

20° **ENECE**

Encontro Nacional
de Engenharia e
Consultoria Estrutural

A ARTE DA ENGENHARIA ESTRUTURAL



Desafios do Projeto Estrutural no Ambiente BIM: Teoria e Prática



Abram Belk
TQS Informática Ltda

www.tqs.com.br
abram@tqs.com.br

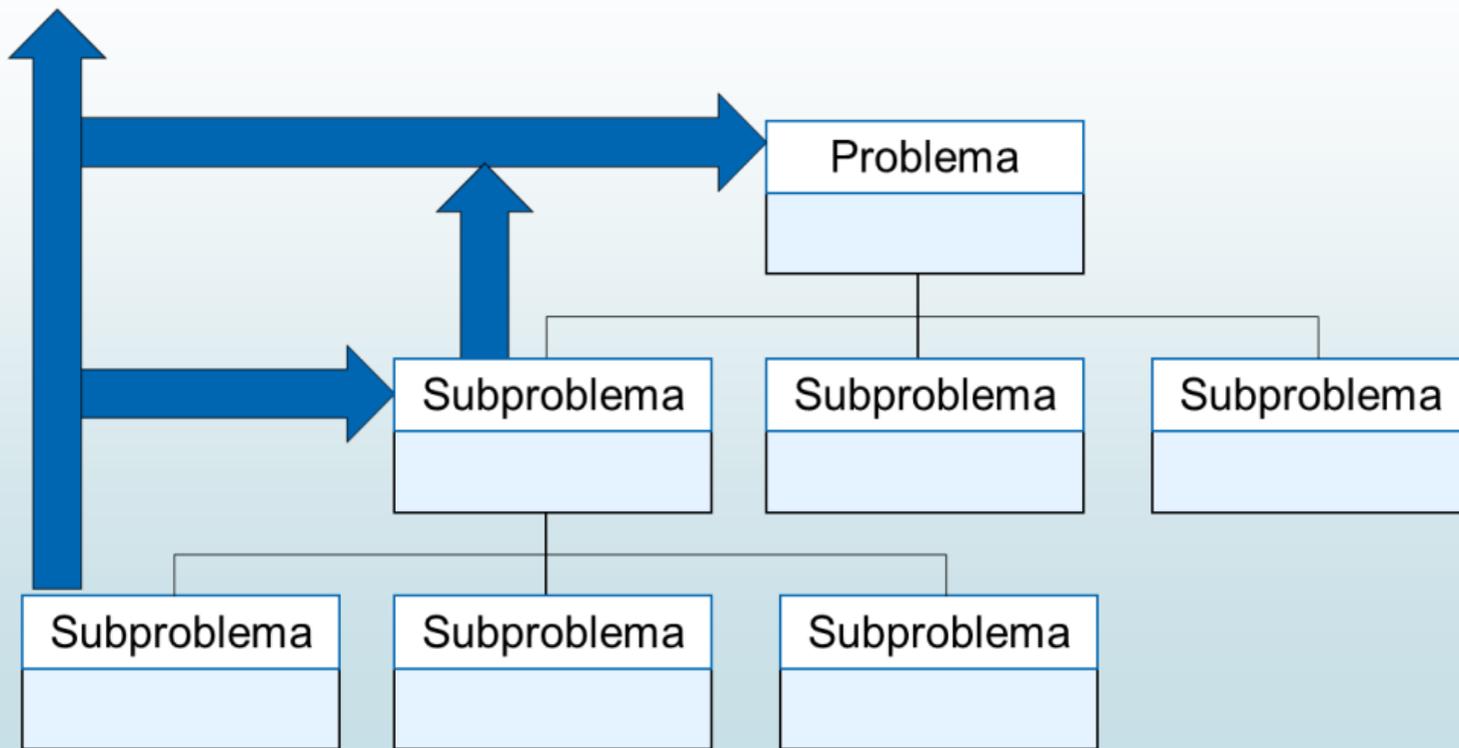
Década de 1980

Escritórios de projeto estrutural



- Os microcomputadores pessoais chegaram no final da década de 70.
- A ferramenta de desenho nos escritórios de projeto de engenharia era a prancheta
- Trabalho computacional de engenharia dominado pelos grandes computadores (mainframes – custavam milhões)
- Os microcomputadores não tinham capacidade gráfica suficiente para trabalho produtivo de projeto
- Introdução do conceito CAD







Objetivo das ferramentas computacionais - CAD

Computer Aided Design – Projeto Auxiliado por Computador

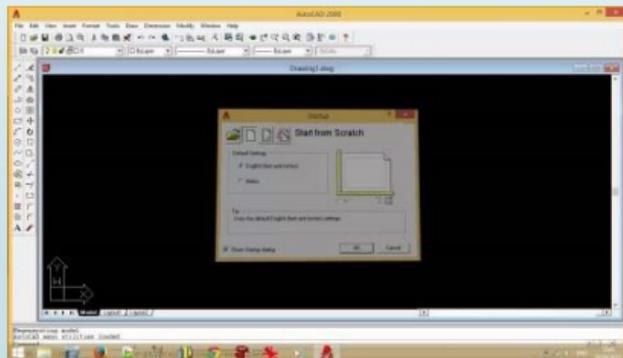
- Centralização de base de dados - **eliminação de redundâncias.**
- **Tarefas repetitivas feitas pelo computador.** Facilidade para simulações.
- Possibilidade de menos pessoas tratar **subproblemas maiores.**
- **Menos subproblemas**, menor erro na troca de informações.
- **Menor esforço** de coordenação.
- Conceito bem aplicado na área de engenharia estrutural, e em outras como mecânica, elétrica e eletrônica



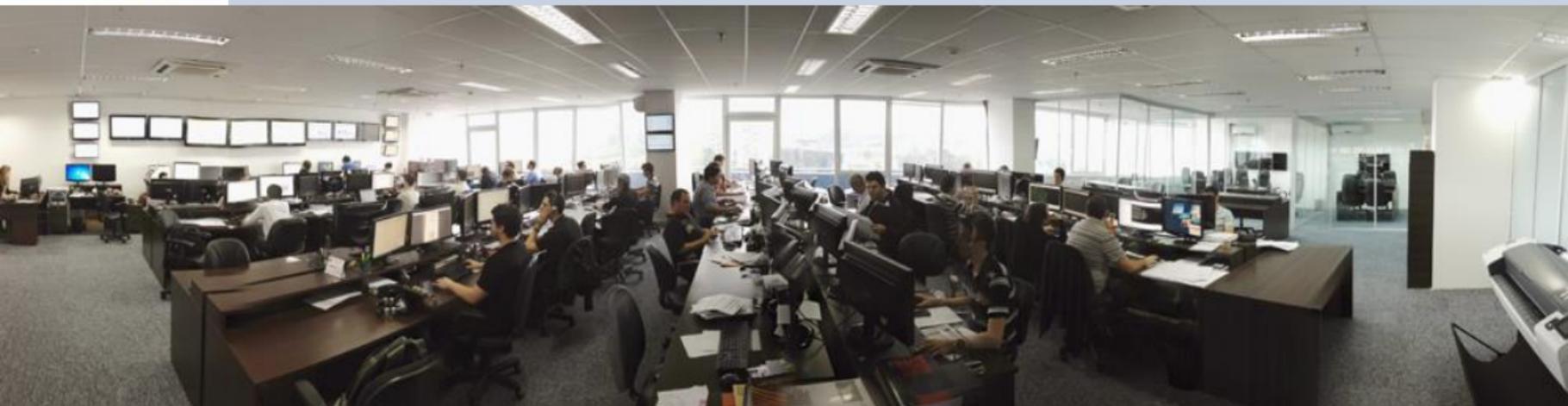
- Computadores passaram a ter capacidade gráfica. Chip Intel 80386/80387. Pentium em 1993. Placa NVIDIA G-Force em 1999.
- O primeiro Windows 3.0 realmente usável.
- O Autocad prevaleceu como ferramenta para desenho 2D.
- Nascimento da internet, servidores, Linux e e-mails.
- O conceito de CAD acabou se confundindo com desenho 2D por computador.



Autocad® R11 1990



Autocad® R15 2000



Knijnik Engenharia. Do lado direito podemos ver um plotter jato de tinta.

- Depois de 10 anos, por volta do ano 2000, o cargo de desenhista em prancheta de desenho estava **extinto**.





O que é BIM?

Building Information Modeling – Modelagem de Informações da Construção

“BIM é uma representação digital das características físicas e funcionais de uma construção. BIM é um conjunto de informações do empreendimento desde a concepção inicial até a demolição, com colaboração integrada das diversas partes do projeto (construtor, arquitetos, engenheiros, proprietário, etc.)”

NBIMS-US (National BIM Standard-USA)





- Viabilização e concepção do empreendimento
- Projeto integrado
- Facilidade para teste de soluções
- Redução de erros
- Antecipação e solução de problemas
- Integração com a fabricação
- Auxílio na operação

Fonte: Charles Eastman

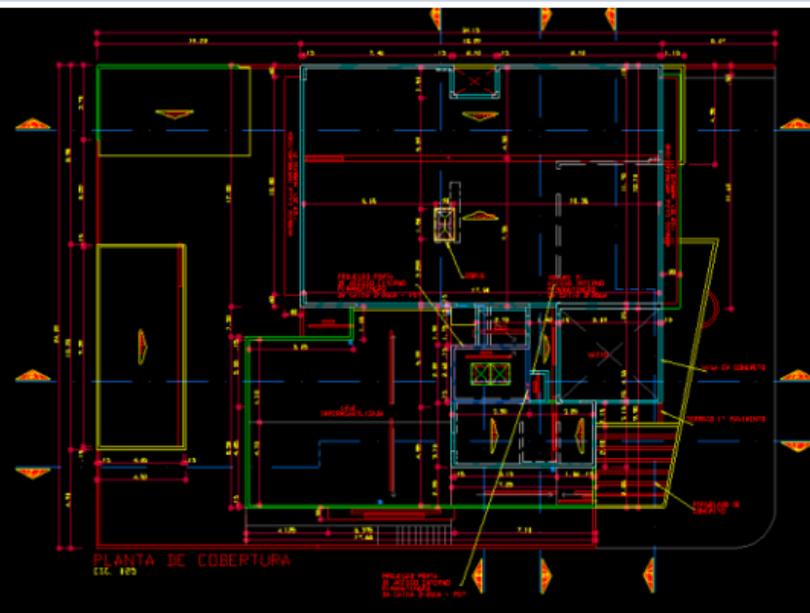
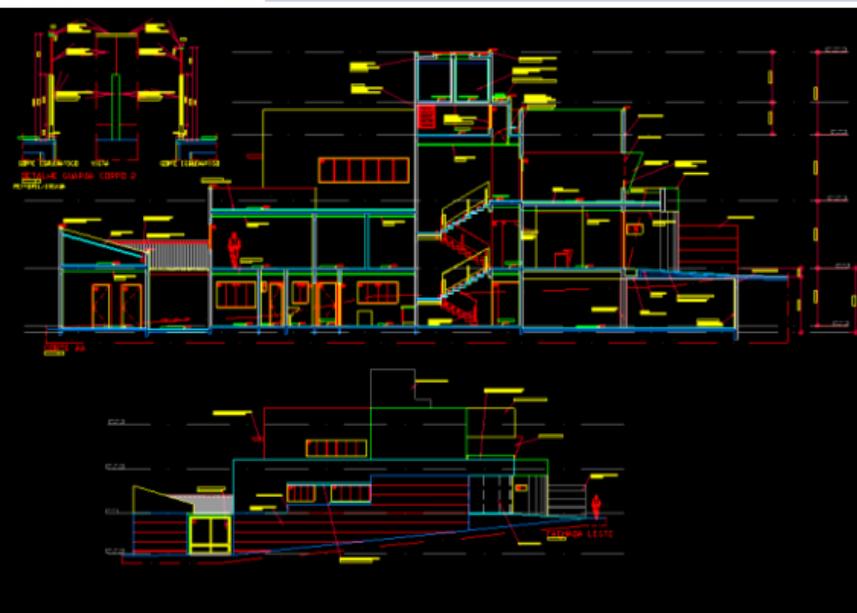


Como era a integração de informações no CAD?



