

BIM – *Building Information Modeling* como estratégia de competitividade para empresas de construção civil

Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos

Escola Politécnica da USP

inova | 2019
RIBEIRÃO

Encontro de Negócios em
Inovação de Ribeirão Preto e Região

Ribeirão Preto, 16/jul/2019

Agenda

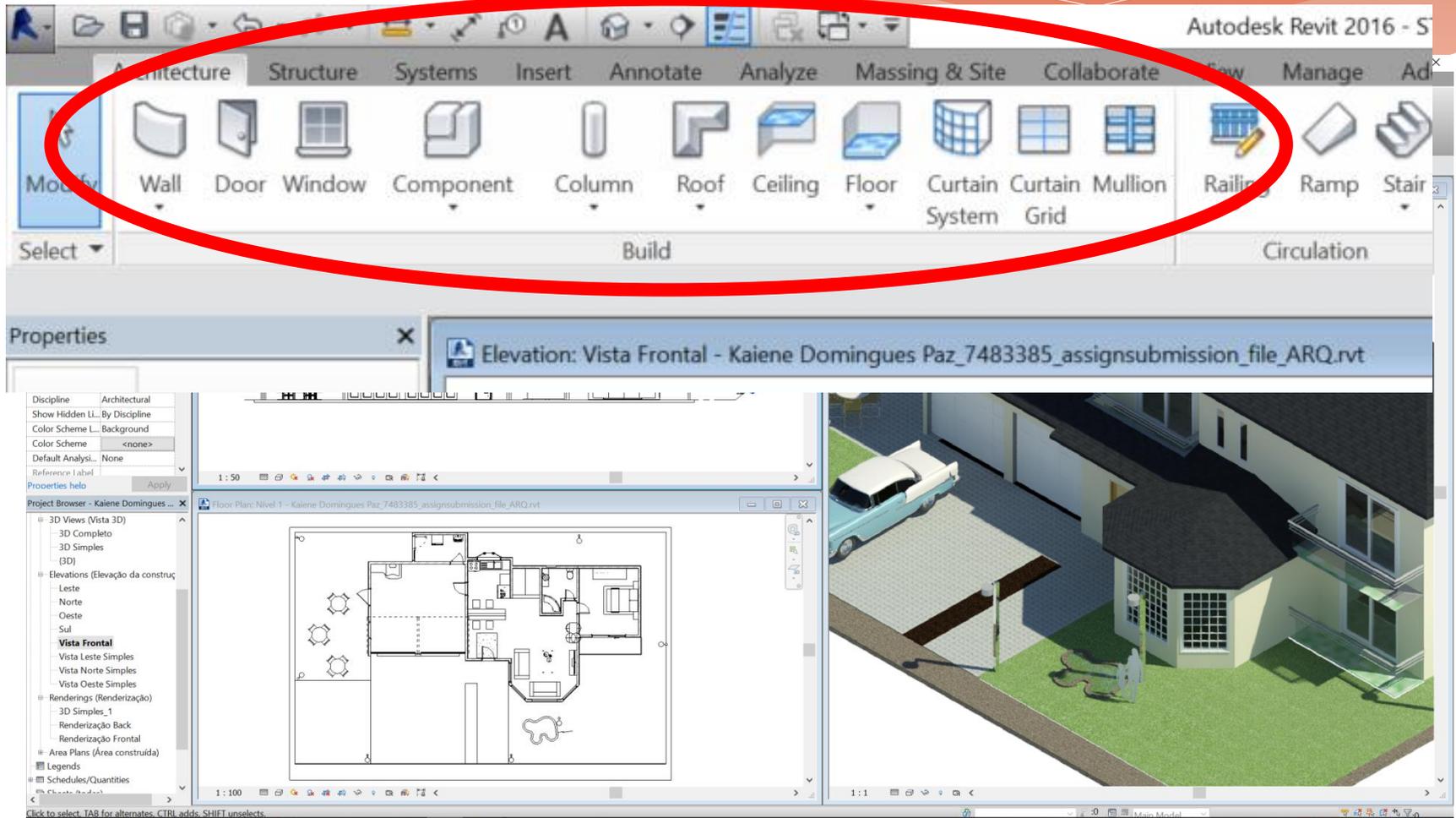
- * O que é BIM
- * Benefícios do BIM para
 - * Escritórios de Arquitetura
 - * Escritórios de Engenharia de Estruturas
 - * Escritórios de Projetos de Sistemas Prediais
 - * Construtoras / Instaladoras
 - * Incorporadoras / Gerenciadoras / Proprietário
- * Oportunidades
- * Conclusão

O que é BIM?

Definição formal simples

- * BIM, ou **Modelagem da Informação da Construção**, é o **conjunto de tecnologias e processos** integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, de forma a servir a todos a **todos os participantes** do empreendimento, potencialmente durante **todo o ciclo de vida** da construção.
(Decreto 9.377 de maio/2018)
- * O Modelo BIM representa **não só a geometria**, como também a **semântica** e a **funcionalidade** da construção, através de seu **comportamento e propriedades**.

Exemplo de aplicativo BIM



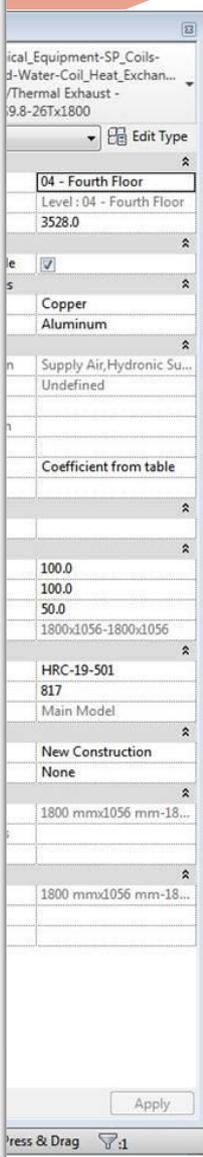
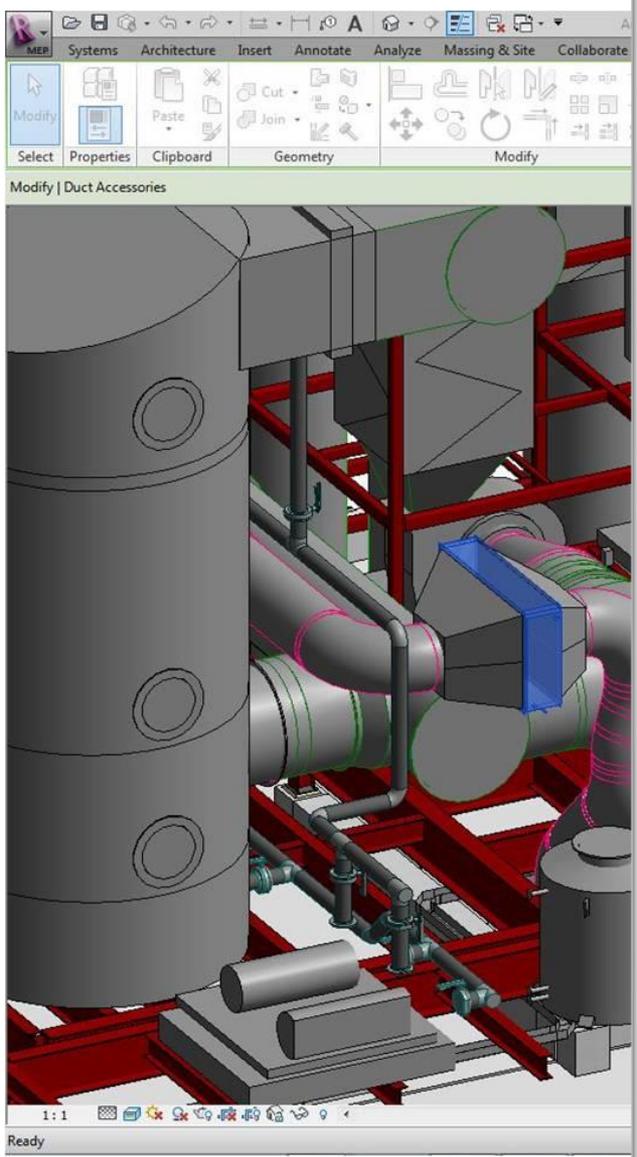
Family: Mechanical_Equipment-SP_Coils-Endose

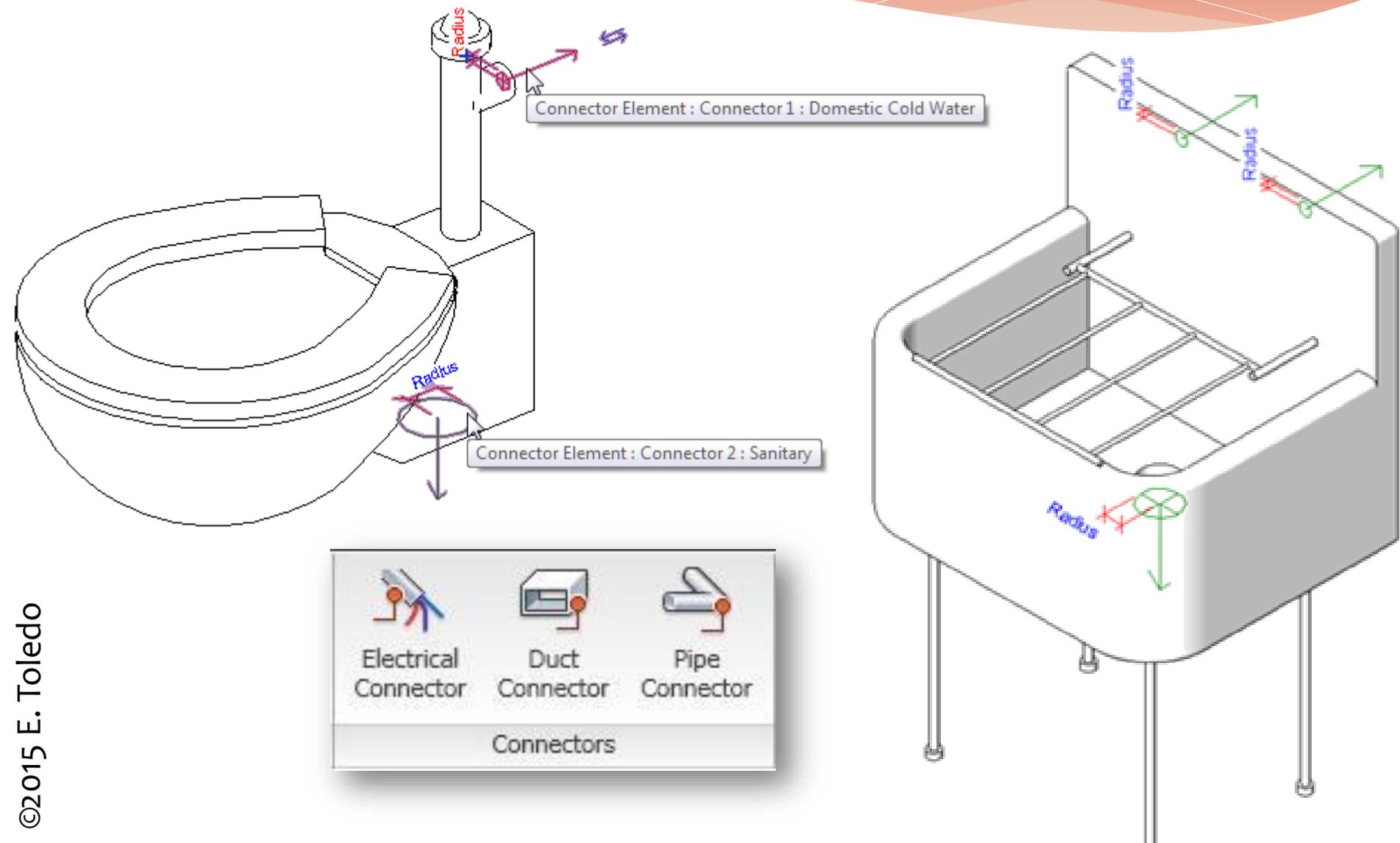
Type: General/Thermal Exhaust - 16W10S9.8

