 A modelagem e o conceito BIM: <i>o que é Bim?</i> .....	18
3. BIM NA ARQUITETURA.....	21
3.1 O BIM e sua Utilização na Arquitetura: Aplicabilidade do BIM .....	21
3.2 Programas que usam o Conceito Bim .....	23
3.2.1 Autodesk Revit: apresentação, interface básica, configurações iniciais.....	23
3.2.2 Autodesk Autocad: apresentação, interface básica, configurações iniciais .	33
3.2.3 Outros softwares BIM: ArchCAD, 3dMax, etc,.....	37
3.3. O Software BIM como Ferramenta de Projeto .....	43
3.3.1 O projeto e sua execução em software BIM: Exemplos de projeto em BIM...	43
3.2.3 Avanços Tecnológicos: O Futuro do Bim .....	45
4.EXPERIÊNCIA DE PROJETO BIM .....	49
4.1 Legislações .....	49
4.2 Programa de Necessidades .....	50
4.3 Desenvolvimento do Projeto .....	51
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	64
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Stonehenge na Inglaterra.....	10
Figura 2: Stonehenge Amazônico - Amapá .....	11
Figura 3: Esfinge de Gizé e a Pirâmide de Quéfren .....	12
Figura 4: Catedral da Colônia.....	13
Figura 5: Lápis de Grafite.....	14
Figura 6: ENIAC, Primeiro Computador.....	15
Figura 7: Sketchpad.....	16
Figura 8: Archicad .....	17
Figura 9: Autodesk .....	17
Figura 10: Tecnologia BIM.....	19
Figura 11: Autodesk Revit – Tela inicial.....	24
Figura 12: Propriedades de uma janela.....	25
Figura 13: Janela de propriedades.....	26
Figura 14: Janela de Navegação .....	27
Figura 15: Escadas .....	28
Figura 16: Aba de Estrutura.....	29
Figura 17: Aba Inserir .....	29
Figura 18: Aba de ferramentas de cotas, textos, detalhes, revisões, etc.....	30
Figura 19: Aba Massa e terreno (topografia) .....	30
Figura 20: Aba Vista.....	31
Figura 21: Aba Vista.....	31
Figura 22: Aba Vista.....	31
Figura 23: Aba Gerenciar .....	32
Figura 24: Aba Gerenciar .....	32
Figura 25: Aba Modificação .....	33
Figura 26: Autodesk Autocad .....	34
Figura 27: Trimble SketchUp Pro.....	37
Figura 28: Autodesk Lumion.....	38
Figura 29: Autodesk 3dmax.....	38
Figura 30: Vista 3D.....	39
Figura 31: Parede representada no Autodesk Autocad .....	40
Figura 32: Vista 3D.....	41
Figura 33: Corte .....	42
Figura 34: Walt Disney Concert Hall .....	43
Figura 35: Shanghai Tower.....	44
Figura 36: Shanghai Tower.....	44
Figura 37: Maquete física.....	45
Figura 38: Maquete 3D.....	46
Figura 39: Autocad Mobile .....	46
Figura 40: Google Glass .....	47
Figura 41: Impressora 3D gigante .....	47
Figura 42: Impressora 3D Gigante .....	48
Figura 43: Localização do Projeto .....	49

Figura 44: Aba Gerenciar .....	51
Figura 45: Ferramenta Informações do Projeto.....	52
Figura 46: Aba Configurações Adicionais .....	52
Figura 47: Plataforma de Construção .....	53
Figura 48: Janela de componentes da parede .....	54
Figura 49: Ferramenta de desenho das paredes .....	55
Figura 50: Visualização 3D .....	55
Figura 51: Visualização 3D com detalhes .....	57
Figura 52: Detalhes Escada.....	58
Figura 53: Representação 3D da fundação do prédio.....	59
Figura 54: Autodesk Revit - Tabela de Portas .....	60
Figura 55: Simulação de locação real.....	61
Figura 56: Simulação de insolação no apartamento. ....	61
Figura 57: Diário de Projeto .....	63

## **LISTA DE ABREVIações**

BIM – Building Information Model

WWW – World Wide Web

CAD – Aided Computer Draw

ENIAC – Electronic Numeric Integrator and Computer

DWG – Extensão de Arquivo do Autodesk Autocad

RVT – Extensão do Arquivo do Autodesk Revit

PDF – Extensão de arquivo não editável

NIBS - National Institute of Building Sciences

NASA – National Aeronautics and Space Administration

2D – Desenho em duas dimensões

3D – Desenho em três dimensões

SL3 – Setor de Lazer 3

CAT – Coeficiente de Aproveitamento do Terreno

# 1. INTRODUÇÃO

Estamos enfrentando um período de transição na arquitetura, principalmente se levar em consideração, as ferramentas de projeto. Para cada período existe uma maneira de pensar, planejar, executar as mais diversas obras. Esse trabalho tem como objetivo demonstrar a relevância do uso de ferramentas digitais para a arquitetura, para isso, foram levados em conta os diferentes momentos que a Arquitetura viveu no decorrer da história, desde seus primórdios até hoje. Atualmente, novas tecnologias vem surgindo, como o BIM (Building Information Modeling) que é uma das mais novas ferramentas para planejar, projetar e até construir.

Para demonstrar a importância das ferramentas digitais foi elaborado uma síntese sobre um dos mais famosos programas BIM utilizados atualmente, o Autodesk Revit, suas funcionalidades, comparação com outros programas e as facilidades que ele nos proporciona, tudo isso usando um projeto totalmente construído por meio dele, tendo sido utilizada a maioria de suas ferramentas.

As principais fontes de pesquisa e referencial foram os trabalhos de pesquisa presentes no livro “*O processo de projeto em arquitetura da teoria à ferramenta*”, onde encontra-se vários artigos que dão informações importantes sobre o BIM. Além deles, foram utilizados os tutoriais presentes no próprio programa, um canal de vídeo-aulas no Youtube denominado “Oi eu sou David” onde o instrutor ensina os caminhos para se utilizar o Revit e, fornece muitas informações sobre o BIM, como também diversos sites, como o da empresa Autodesk, que possui inúmeras informações, além da curiosidade de clicar no símbolo da ferramenta e esperar o resultado.

No primeiro capítulo, será apresentado um breve histórico sobre as ferramentas de projeto em forma de linha do tempo, desde os primeiros momentos da arquitetura até chegar às ferramentas digitais, logo em seguida a história se concentra na virtualização dos projetos, com a criação dos primeiros programas com desenhos assistidos por computador, popularmente conhecidos como CAD, também mostrará desde o início com o Skethpad até chegar aos softwares BIM.

No segundo capítulo será apresentado o BIM, como ferramenta de projeto, suas aplicabilidades, vantagens e desvantagens em relação a outros programas. No mesmo capítulo também serão apresentados programas BIM como, por exemplo, o

Autodesk Revit, que é um programa totalmente moldado aos conceitos BIM, será demonstrado suas funcionalidades, configurações, algumas ferramentas e também o Autodesk Autocad, que necessita de Plugins<sup>1</sup> para ser considerado um programa BIM. No mesmo capítulo ainda, será feita comparação entre os dois programas mostrando as vantagens, desvantagens e funcionalidades. Logo após, será realizado um apanhado geral em outros programas que são, ou podem se tornar BIM e para finalizar o capítulo será demonstrado o que podemos esperar para o futuro do BIM e das ferramentas de projeto.

O terceiro capítulo irá apresentar uma experiência de projeto em BIM utilizando o Software Autodesk Revit, com todas as ferramentas necessárias para a criação do mesmo, ao mesmo tempo, que será montado um diário de projeto contando o tempo que foi utilizado em cada etapa de projeto.

Ao final do trabalho, será apresentada uma breve análise dos dados resultantes da experiência de projeto em BIM, confirmando da relevância do uso dessa plataforma para o processo de projeto de Arquitetura.

---

<sup>1</sup> Plugin: Plugins são extensões de programas, eles servem para adicionar funcionalidades que não estão presentes no softwares.

## 2. UMA BREVE HISTÓRIA DAS FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO NA ARQUITETURA

### 2.1 História do Planejamento de Projeto na Arquitetura.

Desde o início do planejamento de projetos, ocorreu uma grande evolução nas ferramentas de projeto, facilitando cada vez mais o trabalho do arquiteto e urbanista, deixando mais tempo para o planejamento das ideias, do que colocar as ideias no papel. A evolução começa desde a arquitetura neolítica. Os primeiros arquitetos pedreiros, como eram chamadas aquelas pessoas que trabalhavam naquela época. Eram responsáveis pelo planejamento e execução da obra, construindo suas ideias desenhando nas paredes com carvão, passando pela prancheta e grafite técnica, até chegar no BIM.

Figura 1: Stonehenge na Inglaterra



Fonte: Google Imagens

A arquitetura neolítica tem como característica, construções de pequenos abrigos com pouco planejamento, mas mesmo assim surgem os primeiros monumentos, pois o homem aprendia a trabalhar com a pedra, geralmente as construções eram planejadas e construídas ao mesmo tempo por isso não existem registros de ferramentas de planejamento, mas mesmo assim foram erguidos vários monumentos que são até hoje um mistério de como foram construídos, com é o caso do famoso o Stonehenge que fica no sul da Inglaterra (Figura 1).

No Brasil (no Amapá mais especificamente) existe um monumento com características neolíticas e por sua semelhança com o monumento da Inglaterra ele é popularmente chamado de Stonehenge amazônico (Figura 2).

Figura 2: Stonehenge Amazônico - Amapá



Fonte: Google Imagens

Pouco se sabe sobre esse monumento que, apesar de ter sido descoberto por pesquisadores no final do século 19, não foram realizados estudos aprofundados e nem marcações de sua localização, o que fez com que o monumento caísse no esquecimento e deixasse dúvidas sobre sua existência. Porém, devido a um fato curioso ocorreu recentemente em 2005, o monumento foi redescoberto.

Lailson da Silva, popularmente conhecido como “Garrafinha” foi contratado para fazer queimadas no local para a criação de búfalos, quando se deparou com uma formação rochosa incomum, logo o dono da fazenda sabendo do possível valor arqueológico procurou o governo do estado para a venda de suas terras, hoje o lugar é um sítio arqueológico chamado Rego Grande, localizado no município de Calçoene norte do Amapá.

A arqueóloga Mariana Petry Cabral que se encontra há sete anos no Amapá, enfatiza que *“é provável que o lugar tenha sido um misto de calendário ou observatório astronômico e de centro ritualístico, mas que até o momento permanece apenas no terreno da hipótese”*.

As ferramentas utilizadas nesse período eram basicamente ferramentas construtivas rústicas de instrumentos de planejamento, como a régua, P pesquisadores realizaram escavações no Mohenjo-daro e encontraram um objeto dividido em unidades correspondente a 1,32 em (33,5mm), marcado com subdivisões decimais, com precisão incrível, dentro de 0,005 (0,13 mm). Tijolos antigos

encontrados em toda região possuíam dimensões que correspondem a essas unidades.

A partir da antiguidade clássica começou a separação entre quem planejava e quem construía as edificações. Nesse período a humanidade confrontava-se com um mundo cheio de deuses vivos, gênios e outras criaturas divinas. A arquitetura era voltada geralmente a adoração desses deuses, por isso a figura do arquiteto estava associado a sacerdotes e aos próprios governantes, suas construções eram acompanhadas por rituais, sacrifícios, entre outros, que simbolizavam o contato do homem com o divino.

Foi nesse período que surgiu o conceito de uma mesa grande para planejar e desenhos esquemáticos, ainda de uma forma bem rústica, mas o bastante para construções mais complexas.

Figura 3: Esfinge de Gizé e a Pirâmide de Quéfren



Fonte: Wikipédia

A Figura 3 representa dois monumentos que se acredita que foram executados na antiguidade clássica, a esfinge de Gizé e a pirâmide de Quéfren, ambos, localizados no norte do Egito, na margem oeste do rio Nilo, cercanias da atual metrópole do Cairo. Até hoje existem muitos mistérios com relação a essas construções, principalmente, por causa da incompatibilidade entre a complexidade das estruturas e as tecnologias da época.

Na idade medieval (período entre o século V e XV), da arquitetura bizantina a arquitetura gótica, a figura do arquiteto não existia, mas mesmo assim, devido a

ascensão da igreja católica, ocorreu um grande avanço na tecnologia de construção das catedrais.

O conhecimento construtivo é guardado pelas corporações, as quais reuniam dezenas de mestres de obras que conduziam a execução das obras, mas também as elaboravam.

Figura 4: Catedral da Colônia



Fonte: Google Imagens

A catedral da Colônia (Figura 4) é um exemplo de arquitetura dessa época, no estilo gótico sua construção se iniciou no século XIII e levou mais de 600 anos para ser finalizada, com sua conclusão recebeu o título de prédio mais alto do mundo, na época com 157 metros de altura.

As ferramentas de projeto nessa época tiveram um grande avanço principalmente com a invenção do lápis. No século XII surgem os primeiros lápis feitos com uma mistura de estanho e chumbo, conhecido como lápis de prata.

Na idade moderna a arquitetura tem sua ascensão, com a criação dos tratados arquitetônicos romanos e a liberdade de pesquisa científica que se obteve. Com isso ocorreu um avanço nas técnicas construtivas, permitindo novas experiências e a concepção do espaço. É nesse período que temos a criação de algumas ferramentas usadas até hoje no planejamento e na arquitetura como o lápis de grafite.

Figura 5: Lápiz de Grafite



Fonte: [www.gruposerafim.com.br/a-origem-do-lapis/](http://www.gruposerafim.com.br/a-origem-do-lapis/)

Os primeiros lápis de grafite surgem no século XVI, após a descoberta de uma fonte de grafite pura na Inglaterra. Suas barras de grafite (figura 5) eram cortadas, talhadas e embrulhadas em peles de ovelha, logo depois misturadas com resinas e colas e a mistura colocadas em uma ranhura de um pedaço de madeira, assim mesmo que rusticamente surgiram os primeiros lápis de grafite.

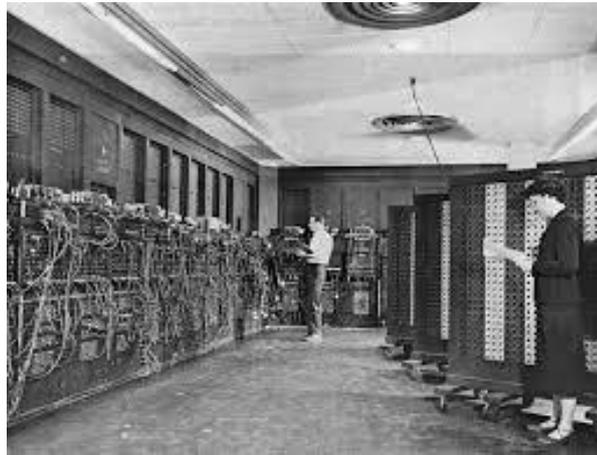
As técnicas de fabricação, do lápis de grafite, que conhecemos hoje, surgiram na França no século XVIII. Napoleão, que tinha cortado relações com a Inglaterra que era a fornecedora de grafite, investiu em pesquisas para inventar um substituto para o mesmo, foi quando o químico Francês Nicholas Conté desenvolveu um processo que consistia em misturar argila e água com uma pequena porção de grafite em pó e submetidos a altas temperaturas, assim surgiram os lápis usados em tempos modernos.

Com a invenção do computador, tivemos um grande avanço no estilo de vida e a arquitetura e ciências construtivas não foram diferentes.

A história da criação dos programas que desenham de forma assistida, por computador, se baseiam no mesmo problema solucionado pela criação do ENIAC (figura 6), o primeiro computador, dada a seguinte situação: em plena segunda guerra mundial tornou-se necessário calcular a trajetória de um projétil e para isso, existiam inúmeras variáveis nesse cálculo como: peso do projétil, densidade do ar, velocidade do vento, umidade entre outros, sendo necessários vários cientistas e várias horas de estudo e cálculo para se chegar a um resultado satisfatório, e quando chegava a hora

de colocar o plano em prática as variáveis não eram mais as mesmas, ocorriam mudanças na direção do vento, na velocidade e na umidade, ou seja, horas de trabalhos eram perdidas. Por isso em torno de 1943 começou a ser desenvolvido o ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Computer*). Para que esses cálculos fossem feitos de forma mais rápida para que fossem minimizadas as mudanças das variáveis deixando o cálculo cada vez mais preciso.