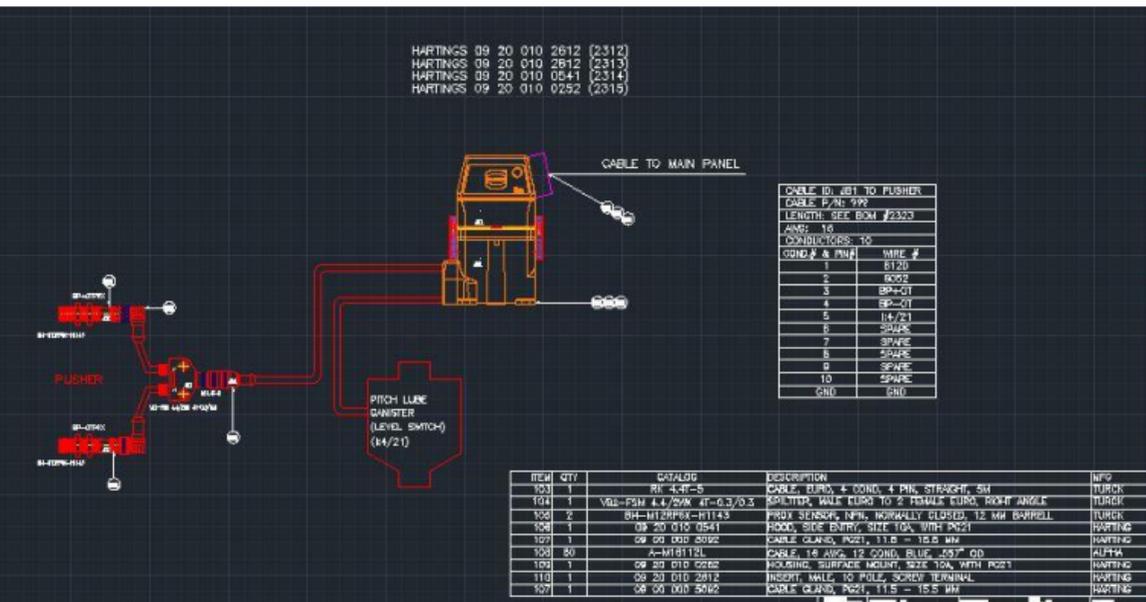
- Verificação visual de interferências por sobreposição de layers.
- Depende de habilidade específica e sujeita a erros

Como era a integração de informações no CAD?



- Geração manual de cortes e outros documentos sujeitos a erros. Não há atualização automática nas modificações.

Como era a integração de informações no CAD?

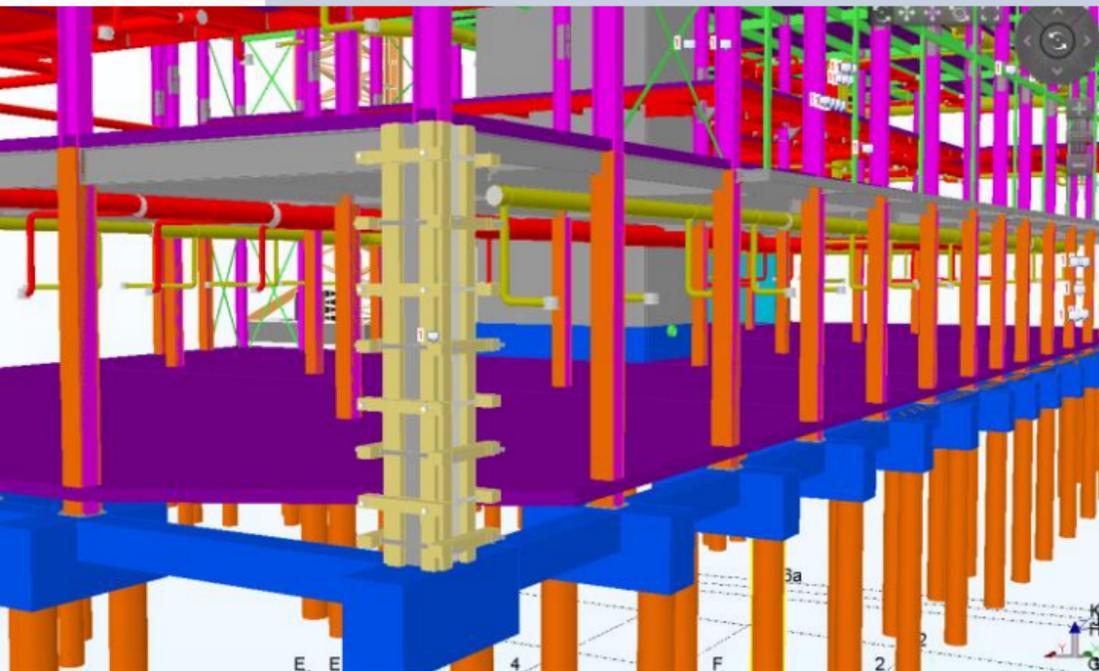


Exportação de lista de materiais automatizada por cada projetista e entregue ao contratante ou coordenador.

As listas são coerentes com o projeto.

Mas, o contratante não tem o poder de fazer simulações no modelo e obter novas listas.

O que mudou do CAD para o BIM em essência?



- Ênfase na modelagem 3D de todas as disciplinas.
- Os objetos modelados contém informações físicas e funcionais.

Fonte: Tekla Bimsight

- A verificação de interferências é automatizada
- Os documentos com cortes são coerentes
- O contratante pode simular e obter quantitativos independentemente



- 1976 Charles Eastman lança as bases para o BIM
- 1999 Graphisoft Archicad no Brasil
- 2000 Tekla no Brasil
- 2006 Autodesk Revit no Brasil
- 2008 Charles Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks e Kathlen Listou lançam o “Bim Handbook – A Guide to Building Information Modeling”





BIM no Brasil em 2017:

- É usado pelos construtores desde a análise do empreendimento até a entrega do produto?
- É usado na maioria dos projetos na construção?
- É a ferramenta padrão nos escritórios de arquitetura?
- Substituiu totalmente a representação 2D?
- Foi adotado maciçamente por toda a cadeia de projetistas?
- Define uma base de dados centralizadas onde todos os projetistas trocam informações bidirecionais?
- Está disponível para operação do empreendimento pelos usuários finais?

Diferenças entre implantação de CAD e BIM



- Um único paradigma: transferir desenhos
- Padronização de formatos DWG e DXF
- Difusão do ensino de CAD



CAD

BIM

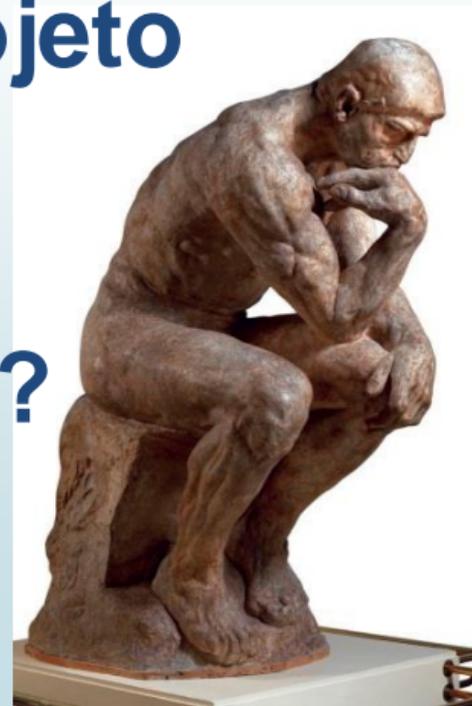


- Modelagem 3D física/funcional obrigatória. Requer treinamento muito maior do que desenho 2D.
- Não foi suficientemente difundido nas escolas.
- Múltiplas áreas do conhecimento humano
- Viabilidade, concepção, arquitetura, estrutura, fundações, instalações hidráulica, elétrica, ar condicionado, insolação, energia, mobilidade, etc...
- Formato IFC padronizado complexo
- Múltiplos softwares para lidar com as informações



O contratante requer o projeto estrutural em BIM.

O que é que eu faço agora?



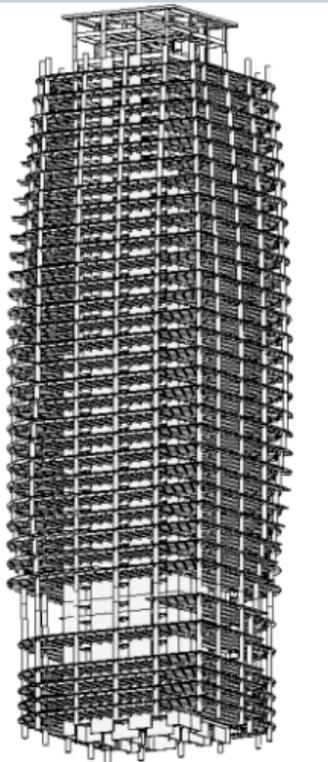
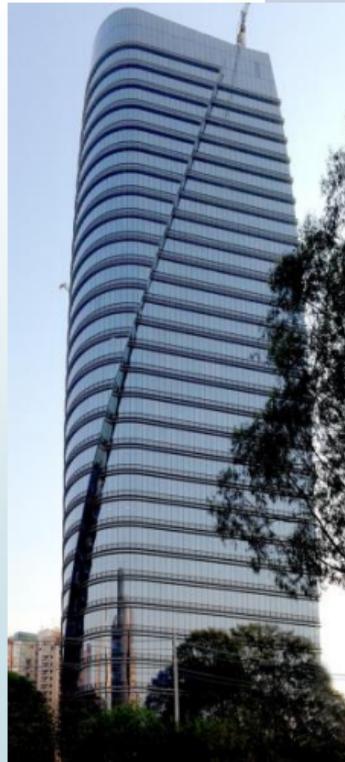


Entender como o modelo estrutural será entregue e ligado aos demais modelos do BIM.

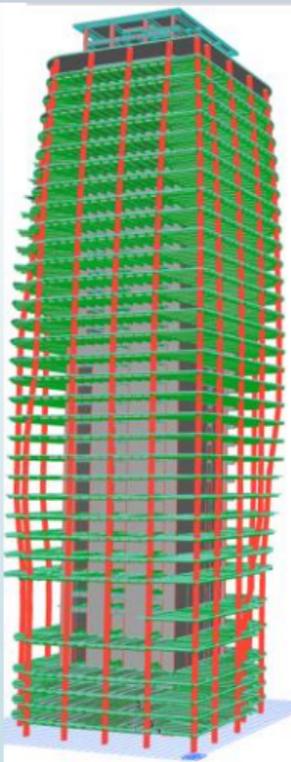
- O modelo para desenvolver o projeto estrutural é diferente do modelo físico da estrutura.
- A entrega do projeto executivo em plantas 2D para a execução da estrutura ainda é necessária.
- Entrega do modelo físico BIM da estrutura.

Projeto estrutural – BIM na prática

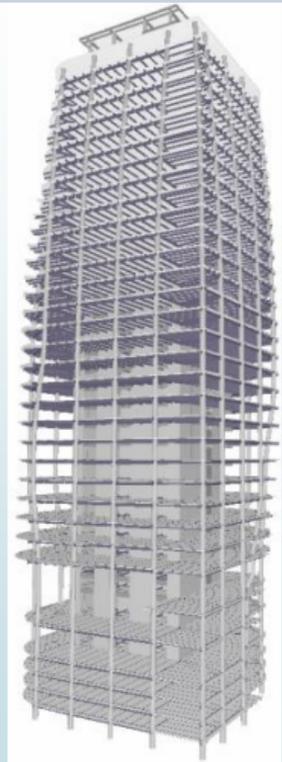
Os modelos físico e analítico podem ser iguais?



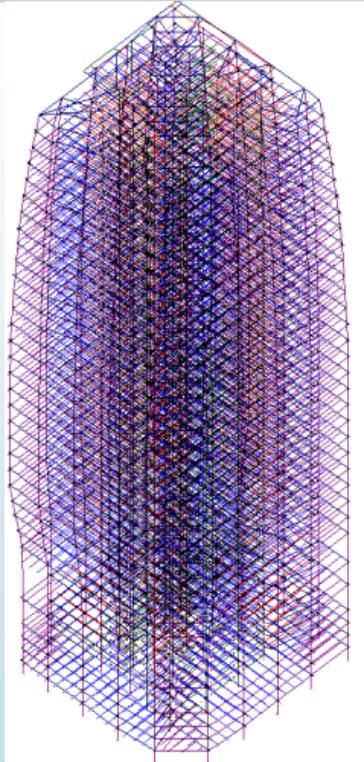
Revit



Archicad



TQS Modelo físico

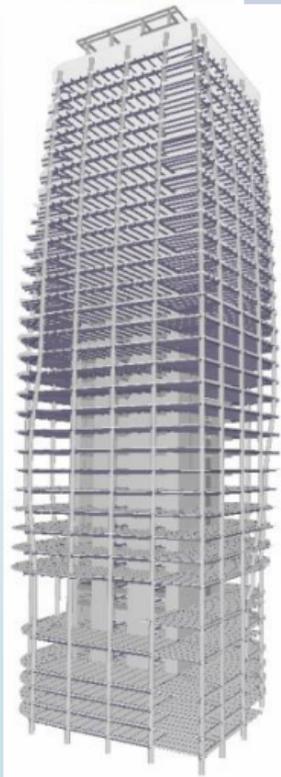


TQS Modelo analítico

Fonte: França e Associados

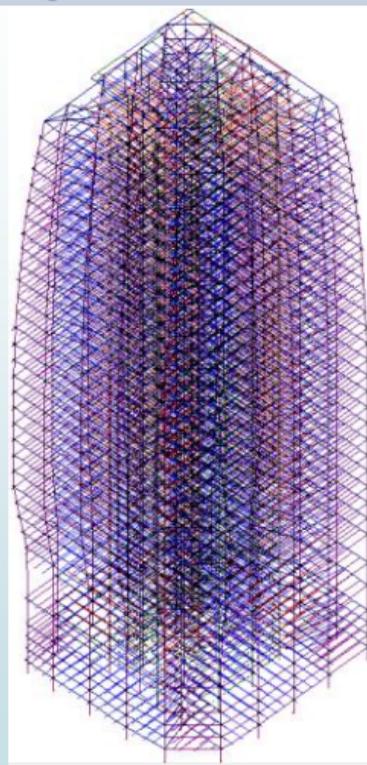
Projeto estrutural – BIM na prática

Os modelos físico e analítico podem ser iguais?