Buttons: Load, Duplicate, Rename

Type Parameters

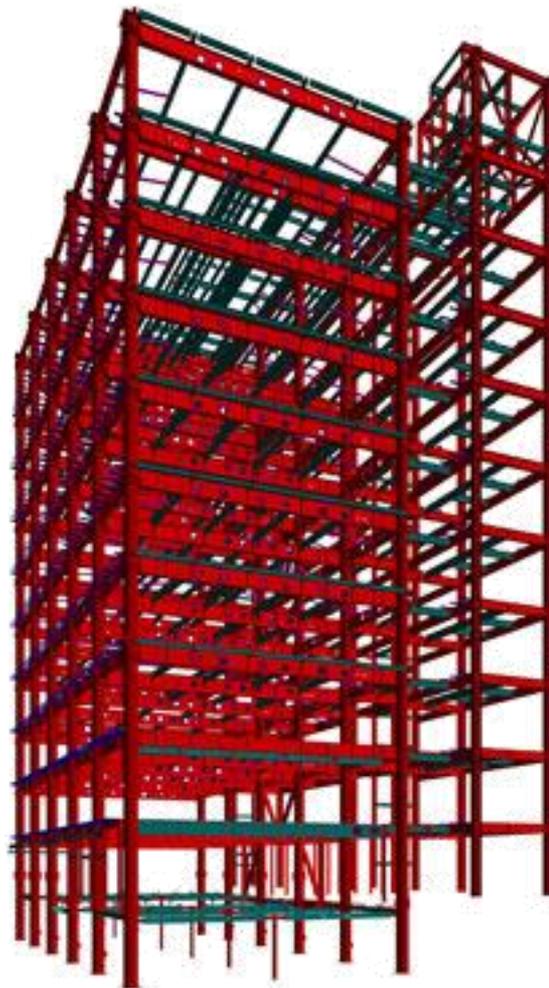
Parameter	Value
Construction	
Tubes High	26
Rows Deep	8
Drain Connection	<input checked="" type="checkbox"/>
2 Row	<input checked="" type="checkbox"/>
Materials and Finishes	
SPC_Fin Material	Aluminium 0.15 rippled
SPC_Case Material	14g galv
Mechanical	
Pressure Drop	105.20 Pa
Flow Rate	1.55 L/s
Drain Out	0.00 L/s
Air Pressure Drop	105.20 Pa
Actual Supply Air Flow	3.50 L/s
Dimensions	
Tube Radius	8.0
Tube Diameter	16.0
Return Offset 1	81.0
Offset	0.0
Flow Offset 1	81.0
Flange Width	50.0



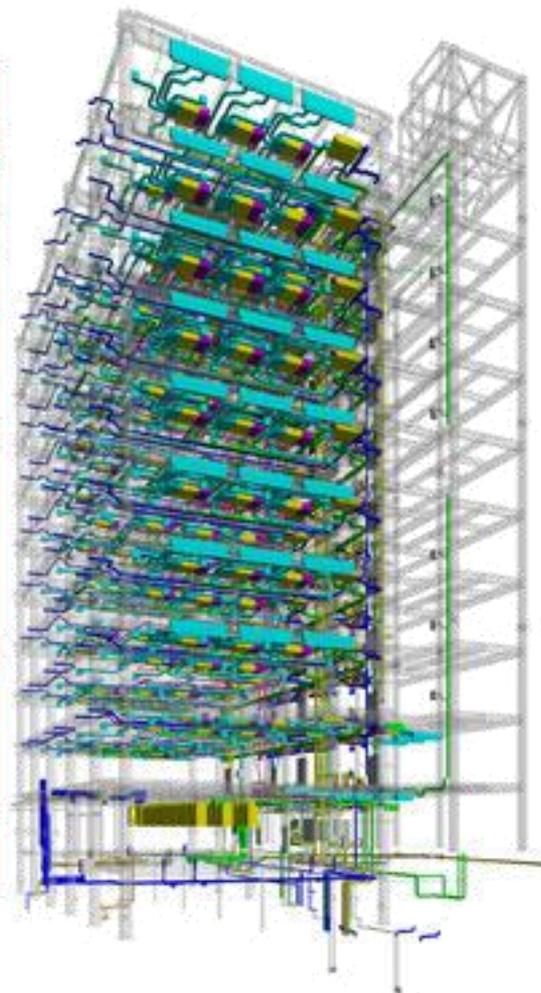




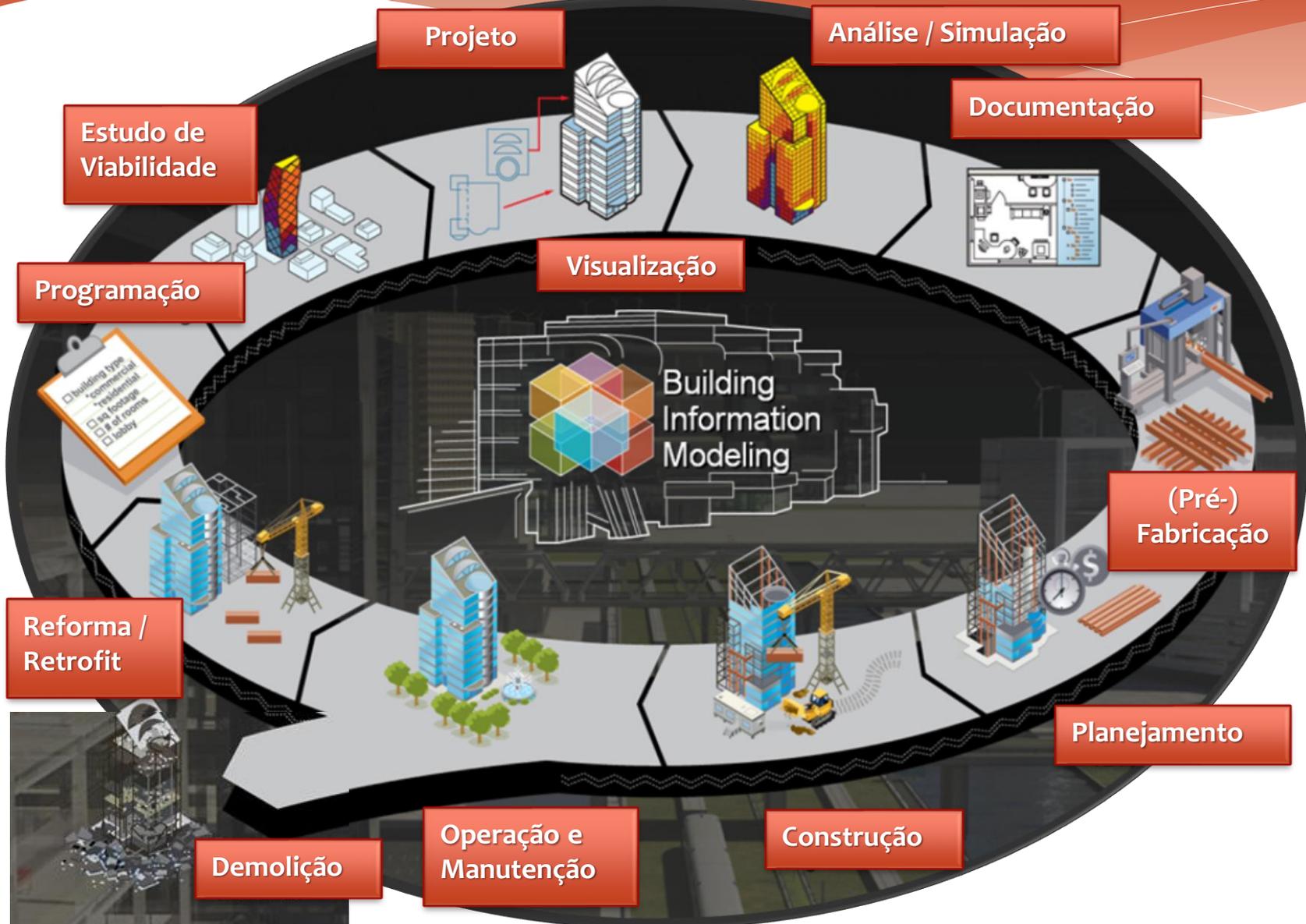
ARQ



ESTR



HID/ELE/AVAC



BIM veio para ficar!

- * Hoje, entre os “iniciados”, ninguém mais questiona o futuro do BIM.
- * BIM é o presente de muitos hoje e será, como o CAD já foi, o futuro de todos.
- * Quanto mais cedo iniciar, antes conseguirá adaptar-se e aproveitar os benefícios.



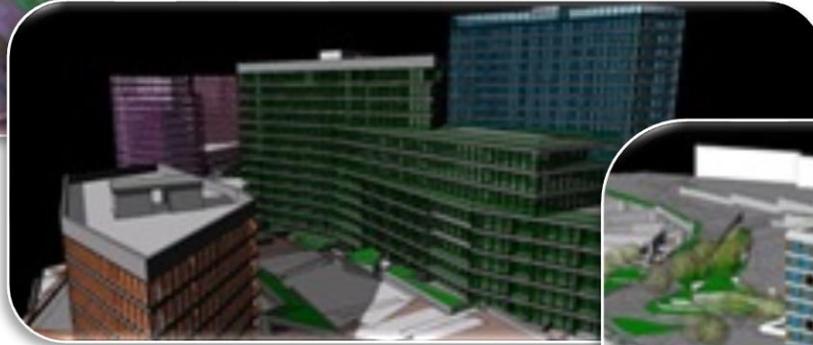
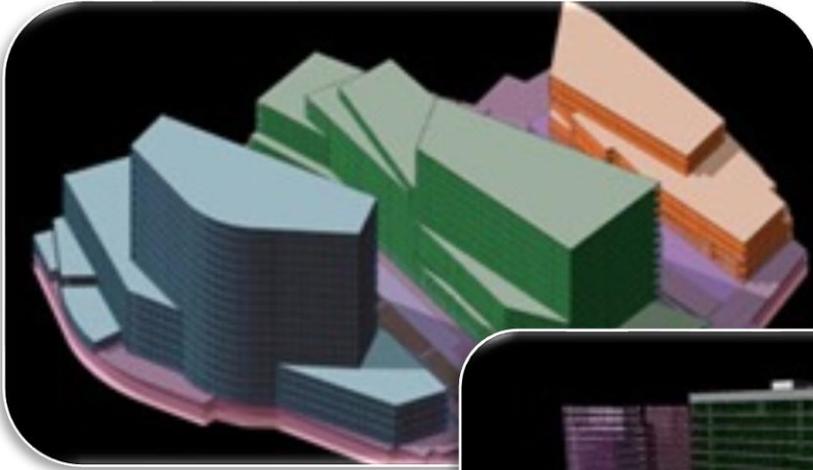
Benefícios do BIM

para Arquitetos

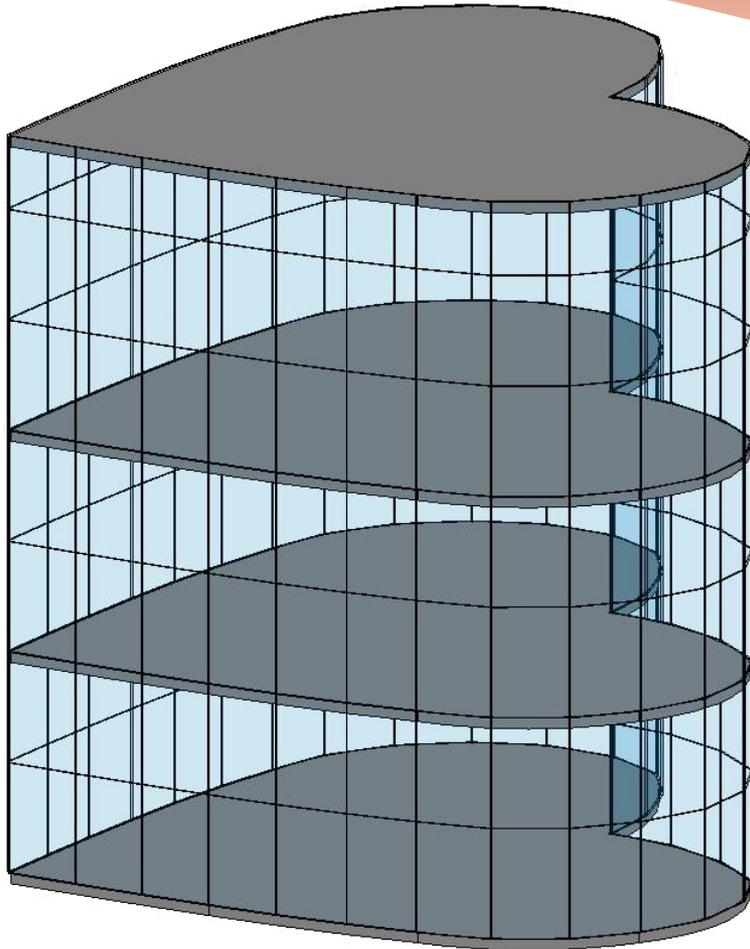
BIM para Arquitetos

- * Diferentemente da maioria dos outros usuários de BIM, arquitetos podem obter grandes vantagens mesmo com o “BIM solitário”, usado apenas internamente no escritório!
- * O modelo arquitetônico é o primeiro a ser criado.

