

# BIM

## **Building Information Modeling no Projeto Estrutural**

---

**Impactos e benefícios  
potenciais**

---

Nelson Covas

**BIM**

**Building Information Modeling**

*ou*

**Modelagem de Informação da  
Construção**

*ou*

**Modelagem de Informação do  
Edifício**

### Premissas Básicas

- Estruturas de Concreto Armado – Edificações
- Estrutura – Infraestrutura e Superestrutura
- Conceitos válidos para outros tipos de estruturas (Metálicas / Pré-fabricados / Alvenaria / Pontes, etc.)
- Realidade brasileira: Modelagem / Dimensionamento / Detalhamento e Desenhos Finais de Elementos Estruturais

### Características do Projeto Estrutural

- Grande Responsabilidade
  - Linha tênue de equilíbrio: segurança X custos
- Análises Complexas
  - Sistema de equações: 100.000 incógnitas
- Grande Volume de Informação
  - Projeto de 50 mil m<sup>2</sup>: 5 GB



### Características do Projeto Estrutural

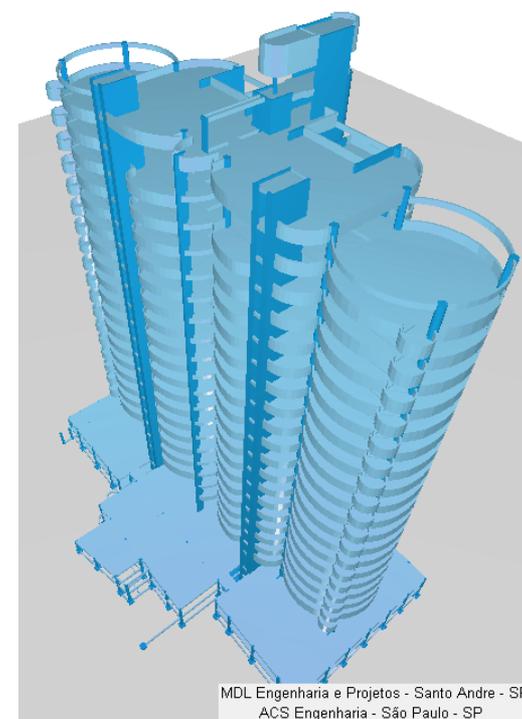
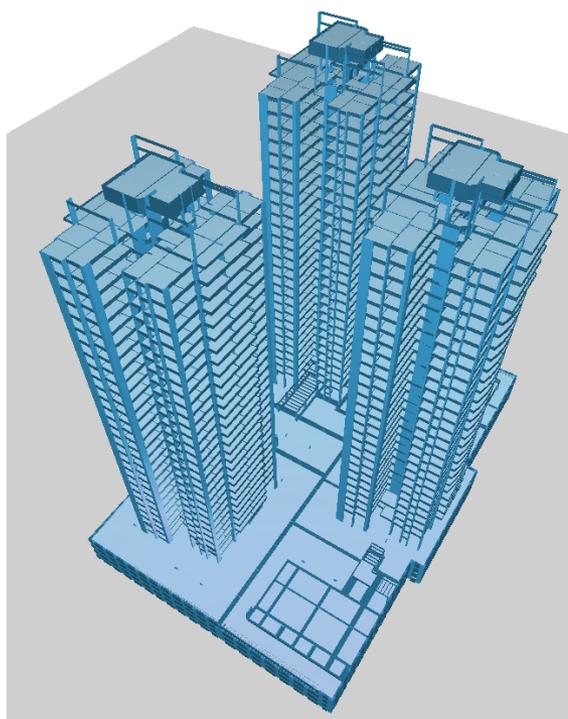
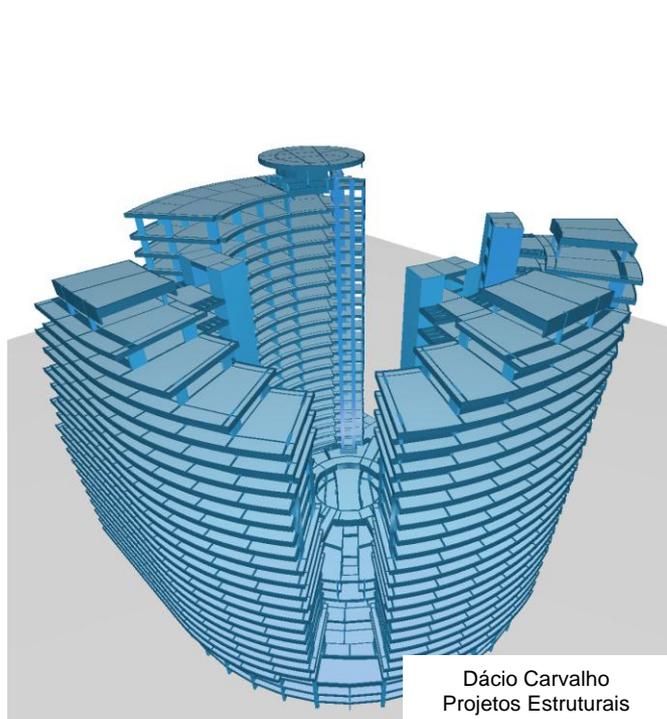
- Poucos Insumos Básicos (concreto / aço / forma)
  - Concreto: fck's, módulo, aditivos, a/c, CAA, etc.
  - Aço : CA50, CA60, Protensão, Bitolas, Dobras
  - Armaduras: Centenas de milhares de barras
  - Fôrma: Inúmeras soluções
- Normas próprias Brasileiras – Força de Lei
- Execução da Base para o Topo, Projeto: Topo para Base
- Fortemente Dependente de outros Projetos
- A obra sempre é iniciada pelo Projeto Estrutural

### Tratamento de Informações - Breve Histórico

- Década de 1980 até 2000
  - Implantado o conceito de CAD/CAE
  - Desenhos produzidos com recursos de informática
  - Incremento significativo na produtividade
  - Grande evolução nos modelos estruturais
  - Escritórios de projeto altamente informatizados
  - 99% das edificações são projetadas com o CAD
  - Parcela significativa já trabalha em modelos 3D
  - Exemplos de resultados de um projeto estrutural

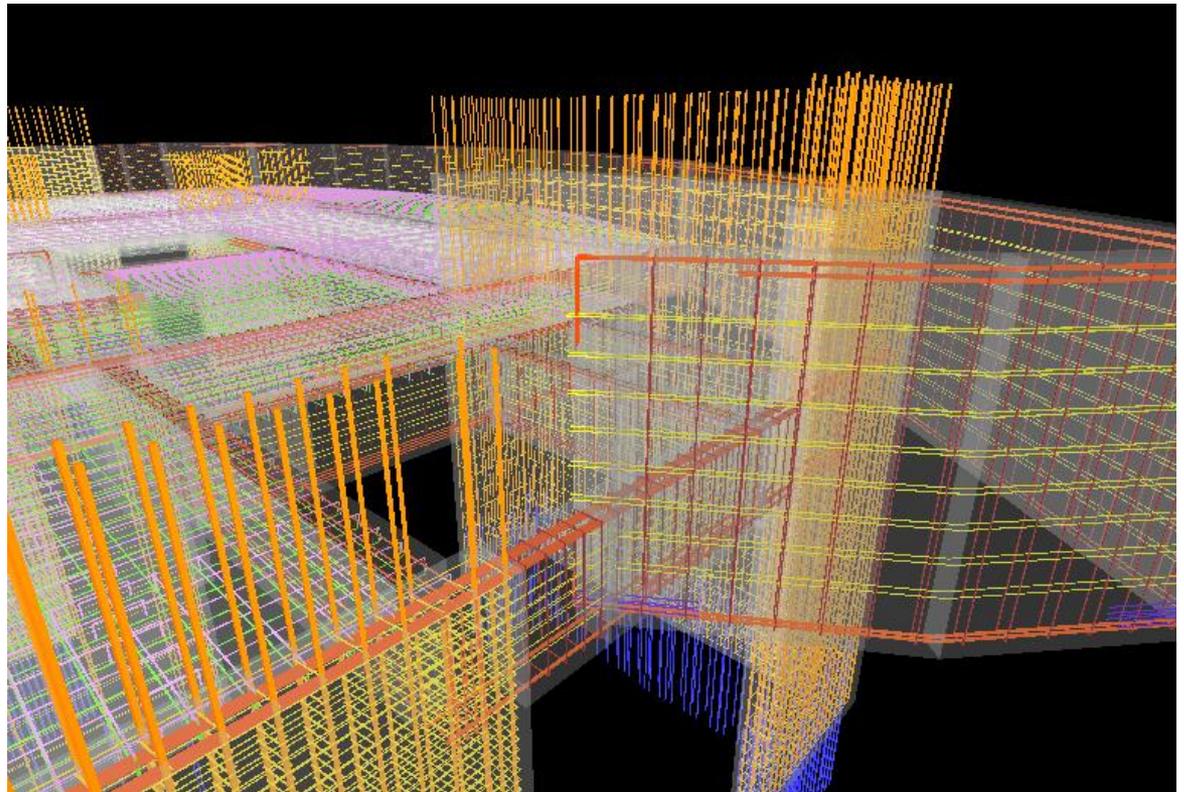
### Tratamento de Informações

### Desenhos da Geometria 3D



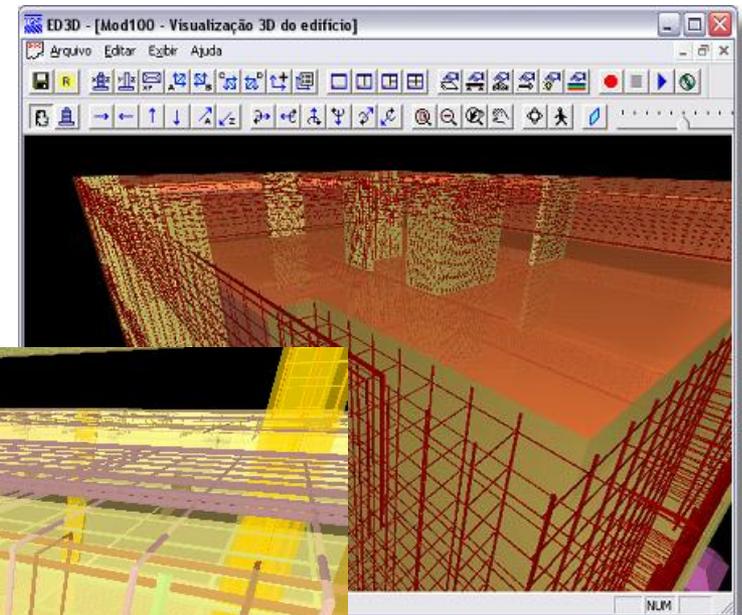
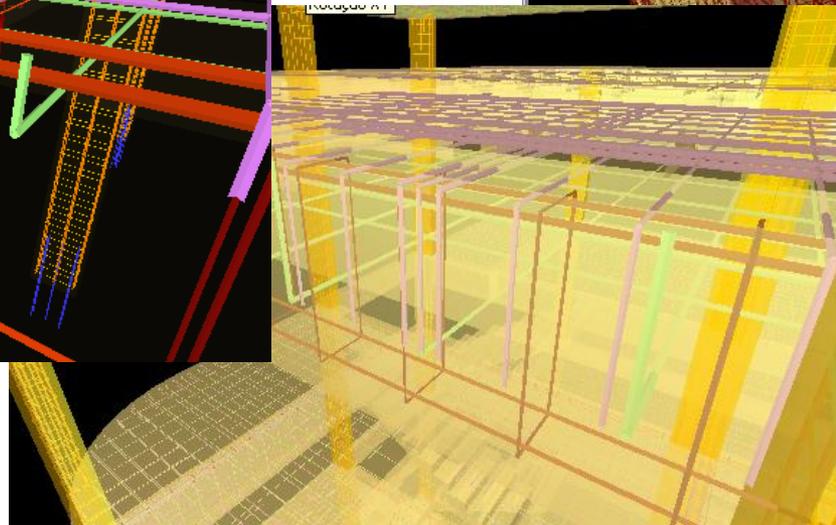
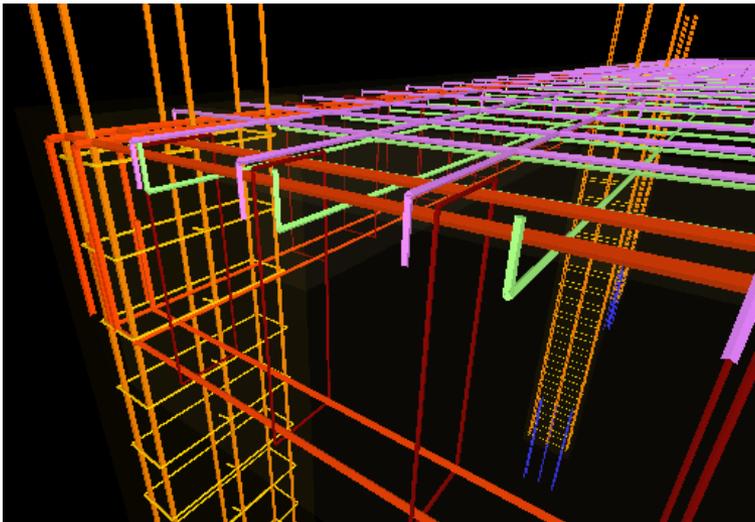
### Tratamento de Informações