TQS Modelo físico

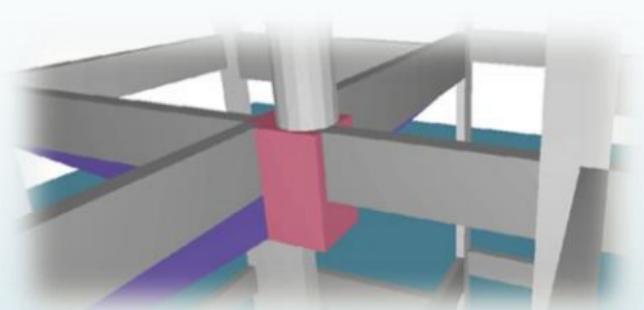
- Tudo em concreto que ocupa espaço.
- Escadas, rampas, furos, shafts, floreiras, jardins, piscinas, guaritas, recortes, chanfros, variações de seção, etc.
- Mesmo que não contribuam com a integridade da estrutura.
- Elementos com atributo de volume, resistência, taxa de armadura, etc.
- Simplificações para viabilizar o projeto.
- Sem elementos não estruturais ou que não contribuam com a estabilidade.
- Sem furos, recortes, chanfros ou elementos difíceis de modelar.
- Condições de contorno podem diferir do modelo físico.



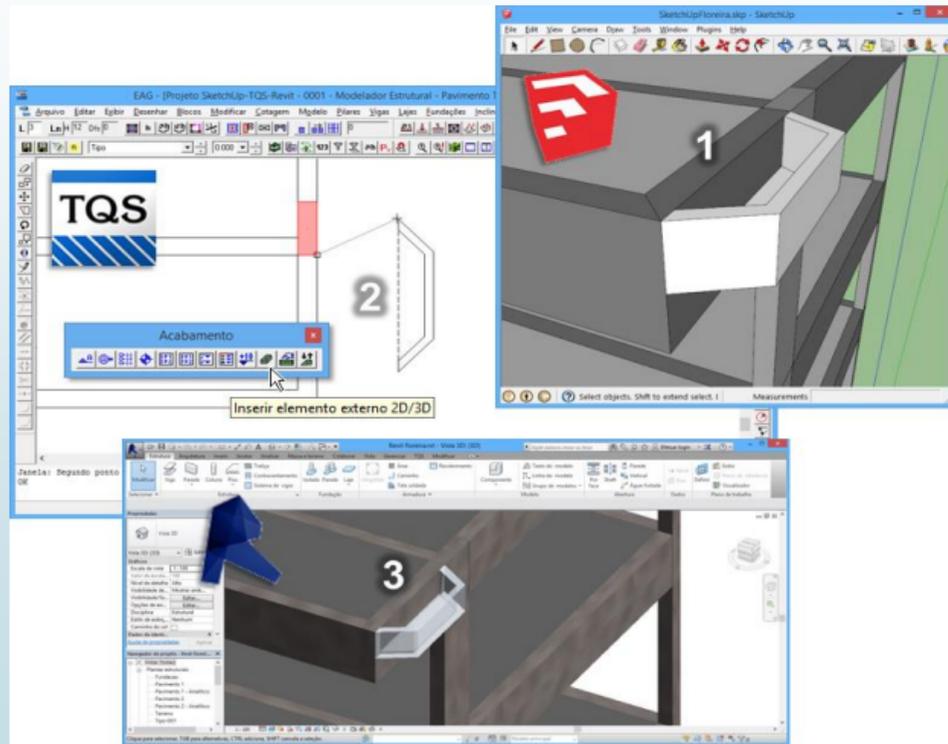
TQS Modelo analítico



Complementação do modelo físico



Representação de detalhes
estruturais e não estruturais que
antes só apareciam em folhas de
detalhamento 2D

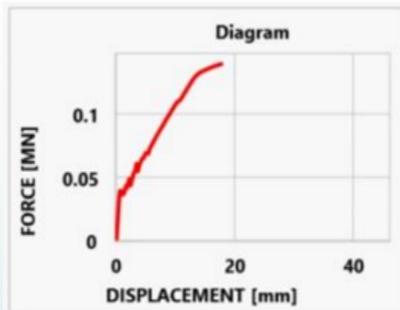




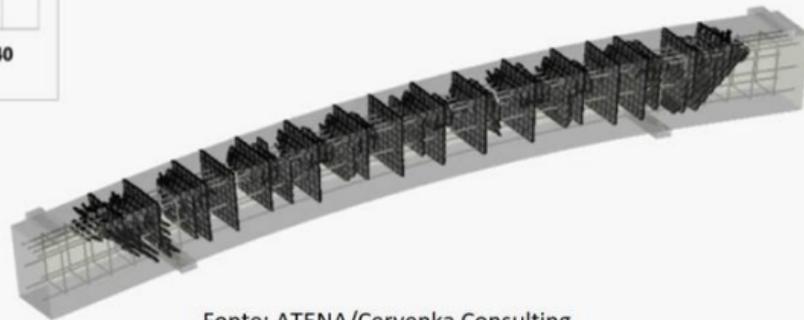
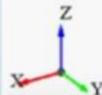
Por que não modelar a estrutura como ela realmente é?

Exemplo de análise refinada

- O concreto armado é material elasto-plástico de comportamento não linear
- Complexidade da análise estrutural em concreto armado



Deformation scale:
5.
Time: 70.0000
ATENA
x64 V. 6.0.0.14638 m



Fonte: ATENA/Cervenka Consulting

- Análise com elemento sólido tridimensional
- Não linearidade geométrica
- Não linearidade física, com representação de toda armadura e consideração de inércia real fissurada

Projeto estrutural – BIM na prática

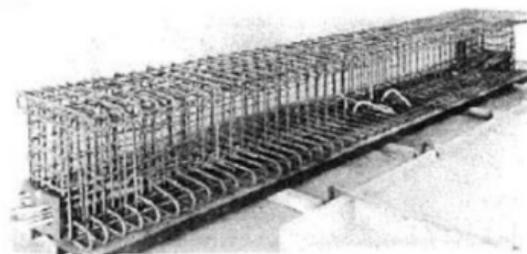
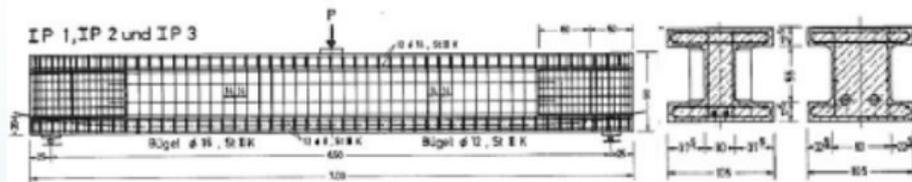
Por que não modelar a estrutura como ela realmente é?



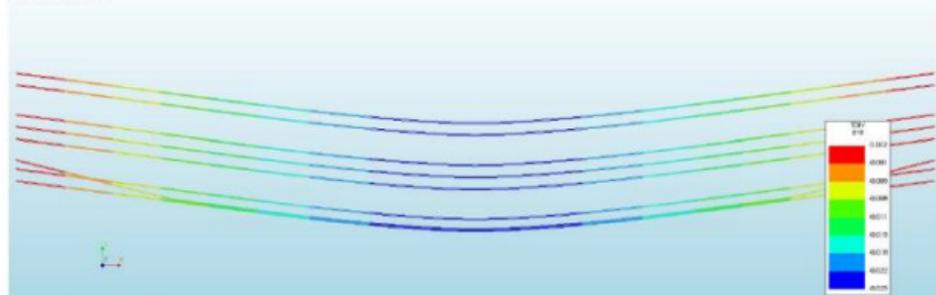
Exemplo de análise refinada

Complexidade da análise estrutural em concreto armado

- Análise refinada com discretização da armadura
- Um edifício pode facilmente ter 100.000 barras de aço diferentes
- Modelo extremamente pesado para processamento e armazenamento.



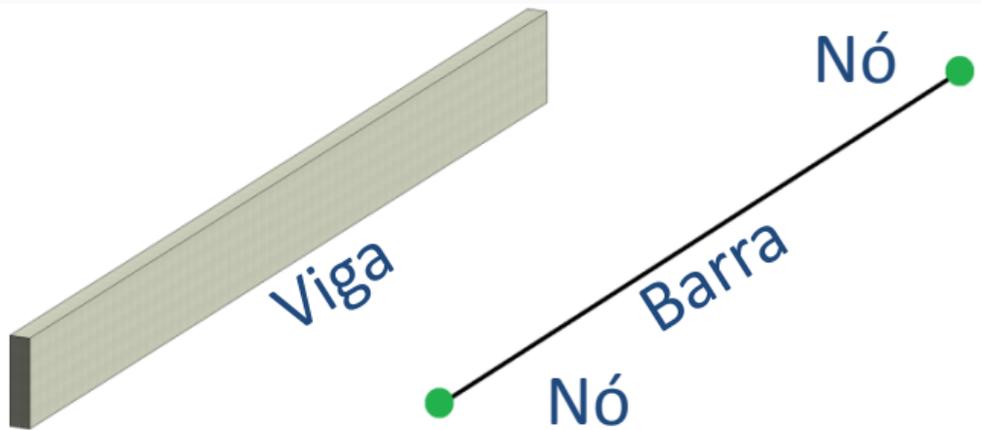
Analysis:
1000 step 89, Load factor 16.097
Total Displacement 121Y



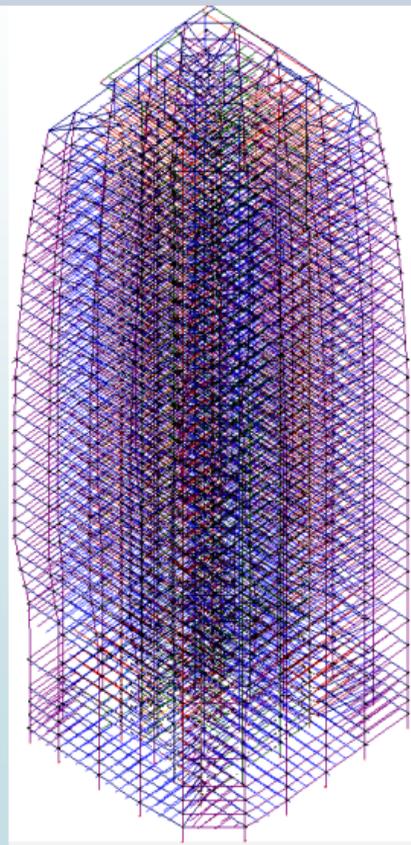
Fonte: DIANA FEA

Projeto estrutural – BIM na prática

Por que não modelar a estrutura como ela realmente é?

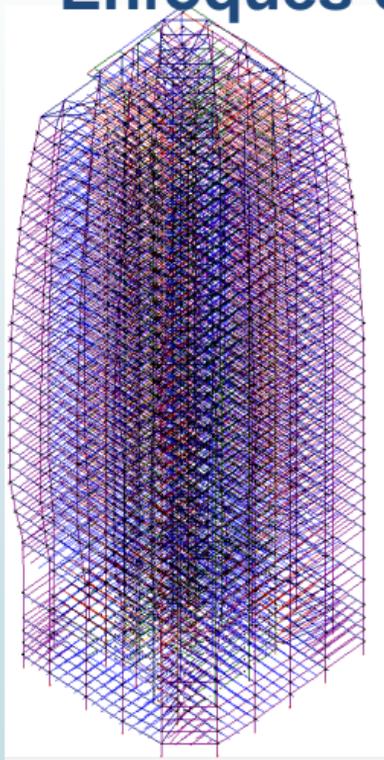


Engenharia de estruturas: define um modelo de análise com comportamento compatível com o modelo físico, dentro de aproximações e limites permitidos.