Estudos de Massa

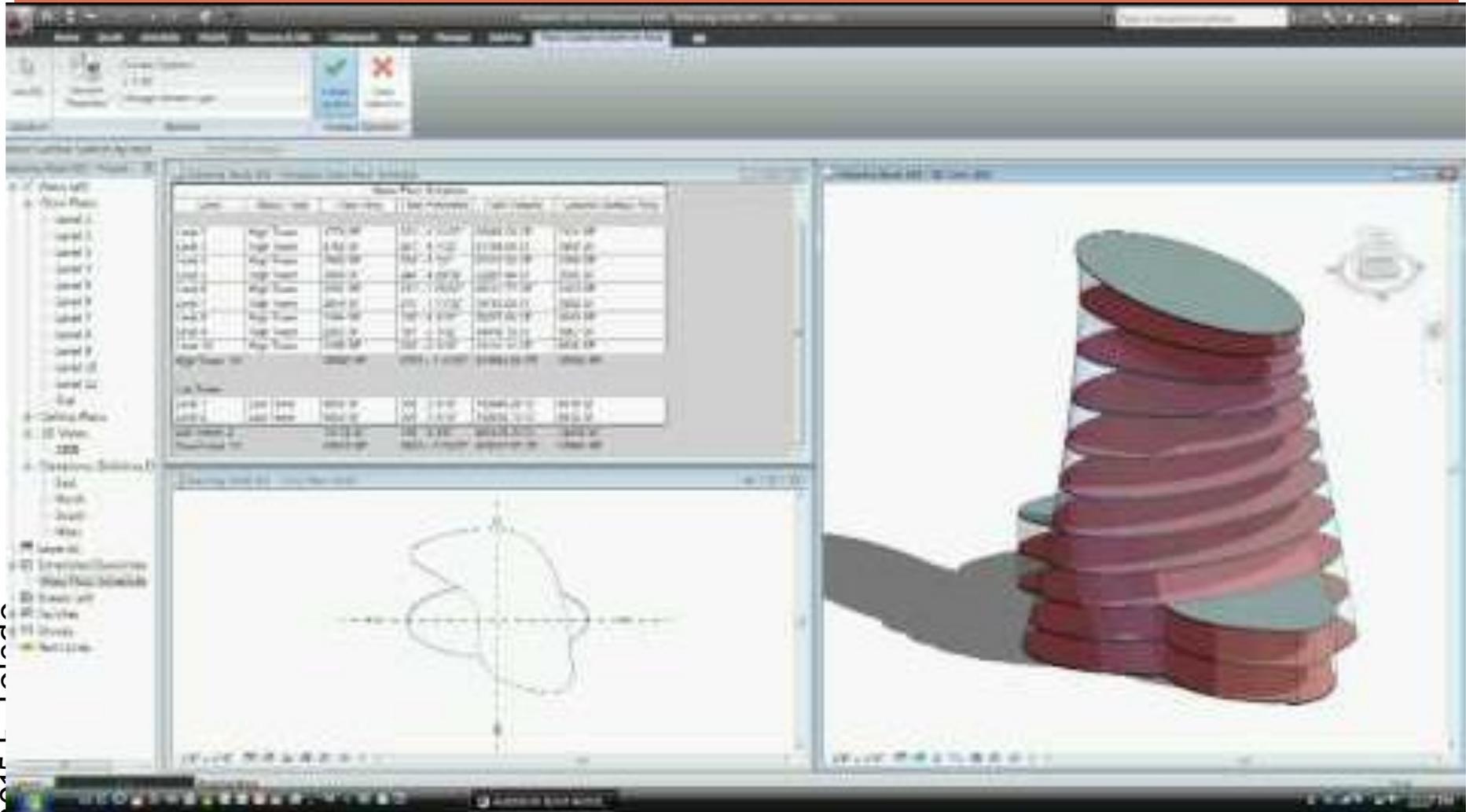


Estudos de Massa

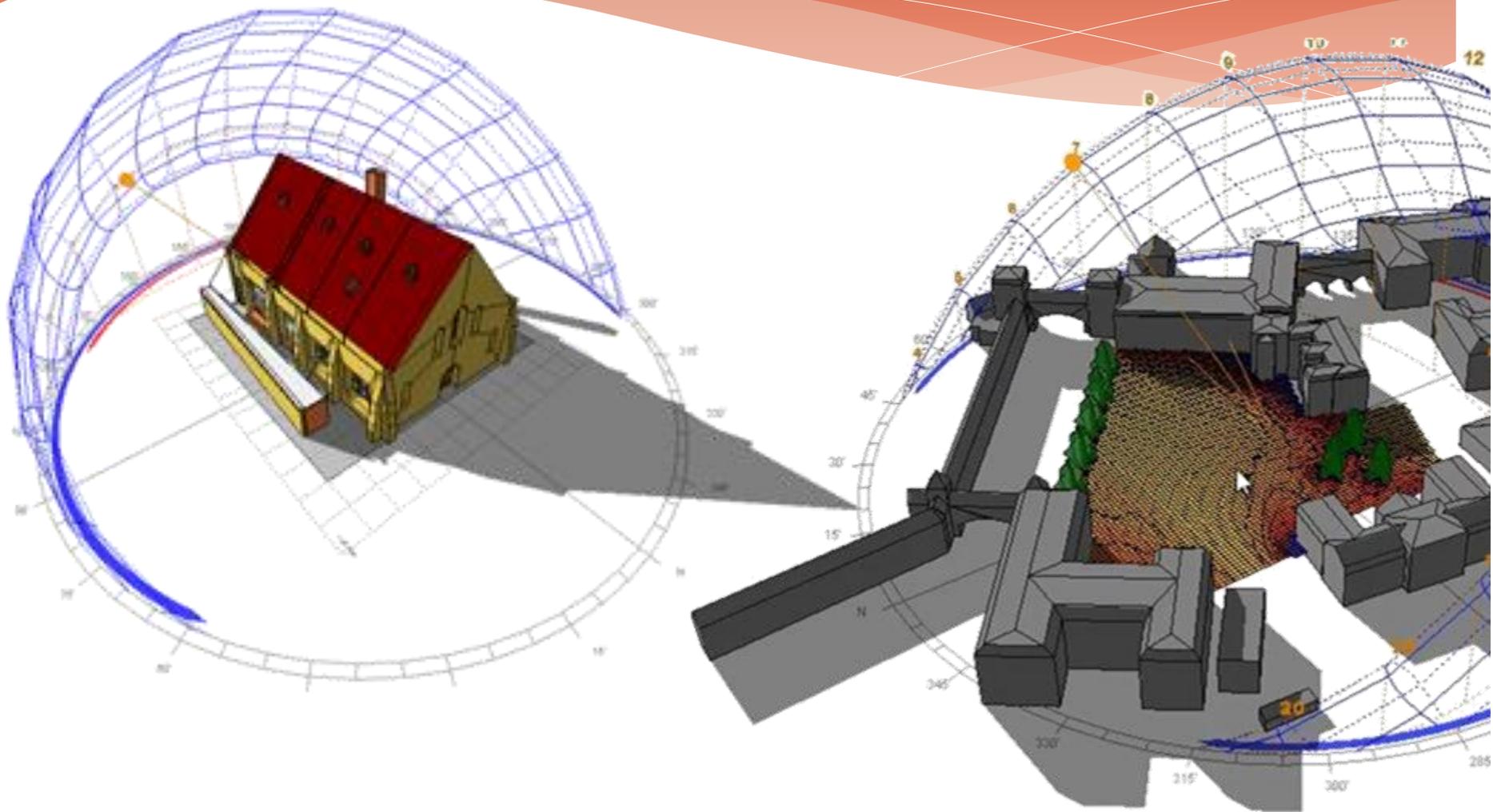


- * Divisão da massa em pavimentos (lajes)
- * Transformação da superfície em “pele de vidro”
- * ...

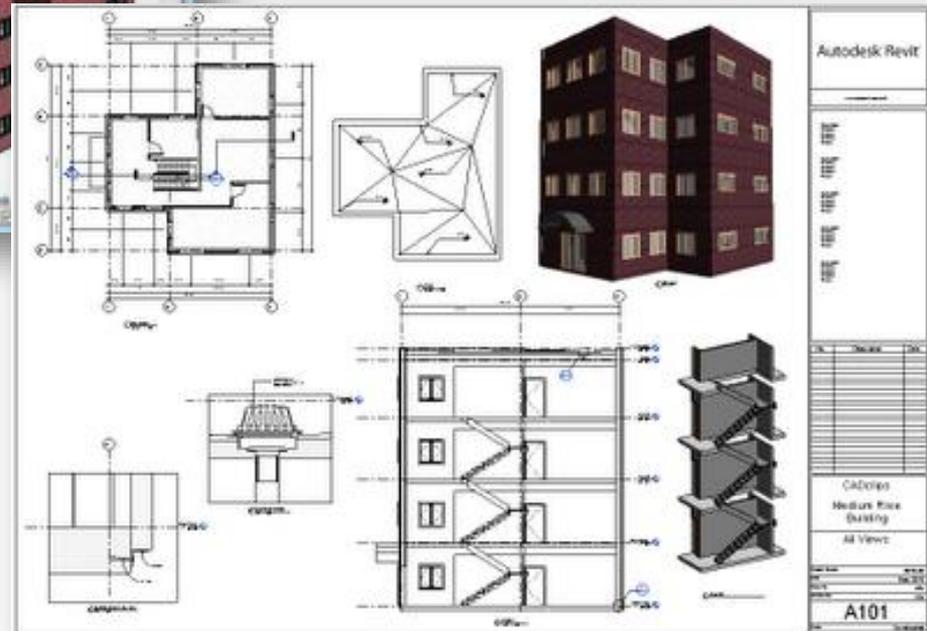
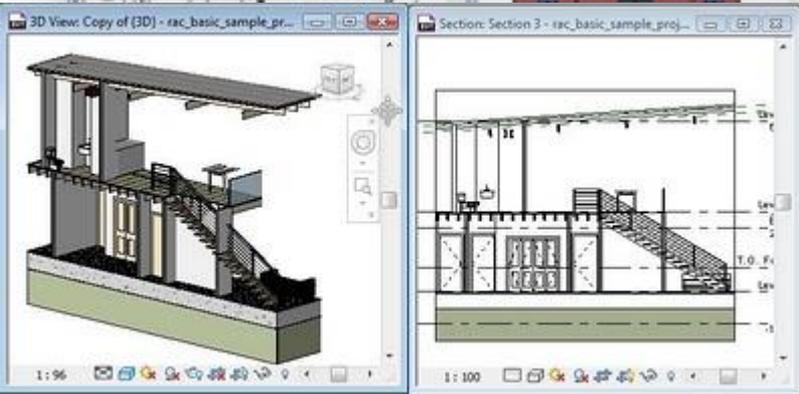
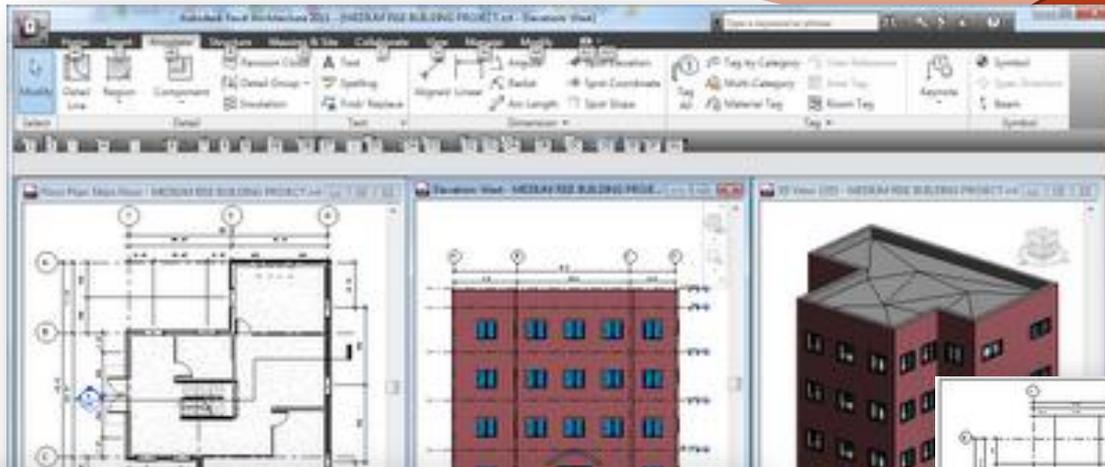
Estudos de Massa