### Desenhos de Armaduras



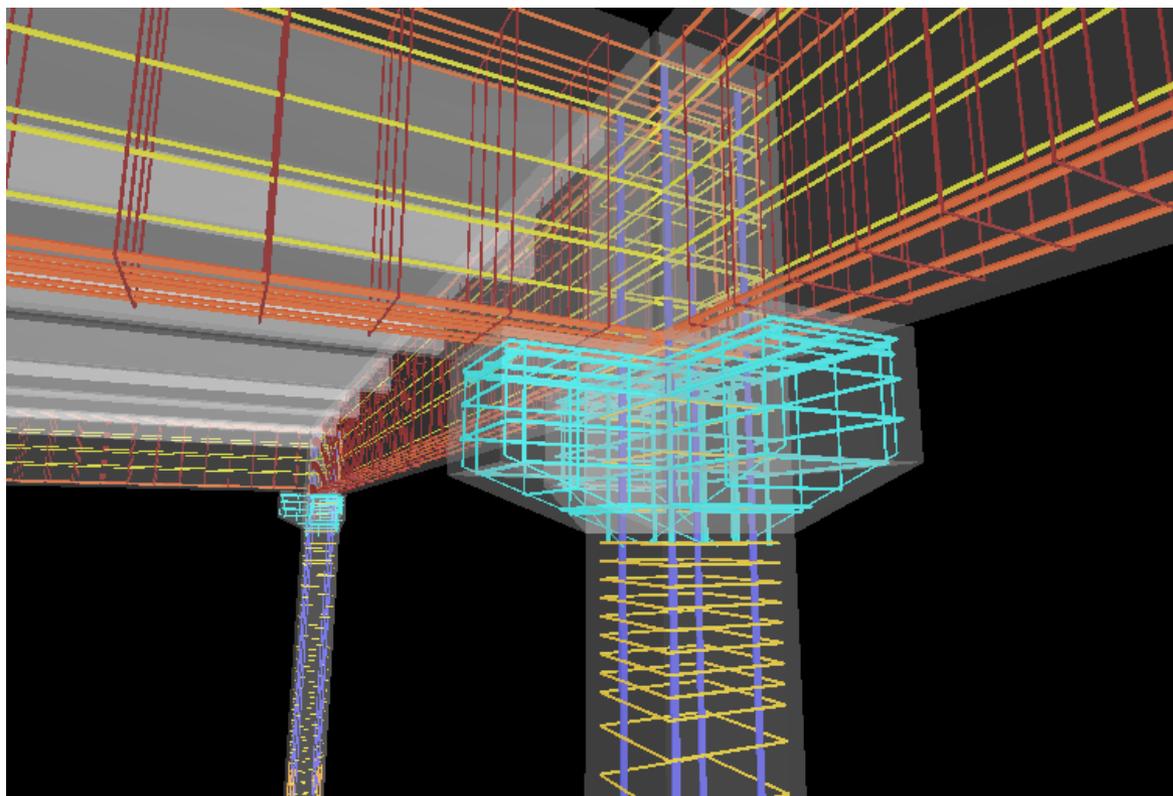
### Tratamento de Informações

### Desenhos de Armaduras



### Tratamento de Informações

### Desenhos de Armaduras



### Tratamento de Informações - Breve Histórico

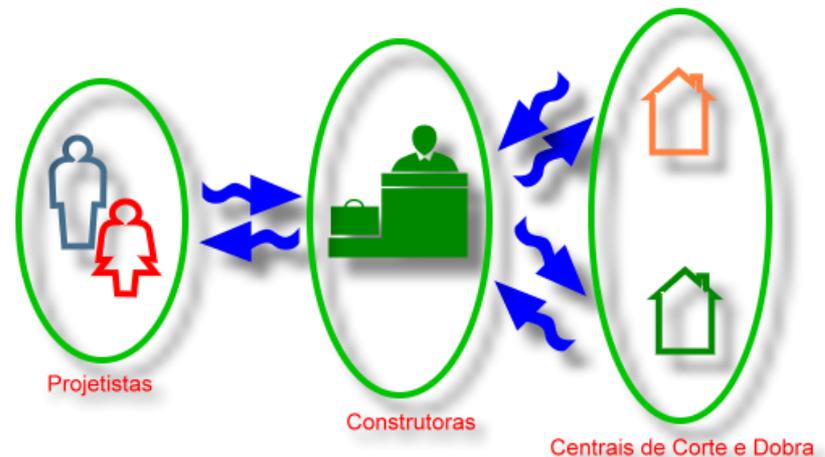
- Meados da década de 2000
  - CAD / CAE Consolidados
  - Todos trabalham com DXF, PLT, DWG, PDF
  - Comunicação por arquivos via meio digital
  - Necessidade do gerenciamento da informação:
    - **Classificação**
    - **Armazenamento padronizado**
    - **Comunicação padronizada**
    - **Formalização**
    - **Integração geral**

### Exemplo da **Não** Integração de Informações: Produção de Armaduras em Centrais de C&D

#### Contratante do Projeto

- Transmissão de arquivos PLT's, DWG's e PDF's
- Controle frágil sobre recebimento das armaduras
- Pouco controle sobre revisões de projeto

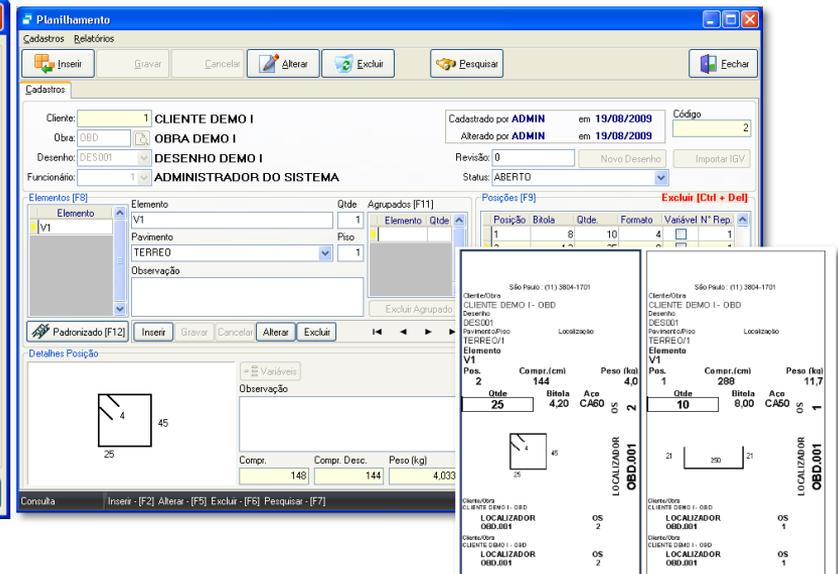
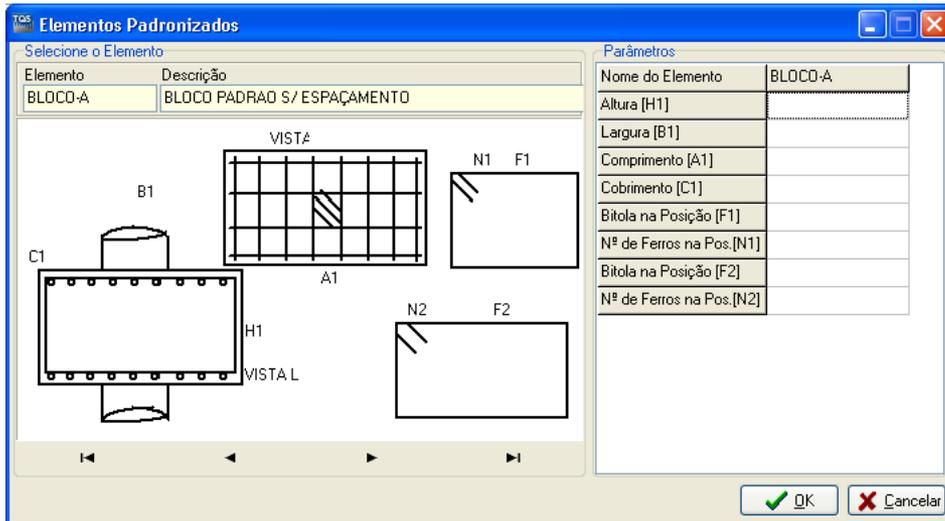
- Fluxo de informações :



## Exemplo da **Não** Integração de Informações: Produção de Armaduras em Centrais de C&D

### Operações na Central de C&D

- Informações na central de C&D são planilhadas!



### Exemplo da **Não** Integração de Informações: Produção de Armaduras em Centrais de C&D

#### Operações na Central de C&D

- Como tratar revisões de projeto?
- Quem trata a seleção parcial de elementos na C&D?
- Como verificar congestionamento de armaduras?
- Ferros variáveis? Ferros corridos?

### Exemplo da **Não** Integração de Informações: Produção de Armaduras em Centrais de C&D

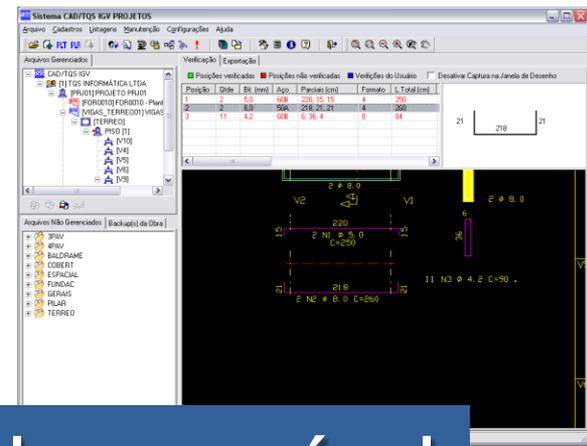
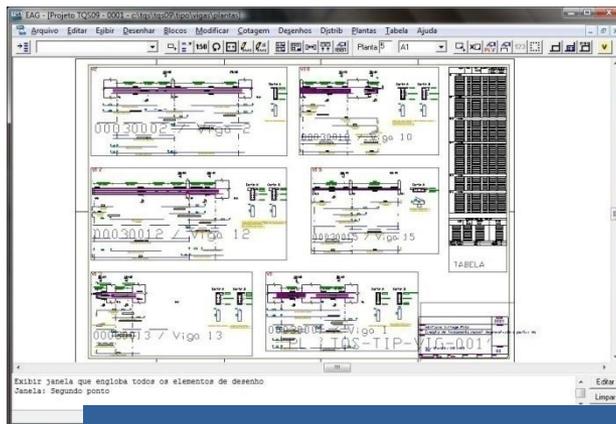
#### Tratamento da Informação:

- Toda informação para C&D do aço está nos PLT's!
- Informação **NÃO** é organizada, classificada, regulamentada
- Conclusão: maiores prazos, perda de produtividade e qualidade

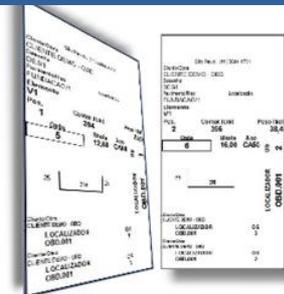
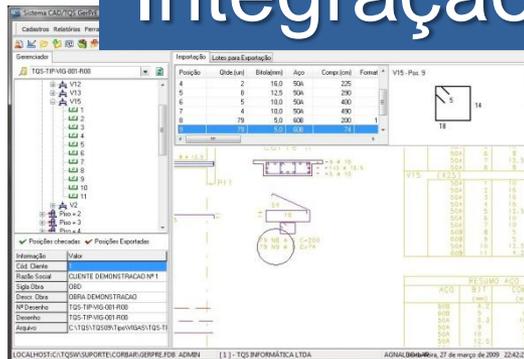
# BIM

## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

### Exemplo da **Não** Integração de Informações: Produção de Armaduras em Centrais de C&D



Integração desejável e possível



### Exemplo da **Não** Integração de Informações: Produção de Armaduras em Centrais de C&D

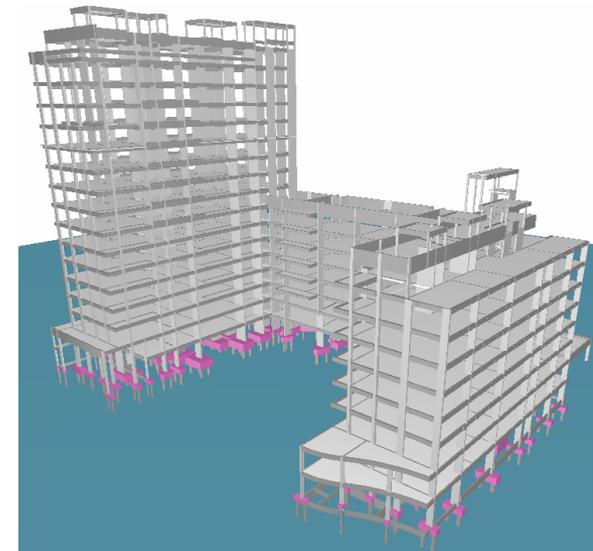
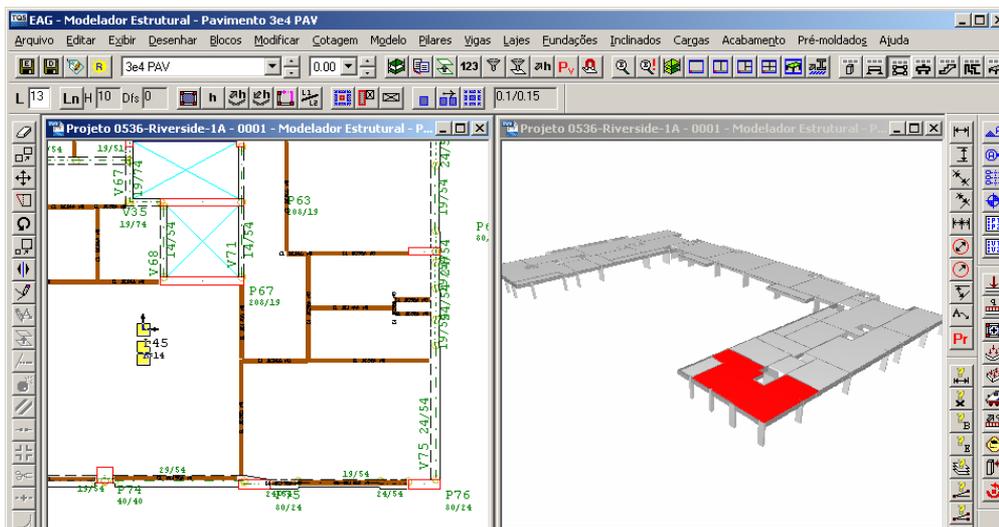
Porquê esta integração ainda **NÃO** funciona?

- Falta de adequada Modelagem de Informação do Edifício.
- **Falta de aplicação dos conceitos de BIM!**

## Como é hoje o Projeto Estrutural

### Fornecimento de Dados

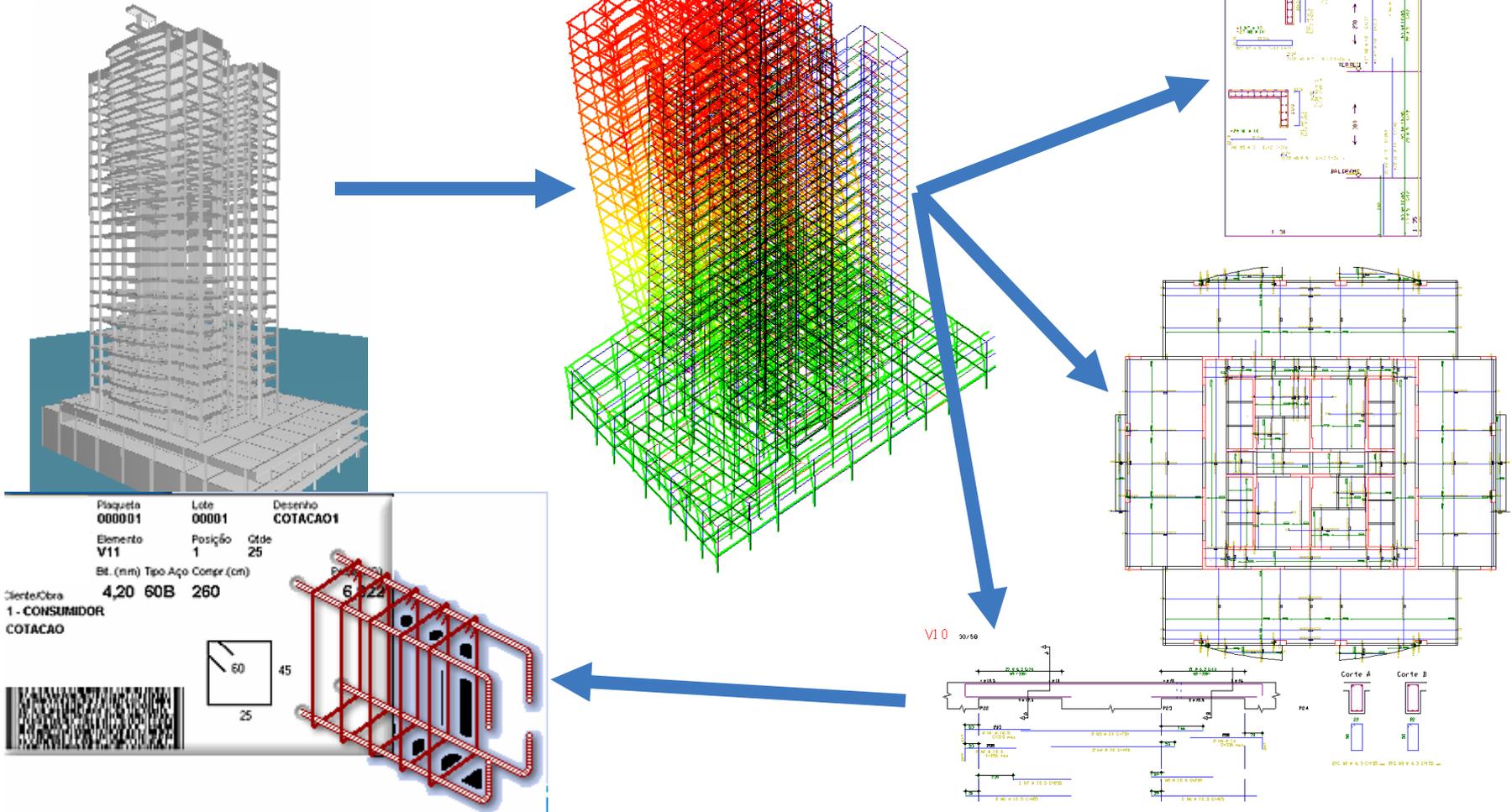
- Informações captadas no mais alto nível. Definição do modelo estrutural através de vigas, pilares, lajes e fundações.
- Lançamento estrutural feito em 2.5D ou 3D.
- Cargas atuantes (peso próprio, vento, variáveis)
- Condições de contorno especiais (sondagem)



# BIM

# Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

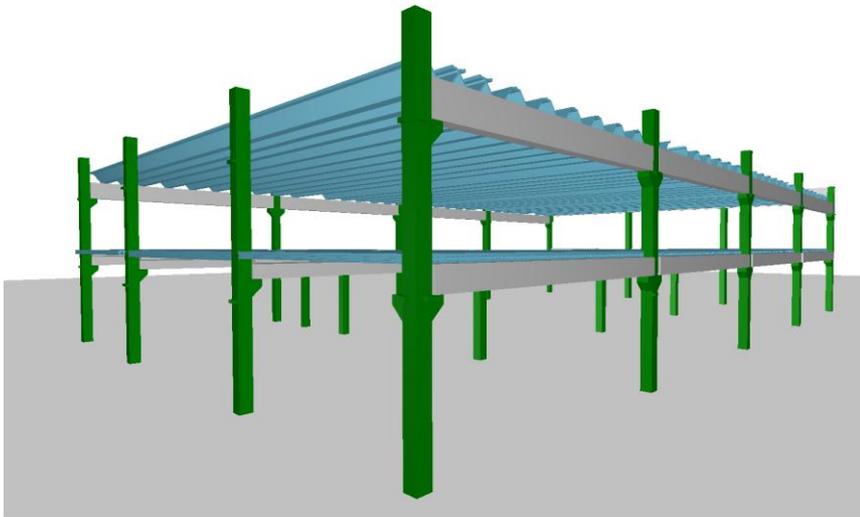
## Resultados Obtidos



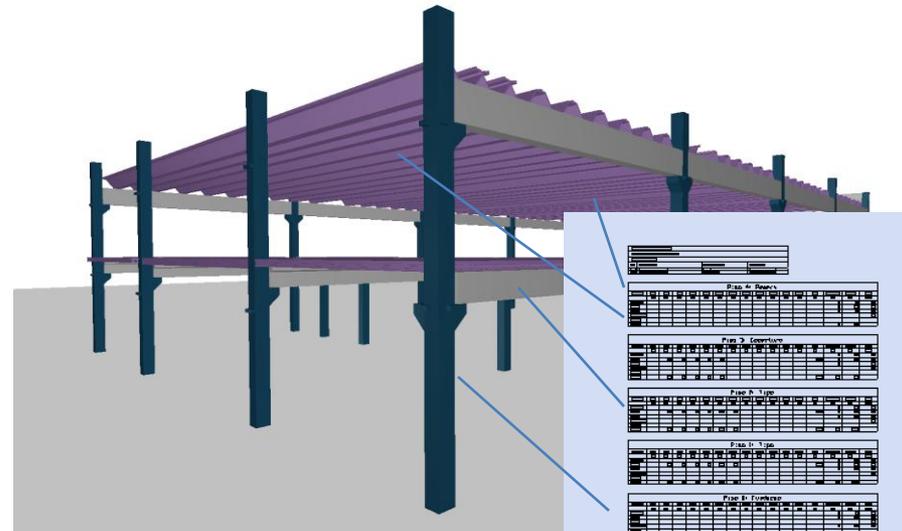
### 3D e informação associada

3D “Neutro”

3D integrado com informação



Geometria



Objeto

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

Tabela de Dados	
Item	Descrição
1	Coluna de Aço
2	Coluna de Concreto
3	Belema de Aço
4	Belema de Concreto
5	Forro de Aço
6	Forro de Concreto
7	Forro de Alvenaria
8	Forro de Placagem
9	Forro de Teto
10	Forro de Piso
11	Forro de Parede
12	Forro de Fachada
13	Forro de Escalão
14	Forro de Elevador
15	Forro de Sala
16	Forro de Cozinha
17	Forro de Banheiro
18	Forro de Dormitório
19	Forro de Hall
20	Forro de Corredor
21	Forro de Escada
22	Forro de Elevador
23	Forro de Sala
24	Forro de Cozinha
25	Forro de Banheiro
26	Forro de Dormitório
27	Forro de Hall
28	Forro de Corredor
29	Forro de Escada
30	Forro de Elevador

### O Projeto Estrutural e o Mundo Real

**BIM no Projeto Estrutural isolado está razoavelmente resolvido mas, no mundo real, temos problemas a resolver:**

- E as dependências do projeto estrutural com a Arquitetura, Instalações Elétricas, Hidráulicas e Ar-Condicionado?
  - Alterações arquitetônicas
  - Furos em elementos estruturais
  - Dutos de ar-condicionado
  - Etc, etc, etc.
- E a coordenação de todos os projetos?

### O Projeto Estrutural e o Mundo Real

**BIM no Projeto Estrutural isolado está razoavelmente resolvido mas, no mundo real, temos problemas a resolver:**

- Como equacionar o problema da fragmentação dos projetos para empresas especialistas?
- Como integrar o C&D com o projeto estrutural?
- Como sair da forma de projetar seqüencial para uma forma simultânea?

