

# BIM

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

---

**Impactos e benefícios  
potenciais**

---

Nelson Covas

**BIM**

**Building Information Modeling**

*ou*

**Modelagem de Informação da  
Construção**

*ou*

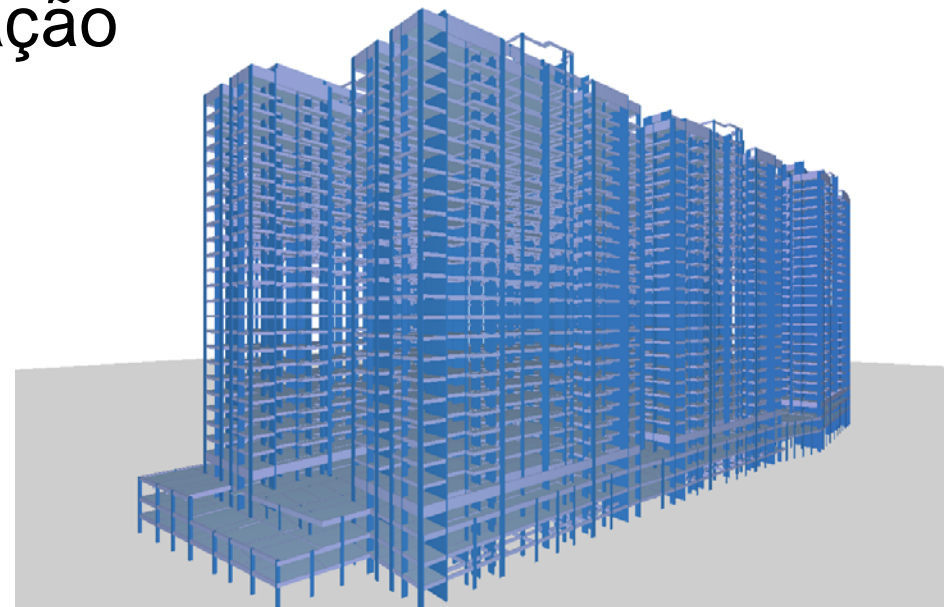
**Modelagem de Informação do  
Edifício**

### **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

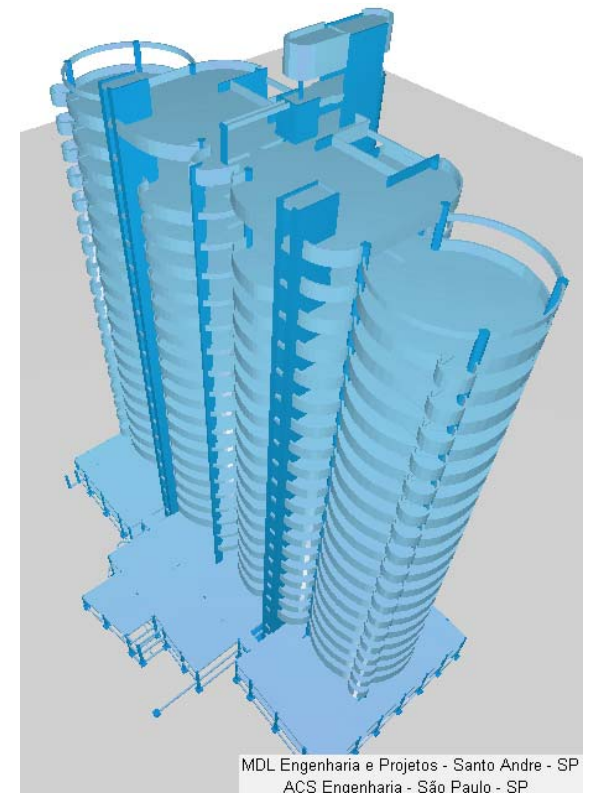
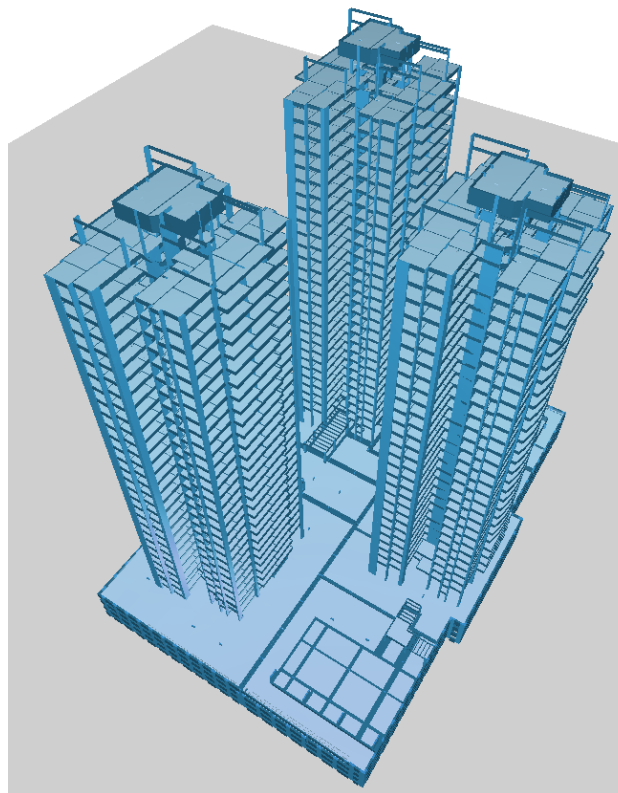
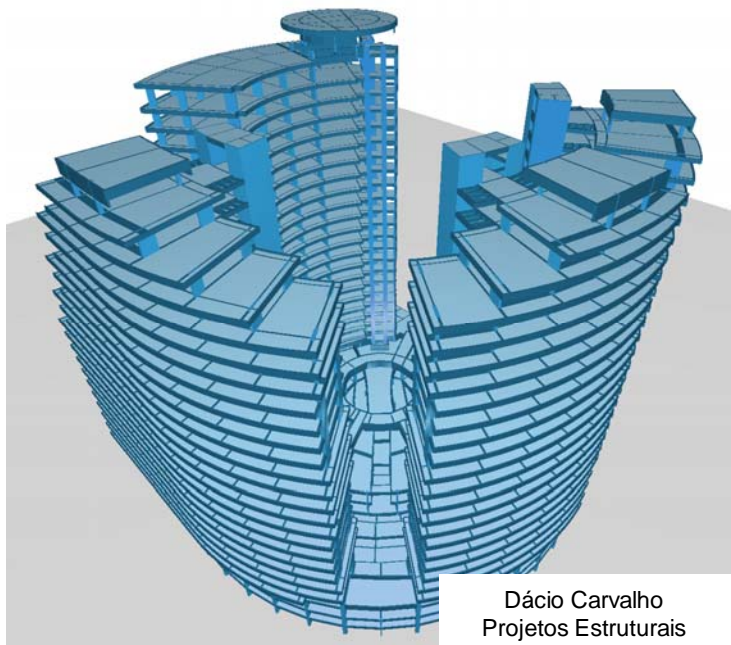
- Poucos Insumos Básicos (concreto / aço / forma)
  - Concreto: fck's, módulo, aditivos, a/c, CAA, etc.
  - Aço : CA50, CA60, Protensão, Bitolas, Dobras
  - Armaduras: Centenas de milhares de barras
  - Fôrma: Inúmeras soluções
- Normas próprias Brasileiras – Força de Lei
- Execução da Base para o Topo,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

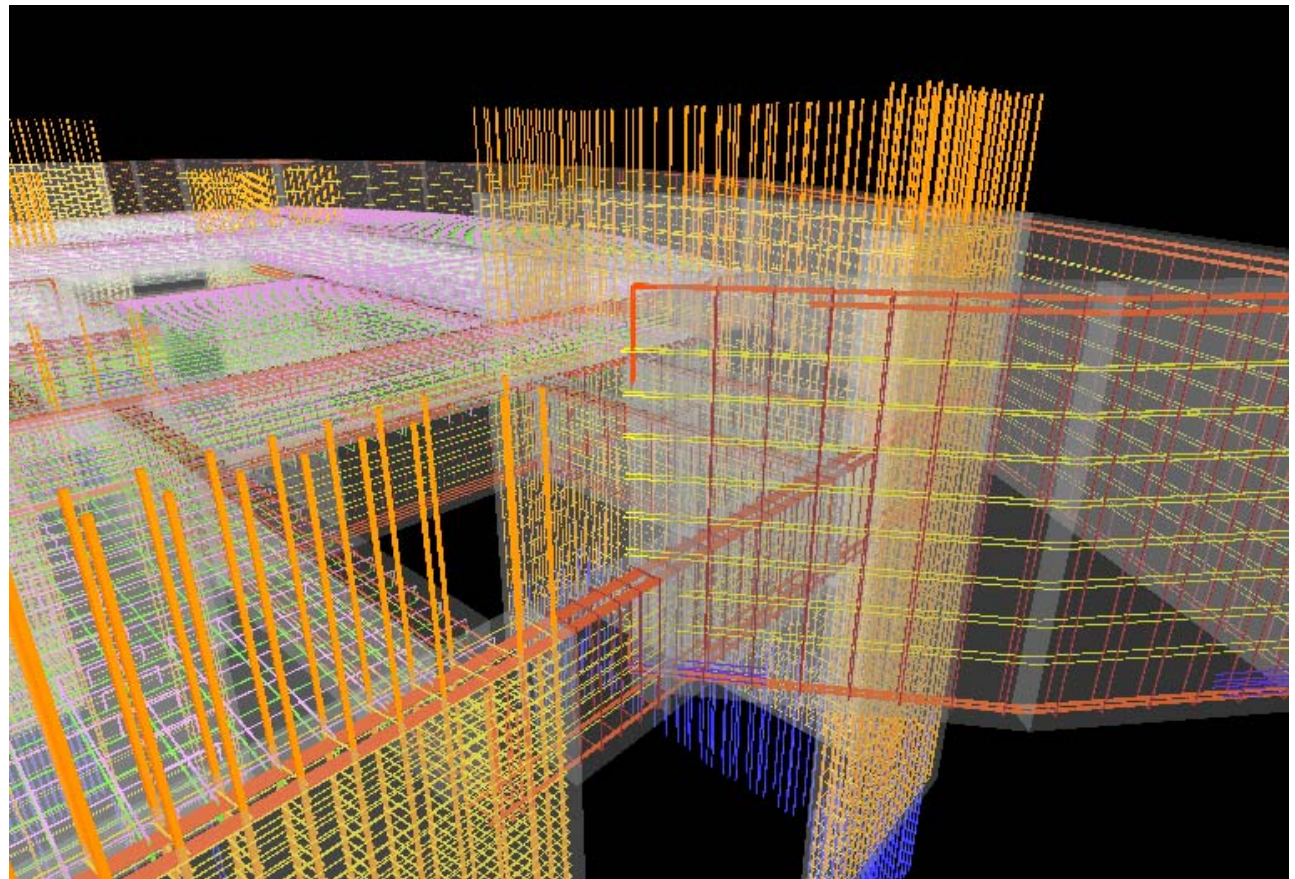
### Tratamento de Informações

### Desenhos da Geometria 3D



### Tratamento de Informações

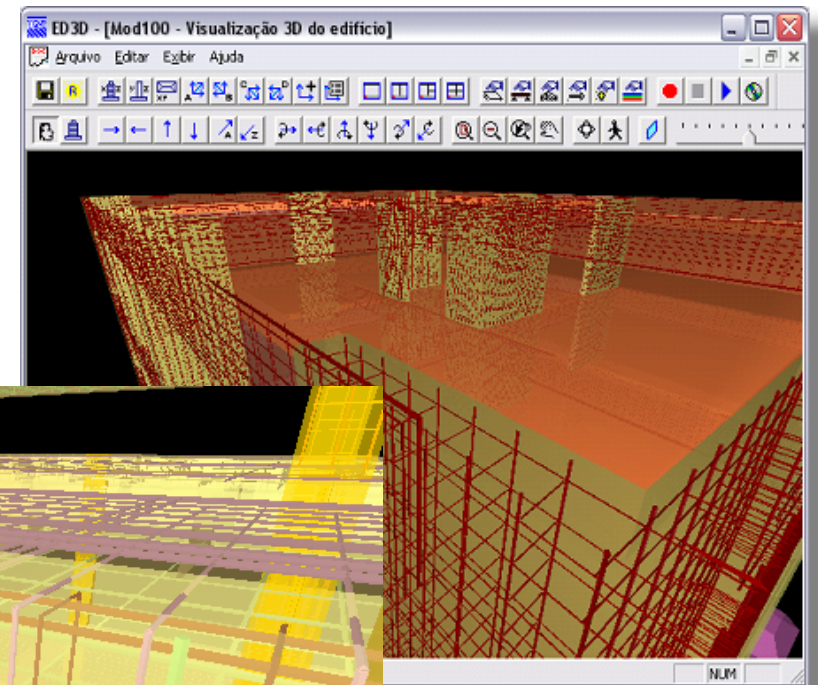
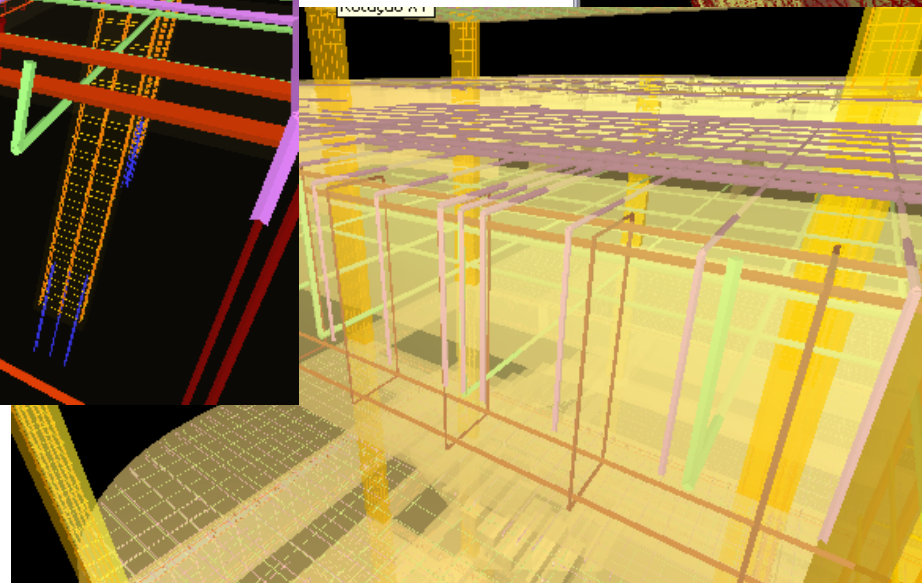
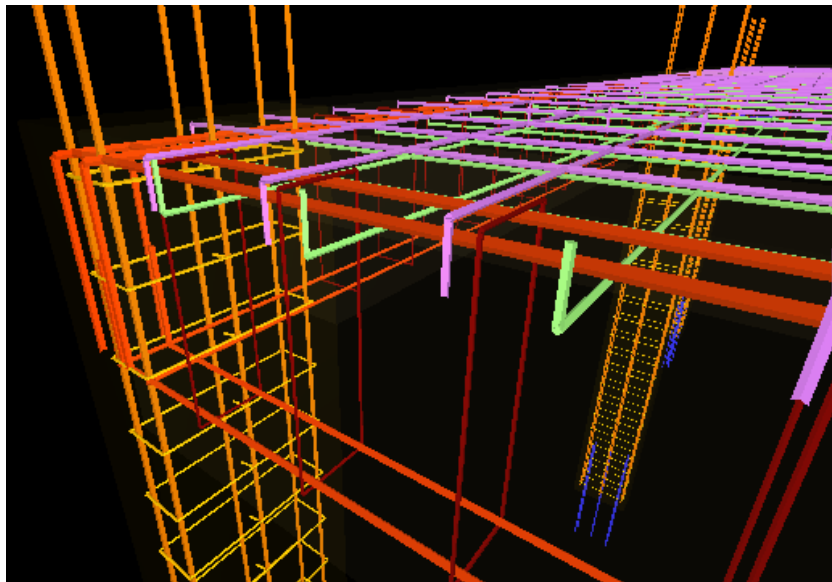
### Desenhos de Armaduras