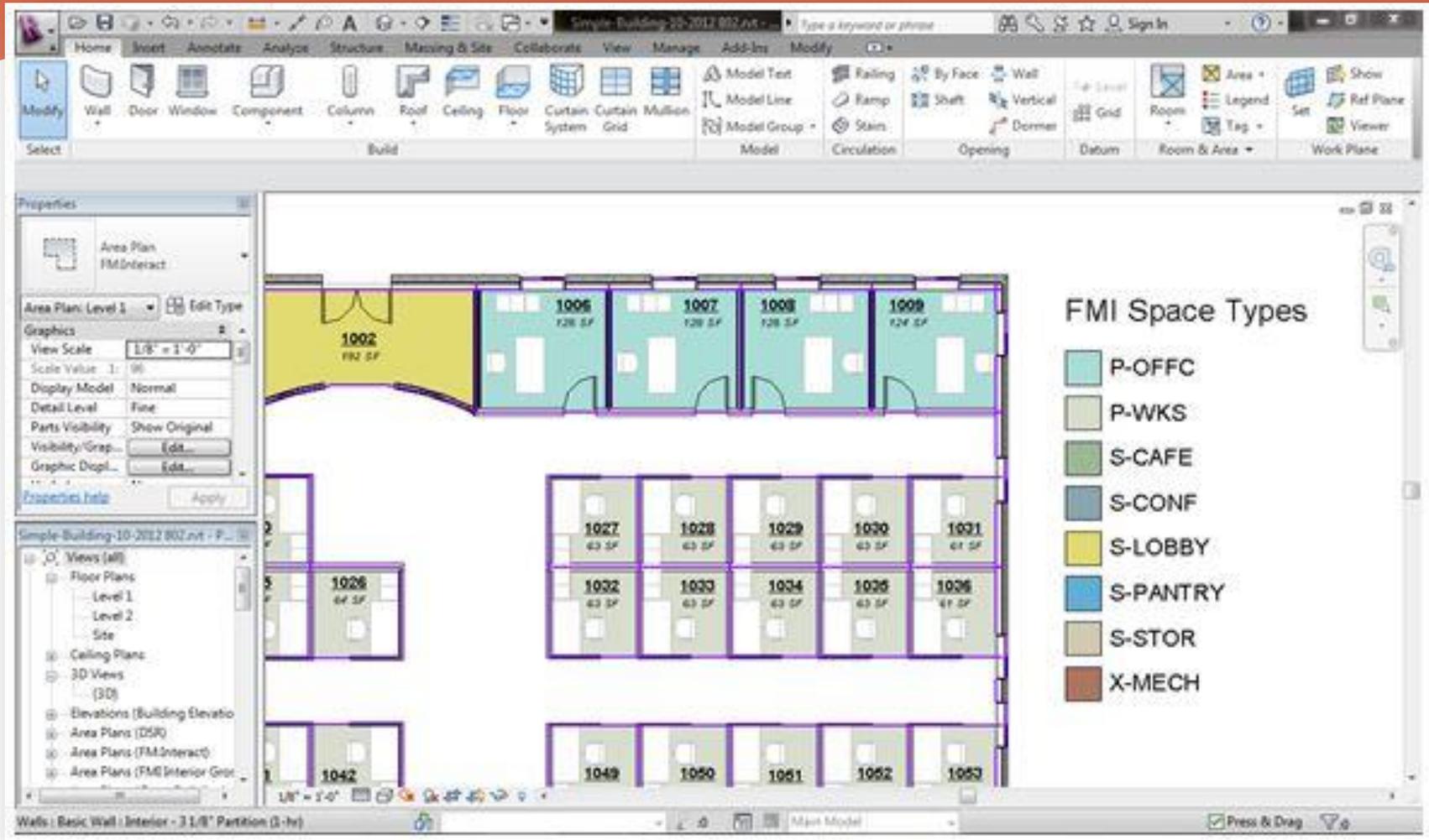
Análise de Insolação



Documentação



Documentação



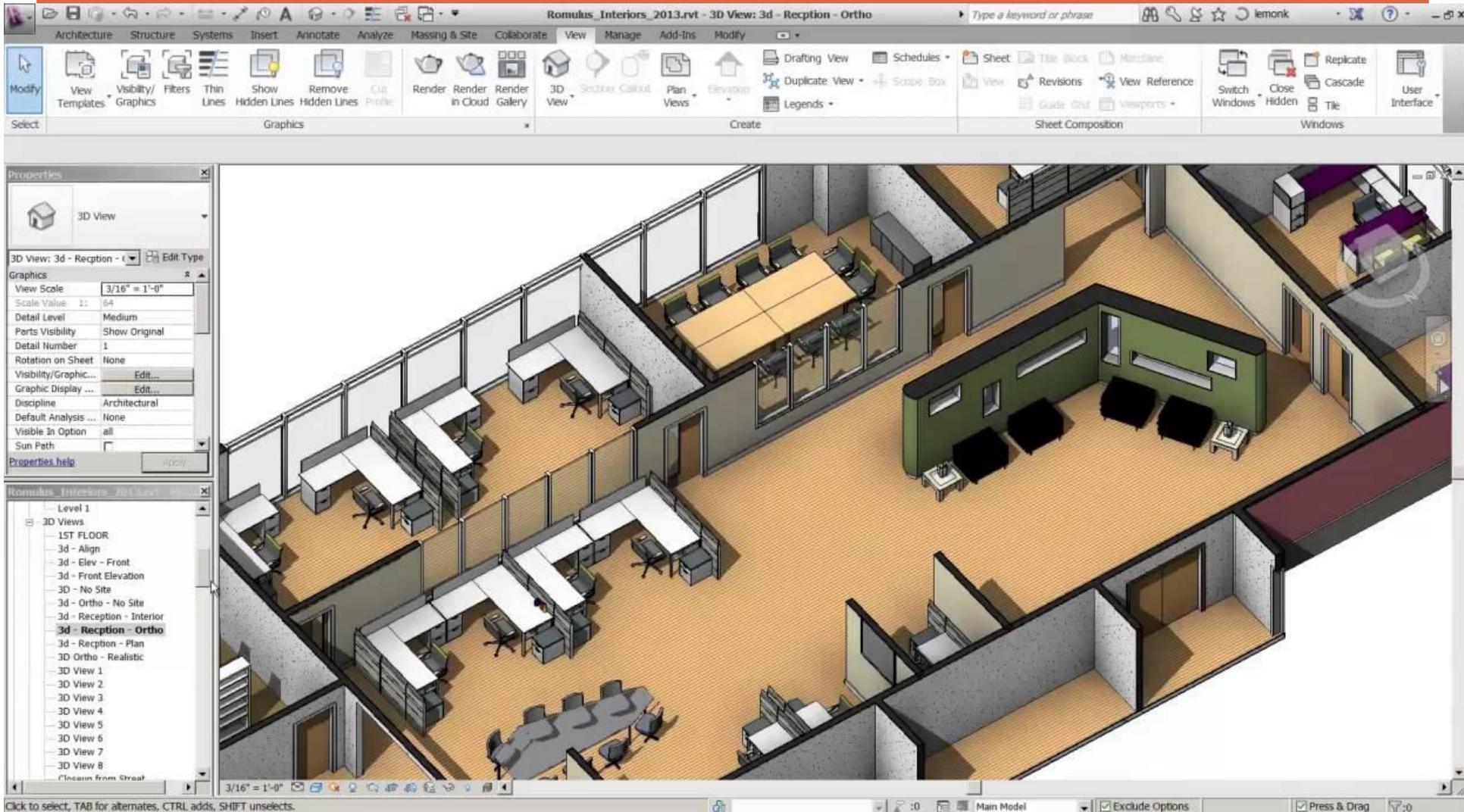
Quantitativos

Count	Height	Width	Panel Schedule		Area	Mark
			Type			
Glazed 10 mid roof						
1	2' - 4 1/4"	8' - 9"	Glazed 10 mid roof		21 SF	
1	2' - 4 1/4"	7' - 11 1/4"	Glazed 10 mid roof		19 SF	
1	2' - 4 1/4"	7' - 9 3/4"	Glazed 10 mid roof		18 SF	
1	0' - 9 13/16"	7' - 4 1/4"	Glazed 10 mid roof		6 SF	
1	0' - 9 13/16"	7' - 5 1/2"	Glazed 10 mid roof		6 SF	
1	0' - 9 13/16"	7' - 5 1/2"	Glazed 10 mid roof		6 SF	
1	0' - 9 13/16"	2' - 1 11/16"	Glazed 10 mid roof		2 SF	
Glazed LD 2nd Floor						
1	6' - 2 1/4"	5' - 7 1/4"	Glazed LD 2nd Floor		35 SF	
1	6' - 2 1/4"	5' - 8 1/2"	Glazed LD 2nd Floor		35 SF	
1	6' - 2 1/4"	5' - 3 1/4"	Glazed LD 2nd Floor		33 SF	
1	6' - 3 1/2"	5' - 7 1/4"	Glazed LD 2nd Floor		35 SF	
1	6' - 3 1/2"	5' - 8 1/2"	Glazed LD 2nd Floor		36 SF	
1	6' - 3 1/2"	5' - 3 1/4"	Glazed LD 2nd Floor		33 SF	
1	0' - 8 1/4"	5' - 7 1/4"	Glazed LD 2nd Floor		4 SF	
1	0' - 8 1/4"	5' - 8 1/2"	Glazed LD 2nd Floor		4 SF	
1	0' - 8 1/4"	5' - 3 1/4"	Glazed LD 2nd Floor		4 SF	
1	6' - 3 1/2"	0' - 3 1/2"	Glazed LD 2nd Floor		2 SF	
1	6' - 3 1/2"	0' - 3 1/2"	Glazed LD 2nd Floor		2 SF	

Rendering

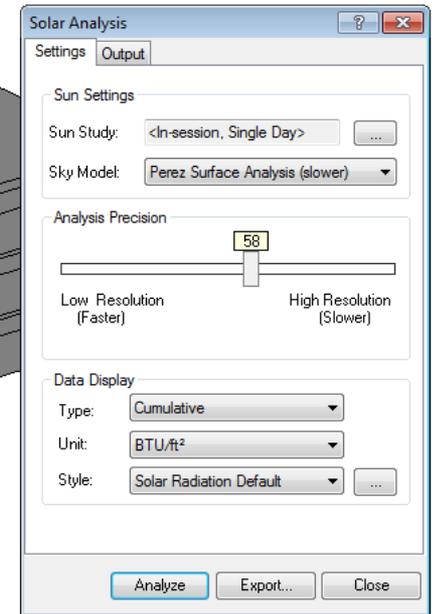
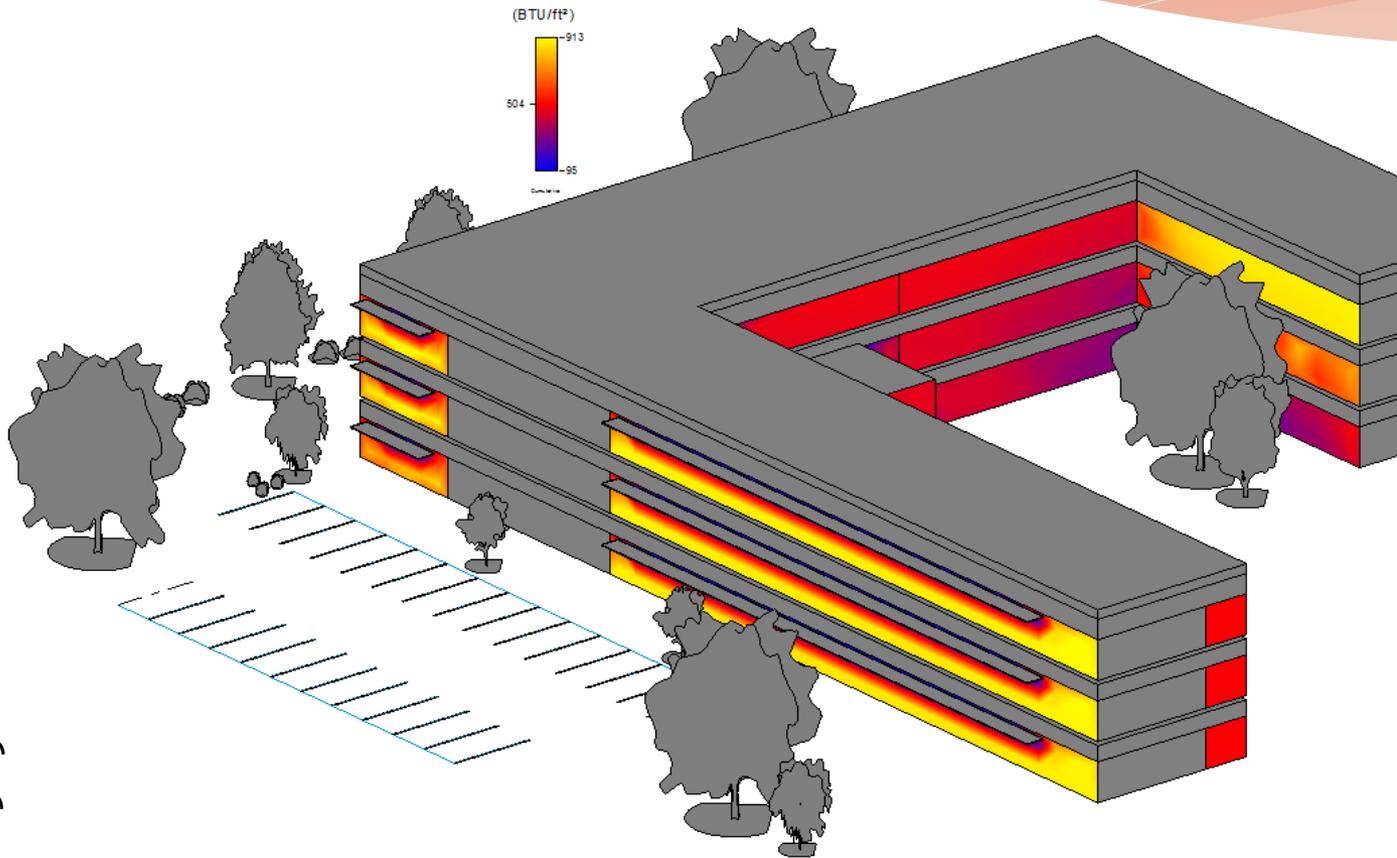