Figura 6:ENIAC, Primeiro Computador

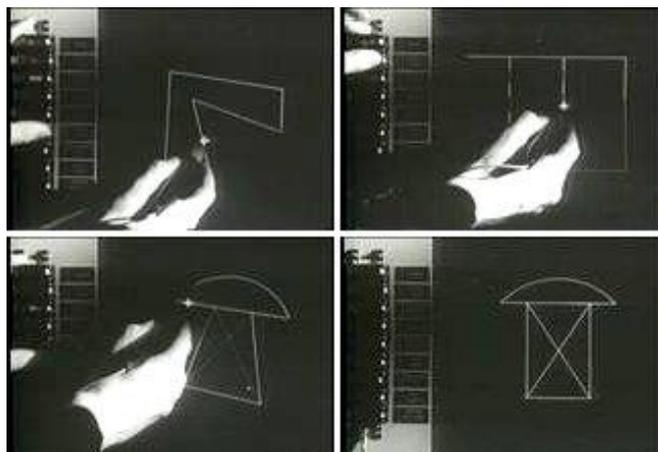


Fonte: Wikipédia

## 2.2 Criação dos Primeiros Programas CAD

O Primeiro programa de desenho interativo o Sketchpad (figura 7) foi desenvolvido por Ivan E. Sutherland em sua tese de doutorado de 1963. O programa consistia em desenvolver um desenho simples em um plano cartesiano utilizando dados de coordenadas para dar formas ao desenho.

Figura 7: Sketchpad



Fonte: Wikipédia

Contudo, não permitia o desenho de coisas complexas, entretanto, foi o pontapé inicial para a construção dos programas que temos hoje. O sketchpad chegou à sua terceira versão com ajuda de cientistas do MIT, possibilitando o desenho em três dimensões, o que impulsionou a valorização do conceito de interface, que é a comunicação do homem-máquina, sendo utilizado até os dias de hoje.

Foi na aviação que o desenho CAD (Desenho Assistido por computador DAC ou CAD do inglês: Computer Aided Design), nome genérico dos sistemas computacionais e softwares utilizados pela engenharia, geologia, geografia, arquitetura e design, com o intuito de facilitar o projeto e desenho técnicos.

No caso do design, este pode estar ligado especificamente a todas as suas vertentes de produtos (como vestuário, eletroeletrônicos, automobilísticos, etc.), sendo implantado primeiro pela sua versatilidade em relação às plantas feitas à mão logo depois migrou para arquitetura e engenharia.

Em meados da década de 80 surge o primeiro programa CAD já específico para o desenho e planejamento de Projetos, mas mesmo assim pouco utilizado na arquitetura, pois sua interface era projetada para engenharia mecânica. A partir da década de 90 ocorreu uma grande explosão na utilização da informática na arquitetura, principalmente, devido as facilidades que essas ferramentas trouxeram para o planejamento.

Em 1987 surge o primeiro conceito de edifício virtual, com a primeira versão do Graphsoft Archicad, descrito por Jerry Laiserin, como nome comum para uma representação digital do processo de construção, no intuito de facilitar o intercâmbio e a interoperabilidade de informação em formato digital. Porém a ideia não foi muito

bem aceita, pelo preço elevado de componentes e a complexidade das ferramentas do software, deixando o trabalho mais complicado para o arquiteto, atrasando ainda mais o planejamento, porém, esse cenário mudou 10 anos mais tarde.

Figura 8: Archicad



Fonte: Plataforma BIM

Figura 9: Autodesk



Fonte: Plataforma BIM

Nos anos 2000, devido ao aumento de complexidade de casas, edifícios, entre outros, somente desenhos assistidos por computador não sucumbiam a necessidade dos arquitetos, eles precisavam de uma forma de colocar todas as informações da construção em um único arquivo e ser capaz de ter acesso a essas informações rapidamente. É nisso que o conceito BIM se baseia, e por isso a Graphsoft resolveu voltar atrás na ideia do BIM e lançar uma nova versão do Archicad (figura 8) muito mais robusto e muito mais fácil a sua usabilidade, logo surgiram também outros programas utilizando o mesmo conceito como o Autodesk Revit (figura 9), e Plugins para Autocad, e Sketchup que os dão características que os transformam em softwares BIM.

### **2.3 A modelagem e o conceito BIM: o que é *Bim*?**

BIM é uma sigla em inglês para Building information Model, representa uma nova geração de ferramentas CAD inteligentes, orientadas ao objeto que gerenciam, a informação. Envolve a modelação das informações do edifício, criando um modelo digital integrado de todas as especialidades, e que abrange todo o ciclo de vida da edificação. A modelação 3D paramétrica e a interoperabilidade são características essenciais que dão suporte a esse conceito.

De acordo com o National Institute of Building Sciences (NIBS), “A Building Information Model é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma instalação” em outras palavras, o BIM é um modelo digital composto por um banco de dados que permite agregar informações para diversas finalidades, além do aumento de produtividade e racionalização do processo.

Um erro comum sobre o BIM é associa-lo somente com modelação e visualização 3D, na verdade ele abrange muito mais que isso, colocando o máximo possível de informações do edifício gerando no final além de uma visualização 3D também plantas de locação e localização, plantas baixas, cortes, fachadas, perspectivas, plantas estruturais, plantas elétricas, plantas hidráulicas, estudo solar entre outros.

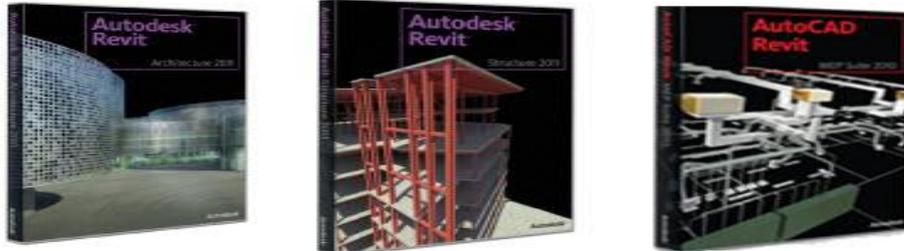
A integração das informações gráficas e não gráficas num só local dá muito mais valor ao modelo, funcionando como um recurso que pode ser acessado por muitas pessoas, em vez de ter que desperdiçar tempo e dinheiro, para duplicar trabalho. O desperdício atual da duplicação de trabalho no projeto de construção e construção, embora difícil de quantificar com precisão, é estimado pelo NIBS, que se aproxima de US \$ 400 bilhões de dólares anuais, sem ter em conta os processos operacionais. Eliminar este desperdício foi um fator motivador por parte dos proprietários e outros que procuram um resultado superior para os edifícios, incorporando uma melhor coordenação e uma metodologia que evite repetições.

A tecnologia BIM e seus programas estão cada vez mais presentes nos escritórios ligados à construção civil devido as suas inúmeras vantagens entre elas:

- Maior agilidade no processo de elaboração do projeto;
- Melhor coordenação dos desenhos evitando eventuais erros;
- Novas oportunidades de receita e negócios;

- Redução de custos;
- Mais foco no design;
- Redução nas horas de trabalho.

Figura 10: Tecnologia BIM



Fonte: Plataforma BIM

Mesmo assim, existem reclamações da tecnologia BIM, e a principal delas diz respeito do preço do software. Hoje uma licença do Autodesk Revit, na sua versão completa, custa em torno de R\$ 14.000,00 mais impostos, o que para um escritório pequeno é uma boa quantia, muito grande para ser colocada no orçamento, o que acaba acarretando o crescimento da pirataria sobre esses softwares.

Uma das reclamações é que por ser uma tecnologia nova, falta de cursos e profissionais qualificados para a utilização de softwares BIM, pois os mesmos exigem muitas horas de estudo e dedicação, para poder usá-los com eficiência, além disso, alguns arquitetos não aceitam a mudança na sua rotina de trabalho, o que faz com que muitos escritórios de arquitetura utilizem mais ainda a prancheta manual e o Autocad.

Outro problema comum, era em relação ao idioma estrangeiro, mais felizmente hoje praticamente todos os softwares BIM tem o idioma Português (Brasil) disponível em suas configurações, o que facilita muito sua compreensão pelos arquitetos Brasileiros.

A realidade virtual apresentada nos softwares está cada vez mais evoluída, usando estratégias de inteligência artificial, não parando somente com fotos de maquete eletrônica, mas sim chegando a ser uma animação, quase uma simulação de ocupação, mostrando virtualmente as ações das pessoas que irão utilizar o local e a ação da natureza sobre o local, podendo prevenir até mesmo desastres naturais como terremotos, furacões, explosões entre outros.

As vantagens incluem também previsões de problemas cotidianos de cada prédio como ação de pragas, perda da integridade estrutural ajudando na melhor manutenção do prédio. Além de trabalhar com qualquer tipo de material ajudando restauradores a manter preservada a sua história.

## 3. BIM NA ARQUITETURA

### 3.1 O BIM e sua Utilização na Arquitetura: Aplicabilidade do BIM

O papel do Arquiteto e Urbanista é de ter ideias, encontrar problemas e criar soluções. O Arquiteto é um artista que precisa de liberdade para expressar, mostrar seus sentimentos em sua obra e, passar esse sentimento a quem irá viver nela, muitas vezes, esse papel é esquecido. O Arquiteto acaba virando desenhista, virando projetista, virando mestre de obras. Passa mais tempo desenhando suas ideias, do que pensando, passa mais tempo calculando uma estrutura, do que analisando sua funcionalidade, refaz todo o trabalho de horas por causa de um pequeno erro em sua prancheta, rasga sem querer o trabalho por causa de uma borracha gasta ou papel já muito usado, Arquitetos não são máquinas, arquitetos são seres humanos, arquitetos erram.

- Ineficiências, enganos e atrasos chegam a U\$200 bilhões dos \$650 bilhões gastos em construção nos EUA todo ano (*New Wiring, The Economist, January 13th, 2000*);
- Somente na Inglaterra, o custo anual para corrigir defeitos de construção causados por projetos mal detalhados e instruções operacionais dadas incorretamente atingem aprox. £1 bilhão de Libras (aproximadamente 4,15 bilhões de 4,15 Reais) (*IT Construction Best Practice service, <http://www.itcbp.org.uk>*);
- O processo de construção é por si mesmo repetitivo na sua essência de projeto para projeto. Pesquisas atestam que até 80% das tarefas numa construção são repetitivas.

A primeira grande revolução digital só veio na arquitetura milhares de anos depois da invenção da prancheta, que foi o desenho assistido por computador (CAD) e pouco tempo depois já nos preparamos para outra grande revolução na arquitetura digital, o Bim.

O BIM está aí para facilitar o planejamento e a execução de projetos e, devido seu vasto arsenal de ferramentas, cumpre bem o seu trabalho. As ferramentas de desenho são simples e completas, não atrapalhando no processo criativo do arquiteto.

Desde o primeiro momento o desenho é criado em 3D, é desenhado simultaneamente, os cortes elevações e fachadas e, por ser criadas ao mesmo tempo minimiza os erros não havendo discrepância entre projetos.

Colocamos no arquivo do programa BIM todas as informações que serão necessárias para a construção da edificação, além disso, essas informações estão interligadas, ou seja, uma informação alterada em uma planta, elevação, ou corte, é automaticamente atualizada em todo o modelo.

Por exemplo, se na planta for alterada a posição de uma janela ou porta, na elevação e cortes estas mudanças serão automaticamente atualizadas, assim como, serão atualizado no modelo 3D, o que na prancheta ou no próprio Autodesk Autocad levaria tempo e daria muito trabalho principalmente se o projeto for complexo.

“Bim é a criação paramétrica, ou inteligente, de modelos em perspectiva 3D em vez de desenhos 2D “não Inteligentes”. O BIM opera sobre uma base de dados digital e qualquer alteração feita nesta base de dados reflete-se em todas as peças desenhadas que compõem o projeto. Isto permite que todos os envolvidos no período de vida dum empreendimento de construção – arquitetos, engenheiros, empreiteiros e proprietários – possa visualizar o modelo de modo diferente, conseguindo facilmente compartilhar e sincronizar informações” (ARSENAULT, P.J., Dezembro 2009)

Devido às vastas informações contidas do modelo, uma grande vantagem nos programas BIM, está nas determinações de quantitativos dos projetos, que são realizadas automaticamente pelo programa, levando apenas alguns segundos para ficarem prontos facilitando orçamentos, que também são automaticamente atualizados, se ocorrer alguma modificação no projeto. Dentro dos Programas BIM existe também ferramentas de estudo de conforto, como orientação do sol, direcionamento dos ventos, o que ajuda no planejamento da locação do projeto.

Existem disponíveis hoje para arquitetos, engenheiros e estudantes inúmeros programas BIM, os mais acessíveis hoje são o Autodesk Revit e o Graphisoft Archicad. Os dois além de suas características Bim citadas acima têm características específicas de cada um, mas são dois programas completos e irão ajudar muito no trabalho do arquiteto.

Para quem quer começar a usar o BIM, mas já utiliza qualquer outro programa, pode facilmente conciliá-los, pois existe compatibilidade com praticamente qualquer outro programa já utilizado, usando a ferramenta de importação.

## **3.2 Programas que usam o Conceito Bim**

### **3.2.1 Autodesk Revit: apresentação, interface básica, configurações iniciais.**

O Autodesk Revit é um programa criado seguindo totalmente os conceitos do *Building Information Modeling* (Bim.). Ele foi criado e lançado em abril de 2000 pela empresa Autodesk, a mesma empresa que criou inúmeros programas de edição gráfica engenharia e arquitetura como 3D max, Autocad, entre outros, em resposta ao Archicad da empresa Graphsoft.

O Autodesk Revit utiliza o Netframework como plataforma de desenvolvimento e têm total compatibilidade com todos os programas da *Autodesk* e os principais programas de construção civil e modelagem.

Hoje o Autodesk Revit vem cada vez mais ganhando mais espaço nos escritórios de arquitetura e engenharia por sua facilidade e ótimo custo benefício, sem falar na biblioteca gigantesca que a Autodesk disponibiliza para seus utilizadores, um exemplo disso, seria o programa minha casa minha vida que fornece as plantas de sua casa tipo em arquivo RVT, que é a extensão de arquivos do Autodesk Revit.

O programa sozinho identifica a espessura necessária ao traçado em corte e em vista (quais elementos devem ser representados com espessuras grossas, médias e finas); altera automaticamente as alturas de textos, de cotas e símbolos, conforme a mudança de escala; executa automaticamente cortes e fachadas conforme o comando do projetista; nomeia e numera automaticamente os desenhos nas pranchas; e, ainda permite a realização de maquete eletrônica automaticamente, com foto realismo e animação gráfica, tornando-se, dessa forma, um software completo para escritórios de arquitetura e engenharia.

Sua característica principal que difere dos outros programas é a possibilidade de várias pessoas trabalharem no mesmo projeto, simultaneamente, usando um sistema de rede local ou mesmo o Cloud Computer (Cloud Computer é um sistema de arquivos compartilhados pela internet), tornando a confecção dos projetos mais dinâmica.

Apesar dos inúmeros recursos que o Autodesk Revit, ele é um programa leve, fluido e com uma interface simples, a opção de idioma para português brasileiro e as normas da ABNT pré-carregadas facilitam ainda mais o seu uso mesmo para pessoas que nunca tinha entrado em contato com o programa. Sua primeira interface é simples,

com acesso rápido a projetos recentes, vídeos tutoriais e demonstrações com projetos prontos.

Figura 11: Autodesk Revit – Tela inicial



Fonte: Capturada do Programa

Na figura 11 apresenta a tela inicial do Autodesk Revit, nela podemos visualizar projetos recentes, alguns projetos de demonstração e vídeos tutoriais ensinando a usar o programa, podemos também criar um novo projeto partindo de uma folha em branco ou a partir de um projeto já existente.

No seu Layout padrão (principal) existem três Janelas e o ambiente de trabalho, esse layout pode ser facilmente modificado a gosto do utilizador. O ambiente de trabalho é onde os desenhos e croquis serão trabalhados, nele podemos trabalhar de várias formas, podendo ser em planta baixa, elevações ou com visualizações em 3d.

