



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

# BIM

## Um Novo Paradigma

### Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

O BIM do ponto de vista do projeto estrutural

O BIM do ponto de vista de um fornecedor de software de projeto estrutural



**TQS**

**Abram Belk** - [abram@tqs.com.br](mailto:abram@tqs.com.br)



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

- Metodologia de projeto
- Automação no projeto estrutural
- Visão geral do BIM
- Interoperabilidade
- Estudo de caso – software de projeto estrutural
- Ligação unidirecionais e bidirecionais
- Considerações finais

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

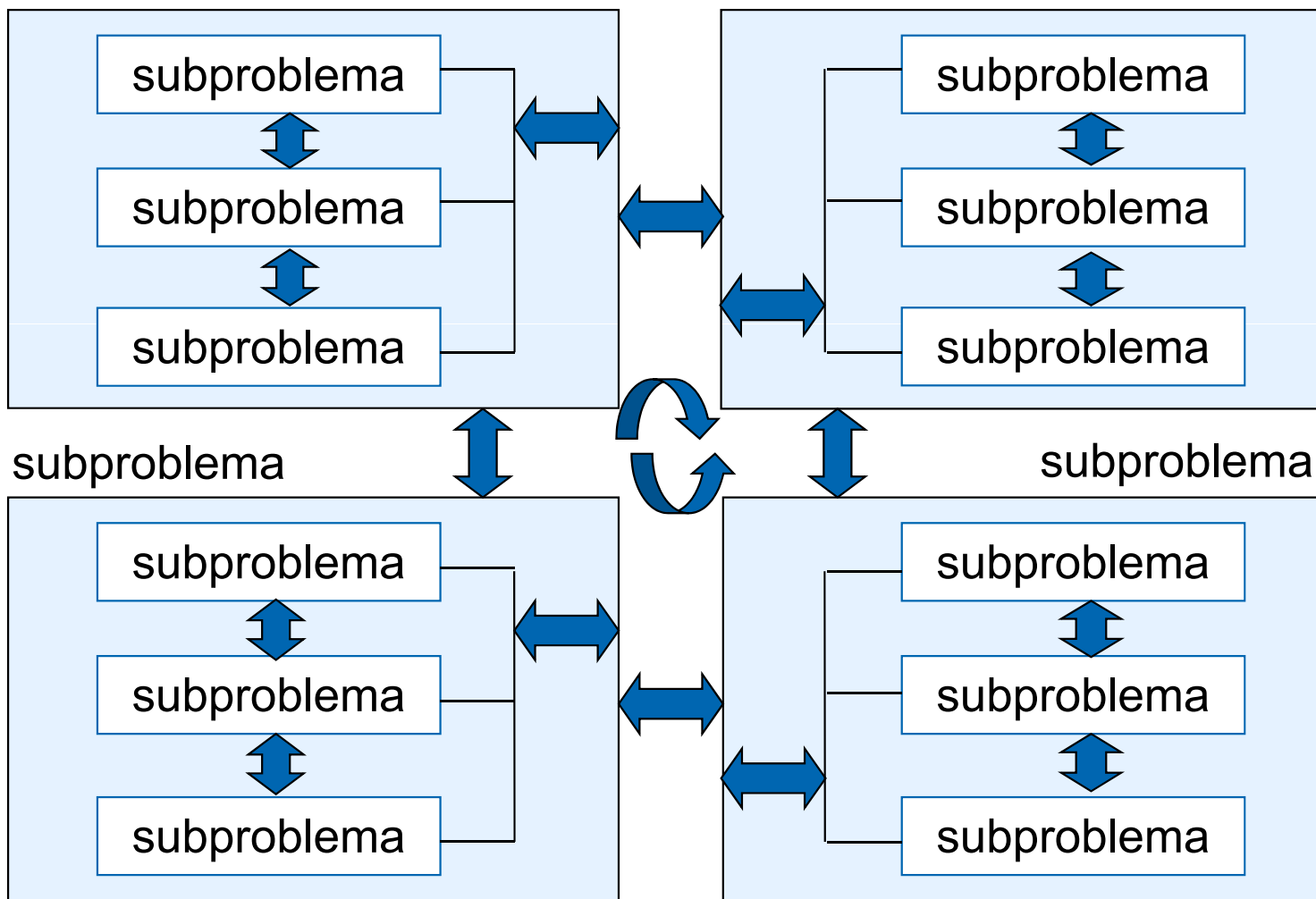
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Metodologia de projeto

Problema

subproblema

subproblema



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Metodologia de Projeto

- A troca de informações cresce exponencialmente
- Os erros na troca de informações crescem
- Informações distribuídas em várias hierarquias
- Perda de visibilidade de projeto
- Maior esforço de coordenação
- Nem todas as variáveis são conhecidas
- Projeto sujeito a erros

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



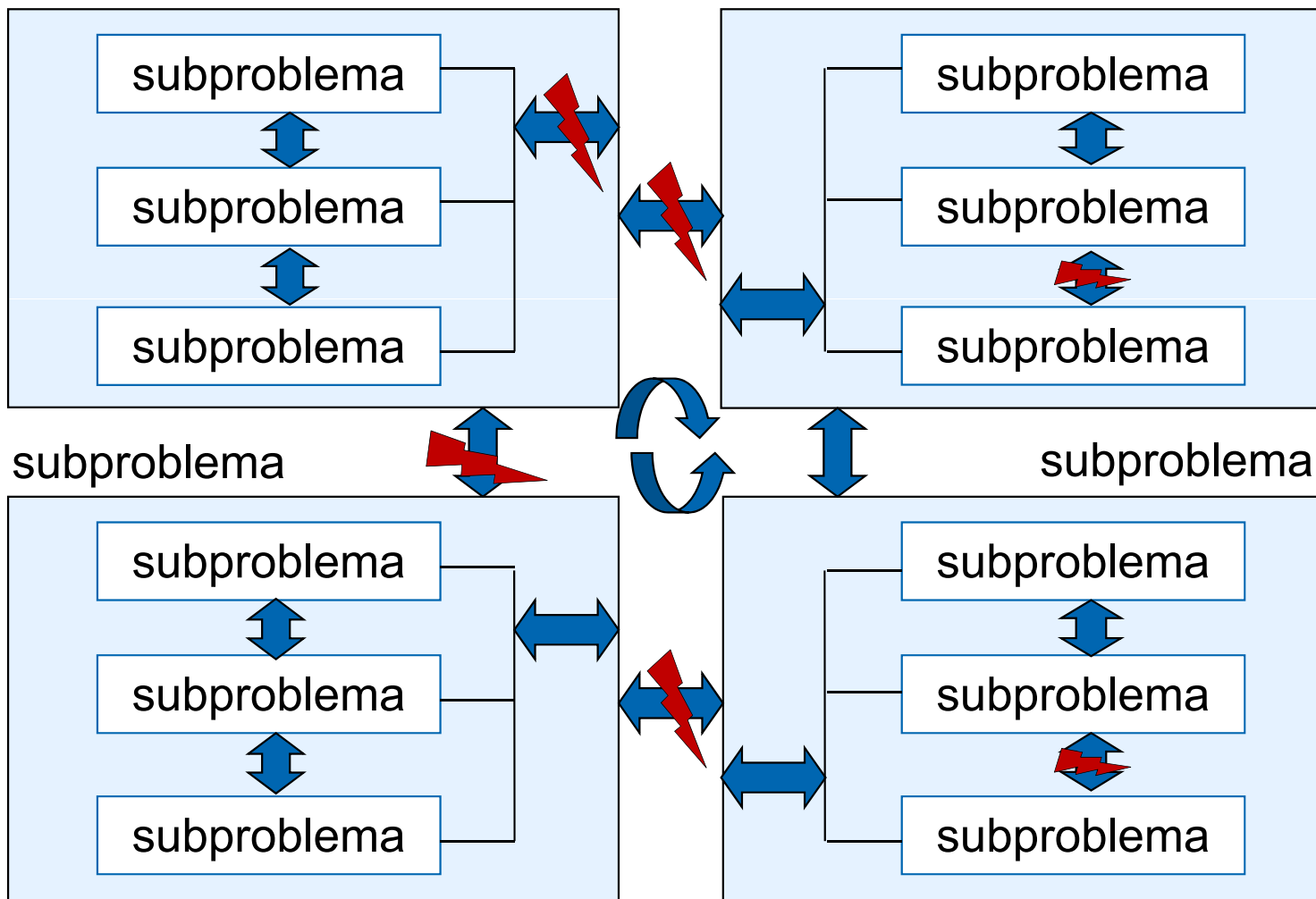
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Metodologia de projeto

Problema                      subproblema                      subproblema



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Metodologia de Projeto

#### Objetivo das ferramentas computacionais

- Centralização de base de dados - **eliminação de redundâncias.**
- **Tarefas repetitivas feitas pelo computador.** Facilidade para simulações.
- Possibilidade de menos pessoas tratar **subproblemas maiores.**
- **Menos subproblemas,** menor erro na troca de informações.
- Menor esforço de coordenação.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

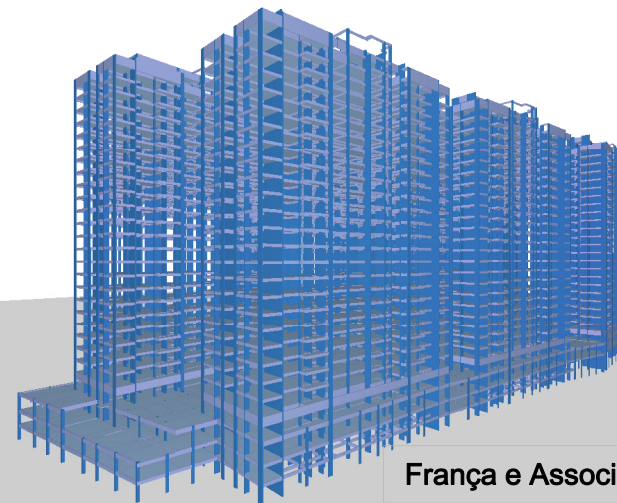
### Características do Projeto Estrutural

- Grande Responsabilidade
- Análises Complexas
- Realidade brasileira: Modelagem / Dimensionamento / Detalhamento e Desenhos Finais de Elementos Estruturais
- Poucos Insumos Básicos (concreto / aço / forma)
- Normas próprias Brasileiras – Força de Lei
- Execução: Base para o Topo / Projeto: Topo para Base
- Fortemente Dependente de outros Projetos
- A obra sempre é iniciada pelo Projeto Estrutural

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**





ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

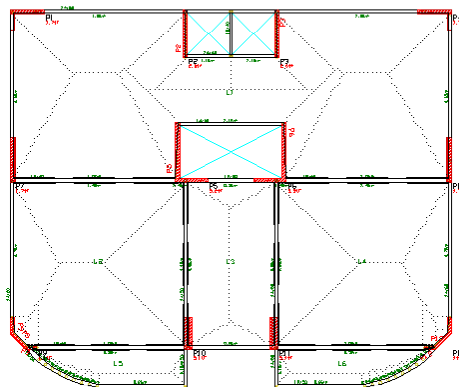
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

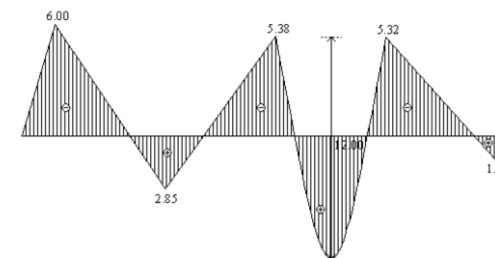
### Automação no projeto estrutural

Múltiplos modelos analíticos, muitas vezes simplificados, com transferência manual de informações

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



	C	D	E	
	0.43	0.57	0.50	0.50
-6.00	-3.00	0	-8.00	+8.00
	+2.00	+4.00	+4.00	+2.00
	+0.57	+0.28	-2.50	-5.00
	+0.56	+1.11	+1.11	+0.56
	-0.32	-0.16	-0.14	-0.28
	+0.08	+0.15	+0.15	+0.08
	-0.04			-0.04
-6.00	-2.85	+2.85	+5.38	-5.32
				-2.66



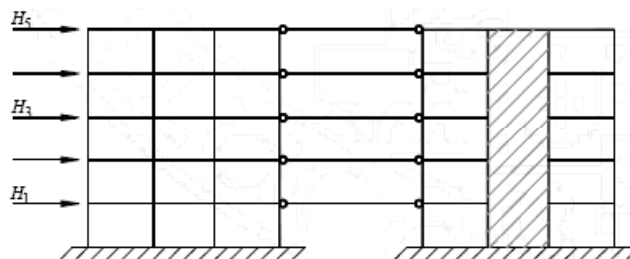
19/100

Corte A

ABO	QTD	MTZ (mm)	QUANTO	COMPRIMENTO (mm)	MASSA	FORÇA
			(mm)	(mm)	(kg)	(kN)
Ø10	1	6.0	2	400	100	
Ø10A	2	10.0	4	205	1140	
Ø10A	3	10.0	4	205	2800	
Ø10A	4	6.3	2	90	100	
Ø10	4	6.0	27	224	6272	
Ø10A	6	6.3	14	672	2040	

ABO	MTZ (mm)	COMPR. (mm)	QTD
Ø10	6.0	71	11
Ø10A	6.3	22	27
Ø10A	10.0	26	23
Qtds Totais Ø10 =			11
Qtds Totais Ø10A =			44



# TQS





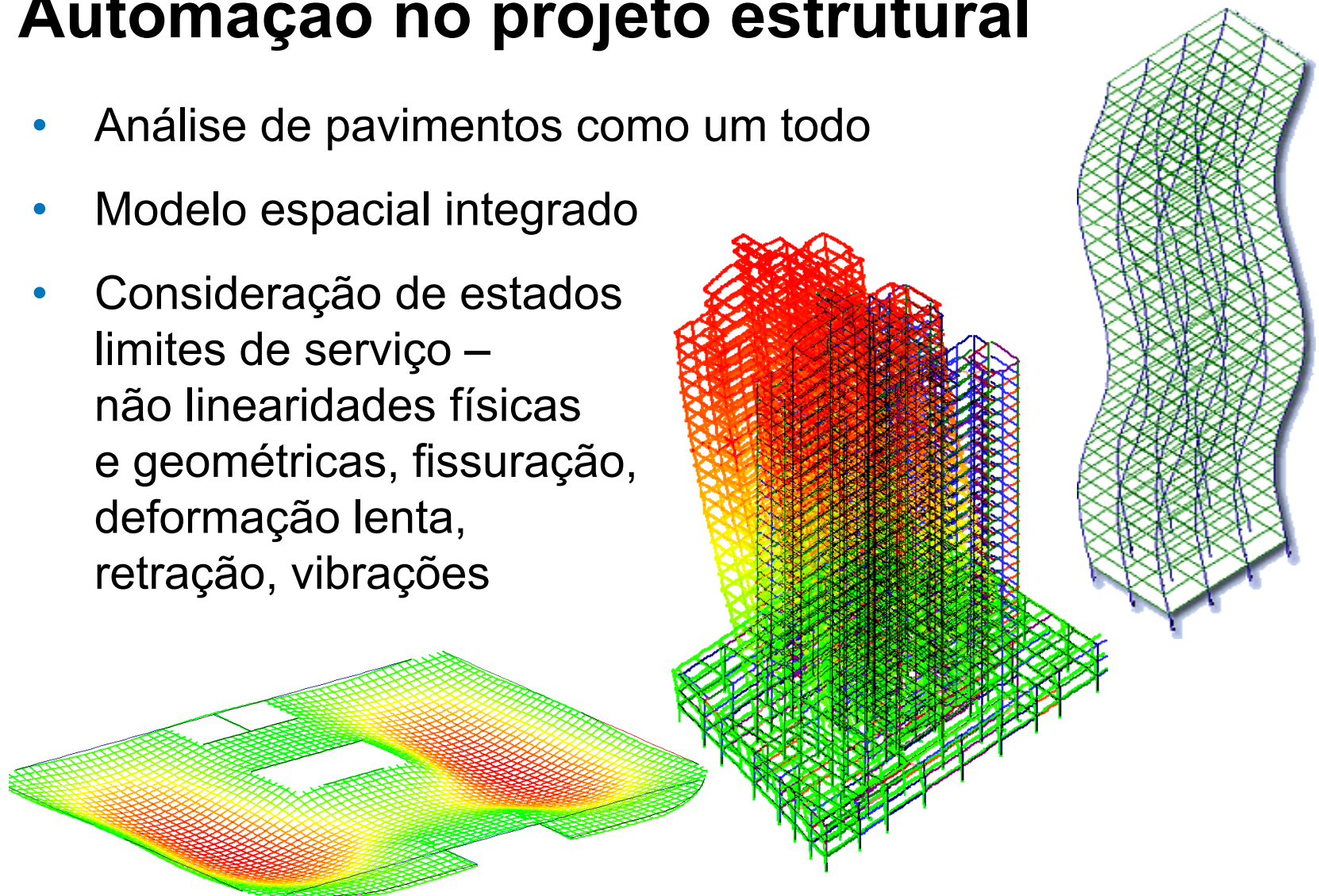
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Automação no projeto estrutural

- Análise de pavimentos como um todo
- Modelo espacial integrado
- Consideração de estados limites de serviço – não linearidades físicas e geométricas, fissuração, deformação lenta, retração, vibrações

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS

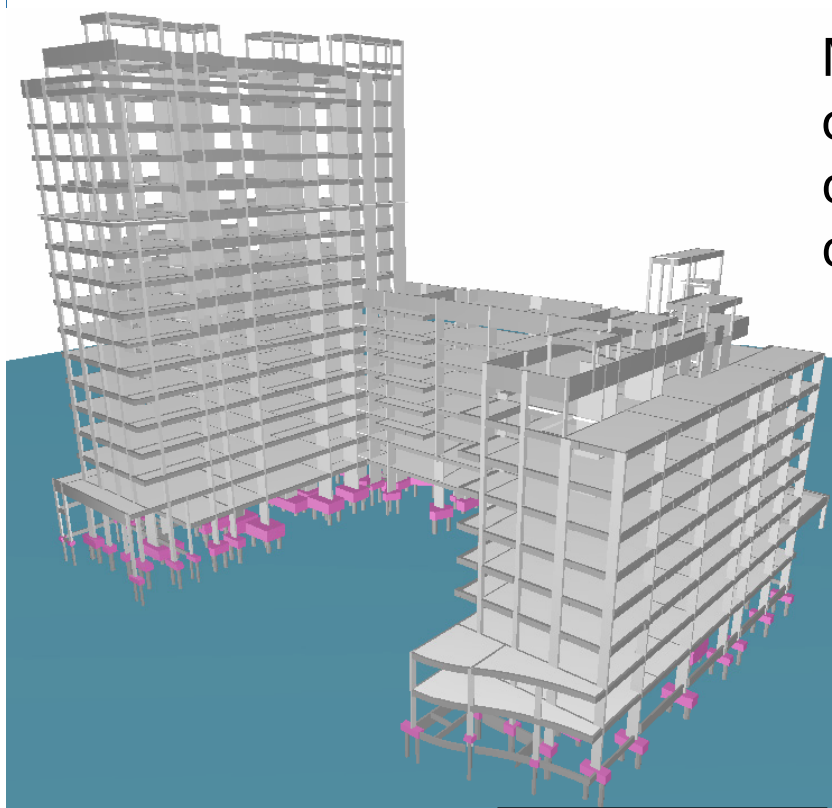
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

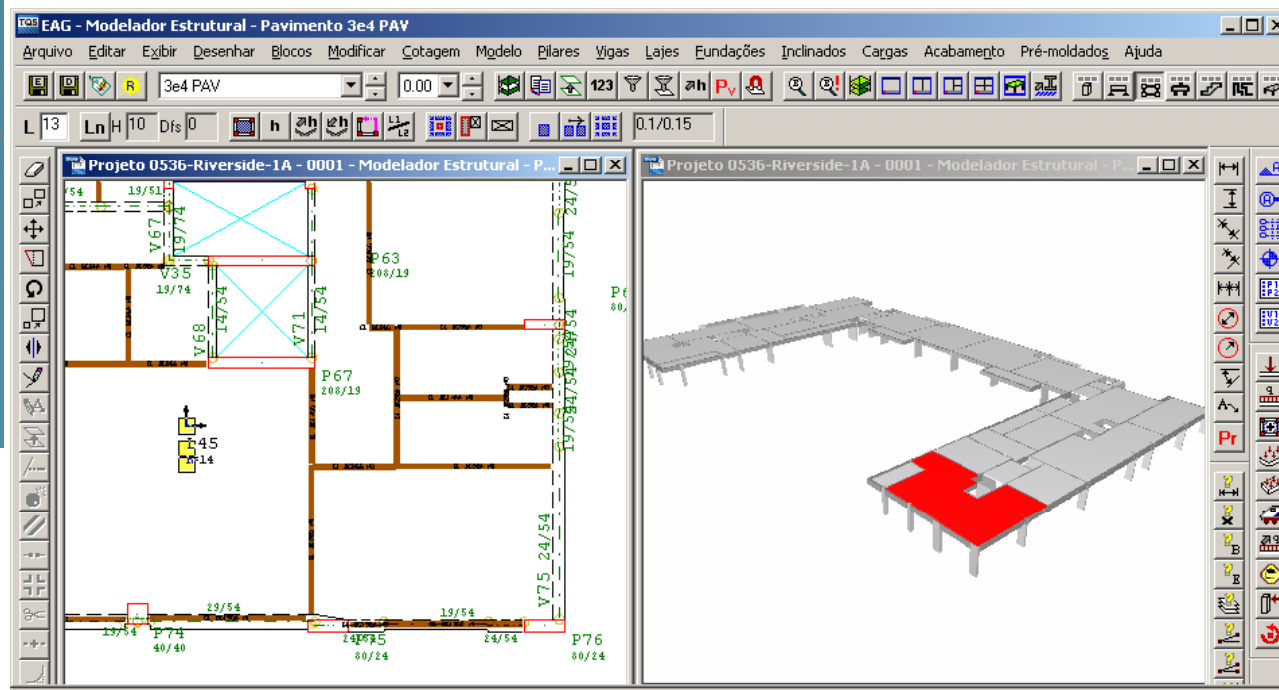
Nível mais alto de entrada de dados

Definição de modelo estrutural: vigas, pilares, lajes e fundações

Modelos de análise são intermediários no projeto e obtidos automaticamente: nós, barras, restrições, carregamentos, combinações com todas as condições de contorno geradas automaticamente.



Eduardo Penteadó  
Engenharia





ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

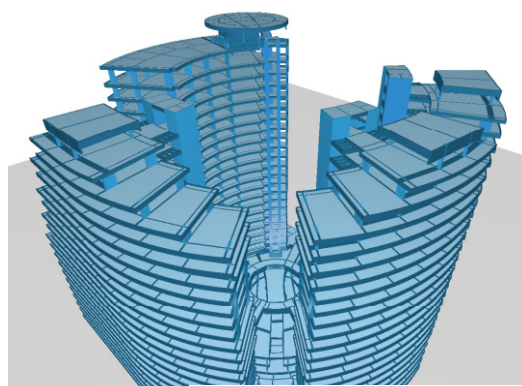
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

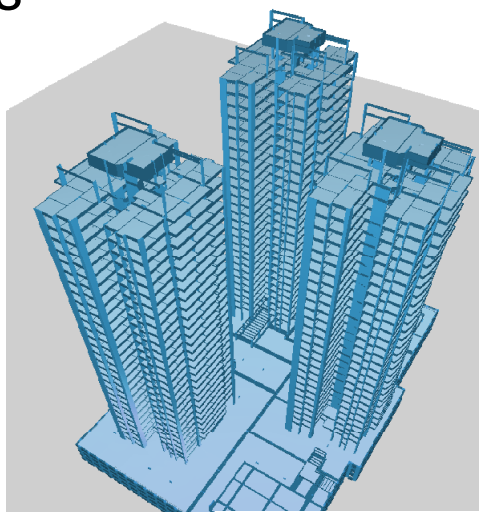
### Automação no projeto estrutural

- Automação do dimensionamento, detalhamento e desenho.
- Integração com a fabricação: ligação automática dos resultados do projeto estrutural com o corte e dobra de aço e possivelmente com as formas de concreto.
- Integração com a fabricação: Possibilidade de integração com projeto de formas de madeira.