Cloud Render





Análise Energética



BIM para Arquitetos

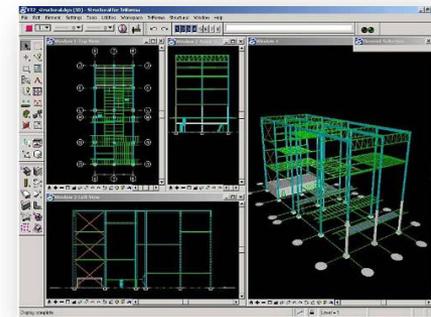
- * Maior produtividade:
 - * 3D
 - * Projeto Paramétrico
 - * Documentação
 - * Automação de tarefas
- * Maior qualidade:
 - * Acurácia
 - * Valor
- * Novos serviços:
 - * Análises, Simulações, Rendering, Passeio Virtual, VR, ...
 - * O próprio modelo BIM...

Benefícios do BIM

para Projetistas de Estruturas

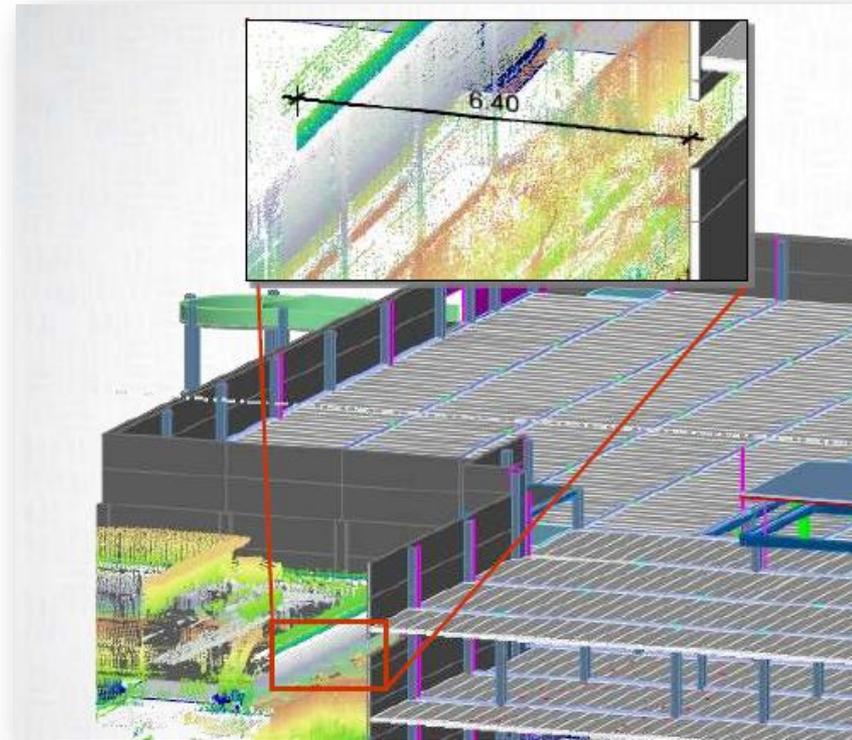
BIM para Estruturas

- * Poucas vantagens adicionais... mas nenhuma desvantagem!
 - * O projeto de estruturas já é baseado em modelos 3D inteligentes, nos softwares modernos, há muito tempo;
 - * Novidade: importação (opcional) e exportação em formatos BIM (nativos ou IFC);
 - * “save as...”
- * Vantagens:
 - * Convergência mais rápida do projeto;
 - * Detecção de interferências com demais disciplinas.



BIM para Estruturas

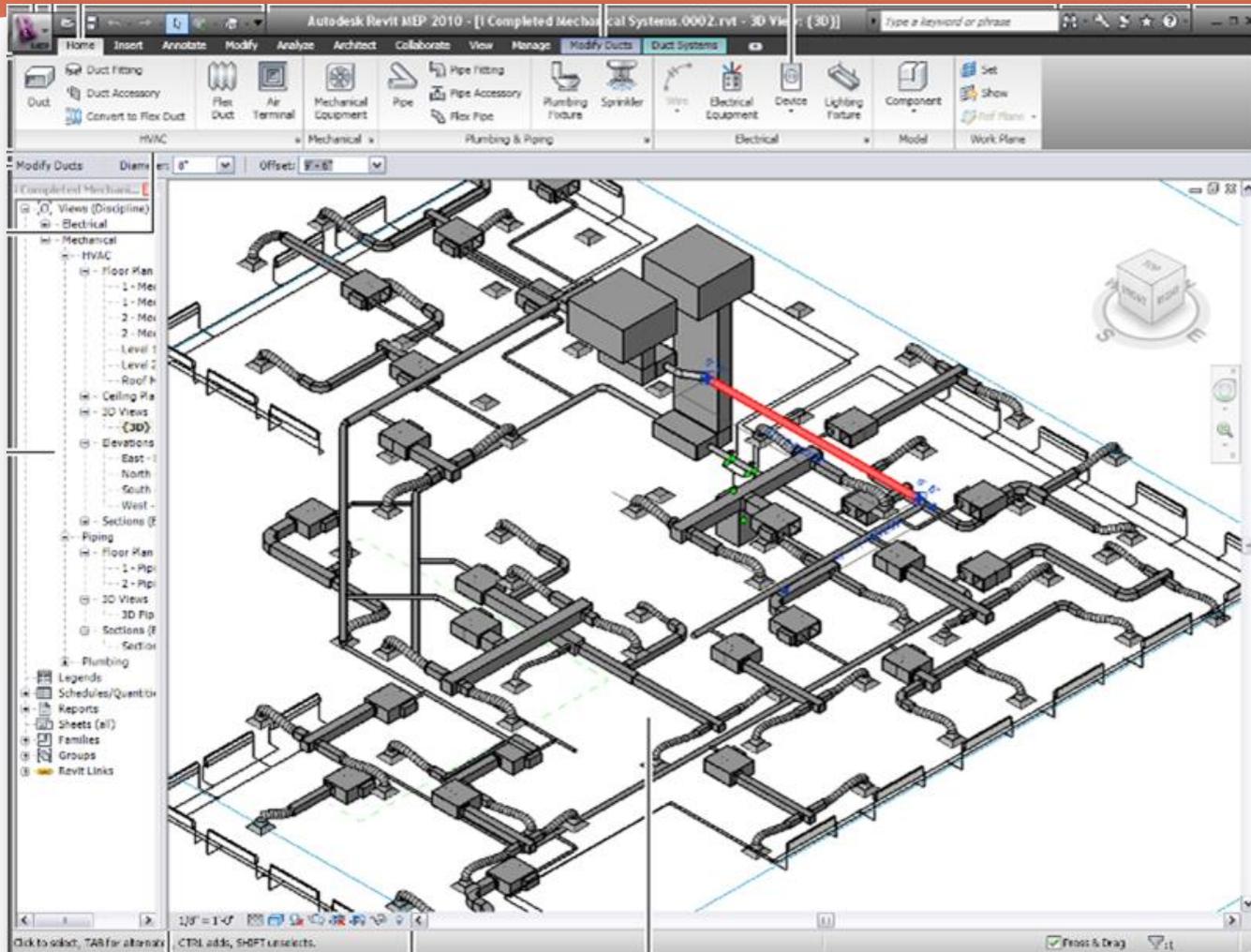
- * Oportunidades:
 - * Atender ao cliente que deseja adotar BIM;
 - * Melhorar projeto/planejamento com pré-fabricados;
 - * Projeto baseado em condições existentes (laser scanning).



Benefícios do BIM

para Projetistas de Instalações

Hidráulica / Eléctrica / AVAC

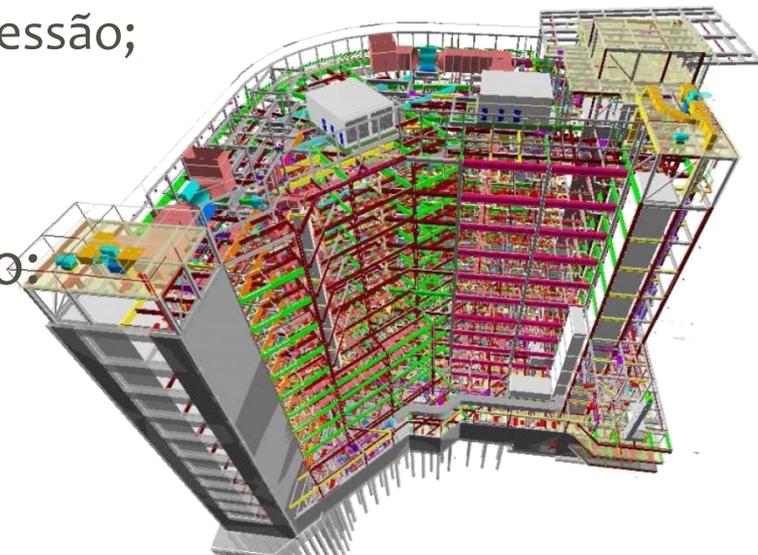


Projetistas de instalações

- * Problema comercial (diferença Brasil x EUA)
 - * Fato histórico: entregaram até agora somente o projeto “conceitual detalhado” / projeto “semi-executivo”
 - * Com o BIM: projeto executivo completo e detalhado.
- * Não se trata de mera mudança de mídia, mas de um entregável completamente novo, demandando:
 - * Mais tempo
 - * Mais conhecimento
 - * Mais responsabilidade
 - * Mais software, hardware, treinamento, ...
- * ...porém agregando muito mais valor (correção, detecção de interferências, orçamento, 4D, FM, etc...) para o cliente.

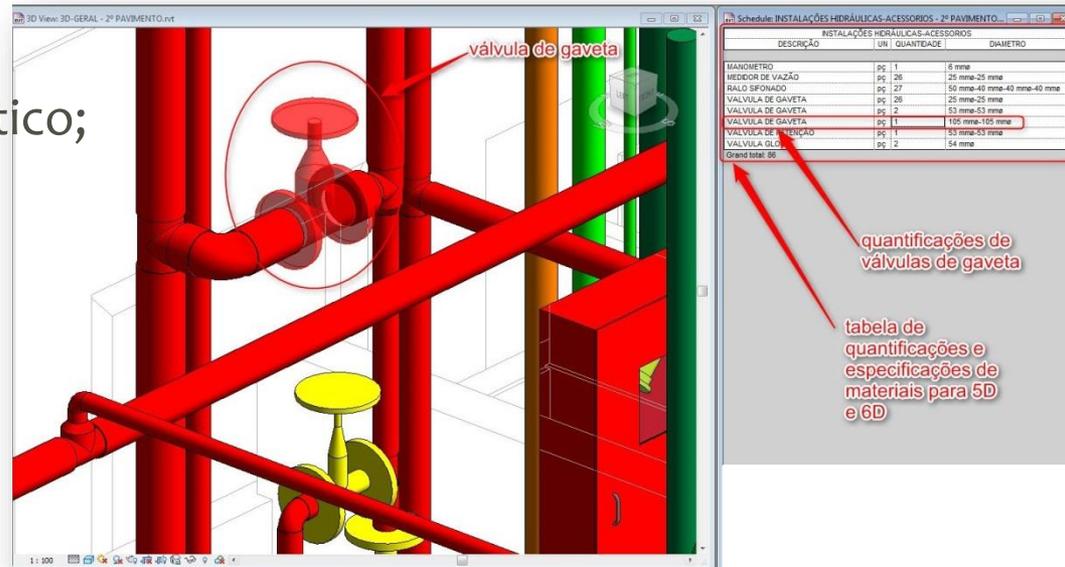
BIM para Projetistas de Instalações

- * Aumento de produtividade do projeto:
 - * Roteamento automático de dutos/tubulações;
 - * Colocação de conexões automaticamente;
 - * (Re)dimensionamento automático e consistente;
 - * Cálculo automático de perda de pressão;
 - * Cálculo de fluxo de ar/água;
- * Verificação de conectividade;
- * Otimização automática do projeto:
 - * Redução diâmetro tubulações.