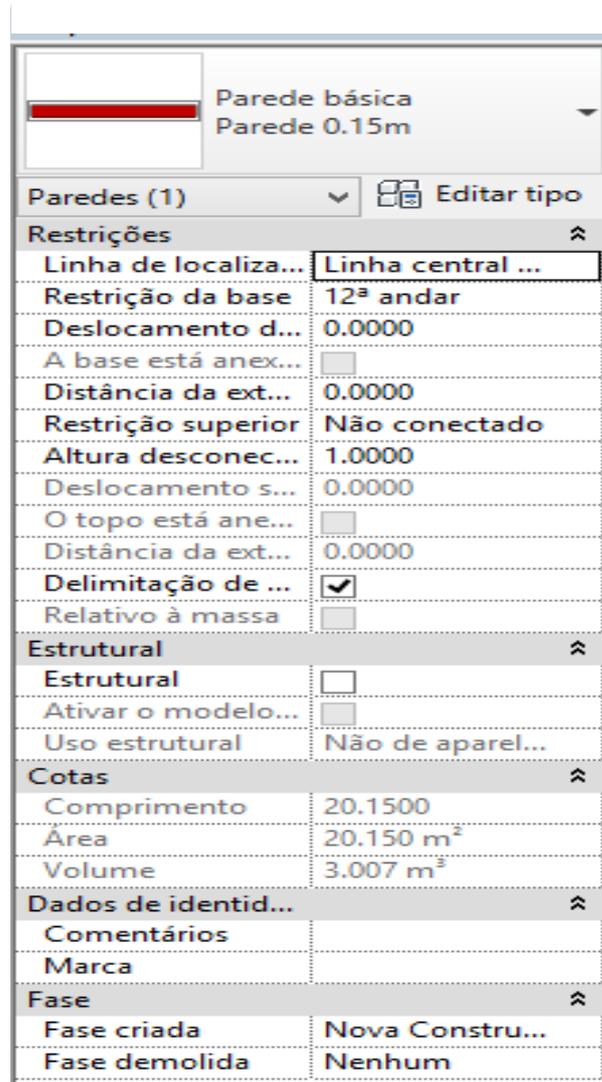
As janelas presentes na interface principal do Autodesk Revit irão auxiliar o trabalho e entre elas estão às janelas de propriedades, de navegação e de ferramentas, cada uma possui um papel importantíssimo na elaboração do projeto.

A janela de propriedades tem o poder de verificar as características de qualquer objeto no projeto, podendo ser uma porta, janela, parede, telhado, shaft, vista entre outros, com essa janela podemos determinar, por exemplo, os materiais que serão utilizados em uma parede, qual a marca ou modelo de uma televisão da sala, qual a potência da luz, espessura da parede e etc.

A figura 12 representa uma janela de propriedades de uma parede. Nessa janela podemos além de verificar várias informações sobre a mesma, podemos também modificar sua altura, em que andar essa parede fica, que tipo de parede

(alvenaria, Drywall, Estrutural entre outros.). Podemos utilizar vários modelos de parede previamente carregados, existe uma imensa biblioteca online que a Autodesk deixa a disposição do arquiteto e também podemos criar novos modelos.

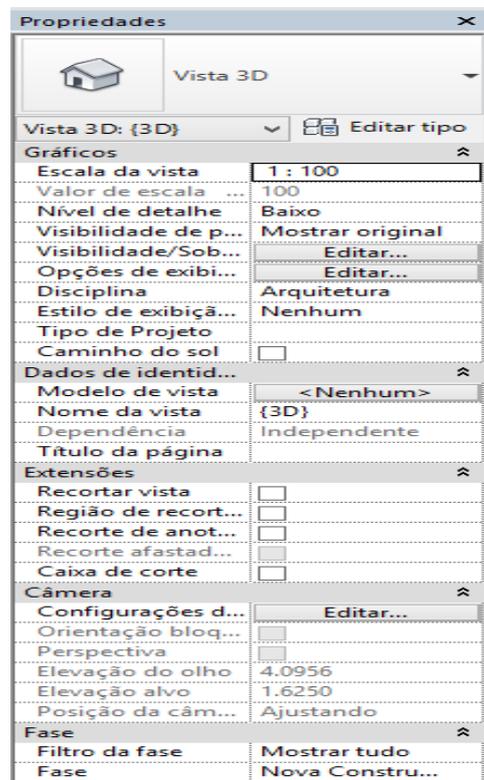
Figura 12: Propriedades de uma janela



Fonte: Capturada do Programa

A Figura 13 representa a mesma janela de propriedades, mas no caso, está selecionada a folha de trabalho onde podemos modificar a escala, nível de detalhamento, recorte, câmeras, posicionamento da prancha, orientações entre outros.

Figura 13: Janela de propriedades

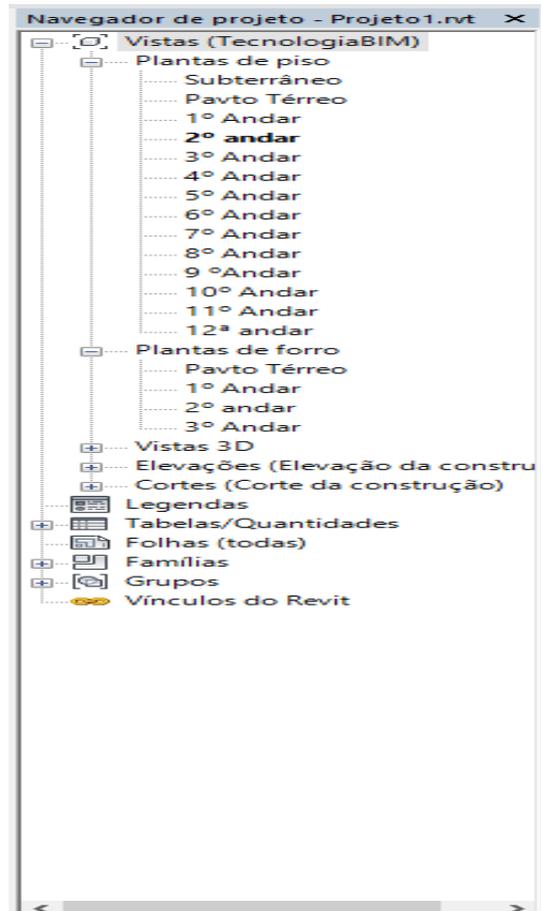


Fonte: Capturada do Programa

A Janela de navegação (Figura 14) é bem parecida com a janela de propriedades, porém, nela se controla o ambiente de trabalho, nela pode-se escolher de que forma irá trabalhar no projeto, podendo escolher entre vistas frontais, vistas de planta, plantas invertidas, modelos 3D entre outros, nela poderá escolher a escala trabalhada no projeto, como o programa foi pensado também para uma linguagem no Brasil, as normas da ABNT estão automaticamente carregadas nas dimensões das linhas, tamanho de fonte e letra nos projetos, com isso o arquiteto pode colocar na escala que ele quiser, já estão pré-carregadas as escalas mais usuais do arquiteto como 1/100, 1/50 entre outros, mas também há a possibilidade de configurarmos para escalas não usuais.

Na janela de navegação também é possível a criação de tabelas, nelas é feito o quantitativo real da obra, essas tabelas tem total compatibilidade com o Microsoft Excel, permitindo um orçamento rápido e preciso da obra.

Figura 14: Janela de Navegação



Fonte: Capturada do Programa

A janela de ferramentas utiliza o layout de abas parecido com versões recentes do Autodesk Autocad e pacote office, sendo que a primeira aba estão as ferramentas principais da construção, os seus nomes correspondem as suas funcionalidades, por exemplo, a ferramenta parede serve para criar paredes e janelas servem para criar janelas.

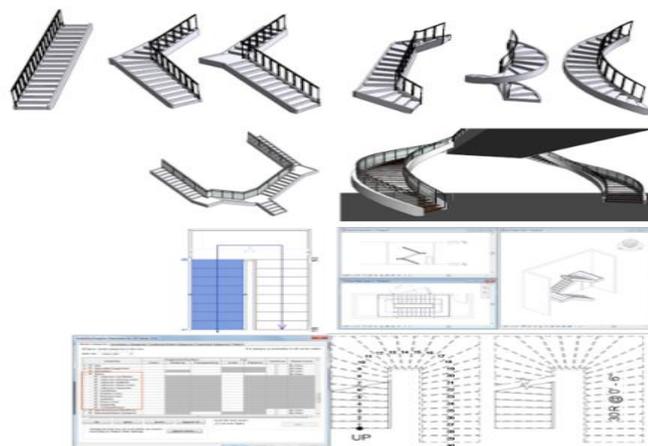
Quando utilizamos a ferramenta parede, a janela de propriedades automaticamente muda para as propriedades da parede a ser construída, possibilitando a sua modificação. Quando o modo de construção da parede estiver ativo, automaticamente irá abrir uma janela com ferramentas de desenho parecido com as ferramentas do Autodesk Autocad, possibilitando criar paredes das mais variadas formas e tamanhos, isso acontece também com as ferramentas de piso, telhado, forro, escada, guarda corpo, e rampa.

Logo após a ferramenta parede existe a ferramenta porta e a ferramenta janela, como o seu nome já diz elas servem para colocar e modificar portas e janelas respectivamente e ainda podemos na janela de propriedades modificar suas dimensões para a qual o arquiteto desejar.

A Ferramenta componente nos permite colocar blocos no projeto como bacias sanitárias, banheiros, sofás entre outros, lembrando que, no Revit, os seu blocos tem dois formatos de visualização, que são: a visualização de planta em duas dimensões e a visualização em três dimensões. Existem inúmeros sites que disponibilizam os mais variados blocos para Revit incluindo o site oficial da Autodesk que disponibiliza uma enorme biblioteca de blocos, muitas empresas também oferecem blocos de seus produtos para que ele já seja colocado em planta e ocorra uma visualização 3D mais realista.

Grande novidade da versão 2013 em diante, são as inúmeras escadas e os formatos variados que é possível modelar (Figura 15), o programa calcula automaticamente sua altura, quantidade de degraus, para cada formato.

Figura 15: Escadas



Fonte: Capturada do Programa

Na segunda aba, aba de estrutura (Figura 16), como o nome já diz temos as mais variadas ferramentas de estrutura desde pilares, vigas, lajes, treliças, sapatas, além de poder criar linhas de eixo para facilitar a locação dos pilares, no Revit temos os mais variados tipos de estrutura com todas as informações necessárias de força,

peso próprio centro de gravidade e etc., mas lembrando de que, é perfeitamente possível modificarmos na aba de propriedades essas informações para que se encaixe no projeto.

Figura 16: Aba de Estrutura



Fonte: Capturada do Programa

Na terceira aba, a aba inserir (Figura 17), está toda a compatibilidade do Revit com outros programas como Aucad, Sketchup. Nessa aba é possível importar os mais diversos formatos de plantas, formatos de modelos 3D e de figuras estáticas, podendo auxiliar no decorrer do planejamento de projeto.

Figura 17: Aba Inserir

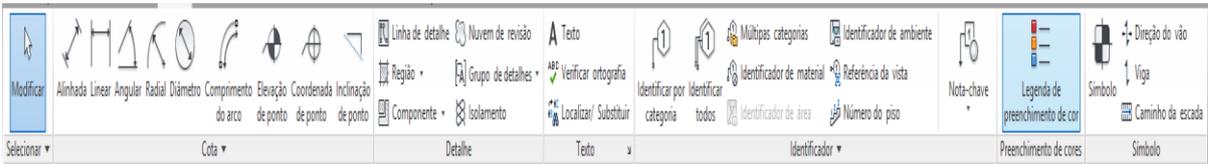


Fonte: Capturada do Programa

Na aba anotar (Figura 18) que é a quarta aba temos ferramenta de cotas, textos, detalhes, revisões, e opções de formatação desses textos, lembrando que, o Revit já vem pré carregado com as normas da ABNT<sup>2</sup>, se ocorrer alguma modificação de escala todos os objetos criados por essa aba já se adequam automaticamente poupando várias horas de trabalho. Podemos, por meio dessa aba, colocar detalhes de materiais, identificar ambiente, identificar piso, colocar legenda entre outros.

<sup>2</sup> ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

Figura 18: Aba de ferramentas de cotas, textos, detalhes, revisões, etc.



Fonte: Capturada do Programa

Na aba massa e terreno (Figura 19) temos ferramentas referentes à topografia, nele podemos colocar todas as informações possíveis do terreno sobre alturas desnível e etc., e também, informações sobre objetos fixos como árvores, rios, lagos, rochas. Nele podemos criar uma plataforma de construção nivelando parte do terreno para esse fim ou podemos construir respeitando os níveis do solo. Nessa aba também há a opção de importar informações dos mais usados softwares de topografia ou importação por meio de uma base de dados de topografia da Autodesk, lembrando que não são todas as áreas que estão presentes nesse banco de dados.

Figura 19: Aba Massa e terreno (topografia)

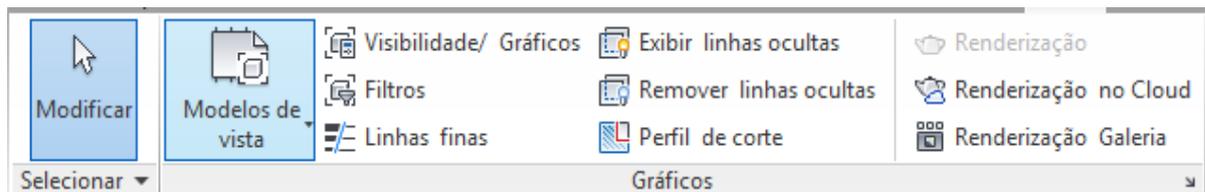


Fonte: Capturada do Programa

Na aba vista (Figura 20, 21 e 22) podemos renderizar para uma foto realista do projeto, lembrando que, se o projeto for muito complexo e o computador não tiver uma configuração boa, a renderização poderá levar horas e algumas vezes até dias, mas, existe uma ferramenta que soluciona o problema de máquinas não muito potentes, é a chamada *render in cloud*, traduzindo literalmente significa renderização nas nuvens, essa ferramenta permite que se mande o seu projeto via internet para os servidores da Autodesk e eles usam seus computadores para renderizar o seu trabalho.

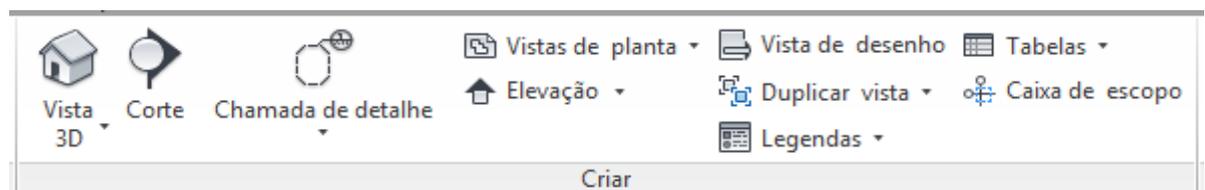
Nessa aba também temos a ferramenta interface do usuário, nela podemos modificar o layout do Revit como preferir. Podemos inserir um perfil de corte para detalhamento, colocar novas vistas, inserir mais andares.

Figura 20: Aba Vista



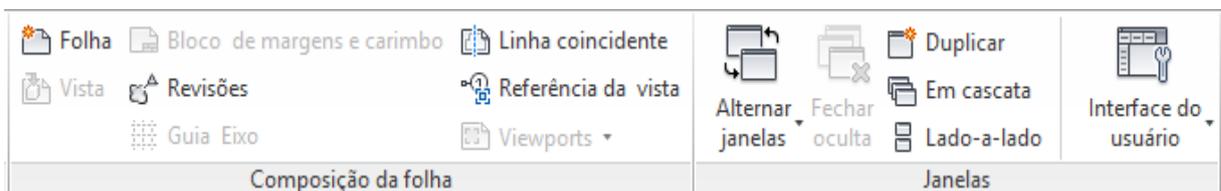
Fonte: Capturada do Programa

Figura 21: Aba Vista



Fonte: Capturada do Programa

Figura 22: Aba Vista

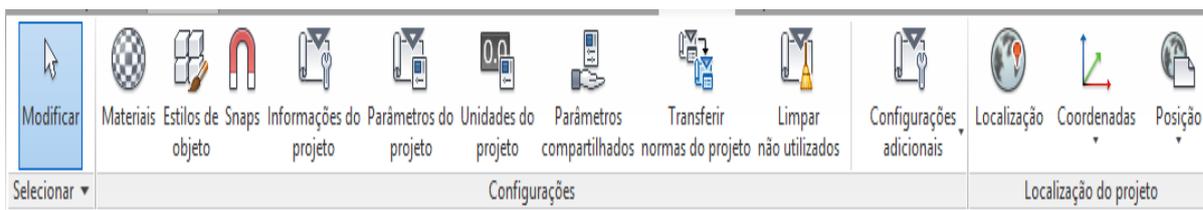


Fonte: Capturada do Programa

Na aba gerenciar (Figura 23 e 24) tem-se o controle total da folha ou vista que está sendo utilizada, podendo mudar também as unidades utilizadas no projeto, por exemplo, no Revit, como padrão, utiliza-se o centímetro como unidade, o que é pouco usual, e nessa aba podemos mudar para metros, mas temos as mais variadas unidades de medidas, como metros, pés, polegadas, centímetros, milímetros; Podendo modificar as unidades de área para metro quadrado, centímetro quadrado, e também as unidades de volume.