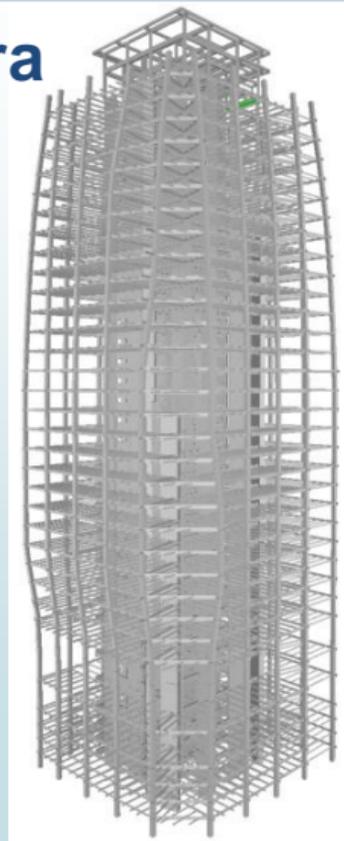


Enfoques de modelagem física da estrutura



Modelo mínimo: mesmo sem nenhum outro software BIM, a maioria dos softwares de análise permitem representar o modelo por elementos sólidos e exportar para softwares BIM.

Este modelo pode ser a semente para a definição de um modelo físico da estrutura no BIM.





Enfoques de modelagem física da estrutura

Software BIM genérico

Base arquitetônica

Modelo estrutural
físico



Interoperabilidade

Software BIM Estrutural

Modelo estrutural
analítico



Dimensionamento,
detalhamento e
desenho estrutural

Interoperabilidade com
modelo de análise



Enfoques de modelagem física da estrutura

Software BIM genérico

Base arquitetônica

Modelo estrutural
físico



Interoperabilidade

Software BIM Estrutural

Modelo estrutural
físico orientado



Modelo estrutural
analítico



Dimensionamento,
detalhamento e
desenho estrutural

Interoperabilidade com
modelo físico estrutural
orientado



Diferenças entre modelo físico orientado e modelo genérico

The diagram illustrates the relationship between a physical oriented model and a generic model. On the left, a 3D model of a building is shown with labels for 'Piso 25' at the top, 'Piso 2' and 'Piso 1' at the bottom, and 'Archimino Athayde Projetos Estruturais' in the middle. A blue double-headed arrow with a question mark connects this to a 3D model of a generic formwork slab on the right, labeled 'Planta de formas do tipo 1-25'. Below the generic model is a software interface with tabs for 'Gerais', 'Modelo', 'Pavimentos', 'Materiais', 'Cobrimentos', 'Cargas', and 'Critérios'. The 'Pavimentos' tab is active, showing fields for 'Pavimento Tipo' (Tipo), 'Título' (Tipo), 'Núm. do projeto' (3), 'Número de pisos' (25), 'Pé-direito (m)' (3.1), and 'Classe' (Tipo). A vertical scale on the right shows 'Fund' at the bottom and 'Tipo' at the top.



Diferenças entre modelo físico orientado e modelo genérico



```

FILECARROLIST (AUTORIST, TQSOR, ESPACIAL) - GVIM
File Edit Tools Syntax Buffers Window Help
4070 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA5
4071 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA6
4072 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA7
4073 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA8
4074 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA9
4075 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA10
4076 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA1
4077 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA2
4078 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA3
4079 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA4
4080 ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA5
4216.1 46%
    
```

Ventos | 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

Ângulo	C.A.	Def. Cot.	Cot. in.
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

Ventos | Vento | Adicionais | Combinações

Empuxo | Temperatura | Retração | Desaprumo | Hiperestático | Vibrações | Incêndio | Sismo | Outras

Ângulo

Inserir Apagar

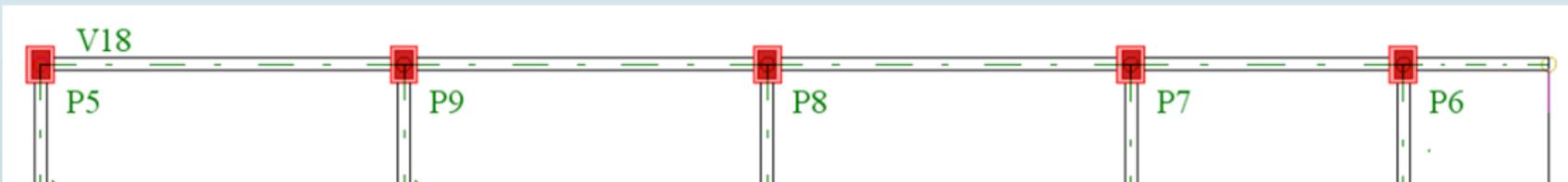
Na análise global das estruturas, deve ser considerado um desaprumo dos elementos verticais, sempre que for mais desfavorável que o vento. Para a análise do caso mais desfavorável, veja o relatório dos Parâmetros de Estabilidade Global.

Majradores
 GamaF - ponderador de ações: 1.4
 Ponderador favorável

Ângulo de aplicação do desaprumo

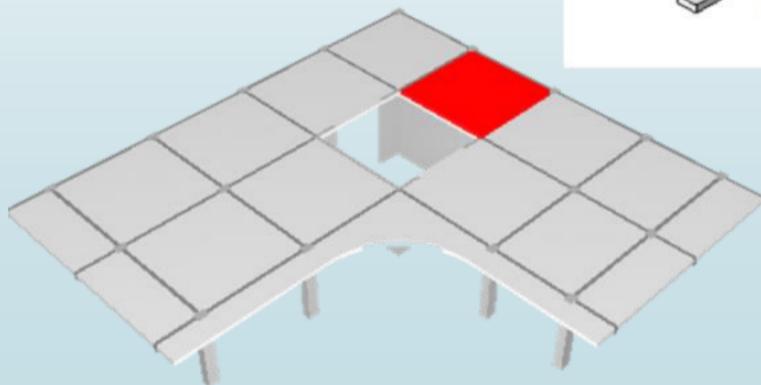
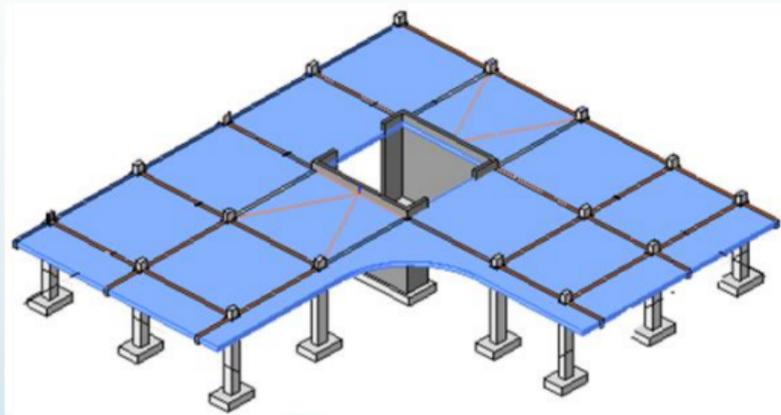


Diferenças entre modelo físico orientado e modelo genérico



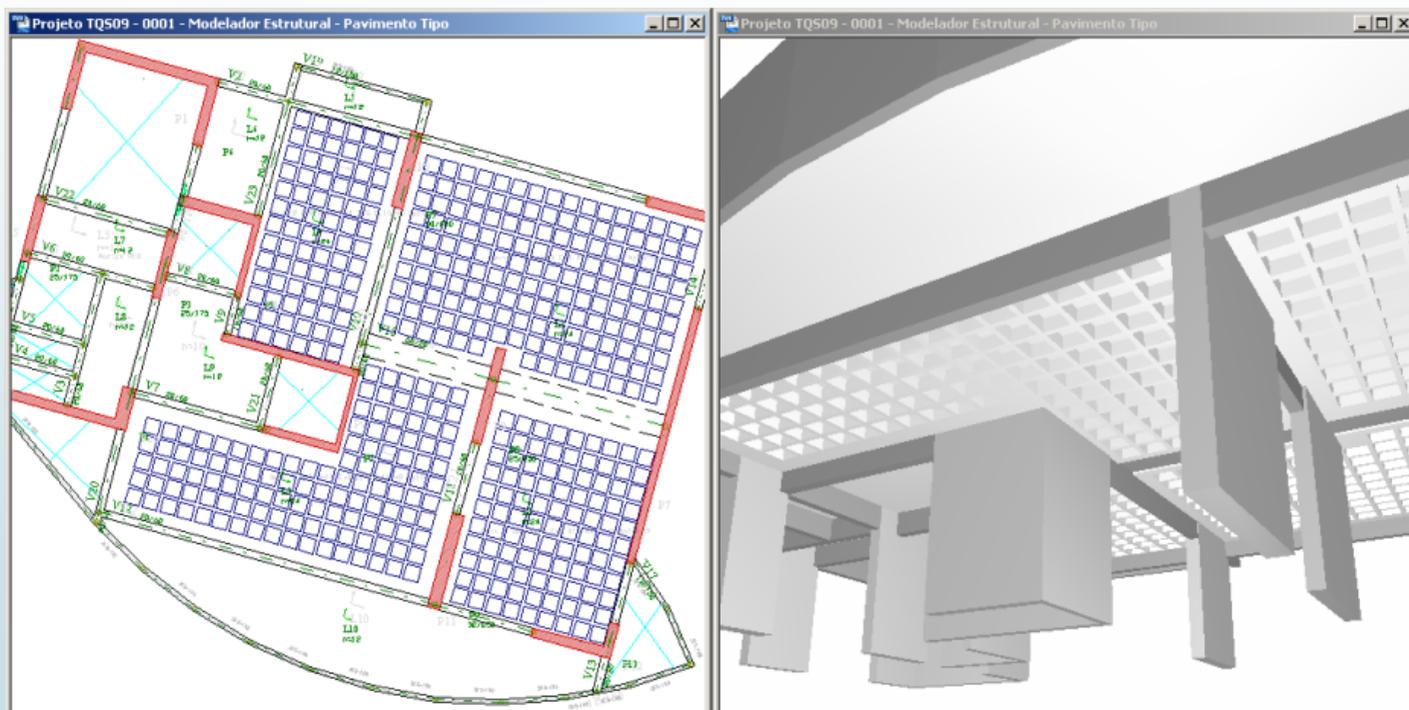


Diferenças entre modelo físico orientado e modelo genérico





Diferenças entre modelo físico orientado e modelo genérico

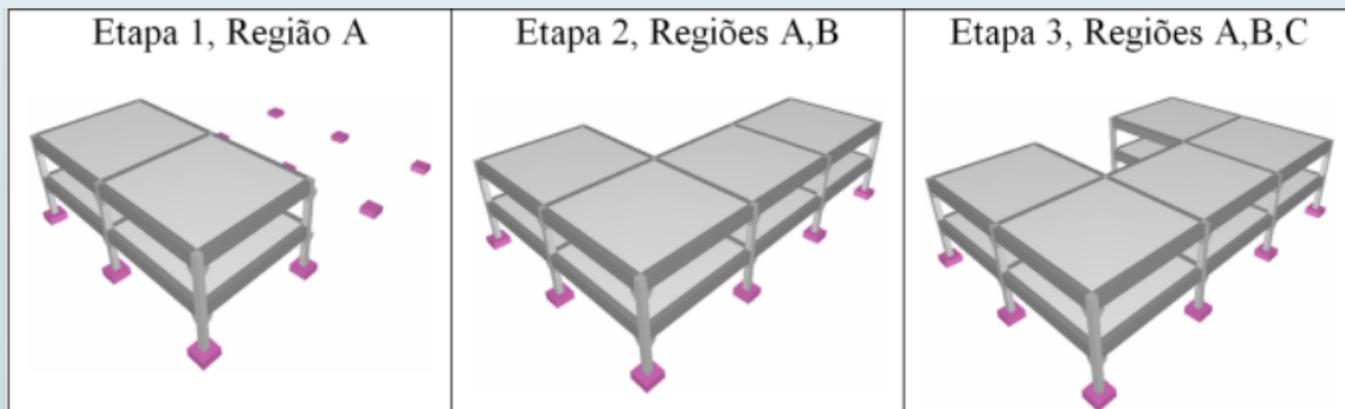




Diferenças entre modelo físico orientado e modelo genérico

Múltiplas estruturas por:

- Diferenciação de modelos ELU e ELS
- Modelos de pavimento não integrados ao modelo espacial
- Análises e simulações com diferentes condições de contorno
- Etapas construtivas





Implicações de ter modelos físico e analíticos diferentes

- Alguns contratantes desejam um modelo único integrado.
- Desejam que uma alteração no modelo BIM único provoque alteração automática nos demais modelos.
- Mas, os modelos para cada tipo de projeto são diferentes e recorrem a diferentes abstrações.
- Temos um alto risco de perda de informações.
- Indefinição da responsabilidade do modelo alterado e direitos de projeto.