### O Projeto Estrutural e o Mundo Real

Existe a necessidade da adequada Modelagem das Informações do Edifício em todas as especialidades

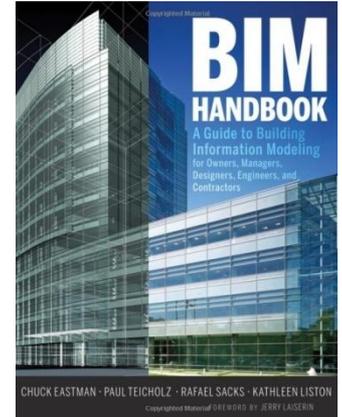
**Solução: BIM - “Potencial”**

Modelagem das Informações do Edifício realizada com:

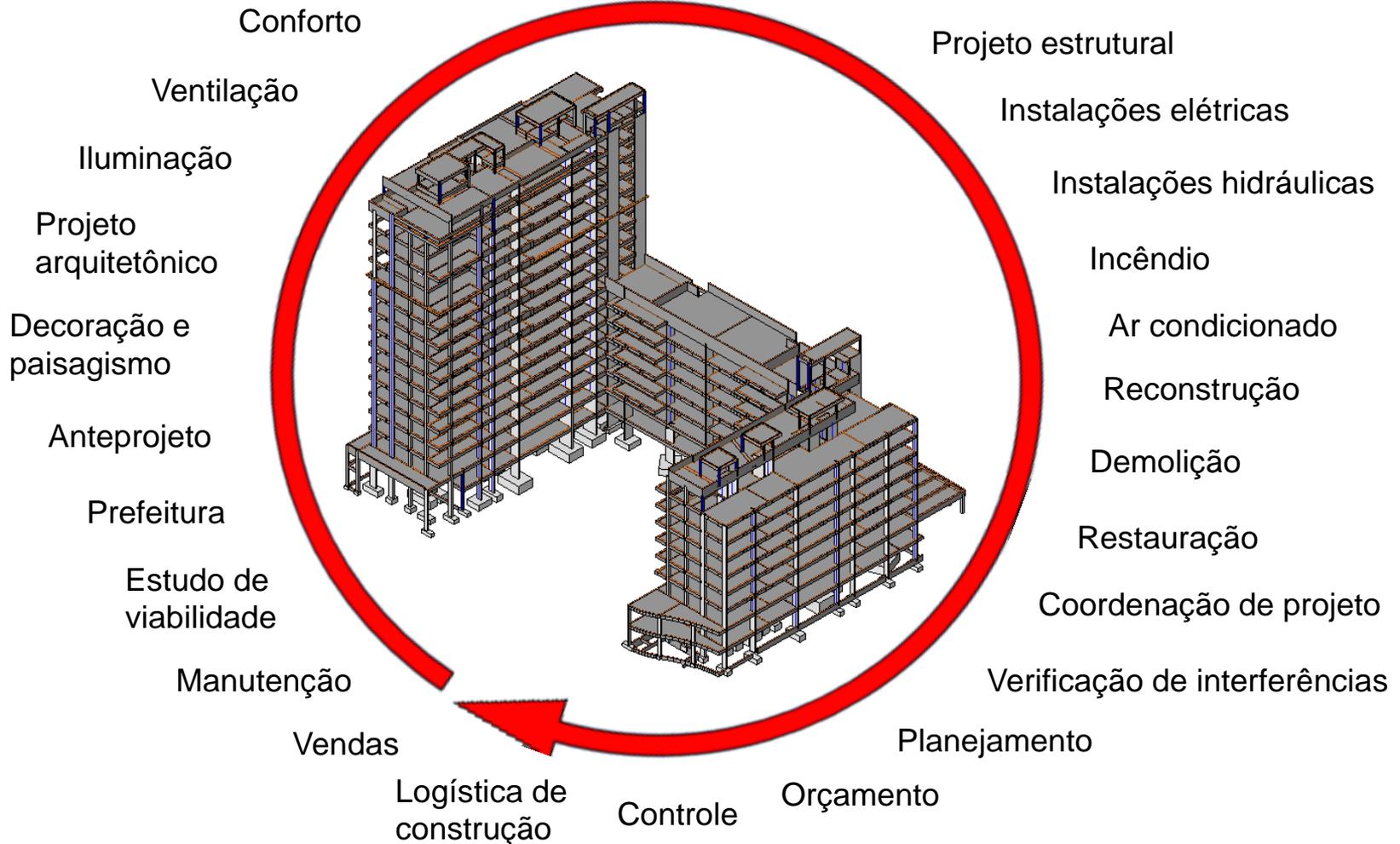
- Uso Intensivo da Informática
  - Software
  - Hardware
- Procedimentos, Organização, Classificação, etc.

### Afinal, o que é BIM?

- BIM é a Metodologia de Desenvolvimento de Projeto auxiliado por computador em um nível mais alto, multidisciplinar, aplicado à cadeia da construção civil.
- Permite a integração de informações que cobrem todo o ciclo de vida de uma construção.
- Produto: Banco de Dados com as características físicas, geométricas e funcionais de uma edificação.
- Processo colaborativo entre as partes na cadeia da construção - contratante, projetistas, construtores, operação e manutenção.
- Ferramenta de gerenciamento de informações em toda a vida útil da edificação.
- Construção Integrada por Computador



## Aplicação potencial



### **Benefícios Potenciais – Construção**

#### **Ao aplicarmos BIM teremos:**

- Centralização de base de dados, eliminação de redundâncias
- Tarefas repetitivas feitas pelo computador

#### **Que resultará em melhor controle de todas as fases do produto:**

- Projeto do Produto
- Projeto de Produção
- Construção
- Operação

#### **Executada a partir de projetos:**

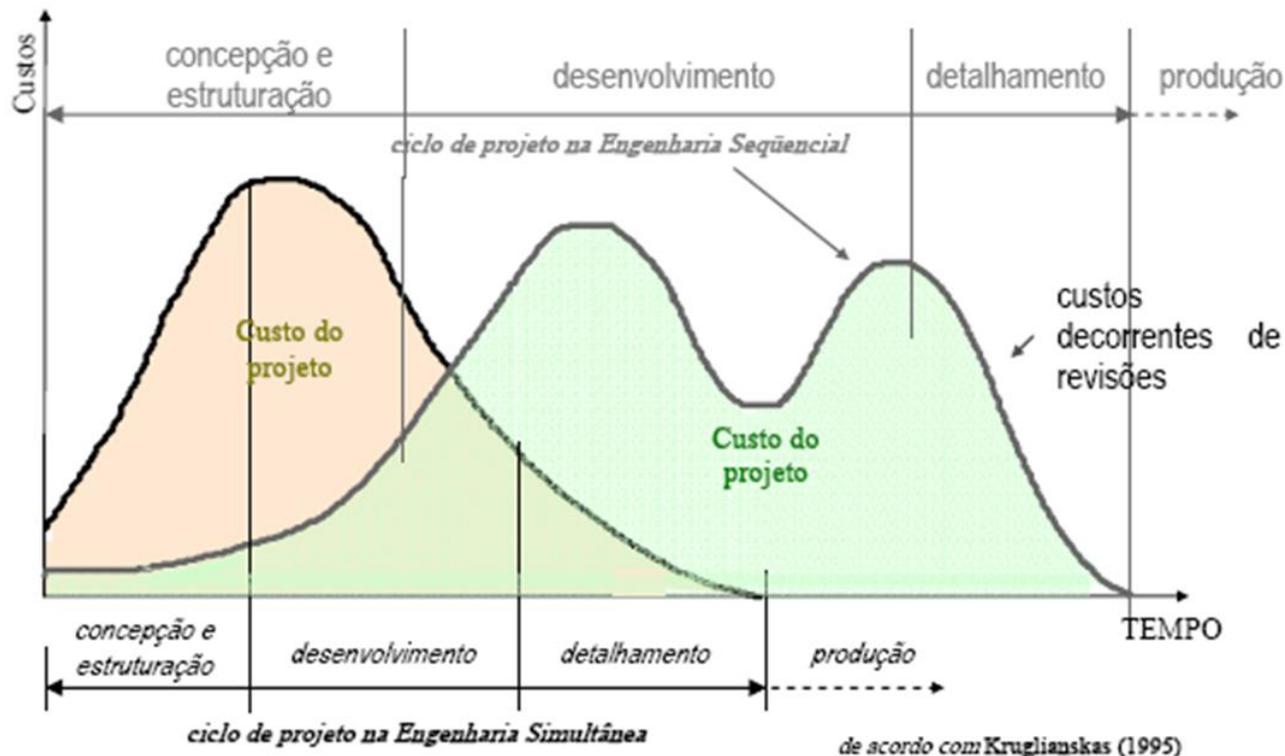
- Melhores de melhor qualidade
- Menores custos
- Menores prazos
- Com menos erros

#### **Com o produto final, a edificação:**

- Melhor qualidade
- Menor custo
- Executada mais rapidamente
- Menor custo de manutenção
- Menor impacto ambiental

### Benefícios Potenciais – Construção

Engenharia Seqüencial × Engenharia Simultânea



### Benefícios Potenciais – Construção

#### Projeto Arquitetônico

- Modelagem 3D com ferramenta BIM para projeto arquitetônico

#### Projeto Estrutural

- Modelagem 3D tendo como base o modelo 3D da arquitetura

#### Projeto de Instalações

- Modelagem 3D tendo como base o modelo 3D da arquitetura

#### Construção / Coordenação de projeto

- Ferramentas para orçamento e planejamento baseadas em BIM ou integradas com o modelo BIM 3D vindo da arquitetura
- **Detecção de Interferências**

O primeiro projetista que deve implantar BIM é o arquiteto. Dele depende a base de dados para uso como referência em todas as outras disciplinas. O BIM não existe enquanto o arquiteto não o adotar.

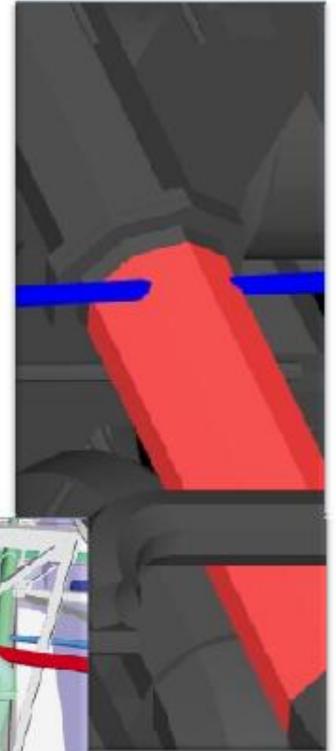
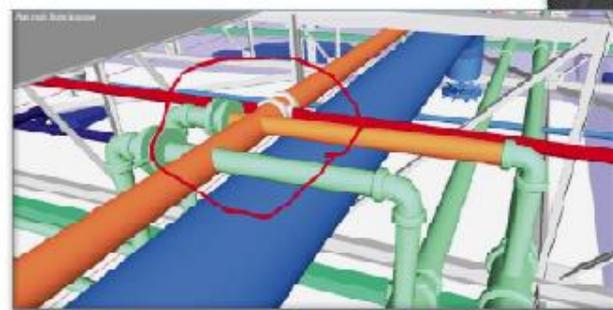
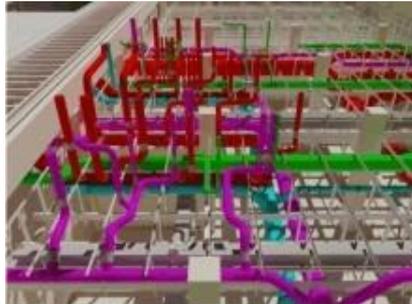
### Benefícios Potenciais – Construção

Projeto Arquitetônico – 3D

Projeto Estrutural – Geometria – Armaduras – 3D

Projeto de Instalações – 3D

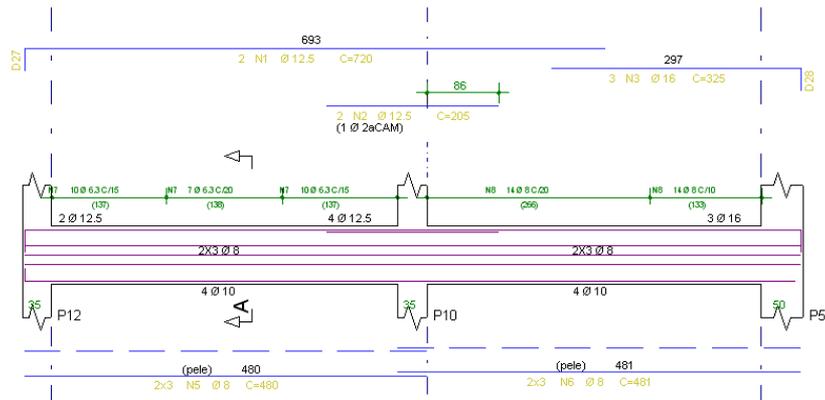
Construção/Coordenação de projeto – 3D



- BIM é somente 3D? **Não!**
  - 3D é apenas a representação do objeto
- BIM é, essencialmente, **INFORMAÇÃO!**