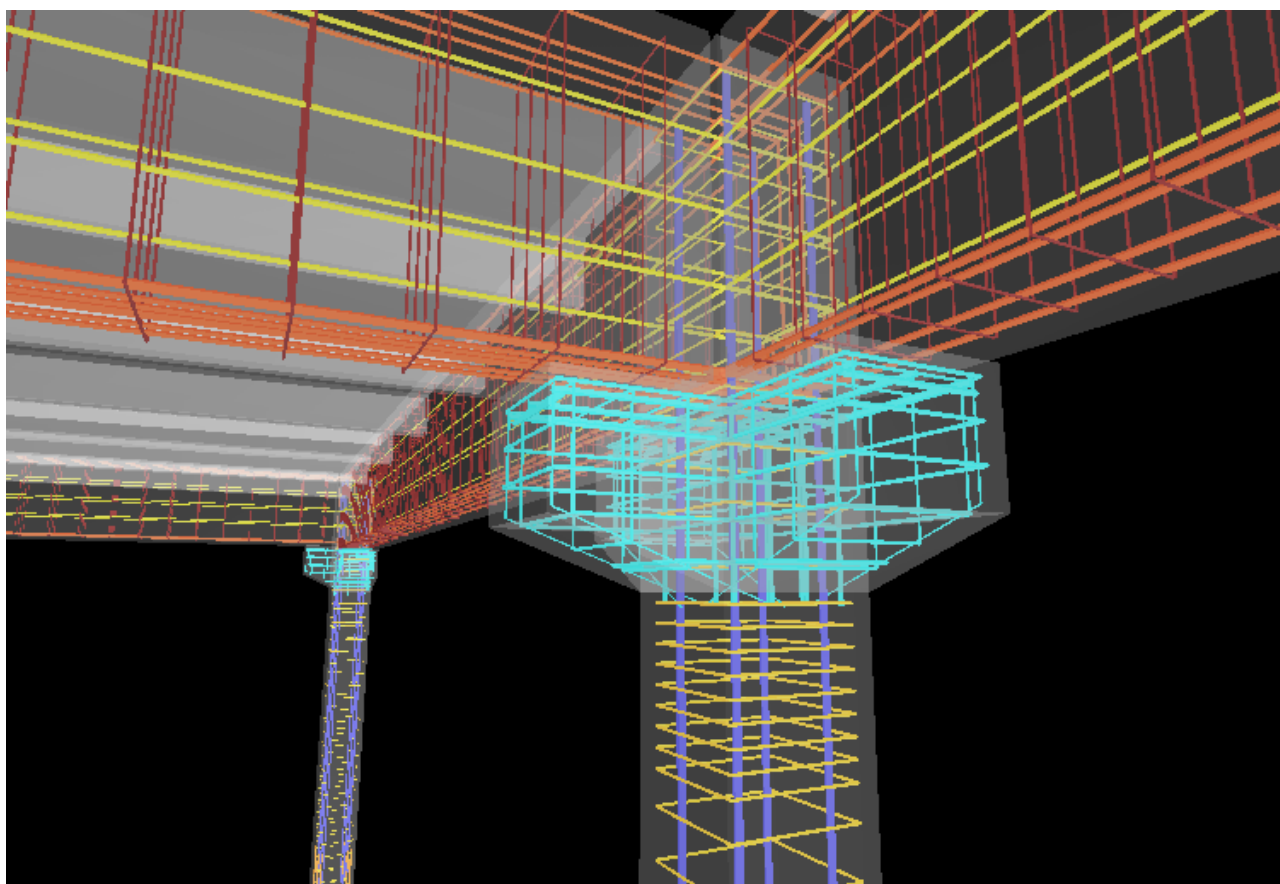
## Tratamento de Informações

## Desenhos de Armaduras



### Tratamento de Informações

### Desenhos de Armaduras



### Tratamento de Informações - Breve Histórico

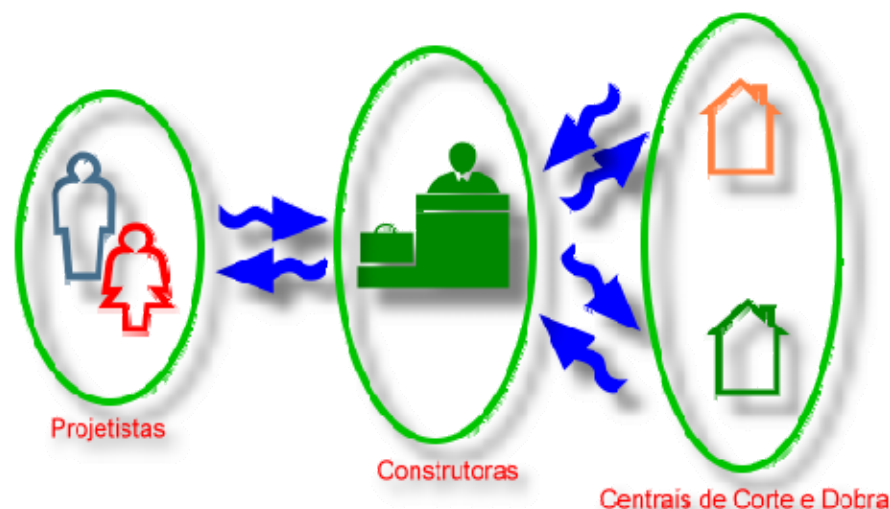
- Meados da década de 2000
  - CAD / CAE Consolidados
  - Todos trabalham com DXF, PLT, DWG, PDF
  - Comunicação por arquivos via meio digital
  - Necessidade do gerenciamento da informação:
    - **Classificação**
    - **Armazenamento padronizado**
    - **Comunicação padronizada**
    - **Formalização**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

The image displays three screenshots from a software application used for structural reinforcement design.

**Left Screenshot: Elementos Padronizados**  
 This window shows the selection of a standard element. The 'Elemento' is 'BLOCO-A' (BLOCO PADRAO S/ ESPAÇAMENTO). The 'Parâmetros' table is as follows:

Nome do Elemento	BLOCO-A
Altura [H1]	
Largura [B1]	
Comprimento [A1]	
Cobrimento [C1]	
Bitola na Posição [F1]	
Nº de Ferros na Pos. [N1]	
Bitola na Posição [F2]	
Nº de Ferros na Pos. [N2]	

Below the table are diagrams for 'VISTA' (top view) and 'VISTA L' (side view), showing reinforcement layouts with labels B1, A1, C1, H1, N1, F1, N2, and F2.

**Middle Screenshot: Planilhamento**  
 This window shows the planification process. It includes fields for 'Cliente' (CLIENTE DEMO I), 'Obra' (OBRA DEMO I), 'Desenho' (DESENHO DEMO I), and 'Funcionário' (ADMINISTRADOR DO SISTEMA). It also displays a table of elements and their quantities:

Elemento	Qtde	Agrupados [F11]
V1	1	
Pavimento TERREO	1	

**Right Screenshot: Data Planification**  
 This window shows the detailed data planification for the reinforcement. It includes a table with columns for 'Qtde', 'Bitola', 'Aco', 'Peso (kg)', and 'LOCALIZADOR'. The data is as follows:

Qtde	Bitola	Aco	Peso (kg)	LOCALIZADOR
25	4,20	CA60	4,033	LOCALIZADOR_OBD.001
10	8,00	CA50	11,7	LOCALIZADOR_OBD.001

### 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

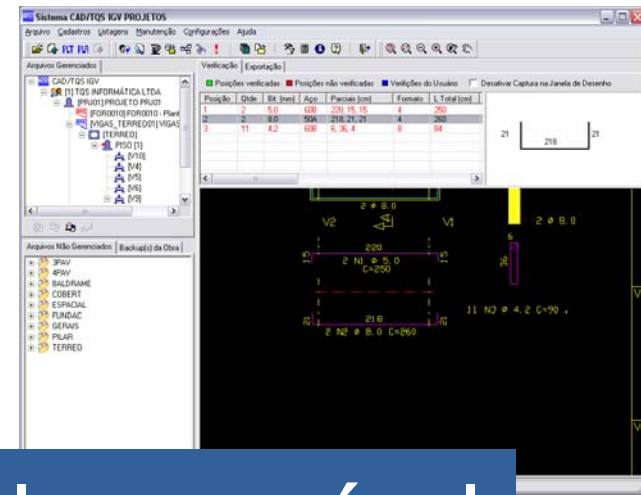
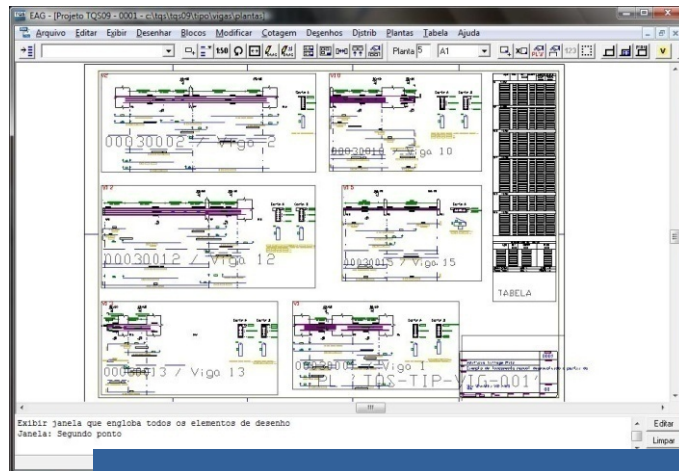
Tratamento da Informação:

- 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

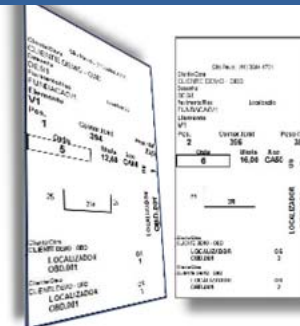
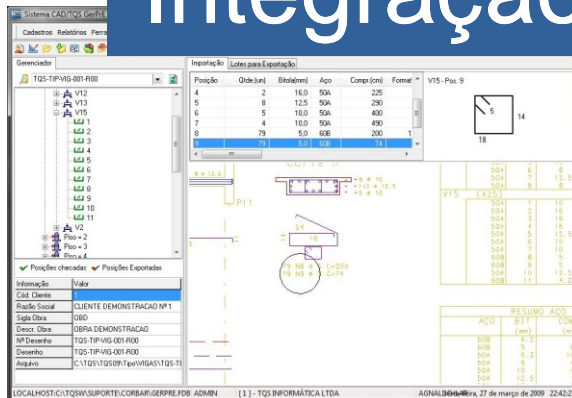
# BIM