A comunicação bidirecional de modelos, ainda,

**não é boa o
suficiente**



Solução: **Modelo Federado**

- O coordenador de projetos trabalha com referências a todos os modelos e não com um modelo unificado.
- Cada projetista retém os direitos e responsabilidade sobre seu projeto.
- Existe uma garantia de compatibilidade geométrica, pois são construídos sobre a mesma base arquitetônica.
- As mudanças são mais lentas do que em um modelo único.

Modelo obrigatório de contratação de obras públicas no Reino Unido desde 2016



O Modelo Federado é perfeito para:

- Coordenação de projeto
- Detecção de interferências
- Estimativa de quantitativos e custos
- Estimativa de prazos

No Modelo Federado, os modelos de cada projetista não interagem automaticamente



Ligações do modelo estrutural com o BIM – Arquivo IFC

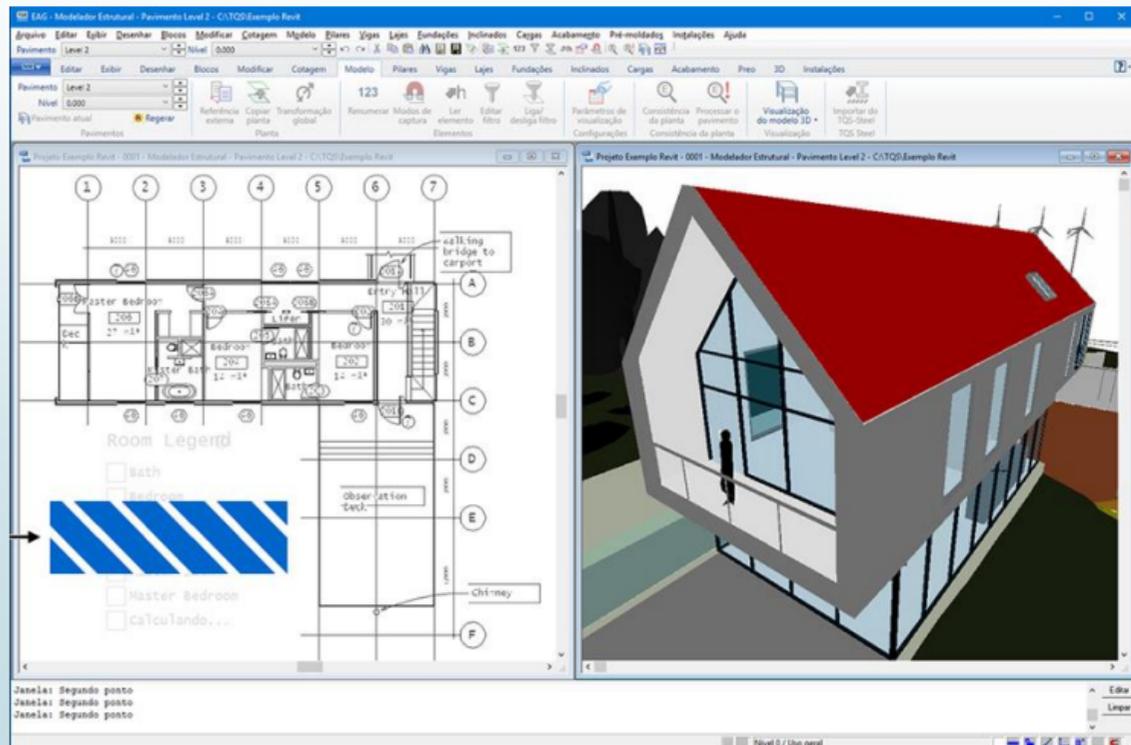


- Criado pela buildingSmart e registrado sob a norma ISO16739
- Esquema orientado a objetos baseado em definições de classes.
- Contém elementos construtivos, espaços, formas, propriedades, relacionamentos.
- É o principal formato de interoperabilidade
- Tem limitações, e ao mesmo tempo, enorme complexidade



Ligações do modelo estrutural com o BIM – Arquivo IFC

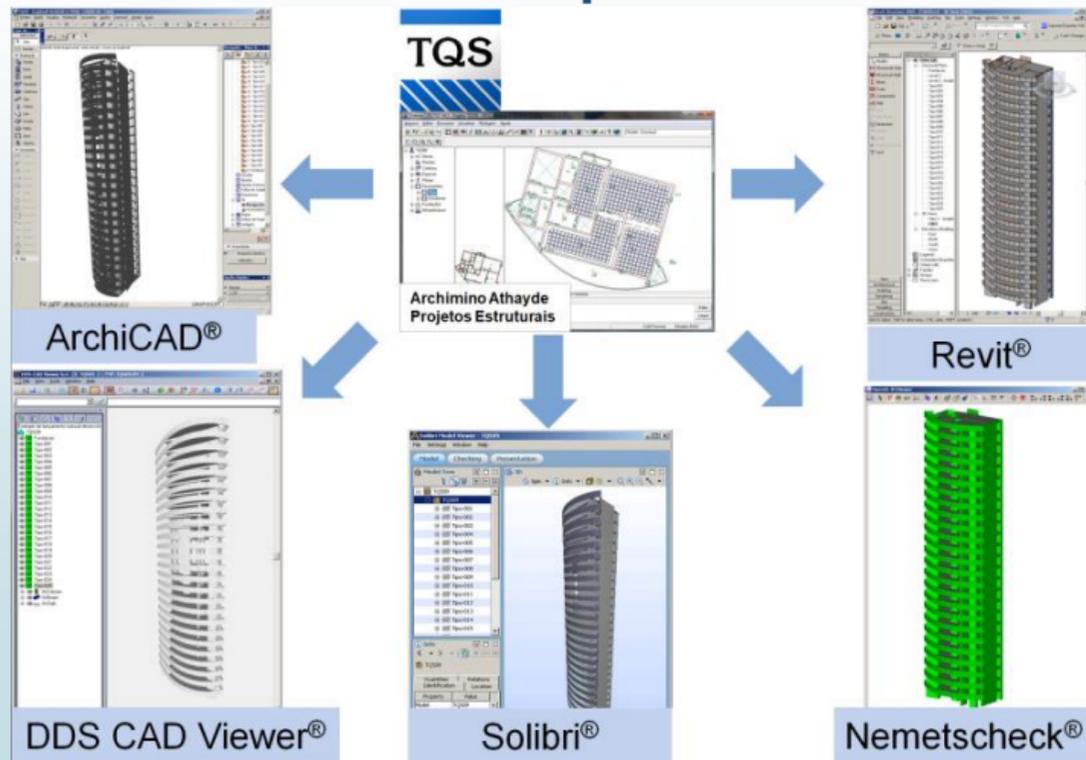
Importação do modelo arquitetônico para referência no lançamento da estrutura.





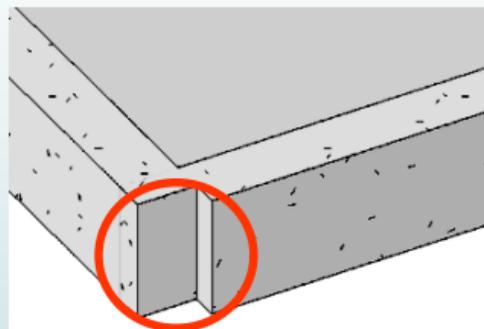
Ligações do modelo estrutural com o BIM – Arquivo IFC

Exportação do modelo estrutural





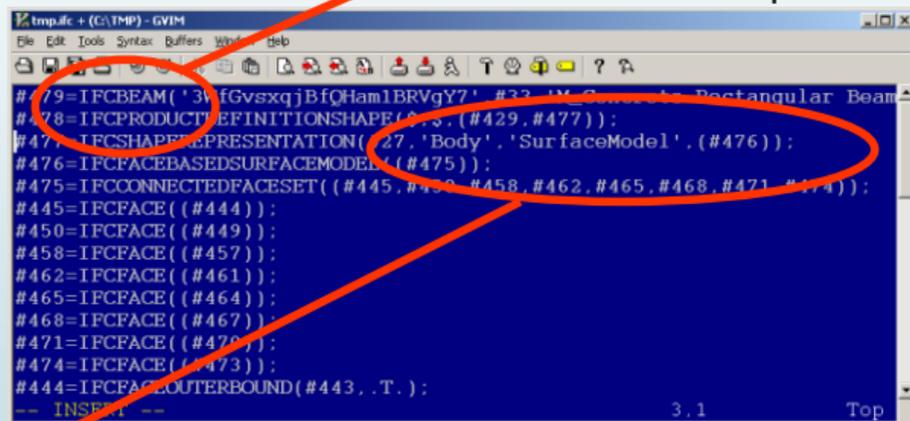
Ligações do modelo estrutural com o BIM Por que desenvolver plugins?



Chanfro gerado por um pilar

Viga

Arquivo IFC



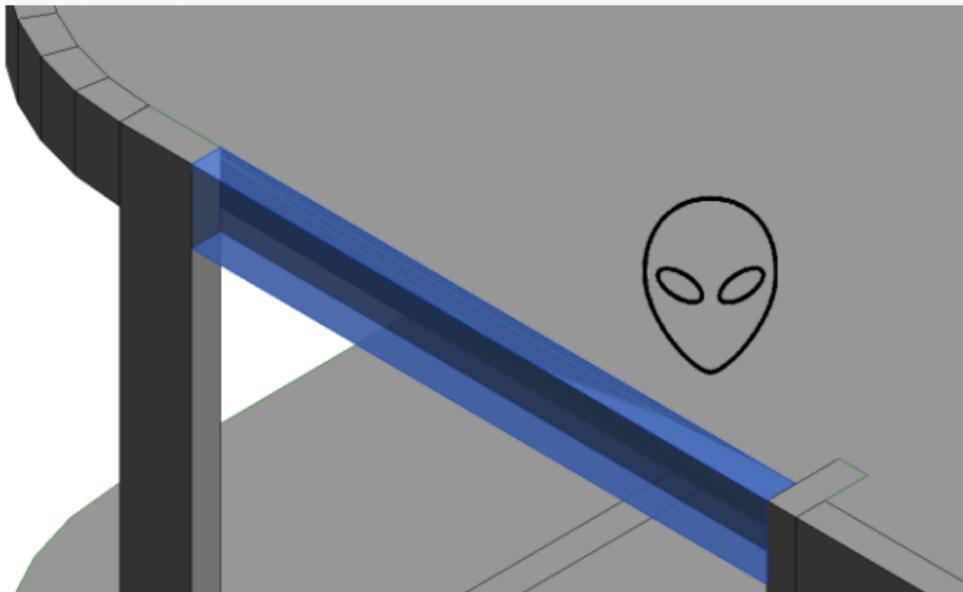
```
#79=IFCBEAM('3VfGvsxqjBfQHamlBRVgY7',#33,IM,Structural,Rectangular Beam);
#78=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(1,3,(#429,#477));
#477=IFCSHAPEPRESENTATION(27,'Body','SurfaceModel',(#476));
#476=IFCFACEBASEDSURFACEMODEL(#475);
#475=IFCCONNECTEDFACESET((#445,#449,#458,#462,#465,#468,#471,#474));
#445=IFCFACE((#444));
#450=IFCFACE((#449));
#458=IFCFACE((#457));
#462=IFCFACE((#461));
#465=IFCFACE((#464));
#468=IFCFACE((#467));
#471=IFCFACE((#476));
#474=IFCFACE((#473));
#444=IFCFACEOUTERBOUND(#443,.T.);
-- INSERT --
```

Viga descrita por sua superfície: perda do eixo estrutural



Ligações do modelo estrutural com o BIM Por que desenvolver plugins?