BIM para Projetistas de Instalações

- * Quantitativo automático e preciso;
- * Seleção de equipamentos/componentes;
- * Análises mais rápidas:
 - * Cargas térmicas;
 - * Modelamento energético;
 - * Perda carga.

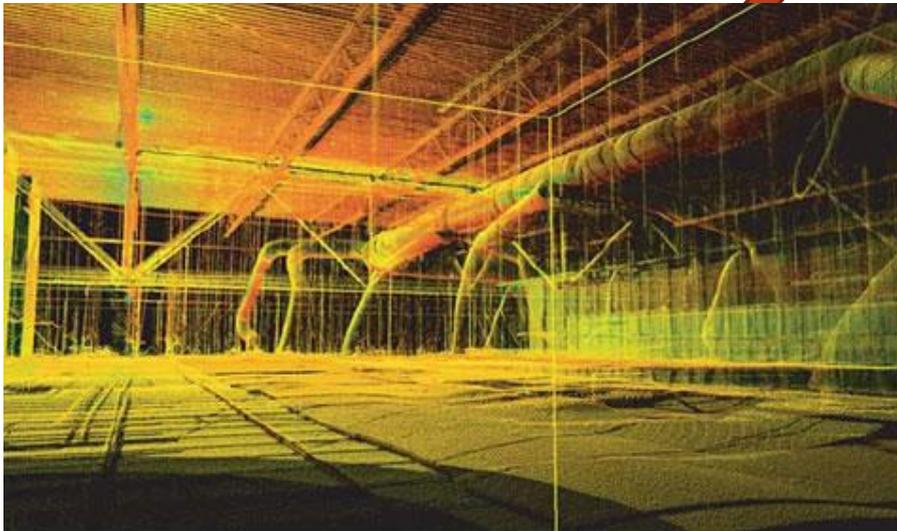


BIM para Projetistas de Instalações

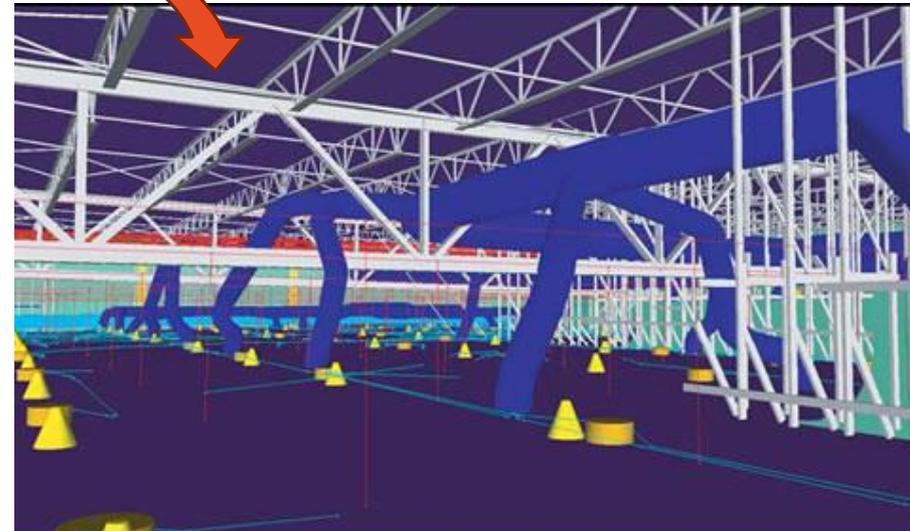
- * Diminuição de tempo total do processo de projeto
 - * Detecção de interferências automatizada:
 - * Eficácia;
 - * Acelera retorno pós entrega;
 - * Melhora documentação / comunicação dos problemas;
 - * Fomenta a colaboração;
 - * Acelera a convergência para solução final.
- * Aumento da qualidade do projeto
 - * Correção / Construtibilidade;
 - * Projeto mais eficiente:
 - * Menor consumo (AVAC);
 - * Maior sustentabilidade.

BIM para Projetistas de Instalações

- * Levantamento de condições existentes:
 - * Uso de 3D laser scanning;
 - * Construção de modelo BIM a partir de nuvem de pontos;
 - * Cada vez mais comum e barato.



3D laser scanner point cloud data from an above ceiling plenum scan



Plenum model with solid modeling applied

BIM para Projetistas de Instalações

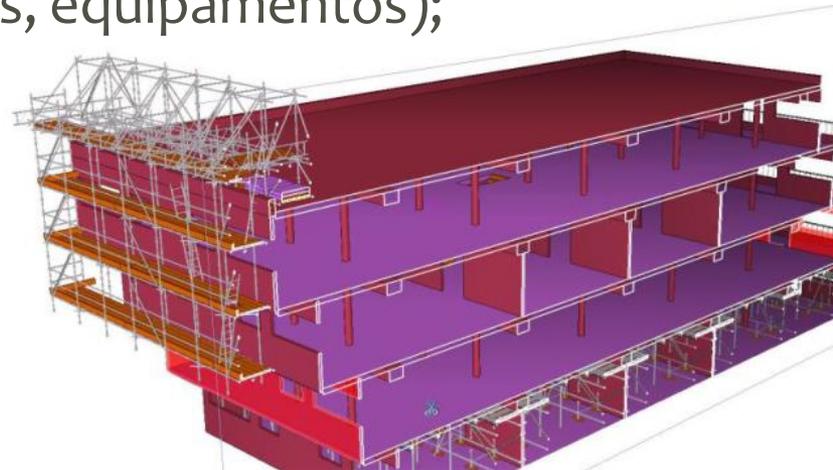
- * Modelo BIM de Instalações:
 - * Imprescindível para detecção de interferências;
 - * Muito útil para orçamentação;
- * Possibilidade de oferecer projeto de melhor qualidade (correto, simulado);
- * Possibilidade de oferecer o modelo BIM.
- * Possibilidade de trabalhar de forma colaborativa com demais projetistas.

Benefícios do BIM

para Construtoras / Instaladoras

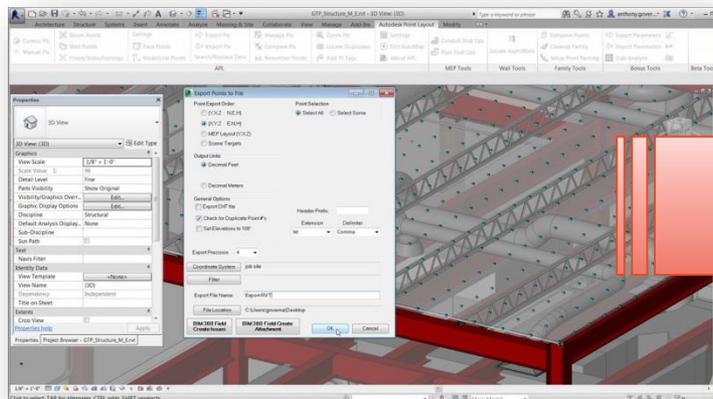
BIM para o construtor

- * Redução de riscos (construção virtual):
 - * Redução de riscos do negócio;
 - * Segurança no canteiro.
- * Planejamento obra/canteiro:
 - * Layout (instalações temporárias, equipamentos);
 - * Logística (materiais, acessos).



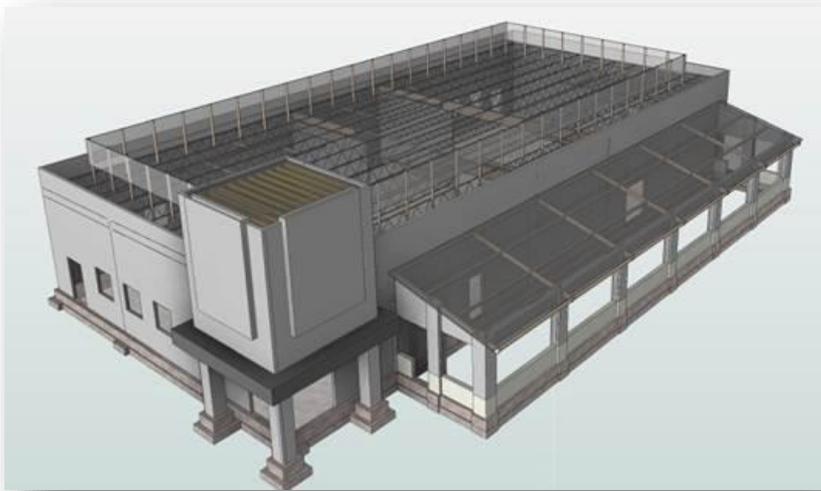
BIM para o construtor

- * Redução no prazo da obra:
 - * Melhor planejamento;
 - * Locação automatizada;
 - * Redução / eliminação de retrabalhos
- * Maior controle da produção;
- * Melhor estimativa e controle do orçamento;