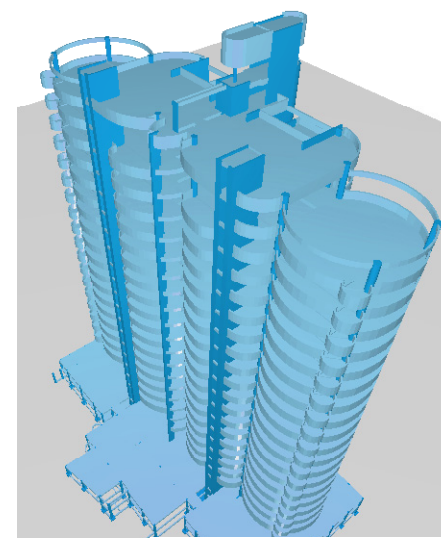
Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



Dácio Carvalho  
Projetos Estruturais



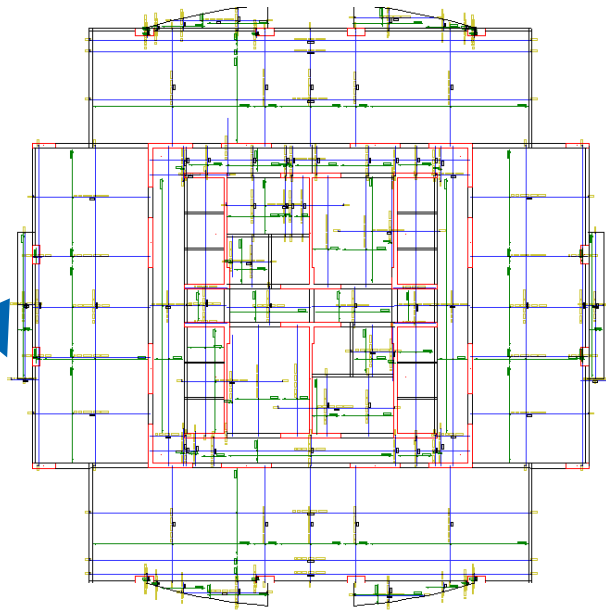
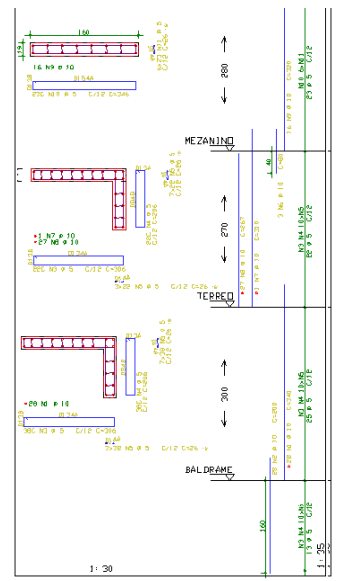
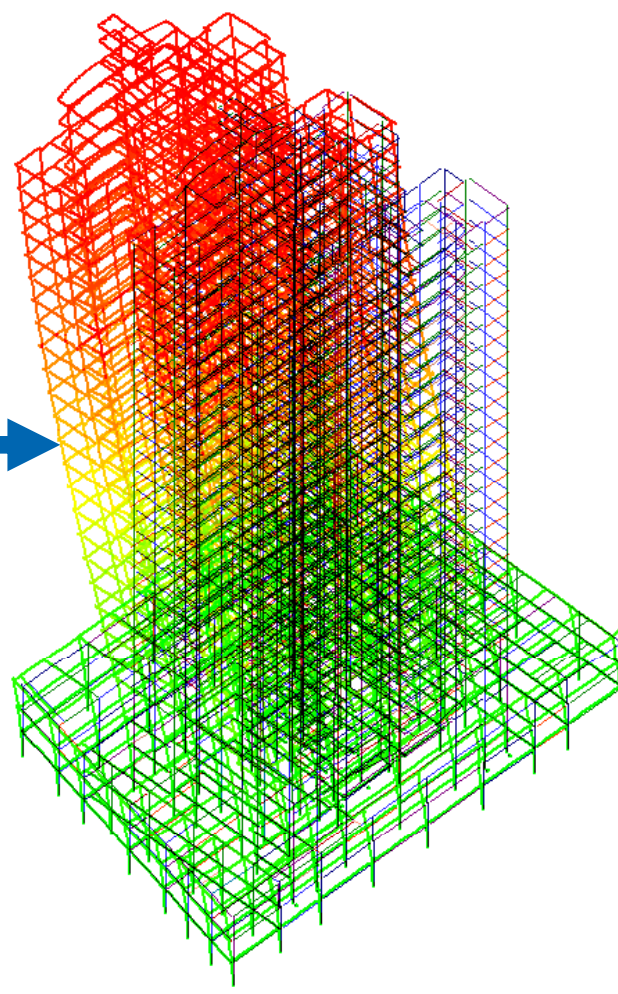
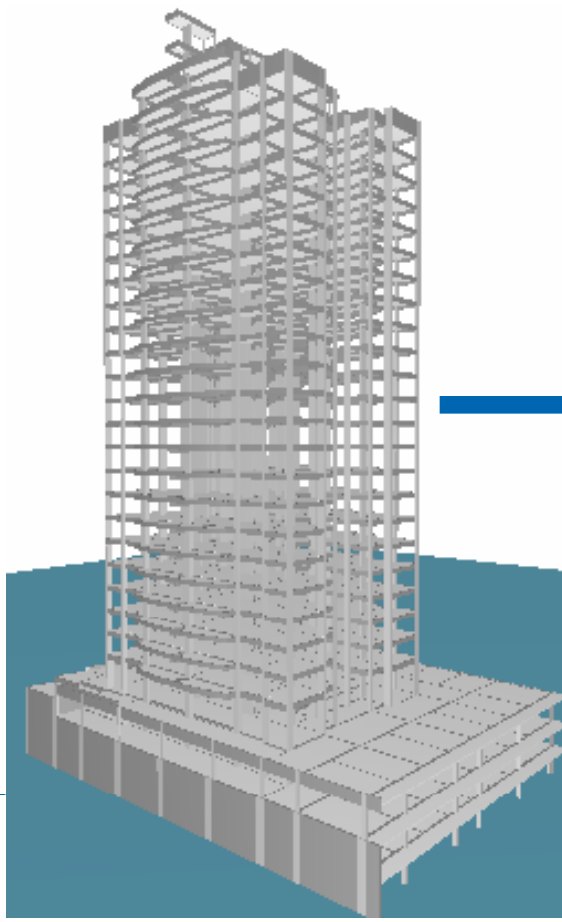
CEC Cia de  
Engenharia Civil



MDL Engenharia  
ACS Engenharia



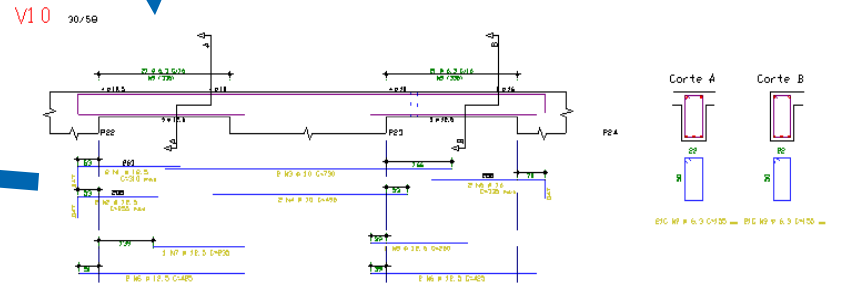
TQS

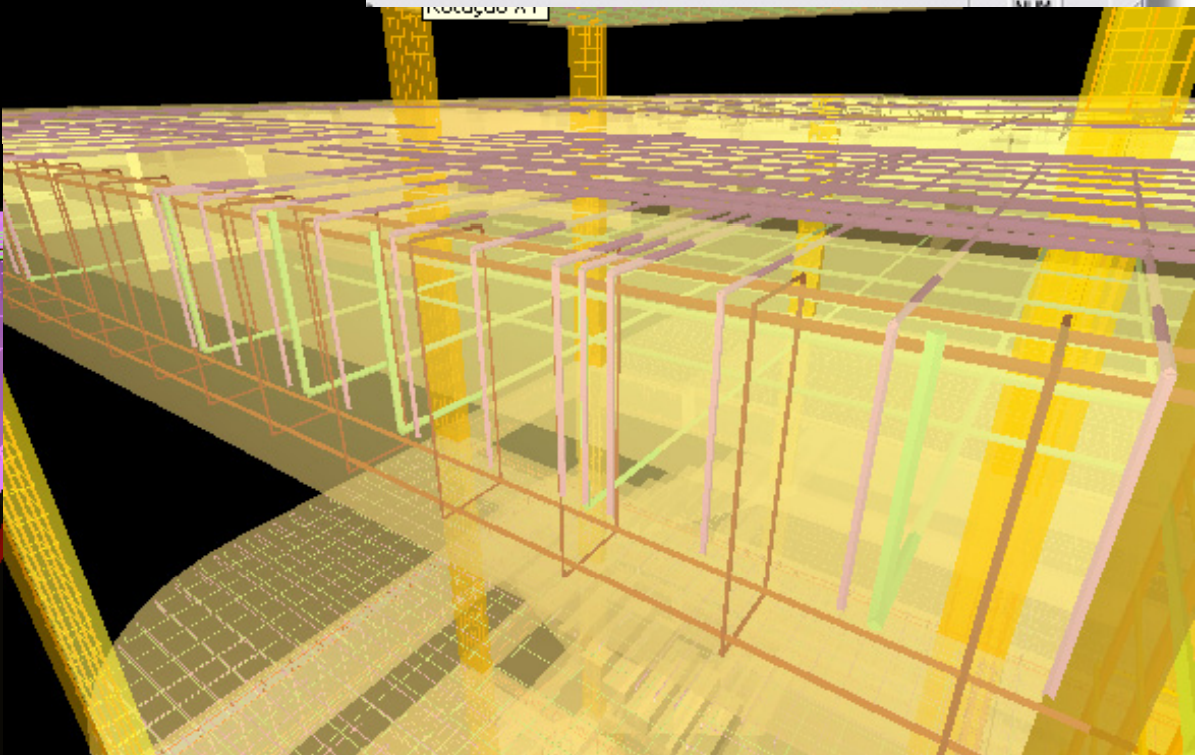
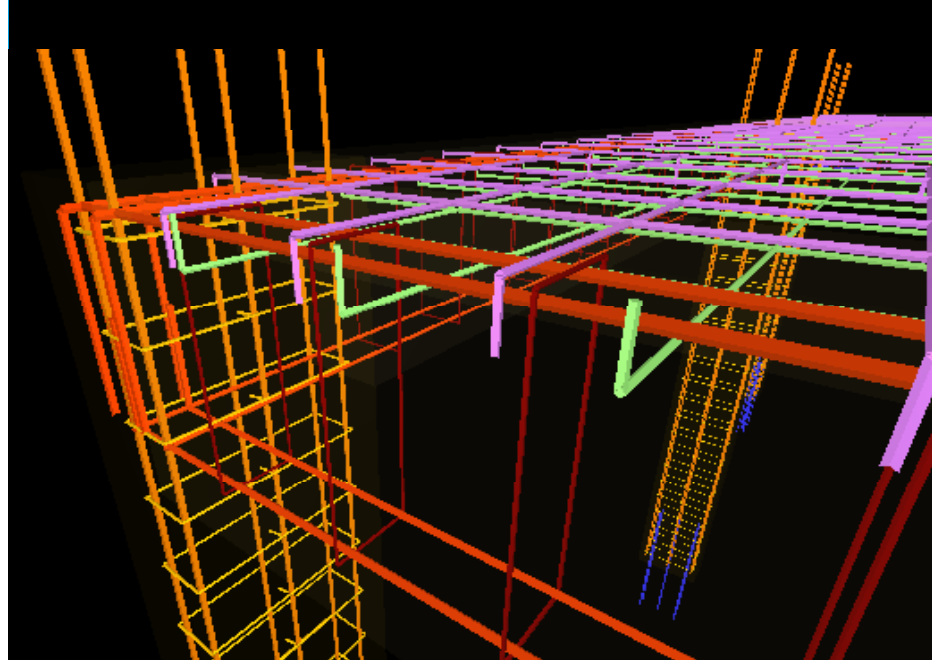
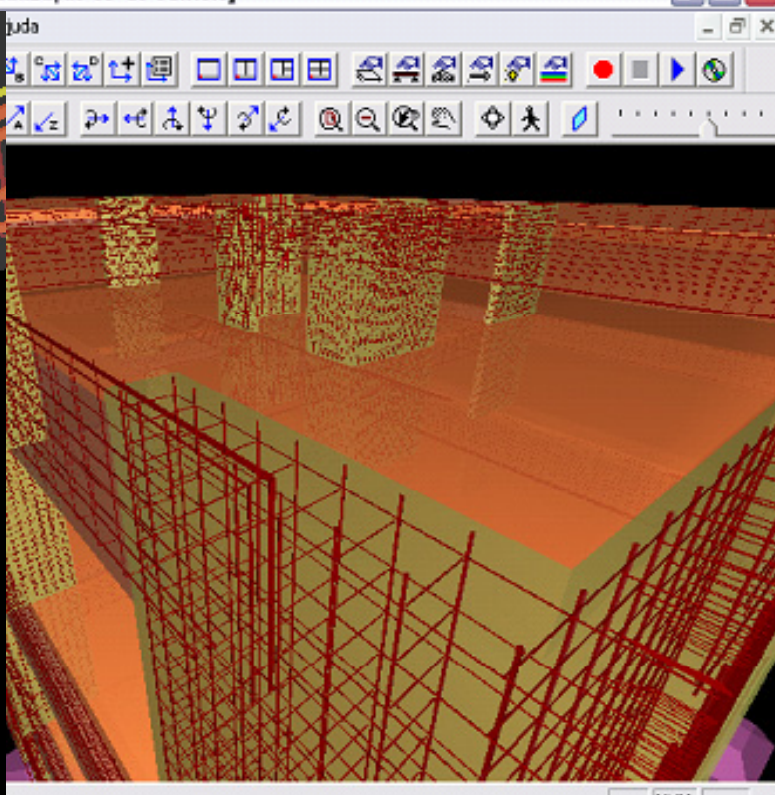
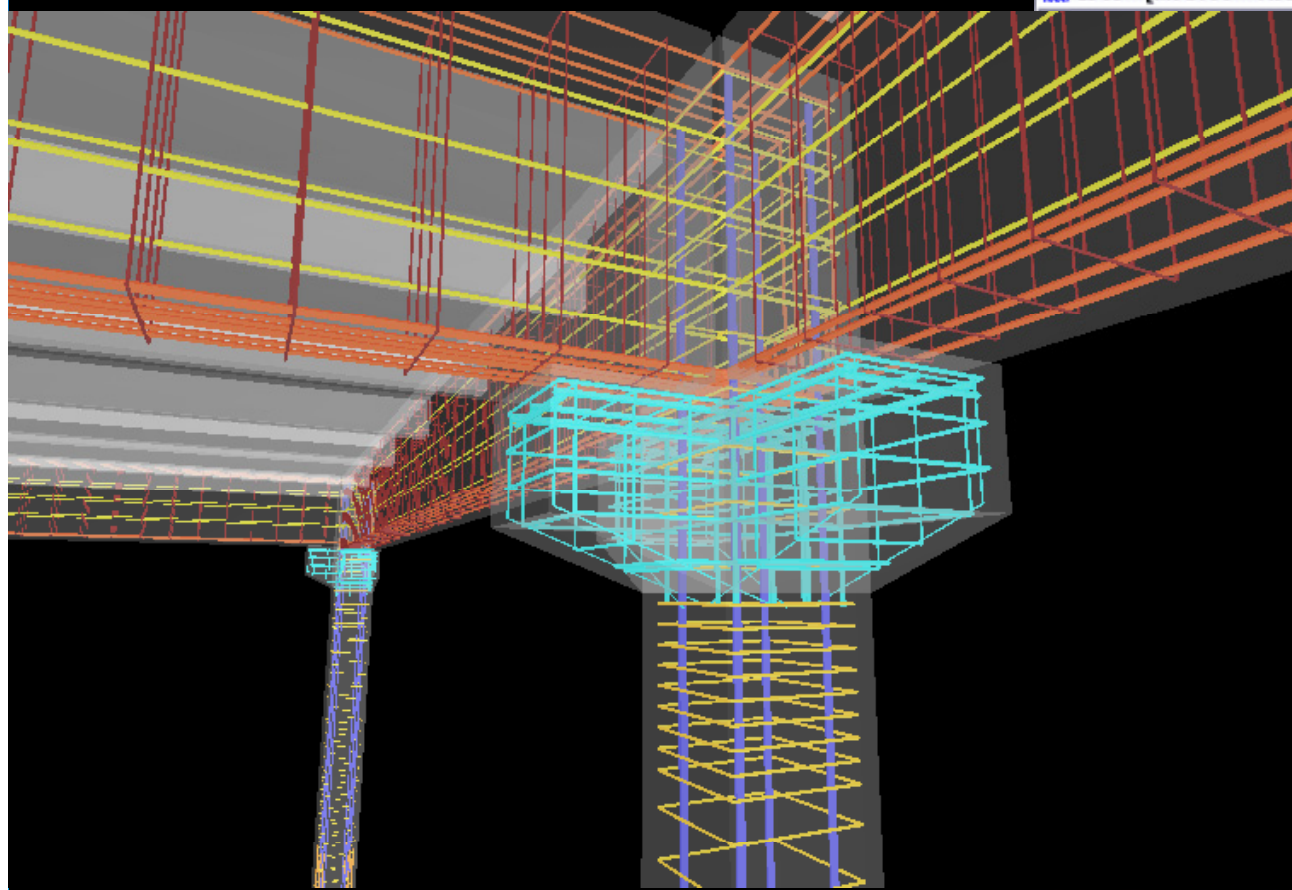


Plaqueta	Lote	Desenho
00001	00001	COTACAO1
Elemento	Posição	Grde
V11	1	25
Bl. (mm) Tipo Aço Compr. (cm)		
4,20	60B	260

Cliente/Obra  
1 - CONSUMIDOR  
COTACAO

A small 3D rebar cage detail showing a section of the reinforcement structure. It includes a cross-section diagram with dimensions 60, 45, and 25.







# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades



Aplicação de Novas Tecnologias de Projeto, Construção e Gestão.

**TQS Planear**

Plaqueta 000003	Lote 00001	Desenho LIX001-V119-GER
Elemento V1	Posição 1	Qtde 25
Bit. (mm) Tipo Aço Compr. (cm)		
Ciente/Obra 1 - CONSUMIDOR	4,20	60B 160
1		

Barcode and diagram showing dimensions 10 and 25.

Posição	Qtde.(un)	Bitola(mm)	Aço	Compr.(cm)	Formato	Var.
5	76	10,0	50A	520	9	Não
6	4	10,0	50A	280	9	Não
7	4	10,0	50A	285	9	Não
8	76	10,0	50A	515	9	Não
9	31	8,0	50A	515	9	Não
10	18	10,0	50A	525	9	Não
11	1	5,0	60B	134911	1	Não

Technical drawing showing dimensions and labels like V3=V4, V1=V2, and Corte A.

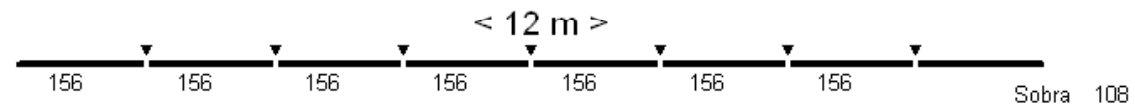
Página:1 **ORDEM DE CORTE** LOTE: 1 21/08/2007 13:34:36

### MATÉRIA PRIMA - BARRAS

Aço	Bitola	Comprimento Barras (m)	Quant Barras
60B	4,2	12	4

### ESQUEMA DE CORTE NA BARRA

Repetições **3x**



### Correspondência com Plaquetas

COMPRIMENTO:	156	cm			
QUANT PEÇAS	21	PLAQUETA	3	Dobrar com	3
				Cliente	1
				Obra	1

AGNALDO terça-feira, 04 de agosto de 2009 13:00:2





# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Visão geral do BIM

O tratamento de informações 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?

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### 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 de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

**TQS**

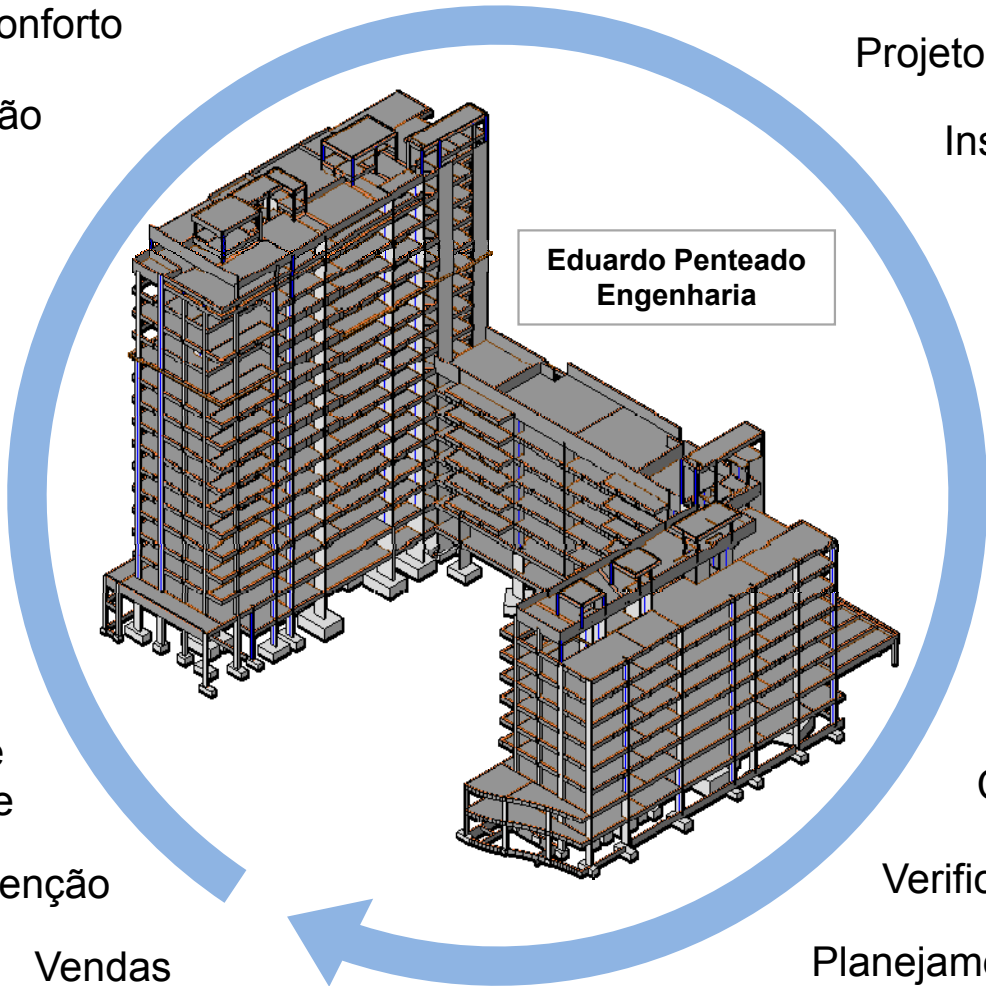




# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Aplicação potencial



Eduardo Pentead  
Engenharia

Conforto

Projeto estrutural

Ventilação

Instalações elétricas

Iluminação

Instalações hidráulicas

Projeto  
arquitetônico

Incêndio

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

Decoração e  
paisagismo

Ar condicionado

Anteprojeto

Reconstrução

Prefeitura

Demolição

Estudo de  
viabilidade

Restauração

Manutenção

Coordenação de projeto

Vendas

Verificação de interferências

Logística de  
construção

Planejamento

Controle

Orçamento



**TQS**



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Benefícios Potenciais

#### 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

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Benefícios Potenciais

#### 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**

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

TQS

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.