## Benefícios Potenciais – Construção

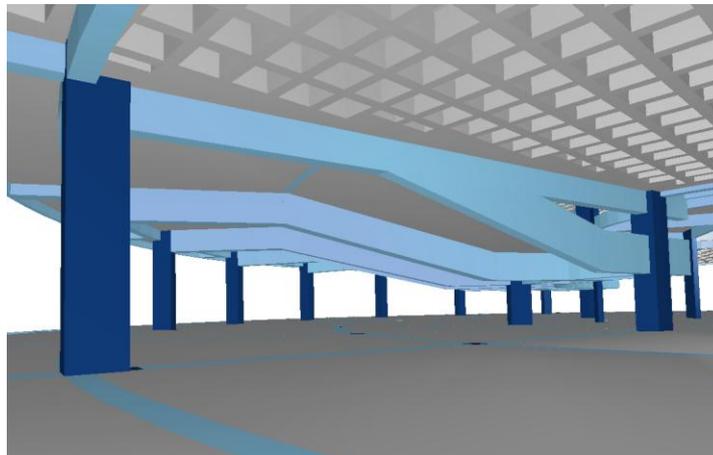
### CAD



### Desenho Técnico

- Linhas
- Cotas
- Textos

### BIM

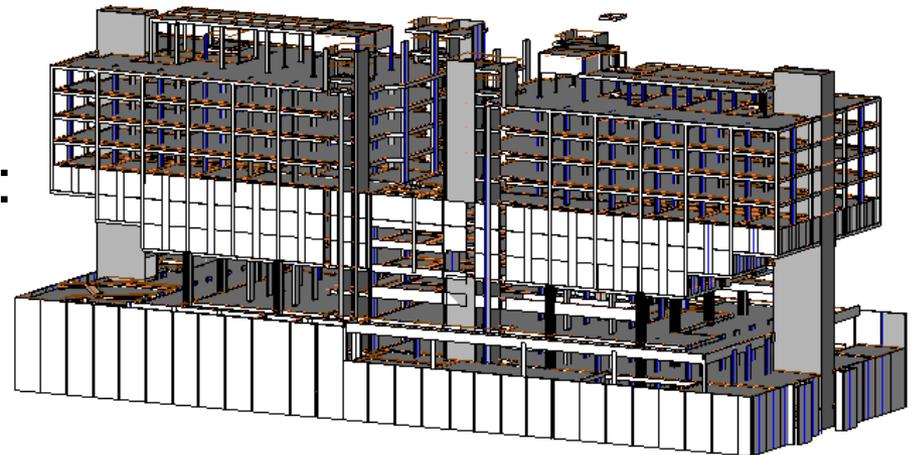


### Objeto

- Dimensões
- Cargas
- Atributos

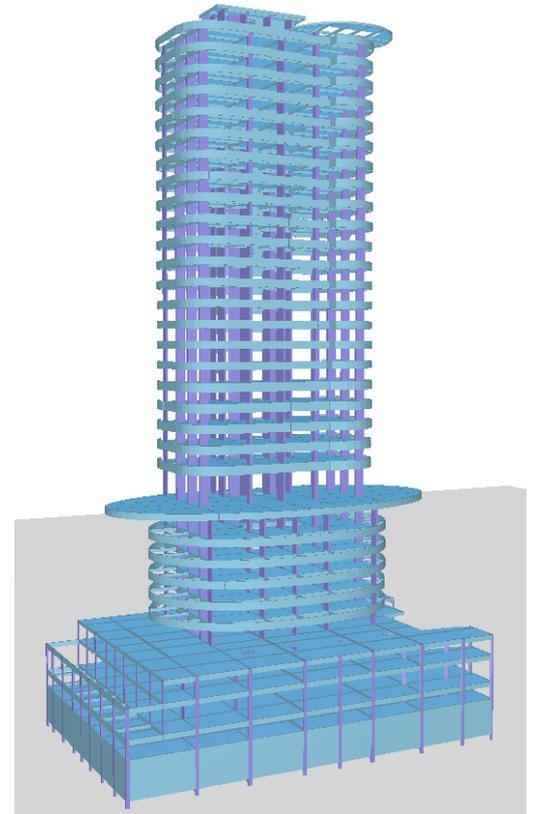
### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

- Melhor integração com o projeto arquitetônico.
- Possibilidade de comunicação bidirecional na fase de projeto.
- Maior facilidade para estudos, simulações e viabilização de projeto.
- Maior facilidade na coordenação de projetos: verificação de interferências.

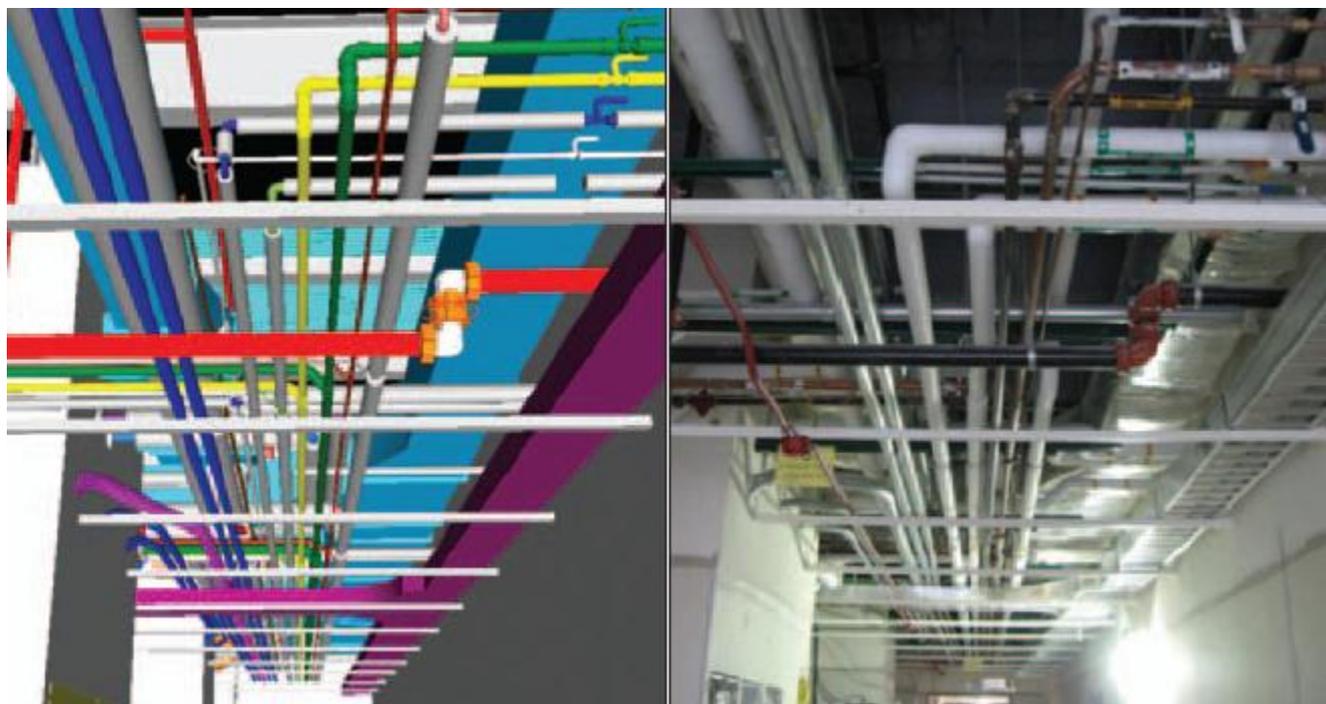


### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

- Facilidades para integração com as centrais de C&D de aço.
- Possibilidade de integração com o projeto de formas e escoramentos.
- Atender aos projetos arquitetônico, instalações em tempo hábil.
- Ferramentas para orçamento.

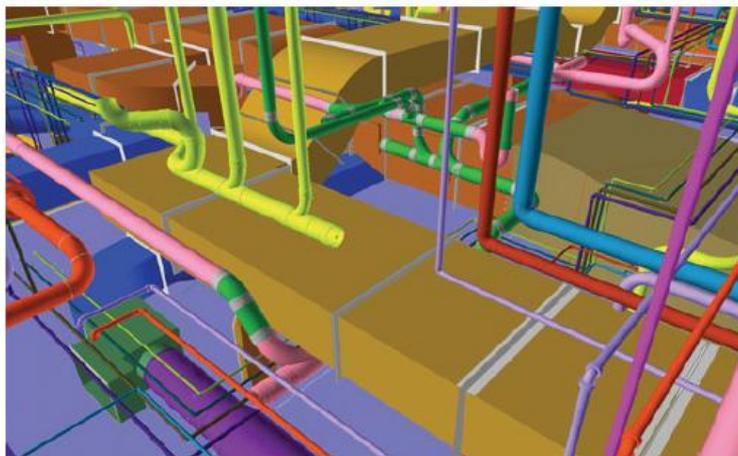
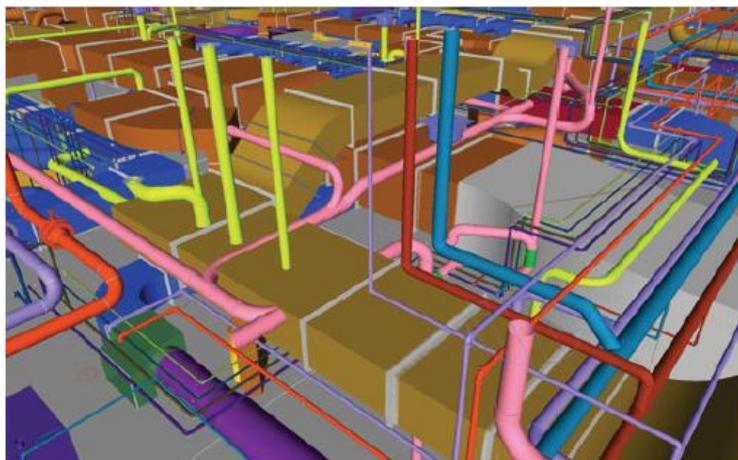


### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

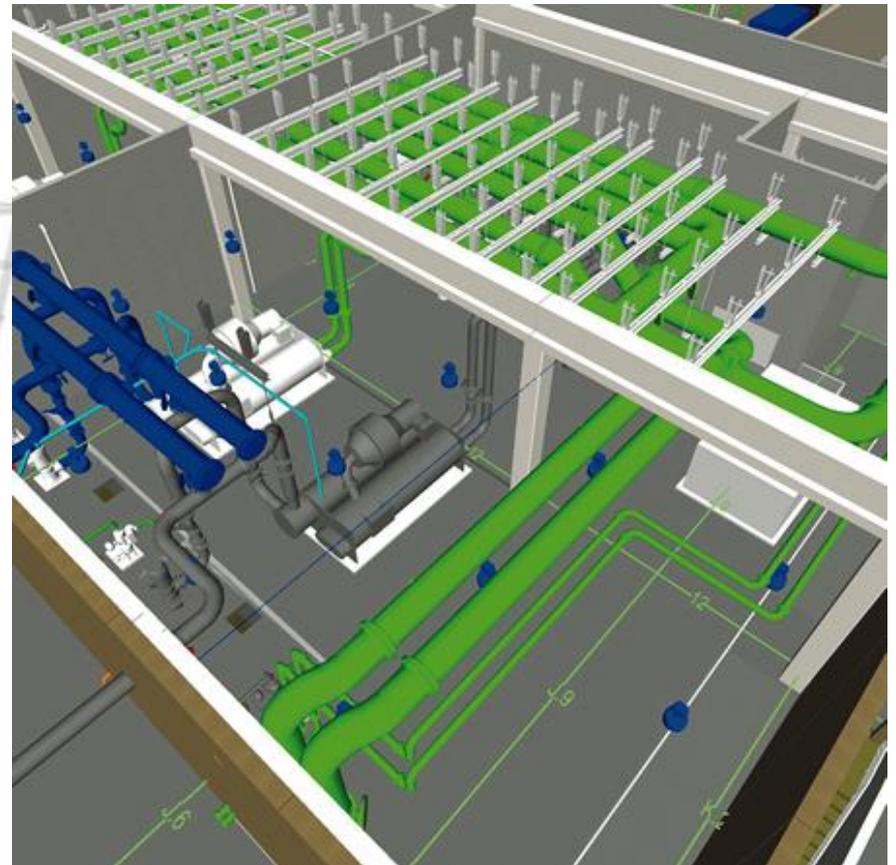
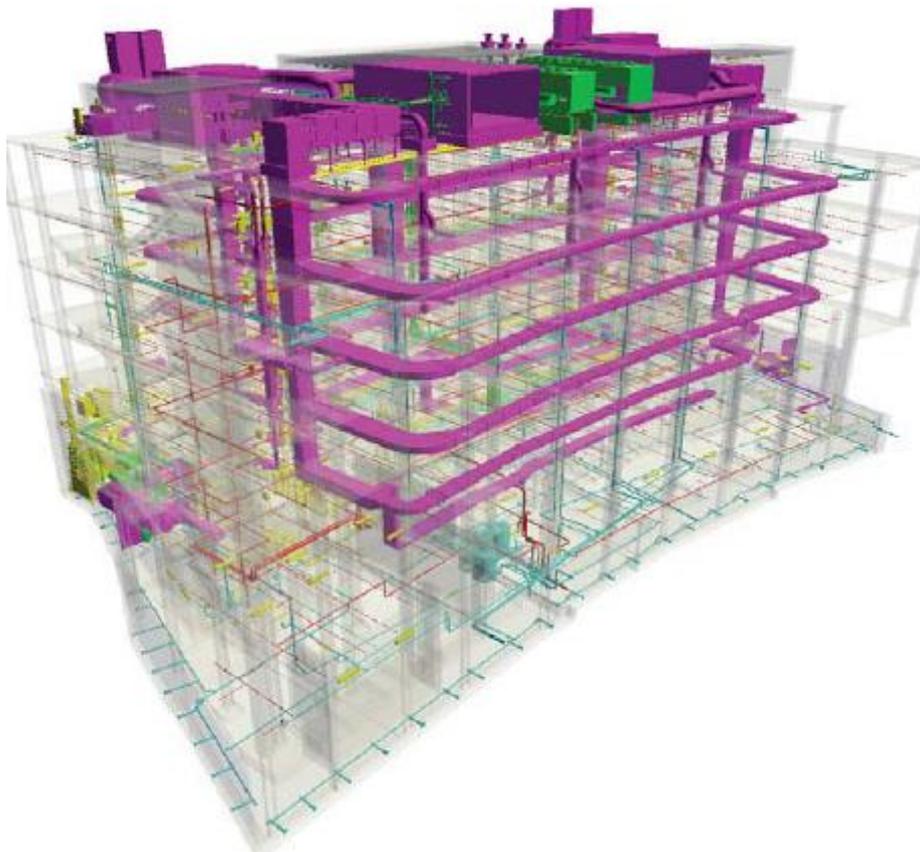