# 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

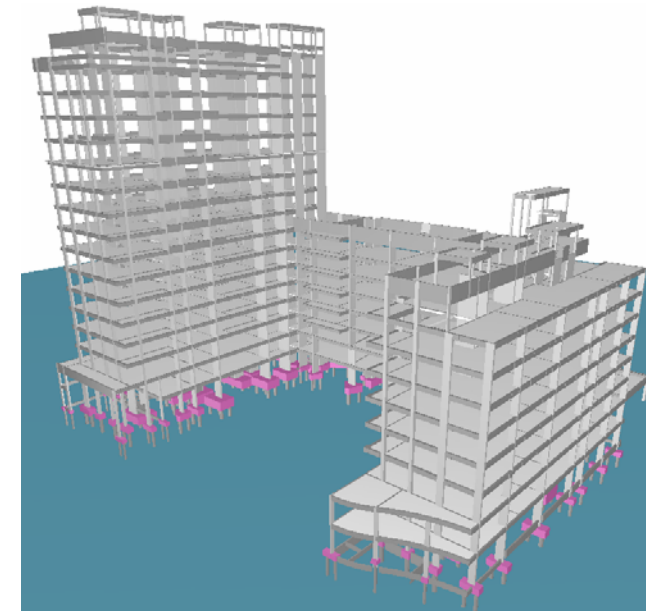
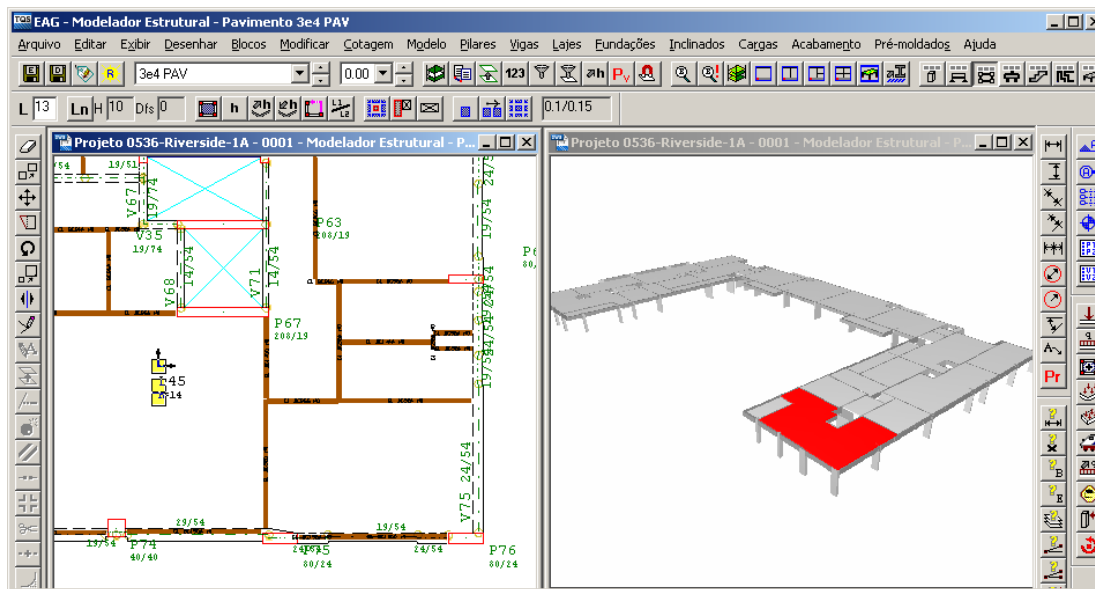
Porquê esta integração ainda **NÃO** funciona?

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

## Como é hoje o Projeto Estrutural

### Fornecimento de Dados

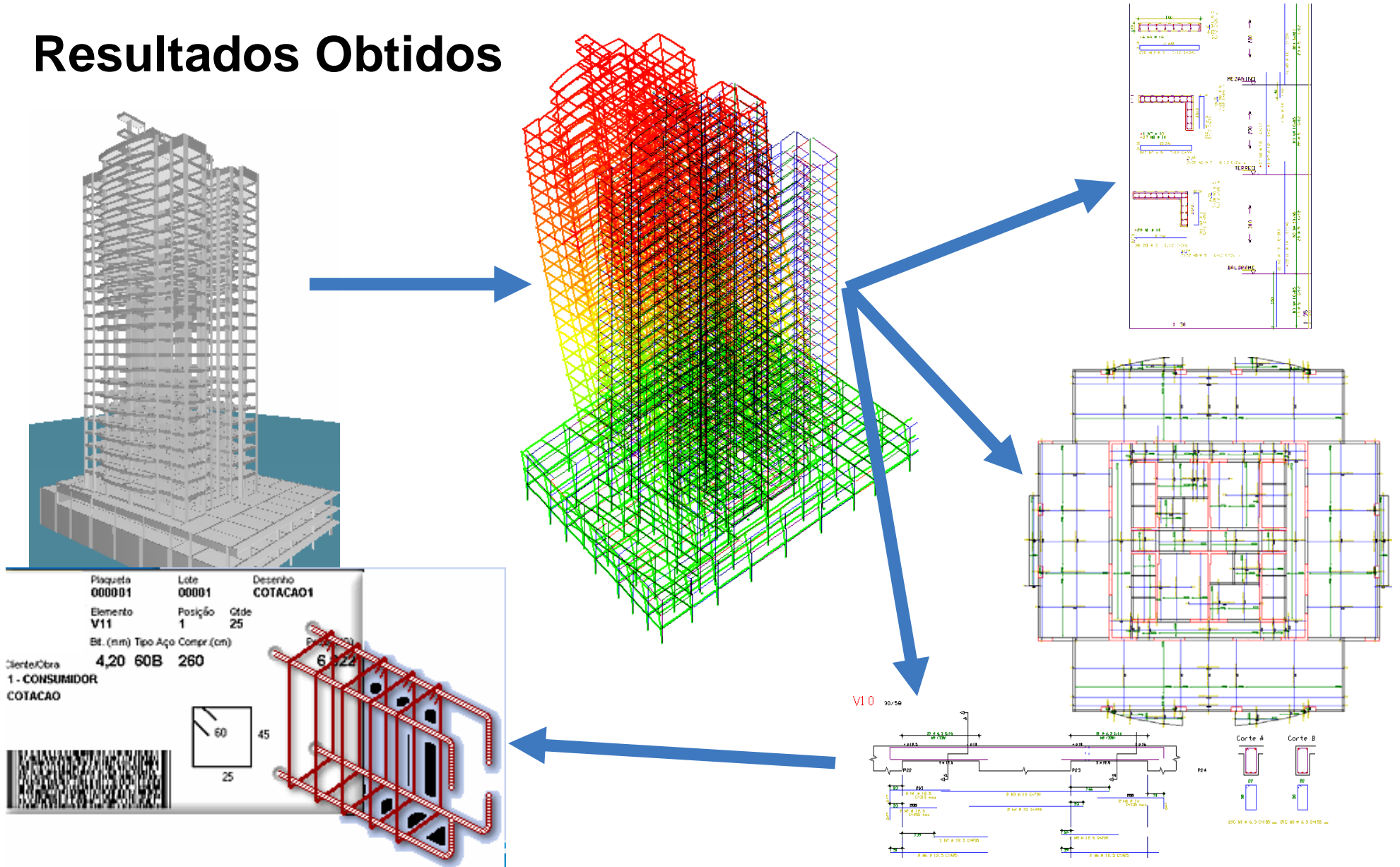
- Informações captadas no mais alto nível. Definição do modelo estrutural através de vigas, pilares, lajes e fundações.
- Lançamento estrutural feito em 2.5D ou 3D.
- Cargas atuantes (peso próprio, vento, variáveis)
- Condições de contorno especiais (sondagem)



# BIM

# Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

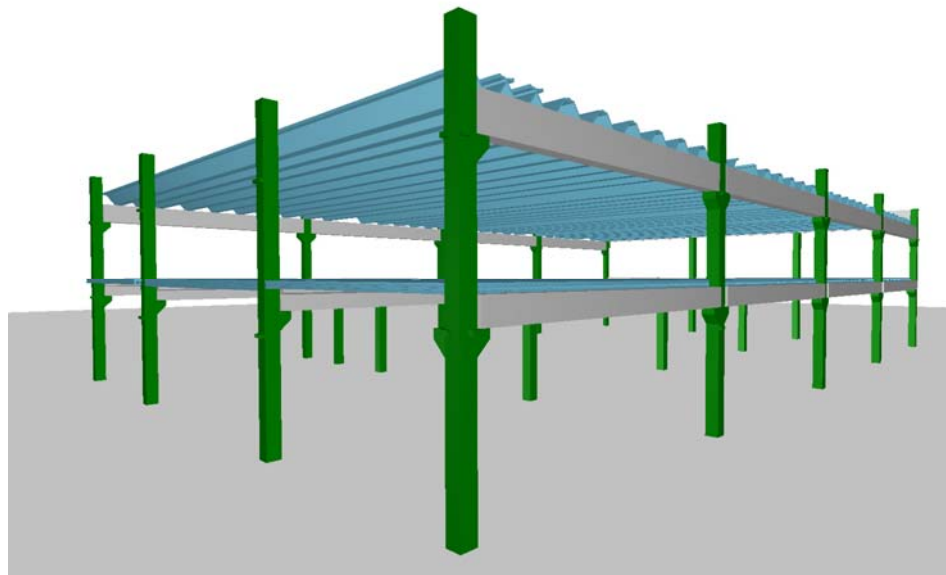
## Resultados Obtidos



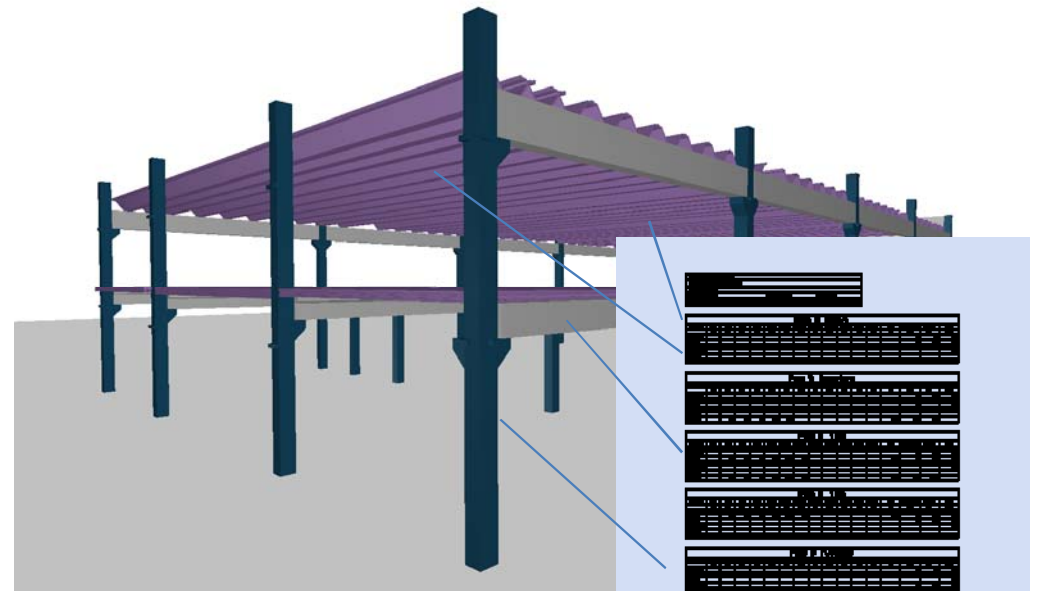
### 3D e informação associada

3D “Neutro”

3D integrado com informação



Geometria



Objeto

### 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

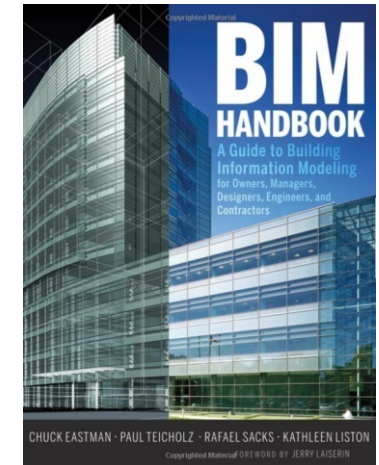
**Solução: BIM - “Potencial”**

Modelagem das Informações do Edifício realizada com:

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

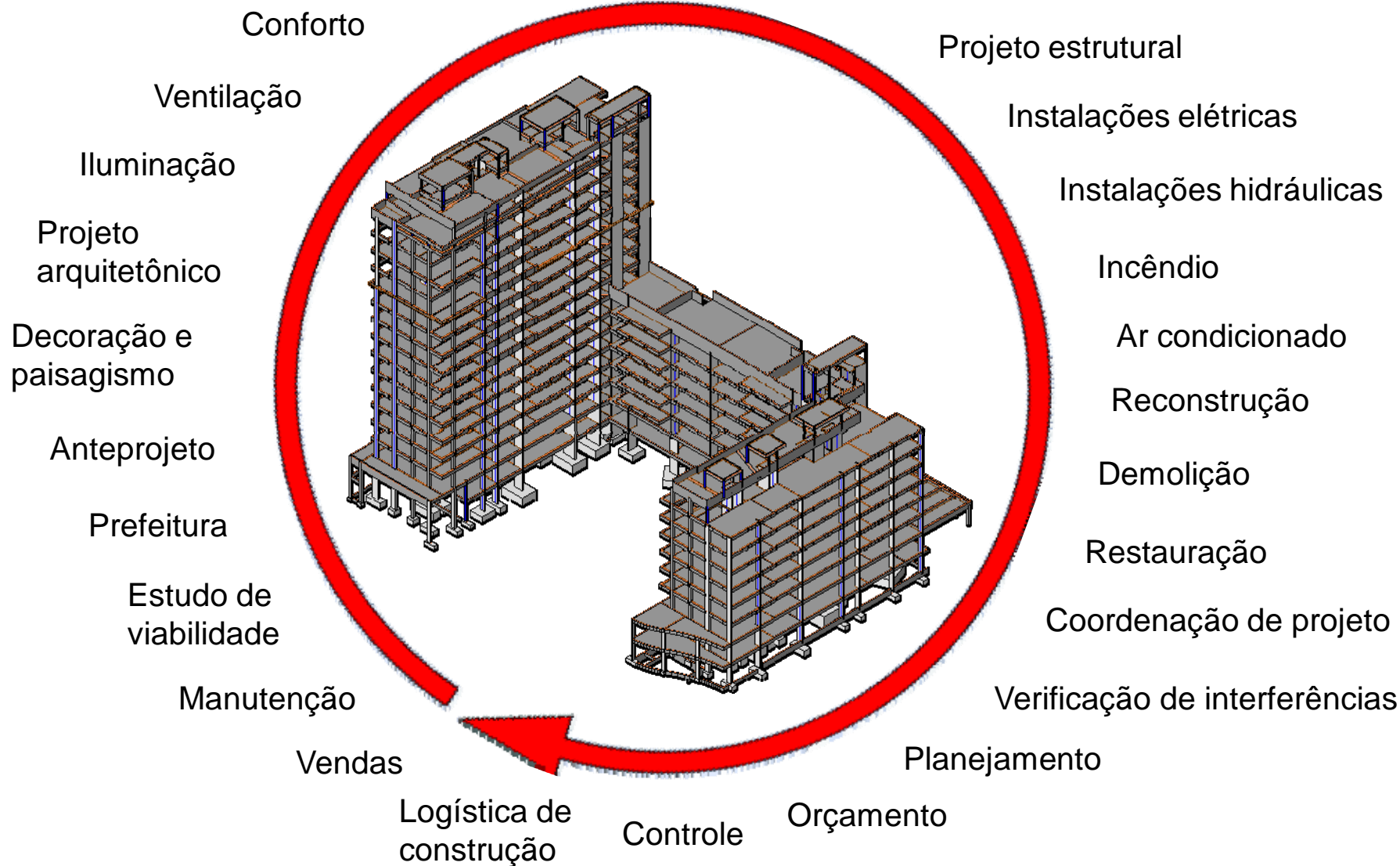
## Afinal, o que é BIM?