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

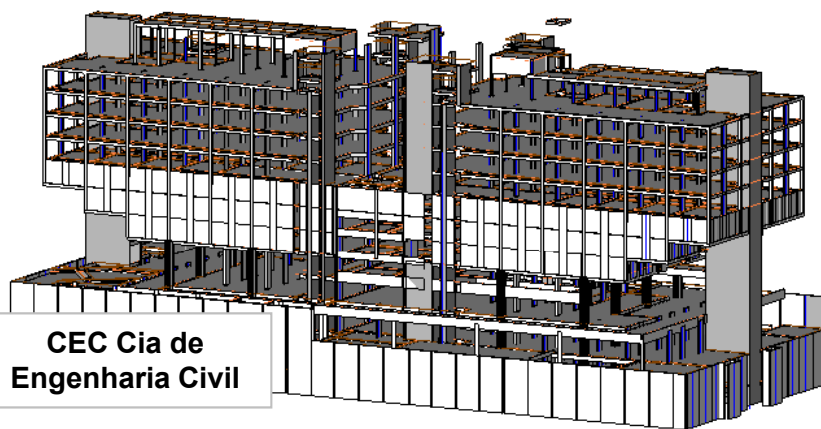
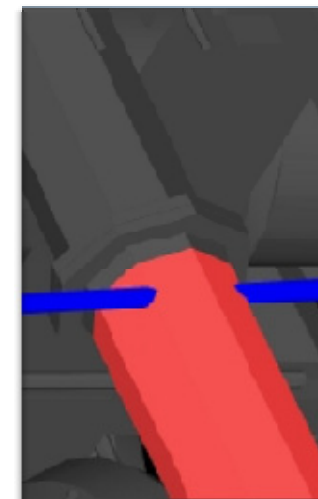
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

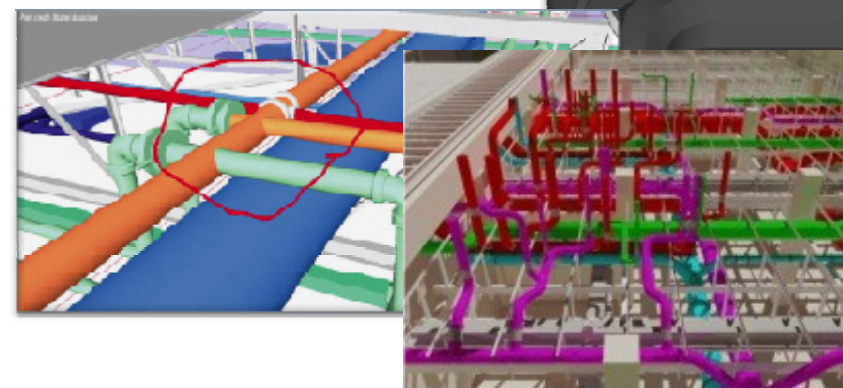
### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

- 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.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



CEC Cia de  
Engenharia Civil



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

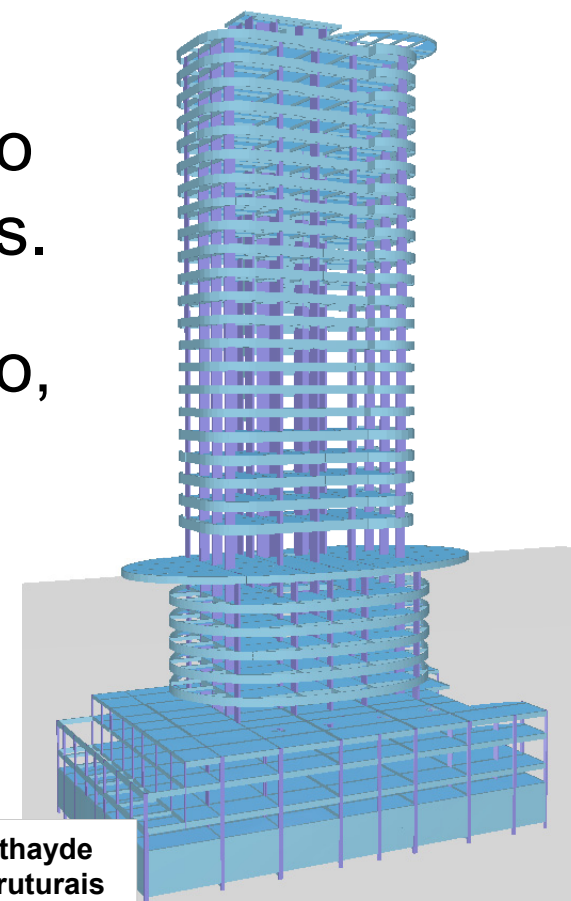
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### 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.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



Archimino Athayde  
Projetos Estruturais



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Benefícios Potenciais – Projeto Estrutural

- O BIM está em fase de amadurecimento.
- O BIM tem características diferentes para cada tipo de projeto: edificações, obras especiais, estruturas metálicas, concreto armado, concreto pré-moldado, etc.
- Não existe uma única ferramenta de software que atenda todas as disciplinas
- Não existe uma ferramenta que atenda completa e perfeitamente uma disciplina
- O usuário tem que pesquisar e selecionar os softwares adequados para o seu tipo de projeto

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Interoperabilidade

- A ligação entre diversas ferramentas BIM depende da Interoperabilidade.
- É a possibilidade de gerar um modelo em um software e levar este modelo para outro para uso de outras funcionalidades.
- Hoje se discute interoperabilidade entre aplicações. Esta discussão se repete há pelo menos 40 anos.
- Muitos fornecedores de software vêem a interoperabilidade total como um risco de permitir que clientes migrem facilmente para um sistema concorrente. Existe grande conflito de interesses.
- Acabaram prevalecendo de fato formatos proprietários, de fornecedores líderes de mercado.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Interoperabilidade

- 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.
- 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®
  - Gehry Technologies Digital Project®
  - Tekla Structures®

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

**TQS**





ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Exemplo de formato “aberto”: DXF

DXF 1984	DXF 2009
- <b>Simple: poucos tipos de elementos</b>	- <b>Complexo: cobre todo tipo de objeto criado em 25 anos</b>
- <b>Todos os códigos são documentados</b>	- <b>As aplicações podem gravar DXF em formato proprietário não documentado</b>
- <b>Todos os tipos de elementos podem ser lidos</b>	- <b>Elementos sólidos não podem ser gravados em DXF (pacote proprietário)</b>

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

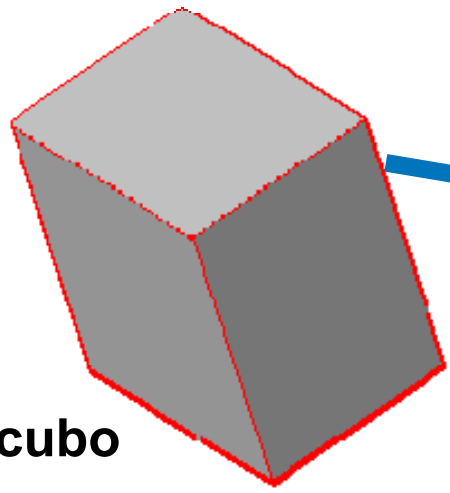
**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Exemplo de formato "aberto": DXF



Um cubo

```

Sem título - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Exibir Ajuda
BDSOLID
5
E5
330
1F
100
AcDbEntity
0
10
AcDbModelerGeometry
1
1
ni ^ *+0;:,4 ^ *+0\^ [ nh ^ LR iqoqjghook QK mk H:; ^ *8
  
```

Conteúdo criptografado

#### 3dsolid group codes

Group code	Description
100	Subclass marker (AcDbM
70	Modeler format version number (currently = 1)
1	Proprietary data (multiple lines < 255 characters each)
3	Additional lines of proprietary data (if previous group 1 string is greater than 255 characters) (optional)

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Solução proposta de interoperabilidade: IFC (Industry Foundation Classes)

- Esquema orientado a objetos baseado em definições de classes
- Contém elementos construtivos, espaços, formas, propriedades, relacionamentos
- Pode ser usados por diferentes softwares envolvidos no processo construtivo ou de gerenciamento
- 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>)

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Interoperabilidade

#### Problemas do IFC2x3

- Mais de 300 tipos de variáveis, 653 tipos de entidades diferentes.
- Não abrange completamente todos os tipos de elementos de todas as disciplinas (ex: concreto pré-moldado).
- Excessiva liberdade de formatos para definir objetos.
- Ponto de vista dos fabricantes de software: fácil de gravar, mas você nunca sabe o que vai ler.
- Para poder ser utilizado efetivamente, são necessárias padronizações adicionais para áreas específicas (IFC Views).
- Ao usuário cabe unicamente verificar as capacidades de comunicação entre os softwares de interesse.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



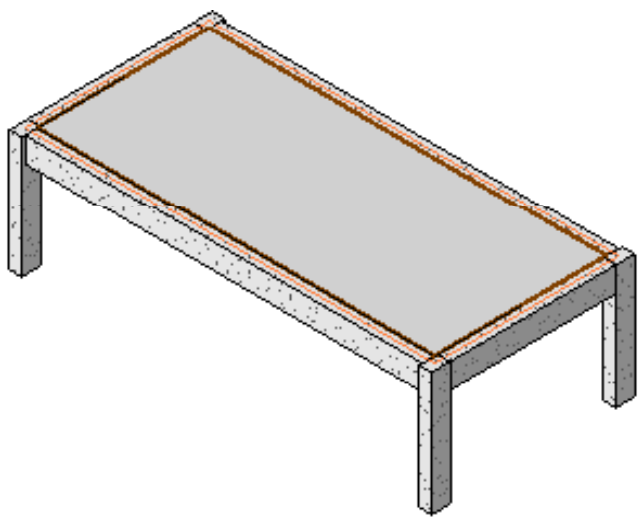
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

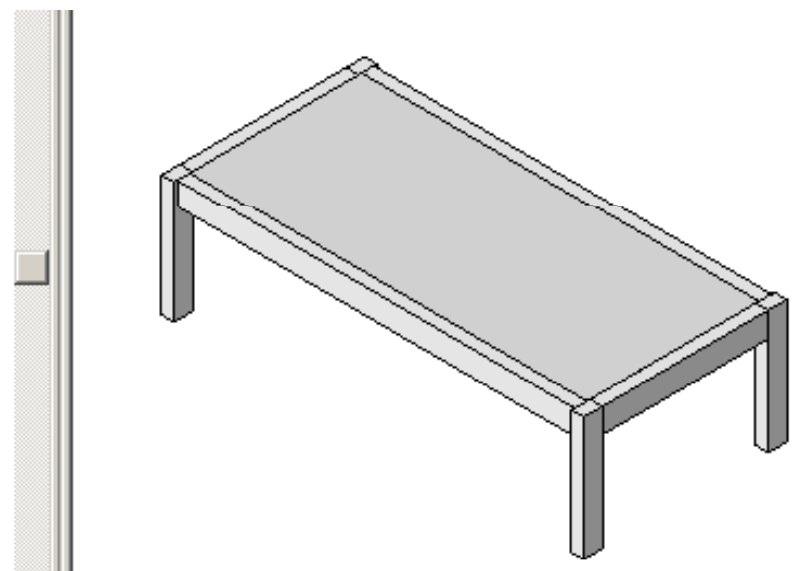
### Exemplo de **reimportação** de um software certificado IFC2x3



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



Modelo original exportado



Modelo IFC reimportado



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

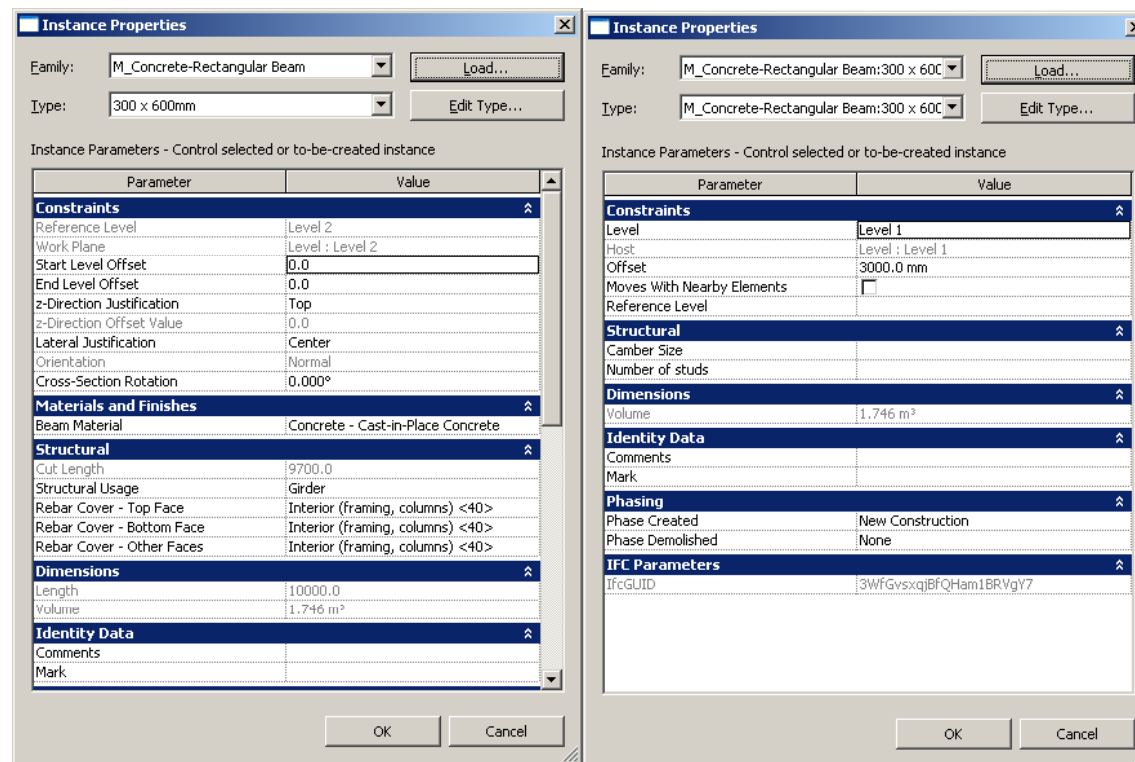
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Exemplo de **reimportação** de um software certificado IFC2x3

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

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



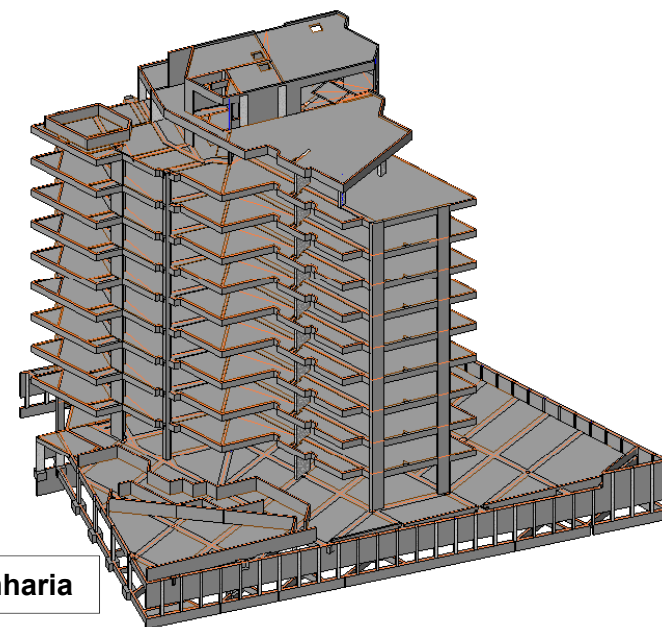
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Caso de estudo: software CAD/TQS para projeto estrutural

- Software em desenvolvimento em microcomputadores há cerca de 23 anos
- Edificações definidas predominantemente por planos horizontais ligados por pilares, com poucos elementos inclinados.
- Concreto armado e protendido, moldado in-loco ou pré-moldado.
- Entrada de dados a partir de planos.
- Entrada 2.5D, saída 3D.



Statura Engenharia

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



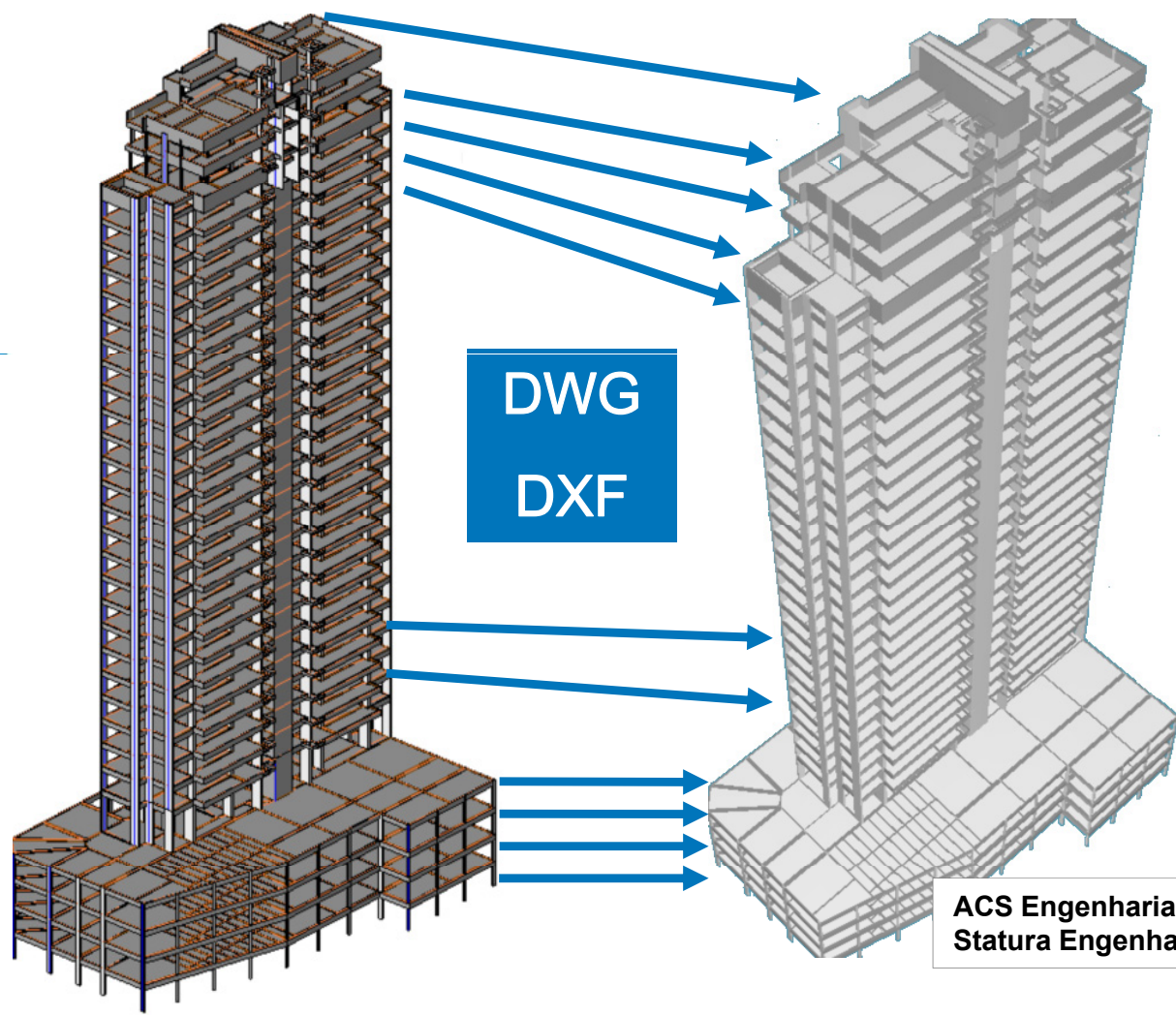
# TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Entrada unidirecional – DXF/DWG



- Entrada por planos
- Forma tradicional
- Aceitável para a topologia deste tipo de edificação
- Facilidade de lançamento
- Pode vir de aplicações 2D e BIM 3D
- Dificuldade em caso de modificação de projeto

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**

ACS Engenharia  
Statura Engenharia

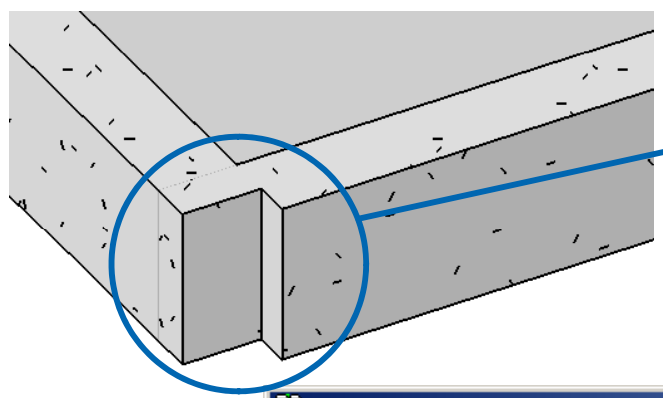




# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Entrada unidirecional – IFC - eixos estruturais



Chanfro gerado por um pilar

Viga



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

```

tmp.ifc + (C:\TMP) - GVIM
File Edit Tools Syntax Buffers Window Help
#479=IFCBEAM('3WfGvsxqjBfQHam1BRVgY7' #33, 'M_Concrete-Rectangular Be
#478=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE($, $, (#429, #477));
#477=IFCSHAPEREPRESENTATION(#27, 'Body', 'SurfaceModel', (#476));
#476=IFCFACEBASEDSURFACEMODEL((#475));
#475=IFCCONNECTEDFACESET((#445, #450, #458, #462, #465, #468, #471, #474));
#445=IFCFACE((#444));
#450=IFCFACE((#449));
#458=IFCFACE((#457));
#462=IFCFACE((#461));
  
```

Representação B-Rep – baixo nível (superfície de contorno).  
Inclui o chanfro, mas não tem o eixo estrutural.

Perda de informação estrutural



# TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Entrada unidirecional – IFC

- "Eixos estruturais" significa a possibilidade de importação de modelos estruturais lançados por modeladores BIM.
- A especificação IFC 2x4 terá eixos estruturais.
- Desenvolvimento futuro: uso de um único modelo IFC como referência para a entrada nos planos da estrutura.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

**TQS**

# Saída unidirecional – Gerenciadoras, Construtoras e Centrais de Corte e dobra (formato interno)

The image displays the TQS IGV PROJETO software interface, which is used for managing and generating reinforcement drawings. The main window shows a multi-view drawing of a building structure, including a plan view and a section view. A blue arrow points from the main drawing to a detailed view of a reinforcement bar (G-BAR) and a table of verified positions.

**Table: Posições verificadas**

Posição	Qtde	Bit (mm)	Aço	Parciais (cm)	Formato	L Total (cm)
1	2	5,0	60B	220, 15, 15	4	250
2	2	8,0	50A	218, 21, 21	4	280
3	11	4,2	60B	6, 36, 4	8	84

**Table: Detalhes de Ferro**

Plaqueta	Lote	Desenho	Qtde	Agrupados [F11]
000142	00007	FL02	1	Elemento Qtde
Elemento	Posição	Qtde x Variável		
L1	3	x 10		

**Table: Posições [F9]**

Pos.	Bitola	Aço	Formato	Variável N° Rep.
1	8	10	4	1
2	10	8,00	CA60	OS 1
3	21	36	21	OS 1

**Table: Detalhes de Ferro (G-BAR)**

Bitola na Posição	Compr. Desc.	Peso (kg)
15	var(150.475)	144
15		144
		4,033

The interface also includes a menu bar (Arquivo, Cadastros, Listagens, Manutenção, Configurações, Ajuda), a toolbar, and a status bar. A blue arrow points from the main drawing to the detailed view of the reinforcement bar and the table of verified positions.