Fonte: Mc GrawHill Smart market - Mortenson Construction

### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

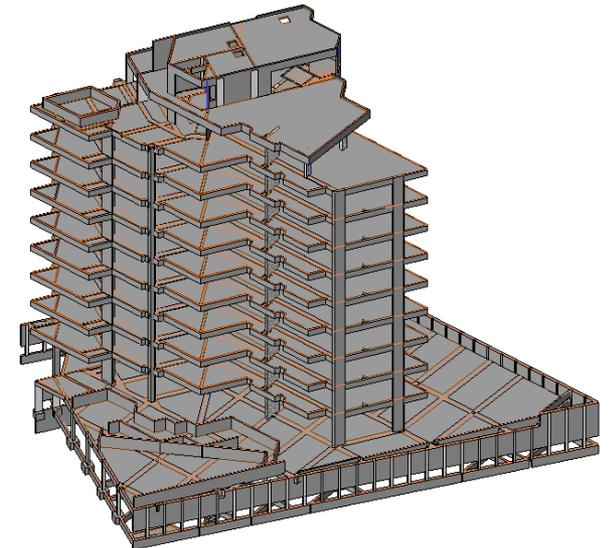


### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural



### Realidade atual do BIM – Software Estrutural

- Não existe uma ferramenta única que atenda completa e perfeitamente ao projeto estrutural.
- O usuário tem que pesquisar e selecionar os softwares adequados para o seu tipo de projeto.
- Algumas informações necessárias ao projeto estrutural não estão presentes em todos os softwares BIM: cargas, armaduras, paredes, etc.
- O transporte automático de modelos para o software de estruturas é de alta responsabilidade e precisa ser verificado (ainda não é confiável).
- Necessidade de investimentos.

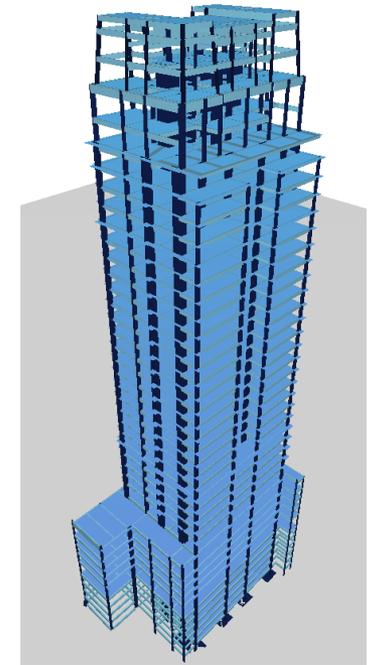


### Realidade atual do BIM – Software Estrutural

- A ligação entre diversas ferramentas – softwares - BIM depende da ***Interoperabilidade***.
- As grandes empresas de software para engenharia, arquitetura e construção (AEC) estão verticalizando seus mercados e fornecendo produtos que agregam modelagem arquitetônica, estrutural e instalações entre outras. O objetivo é que seus próprios produtos conversem entre si.
- Alguns dos competidores no mercado de modelagem BIM são:
  - Autodesk Revit ®
  - Nemetschek Graphisoft ArchiCAD ®
  - Bentley Microstation Triforma ®
  - Tekla Structures ®

### Realidade atual do BIM – Hardware

- Operações geométricas em 3D consomem muitos recursos de processamento.
- Base de Dados geral requer alta capacidade de armazenamento e processamento – armaduras.
- Base de Dados: tratamento de Alternativas e Revisões de Projeto.
- Operações em rede. Uso intensivo de telecomunicações.
- Necessidade de investimentos em equipamentos.

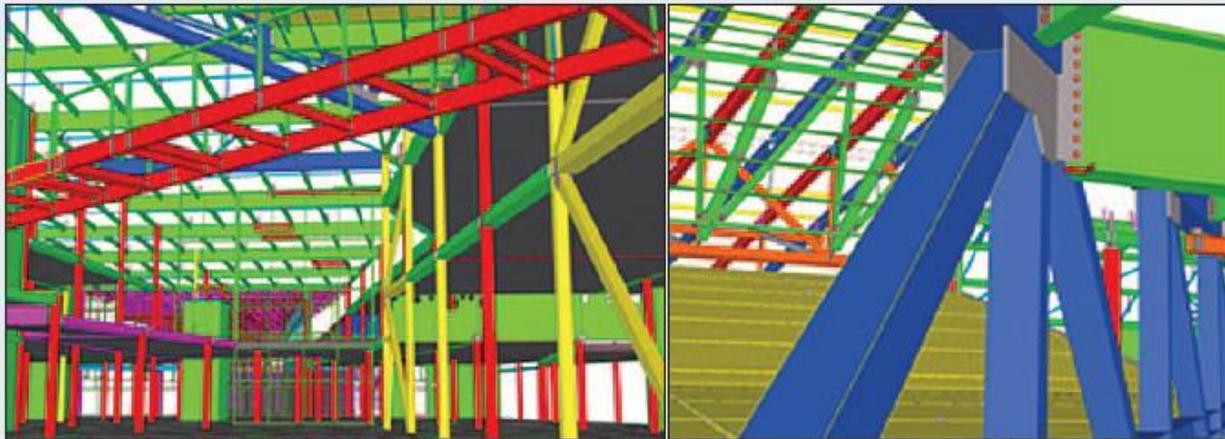


### **BIM na prática – Estruturas Metálicas**

- Construções em estruturas metálicas estão entre as mais avançadas no uso da tecnologia BIM
  - Característica: padronização e classificação de elementos
  - Perfis metálicos são elementos industrializados
  - Projeto integrado com indústria há décadas
  - Etc.
- Inúmeros softwares já adaptados ao BIM
- Conceito existente no exterior: Dois tipos de projeto:
  - Com BIM e Sem BIM

### BIM na prática – Estruturas Metálicas

- Propaganda de fornecedor de software:
  - “Software que já era BIM antes de existir a definição de BIM”



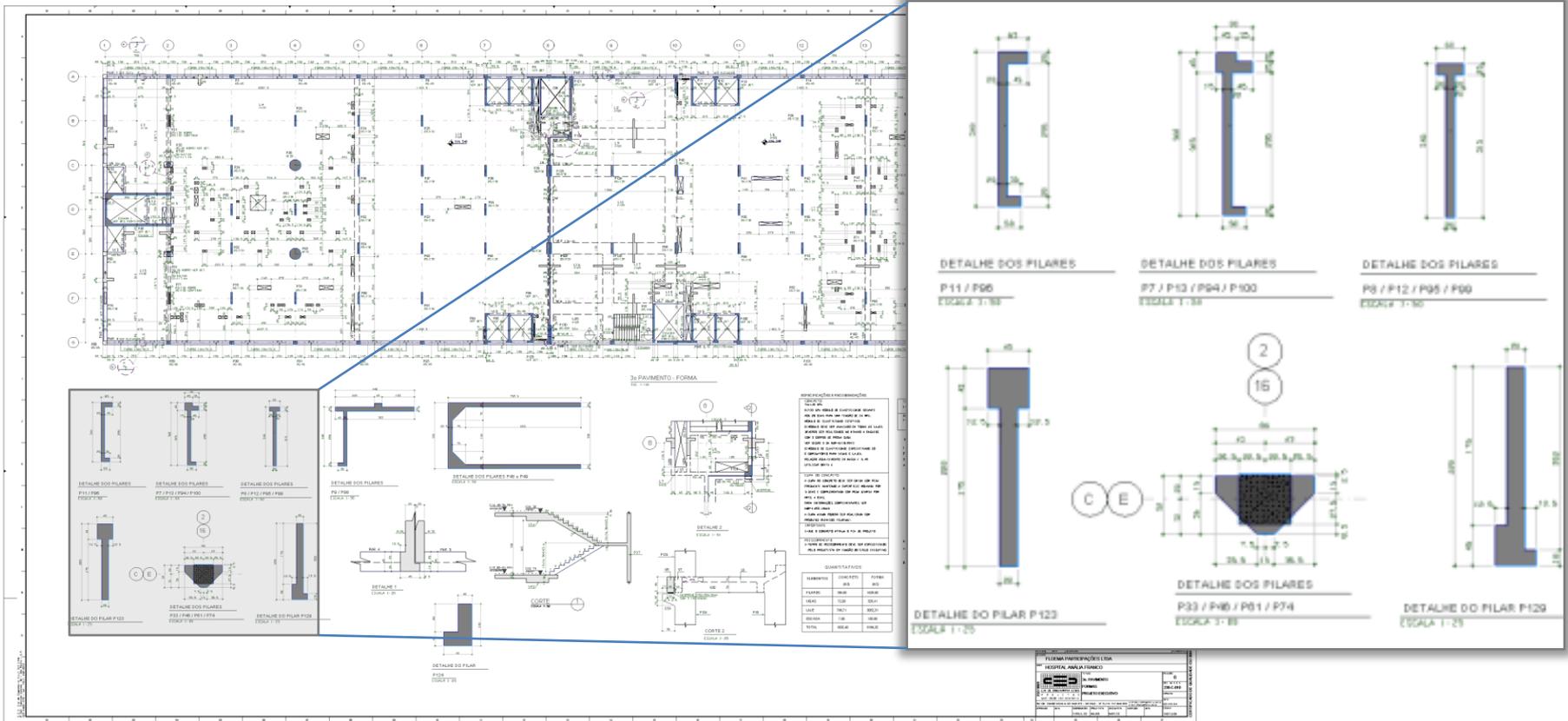
Structural models are widely used for design, coordination, analysis and fabrication.

Source: Tekla

Estrutura metálica em 3D

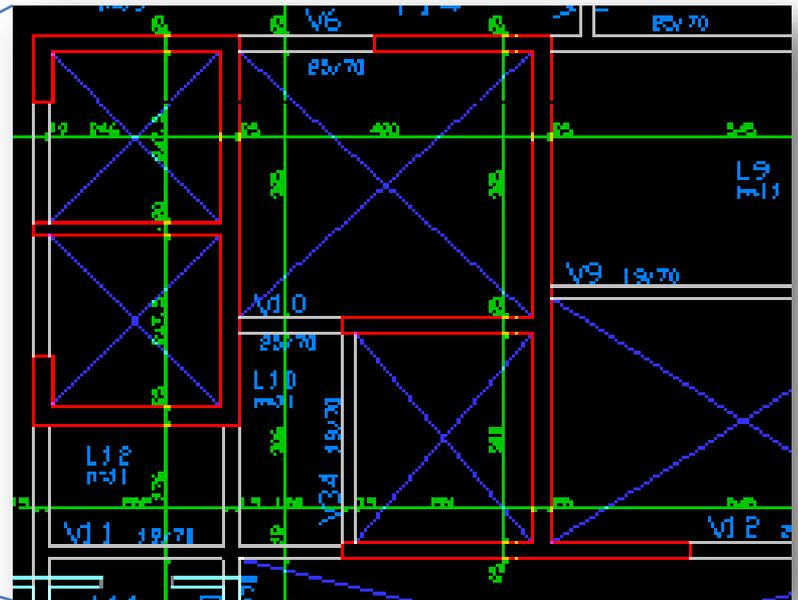
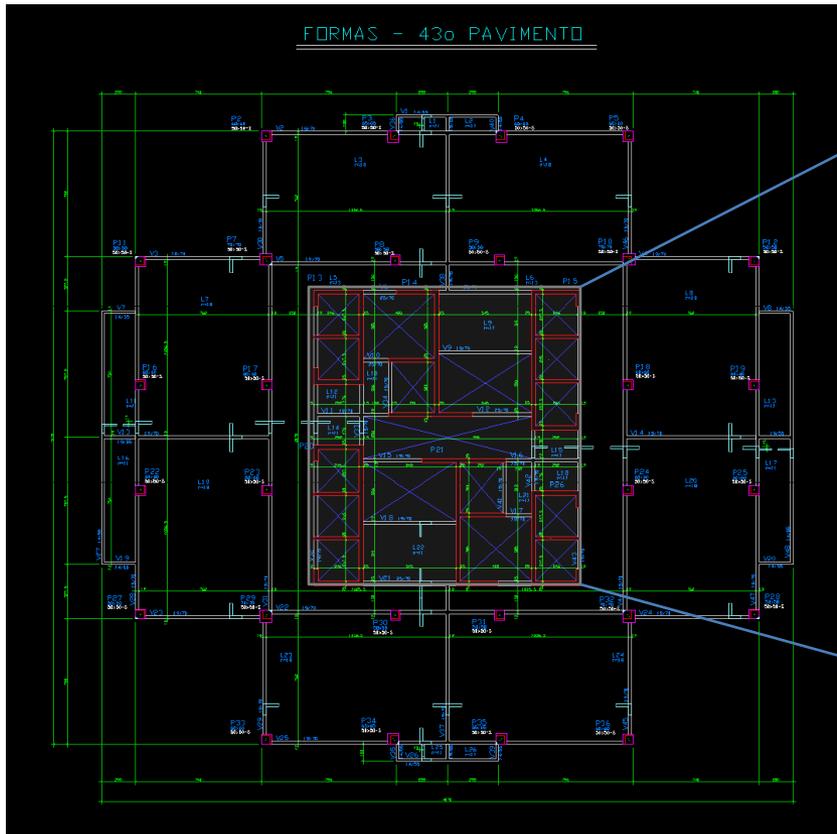
## BIM em Desenvolvimento – Concreto Armado

### Realidade das estruturas de concreto – Pilares



### BIM em Desenvolvimento – Concreto Armado

#### Realidade das estruturas de concreto – **Pilares**





### **BIM em Desenvolvimento – Concreto Armado**

#### **Desafio Inicial:**

- Empresas já informatizadas estão arraigadas ao software em uso
- Como trocar informações entre os softwares atuais?