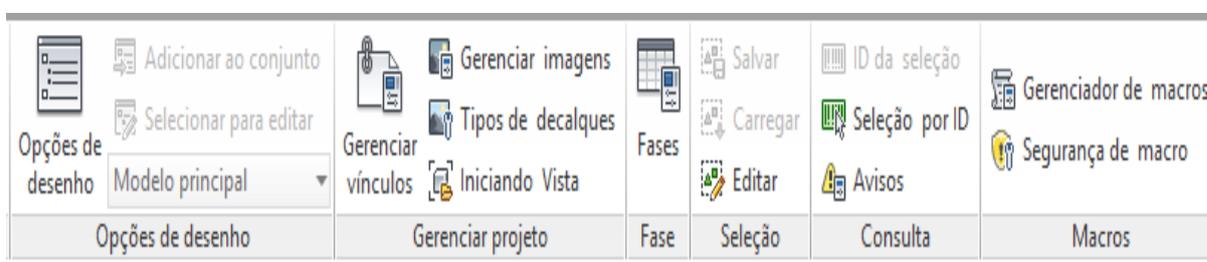
Nessa aba podemos configurar a quantidade de casas decimais que iremos utilizar nas cotas, além de colocar informações de posicionamento real do objeto, isso é muito usual para estudos de insolação.

Figura 23: Aba Gerenciar



Fonte: Capturada do Programa

Figura 24: Aba Gerenciar



Fonte: Capturada do Programa

O Autodesk Revit aceita plug-ins, os quais são programas auxiliares que permitem a adição de novas ferramentas. Todas essas novas ferramentas ficam localizadas na aba Suplementos. Inicialmente o Programa não vem com nenhum suplemento, mas de acordo com a necessidade do usuário, essa aba vai acomodar todas as ferramentas externas necessárias.

A última aba do Revit é a aba de modificação (figura 25), nela encontramos as mais diversas ferramentas de desenho que já são usuais nos outros programas da Autodesk, como Offset, Explode, Rotate, Mirror, dentre outros. Nela está uma das grandes vantagens do BIM, que é a ferramenta grupo, nela é possível criar grupos os quais serão modificados, automaticamente, se ocorrer alguma modificação em um componente do grupo como, por exemplo, se criarmos um prédio com um apartamento tipo, criarmos um grupo com esse apartamento e colarmos em cada andar, se precisar ser feita uma modificação no apartamento, automaticamente todos os outros apartamentos serão modificados também.

Nessa aba também está a grande novidade dessa versão do Revit, que é a Planta Explodida, que é um recurso muito utilizado na engenharia mecânica, por que

mostra detalhes sobre o objeto, mas é pouco usual na arquitetura por causa de sua dificuldade de desenho, mas com essa ferramenta, o Revit faz o desenho automaticamente, com apenas um clique. Essa aba de modificação altera, para cada componente que for clicado, mostrando as ferramentas mais eficientes para a modificação desse componente, por exemplo, quando selecionada uma parede e clicado na aba de modificação, ela apresenta um croqui da cor rósea da parede que pode ser completamente modificada com as ferramentas presentes nessa aba.

Figura 25: Aba Modificação



Fonte: Capturada do Programa

Para quem quer começar a aprender a usar o Revit, existem inúmeros tutoriais disponíveis na internet, que demonstram na prática, o seu uso, algumas horas diárias de estudo e qualquer um poderá usá-lo, lembrando que por sua compatibilidade, é perfeitamente possível mesclar vários outros programas de sua preferência, tornando o trabalho mais dinâmico possível.

### 3.2.2 Autodesk Autocad: apresentação, interface básica, configurações iniciais

O Autodesk Autocad (Figura 26) inicialmente não é considerado programa BIM, por causa de suas limitações. Por somente oferecer ferramentas de desenho técnico ele é recomendado para uso em todas as ciências construtivas entre engenharias e arquitetura, porém suas funcionalidades terminam, somente em fazer as plantas, mas por sua popularidade, ainda é muito utilizado por vários escritórios de arquitetura.

Figura 26: Autodesk Autocad



Fonte: Google Imagens

Por ser um programa da Autodesk, seu layout se assemelha muito ao Autodesk Revit. Existe a possibilidade de baixarmos sua versão em português, mas isso configura as teclas de atalho de uma forma totalmente diferente das comumente usadas, por isso essa tradução não foi muito bem aceita pelo público, sendo a versão em inglês, a mais utilizada, no Brasil. Sua interface é um pouco complexa e exige algumas horas de estudo diárias, para se familiarizar com layout.

Seus desenhos são feitos em cima de um plano cartesiano, utilizando os sistemas de coordenadas podemos fazer qualquer tipo de desenho, desde plantas mecânicas, elétricas, arquitetônicas entre outros. Sua plataforma de construção é o Netframework que é compatível com todos os sistemas operacionais Mac e Windows.

As vantagens do Autocad são:

- Criação de geometria em Wireframe;
- Funções paramétricas 3D para modelação de sólidos;
- Modelação de superfícies Freeform;
- Desenhos automáticos de conjuntos de peças;
- Gerar automaticamente desenhos 2D a partir dos modelos sólidos 3D;
- Reutilização de design de componentes;
- Facilidade na modificação do design do modelo e produção de múltiplas versões;
- Gerar automaticamente componentes de design standard;
- Validação/verificação dos designs de encontro às especificações e regras determinadas;
- Simulação de designs sem a necessidade do protótipo físico;

- Criação de documentação de engenharia, tal como desenhos para maquinação, listas de materiais;
- Importação/Exportação de dados com outros formatos de diferentes programas;
- Saída de modelos diretamente para a fabricação;
- Manter as livrarias de peças e conjuntos criados;
- Calcular as propriedades de massa de peças e conjuntos;
- Ajuda a visualização através de uso de sombras, rotação, remoção das linhas escondidas, etc.;
- Associação paramétrica Bidirecional: modificações realizadas no nível de funções são refletidas em todas as informações relacionadas com a mesma; desenhos, propriedades de massa, conjuntos, etc. e vice-versa;
- Por ser bem popular o Autocad é utilizado na maioria dos escritórios de Arquitetura;
- Apresenta total precisão no dimensionamento de pranchas, plantas, penas entre outros;
- A maioria dos projetos estão em formato DWG que é o formato padrão do Autocad;
- A licença comprada da Autodesk Autocad nunca irá expirar, e sempre poderemos atualizar para uma nova versão sem custo adicional;
- Seu layout escuro permite que possa trabalhar várias horas sem prejudicar a visão;
- Os códigos de comando permanecem os mesmos desde as primeiras versões do Autocad tornando rápida a adaptação em novas versões;
- O Autocad é totalmente personalizável, ou seja, ele pode ser mudado a gosto da pessoa que irá utiliza-lo;
- Na versão 2014 existe a opção de descarregar arquivos em nuvem;
- Existe uma infinidade de plug-ins para o programa, podendo deixa-lo uma ferramenta completa.

O Autodesk Autocad pode ser considerado a base dos programas construtivos, pois todos os outros programas de construção civil tem algum tipo de compatibilidade com o Autocad.

Um plugin que consegue transformar o Autodesk Autocad em um programa BIM é o Arc 3D, com ele desenhamos a planta em 3d e dela podemos tirar os cortes elevações e fachadas de uma forma precisa, mas infelizmente o programa traz diversos problemas para o Autocad, como por exemplo as funções linhas, que são substituídas por parede, não possibilitando o desenho de plantas a mão livre, e também o projeto não poderá ser pensado no próprio programa, pois qualquer erro que ocorra no desenho poderá acarretar na perda do projeto tendo a necessidade de recomeçar mesmo que já tenha sido salvo.

Infelizmente também existem muitas desvantagens em relação ao Autodesk Autocad.

- Devido à grande quantidade de ferramentas a sua interface é complexa dificultando a aprendizagem;
- Cada aspecto da planta deve ser desenhado separadamente podendo acarretar divergências;
- O processo de planejamento pode ser demorado e repetitivo tornando o trabalho muito cansativo para o arquiteto;
- Alguns plug-ins acabam tornando o programa instável;
- Sua interface para plantas em 3 dimensões é complicada e pouco intuitiva sendo necessário muitas horas de estudo para dominar a técnica de desenho 3d;
- Não é um programa exclusivo da arquitetura, por isso existe uma variedade grande de recursos não são úteis, mas acabam ocupando espaço no layout;
- A norma técnica que está carregada não pertence ao padrão brasileiro, portanto, é necessário várias configurações antes de começar o trabalho;
- É necessário um investimento alto para a compra de uma licença do produto, o que acaba agravando o problema da pirataria;
- Desde as primeiras versões existem erros que não foram corrigidos como o famoso “Fatal Error” o que pode acarretar na perda de horas de trabalho;
- Se o projeto for muito complexo pode ocorrer travamentos;
- Não existe interligação entre as pranchas, se alguma coisa for mudada será necessário mudar manualmente em todo o projeto;
- As informações presentes no desenho se limitam em espessura, tamanho e cor da linha, o que dificulta o levantamento de quantitativos.

### 3.2.3 Outros softwares BIM: ArchCAD, 3dMax, etc,

Existe no mercado uma variedade de softwares BIM, que com auxílio de plug-ins, acabam tendo características BIM, como por exemplo, o Trimble Sketchup (Figura 27) que é muito utilizado em escritórios para fazer maquetes eletrônicas, principalmente por sua versatilidade e fácil manuseio, porém ele é um programa incompleto necessitando a ajuda de outros programas para realizar certas atividades.

Recentemente ocorreu uma grande negociação envolvendo o programa, antigamente os direitos do Sketchup eram da empresa Google, porém atualmente os direitos pertencem à empresa Trimble.

Figura 27: Trimble SketchUp Pro



Fonte: Google Image

O software Autodesk Lumion (Figura 28) é um software que tem uma função específica, que é a renderização. Suas representações foto realísticas respeitam quase todos os parâmetros da fotografia, resultando em maquetes eletrônicas com incrível nível de detalhes, porém a criação no software é um pouco limitada, por isso, é aconselhável criar a maquete em outro programa e colocar detalhes no Lumion, além disso é necessário um grande investimento em peças de computador para utilizá-lo pois ele necessita de altas configurações para poder ser trabalhado.

Figura 28: Autodesk Lumion



Fonte: Google Imagens

O Autodesk 3dmax (Figura 29) também é extremamente utilizado em escritórios de arquitetura, mas por ser um programa destinado a criar objetos em três dimensões suas funcionalidades se limitam a modelagem tendo pouca funcionalidade em arquitetura, porém as maquetes que utilizam o 3dmax têm uma incrível variedade de detalhes, podendo ser gravado pequenos vídeos para simular uma convivência real no local a ser planejado.

Figura 29: Autodesk 3dmax



Fonte: Google Imagens

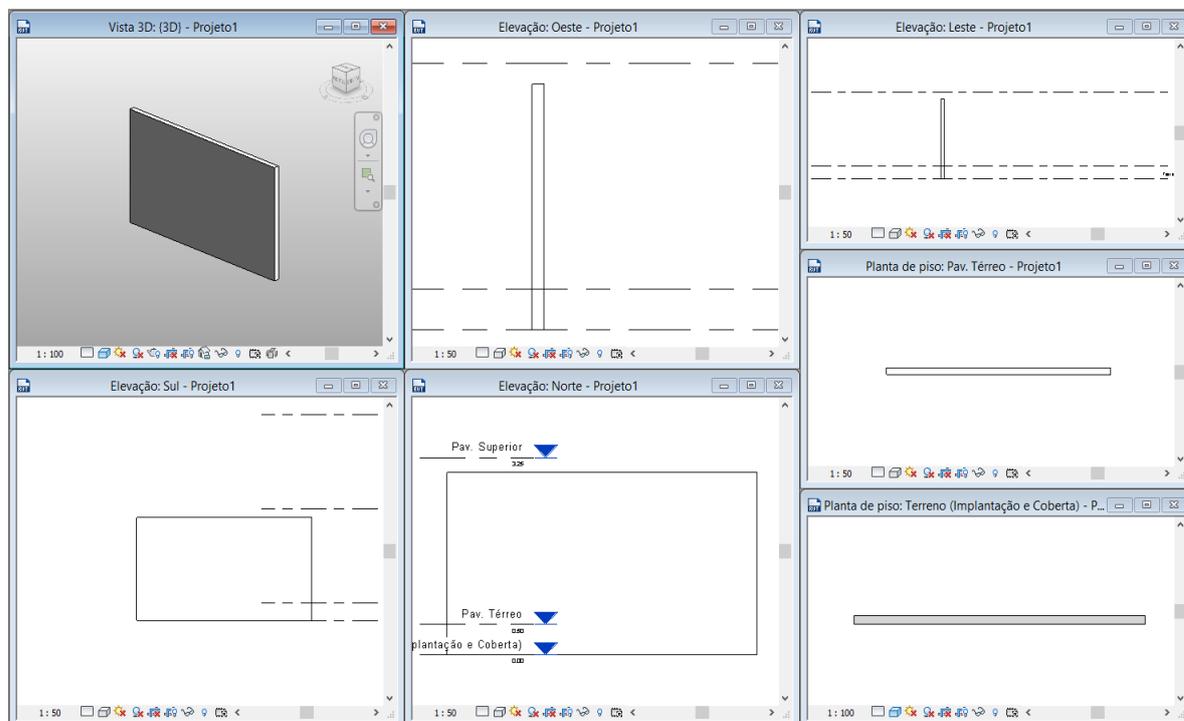
### 3.2.4 Autocad Versus Revit: proposta de comparação entre softwares.

As duas plataformas pertencem a empresa Autodesk, cada um com suas peculiaridades, vantagens, e desvantagens as quais serão abordados a seguir.

A forma com que cada programa entende o projeto é bastante diferente, o que dá certa vantagem para o Autodesk Revit, em relação a isso. No Autodesk Autocad os projetos são nada mais que informações de linhas, espessuras e tamanho, por exemplo, ao se representar uma parede criamos um retângulo com as medidas da parede, se quisermos adicionar informações como altura, materiais entre outros será necessário a criação de uma nova vista e uma tabela listando os materiais existentes nessa parede.

No Autodesk Revit antes de desenharmos a parede, escolhe-se um modelo pré-configurado ou cria-se um novo modelo, com todas as informações da parede, depois disso usamos a ferramenta parede para criar uma nova, isso faz com que a parede já tenha todas as informações necessárias como altura, largura, materiais envolvidos, e enquanto isso, é criado automaticamente todas as vistas e sua representação em 3 dimensões.

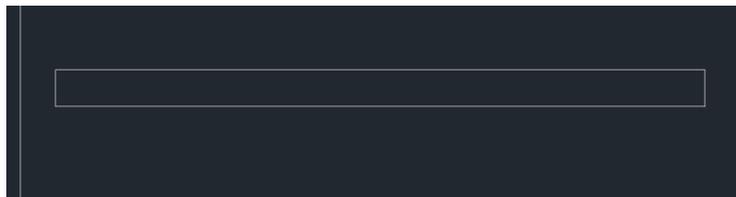
Figura 30: Vista 3D



Fonte: Capturada do Programa

Na figura 30 visualizamos uma parede feita no Autodesk Revit, Automaticamente todas as vistas possíveis são criadas deixando o projeto rico em detalhes, sem erros.

Figura 31: Parede representada no Autodesk Autocad



Fonte: Capturada do Programa

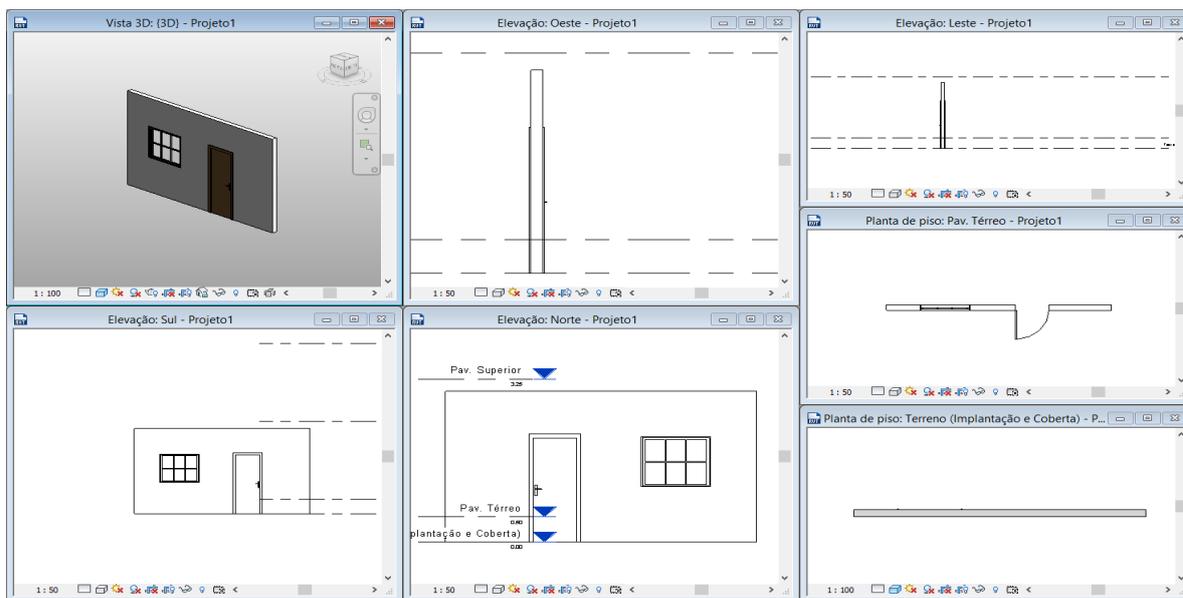
A figura 31 representa uma parede representada no Autodesk Autocad. Ela ainda precisa muitas informações para ser construída e qualquer alteração feita nessa vista terá que ser feita manualmente nas outras vistas.