- 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:**

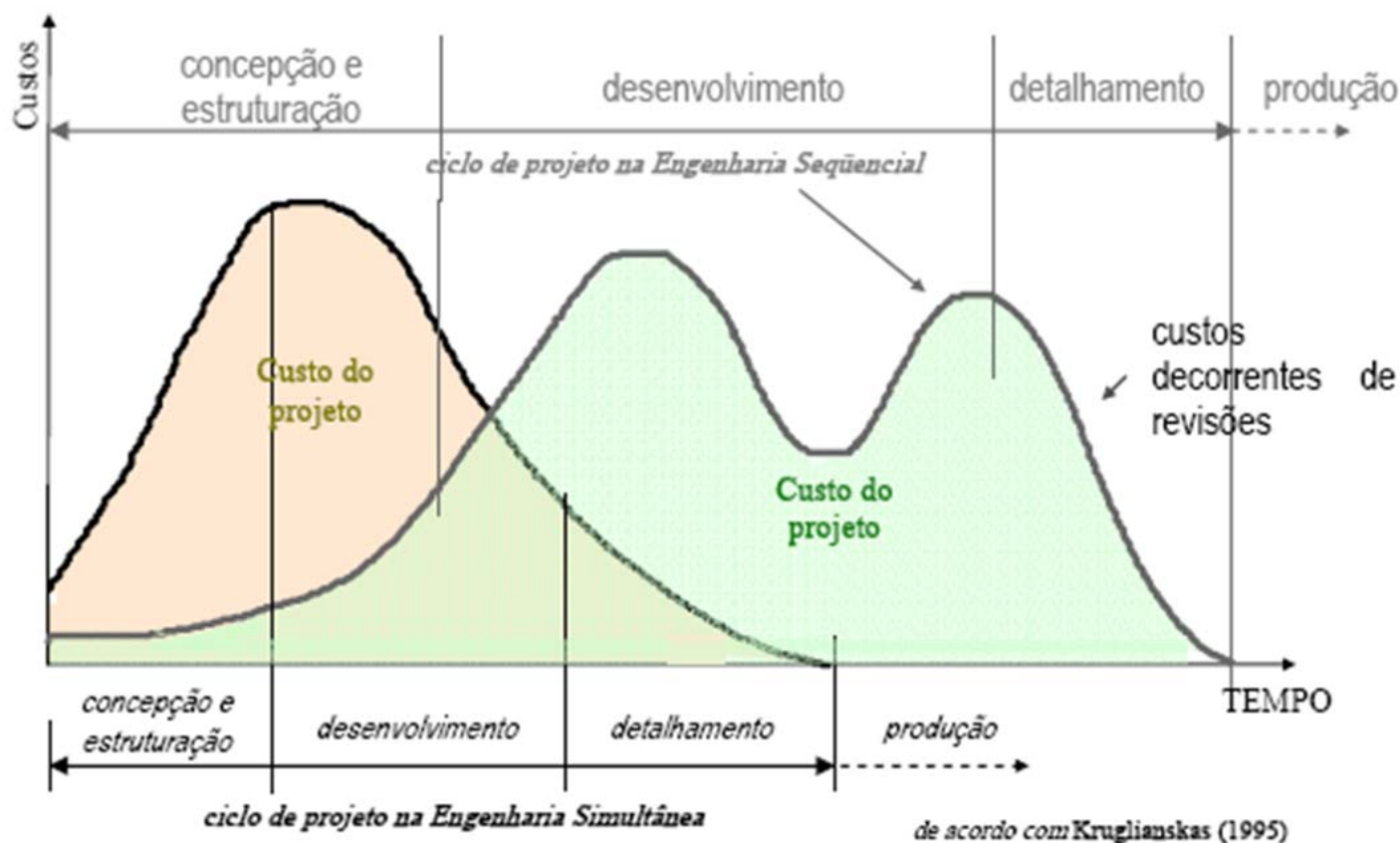
- Melhores de melhor qualidade
- Menores custos
- Menores prazos
- Com menos erros

#### **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.

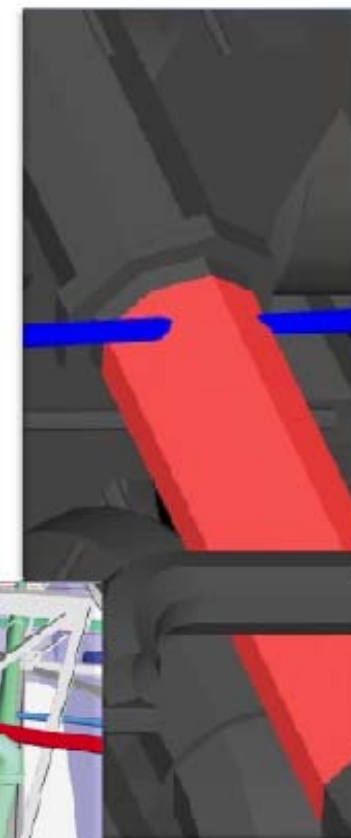
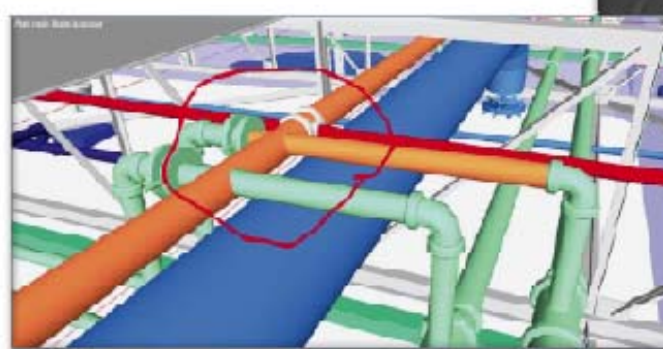
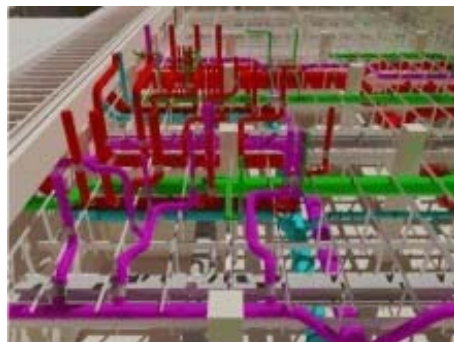
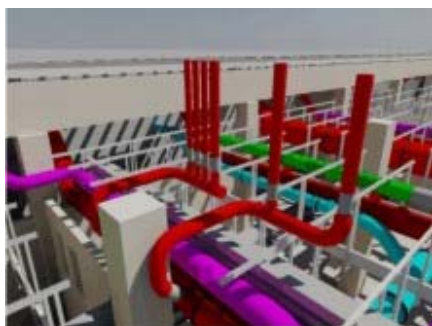
### Benefícios Potenciais – Construção

Projeto Arquitetônico – 3D

Projeto Estrutural – Geometria – Armaduras – 3D

Projeto de Instalações – 3D

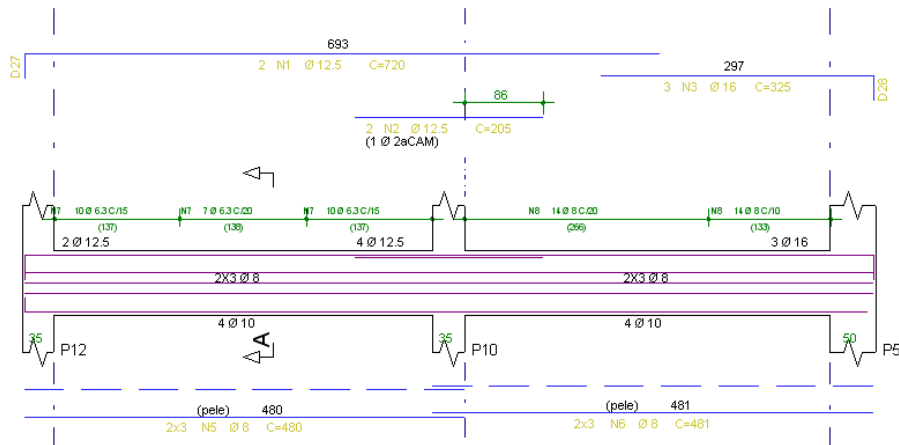
Construção/Coordenação de projeto – 3D



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

## Benefícios Potenciais – Construção

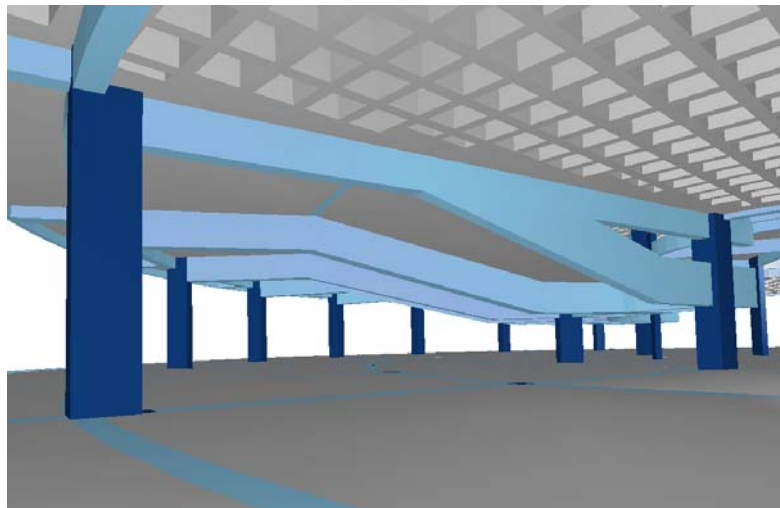
### CAD



### Desenho Técnico

- Linhas
- Cotas
- Textos

### BIM

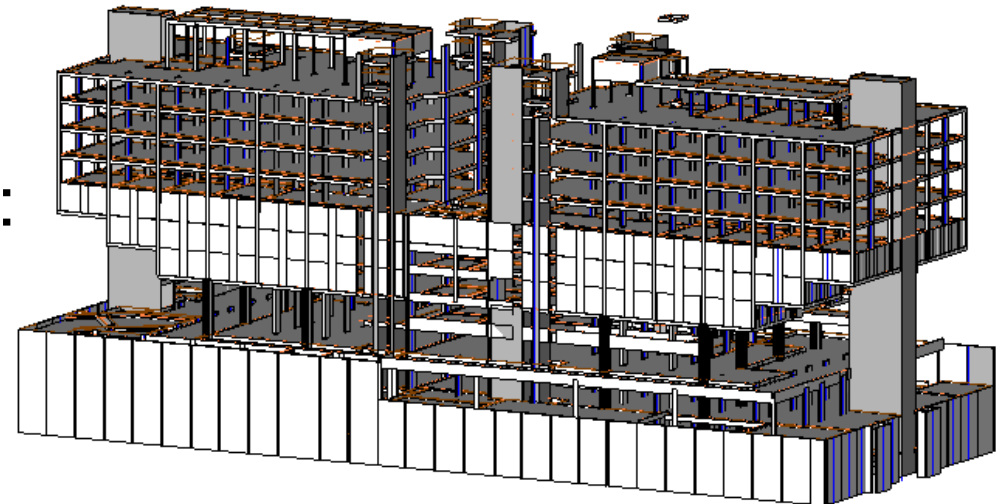


### Objeto

- Dimensões
- Cargas
- Atributos

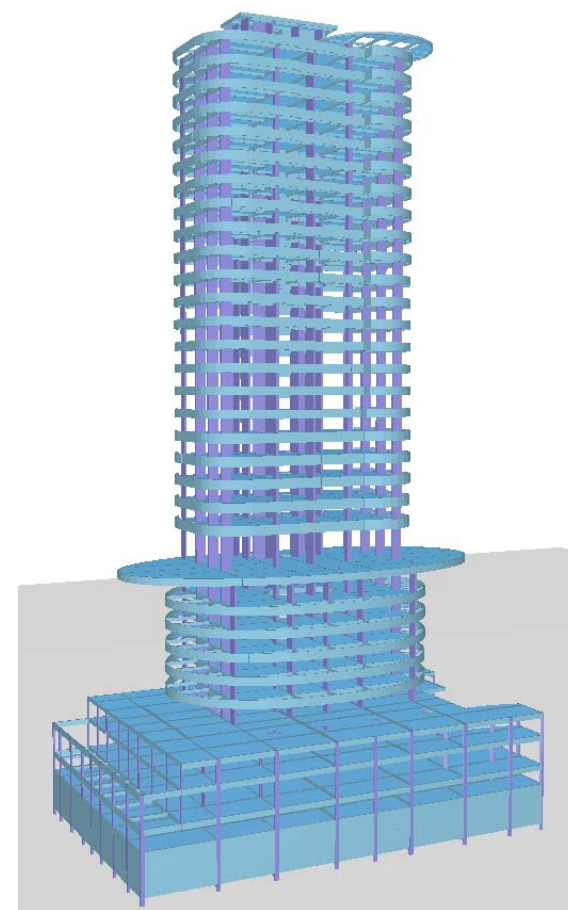
### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

- 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.