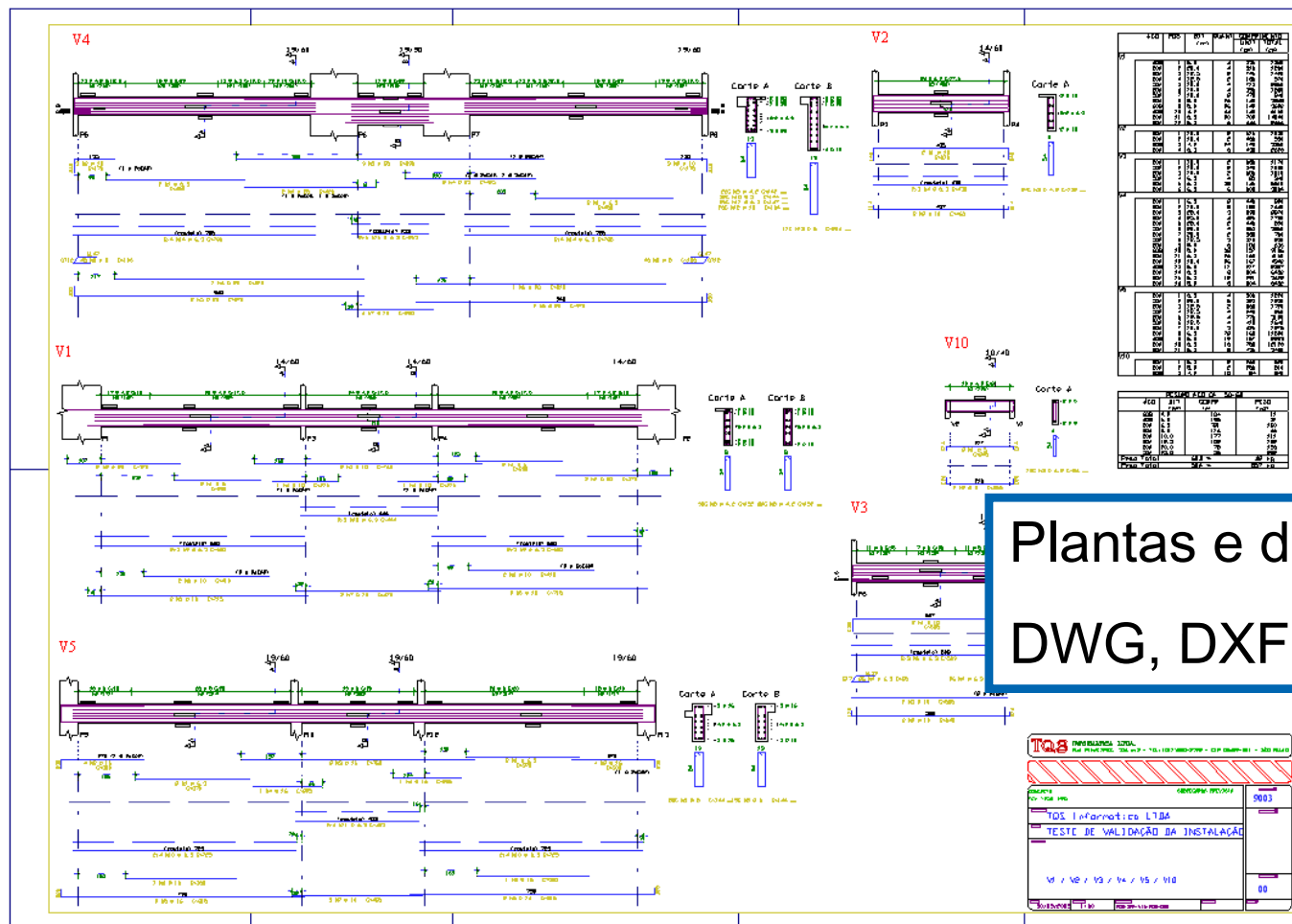
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional

### Modelagem e projeto executivo - DWG, DXF, PLT, PDF



Plantas e desenhos 2D  
DWG, DXF, PLT, PDF

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS

**TQS** INFORMATICA LTDA.  
RUA PAVANELLO, 230 - JARDIM PAULISTA - SÃO PAULO - SP

PROJETO	0003
CLIENTE	INFORMATICA LTDA
TESTE DE VALIDAÇÃO DA INSTALAÇÃO	
DATA	00
PROJETO	00

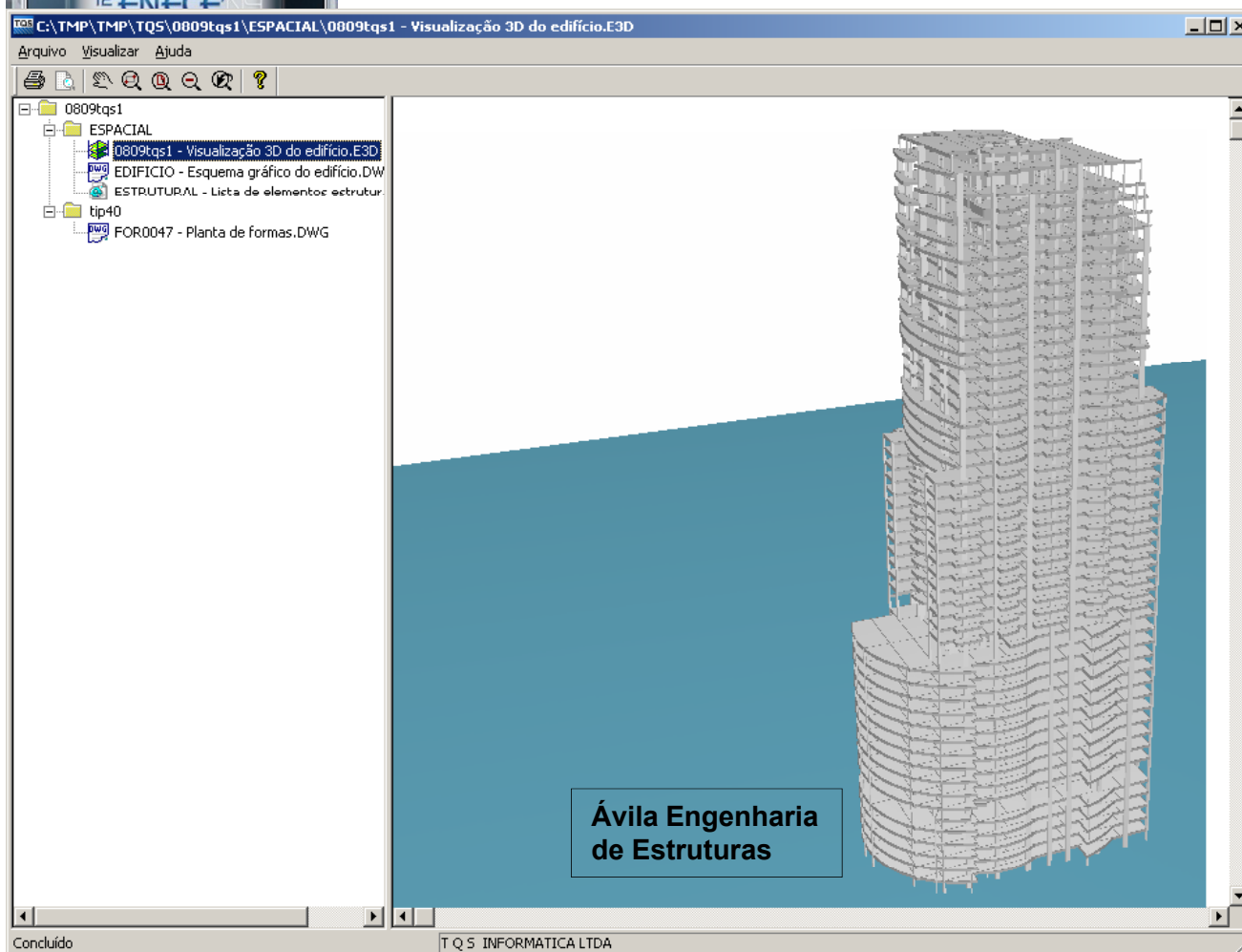


ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – Modelo Estrutural



Visualizador livre

Visualização de modelo 3D

Desenhos de projeto

Memoriais de cálculo

Quantitativos

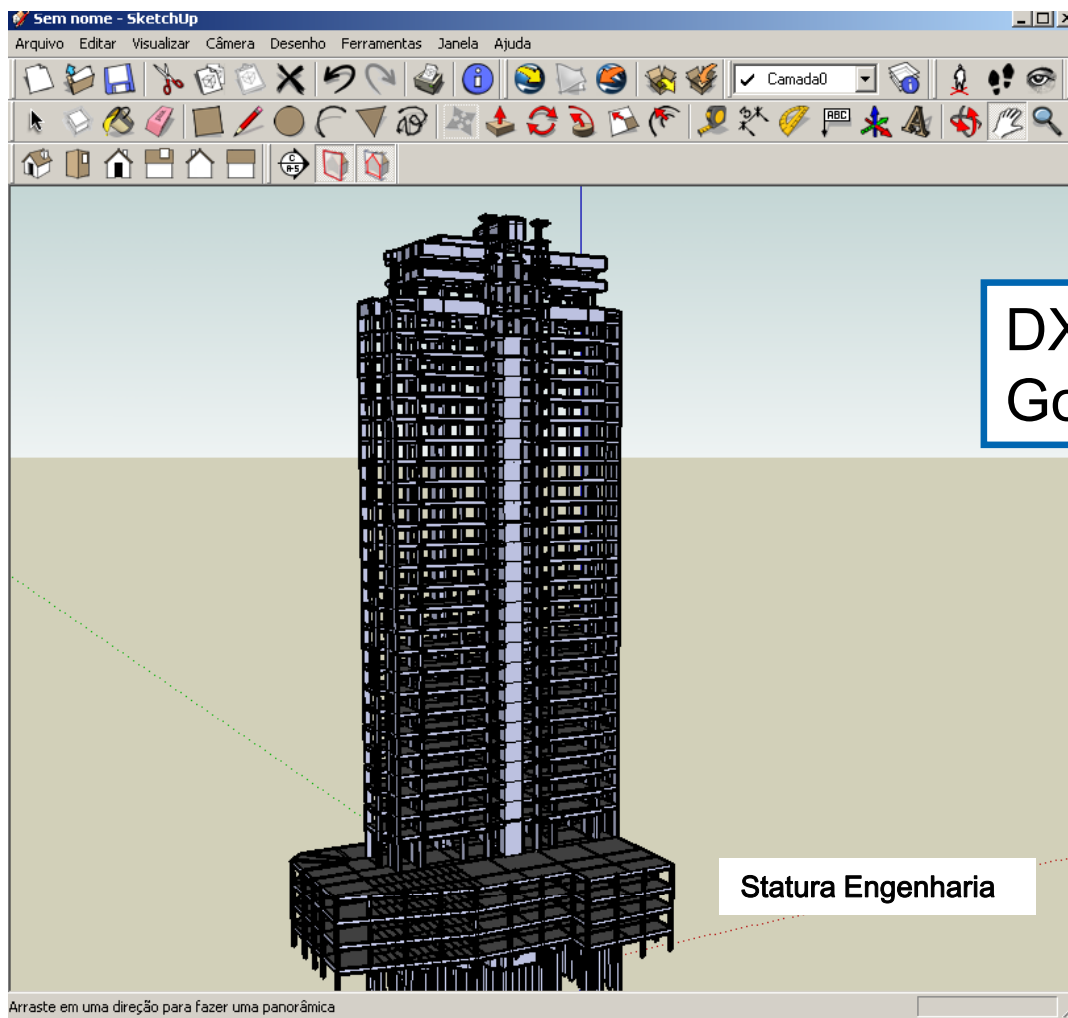


ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – DXF 3D de Faces



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



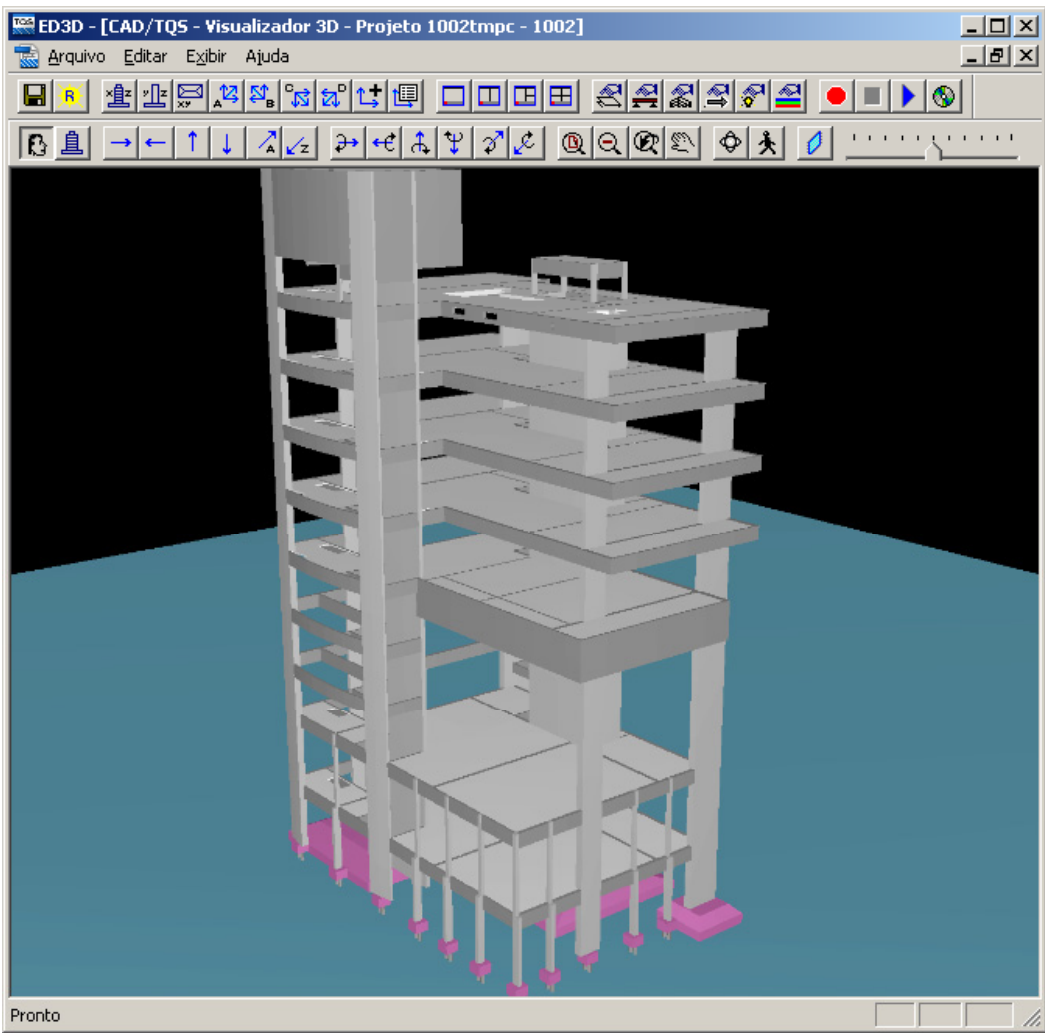
# TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC - dificuldades



Modelo de teste a ser importado por 5 visualizadores certificados IAI IFC2x3

Modelo compacto com objetos de **alto nível**

Aplicação de Novas Tecnologias de Projeto, Construção e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

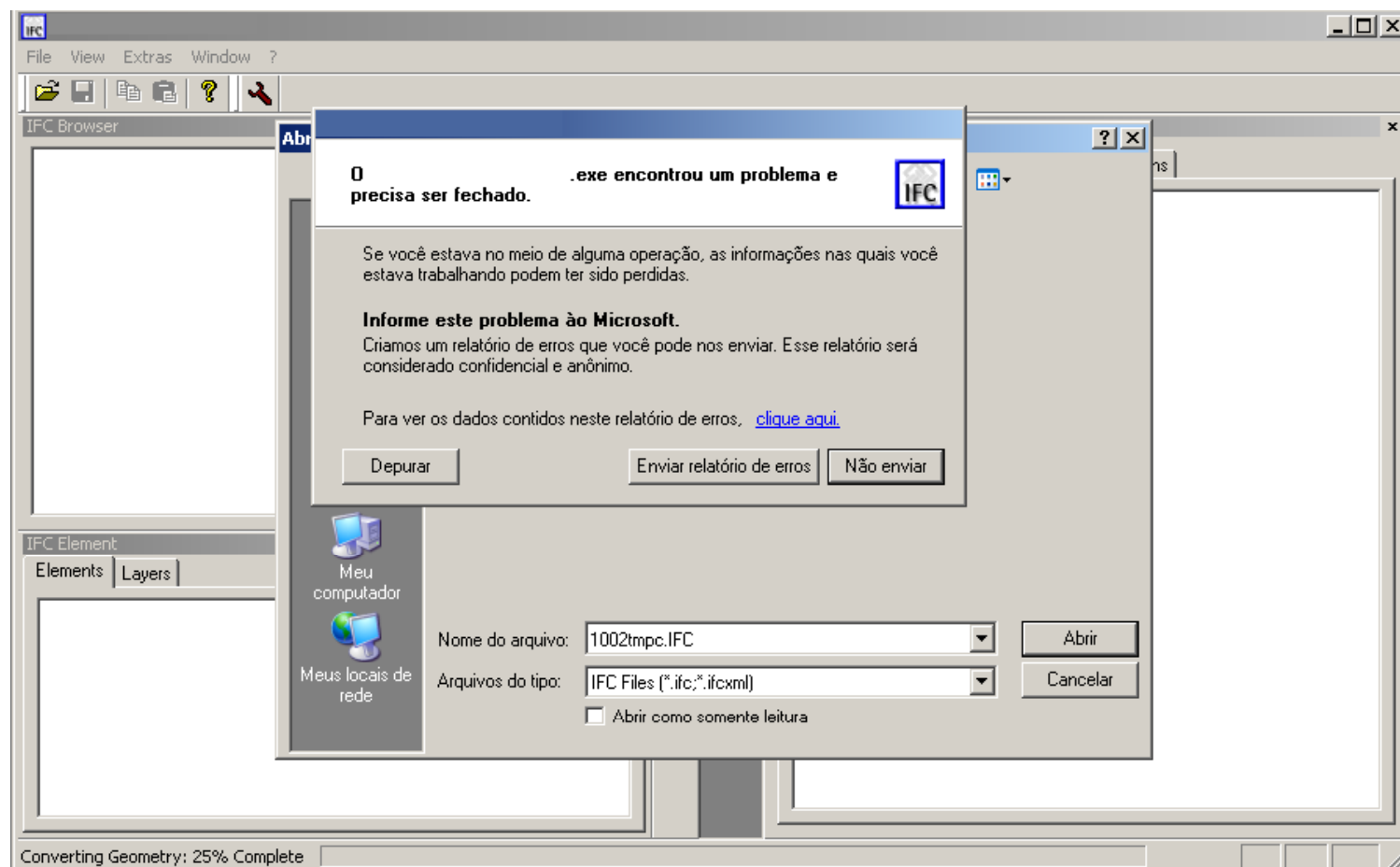
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC - dificuldades

Modelo compacto com objetos de **alto nível**

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

TQS







ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

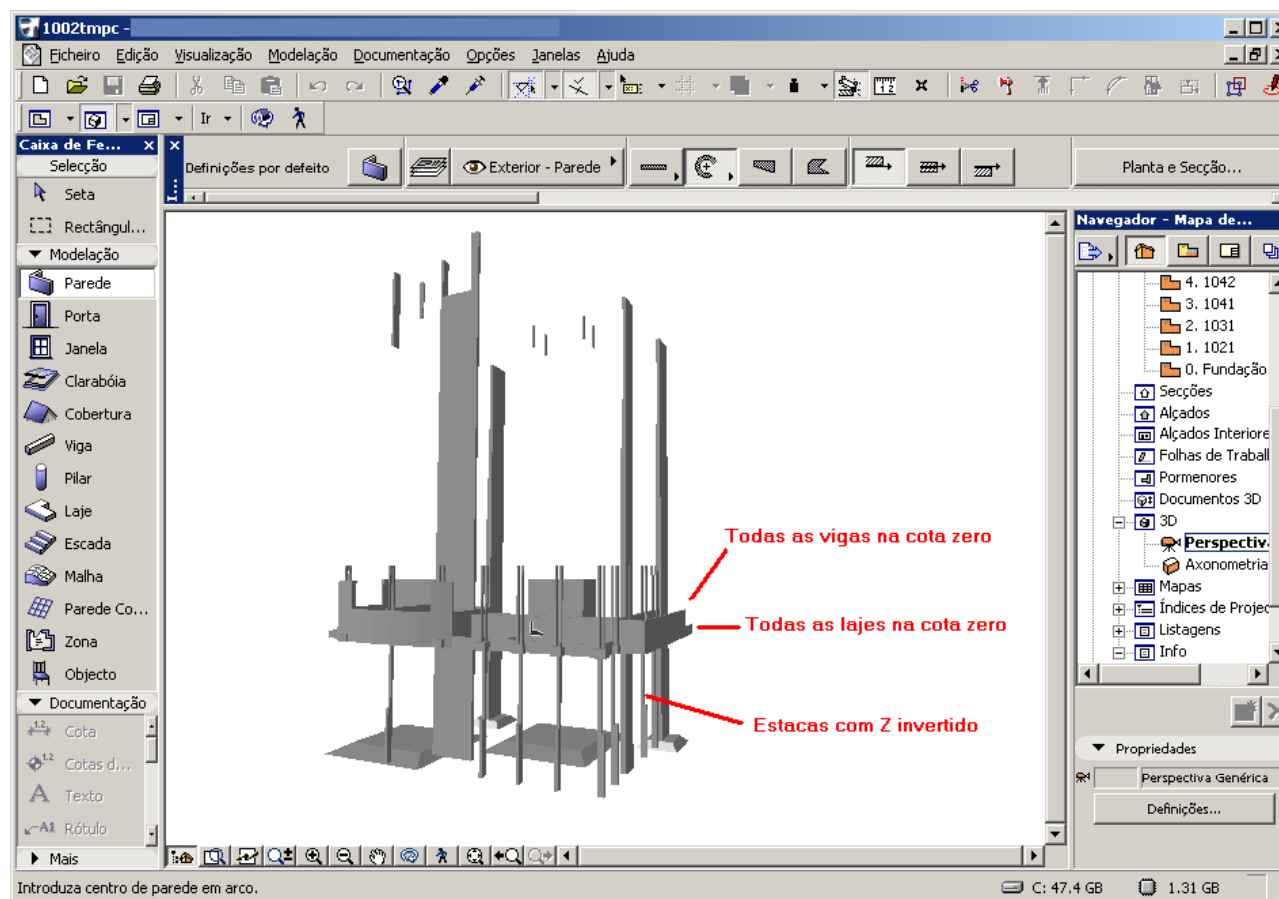
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC - dificuldades