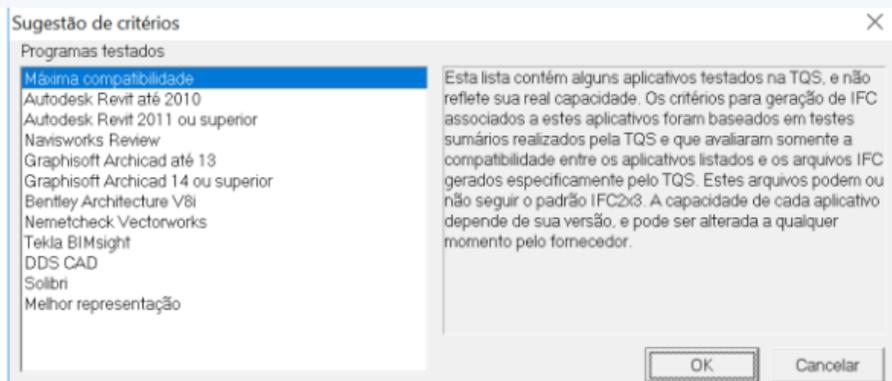
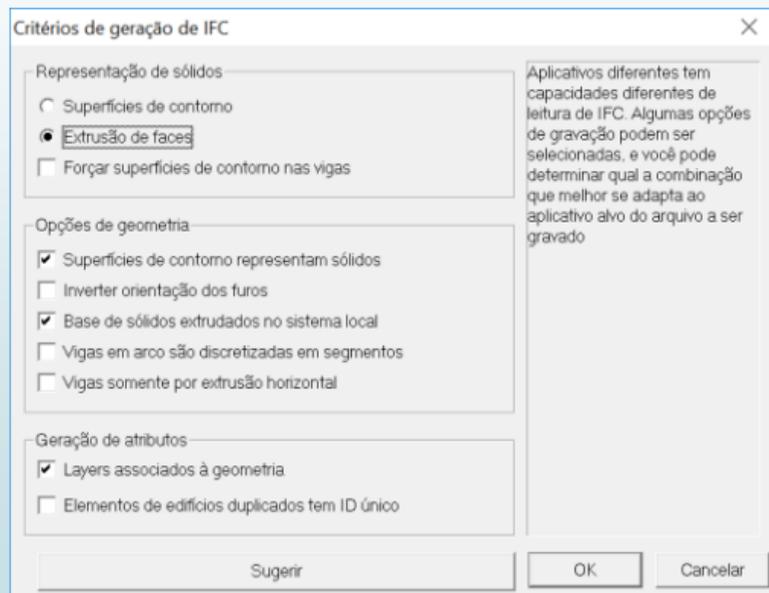
Quadro estrutural (Outro) (1)	
Restrições	
Elevação	0.00 cm
Move com elementos próxim...	<input type="checkbox"/>
Nível de referência	
Materiais e acabamentos	
Material estrutural	
Estrutural	
Valor da curvatura	
Número de montantes	
Recobrimento de vergalhão	Cobrimento do vergalhão 1 <...
Cotas	
Volume	0.137 m ³
Dados de identidade	
Imagem	
Comentários	
Marca	
Fase	
Fase criada	Construção nova
Fase demolida	Nenhum
Parâmetros IFC	
IfcGUID	3sGwMjBxMlrfuGLNumKEHH



Viga alienígena: não editável e sem propriedades



Ligações do modelo estrutural com o BIM Por que desenvolver plugins?



Padrão IFC: na prática, diferente para cada software



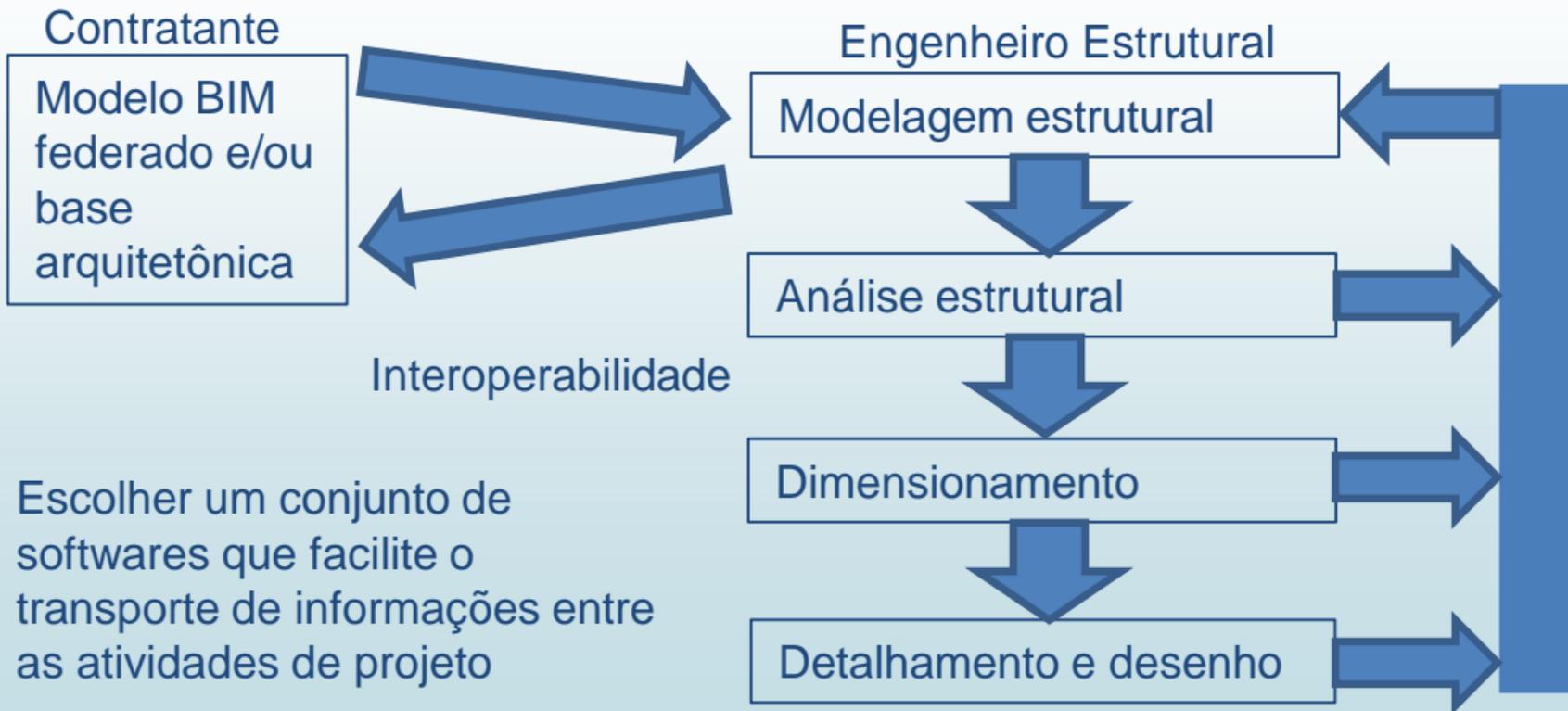
Eu faço projeto estrutural, como atendo os requisitos do contratante em BIM?

O engenheiro de estruturas deve começar com:

- Um software de estruturas, com interoperabilidade BIM (IFC e/ou outros formatos e métodos como plugins específicos).
- Ferramentas de dimensionamento, detalhamento e desenho integradas.



Atendendo requisitos do contratante





Atendendo requisitos do contratante

É necessário juntar software e pessoal hábil para:

- Lançar o modelo estrutural sobre a base geométrica BIM;
- Converter o modelo físico estrutural em um modelo analítico de projeto;
- Desenvolver todo o projeto estrutural, incluindo análise, dimensionamento, detalhamento e desenho;
- Lançar elementos não estruturais;
- Retornar um modelo estrutural suficientemente detalhado e compatível com a metodologia de trabalho do contratante.



Atendendo requisitos do contratante

CUIDADO COM O ANTI-BIM



Lançar novamente o modelo no formato ou software requerido pelo contratante



Atividade	Possível requisito	Recursos
Recebimento de arquivos dos outros projetistas	Arquivo IFC e outros	Padrão
	Arquivo proprietário	+Software
Entrega do projeto de estruturas	Plantas de detalhamento executivo 2D	Padrão
	Arquivo IFC	Padrão
	Arquivo proprietário	+Software
Nível de detalhamento em BIM	Projeto estrutural básico em 3D, projeto executivo com detalhamento 2D.	Padrão
	Idem, com o detalhamento 3D completo, incluindo elementos não estruturais.	+Software +Treinamento
	Idem, em formato proprietário.	++Software ++Treinamento

 Padrão  +Software  +Software +Treinamento  ++Software ++Treinamento



Exemplo: Software para projeto estrutural de edificações TQS

- Não é um modelador de sólidos genéricos
- Elementos prismáticos horizontais e verticais, poucos elementos inclinados
- Concreto armado e protendido, moldado in-loco ou pré-moldado, alvenaria estrutural.
- Entrada de dados a partir de planos. Entrada 2.5D, saída 3D.
- Automação na análise, dimensionamento, detalhamento e desenho
- Interfaces para a produção