As esquadrias também são entendidas de formas diferentes: no Autodesk Autocad, as esquadrias também são linhas somente, com informações sobre suas dimensões, podendo ser separados das parede em formas de layers diferentes. Para colocarmos as esquadrias precisamos criar um vão na parede e desenhá-las ou colar de um bloco pré-estabelecido.

No Autodesk Revit as esquadrias são modelos carregados, que podem ser editados a gosto do projetista. Algumas empresas que fornecem materiais já disponibilizam as suas esquadrias em forma digital para que sejam colocadas no projeto.

Depois de escolhidas as esquadrias, são feitas as devidas configurações, o que basta é escolher o ponto onde ela será colocada e clicar, os vãos na parede são colocados automaticamente e as informações de quantidade e modelo dessas esquadrias vão automaticamente para um banco de dados, que poderá ser utilizado em quantitativos e orçamentos que poderão ser utilizados mais tarde.

Figura 32: Vista 3D



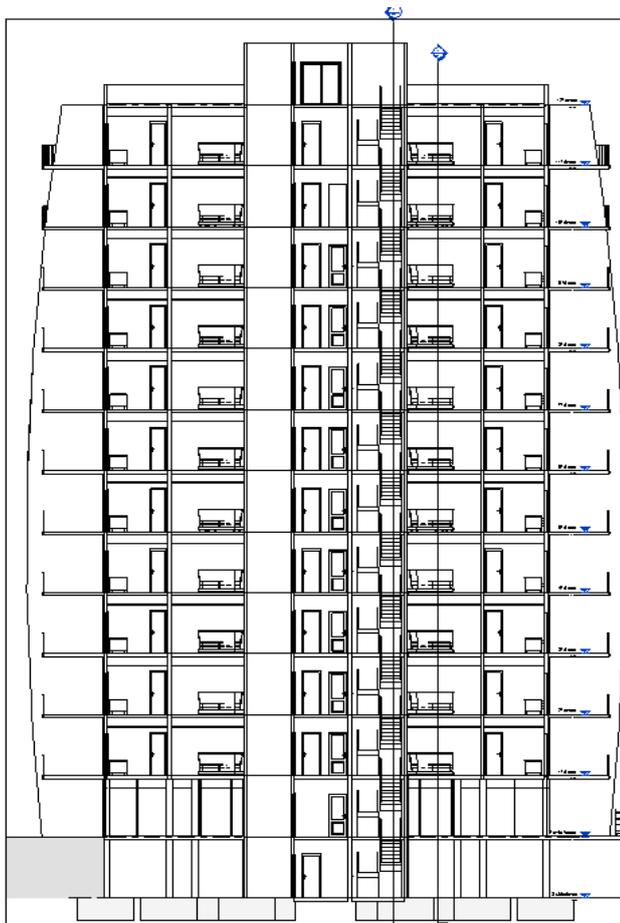
Fonte: Capturada do Programa

A figura 32 representa exatamente a mesma parede da figura 30, porém foram colocadas as esquadrias, nota-se que todas as vistas foram automaticamente adaptadas.

As representações de vistas e cortes é uma das maiores vantagens do Autodesk Revit. No AutoCAD depois de terminarmos o desenho da planta baixa, é necessário criar as fachadas frontais, laterais e de fundos, podemos aproveitar o contorno desses desenhos na criação dos cortes, logo depois iremos criar as plantas de locação, localização, criamos plantas de cobertura, piso entre outros, cada desenho pode levar várias horas para ser realizado, sem contar que é necessário definir as suas escalas, e o tamanho do papel que será impresso além de termos que adequar o projeto com as normas da ABNT.

No Revit não é necessário desenhar uma planta de cada vez, porque o projeto é feito como um todo. As representações são feitas automaticamente, se necessário alguma alteração, ela ocorrerá imediatamente. Se precisarmos de um corte, basta usarmos a ferramenta corte que serão desenhadas instantaneamente. As escalas são configuradas automaticamente, basta escolher uma.

Figura 33: Corte



Fonte: Capturada do Programa

A figura 33 é um exemplo de corte feito no Autodesk Revit depois do projeto pronto. Esse corte não demorou mais que alguns segundos para ser concluído, mesmo assim, ele é rico em detalhes das esquadrias, informações de andares, espessuras de linhas entre outros, no Autodesk Autocad esse corte com o mesmo nível de detalhes poderiam levar várias horas para serem concluídas.

No Autodesk Autocad existem diversas ferramentas para determinação de quantitativos, podendo facilmente determinar a áreas de alguns cômodos, tamanho das paredes, porém, tudo deve ser feito de forma individual podendo acarretar erros. Existe a opção de colocar as informações em planilhas do Microsoft Excel, facilitando também o manuseio desses dados.

No Autodesk Revit, desde o primeiro momento, os dados de construção são colocados em um banco de dados, que podem ser acessados a qualquer momento da elaboração do projeto. A opção de criar tabelas nos permite acessar todos os quantitativos de uma forma instantânea e, diferentemente do Autodesk Autocad, todas

as alterações feitas no projeto são automaticamente alteradas nas tabelas. As tabelas do Autodesk Revit assim como a do Autodesk Autocad tem total compatibilidade com o Microsoft Excel facilitando o manuseio desses dados.

Uma ferramenta presente nos dois programas é a opção de criação de grupos, porém no Autodesk Revit ela é mais bem aproveitada. A criação de grupos consiste em fazer um modelo que irá se repetir no projeto. Um apartamento tipo, por exemplo, toda e qualquer modificação feita em uma unidade desse modelo será automaticamente atualizada para os outros modelos.

No Autodesk Autocad essa ferramenta ajuda na criação de blocos ou condomínios com casa tipo, mas não é calculado o quantitativo desses blocos novos. No Autodesk Revit é automaticamente calculado os quantitativos e suas projeções automáticas em 3 dimensões faz com que as vistas se adequem ao projeto.

### **3.3. O Software BIM como Ferramenta de Projeto**

#### **3.3.1 O projeto e sua execução em software BIM: Exemplos de projeto em BIM**

Hoje já existem inúmeros projetos que já foram executados utilizando recursos BIM, até de arquitetos famosos como, por exemplo, Frank Gehry ganhador do prêmio Pritzker de 1989, pela sua famosa obra “Walt Disney Concert Hall” (Figura 34) que foi considerada uma das pioneiras no uso de softwares BIM.

Figura 34: Walt Disney Concert Hall



Fonte: [www.gehrytechnologies.com](http://www.gehrytechnologies.com)

As características marcantes de suas obras são suas formas incomuns, curvas sem padrões que são grandes desafios para a engenharia. Por ser cheia de curvas, a obra se tornava praticamente impossível de ser desenhada com precisão. Para a criação de suas plantas foi necessário primeiro a criação de uma maquete física e posteriormente foi realizada uma leitura, por meio de laser, para torna-la uma maquete digital, com essa maquete digital foi possível realizar as plantas e finalmente executar a obra.

Outra grande obra da engenharia e arquitetura possível graças aos recursos do BIM é a Shanghai Tower (Figuras 35 e 36) que atualmente está em construção no distrito financeiro de Pudong com previsão de inauguração em 2014, o edifício contará com cerca de 632 metros de altura, dividido entre 128 andares ocupando uma área de cerca de 380.000 m<sup>2</sup>.

Figura 35: Shanghai Tower



Fonte: Wikipédia

Figura 36: Shanghai Tower



Fonte: Wikipédia

O prédio tem uma forma cilíndrica com deformações dando a impressão que o prédio todo está sendo torcido. Suas curvas e a disposição de seus espelhos, foram calculados a forma de dispersar a força dos ventos economizando materiais de estrutura, além disso, esse formato permite a coleta de água da chuva para condicionamento da torre de ar e sistemas de aquecimento. Internamente o edifício contará com inúmeras entradas de luz natural permitindo a criação de jardins.

### 3.2.3 Avanços Tecnológicos: O Futuro do Bim

A plataforma BIM, mesmo com seus inúmeros recursos, ainda tem muito que evoluir. Com o aumento do poder de processamento dos computadores pessoais e novos periféricos de interface é permitido uma melhor utilização não só dos programas BIM, mas de todos os programas necessários para a elaboração de um projeto de arquitetura.

Um dos recursos muito utilizado por arquitetos para representação de seus projetos é a maquete física. Uma cópia em miniatura de seu projeto, mostrando detalhes por uma visão que qualquer pessoa pode entender, porém maquetes físicas geralmente são feitas à mão, peça por peça, o que pode elevar o seu custo final e o trabalho para se concluir uma maquete é exaustivo. Porém um dos grandes avanços, que logo estará disponível (em alguns escritórios essa tecnologia existe e é muito utilizada), é a tecnologia de impressão em 3D (Figura 37 e 38), facilitando a criação de maquetes físicas. Hoje existem no mercado várias marcas e modelos de impressoras 3D capazes de criar peças com incríveis detalhes, com extrema precisão, porém a matéria prima utilizada nas impressoras 3D ainda tem um custo elevado, sendo necessária várias horas para que o trabalho seja concluído.

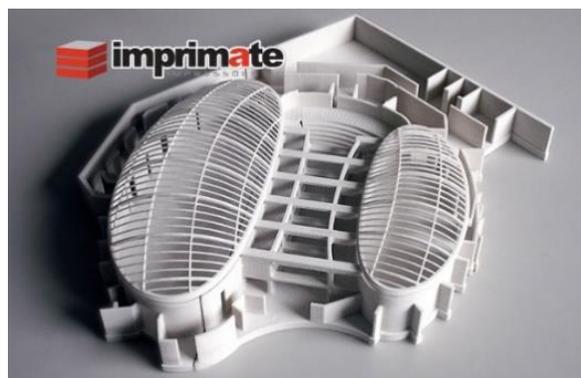
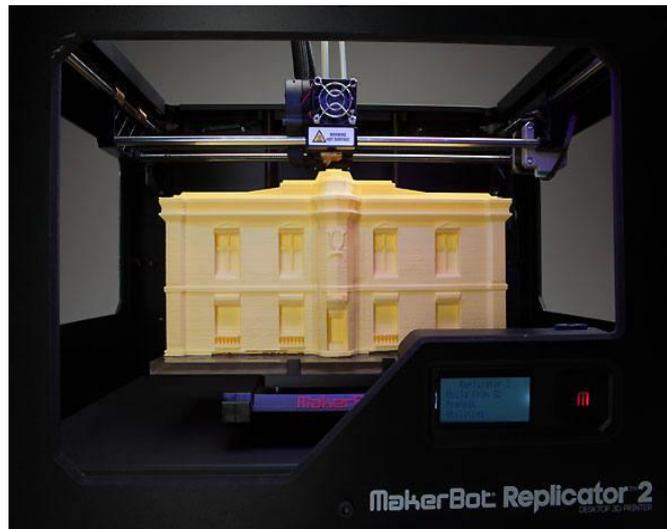


Figura 37: Maquete física

Fonte: Google Imagens

Figura 38: Maquete 3D



Fonte: Google Imagens

As interfaces de interação homem-máquina, também cada vez mais, vêm progredindo, deixando o manuseio mais acessível, rápido e preciso. Hoje podemos apresentar e até fazer modificações em projetos utilizando smartphones com auxílio de aplicativos que podem ser baixados gratuitamente como, por exemplo, o Autocad Mobile (Figura 38), que é um aplicativo que permite visualizar plantas em 2 e 3 dimensões diretamente do celular ou tablet e fazer pequenas alterações, claro que sua precisão será afetada devido as limitações do telefone, mas há alguns anos atrás uma tecnologia dessa seria impensável.

Figura 39: Autocad Mobile



Fonte: Google Imagens

Novos aparelhos poderão ajudar no processo criativo do arquiteto como, por exemplo, o Google Glass (Figura 40), um aparelho que consiste em projetar imagens com informações do mundo exterior diretamente na retina, podendo obter instantaneamente informações sobre obras, execuções, autores entre outros.

Figura 40: Google Glass



Fonte: Google Imagens

As impressoras 3D servem muito bem para fazer pequenas maquetes físicas, mas existe uma empresa, que bem mais ambiciosa, está fazendo um protótipo de impressora 3D gigante (Figura 41 e 42), capaz de construir casas. A sua ideia é, basicamente, a mesma das impressoras 3D comuns, porém, em uma escala muito maior, capaz de construir uma casa de porte médio em menos de 24 horas, e para isso, basta programa-la com o projeto da casa e ela construirá o resto sozinha. Além disso, esse sistema tem potencial para construir prédios de vários andares por causa de sua estrutura móvel, que permite a impressora ser relocada a medida que o projeto avance.

Figura 41: Impressora 3D gigante



Fonte: [www.tecmundo.com.br](http://www.tecmundo.com.br)

Figura 42: Impressora 3D Gigante



Fonte: [www.tecmundo.com.br](http://www.tecmundo.com.br)

Ganhadora do prêmio de umas das melhores invenções do ano de 2005, concedido pelo *National Inventors Hall of Fame*, a iniciativa ainda está passando por um processo de testes para garantir seu funcionamento adequado. Atualmente, a pesquisa é financiada pela NASA e pelo Cal-Earth Institute, tendo como foco o estudo de estruturas civis modernas e as possibilidades de erguer construções em locais como a Lua.

## 4.EXPERIÊNCIA DE PROJETO BIM

Para experiência de projeto foi escolhido uma residência multi-familiar localizado em uma área em Macapá respeitando as legislações vigentes. A determinação da escolha se deve pela facilidade em utilizar várias técnicas de desenho, as quais são facilitadas pelo Autodesk Revit.

### 4.1 Legislações

Em anexo está um diário de planejamento de projeto que serve para fins de comparações de outras técnicas de planejamento.

Figura 43: Localização do Projeto



Fonte: Lei de uso e ocupação do solo de Macapá

O projeto localiza-se em uma área pertencente ao setor de lazer 3 (SL3) (Figura 43), onde apesar da intensidade de ocupação ser baixa, esse setor é onde se permite alta verticalização, por ser uma área de terra firme longe das ressacas proporcionando segurança nas estruturas das edificações.

O coeficiente de aproveitamento do terreno básico (CAT) deve ser maior ou igual a 1 e a altura máxima (gabarito) da edificação é de 38 metros, a taxa de ocupação máxima do solo é de 50% e a taxa de permeabilização mínima é de 25% seus afastamentos frontais seguem a fórmula  $0,25xh$  onde "h" representa a altura da edificação em metros e seus afastamentos laterais e fundos seguem a fórmula  $0,35xh$  onde (h) também é a altura da edificação.

Cada unidade de residência no edifício terá entre 40m<sup>2</sup> e 80m<sup>2</sup>, a legislação dita que, para esse tipo de unidade residencial, será necessário uma vaga de garagem para a mesma.

Os apartamentos foram projetados para abrigar uma família de classe média podendo ser um casal com 1 ou 2 filhos. Abaixo segue o programa de necessidades do projeto.

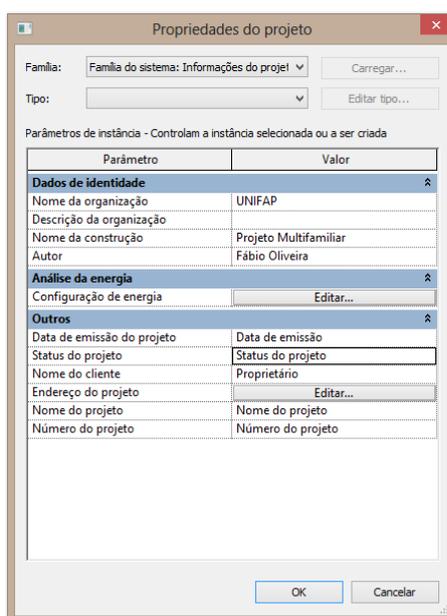
#### **4.2 Programa de Necessidades**

1. Recepção
  - 1.1. Guaritas
  - 1.2. Hall de Recepção
  - 1.3. Arquivo
  - 1.4. Sistema de segurança
2. Serviço
  - 2.1. Garagem
  - 2.2. Depósito
  - 2.3. Elevador de serviço
  - 2.4. Copa
3. Lazer
  - 3.1. Piscina
  - 3.2. Área de recepção
  - 3.3. Academia
  - 3.4. Cinema
  - 3.5. SPA
  - 3.6. Deposito
4. Apartamento Tipo
  - 4.1. Sala de estar
  - 4.2. Sala de jantar
  - 4.3. Suíte máster
  - 4.4. Suíte secundaria
  - 4.5. Banheiro social
  - 4.6. Área de serviço
  - 4.7. Cozinha
  - 4.8. Deposito
  - 4.9. Varanda

### 4.3 Desenvolvimento do Projeto

Antes do início do projeto, existe a necessidade de configurarmos o Revit com os parâmetros necessários do projeto, ou os parâmetros preferidos do arquiteto. Esses parâmetros podem ser modificados a qualquer momento no decorrer do projeto e também poderão ser salvos para que em um próximo projeto eles já estejam devidamente carregados.