#### **Soluções:**

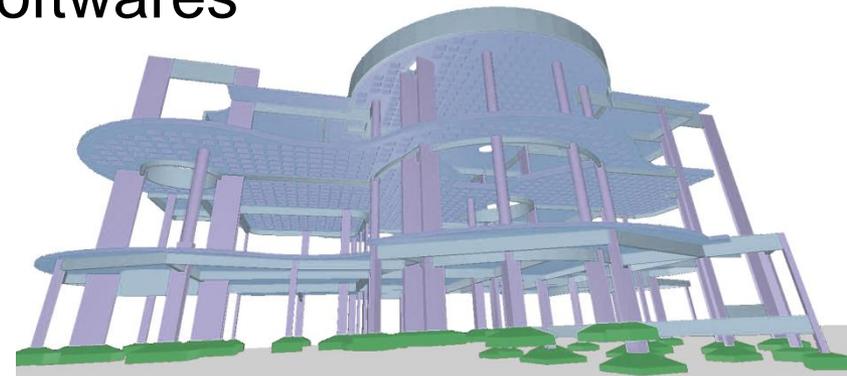
- **Interoperabilidade**

### Interoperabilidade – Comunicação entre Softwares

- É a possibilidade de gerar um modelo em um software e levar este modelo para outro para uso de outras funcionalidades.
- Muitos fornecedores de software vêem a interoperabilidade total como um risco de permitir que clientes migrem facilmente para um sistema concorrente. **Existe um grande conflito de interesses.**
- Existem diferenças nas estruturas de dados dos softwares que dificultam a migração de um para outro. Muitas vezes os dados precisam ser modificados ou completados depois da migração, e a base de dados começa a se tornar redundante.

### Interoperabilidade – Comunicação entre Softwares

- Soluções Gerais – Formatos “abertos”
  - Formato tradicional padrão para desenhos em CAD: DXF
  - Formato proposto para BIM: **IFC** (Industry Foundation Classes)
- Soluções Específicas entre Softwares



### Interoperabilidade – Comunicação entre Softwares

#### Formato IFC

- Esquema orientado a objetos baseado em definições de classes. Contém elementos construtivos, espaços, formas, propriedades, relacionamentos.
- É uma especificação aberta, desenvolvida por uma organização sem fins lucrativos, e registrado sob a norma ISO16739 (International Alliance for Interoperability – <http://www.iai-international.org>)

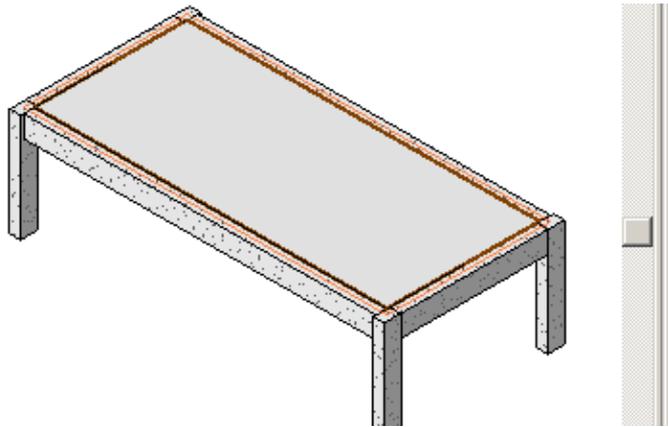
### Interoperabilidade – Comunicação entre Softwares

#### Formato IFC

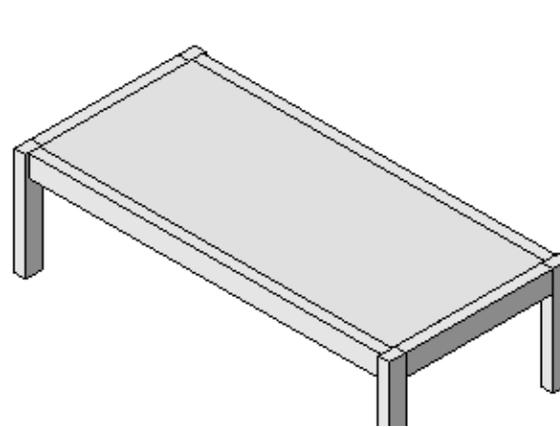
- Problemas:
  - Não abrange completamente todos os tipos de elementos de todas as disciplinas (ex: concreto pré-moldado).
  - O usuário deve sempre verificar as capacidades de comunicação entre os softwares de interesse.
  - Ponto de vista dos fabricantes de software: fácil de gravar, mas você nunca sabe o que vai ler.

## Interoperabilidade – Comunicação entre Softwares

### Exemplo de **reimportação** de um software certificado IFC

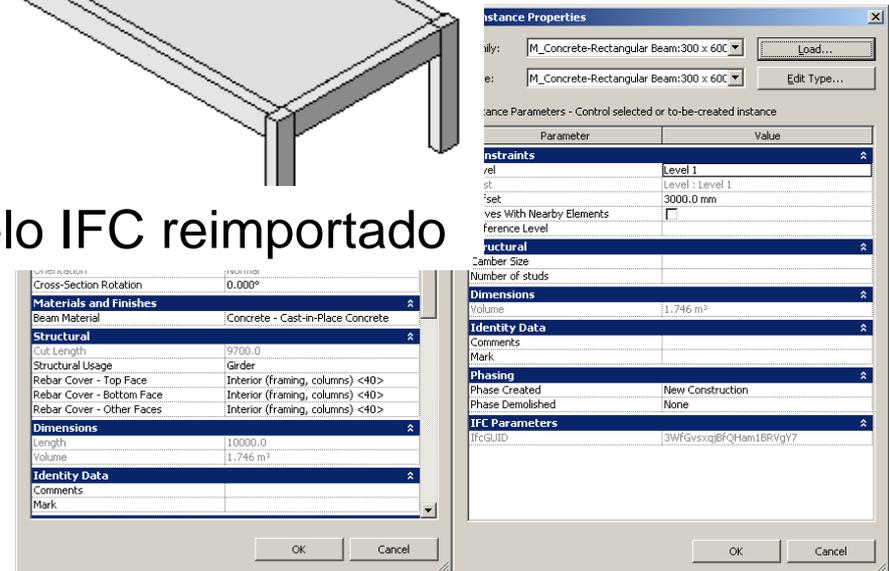


Modelo original exportado



Modelo IFC reimportado

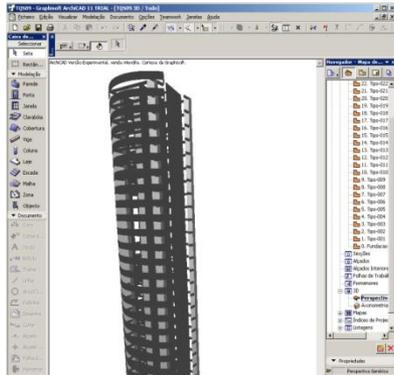
- Perda de propriedades
- Perda de funcionalidades
- Os elementos importados não podem ser modificados