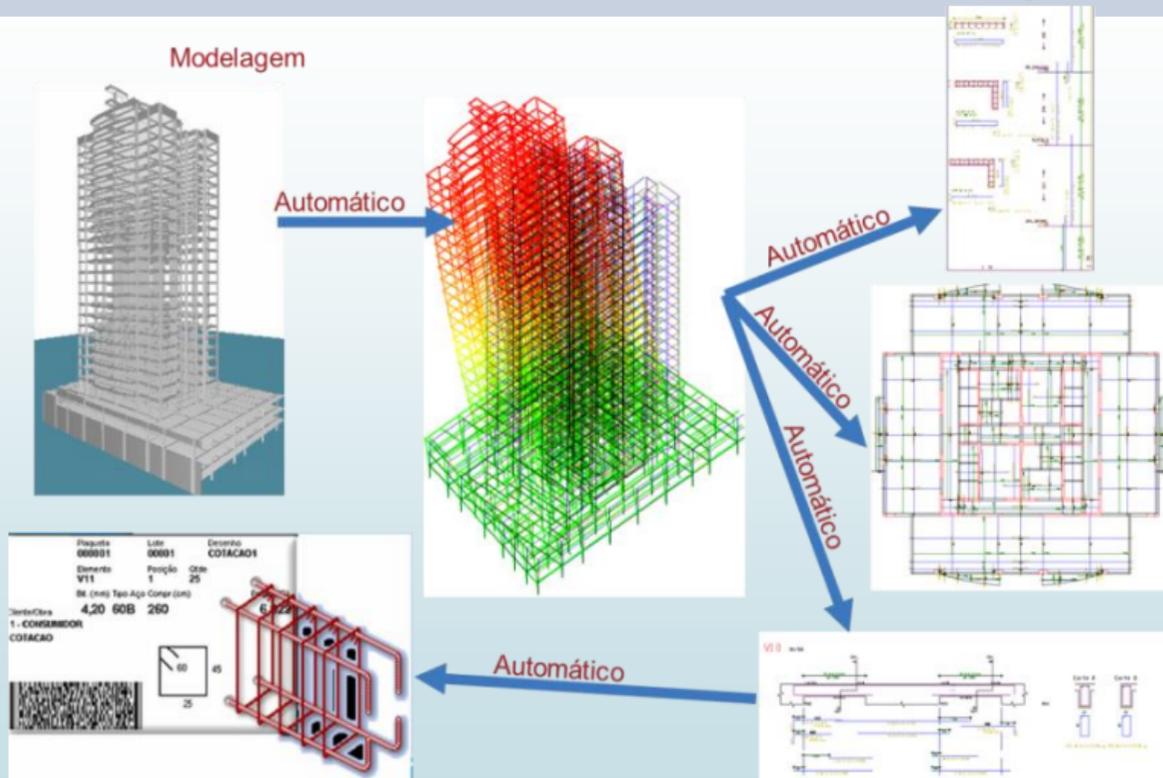


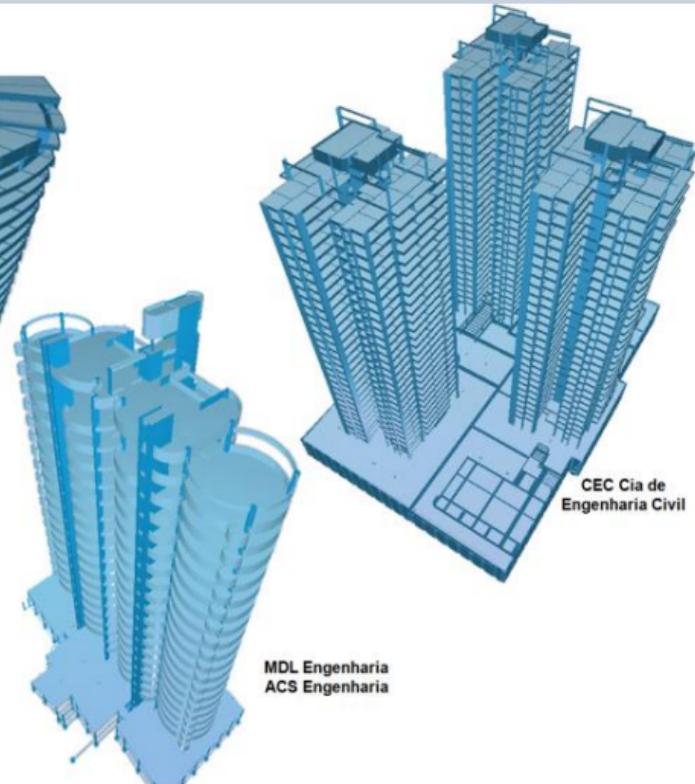
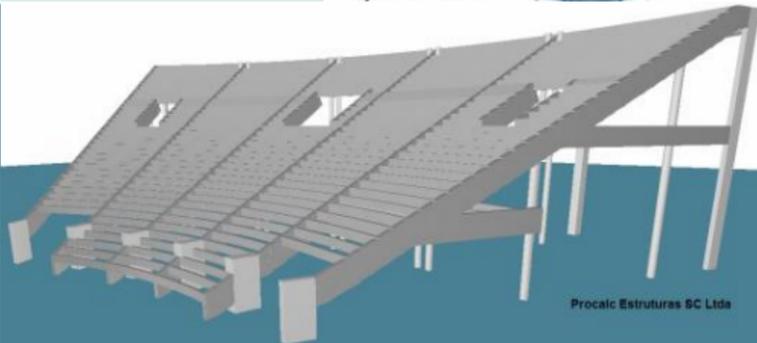
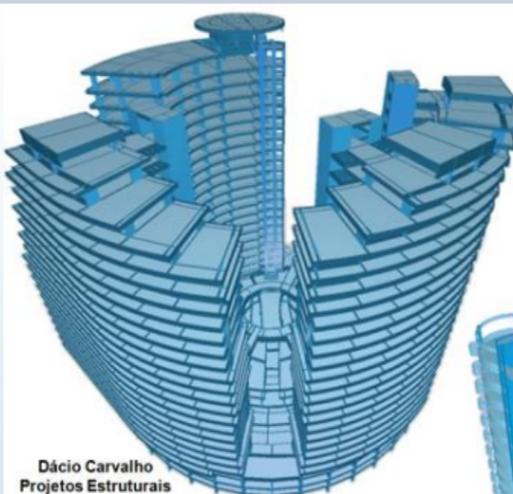
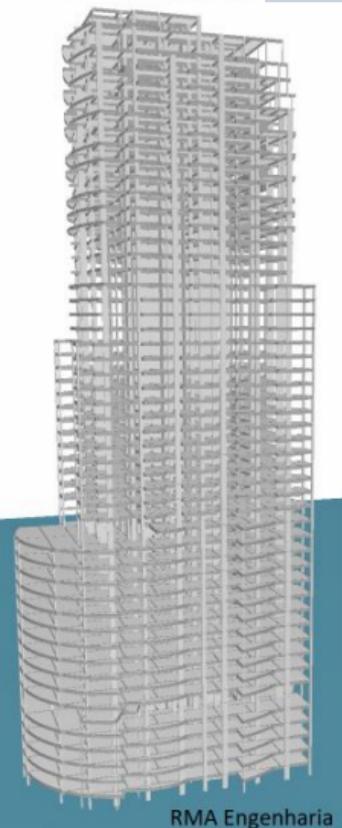
Modelo físico orientado ao projeto estrutural.

Modelo analítico descartável gerado automaticamente durante o processamento

Dimensionamento, detalhamento e desenho integrados

Transmissão automática de informações entre diferentes fases de projeto

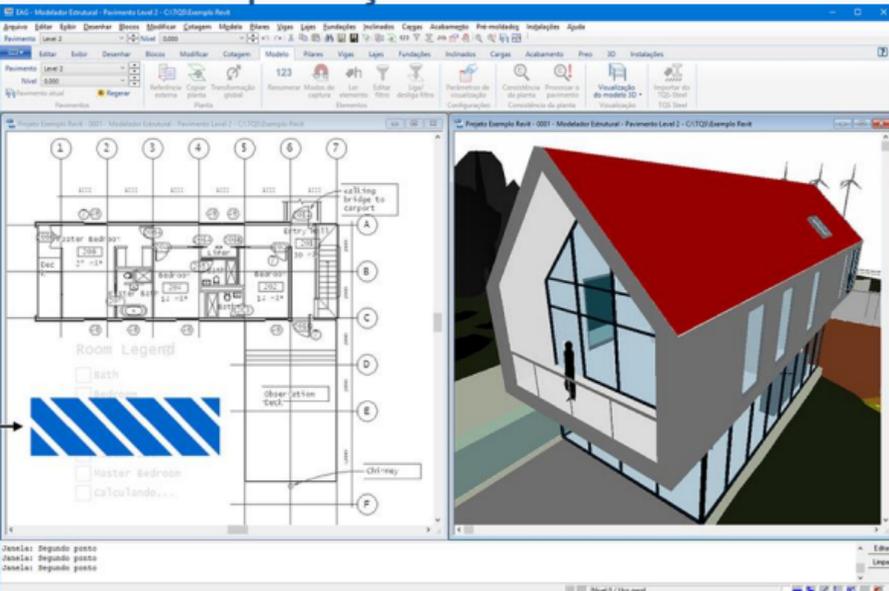




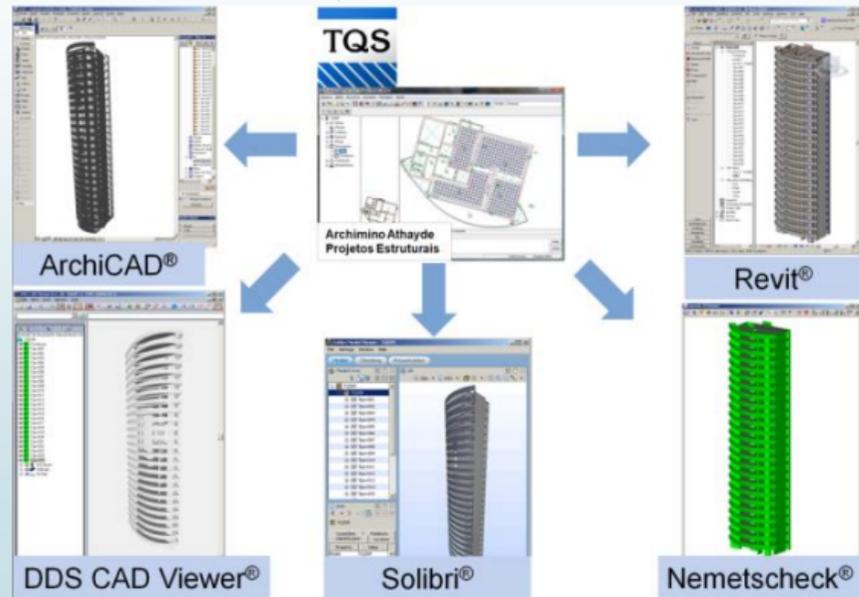


Interoperabilidade

Importação de IFC



Exportação de IFC



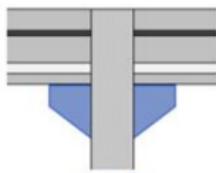


Interoperabilidade

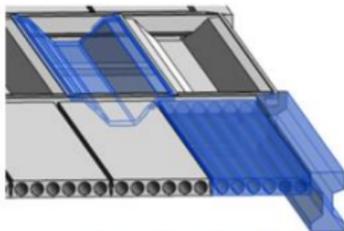
Plugin TQS Revit



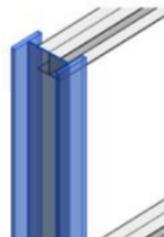
Viga com dente Gerber



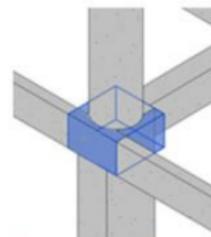
Consolo



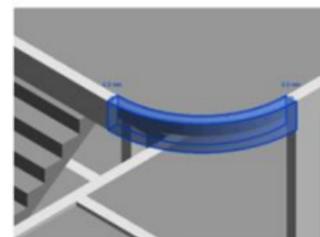
Vigas e lajes pré-moldadas



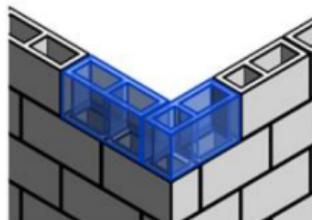
e pilares metálicos



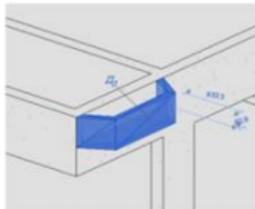
Bloco de transição entre pilares que variam de seção