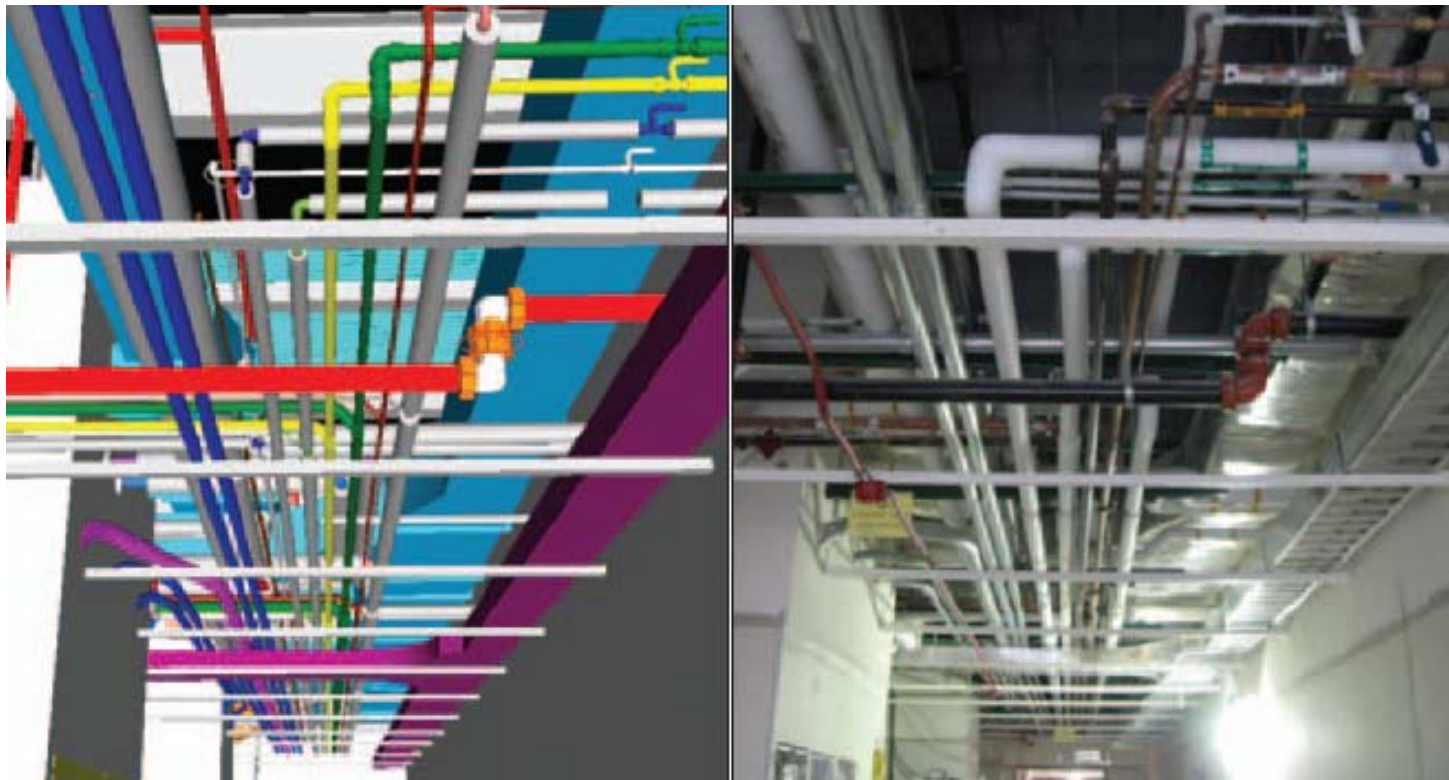
### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

- 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.



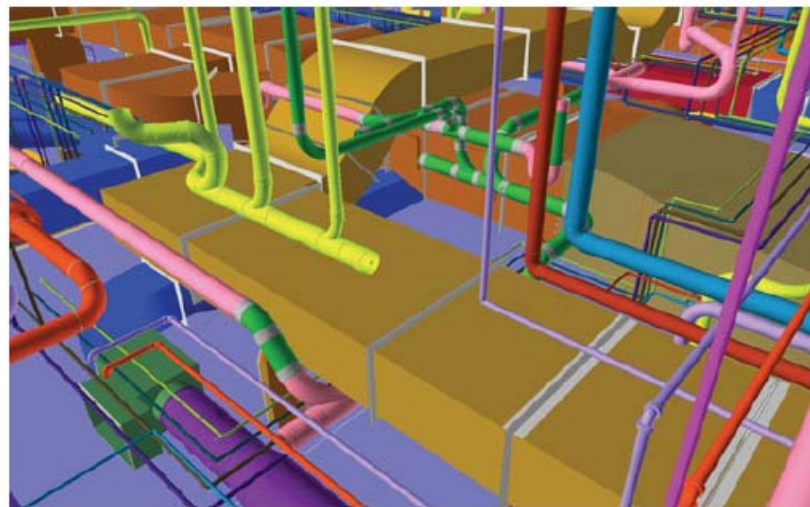
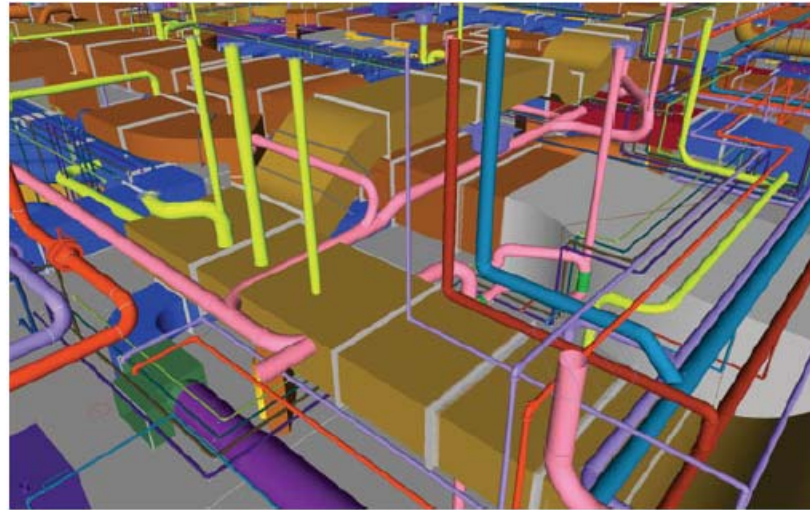


### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

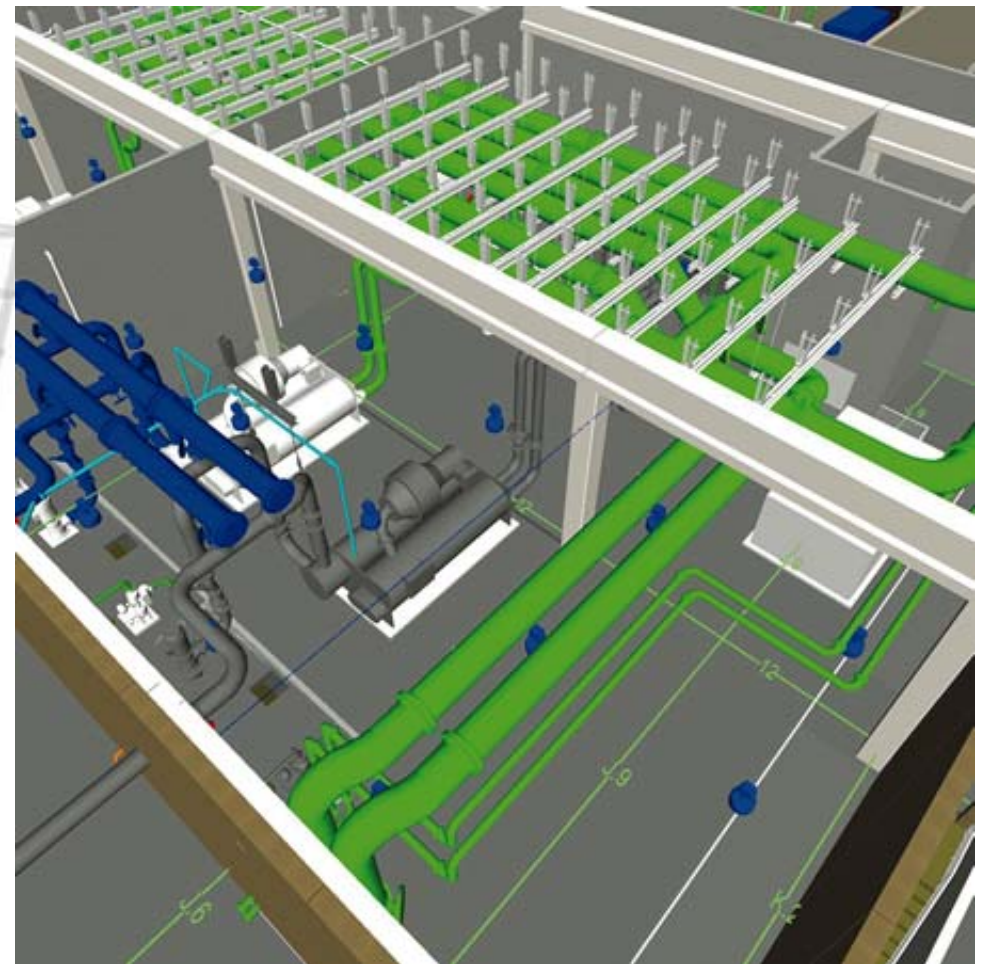
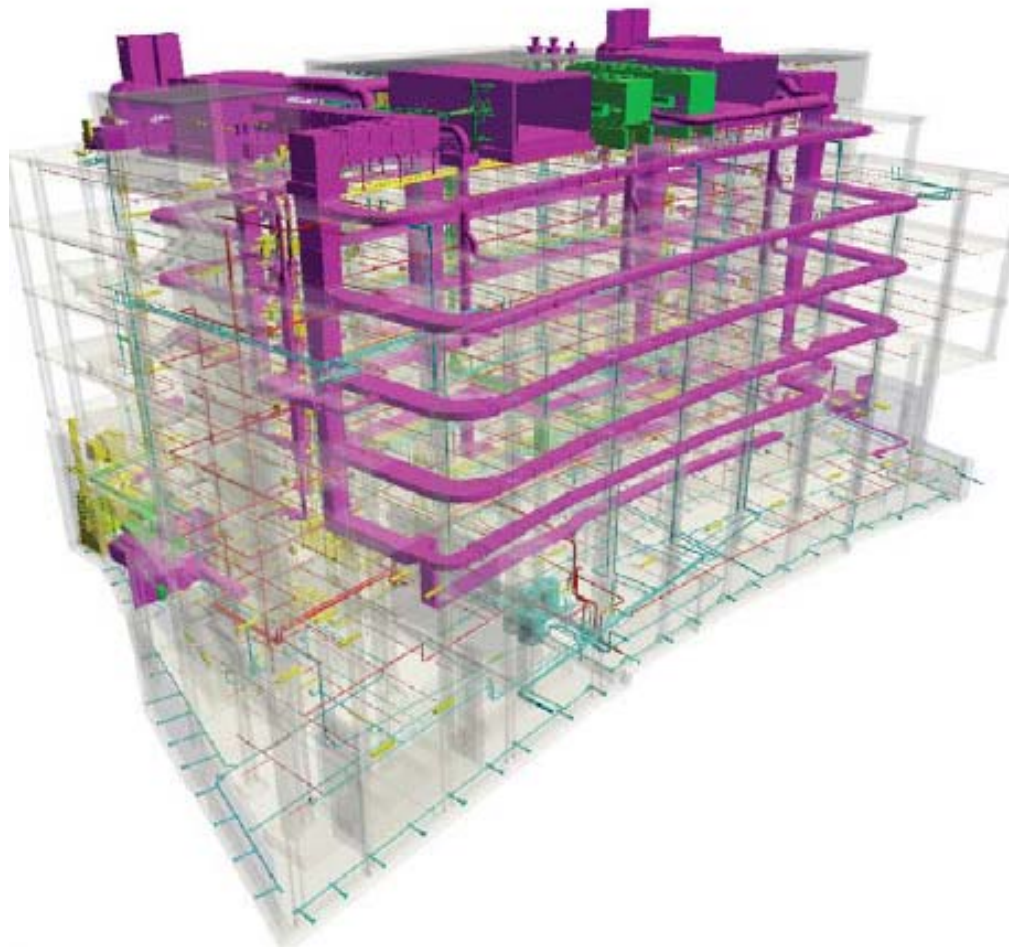


Fonte: Mc GrawHill Smart market - Mortenson Construction

### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

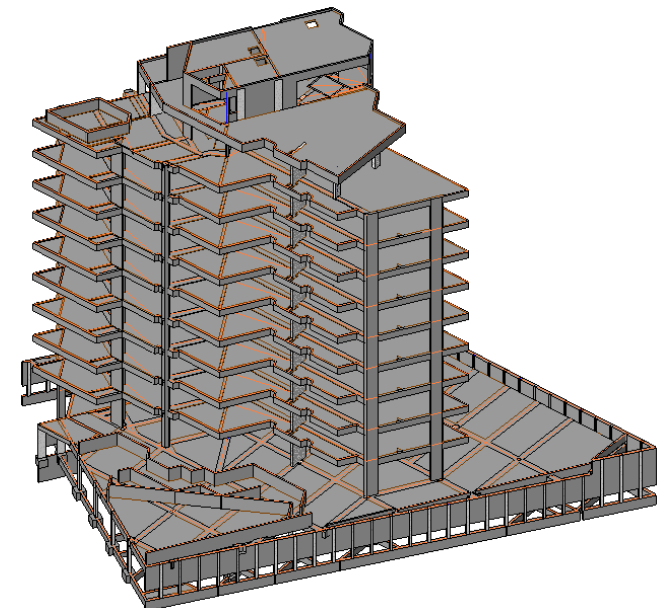


### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural



### 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.

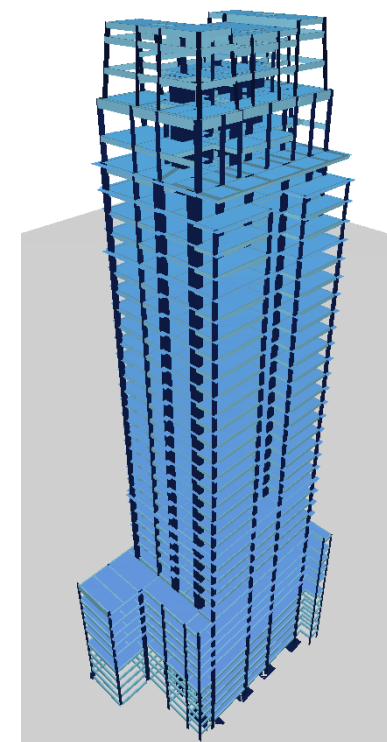


### Realidade atual do BIM – Software Estrutural

- 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”