Modelo compacto com objetos de alto nível

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

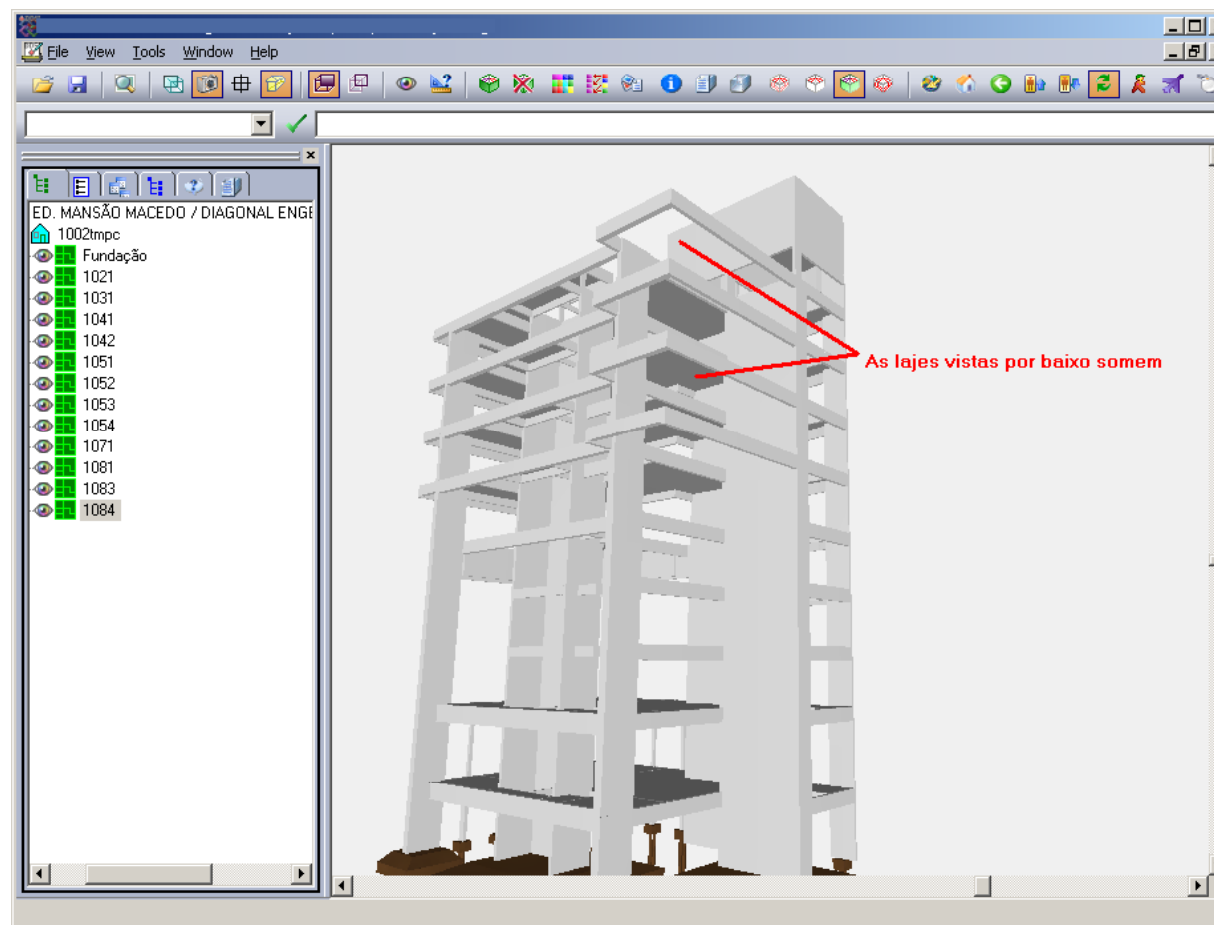
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC - dificuldades

Modelo compacto com objetos de **alto nível**

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

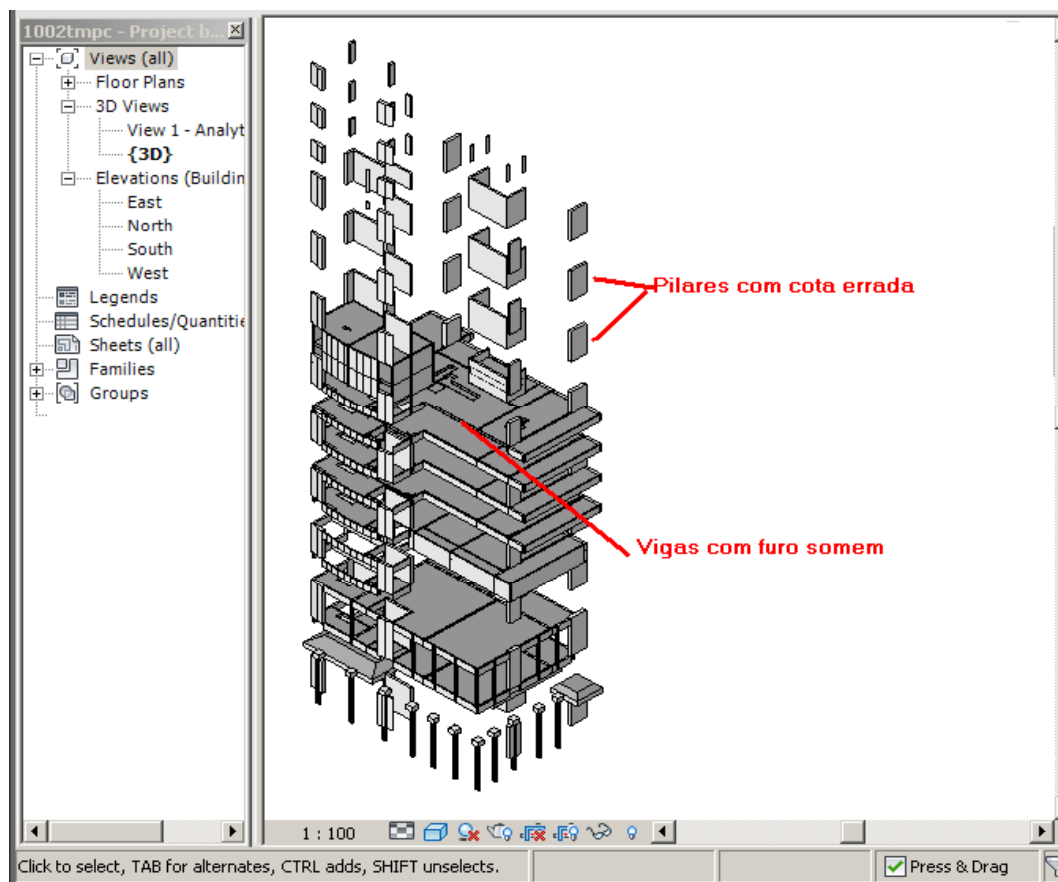
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC - dificuldades

Modelo compacto com objetos de alto nível

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



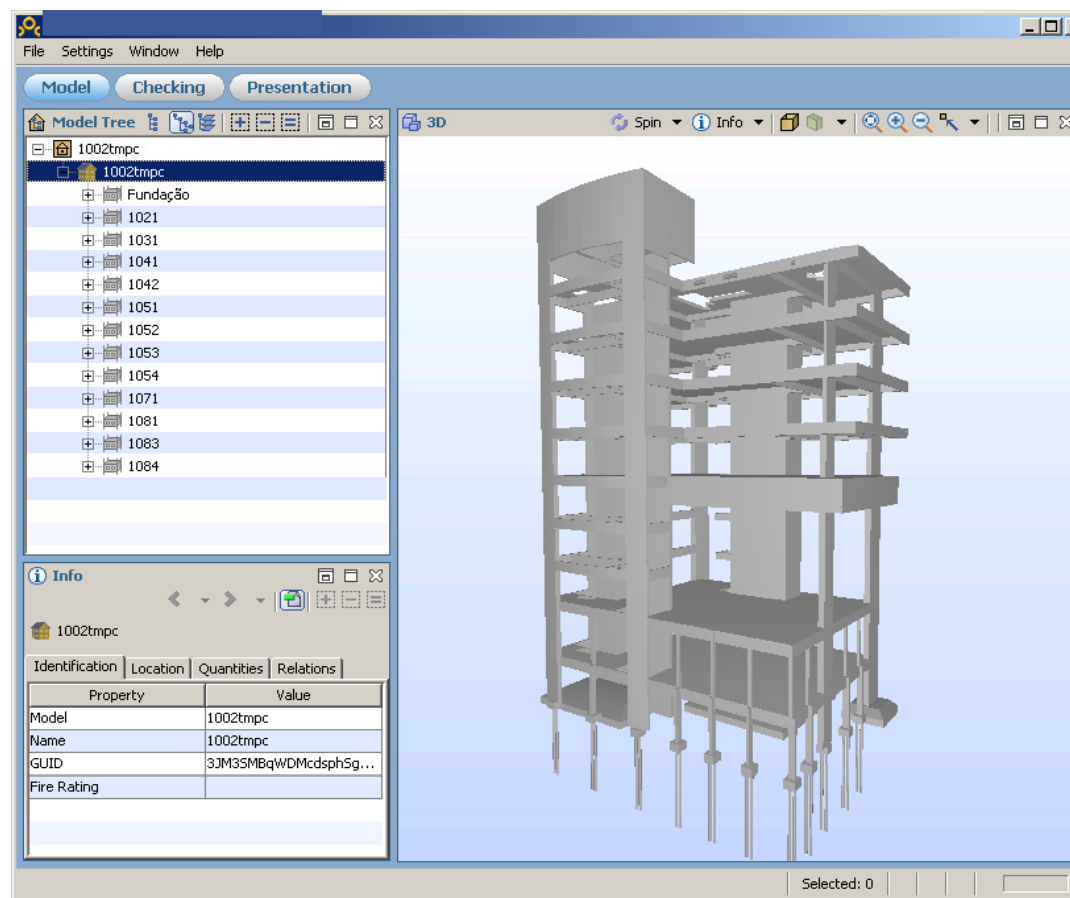
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC - dificuldades

Modelo compacto com objetos de **alto nível**



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

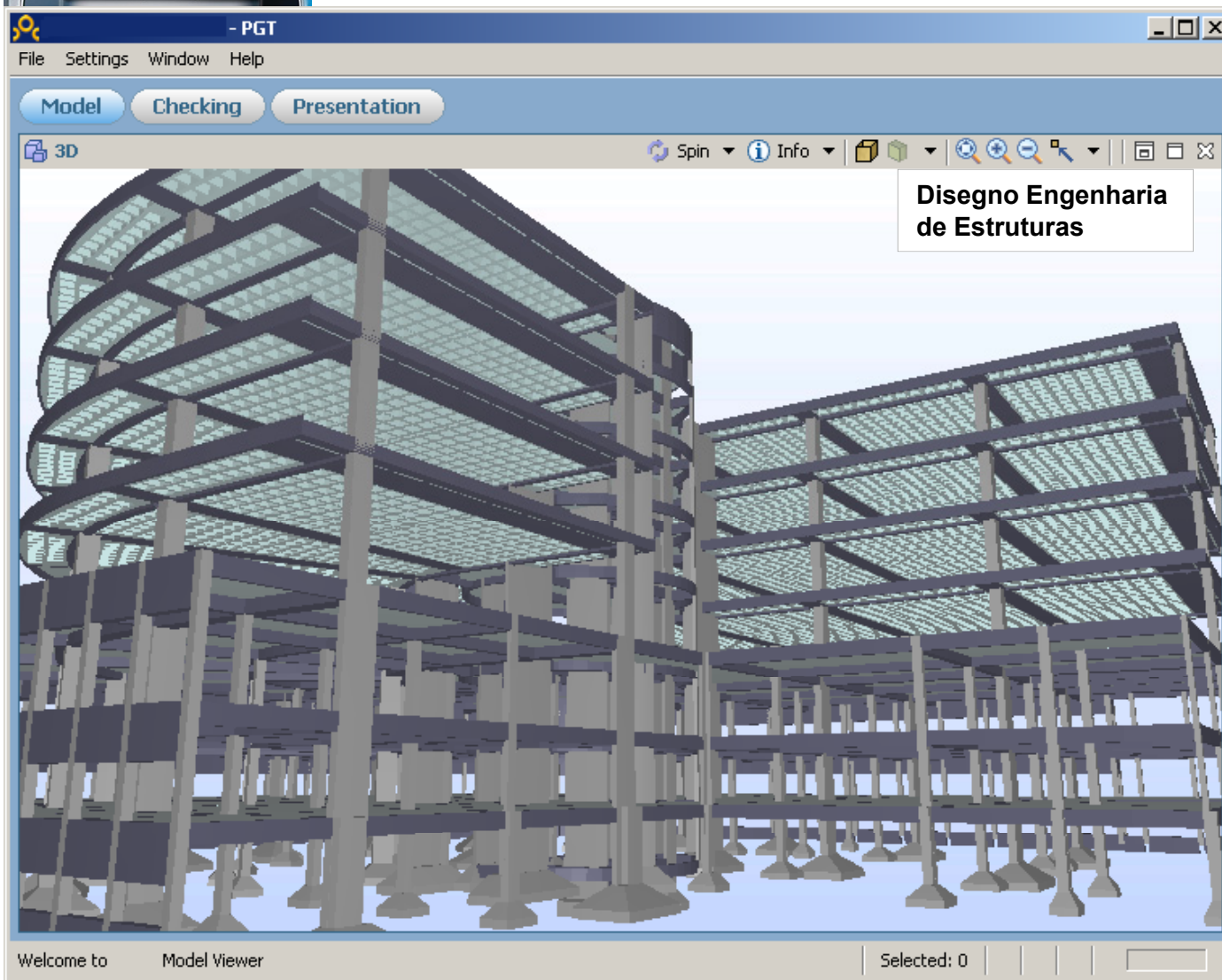
TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Saída unidirecional – IFC



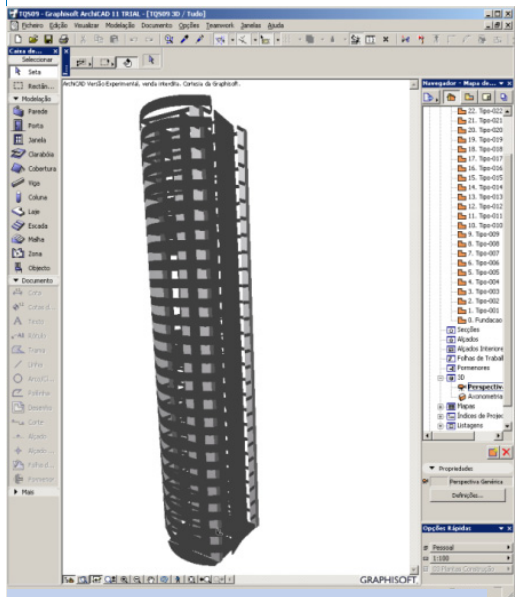
Modelo de **baixo nível**

Representação pelas superfícies de contorno

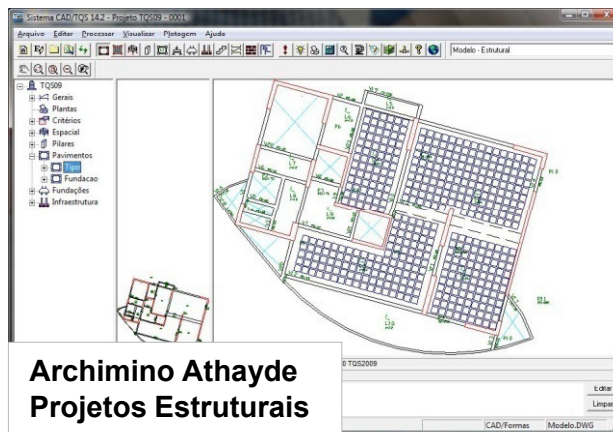
Lido por todos os visualizadores

Bom para coordenação de projeto e extração de materiais

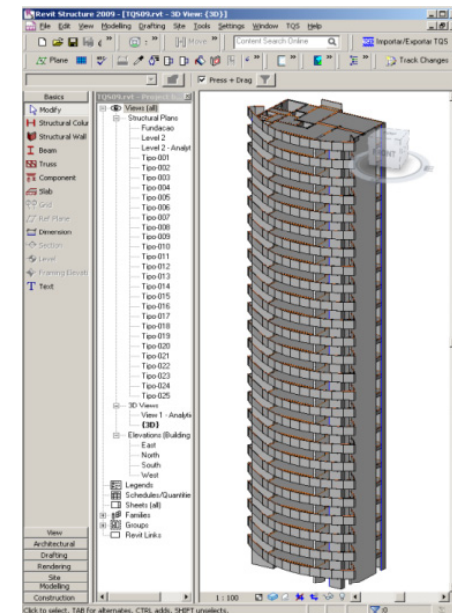
# Saída unidirecional - IFC



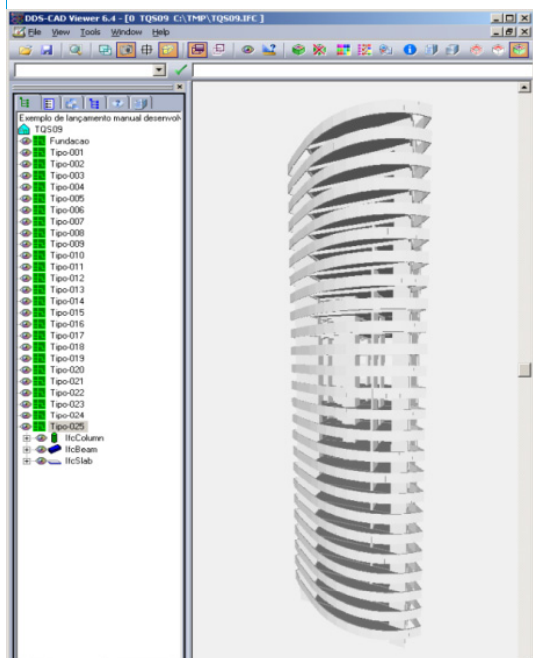
ArchiCAD®



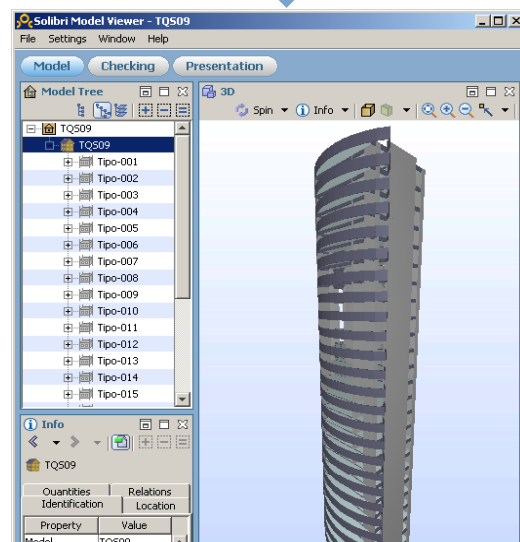
Archimino Athayde  
Projetos Estruturais



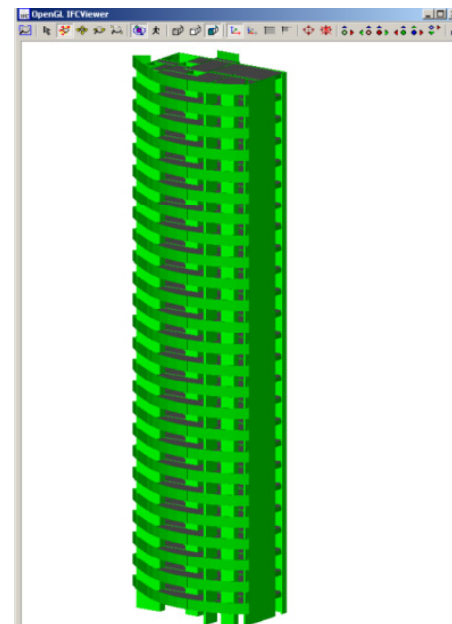
Revit®



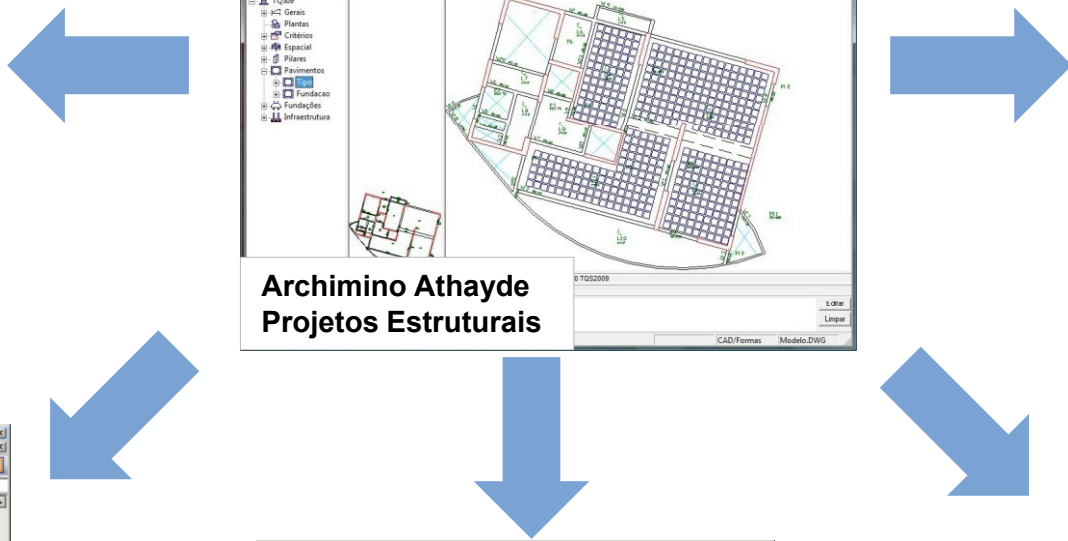
DDS CAD Viewer®



Solibri®



Nemetscheck®





ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional

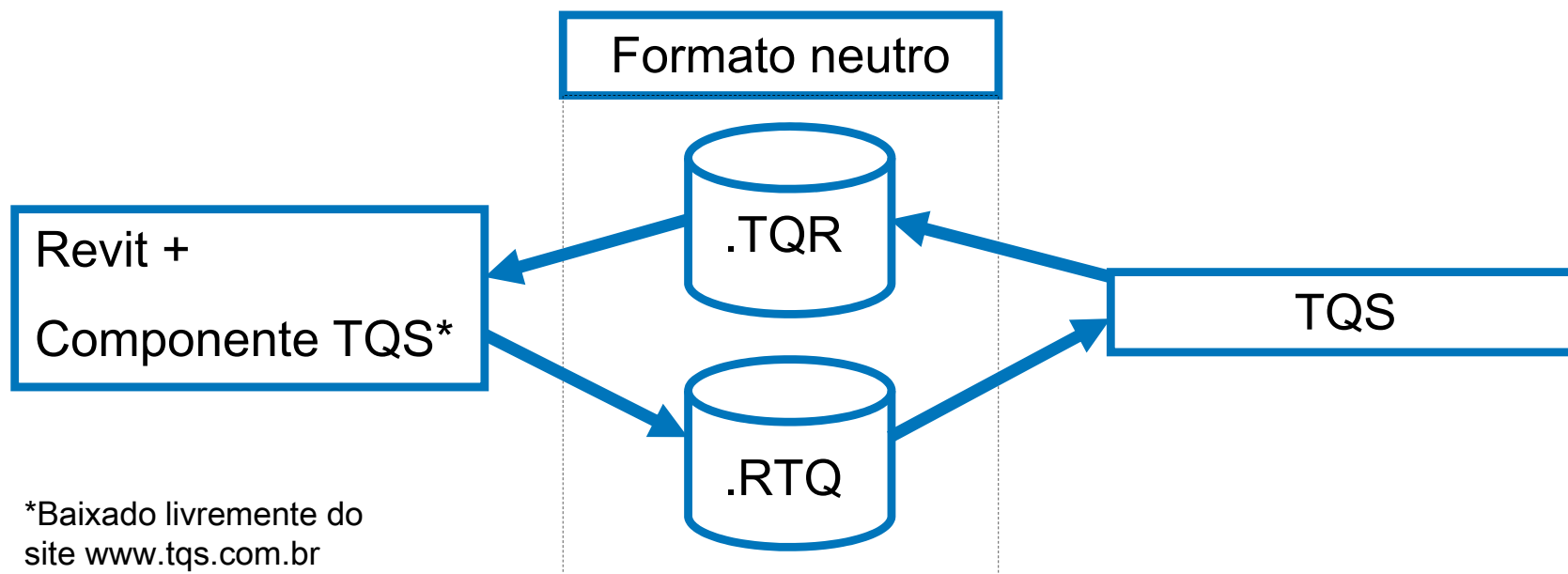
Ligação por programação direta de APIs (programação interna do aplicativo)