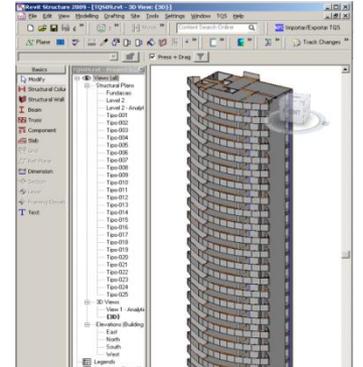
# BIM

# Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

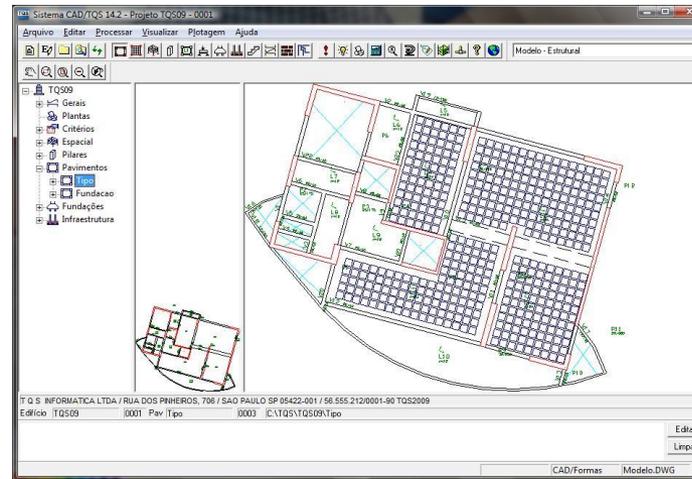
## Integração IFC



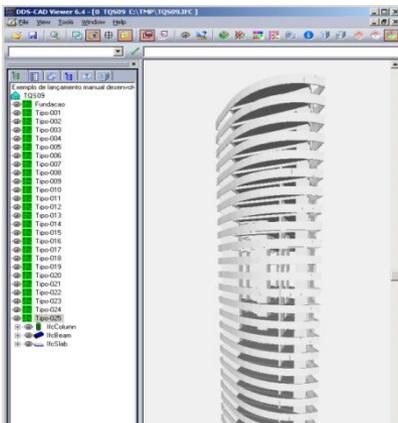
ArchiCAD



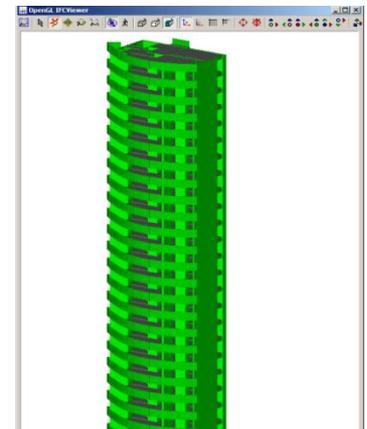
REVIT



IFC



DDS - CAD Viewer



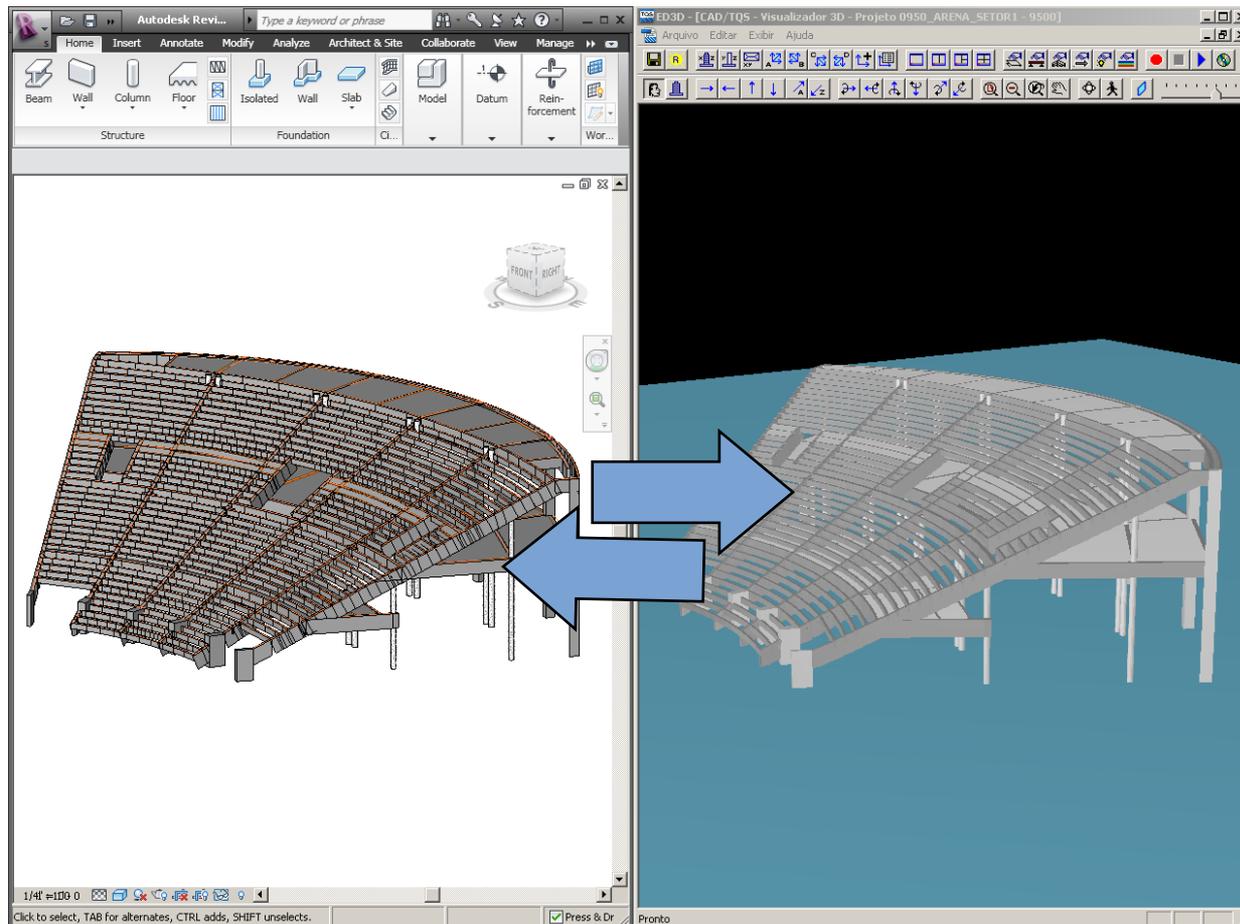
NEMETSCHECK



# BIM

## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

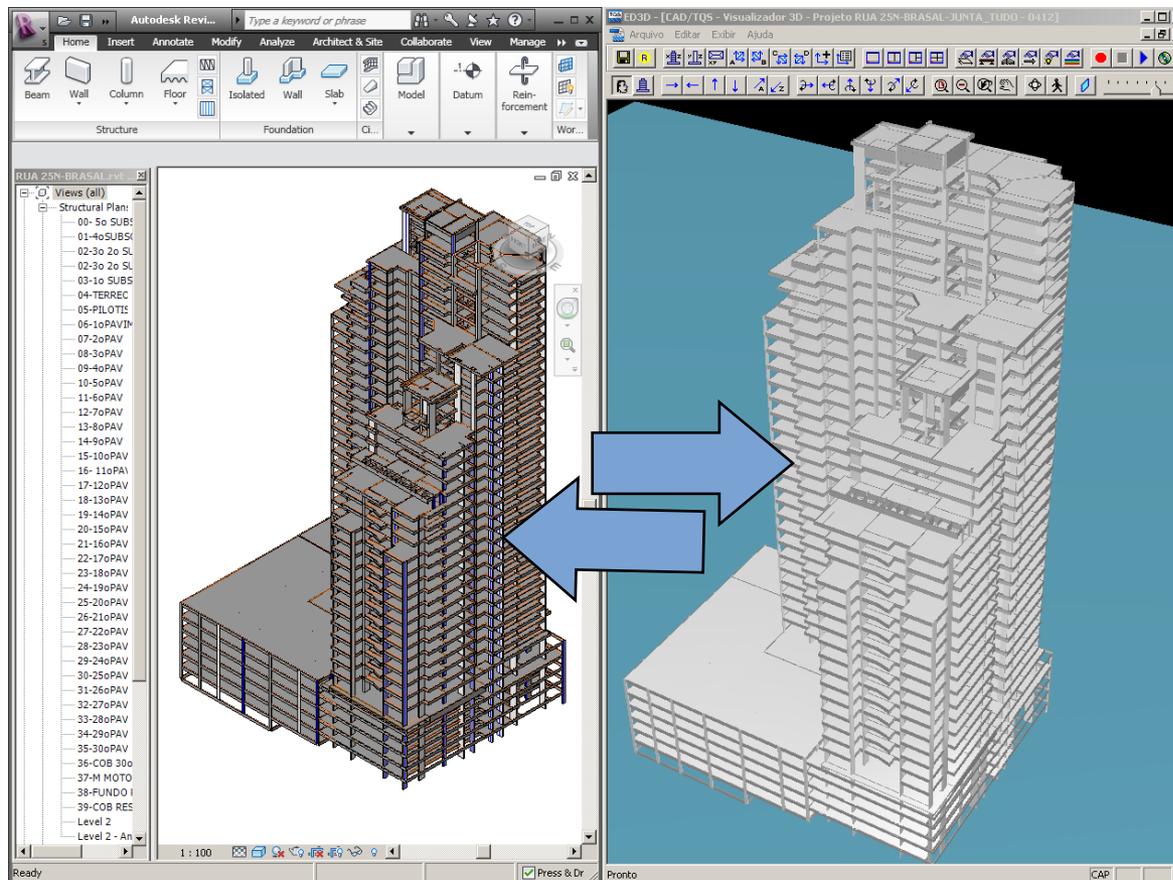
### Soluções específicas de interface entre Softwares



# BIM

## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

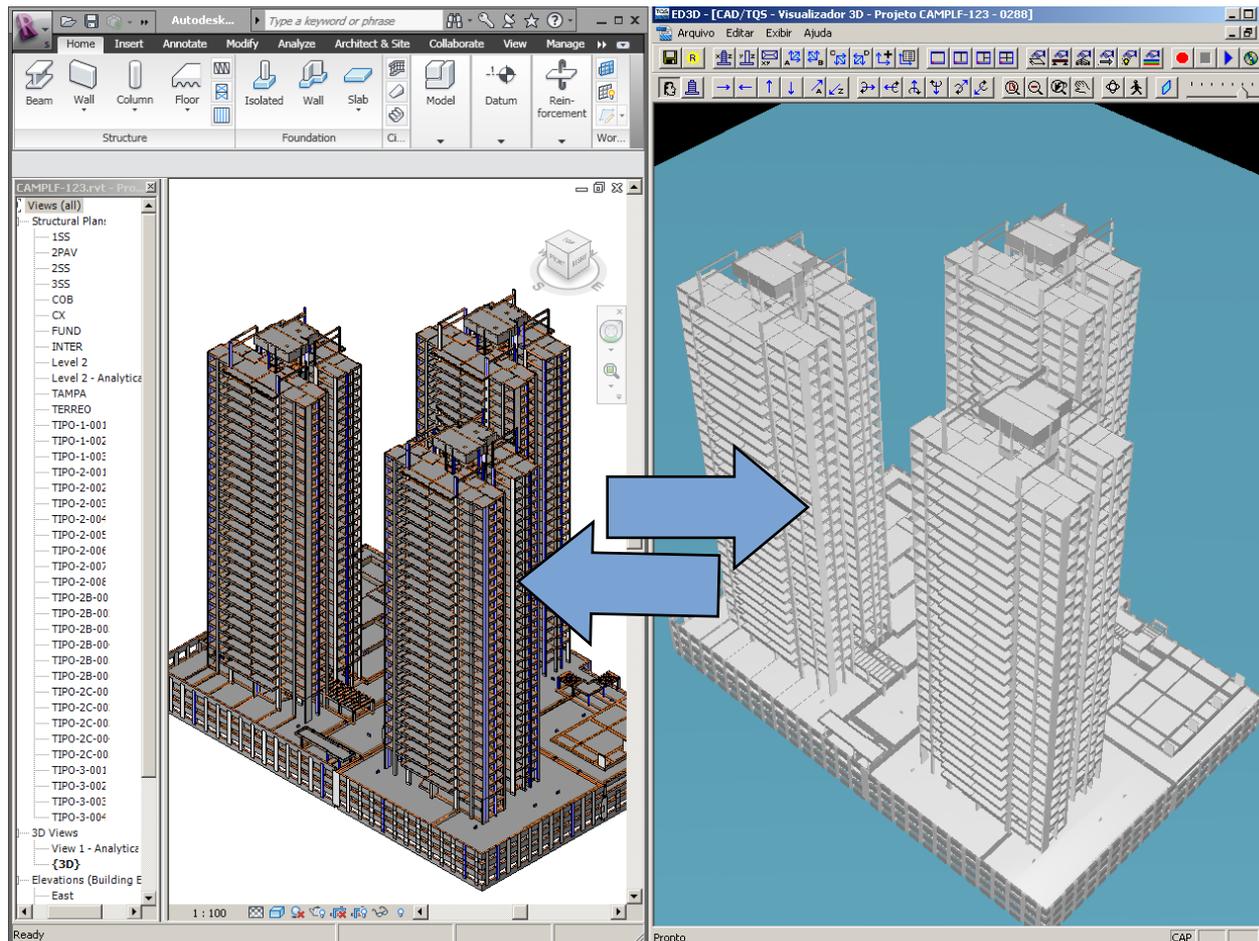
### Soluções específicas de interface entre Softwares



# BIM

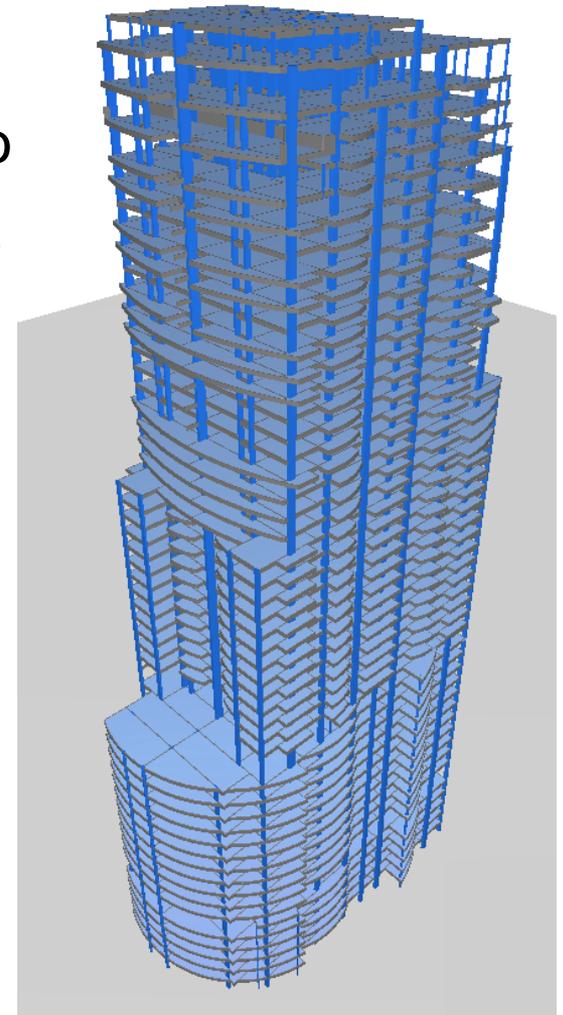
## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

### Soluções específicas de interface entre Softwares



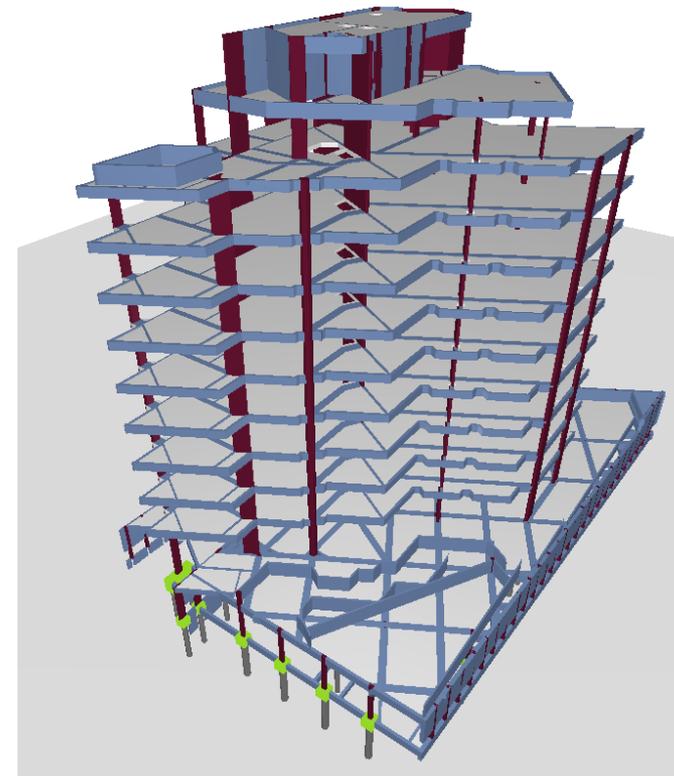
### Impactos Potenciais

- Reestruturação nos processos de projeto
- Evolução da interação entre projetistas e fornecedores
- Integração entre Projeto e Produção
- Formação de equipes multidisciplinares em BIM
- Redução do retrabalho na obra
- Custos mais confiáveis
- Planejamento da obra com mais segurança



### Impactos Potenciais

- Viabilidade - Ante projeto –  
Executivo – Execução
  - Melhor qualidade
  - Menores prazos
  - Menores custos diretos
  - Menores custos de manutenção
- **RESULTADO:**  
**Maior Competitividade**



---

# Obrigado

---

**Nelson Covas**

nelson@tqs.com.br