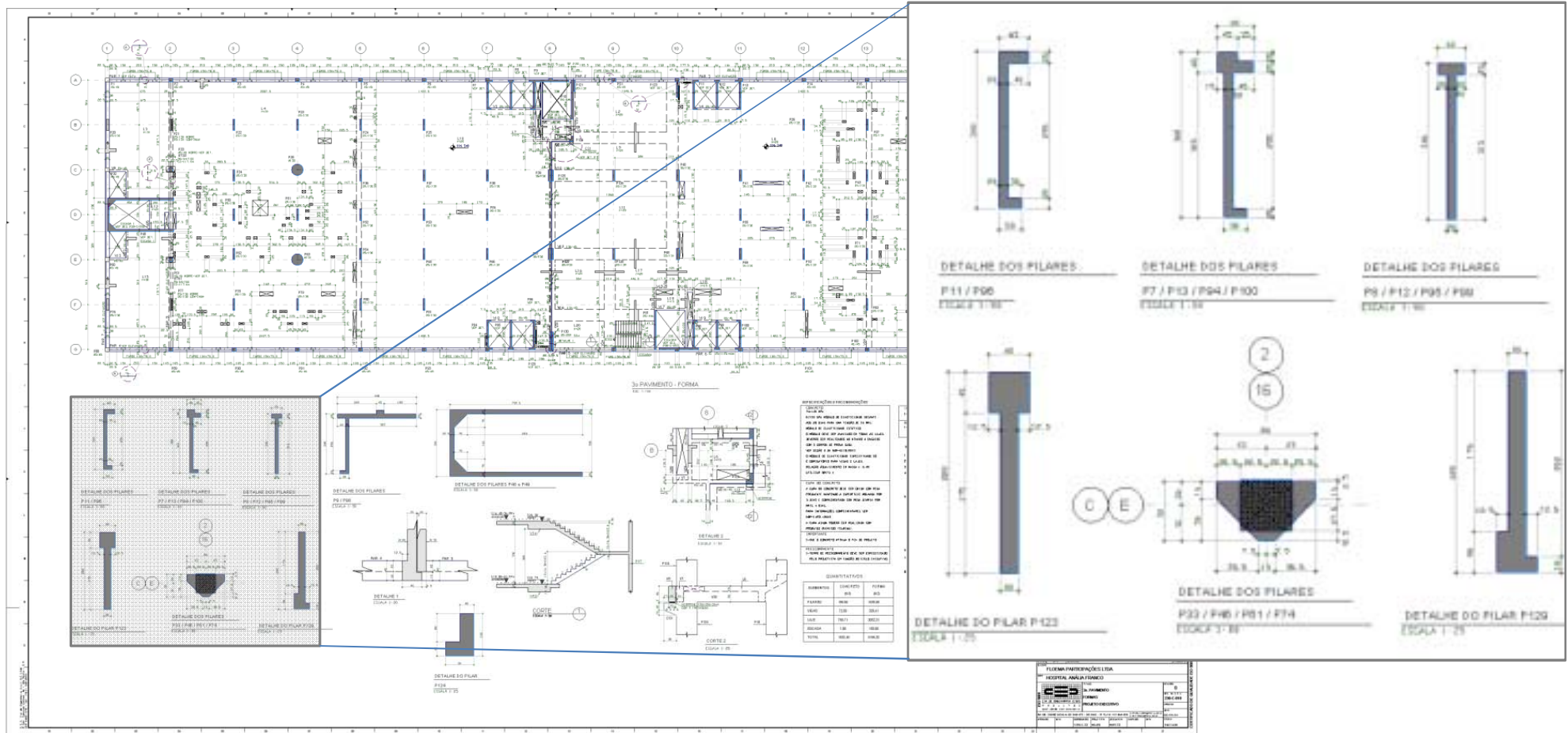


Estrutura metálica em 3D



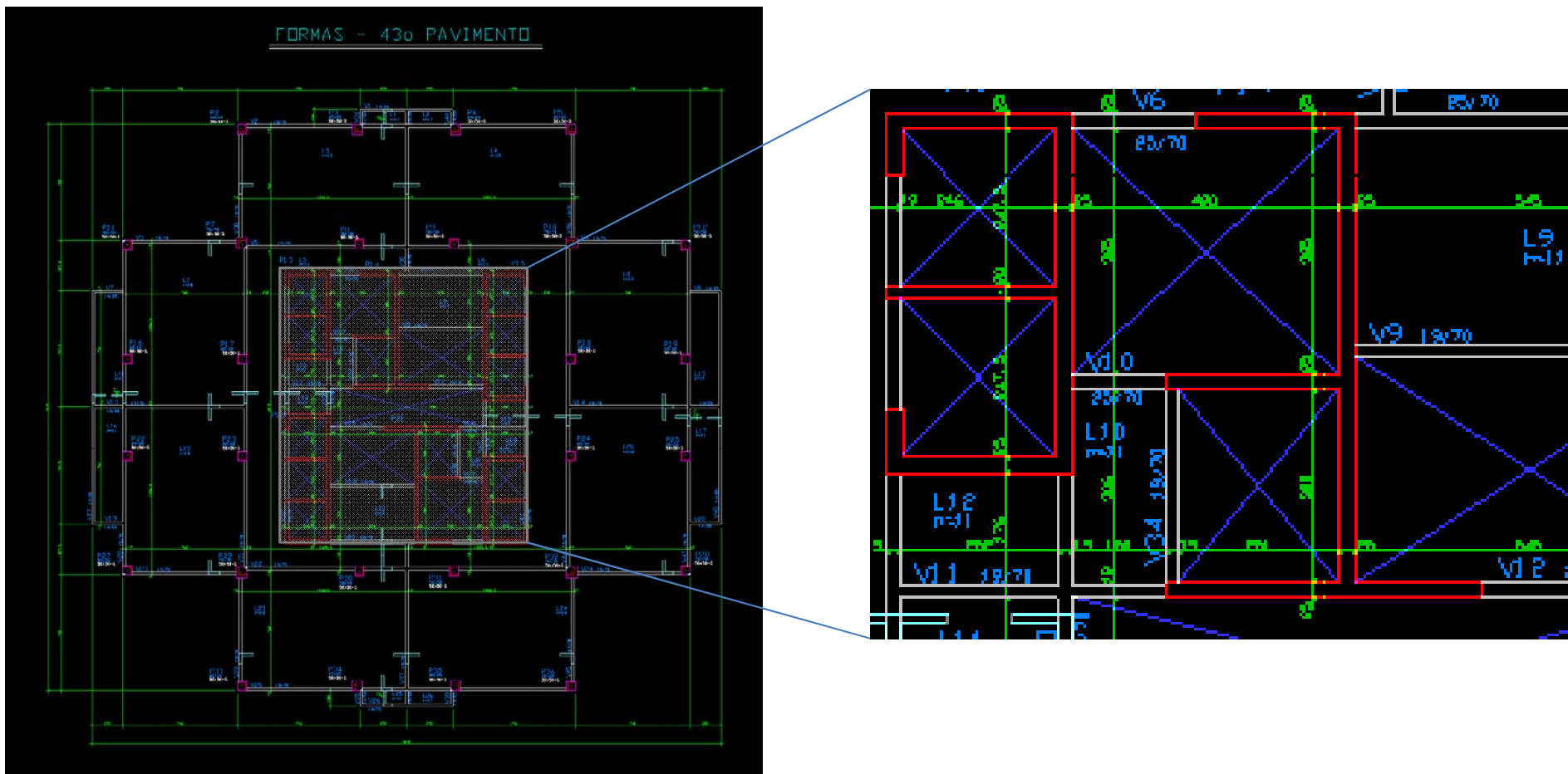
## BIM em Desenvolvimento – Concreto Armado

### Realidade das estruturas de concreto – Pilares



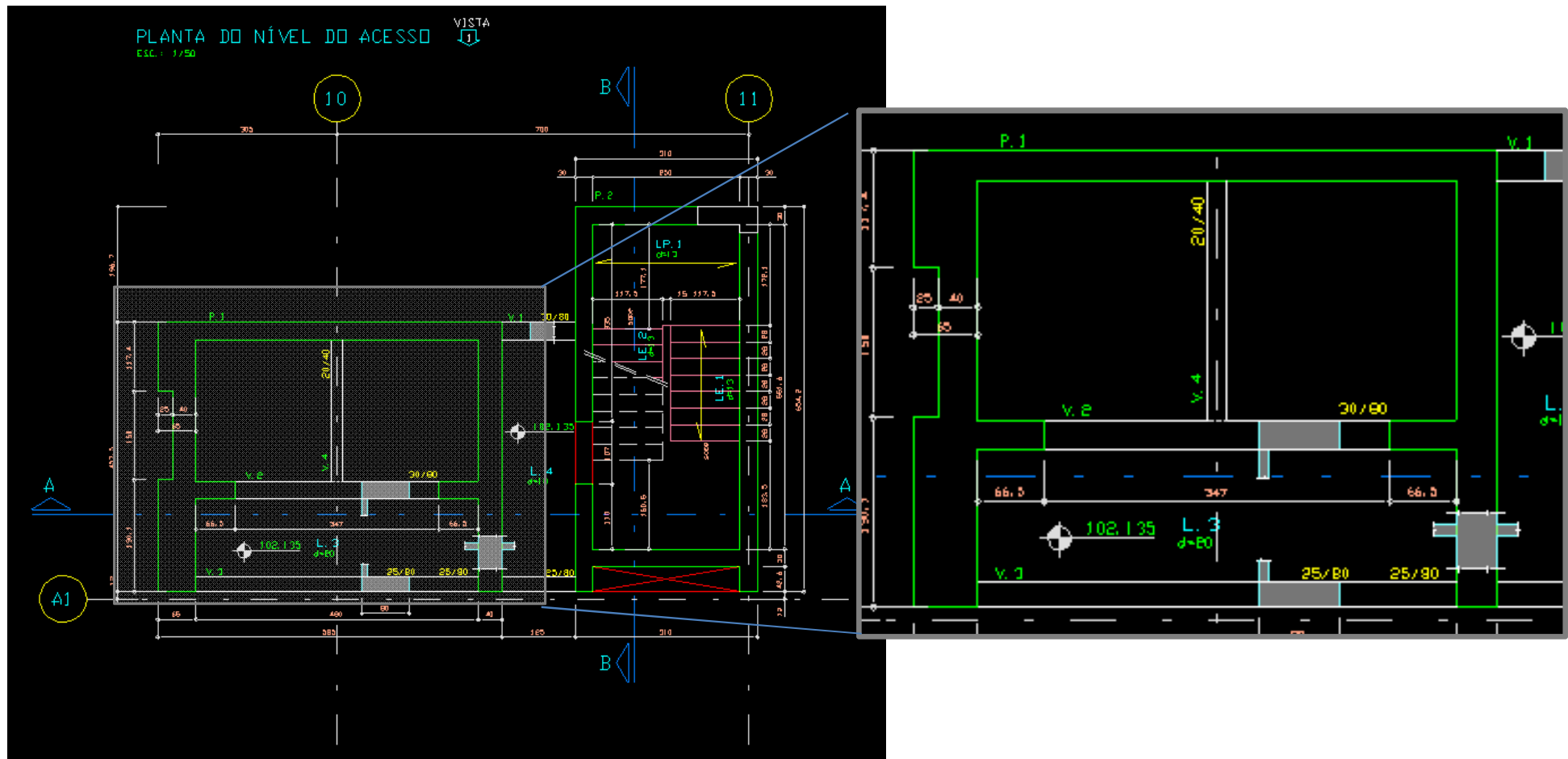
### BIM em Desenvolvimento – Concreto Armado

Realidade das estruturas de concreto – **Pilares**



## BIM em Desenvolvimento – Concreto Armado

### 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:**

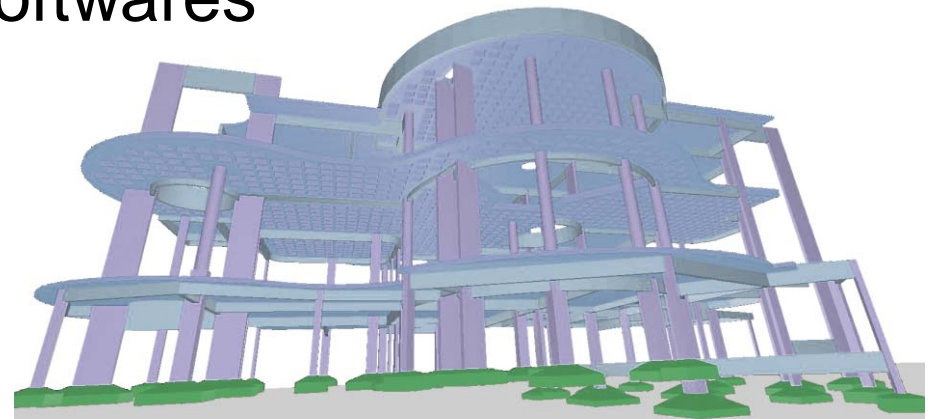
- **Interoperabilidade**

### 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

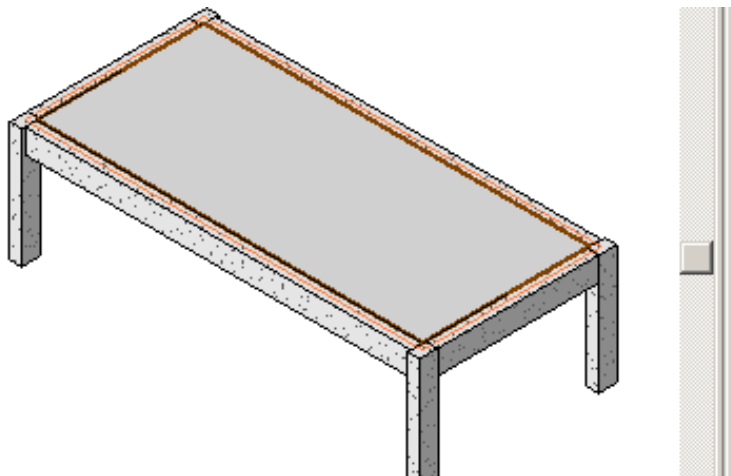
#### Formato IFC

- 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.