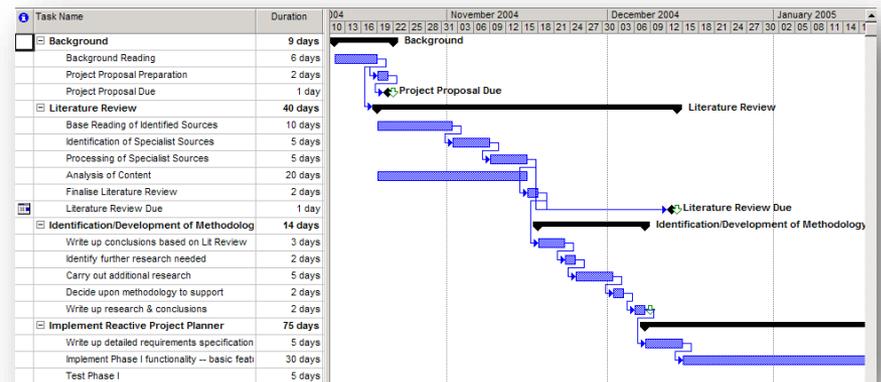
Planejamento 4D

* 3D + Tempo = 4D



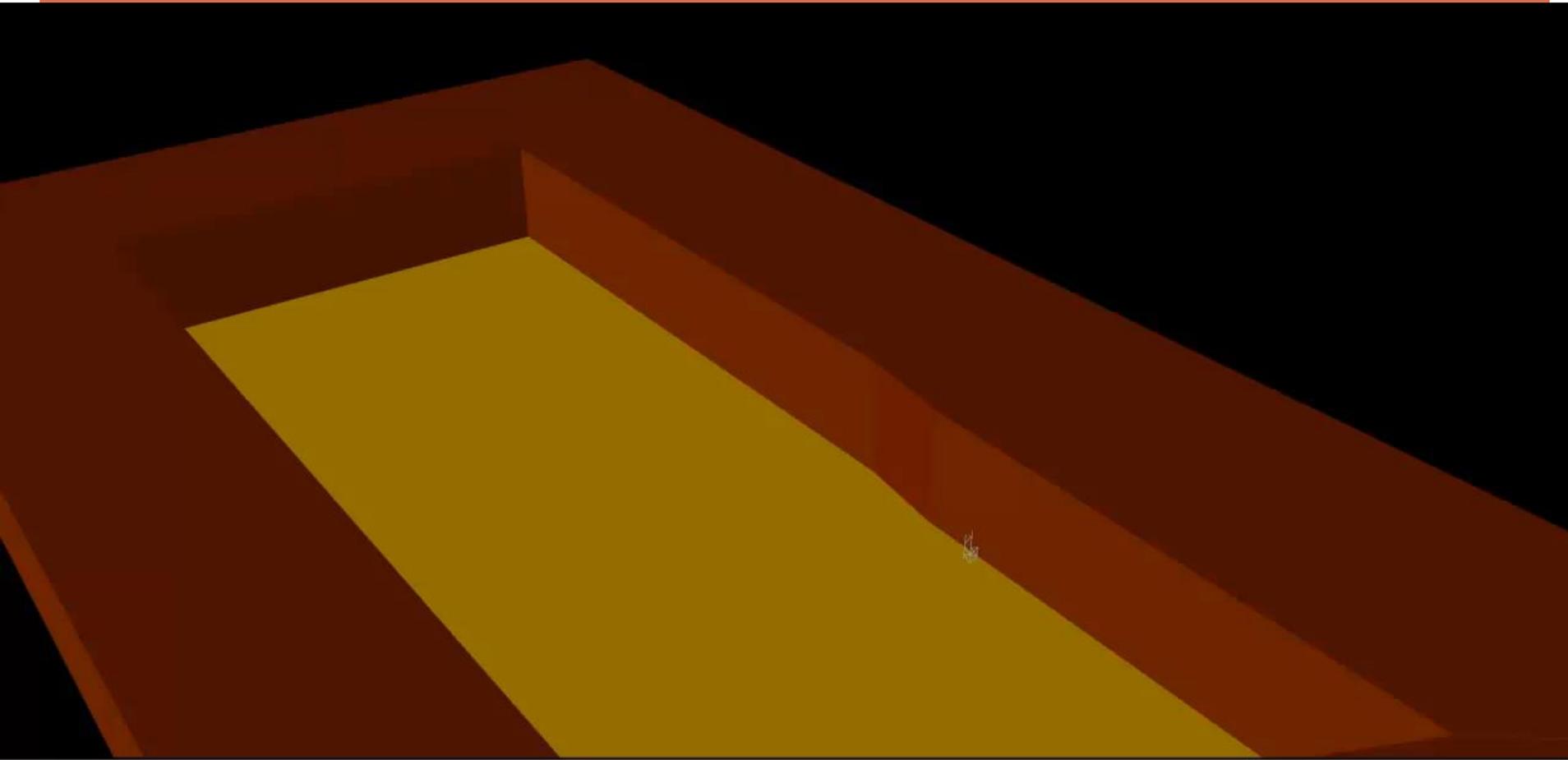
Geometria 3D

+



Cronograma

Planejamento 4D

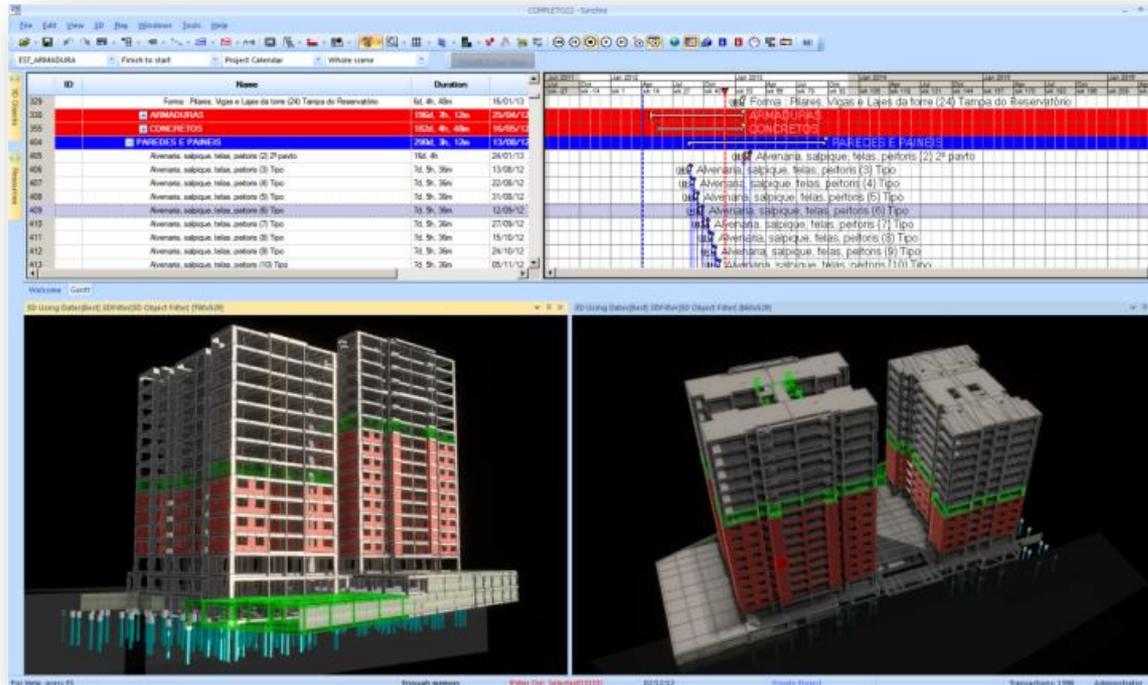


Jan 2009				Jan 2010				Jan 2011				Jan 2012				Jan 2013			
Apr	Jul	Oct		Apr	Jul	Oct		Apr	Jul	Oct		Apr	Jul	Oct		Apr	Jul	Oct	
wk -148	wk -135	wk -122	wk -109	wk -96	wk -83	wk -70	wk -57	wk -44	wk -31	wk -18	wk -5	wk 8	wk 22	wk 35	wk 49	wk 62	wk 75	wk 88	wk 101

Sat, 29 Oct, 2011
week -1

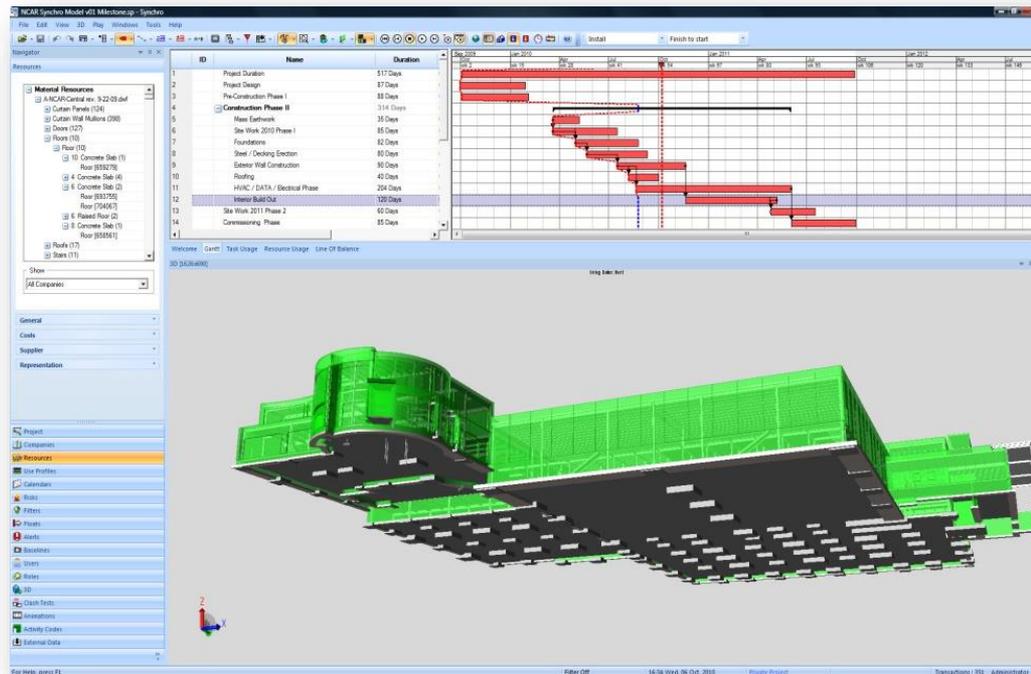
4D: Usos

- * Análise de planos de ataque



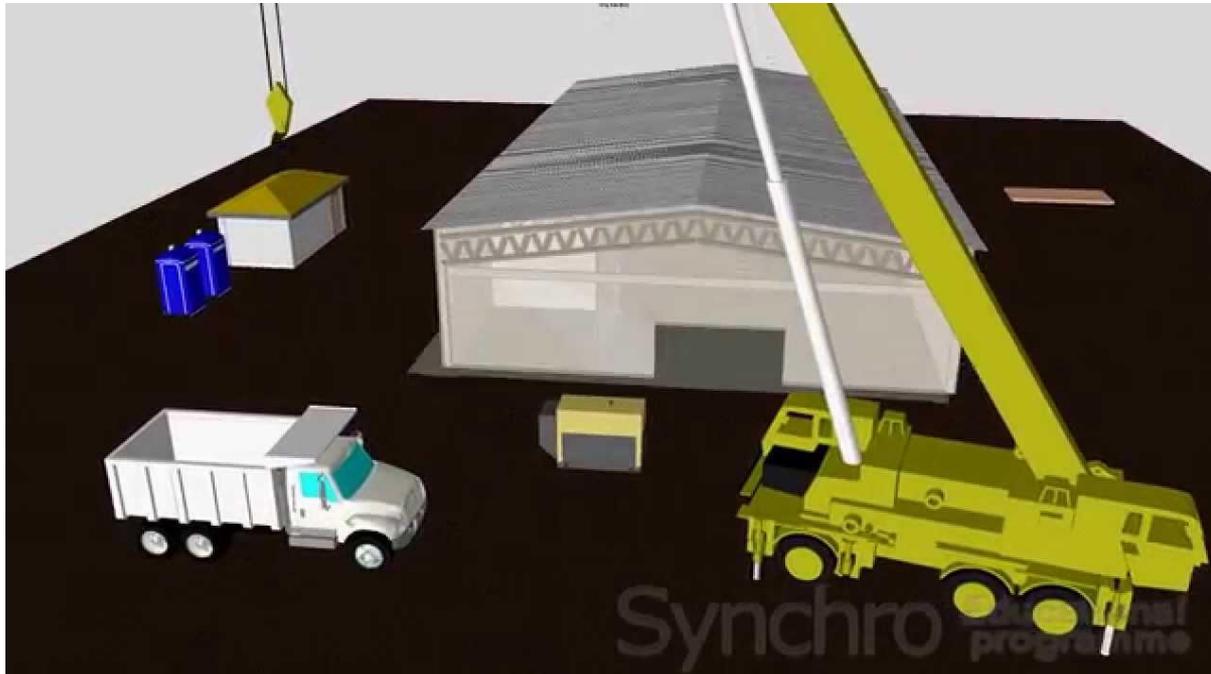
4D: Usos

- * Revisão de cronogramas / sequências de construção



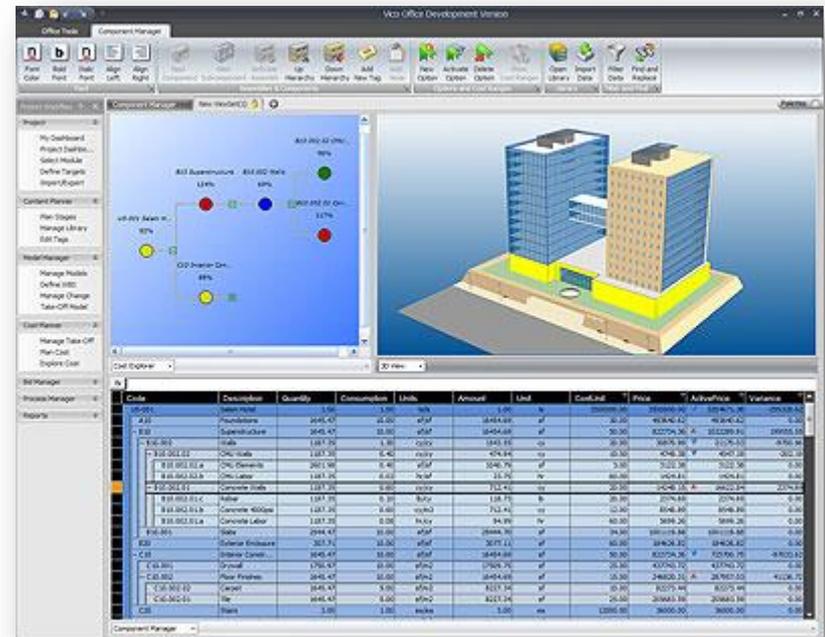
4D: Usos

- * Detecção de conflitos tempo-espço (4D clashes)



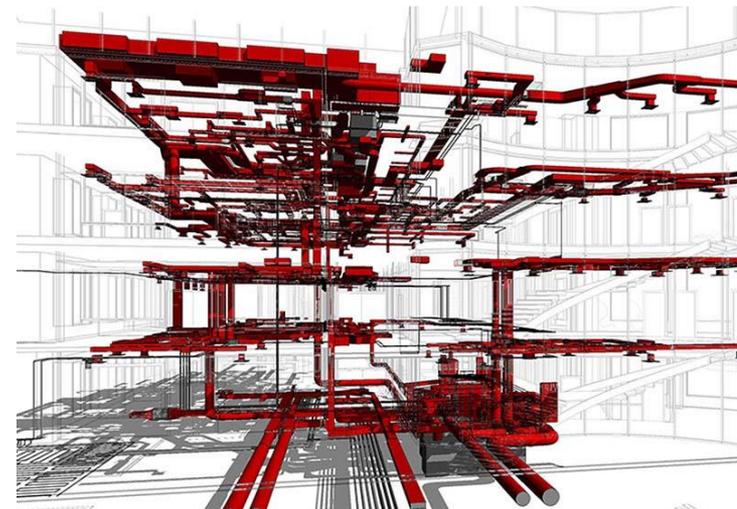
BIM 5D

- * 5D = 3D + T + recursos (mat./m.o./equipamentos) = cronograma físico-financeiro
- * Suprimentos
- * Controle financeiro