Pode utilizar 100% da capacidade dos aplicativos (reconhecimento de elementos estruturais)

Tem que ser desenvolvida para cada combinação de programas

Desenvolvimento da ligação Autodesk Revit Structure - TQS

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



\*Baixado livremente do  
site [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional

- Dois aplicativos podem alterar o modelo estrutural
- O modelo só pode ser alterado em um aplicativo por vez
- Uma vez alterado, deve ser sincronizado no outro aplicativo
- Sincronização somente de geometria

### Regras de sincronização:

- O modelo atual é comparado com o modelo importado
- Elementos novos são criados no modelo atual
- Elementos diferentes são alterados
- Elementos que não existem no modelo importado são apagados

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**





ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

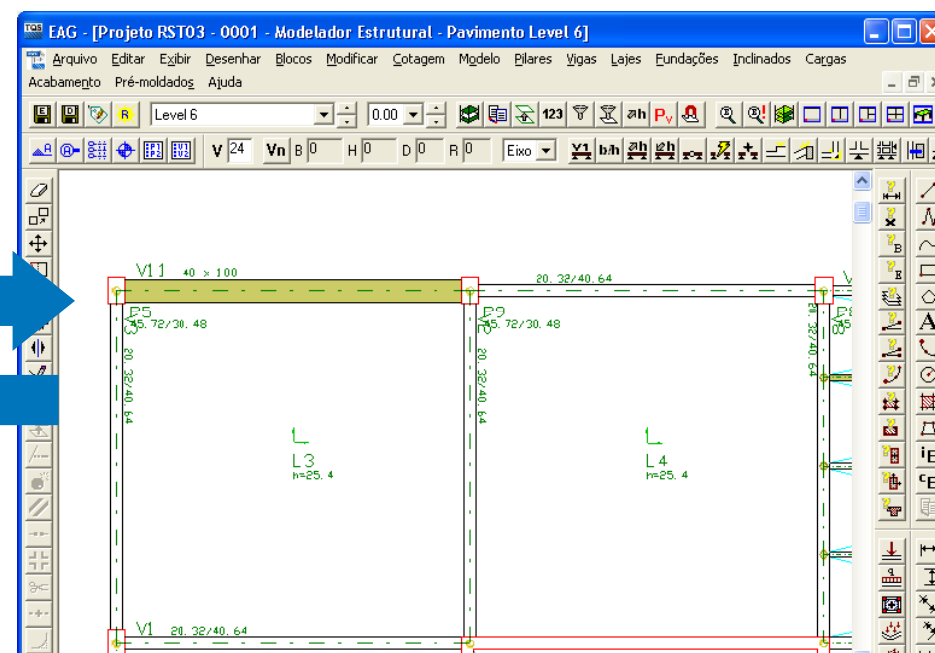
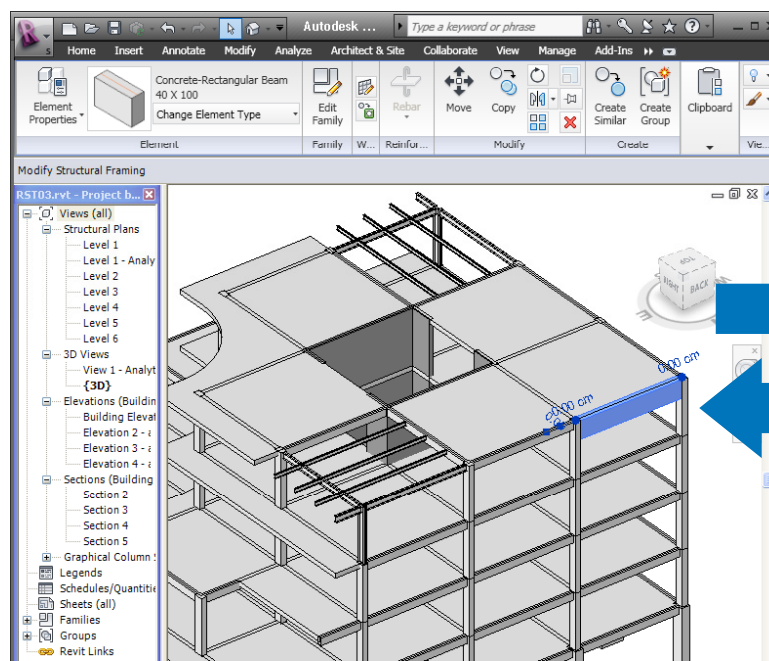
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional

#### Controle de sincronização:

- Elementos a serem apagados: vermelho
- Elementos alterados: amarelo
- Elementos novos: verde

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



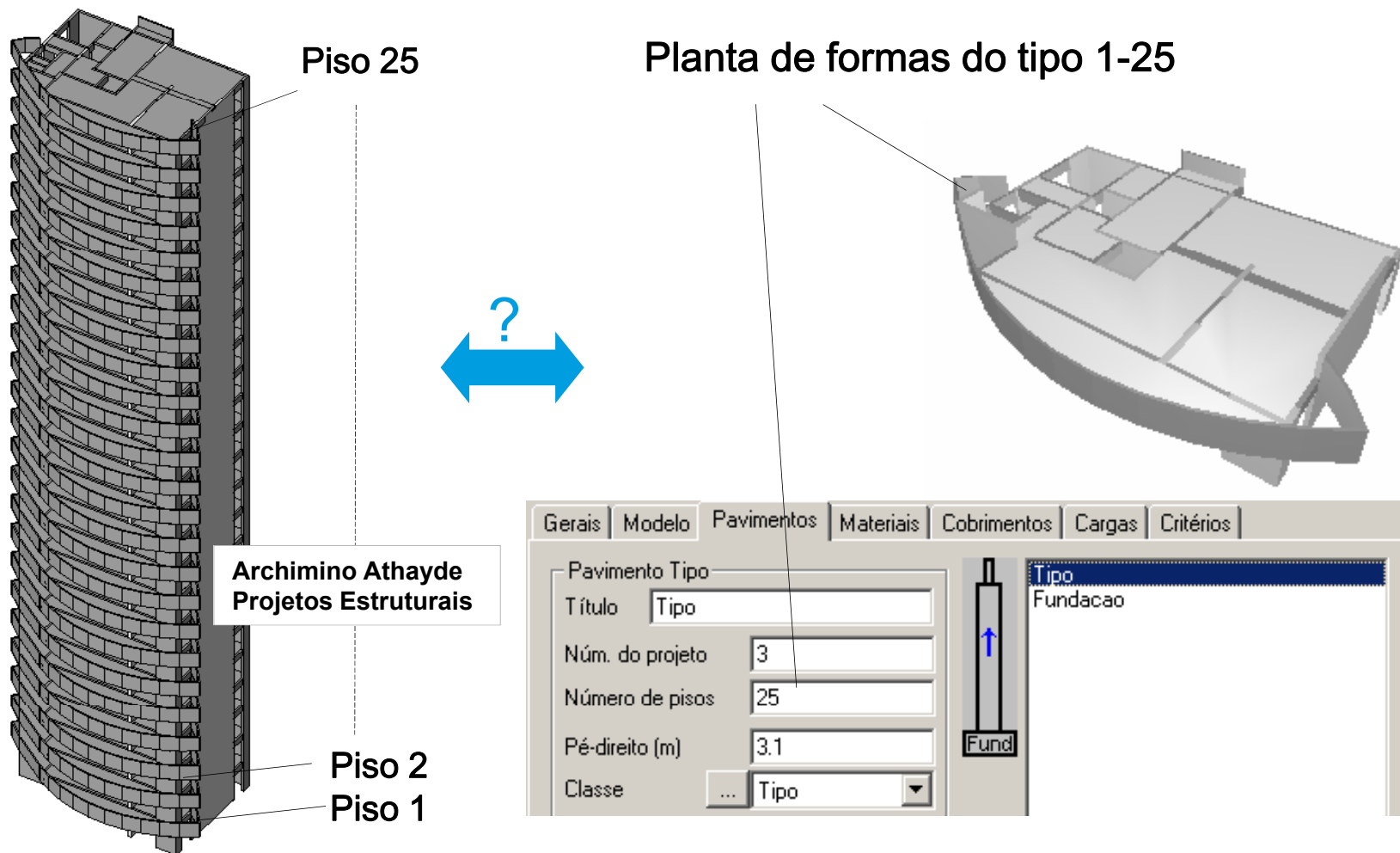
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes



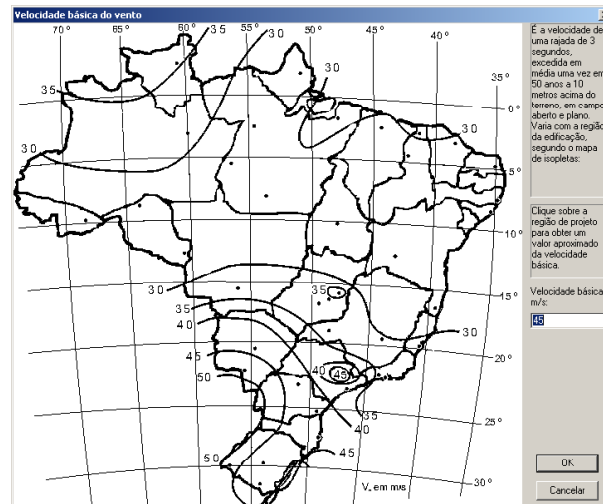
Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**

# Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes

## Carregamentos



```

FLCARRPOLST (J:\TQSRST\TQSO9\ESPACIAL) - GVIM
File Edit Tools Syntax Buffers Window Help
4 070 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT2+0 .6ADIA5
4 071 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT2+0 .6ADIA6
4 072 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT2+0 .6ADIA7
4 073 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT2+0 .6ADIA8
4 074 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT2+0 .6ADIA9
4 075 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT2+0 .6ADIA10
4 076 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT3+0 .6ADIA1
4 077 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT3+0 .6ADIA2
4 078 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT3+0 .6ADIA3
4 079 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT3+0 .6ADIA4
4 080 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0 .6ACID+0 .3VENT3+0 .6ADIA5
4216,1 46%
  
```

Verticais Vento Adicionais Combinações

V0 - Velocidade básica 45

S1 - Fator do terreno 1.00

S2 - Categoria de rugosidade I

S2 - Classe da edificação A

S3 - Fator estatístico 1.10

Casos de vento nas plantas de formas

90° 180° 0° 270°

Ângulo de incidência de vento

Avançado...

	Ângulo	C.A.	Def Cot	Cot ini
1	90	1	Não	0
2	270	1	Não	0
3	0	1	Não	0
4	180	1	Não	0

Cota inicial para aplicação de vento

Inserir Apagar Calcular CA

Tabelas de excentricidades e forças impostas

Excentricidades do caso selecionado

Carregar tabelas de túnel de vento

Forças impostas no sistema global

Inverter o sinal das forças impostas

Verticais Vento Adicionais Combinações

Empuxo Temperatura Retração Desaprumo Hiperestático Vibrações Incêndio Sismo Outras

H

$\theta a$

Na análise global das estruturas, deve ser considerado um desaprumo dos elementos verticais, sempre que for mais desfavorável que o vento. Para a análise do caso mais desfavorável, veja o relatório dos Parâmetros de Estabilidade Global.

Majoradores

GamaF - ponderador de ações 1.4

Ponderador favorável 0

Ângulo de aplicação do desaprumo

90° 180° 0° 270°

Inserir Apagar



# BIM: Um Novo Paradigma

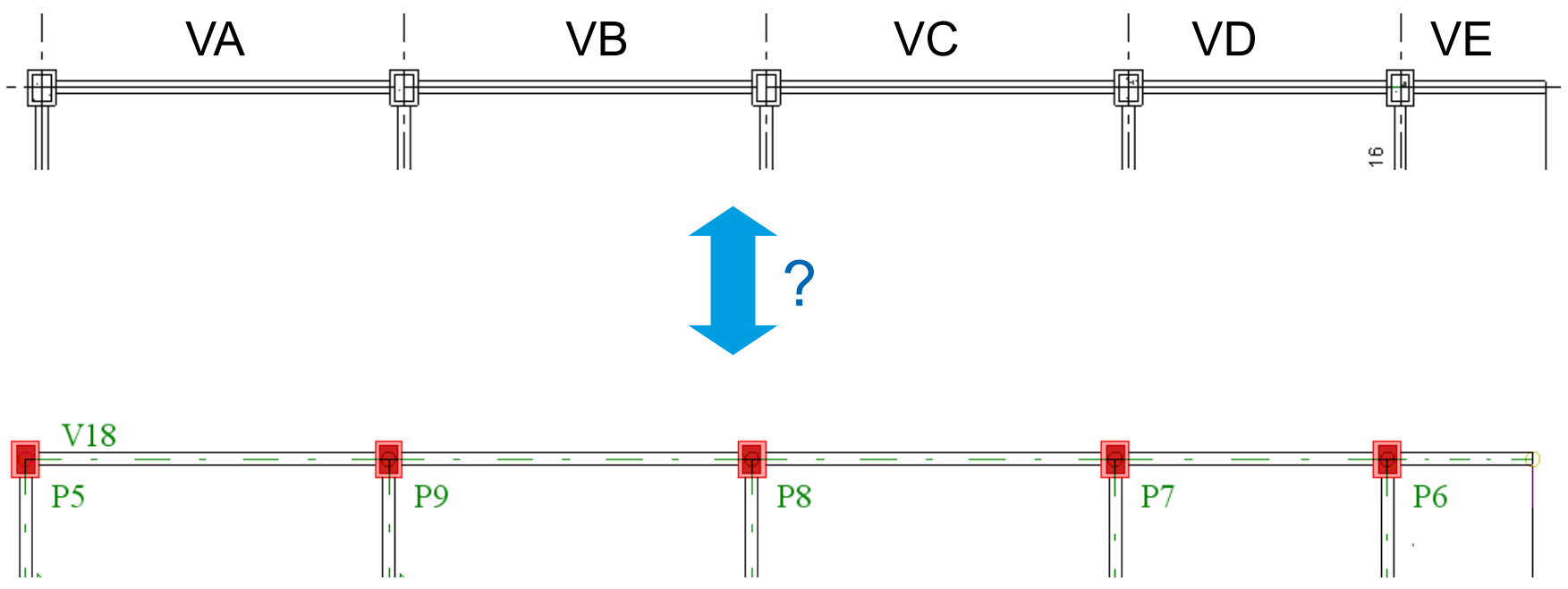
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes

Detalhamento: modelagem de continuidade das vigas



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

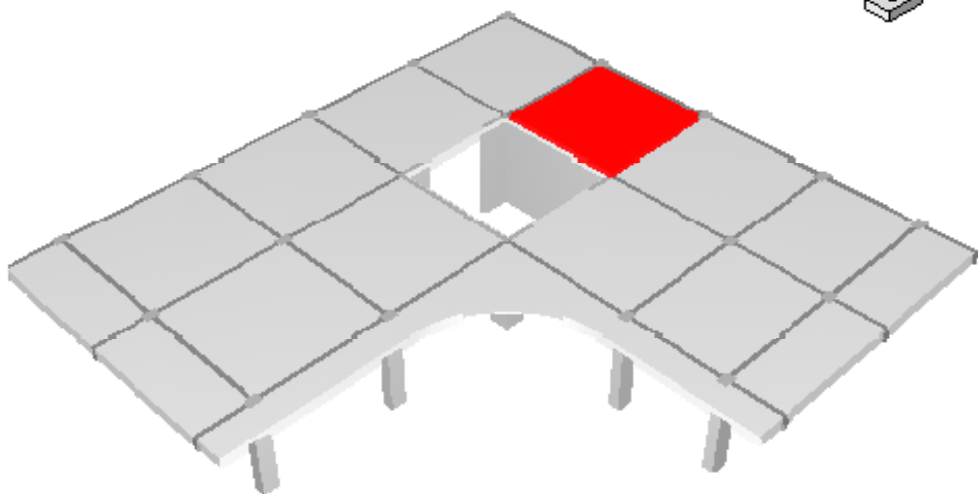
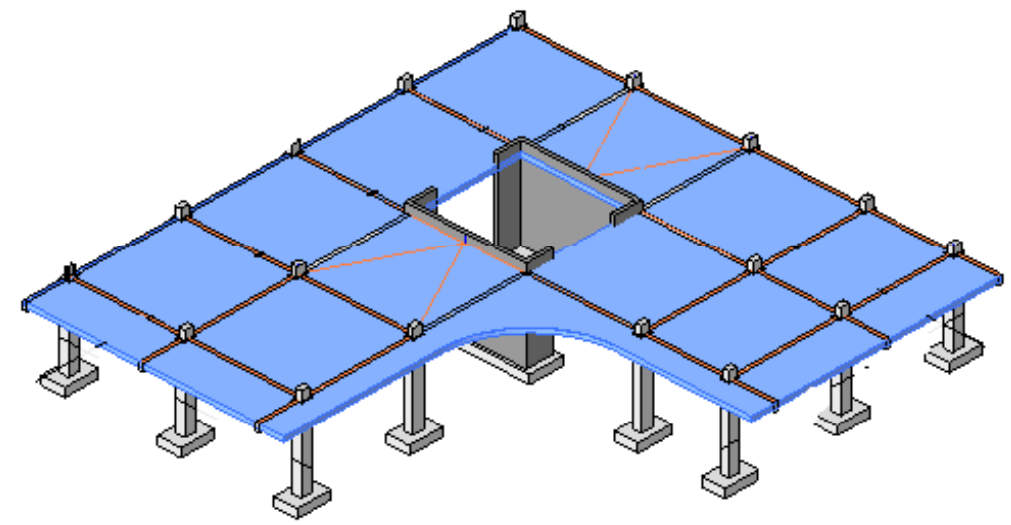
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes

#### Definição de lajes



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

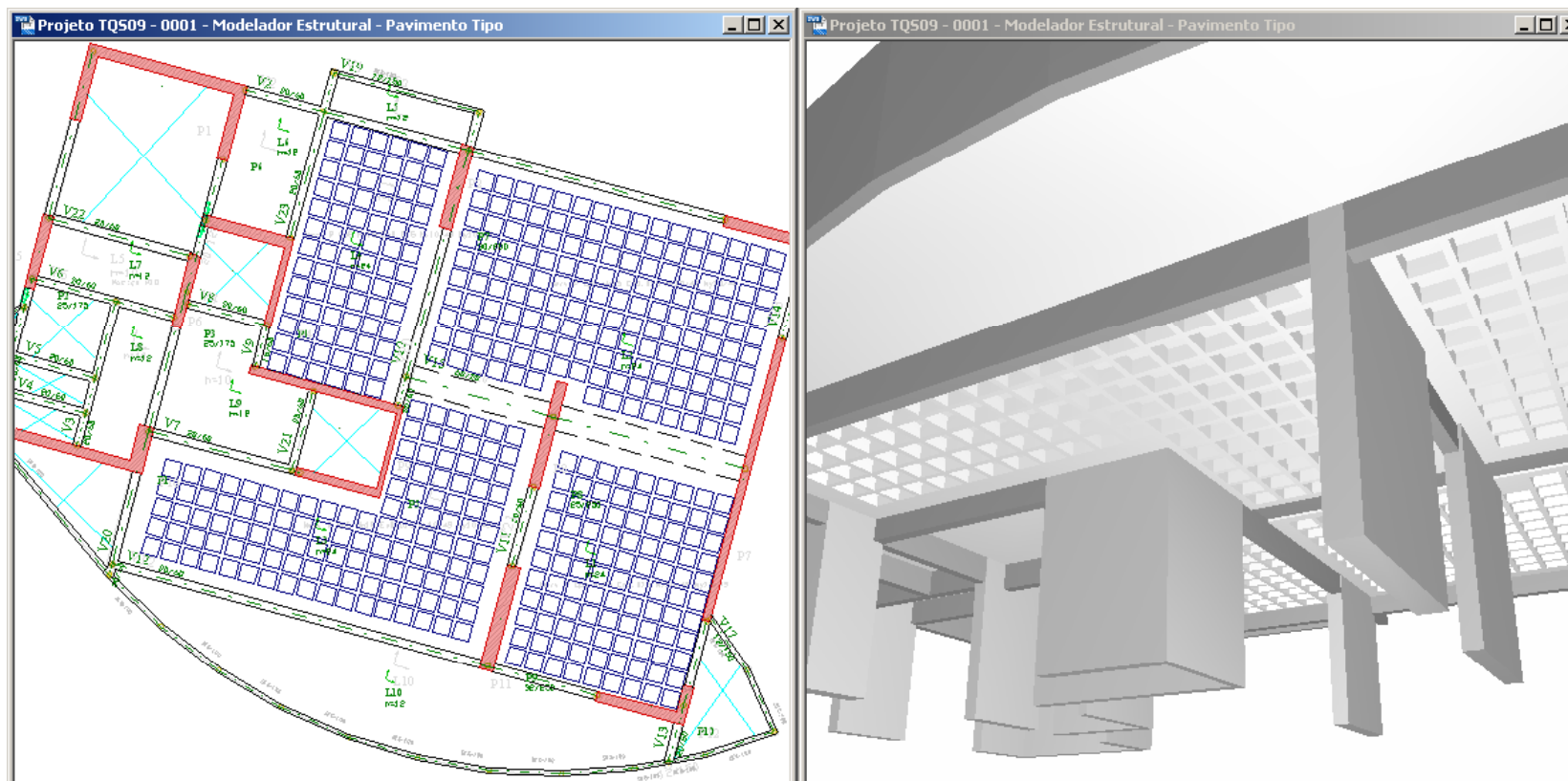
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes

#### Formas de lajes nervuradas



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS



# BIM: Um Novo Paradigma

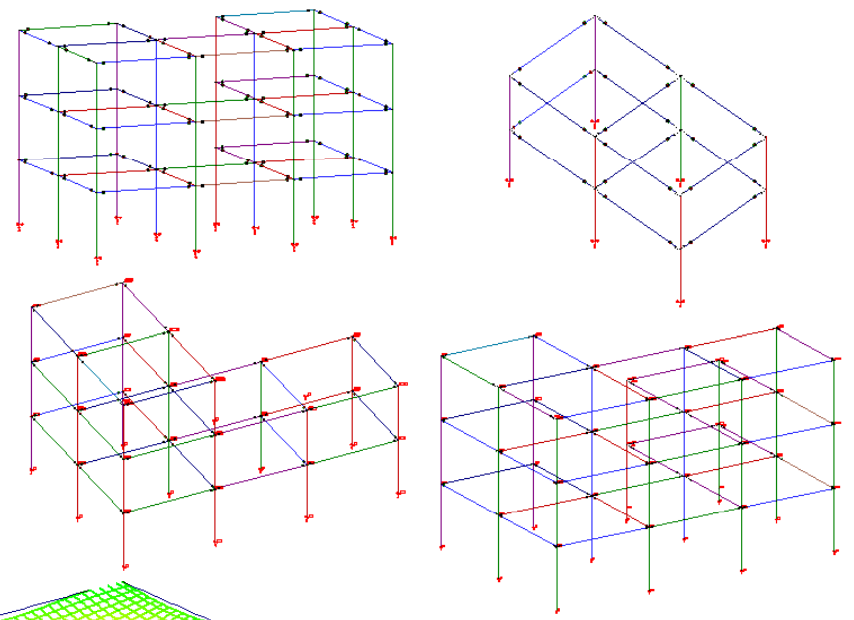
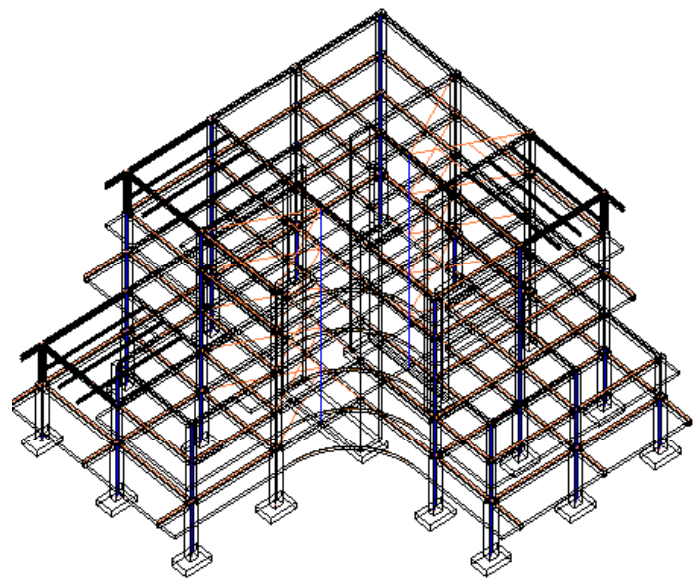
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes

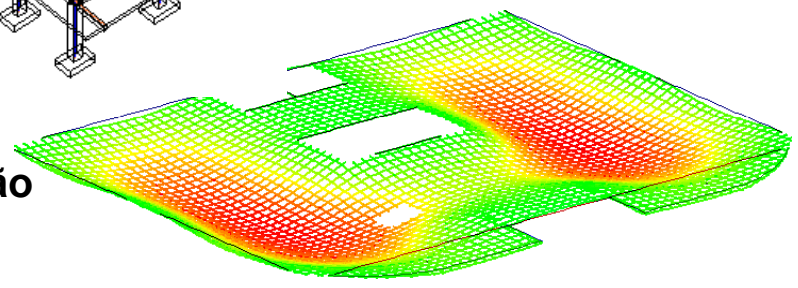
#### Modelo analítico

Sistema estrutural: modelo analítico independente do físico, gerado em "run-time"

#### Sistema BIM: modelo fixo



Etapas construtivas



Modelo para análise não linear física

Aplicação de Novas Tecnologias de Projeto, Construção e Gestão.