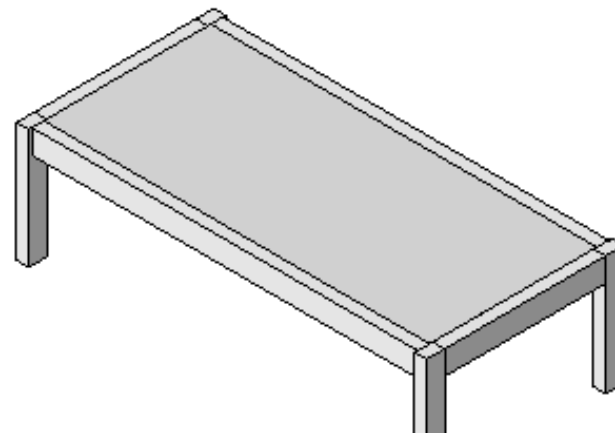


## Interoperabilidade – Comunicação entre Softwares

### 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

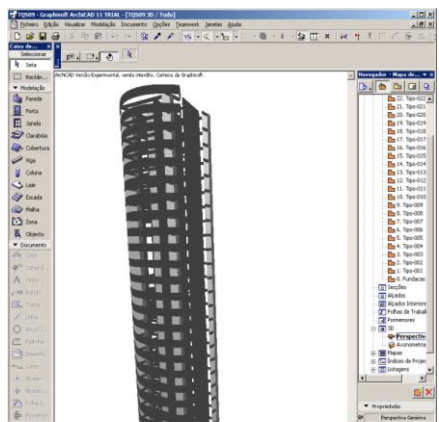
Property	Value
Cross-Section Rotation	0.000°
<b>Materials and Finishes</b>	
Beam Material	Concrete - Cast-in-Place Concrete
<b>Structural</b>	
Cut Length	9700.0
Structural Usage	Girder
Rebar Cover - Top Face	Interior (framing, columns) <40>
Rebar Cover - Bottom Face	Interior (framing, columns) <40>
Rebar Cover - Other Faces	Interior (framing, columns) <40>
<b>Dimensions</b>	
Length	10000.0
Volume	1.746 m³
<b>Identity Data</b>	
Comments	
Mark	

Parameter	Value
<b>Instance Properties</b>	
Family	M_Concrete-Rectangular Beam:300 x 60C
Type	M_Concrete-Rectangular Beam:300 x 60C
Instance Parameters - Control selected or to-be-created instance	
<b>Constraints</b>	
rel	Level 1
st	Level : Level 1
fset	3000.0 mm
oves With Nearby Elements	<input type="checkbox"/>
ference Level	
<b>Structural</b>	
Camber Size	
Number of studs	
<b>Dimensions</b>	
Volume	1.746 m³
<b>Identity Data</b>	
Comments	
Mark	
<b>Phasing</b>	
Phase Created	New Construction
Phase Demolished	None
<b>IFC Parameters</b>	
IFC GUID	3WfGvsxqjBFQHam1BRVgY7

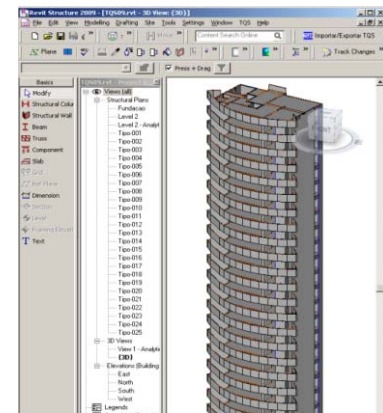
# BIM

# Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

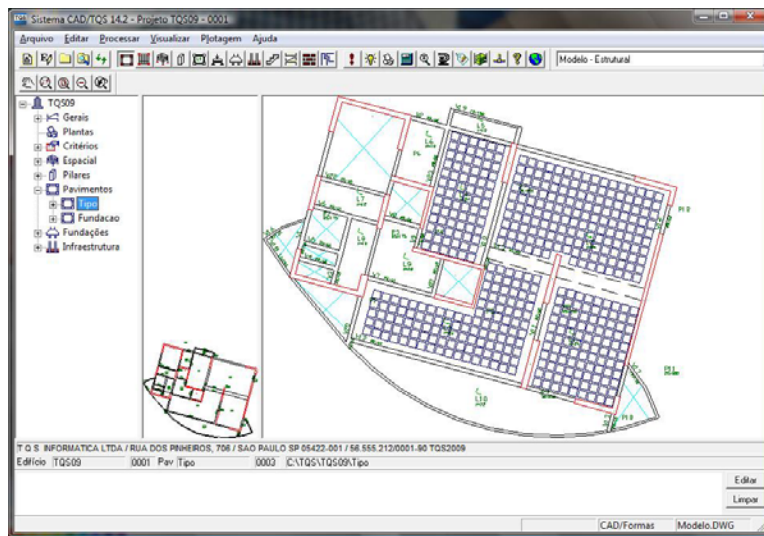
## Integração IFC



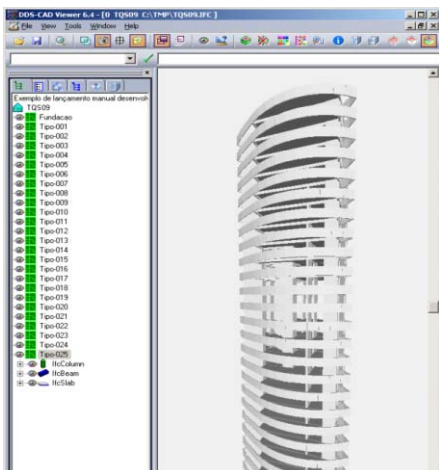
ArchiCAD



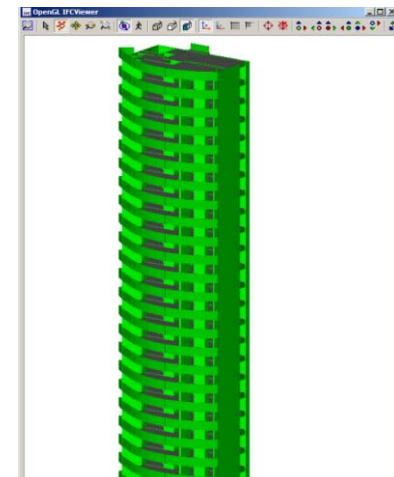
REVIT



## IFC



DDS - CAD Viewer



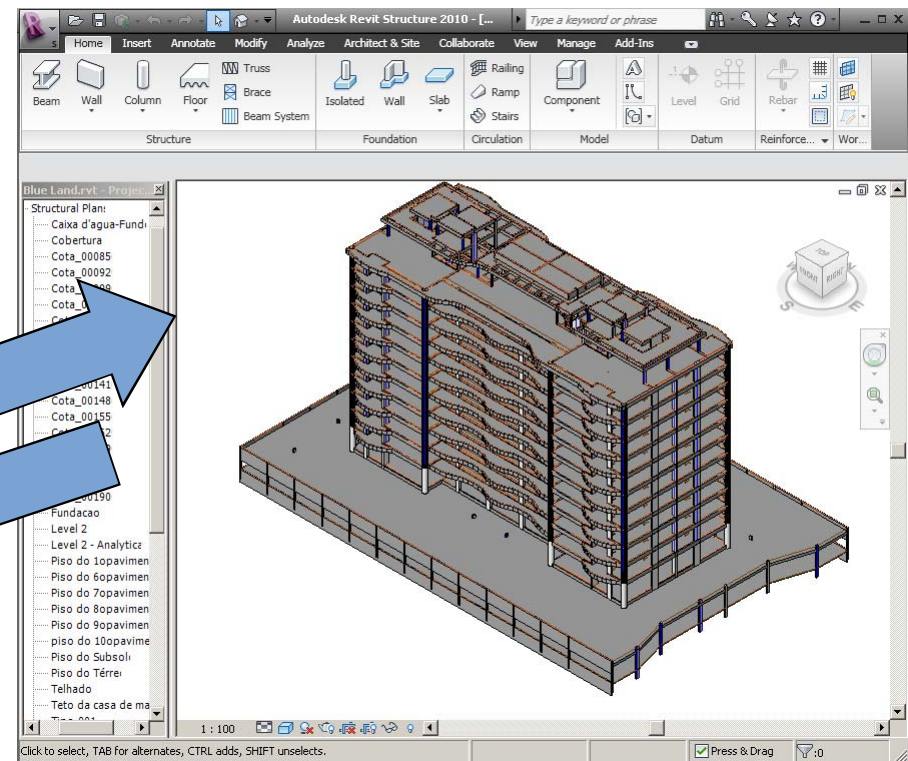
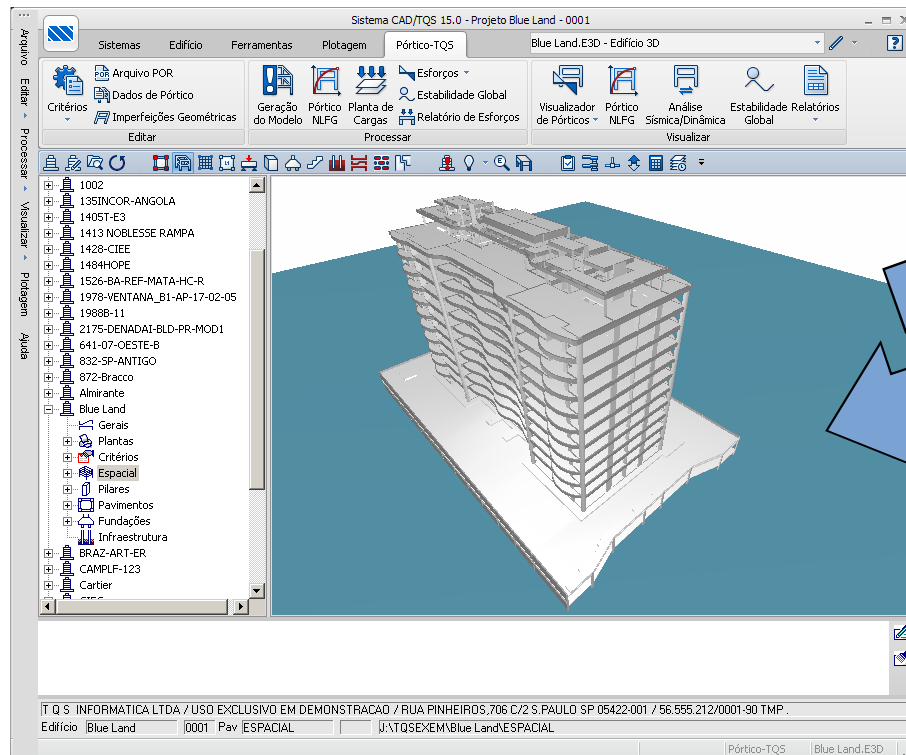
NEMETSCHek