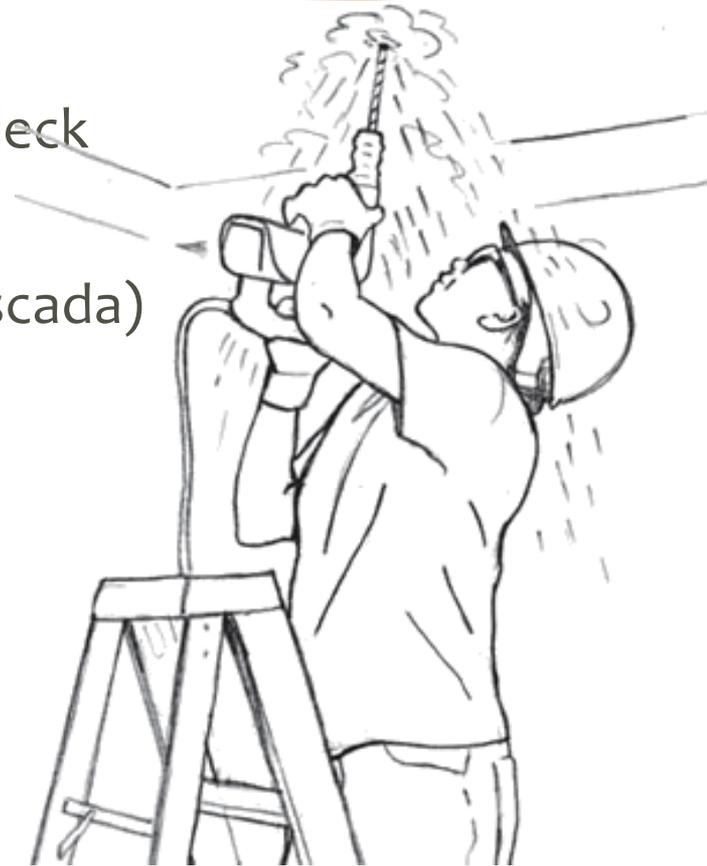
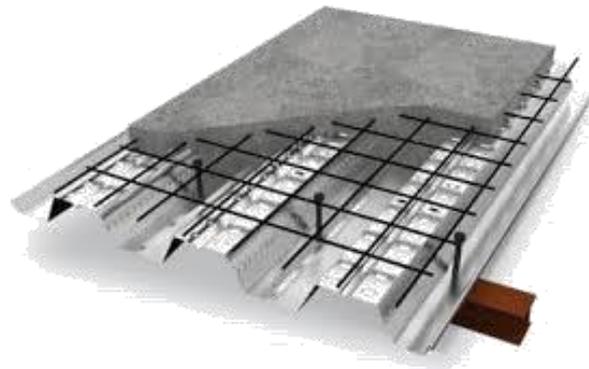
BIM para o instalador

- * O instalador é um dos que mais se beneficia do BIM!
 - * Certeza de não ter **interferências** com outras disciplinas;
 - * Ordem de montagem e instalação pode ser simulada;
 - * Mais **pré-fabricação**: precisão e automação permitidas pelo modelo digital;
 - * **Orçamento** preciso e assertivo;



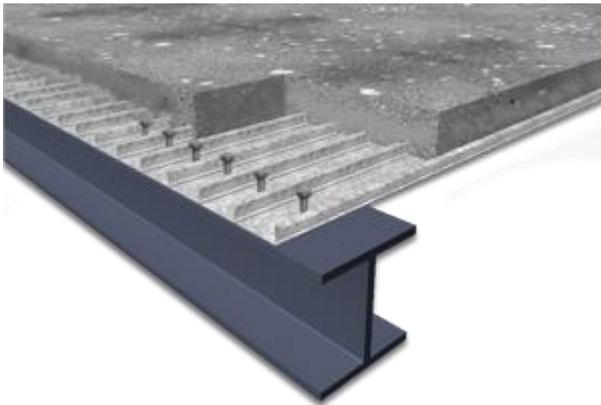
BIM para instalador

- * Case Turner (2013):
 - * Instalação de pendurais em lajes steel deck
- * Tradicional:
 - * Instalação na parte de baixo (usando escada) após a concretagem na parte superior);
 - * 60 pendurais / dia com 3 operários;
 - * Inseguro.



BIM para instalador

- * Com modelo BIM e sistema GPS
 - * Instalação por cima da laje, antes da concretagem;
 - * 750 pendurais / dia com 3 operários (12x mais rápido!);
 - * Mais seguro (sem escada).



Estudo sobre quantitativos MEP

- * Caso: Centro comercial com 1.500m² (Guerretta; Santos, 2015)
- * Elétrica e Hidráulica



Fonte: Guerretta; Santos, 2015

Estudo sobre quantitativos MEP

* Tabela 1 – Equalização de quantitativos de cabos.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADES DE CABOS			
	MODELO BIM	INSTALADORA A	INSTALADORA B	INSTALADORA C
TOTAL (m)	10.708	31.735	9.972	11.875
DIFERENÇA %	0,00%	196,37%	-6,87%	10,90%

Estudo sobre quantitativos MEP

* Tabela 2 – comparação custos materiais

Descrição	Construtora	Instaladora A	Instaladora B
TOTAL ELÉTRICA	R\$ 86.243,06	R\$ 111.580,81	R\$ 201.139,70
TOTAL HIDRÁULICA	R\$ 45.737,16	R\$ 76.575,98	R\$ 55.446,52
TOTAL GERAL (ELÉTRICA + HIDRÁULICA)	R\$ 131.980,22	R\$ 188.156,79	R\$ 256.586,22
DIFERENÇA - BASE MODELO BIM(%)	0,00%	42,56%	94,41%

Estudo sobre quantitativos MEP

* Tabela 3 – comparação custos totais de material

Descrição	Construtora	Instaladora A	Instaladora B
Total de Materiais para Obra	R\$ 274.328,32	R\$ 416.622,57	R\$ 468.752,38
Diferença	0,00%	+51,87%	+70,87%

* Tabela 4 – comparação custos totais (mat+mdo)

Descrição	Construtora	Instaladora A	Instaladora B	Instaladora C
Empreitada global de instalações	R\$ 479.328,32	R\$ 1.056.383,92	R\$ 1.196.493,80	R\$ 1.120.000,00
Diferença %	0,00%	+120,39%	+149,62%	+133,66%

BIM para Instaladoras

- * Frente à realidade de uso do BIM pelos contratantes (proprietários e construtoras), as instaladoras devem encarar o **BIM** como:
 - * **Vantagem competitiva**, utilizando-o para dar maior **acurácia** aos seus orçamentos, reduzindo a margem de **risco** na orçamentação; para a detecção precoce de **interferências**; para favorecer a **industrialização** de seus processos; OU
 - * **Fator de sobrevivência**, para manter clientes, agora informados dos verdadeiros custos de materiais e mão de obra.

Benefícios do BIM

para Incorporadoras / Gerenciadoras

Incorporadora / Gerenciadora

- * Processo de projeto desenvolvido em BIM:
 - * Coordenação 3D;
 - * Detecção de interferências;
 - * Documentação produzida a partir do modelo;
 - * Verificação automatizada de diretrizes;
 - * Fomento à colaboração;
 - * Redução do tempo de ciclo de atualização de projetos.

Estudo de *Change Orders* e BIM

- * Estudo publicado em **2009** pela empresa J. C. Cannistraro (empresa de instalações em Boston):
 - * Analisados custos de **408** projetos;
 - * Realizados num período de **6 anos**;
 - * Total: US\$558.858.575,00 (> meio bilhão de dólares)
 - * Hidráulica, Ar-condicionado/ventilação e Combate a Incêndio;

Cannistraro

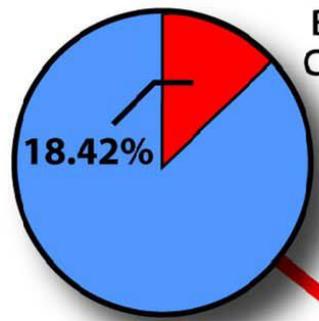
Definições usadas por Cannistraro (2009)

- * **2D projects:** Projetos desenvolvidos usando o processo tradicional DBB (construção licitada após projetos);
- * **3D lonely BIM:** Projetos coordenados pela empresa usando modelagem 3D, não necessariamente por todos. A empresa criou os modelos 3D a partir dos desenhos 2D dos projetistas
- * **Collaborative BIM:** Projetos desenvolvidos e instalados por equipes 100% em BIM.

HIGH

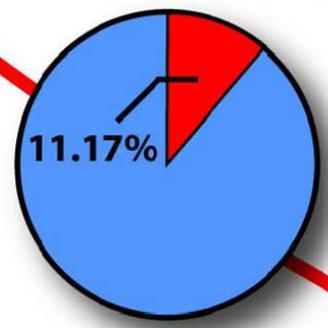
2-D PROJECTS

BASE CONTRACT: \$143,969,283
CHANGE ORDERS: \$26,512,448



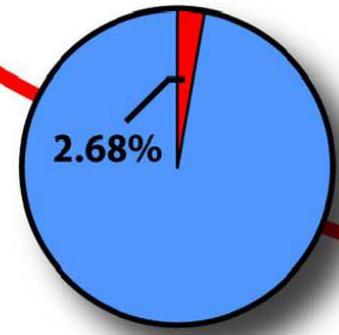
3-D LONELY BIM

BASE CONTRACT: \$300,146,875
CHANGE ORDERS: \$33,532,497



COLLABORATIVE BIM

BASE CONTRACT: \$53,268,301
CHANGE ORDERS: \$1,427,170



GOAL
CHANGE ORDERS: \$0

CHANGE ORDERS

LOW

LOW

BIM USE

HIGH

Curiosidade: Cannistraro

- * Desde 2015, 100% dos projetos na Cannistraro são feitos em BIM;
- * Utilizam conjuntamente outras técnicas (ex: Lean) e tecnologias (estação total, etc.) para aumentar a eficiência no fábrica e no canteiro.

<http://cannistraro.com/tag/bim/>

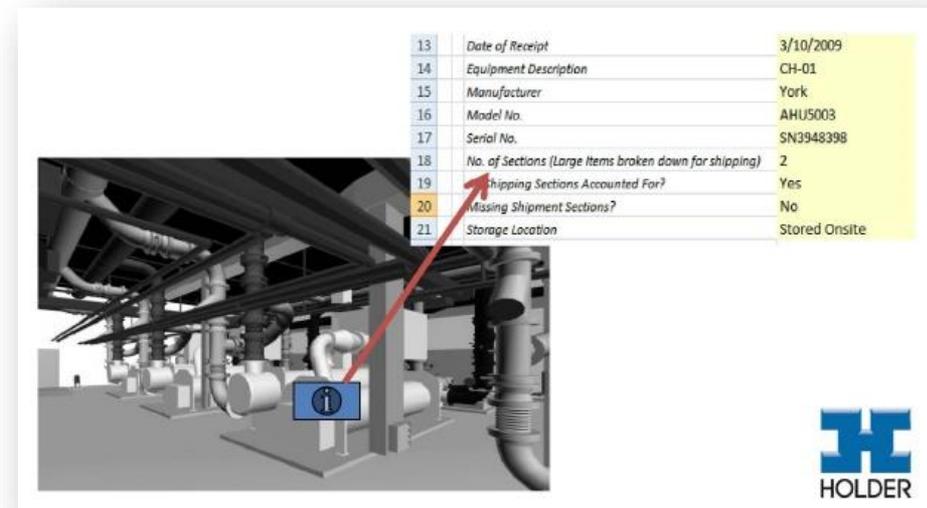
<http://bit.ly/1NKtFED>

<http://bit.ly/1JwFaBS>



Incorporadora / Proprietário

- * Melhoria na qualidade do projeto e na execução;
- * Melhor controle físico (4D) e financeiro (5D);
- * Uso do modelo para operação / manutenção (6D).



Benefícios e Oportunidades

- * Além dos inúmeros **benefícios** mencionados anteriormente, há importantes **oportunidades** para as empresas que se capacitarem em BIM!

Oportunidades

- * Oferecer serviço para **atender demanda** do mercado, especialmente **enquanto a oferta é menor**;
- * Desenvolver maturidade para **competir com vantagens** quando a **oferta for maior**;
- * Ofertar hoje **serviços novos/diferenciados** no mercado local
 - * Maior **valor agregado**: maior preço
- * Não se tornar **obsoleto/irrelevante** no mercado

Conclusão

- * Uso do BIM pode ser uma **VANTAGEM COMPETITIVA** ou **QUESTÃO DE SOBREVIVÊNCIA**. Só depende de quando você decidir adotá-lo!



Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos
etoledo@usp.br

Obrigado !



POLITÉCNICA
ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

inova | 2019
RIBEIRÃO

Encontro de Negócios em
Inovação de Ribeirão Preto e Região