TQS





# BIM: Um Novo Paradigma

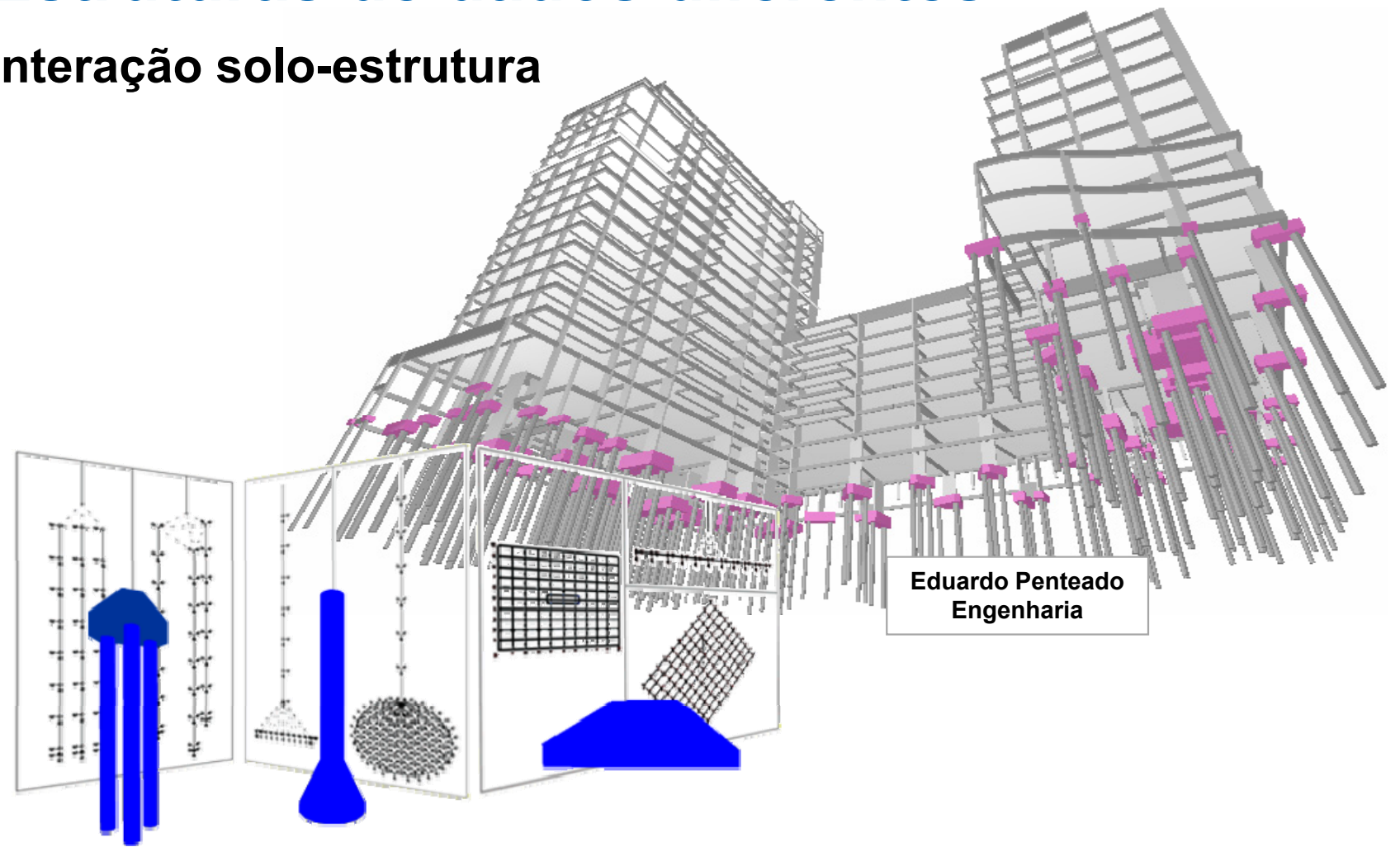
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Estruturas de dados diferentes

### Interação solo-estrutura



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



Eduardo Pentead  
Engenharia



TQS





ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

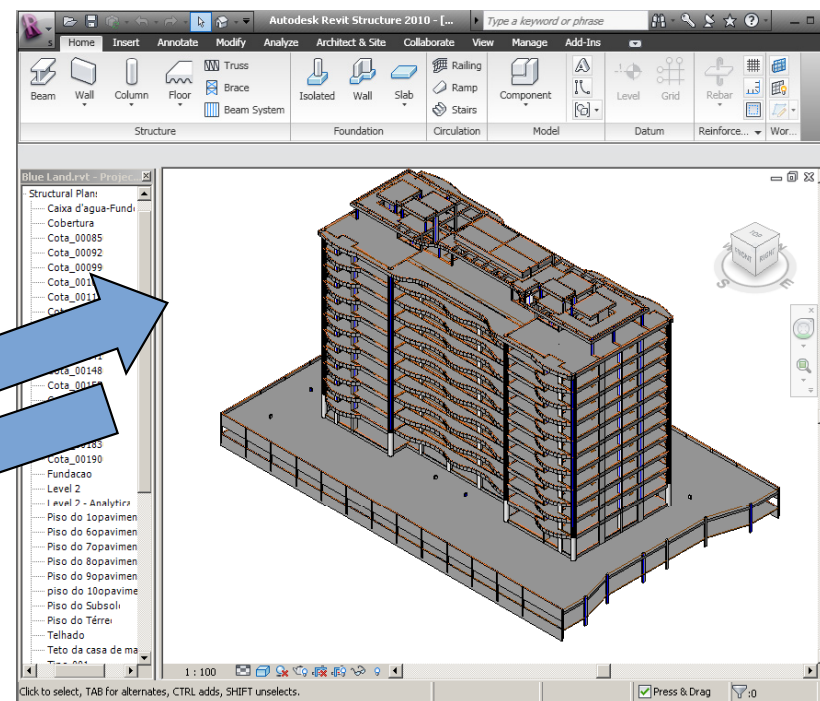
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Exemplos

#### Software estrutural



CSP Projetos e Consultoria



Software arquitetônico

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

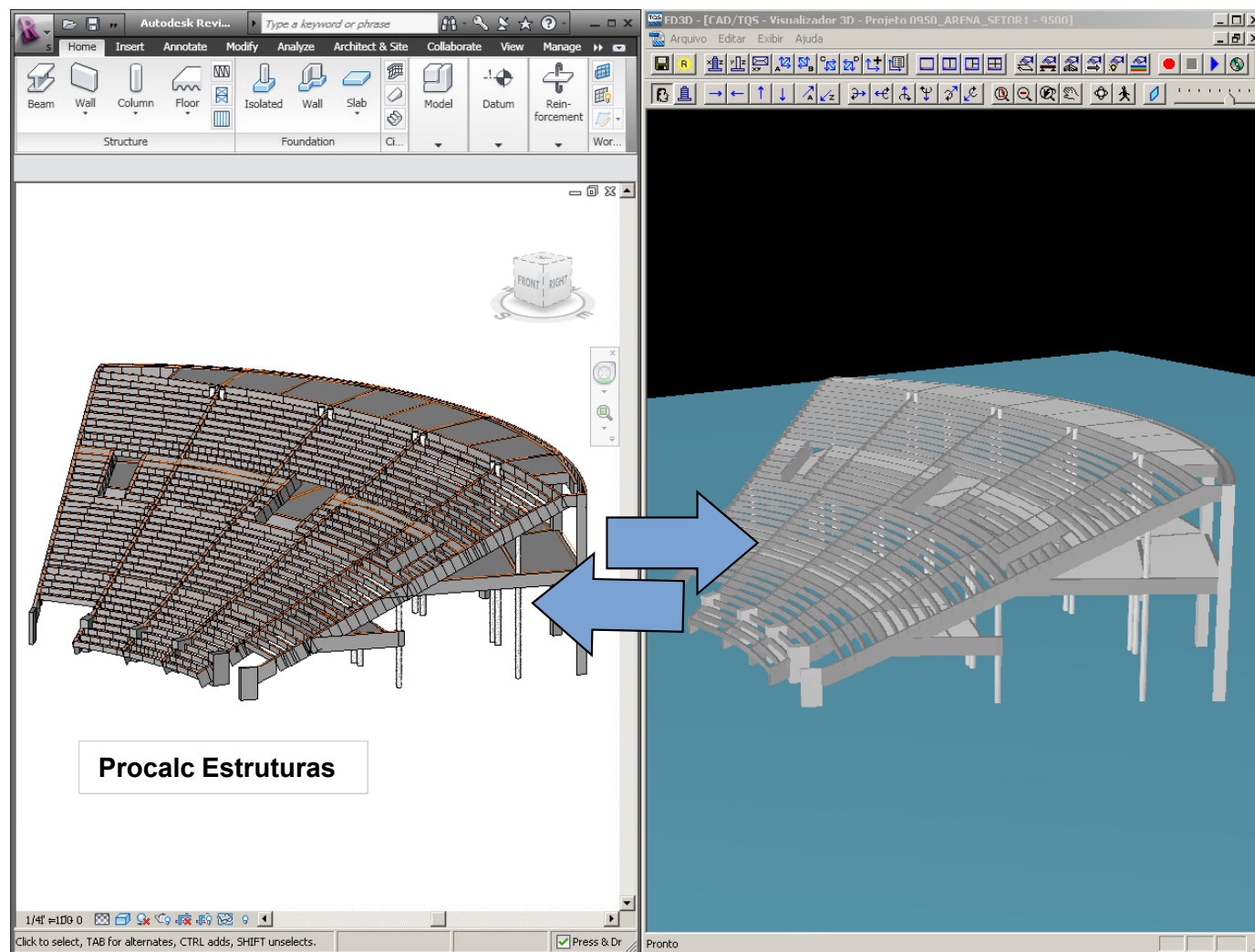
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Exemplos



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

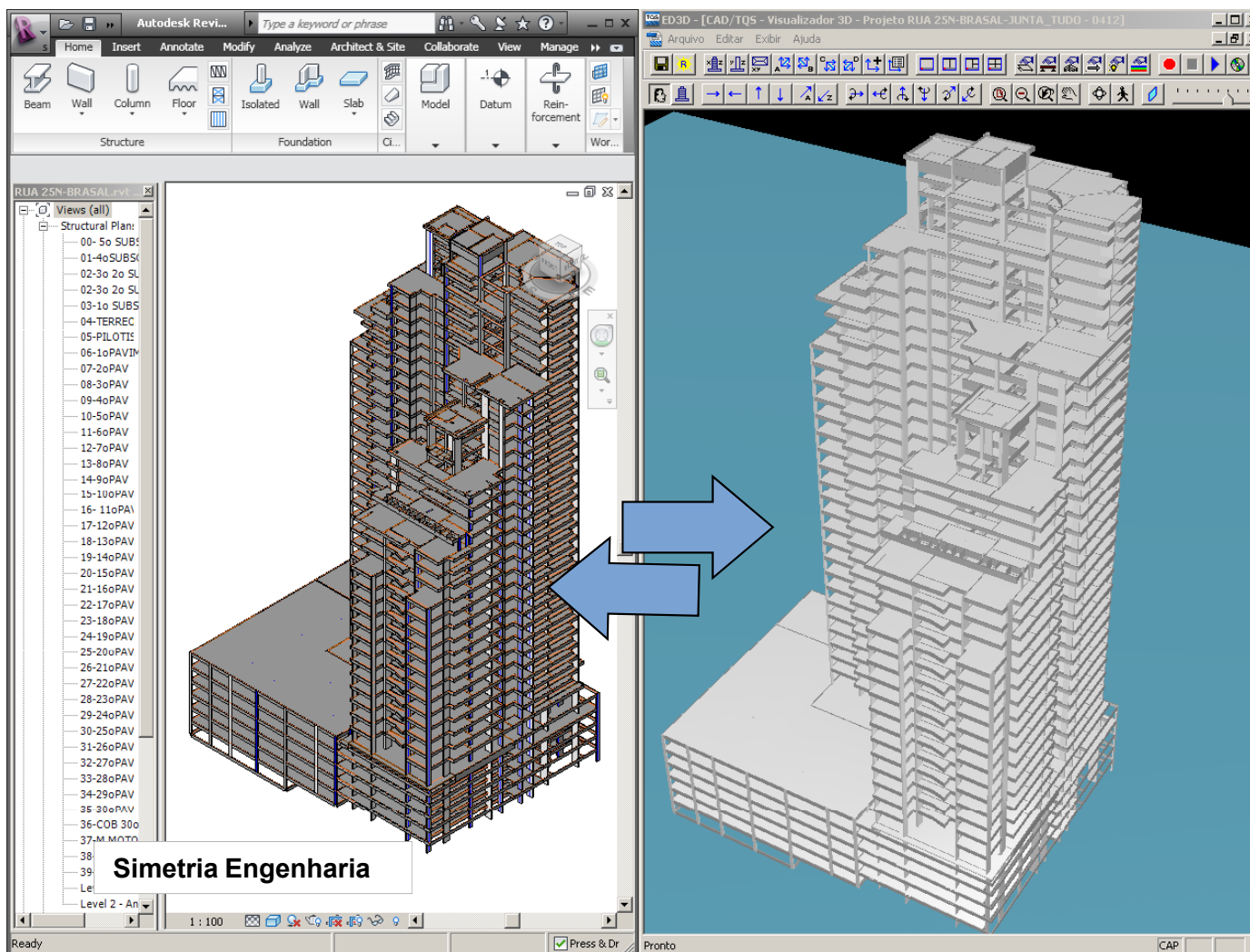
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Exemplos



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS

Simetria Engenharia



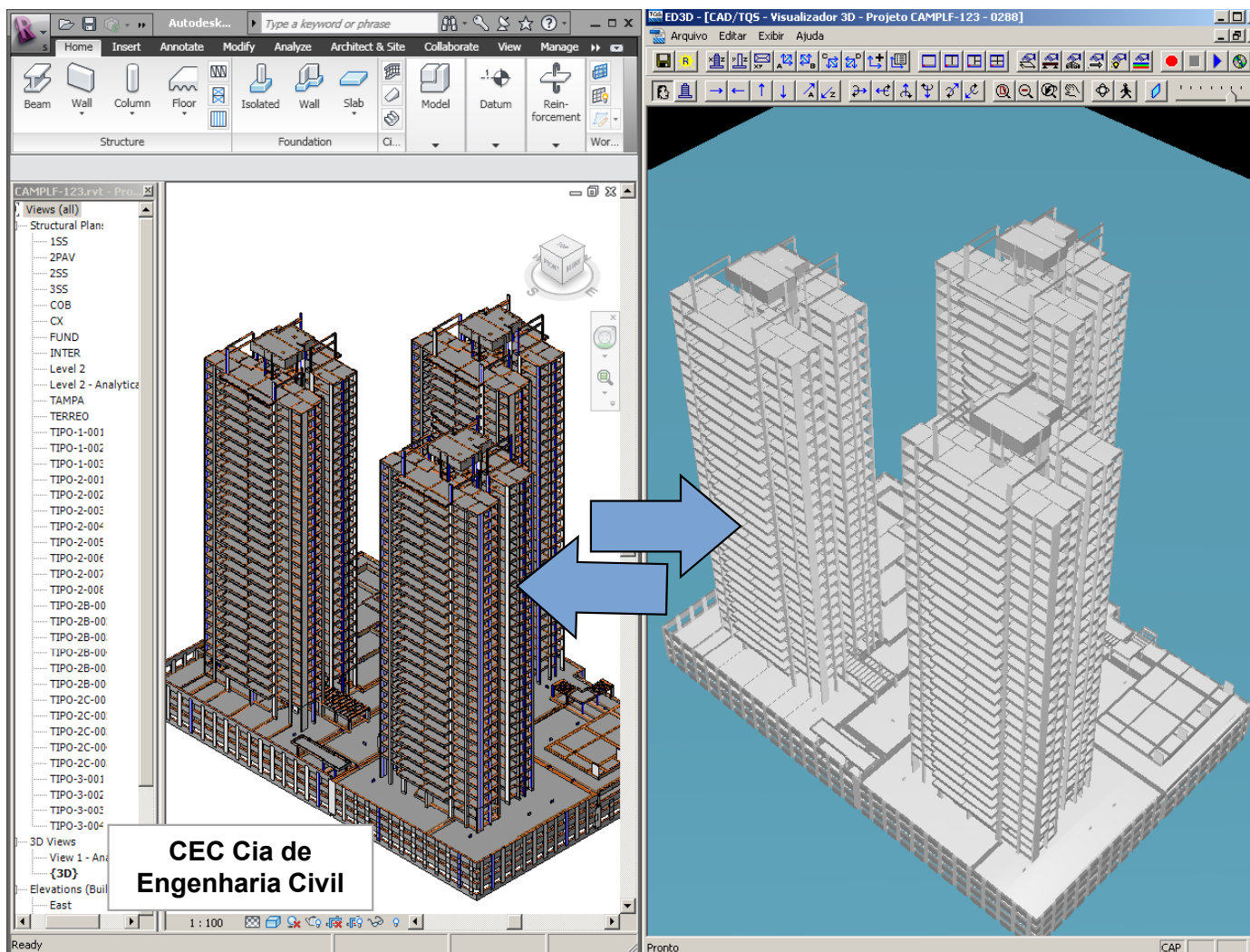
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Exemplos



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Ligação bidirecional – Quando usar?

- A transferência de dados entre modelos estruturais BIM ainda não é totalmente confiável.
- A transferência de geometria é confiável.
- A ligação bidirecional permite analisar rapidamente alternativas de projeto e tomar decisões gerenciais.
- Pode ser usada em fase de anteprojeto.
- As modificações na fase de projeto executivo precisam ser orçadas e formalizadas.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

**TQS**



ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

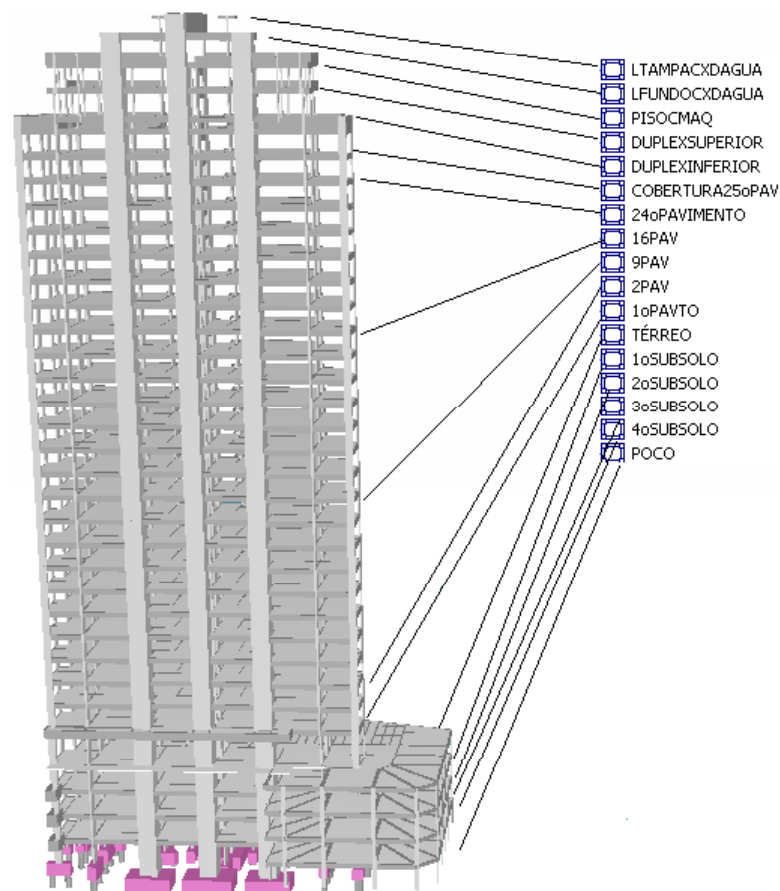
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura

### Alternativas na direção Revit-TQS

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS



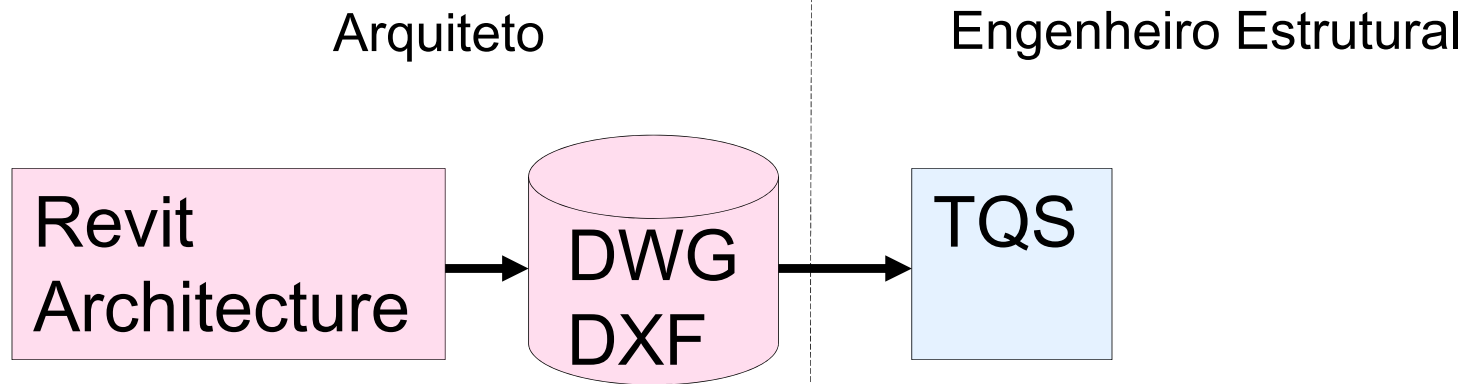
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura Alternativas na direção Revit-TQS