# BIM

# Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

## Soluções específicas de interface entre Softwares

### Software estrutural



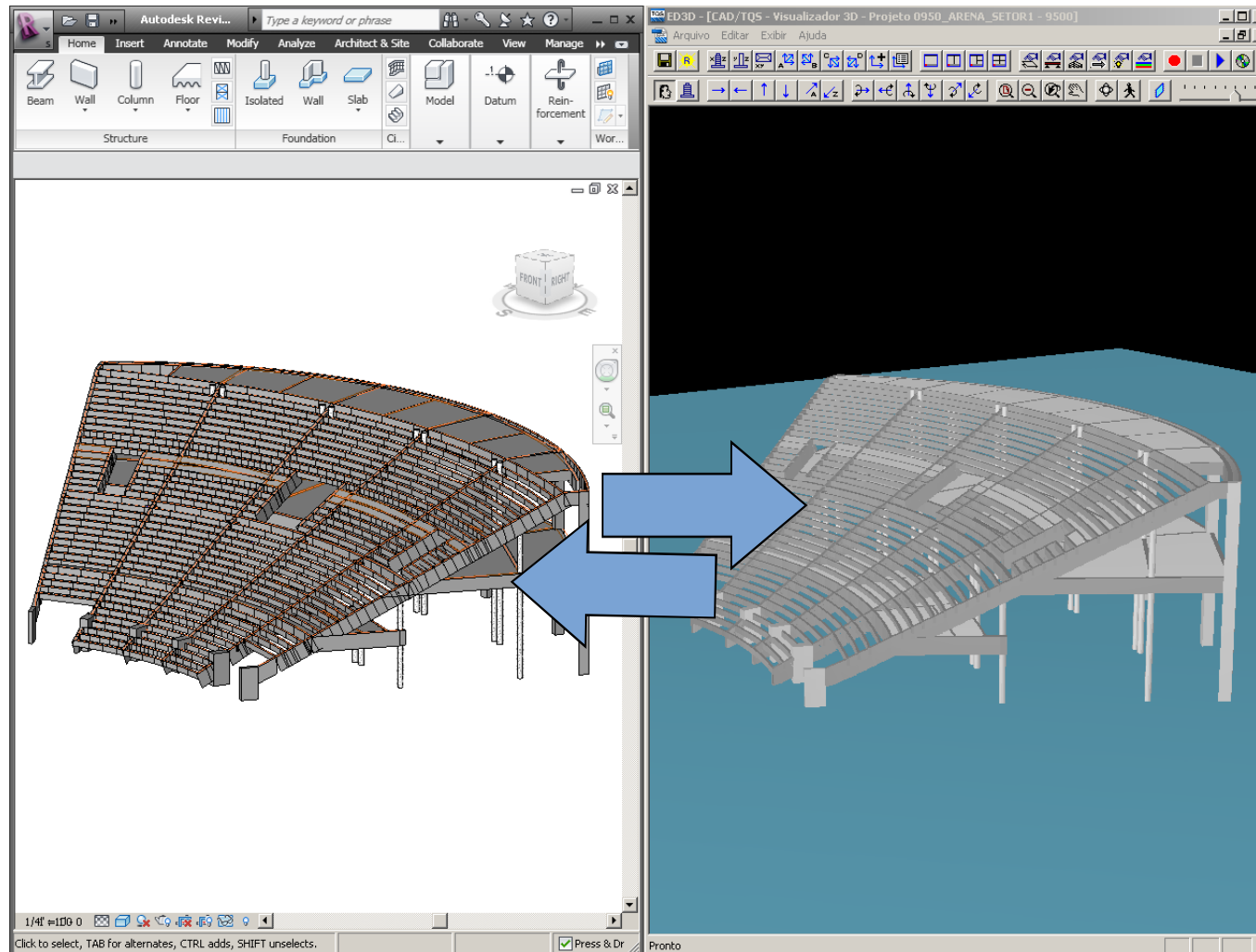
### Software arquitetônico

Precisa ser especialmente desenvolvida pelo fornecedor de software

# BIM

## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

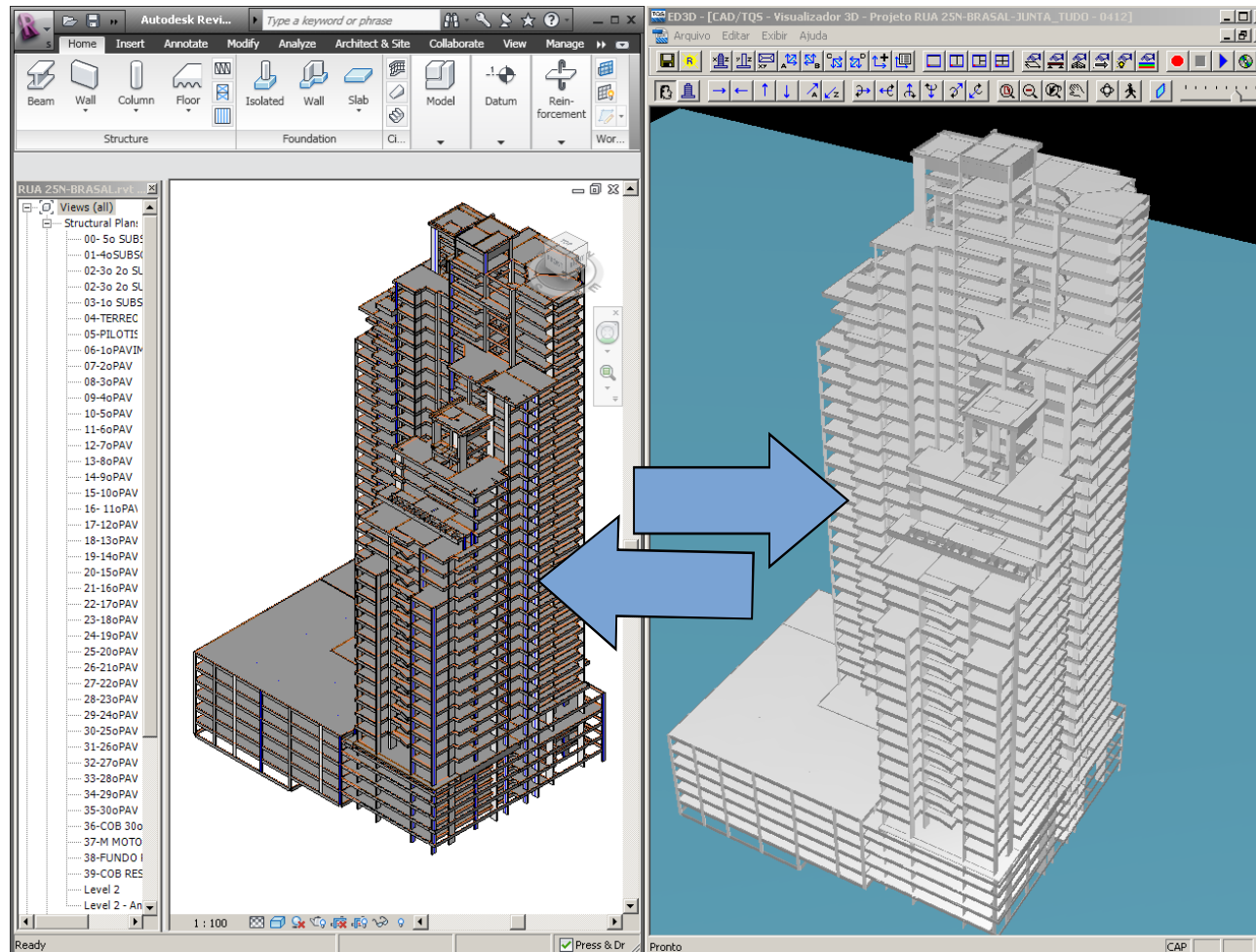
### Soluções específicas de interface entre Softwares



# BIM

## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

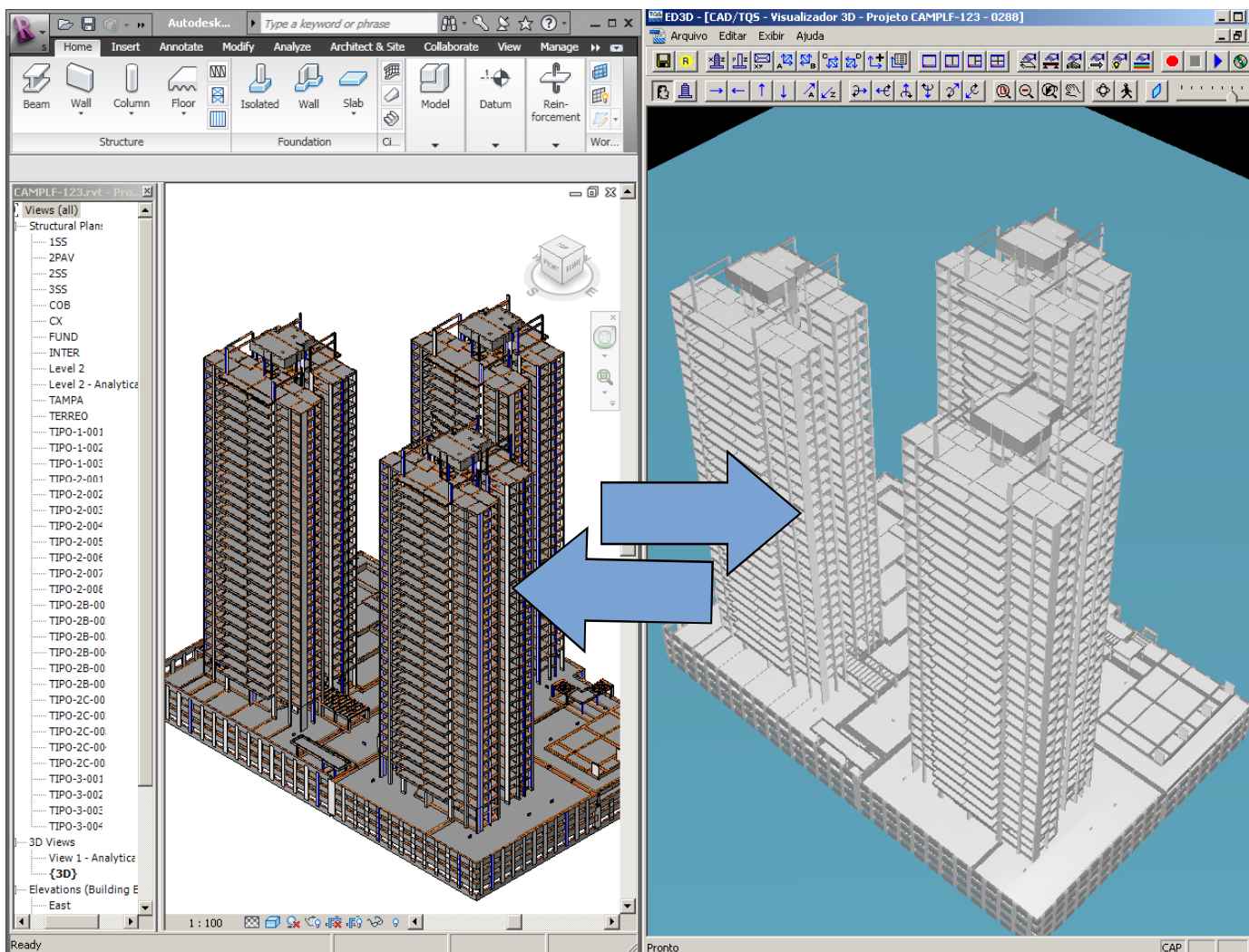
### Soluções específicas de interface entre Softwares



# BIM

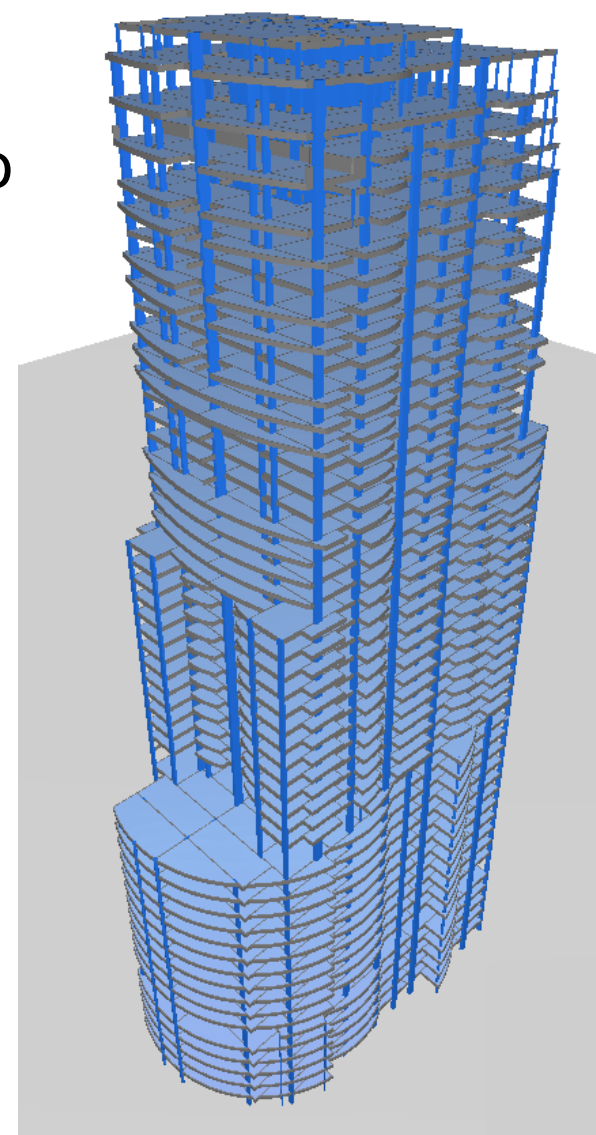
## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

### Soluções específicas de interface entre Softwares



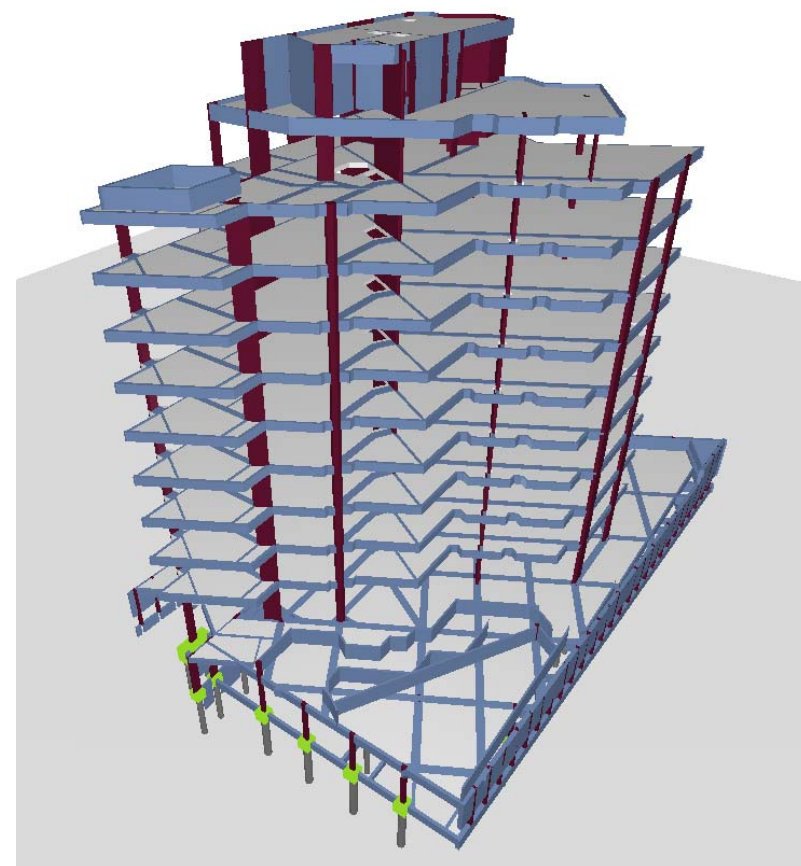
### Impactos Potenciais

- 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**





# BIM

## Modelagem de Informação do Edifício Projeto Estrutural

---

# Obrigado

---

**Nelson Covas**

nelson@tqs.com.br