Figura 44: Aba Gerenciar

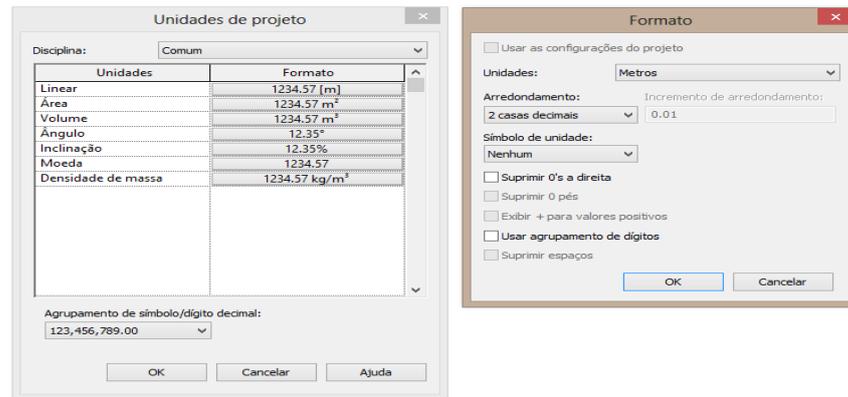


Fonte: Capturada do Programa

Para fazer isso utilizamos as ferramentas na aba gerenciar. Nessa aba estão listados a maioria das configurações que serão utilizados no projeto.

Na Ferramenta informações do projeto (Figura 44) foram acrescentadas algumas informações importantes, que poderão ser utilizadas mais tarde na configuração de legendas, e ao lado temos as ferramentas de unidade de projeto (Figura 45), Para este caso utilizamos as unidades em metro com duas casas decimais.

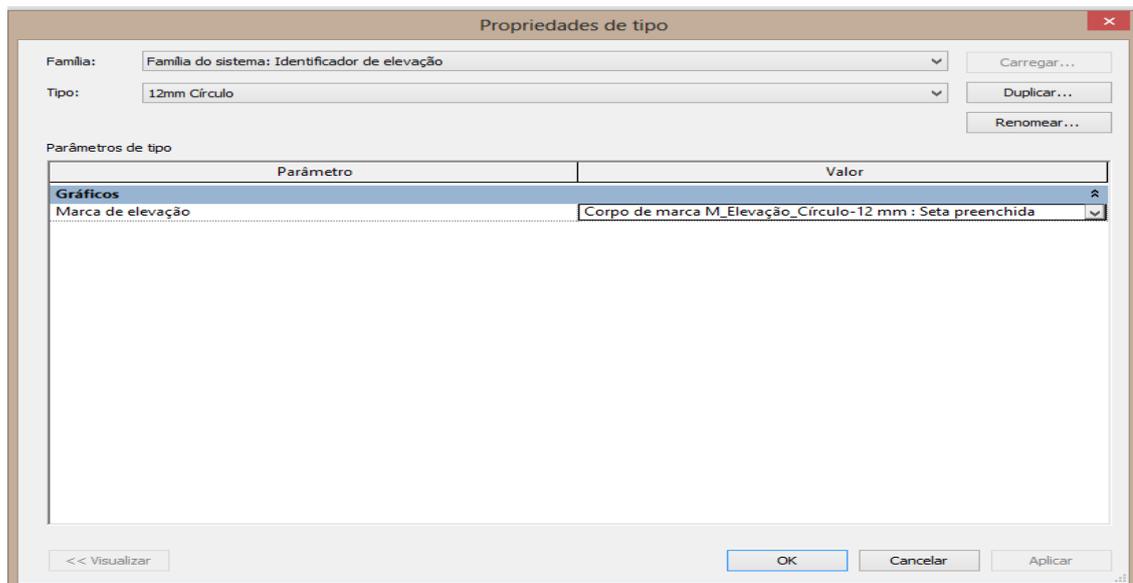
Figura 45: Ferramenta Informações do Projeto



Fonte: Capturada do Programa

No botão configurações adicionais (Figura 46), pode ser mudado algumas indicações no projeto, foi escolhido mudar os identificadores de informações para outro identificador com mais detalhes sobre o projeto deixando a navegação ainda mais fácil.

Figura 46: Aba Configurações Adicionais



Fonte: Capturada do Programa

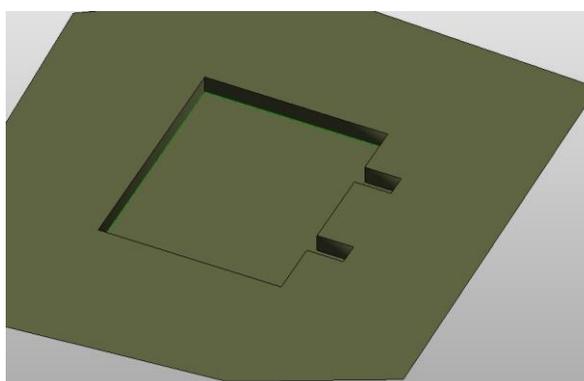
Fazendo isso podemos salvar um arquivo Template, que guarda todos os parâmetros do projeto para futura utilização. Para fazer isso basta utilizarmos ferramenta salvar, presente na maioria dos programas e salvar como modelo. Agora temos um arquivo com todas as preferências do usuário que poderá ser modificado a qualquer momento, se houver necessidade.

Uma das primeiras coisas a se fazer no projeto no Revit é a definição da topografia, isso fará com que os níveis de pavimento, no projeto, sejam regulados exatamente com o nível do chão. Como o terreno é plano, usando a ferramenta superfície topográfica na aba massa e terreno, serão espalhados aleatoriamente vários pontos com o nível zero sobre a planta.

No caso de uma superfície mais acidentada esses pontos deverão respeitar os limites topográficos, sendo colocadas suas informações manualmente ou, pode-se simplesmente utilizar-se do artifício de importação de dados topográficos. O Autodesk Revit aceita todos os tipos de arquivos de topografia, inclusive arquivos feitos no Autodesk Autocad. No caso de topografia acidentada é necessário criar um ponto de referência para o nível zero, isso fica a cargo do projetista ou arquiteto definir esse ponto de referência.

Definida a topografia, a segunda ferramenta utilizada será a plataforma de construção. Essa ferramenta consiste em criar uma plataforma que sempre prevalecerá sobre a topografia, simulando uma escavação para a construção, como o projeto prevê um pavimento subterrâneo a plataforma é moldada com as dimensões do projeto com o nível de -3m em relação ao solo. Podemos também prever as rampas de acesso ao pavimento subterrâneo utilizando a plataforma de construção, o resultado pode se perceber na figura 47.

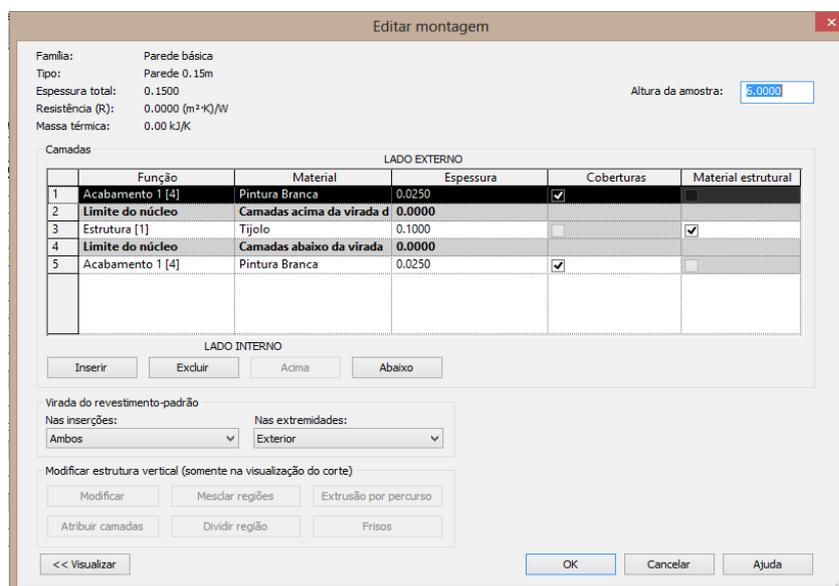
Figura 47: Plataforma de Construção



Fonte: Capturada do Programa

Usando a ferramenta parede e modificado as suas propriedades para um tipo de parede comum na região, é montada uma espécie de sanduiche, listando todos os componentes da parede, como: tijolo, cimento, chapisco, reboque, e pintura, formando uma parede, que é comumente usada com uma espessura de 0,15 metros. Essa parede será utilizada em todo o projeto. Na figura 48 está a janela de componentes da parede, essa janela tem uma vasta biblioteca de materiais para a criação de paredes e também permite criarmos os nossos próprios materiais.

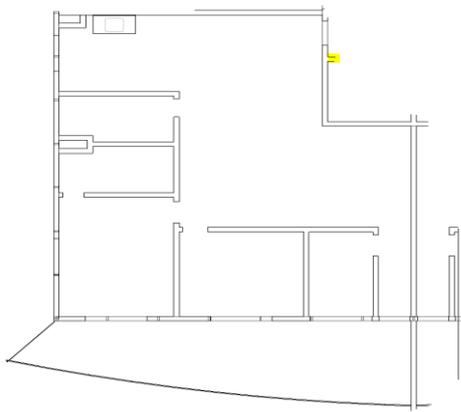
Figura 48: Janela de componentes da parede



Fonte: Capturada do Programa

Com as ferramentas de desenho das paredes foi modelado um apartamento tipo (Figura 49). Como todos os outros apartamentos serão iguais, foi usada a ferramenta grupo para agrupar todas as informações das paredes nesse apartamento. Em seguida, foi utilizada a ferramenta “mirror”, criando quatro cópias espelhadas desses apartamentos, como descrito na figura, logo depois usando a ferramenta copiar e colar especial cola-se, esses apartamentos em cada andar, a partir de agora já temos uma noção da modelagem final do apartamento. Como foi utilizada a ferramenta grupo em cada no primeiro apartamento, qualquer mudança em qualquer apartamento será automaticamente atualizada para todos, com isso pode-se “brincar” com as diversas formas das varandas.

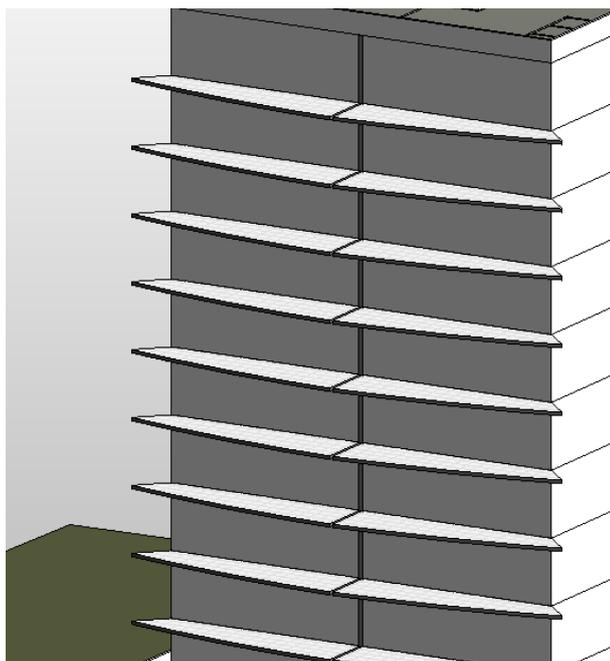
Figura 49: Ferramenta de desenho das paredes



Fonte: Capturada do Programa

Na Figura 50 temos uma visualização em 3D do prédio com as etapas concluídas até agora.

Figura 50: Visualização 3D



Fonte: Capturada do Programa

Com a ferramenta de grupo ativada, não precisamos nos preocupar com cada um dos apartamentos, então o trabalho será focado em apenas um apartamento e o resto será atualizado automaticamente. Para a ferramenta piso serão utilizadas duas configurações diferentes, a primeira é o piso convencional utilizado na maior parte do apartamento, ele tem a espessura de 15 cm o que é padrão para a região, a segunda

configuração é para pisos de áreas molhadas que será utilizado em cozinhas, banheiros e áreas de serviço, sua espessura é um pouco menor que o piso convencional proporcionando um pequeno caimento onde ele é colocado evitando o alagamento de outras áreas do apartamento.

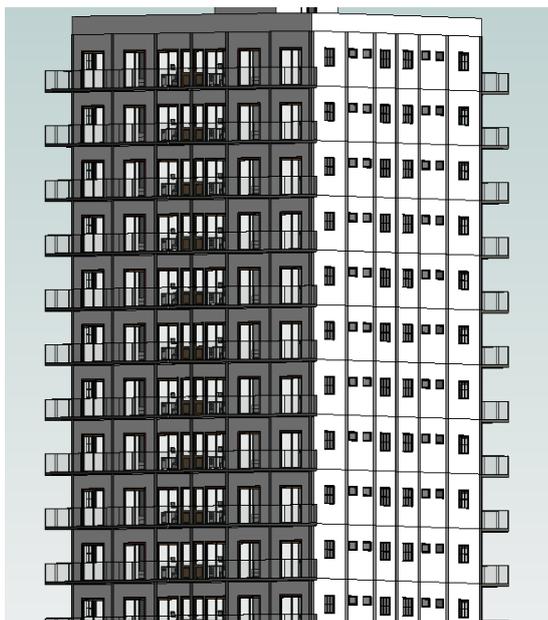
Após a definição do piso serão colocadas as esquadrias. As ferramentas de esquadrias do Autodesk Revit ficam localizadas logo na primeira aba, na verdade as ferramentas porta e janela são derivadas da ferramenta componente, mas para o acesso ficar mais fácil elas foram separadas, com a ferramenta “porta” foram pré-carregadas inúmeros modelos de portas.

Para esse projeto foi utilizado 4 tipos de porta diferentes, uma com 1 metro de largura como entrada do apartamento, uma com 80 centímetros de largura para quartos e escritório, uma de 60 centímetros como entrada do banheiro e a última uma porta de vidro de correr para acesso a varanda e a entrada e luz natural, todas as portas tem 2,10m de altura que é o padrão brasileiro de altura de portas, o processo de locação das portas no apartamento é bem simples, bastando somente escolher no modelo de porta desejada e escolher onde deseja coloca-la, o cuidado para a locação se deve somente a direção de abertura das folhas, porém as aberturas podem ser facilmente modificadas utilizando o símbolo a ferramenta inverter do programa.

Para a locação das janelas o método é o mesmo das portas, foram utilizados 2 tipos diferentes de janelas para o projeto, sendo que uma é o balancim do banheiro e a outra é a janela de ventilação para os quartos, o processo de locação é o mesmo das portas.

Com essas etapas concluídas a visualização em 3D do prédio já ganhou detalhes importantes como mostrado na figura 51.

Figura 51: Visualização 3D com detalhes



Fonte: Capturada do Programa

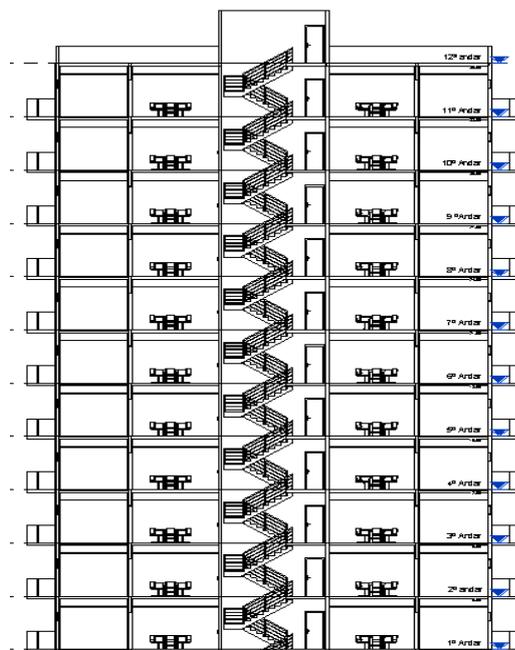
Logo após é criado o forro do projeto, com a ferramenta forro automático e a ferramenta de grupos do Autodesk Revit, é necessário menos de um minuto para criarmos o forro de todo o prédio. Após a finalização dos apartamentos, utilizando novamente a ferramenta de criação de grupos, foi feito um hall de acesso aos apartamentos, com um elevador social, um elevador de serviço e uma escada de incêndio.