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

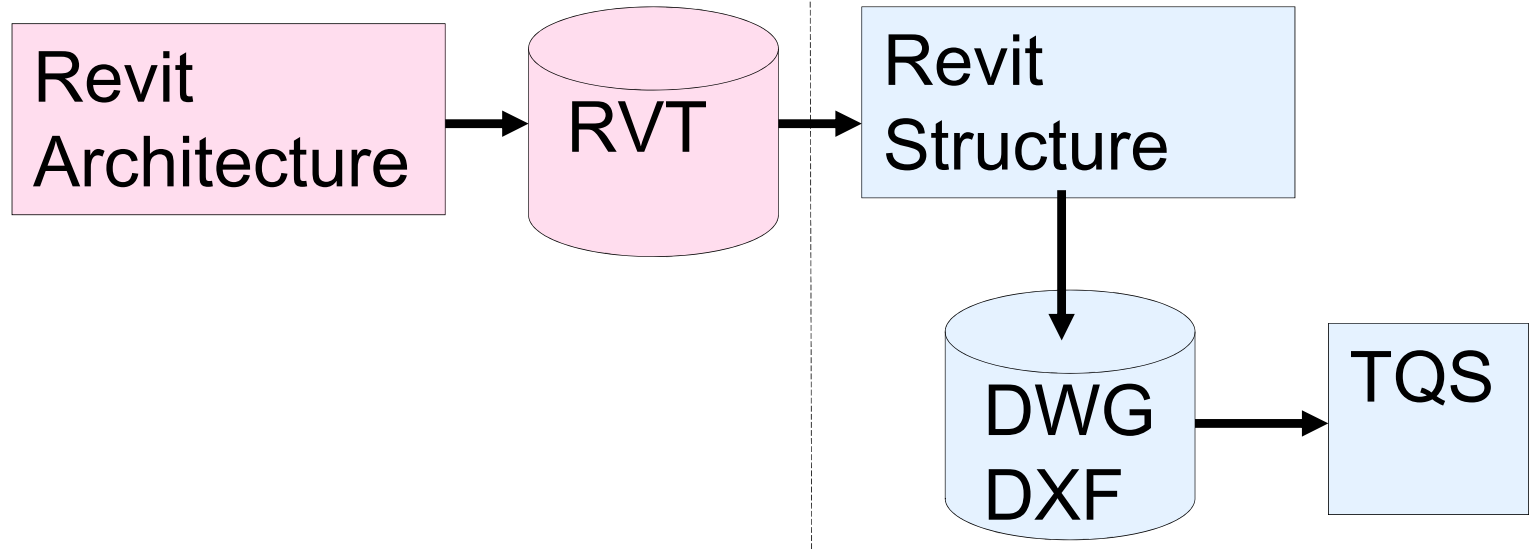
### Comunicação Arquitetura – Estrutura Alternativas na direção Revit-TQS



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

Arquiteto

Engenheiro Estrutural



# TQS





# BIM: Um Novo Paradigma

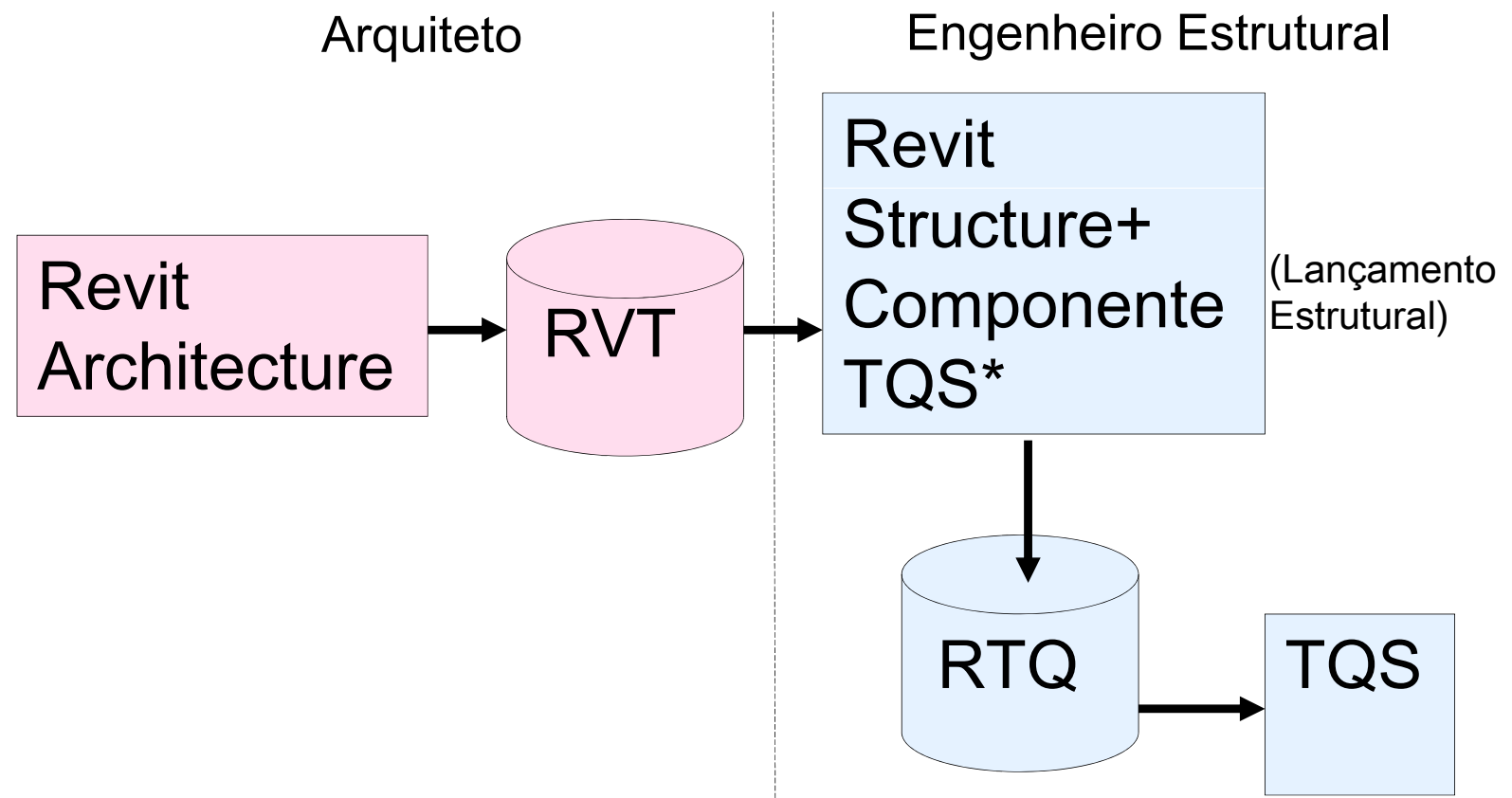
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura

### Alternativas na direção Revit-TQS



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS

\*Baixado livremente do site [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)



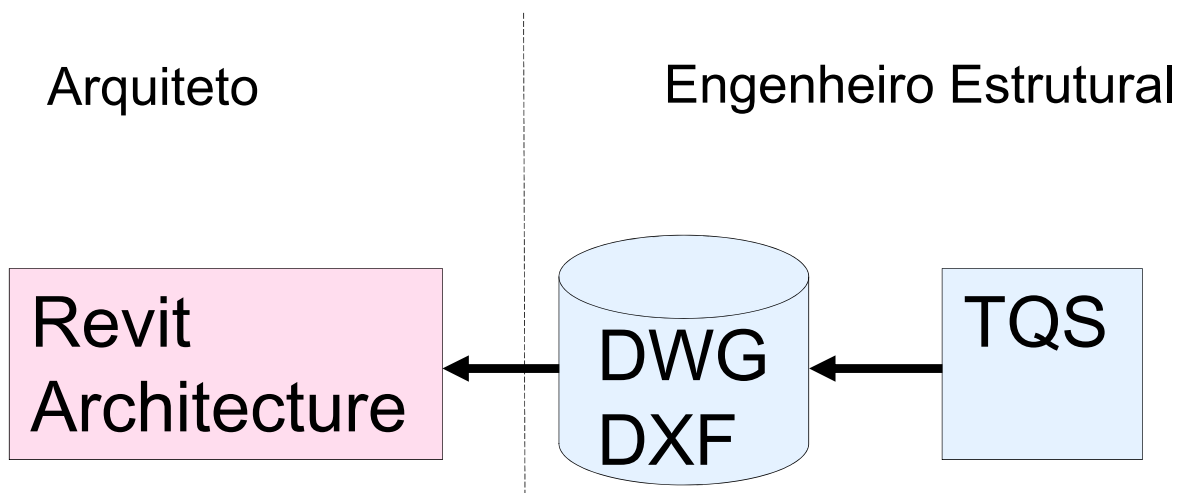
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura Alternativas na direção TQS-Revit



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

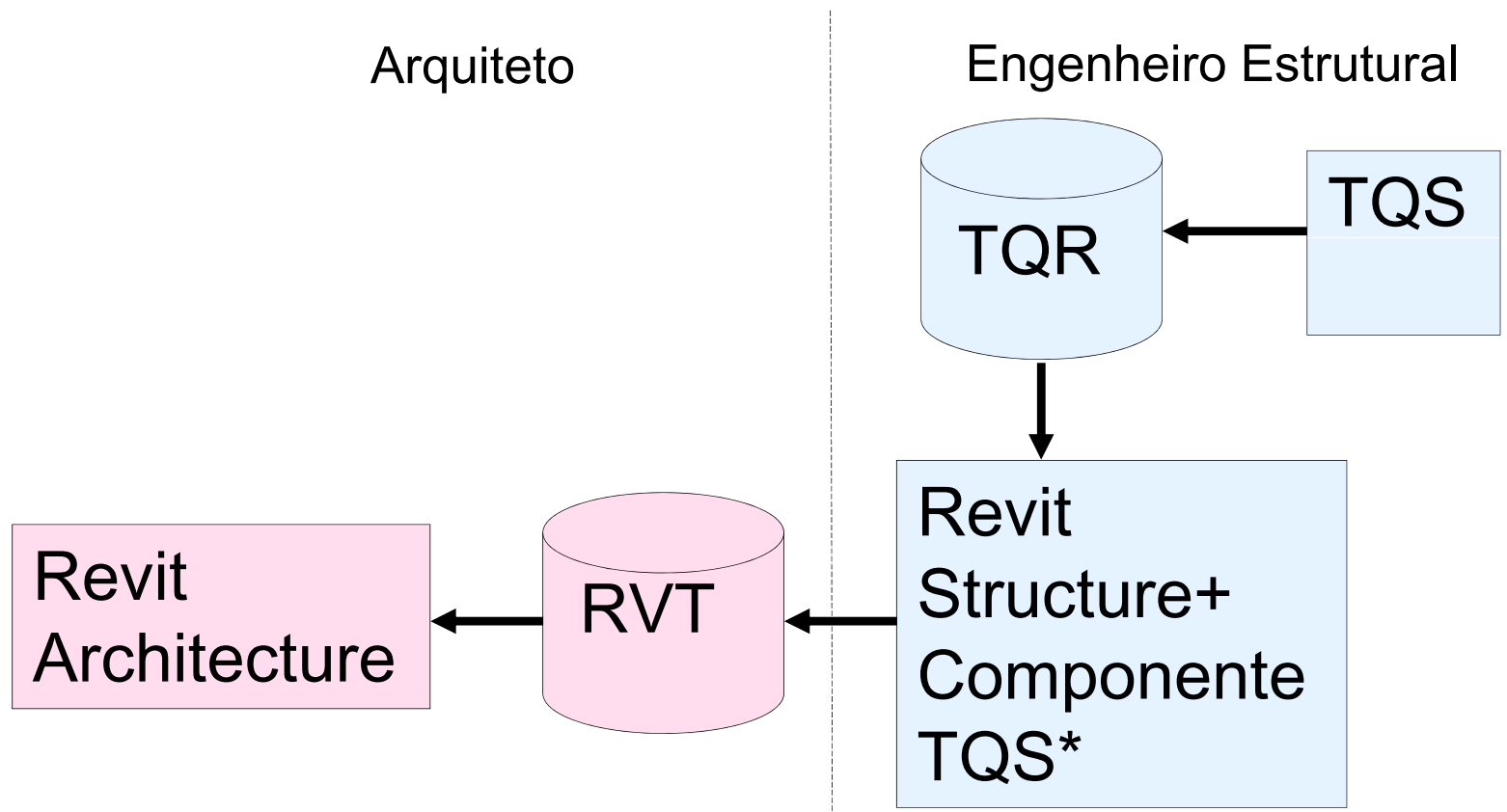
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura

### Alternativas na direção TQS-Revit



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**

\*Baixado livremente do site [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)



# BIM: Um Novo Paradigma

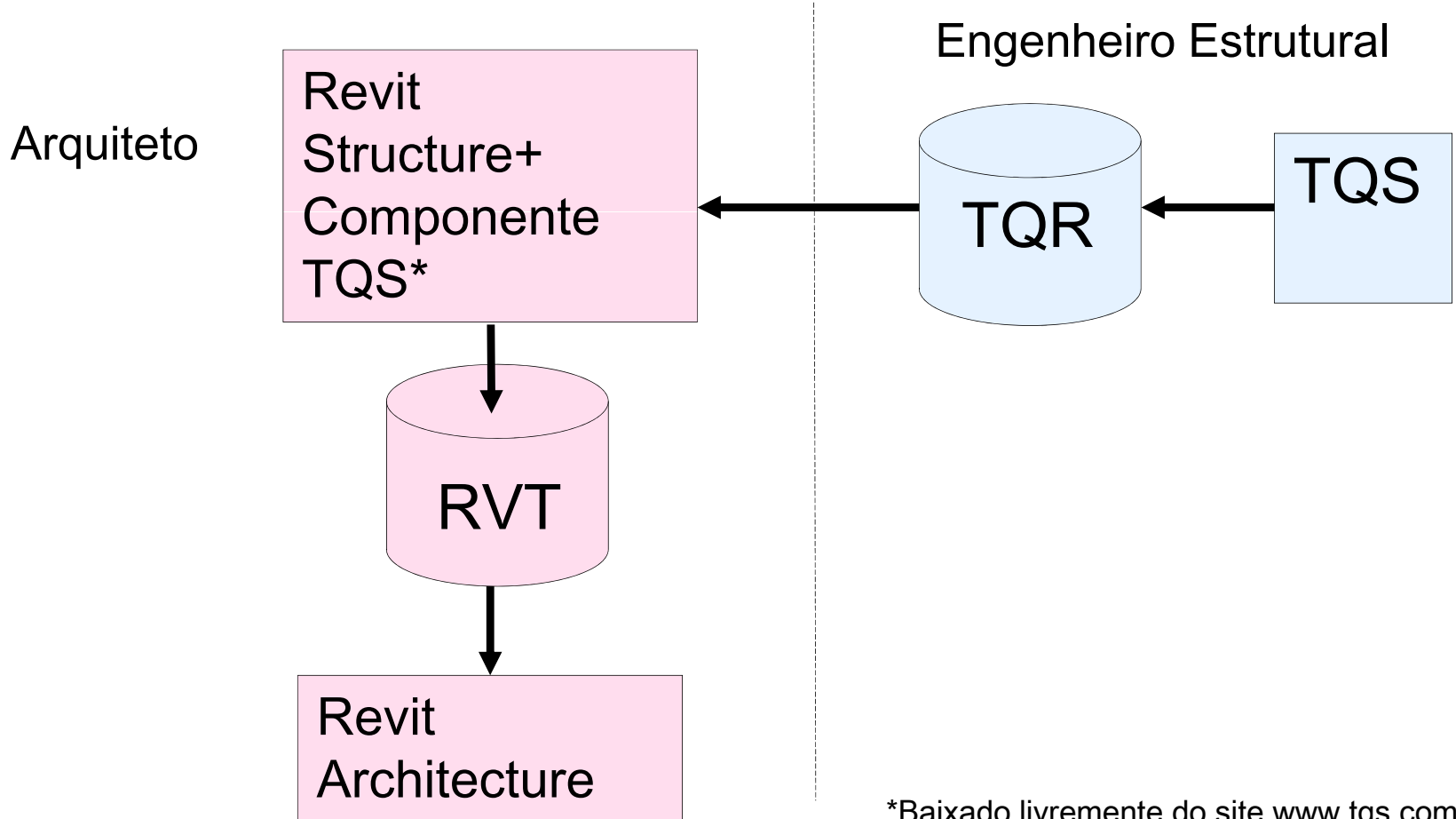
## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura

### Alternativas na direção TQS-Revit



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



# TQS

\*Baixado livremente do site [www.tqs.com.br](http://www.tqs.com.br)



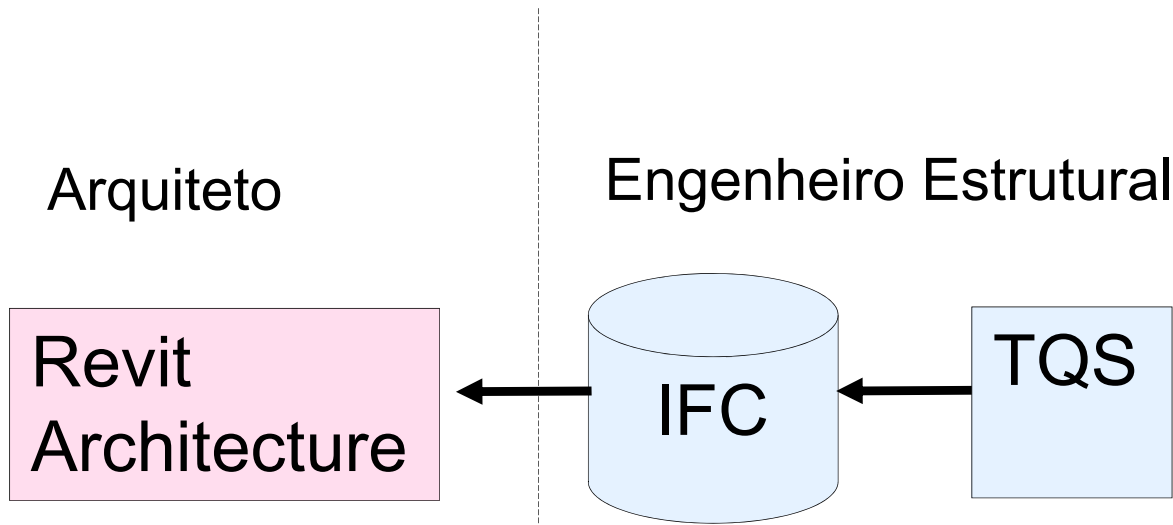
# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Comunicação Arquitetura – Estrutura Alternativas na direção TQS-Revit



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Resultados alcançados

- A entrada por planos continua sendo adequada neste tipo de projeto estrutural. Os formatos DXF/DWG continuam servindo como referência para entrada.
- A entrada sobre modelo IFC deverá ser possível em um futuro próximo. O formato IFC está em evolução.
- A ligação bidirecional é apropriada e traz ganhos nas etapas de anteprojeto. Atualmente ela não é recomendada no projeto executivo.
- A saída do modelo estrutural em formato IFC é adequada para verificação de interferências e coordenação de projeto.

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

**TQS**



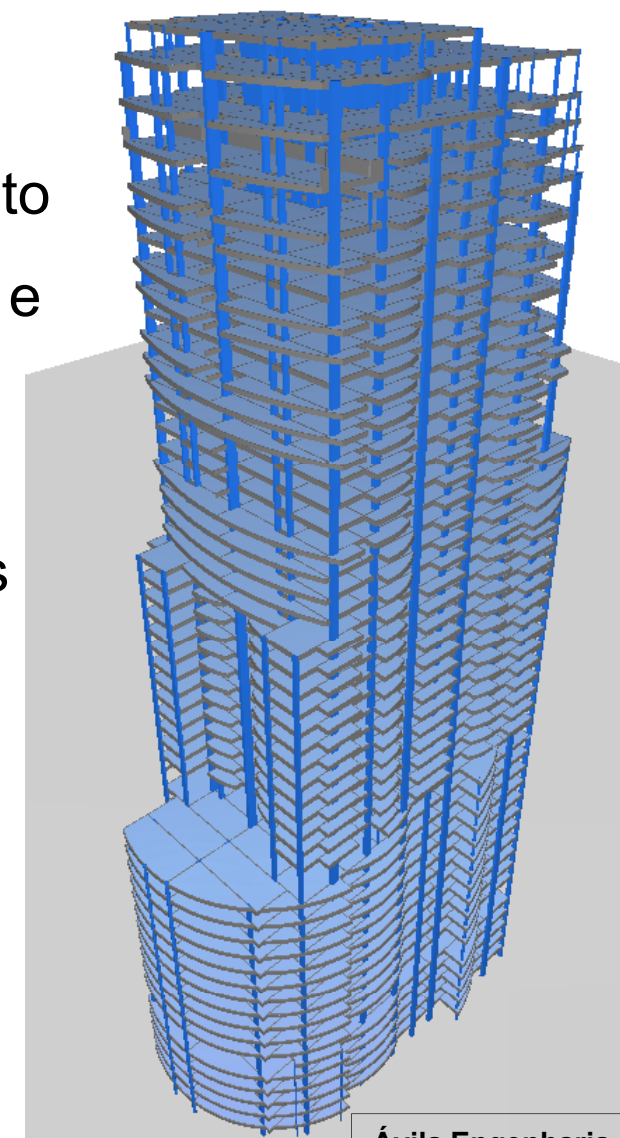
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Considerações finais

- 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



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



**TQS**



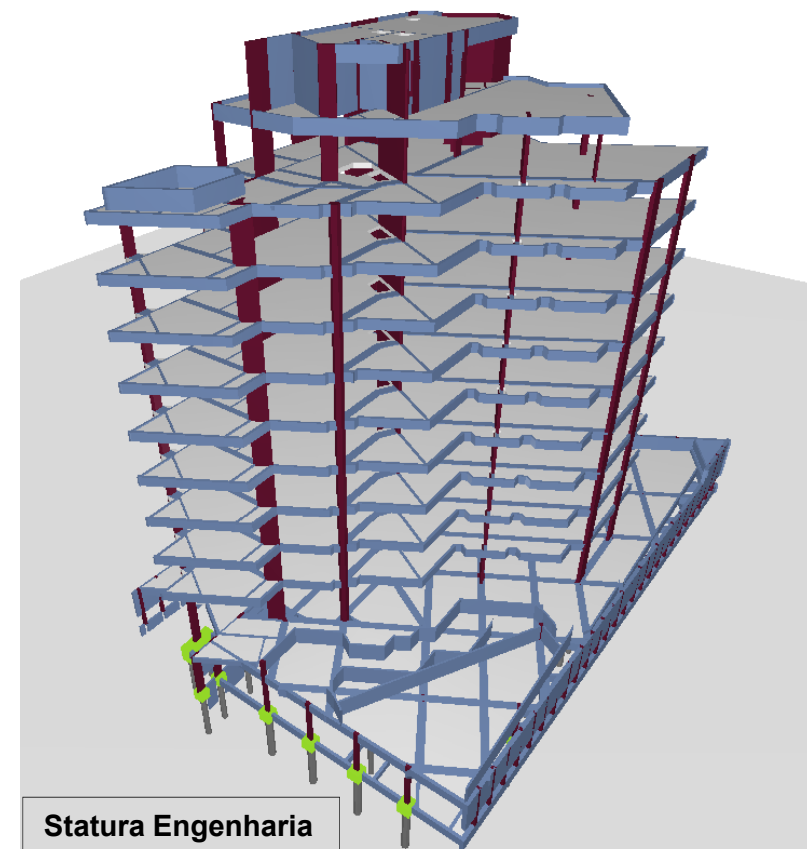
ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE  
ENGENHARIA E  
CONSULTORIA  
ESTRUTURAL

# BIM: Um Novo Paradigma

## Vantagens, Desvantagens e Dificuldades

### Considerações finais

- Viabilidade - Anteprojeto – Executivo – Execução
  - Melhor qualidade
  - Menores prazos
  - Menores custos diretos
  - Menores custos de manutenção
  
- Resultado:  
**Maior Competitividade**



Statura Engenharia

Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.



TQS





# BIM: Um Novo Paradigma

Vantagens, Desvantagens e Dificuldades



Aplicação de Novas  
Tecnologias de  
Projeto, Construção  
e Gestão.

# Obrigado



## TQS

Abram Belk - [abram@tqs.com.br](mailto:abram@tqs.com.br)