Utilizando a ferramenta escada criamos um croqui do desenho que a escada que vai seguir, definimos a altura do degrau e seu espaçamento entre eles e a altura final da escada. Essas informações já são suficientes para o programa calcular a quantidade de degraus e a quantidade de material necessário para construir a escada.

No caso do elevador o Autodesk Revit já vem com um componente de elevador pré-carregado que poderá ser utilizado, pois, ele tem as dimensões mais comuns dos elevadores das mais usadas montadoras de elevadores. Logo após o término do hall dos apartamentos foi novamente utilizada a ferramenta copiar e colar especial, permitindo que o mesmo modelo de hall seja utilizado em todos os pavimentos do prédio lembrando que, alterações poderão ser feitas em qualquer peça do hall e que as outras serão modificadas automaticamente.

A figura 52 está mostra um corte que foi feito para visualizar detalhes da escada, lembrando que esse corte foi feito automaticamente pelo programa e já contém inúmeras informações que já foram adicionadas.

Figura 52: Detalhes Escada



Fonte: Capturada do Programa

Com o que já está construído no apartamento já podemos ter uma noção sobre a sua estrutura, inicialmente foram utilizadas linhas guias na forma de colunas e linhas, para maior facilidade na locação dos pilares, as linhas geralmente seguem as paredes e suas interseções são onde serão locados os pilares, as vigas poderão ser locadas posteriormente. Utilizando a ferramenta eixo localizada na aba estrutura criamos essas linhas guias que poderão ser retiradas posteriormente ou mantidas para um auxílio na construção do edifício.

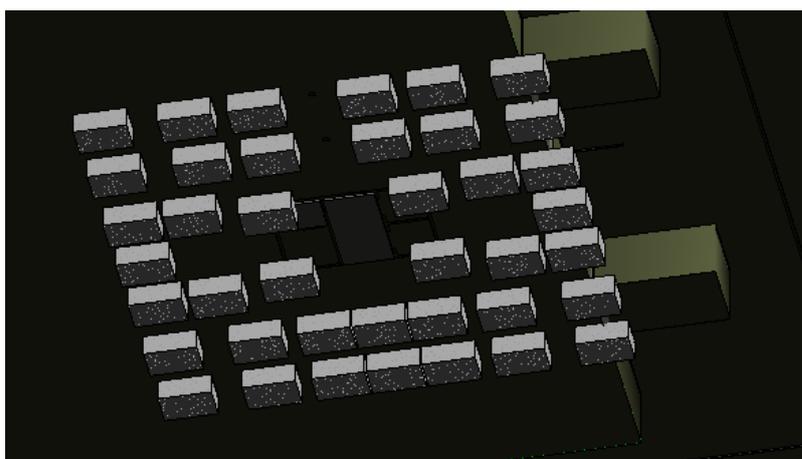
Como os apartamentos ainda estão ligados como grupo, podemos criar os pilares dentro desse apartamento para que eles apareçam em todo o prédio, e ainda podemos usar a ferramenta copiar e colar para colocarmos, nos outros pavimentos, assim, conseguimos construir quase toda a estrutura do prédio em pouco tempo.

Para a criação das bases dos pilares foi escolhido o modelo construtivo de sapatas, pois é bastante comum na região e de fácil execução, para isso o Autodesk Revit tem a opção de criar fundações, bastando escolher o modelo de sapata, suas

dimensões e profundidade, fazendo isso basta selecionar um pilar que a sapata será locada automaticamente.

Para a construção das vigas utilizamos a ferramenta viga e desenhamos o seu croqui, suas dimensões são pré-carregadas de acordo com cada tipo de carga que ela deverá suportar, mas isso pode ser facilmente modificado a qualquer momento. Na figura 53 está a representação em três dimensões da fundação do prédio.

Figura 53: Representação 3D da fundação do prédio



Fonte: Capturada do Programa

Uma grande ferramenta presente nos programas BIM é a criação de tabelas automáticas. Desde o início da elaboração do projeto, o Autodesk Revit catalogou, anotou, contou, e acrescentou em um banco de dados inúmeras informações sobre o mesmo, para posteriormente, criar tabelas. Para ter acesso a essas informações precisamos ingressar na janela de navegação, ir até a aba tabelas e criar uma nova tabela. Quando escolhemos a opção criar tabelas uma série de opções com os mais variados tipos de informações são listadas.

Como são muitas informações, o mais aconselhável determinar que tipo de informação essa tabela vai necessitar e criar várias tabelas com todos os tipos de informações, por exemplo, criar uma tabela com informações de esquadrias, criar outra tabela com informações de quantitativos de alvenaria, criar outra tabela com informações estruturais entre outros. Lembrando que se pode criar essas tabelas a qualquer momento no projeto por que a medida que o projeto vai se modificando, as tabelas serão automaticamente atualizadas.

A figura 54 é uma tabela de portas feita automaticamente pelo Autodesk Revit, de acordo com a tabela existem sete tipos diferentes de portas em todo o projeto e demonstra exatamente a quantidade de cada uma.

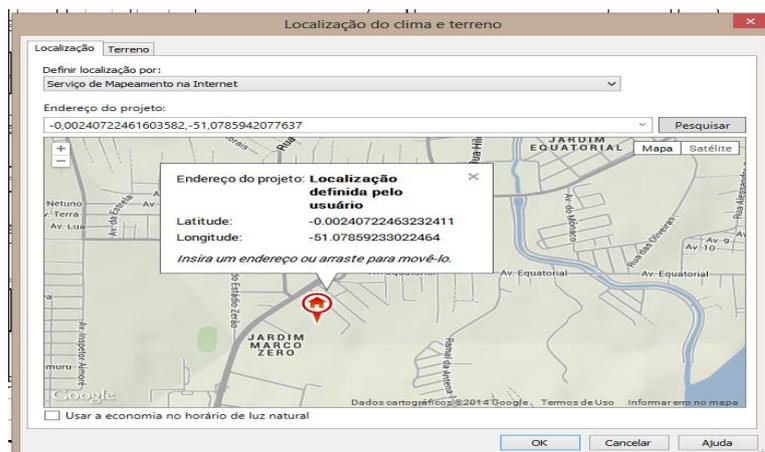
Figura 54: Autodesk Revit - Tabela de Portas

<Tabela de porta>					
A	B	C	D	E	F
Tipo da Porta	Largura	Altura	Quantidade	Nome do Ambiente	Comentários
JM11	0.80	2.10	76		
PM1	0.60	2.10	88		
PM2	0.70	2.10	134		
PM6	0.80	2.10	30		
PM9	1.83	1.98	2		
PM10	1.73	2.03	133		
PM12	1.28	2.10	32		
Total geral: 495			495		

Fonte: Capturada do Programa

Outra ferramenta muito útil no Revit para estudo de conforto é a possibilidade de simulação de locação real como visto na figura 55, isso quer dizer que, podemos locar o projeto exatamente no mesmo ponto onde ele será construído e com isso fazer uma simulação de insolação extremamente precisa, sem precisarmos utilizar cartas solares, transferidores e calculadoras, como visto na figura podemos até criar um esquema de insolação no prédio.

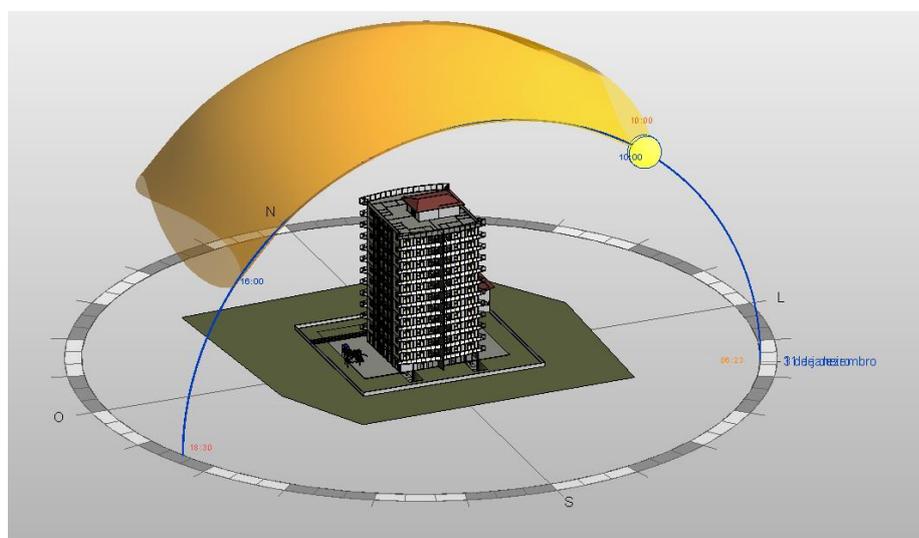
Figura 55: Simulação de locação real



Fonte: Capturada do Programa

Na figura 56 temos uma simulação do caminho que o sol irá percorrer entre os dias 01/01/2014 até 01/01/2015, o além disso o programa tem a capacidade de simular as sombras em cada trecho do projeto.

Figura 56: Simulação de insolação no apartamento.



Fonte: Capturada do Programa

Com o prédio praticamente pronto podemos dar os retoques de materiais finais. No prédio foi criado um elemento vertical de concreto com função estética e de privacidade entre as unidades habitacionais, para isso foi usada a ferramenta curva de croqui, que permite brincar com a forma das paredes. Utilizando a ferramenta pintar, poderemos colorir a construção com todo o tipo de material existente, existe a

possibilidade de criarmos um material novo com imagens de texturas que podem facilmente ser encontrados na internet.

Depois de finalizar todo o projeto pode-se organizá-lo em plantas, lembrando que esse processo também poderá ser feito a qualquer momento do projeto, visto que suas informações serão automaticamente atualizadas.

Na janela de navegação temos a opção de criação de folhas, logo que clicamos nessa opção inúmeros tamanhos e tipos de folhas são apresentadas, podemos utilizar uma apresentada pelo programa ou simplesmente criar uma com dimensões desejadas, no caso, foi escolhida a folha A0, por ser uma folha grande e caber inúmeras informações. Na folha podemos editar a legenda com a ferramenta editar família, e podemos deixá-la da forma que quisermos, ou simplesmente utilizar uma já pré-carregada e atualizarmos suas informações para que as outras legendas também sejam atualizadas.

Para criarmos plantas baixas podemos simplesmente clicar e arrastar a aba na janela de navegação para a folha e escolher a escala. Depois disso na aba anotar usamos as ferramentas para colocarmos cotas na planta, podemos colocar mais de uma planta baixa por folha utilizando o mesmo recurso de arrastar e soltar. Para criarmos uma vista e/ou uma perspectiva na folha utilizamos o mesmo princípio da planta baixa.

Para a criação de cortes utilizamos a ferramenta corte na aba vista do Autodesk Revit e seccionamos uma área da planta baixa, com isso será automaticamente criada uma vista com esse corte, logo depois disso basta arrastar e soltar para a folha. Nota-se que inicialmente a indicação de localização do corte está em branco, mas, logo que se arrasta para a folha ela é automaticamente mudada indicando sua localização.

Para comprovação da eficiência do BIM como ferramenta de projeto, foi criado um plano de projeto onde cada etapa seria realizada em determinado dia e seria contado o tempo que precisou para realizar cada etapa, a seguir está a tabela com os dados obtidos nessa análise.

Figura 57: Diário de Projeto

Fonte: Capturada do Programa

Diário de Projeto				
Dia	Trabalho	Horas de início	Hora d Término	Total
11/11/2013	Definição do projeto, busca de terreno	10:30:00	15:00:00	04:30:00
12/11/2013	Estudo das legislações Vigentes	09:30:00	15:00:00	05:30:00
13/11/2013	Elaboração do programa de necessidades	10:15:00	12:00:00	01:45:00
14/11/2013	Pré dimensionamento e planejamento do apartamento	10:15:00	12:00:00	01:45:00
14/11/2013	Planejamento do apartamento tipo	13:00:00	16:00:00	03:00:00
18/11/2013	Desenho Apartamento Tipo e agrupando apartamentos (REVIT)	09:45:00	11:00:00	01:15:00
19/11/2013	Desenhando pilares de estrutura	09:30:00	10:00:00	00:30:00
20/11/2013	Planejamento do estacionamento	09:00:00	13:00:00	04:00:00
21/11/2013	Planejamento do estacionamento	09:00:00	12:00:00	03:00:00
22/11/2013	Criando Detalhes da Fachada	10:00:00	11:00:00	01:00:00
25/11/2013	Criação do Pavto Térreo	09:00:00	11:30:00	02:30:00
26/11/2013	Fachadas e cortes	08:00:00	08:30:00	00:30:00
27/11/2013	Organização nas Plantas	08:00:00	13:00:00	05:00:00
28/11/2013	Organização nas Plantas	08:00:00	13:00:00	05:00:00
29/11/2013	Detalhes Finais	08:00:00	10:30:00	02:30:00

A figura 57 representa o diário de projeto, para esse plano foi necessário estipular um horário de início dos estudos, o horário ficou sempre pela manhã devido questões pessoais, não teve a necessidade de utilizar o período da tarde para a produção do projeto, os erros comuns nessas etapas como: paredes fora do lugar, esquadrias mal posicionadas foram facilmente resolvidos, graças aos recursos do Autodesk Revit.

Algumas etapas como o desenho de fachadas e cortes que normalmente são demoradas e cansativas foram extremamente rápidas para serem executadas graças às ferramentas disponíveis.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo demonstrar a importância do uso de ferramentas digitais na arquitetura, para isso foi necessário identificar o papel que arquitetura teve na história do mundo, fazendo uma linha do tempo desde suas ferramentas mais rústicas até a entrada nas ferramentas digitais o que foi explanado na primeira parte do primeiro capítulo, logo depois começamos a entender a entrada do mundo digital na arquitetura e o impacto que ocorreu para a mesma desde os primeiros programas CAD e logo em seguida com o surgimento do BIM temos um significativo avanço nas tecnologias de planejamento tonando o trabalho do arquiteto muito mais ágil e produtivo, finalizando o primeiro capítulo com uma explanação sobre o BIM, seus conceitos, suas ideias, suas vantagens e desvantagens.

No segundo capítulo denominado BIM na arquitetura, aprofundamos ainda mais no conceito BIM e voltamos para a sua aplicação na arquitetura, foi apresentado um dos principais programas que utilizam totalmente esse conceito, o Autodesk Revit, mostrando suas principais funcionalidades e facilidades. Foi apresentado também o Autodesk Autocad, programa que não é considerado BIM mas passa a ser com auxílio de outros programas como o Archi3d. Em seguida foi apresentado outros programas que utilizam o conceito BIM. E logo depois foi feita uma proposta de comparação entre os dois programas da Autodesk, o Revit e o Autocad, mostrando as vantagens, desvantagem, ferramentas e aplicabilidade um em relação ao outro.

Para evidenciar a importância do conceito BIM na arquitetura atual, foi realizado um levantamento de obras importantes que estão e que foram realizadas com o auxílio de softwares BIM, como é o caso do Walt Disney Concert Hall do Arquiteto Frank Gehry, um dos mais respeitados arquitetos do mundo ganhador do prêmio Pritzker de 1989. Finalizando o capítulo foram feitas análises das tecnologias que ainda estão por vir e poderão acrescentar ainda mais nas ferramentas do BIM.

Concluindo o trabalho, foi realizada uma experiência de projeto totalmente planejado em plataforma BIM, mais especificamente utilizando o Autodesk Revit, mostrando as ferramentas, qual a sua serventia, as facilidades, as dificuldades, tudo isso sendo anotado em um diário de projeto para comparações. A experiência de projetar em BIM foi uma atividade pouco cansativa com resultados excelentes, recomendados para estudantes e profissionais de Arquitetura e Urbanismo.

Com o diário de projeto em mãos percebemos que o maior tempo gasto no projeto foi pensando propriamente no projeto, se tivéssemos utilizado a prancheta manual esse tempo poderia ser dividido ou então maior por parte da confecção do projeto. Com isso podemos concluir que a utilização dos softwares BIM na arquitetura é extremamente recomendada para estudantes e profissionais da área, pois com essa ferramenta o Arquiteto poderá gastar o seu tempo não com desenhos, plantas, cálculos, o Arquiteto gastará o seu tempo em algo que ele faz de melhor, que é pensar.

O mundo está cada vez mais tecnológico, as máquinas já estão substituindo trabalhos pesados, como limpar, plantar, colher. Hoje as máquinas já estão substituindo com coisas mais complexas como desenhar uma planta, calcular uma estrutura, definir o conforto de um ambiente, porém as máquinas não tem a capacidade de substituir o raciocínio, o poder de pensar do ser humano por isso o arquiteto está confortável, em um lugar onde nenhuma máquina poderá sentar, pelo menos por enquanto.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Max; RUSCHEL, Regina, **Building Information Modeling (BIM)**. São Paulo: Editora Gráfica Oficina de Textos, 2011.

APRAMOS, Ana. **Historia da Computação Gráfica: Skerchpad, A Man Machine Graphical Communication System**. Publicado em 5 de julho de 2013. Disponível em: <http://computacaograficaecinema.wordpress.com/2013/07/05/historia-da-computacao-grafica-sketchpad-a-man-machine-graphical-communication-system-2/> Acesso em novembro 2013.

BERNADI, Núbia; PINA, Mikami; ARIAS, Camila; BELTRAMIN, Renata, **O desenho universal no processo de projeto**. SÃO PAULO: EDITORA GRÁFICA OFICINA DE TEXTOS, 2011.

BERTHO, Beatriz; BONALDO, Tarsila; GRANJA, Ariovaldo; CELANI, Maria, **A Prototipagem rápida: do processo ao canteiro de obras**. São Paulo: Editora Gráfica Oficina de Textos, 2011.

GOOGLE IMAGENS. **Stonehenge**. Inglaterra. Google 2008. Disponível em: <[https://www.google.com.br/search?q=Stonehenge+na+Inglaterra&es\\_sm=93&tbm=isch&source=iu&imgil=NyBcJx85fBEJLM%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn0.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtbn%253AAND9GcRx0QHUCQYOxpYdpYVdKPSuWV3cU530UPub0\\_-xIEDoFI9glQZg%253B800%253B600%253B0e-SCvgUyCZy1M%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.alemdaimaginacao.com%25252FNoticias%25252Fo\\_misterioso\\_desaparecimento\\_em\\_stonehenge.html&sa=X&ei=mWPXUorTBMrokQfY6oGoAQ&ved=0CDkQ9QEwAw&biw=1366&bih=642#focr=\\_%26imgdii=\\_&imgsrc=5GendFN0Uu9DiM%253A%3BOM29ICB14lxEoM%3Bhttp%253A](https://www.google.com.br/search?q=Stonehenge+na+Inglaterra&es_sm=93&tbm=isch&source=iu&imgil=NyBcJx85fBEJLM%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn0.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtbn%253AAND9GcRx0QHUCQYOxpYdpYVdKPSuWV3cU530UPub0_-xIEDoFI9glQZg%253B800%253B600%253B0e-SCvgUyCZy1M%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.alemdaimaginacao.com%25252FNoticias%25252Fo_misterioso_desaparecimento_em_stonehenge.html&sa=X&ei=mWPXUorTBMrokQfY6oGoAQ&ved=0CDkQ9QEwAw&biw=1366&bih=642#focr=_%26imgdii=_&imgsrc=5GendFN0Uu9DiM%253A%3BOM29ICB14lxEoM%3Bhttp%253A)

\_\_\_\_\_. **Stonehenge Amazônico**. Amapá. Disponível em: [https://www.google.com.br/search?q=stonehenge+amazonico&es\\_sm=93&tbm=isch&source=iu&imgil=3fBmhcwyT9PBIM%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn2.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtbn%253AAND9GcTtkQPvbp7grAlJecrILOgfp\\_MAXp628PCCo0XufRQTQpX3dzay-Q%253B225%253B305%253B08xjqfs8TV4HBM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.ceticismoaberto.com%25252Ffortianismo%25252F745%25252Fstoneheng-e-brasileiro&sa=X&ei=l2nXUuSeEsPtkQew7IHAAQ&ved=0CE4Q9QEwBg&biw=1366&bih=642#focr=\\_%26imgdii=\\_&imgsrc=9DCuBlS3hBhUGM%253A%3B3LS6JreL06cDvM%3Bhttp%253A%252F%252Frevistaplaneta.terra.com.br%252Fmedia%252Fimages%252Flarge%252F2010%252F09%252F01%252Fimg-225864-heitor-e-silvia-reali.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Frevistaplaneta.terra.com.br%252Fsecao%252Fciencia%252Fno-amapa-uma-stonehenge-amazonica%3B300%3B188](https://www.google.com.br/search?q=stonehenge+amazonico&es_sm=93&tbm=isch&source=iu&imgil=3fBmhcwyT9PBIM%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn2.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtbn%253AAND9GcTtkQPvbp7grAlJecrILOgfp_MAXp628PCCo0XufRQTQpX3dzay-Q%253B225%253B305%253B08xjqfs8TV4HBM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fwww.ceticismoaberto.com%25252Ffortianismo%25252F745%25252Fstoneheng-e-brasileiro&sa=X&ei=l2nXUuSeEsPtkQew7IHAAQ&ved=0CE4Q9QEwBg&biw=1366&bih=642#focr=_%26imgdii=_&imgsrc=9DCuBlS3hBhUGM%253A%3B3LS6JreL06cDvM%3Bhttp%253A%252F%252Frevistaplaneta.terra.com.br%252Fmedia%252Fimages%252Flarge%252F2010%252F09%252F01%252Fimg-225864-heitor-e-silvia-reali.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Frevistaplaneta.terra.com.br%252Fsecao%252Fciencia%252Fno-amapa-uma-stonehenge-amazonica%3B300%3B188)

GOOGLE IMAGENS. **Catedral de Colonia.** Alemanha. Disponível em: <[\\_\\_\\_\\_\\_. \*\*ENIAC, o primeiro computador.\*\* Disponível em: <\[\\\_\\\_\\\_\\\_\\\_. \\*\\*Autodesk Autocad.\\*\\* Disponível em: <\\[\\\\_\\\\_\\\\_\\\\_\\\\_. \\\*\\\*Trimble Sketchup Pro 8.\\\*\\\* Disponível em: <\\\[\\\\\_\\\\\_\\\\\_\\\\\_\\\\\_. \\\\*\\\\*Autodesk Lumion.\\\\*\\\\* Disponível em:\\\]\\\(https://www.google.com.br/search?tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=QHXXUu21MtCLkAeBylCYBA&ved=0CC4QsAQ&biw=1366&bih=642&q=trimble%20sketchup%20pro%20image#q=trimble+sketchup+pro+8&tbm=isch&facrc=\\\_&imgdii=\\\_&imgrc=QQU9EEC8L6gSAM%253A%3BVQGYGgW2PgL3rM%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.facade-it.co.uk%252Fimages%252FSketchUp%252FTrimble-sketcup-8.png%3Bhttp%253A%252F%252Fwww.facade-it.co.uk%252FCAD%252FSketchUp\\\_pro8.html%3B640%3B227> Acesso em: ? de 2013.</p></div><div data-bbox=\\\)\\]\\(https://www.google.com.br/search?q=Autodesk+Autocad&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=n3LXUveJJ4ejkQff2YG4BA&ved=0CHcQsAQ&biw=1366&bih=642#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=SAv8oym-oxY\\_AM%253A%3Bga9s91HcatXXUM%3Bhttp%253A%252F%252F1.bp.blogspot.com%252F-6xj3qC1nx4s%252FUVNnH0Xez3I%252FAAAAAAABzo%252FgDkDLtd-8Ss%252Fs1600%252FA2014inst3.png%3Bhttp%253A%252F%252Fbudweiser.cadstudio.cz%252F2013%252F03%252Fautodesk-autocad-2014-first-impressions.html%3B859%3B539> Acesso em: ? de 2013.</p></div><div data-bbox=\\)\]\(https://www.google.com.br/search?q=eniac&tbm=isch&source=iu&imgil=-1kzgMoC\_XL-qM%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn3.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtbn%253AANd9GcR2EiUSbdwFHrKO-2gtVERvmUTJSP6cezswAKg3jzF7iSb5nff4%253B785%253B600%253BcXyQBz5pmclH2M%253Bhttp%25253A%25252F%25252Ftecnoblog.net%25252F56910%25252Feniac-primeiro-computador-do-mundo-completa-65-anos%25252F&sa=X&ei=lnHXUqjyDoujkQfHvYDACA&sqi=2&ved=0CFwQ9QEwBQ&biw=1366&bih=642#facrc=\_&imgdii=\_&imgrc=-1kzgMoC\_XL-qM%253A%3BcXyQBz5pmclH2M%3Bhttp%253A%252F%252Ftecnoblog.net%252Fwp-content%252Fuploads%252F2011%252F02%252F785px-Eniac.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Ftecnoblog.net%252F56910%252Feniac-primeiro-computador-do-mundo-completa-65-anos%252F%3B785%3B600 . Acesso em: ? de 2013.</p></div><div data-bbox=\)](https://www.google.com.br/search?q=catedral+da+colonia&sa=N&es_sm=93&tbm=isch&tbo=u&source=univ&ei=hG7XUsmzHMjWkQfz14CICg&ved=0CDwQsAQ4Cg&biw=1366&bih=642#facrc=_&imgdii=_&imgrc=-sD7eYhuCiyC-M%253A%3B1AH6GiqchR2AmM%3Bhttp%253A%252F%252Ffotos.sapo.pt%252Ftopazio1950%252Fpic%252F0008f8c3%3Bhttp%253A%252F%252Ftopazio1950.blogspot.sapo.pt%252F204771.html%3B350%3B477.> Acesso em: ? de 2013</p></div><div data-bbox=)

<[https://www.google.com.br/search?tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=QHXXUu21MtCLkAeByICYBA&ved=0CC4QsAQ&biw=1366&bih=642&q=trimble%20sketchup%20pro%20image#q=autodesk+lumion&tbm=isch&facrc=\\_&imgrc=ovlNN6AG1oiYQM%253A%3BCFJ4\\_deedtPQ4M%3Bhttp%253A%252F%252Fmaxicad.com.br%252Fblog%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F07%252FLumion-02.jpeg%3Bhttp%253A%252F%252Fmaxicad.com.br%252Fblog%252Fplugin-lumion-para-autodesk-revit-2012-e-2013%252F%3B450%3B320](https://www.google.com.br/search?tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=QHXXUu21MtCLkAeByICYBA&ved=0CC4QsAQ&biw=1366&bih=642&q=trimble%20sketchup%20pro%20image#q=autodesk+lumion&tbm=isch&facrc=_&imgrc=ovlNN6AG1oiYQM%253A%3BCFJ4_deedtPQ4M%3Bhttp%253A%252F%252Fmaxicad.com.br%252Fblog%252Fwp-content%252Fuploads%252F2012%252F07%252FLumion-02.jpeg%3Bhttp%253A%252F%252Fmaxicad.com.br%252Fblog%252Fplugin-lumion-para-autodesk-revit-2012-e-2013%252F%3B450%3B320)> Acesso em: Janeiro de 2013.

GOOGLE IMAGENS. **Walt Disney Concert Hall**. Disponível em: [https://www.google.com.br/search?tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=QHXXUu21MtCLkAeByICYBA&ved=0CC4QsAQ&biw=1366&bih=642&q=trimble%20sketchup%20pro%20image#q=Walt+Disney+Concert+Hall&tbm=isch&facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=hMwWtrX0jSirpM%253A%3BBT-Qr3JTFQvzyM%3Bhttp%253A%252F%252Fcdn2.hauteliving.com%252Fwp-content%252Fuploads%252F2013%252F09%252FWaltDisneyConcertHall.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fhauteliving.com%252F2013%252F09%252Fpatina-toasts-10-years-at-walt-disney-concert-hall%252F391985%252F%3B1024%3B768](https://www.google.com.br/search?tbm=isch&source=univ&sa=X&ei=QHXXUu21MtCLkAeByICYBA&ved=0CC4QsAQ&biw=1366&bih=642&q=trimble%20sketchup%20pro%20image#q=Walt+Disney+Concert+Hall&tbm=isch&facrc=_&imgdii=_&imgrc=hMwWtrX0jSirpM%253A%3BBT-Qr3JTFQvzyM%3Bhttp%253A%252F%252Fcdn2.hauteliving.com%252Fwp-content%252Fuploads%252F2013%252F09%252FWaltDisneyConcertHall.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fhauteliving.com%252F2013%252F09%252Fpatina-toasts-10-years-at-walt-disney-concert-hall%252F391985%252F%3B1024%3B768). Acesso em: Janeiro de 2013.

GUGELMIN, Filipe. **Impressora 3D gigante consegue erguer uma casa em 24 horas**. 08 de janeiro de 2014. Disponível em: < <http://www.tecmundo.com.br> >. Acesso em janeiro 2014

MARIA, Monica Mendonça. **Bim na Arquitetura**. Disponível em: <<http://www.plataformabim.com.br>> Acesso em novembro 2013.

PUPO, Regiane; CELANI, Maria, **Prototipagem Rápida e fabricação digital na arquitetura: fundamentos e formação**. São Paulo: Editora Gráfica Oficina de Textos, 2011.

RIGHI, Thales; CELANI, Maria, **Displays interativos**. São Paulo: Editora Gráfica Oficina de Textos, 2011.

RUSCHEL, Regina; BIZELLO, Adriano, **Avaliação de sistemas CAD livres**. São Paulo: Editora Gráfica Oficina de Textos, 2011.

SERAFIM, Alexandre Celso. **A Origem do Lápis**. 07 de abril de 2011. Disponível em: <<http://www.gruposerafim.com.br/a-origem-do-lapis/>> Acesso em novembro 2013.

WIKIPEDIA. **Soneheng**. Disponível em: < <http://pt.wikipedia.org/wiki/Stonehenge>> Acesso em: Dezembro de 2013.

WIKIPEDIA. **Parque Arqueológico do Solstício**. Disponível em:  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Parque\\_Arqueol%C3%B3gico\\_do\\_Solst%C3%ADcio](http://pt.wikipedia.org/wiki/Parque_Arqueol%C3%B3gico_do_Solst%C3%ADcio)>  
Acesso em: Dezembro de 2013.

\_\_\_\_\_. **Esfinge de Guizé e a Pirâmide de Quefren**. Egito. Disponível em:  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A2mide\\_de\\_Qu%C3%A9fren](http://pt.wikipedia.org/wiki/Pir%C3%A2mide_de_Qu%C3%A9fren)> Acesso em  
Dezembro de 2013.

\_\_\_\_\_. **Catedral de Colonia**. Alemanha. Disponível em:  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Catedral\\_de\\_Col%C3%B4nia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_Col%C3%B4nia)>. Acesso em: Dezembro  
de 2013.

\_\_\_\_\_. **Xangai Tower**. China. Disponível em:  
<[http://pt.wikipedia.org/wiki/Shanghai\\_Tower](http://pt.wikipedia.org/wiki/Shanghai_Tower)> Acesso em: Dezembro de 2013.

WIKIPÉDIA. **Sketchpad** disponível em:  
<[https://www.google.com.br/search?q=Sketchpad&tbm=isch&source=iu&imgil=TMjgql-CQJiyem%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn0.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtn%253AAND9GcRwmLPzxEs8fy1CfZQSTs66MkOnc1Xal6HUQNfHg9xm9T1eLh2yqA%253B323%253B223%253BvMCXcnQbmJXGPM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fen.wikipedia.org%25252Fwiki%25252Ffile%25253ASketchpad-Apple.jpg&sa=X&ei=1XHXUubGLdPQkQfh7oDQDA&ved=0CFIQ9QEwBA&biw=1366&bih=642#facrc=\\_&imgdii=\\_&imgrc=TMjgql-CQJiyem%253A%3BvMCXcnQbmJXGPM%3Bhttp%253A%252F%252Fupload.wikimedia.org%252Fwikipedia%252Fen%252F7%252F7b%252FSketchpad-Apple.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fen.wikipedia.org%252Fwiki%252Ffile%253ASketchpad-Apple.jpg%3B323%3B223](https://www.google.com.br/search?q=Sketchpad&tbm=isch&source=iu&imgil=TMjgql-CQJiyem%253A%253Bhttps%253A%252F%252Fencrypted-tbn0.gstatic.com%252Fimages%253Fq%253Dtn%253AAND9GcRwmLPzxEs8fy1CfZQSTs66MkOnc1Xal6HUQNfHg9xm9T1eLh2yqA%253B323%253B223%253BvMCXcnQbmJXGPM%253Bhttp%25253A%25252F%25252Fen.wikipedia.org%25252Fwiki%25252Ffile%25253ASketchpad-Apple.jpg&sa=X&ei=1XHXUubGLdPQkQfh7oDQDA&ved=0CFIQ9QEwBA&biw=1366&bih=642#facrc=_&imgdii=_&imgrc=TMjgql-CQJiyem%253A%3BvMCXcnQbmJXGPM%3Bhttp%253A%252F%252Fupload.wikimedia.org%252Fwikipedia%252Fen%252F7%252F7b%252FSketchpad-Apple.jpg%3Bhttp%253A%252F%252Fen.wikipedia.org%252Fwiki%252Ffile%253ASketchpad-Apple.jpg%3B323%3B223)> . Acesso em Janeiro 2014