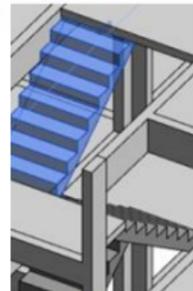
Viga com trecho em arco



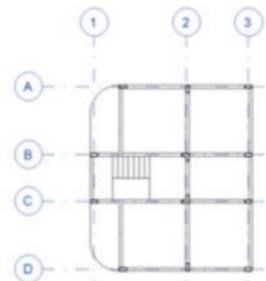
Blocos de alvenaria estrutural



Objetos genéricos 3D



Escadas



Eixos de locação

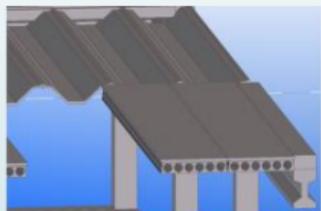


Pilar com furo para águas pluviais



Interoperabilidade

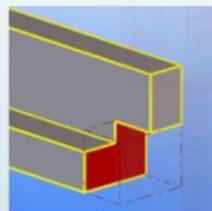
Plugin TQS Tekla



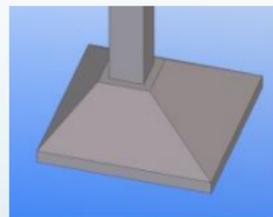
Vigas e lajes pré-moldadas



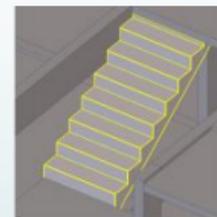
Consolo



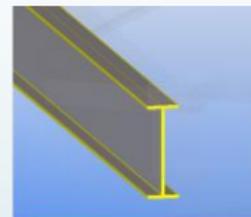
Dente Gerber



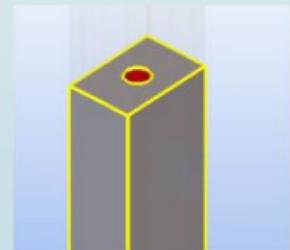
Sapata



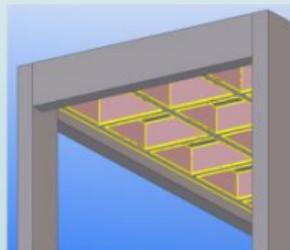
Escada



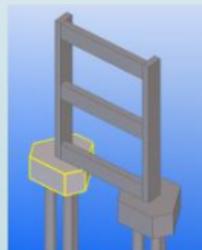
Elemento metálico



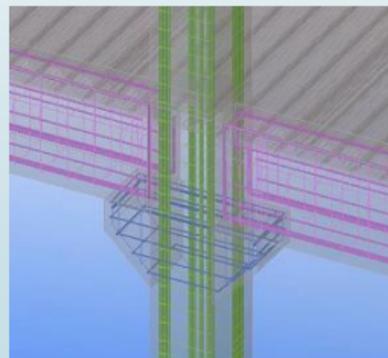
Pilar com furo para águas pluviais



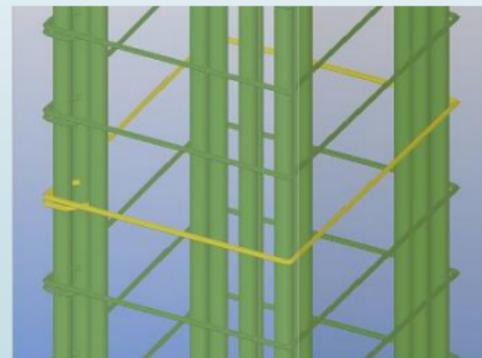
Laje nervurada



Bloco de fundação



Armaduras de pilares, vigas e consolos pré-moldados

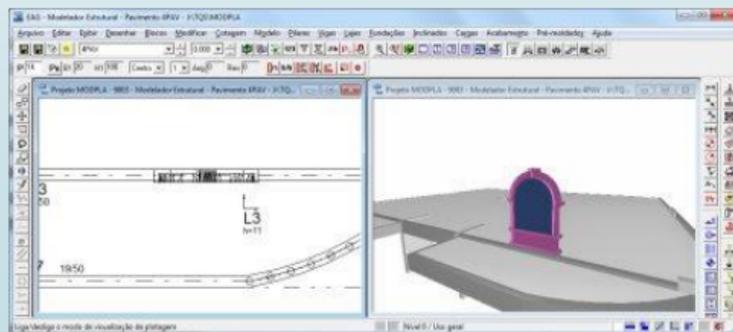
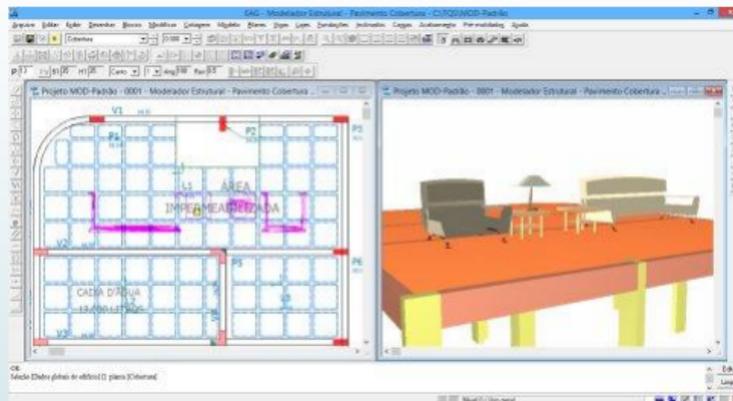
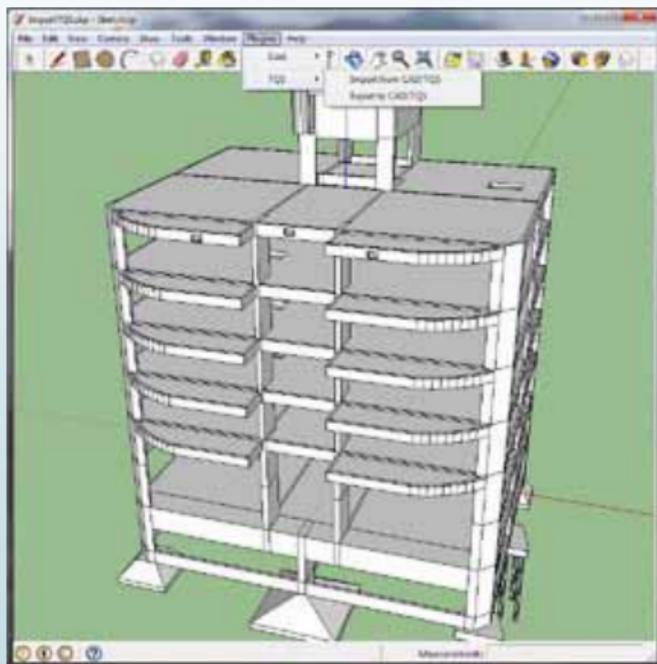


Detalhe do estribo de um pilar



Interoperabilidade

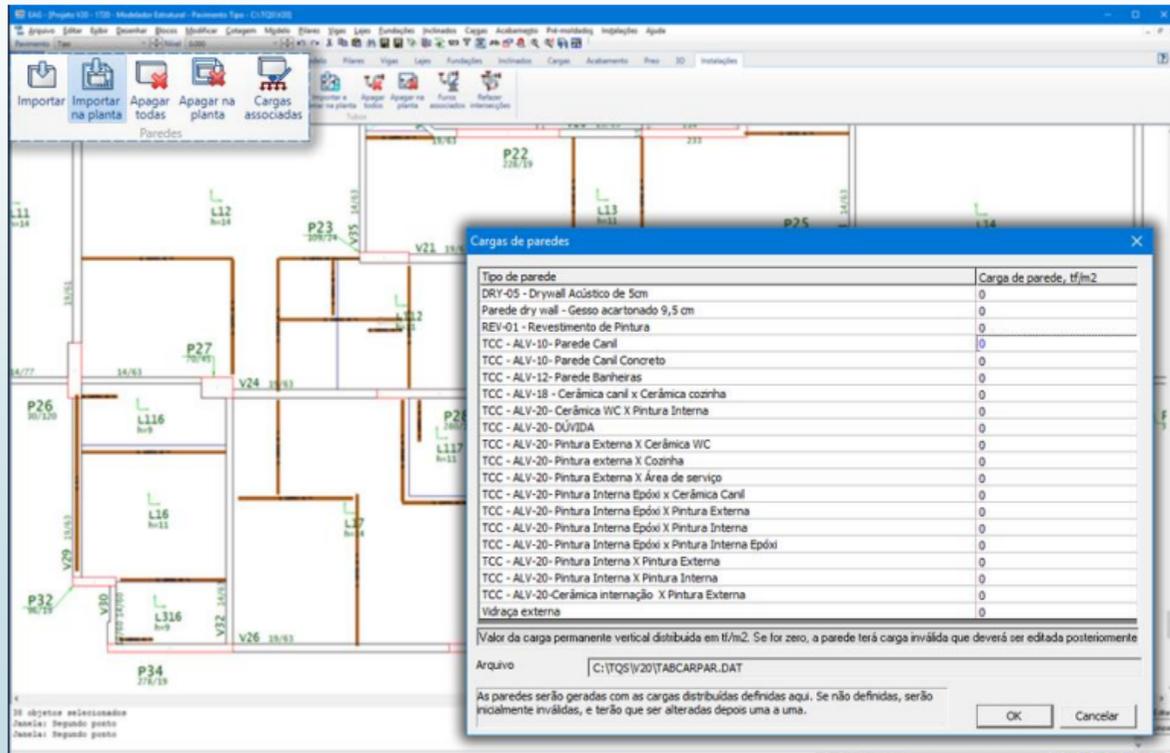
Plugin TQS SketchUp





Ligações especiais do modelo estrutural com o BIM

Importação de
paredes
arquitetônicas como
cargas



The screenshot shows a software interface for structural modeling. A floor plan is visible with various walls and columns labeled (e.g., P22, P23, P26, P27, P32, P34, V21, V22, V23, V24, V26, V27, V28, V29, V30, L11, L12, L13, L14, L15, L16, L17, L18, L19, L20, L21, L22, L23, L24, L25, L26, L27, L28, L29, L30, L31, L32, L33, L34, L35, L36, L37, L38, L39, L40, L41, L42, L43, L44, L45, L46, L47, L48, L49, L50, L51, L52, L53, L54, L55, L56, L57, L58, L59, L60, L61, L62, L63, L64, L65, L66, L67, L68, L69, L70, L71, L72, L73, L74, L75, L76, L77, L78, L79, L80, L81, L82, L83, L84, L85, L86, L87, L88, L89, L90, L91, L92, L93, L94, L95, L96, L97, L98, L99, L100). A dialog box titled 'Cargas de paredes' is open, showing a list of wall types and their corresponding loads.

Tipo de parede	Carga de parede, t/m ²
DRY-05 - Drywall Acústico de 5cm	0
Parede dry wall - Gesso acartonado 9,5 cm	0
REV-01 - Revestimento de Pintura	0
TCC - ALV-10- Parede Canil	0
TCC - ALV-10- Parede Canil Concreto	0
TCC - ALV-12- Parede Banheiras	0
TCC - ALV-18 - Cerâmica canil x Cerâmica cozinha	0
TCC - ALV-20- Cerâmica WC X Pintura Interna	0
TCC - ALV-20-DÚVIDA	0
TCC - ALV-20- Pintura Externa X Cerâmica WC	0
TCC - ALV-20- Pintura externa x Cozinha	0
TCC - ALV-20- Pintura Externa X Área de serviço	0
TCC - ALV-20- Pintura Interna Epóxi x Cerâmica Canil	0
TCC - ALV-20- Pintura Interna Epóxi X Pintura Externa	0
TCC - ALV-20- Pintura Interna Epóxi X Pintura Interna	0
TCC - ALV-20- Pintura Interna Epóxi x Pintura Interna Epóxi	0
TCC - ALV-20- Pintura Interna X Pintura Externa	0
TCC - ALV-20- Pintura Interna X Pintura Interna	0
TCC - ALV-20-Cerâmica intimação X Pintura Externa	0
Vidraça externa	0

Valor da carga permanente vertical distribuída em t/m². Se for zero, a parede terá carga inválida que deverá ser editada posteriormente

Arquivo C:\TQS\V20\TABCARPAR.DAT

As paredes serão geradas com as cargas distribuídas definidas aqui. Se não definidas, serão inicialmente inválidas, e terão que ser alteradas depois uma a uma.

OK Cancelar



Ligações especiais do modelo estrutural com o BIM

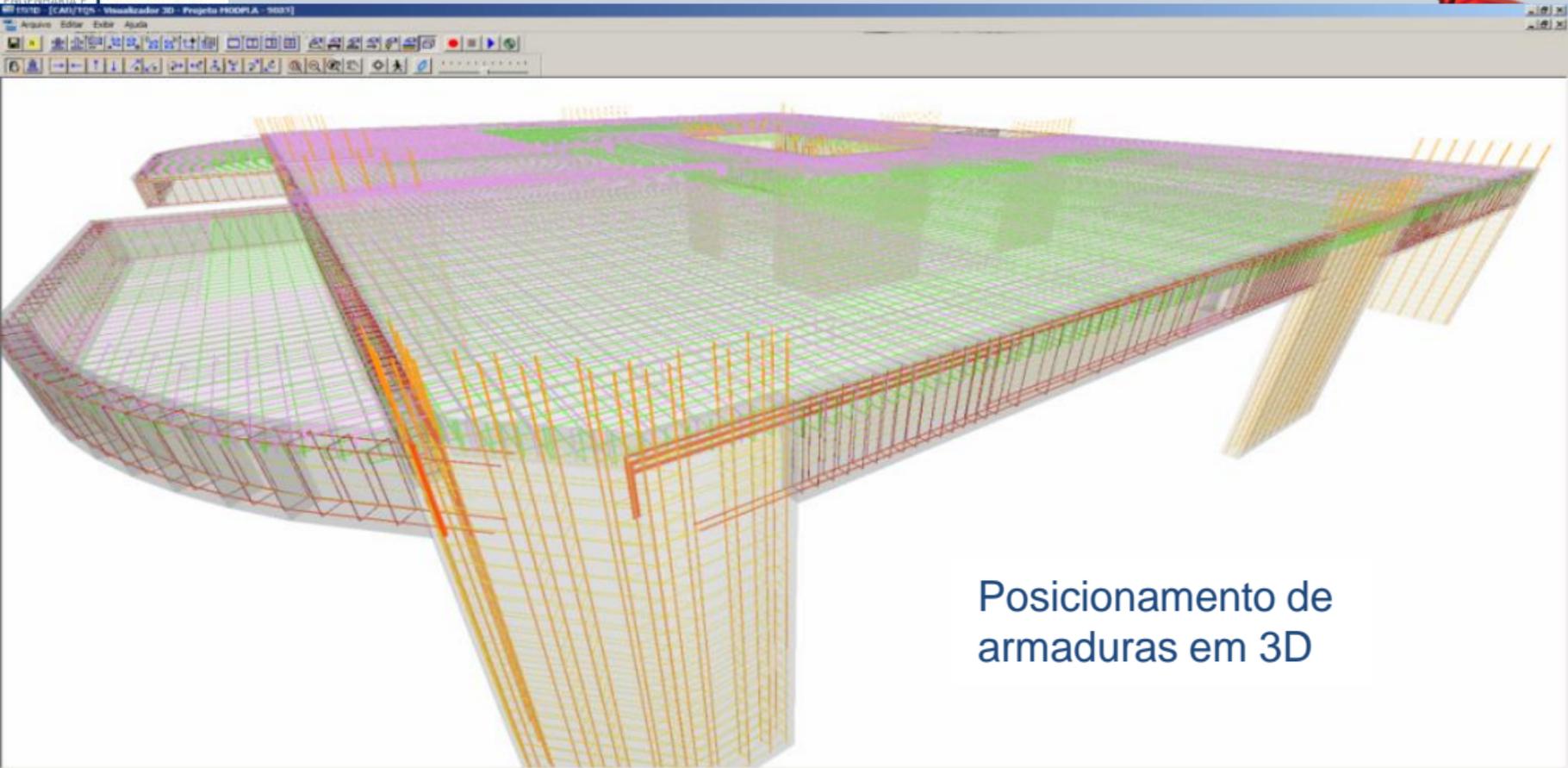
Importação de tubulações e furação automática da estrutura

The screenshot shows the EAS - Modelador Estrutural software interface. The main window displays a 3D model of a structural frame with pipes. A dialog box titled 'Dimensões de furos para tubos' is open, showing a table of pipe types and their dimensions. The table is as follows:

Tipo de tubo	Formato	Largura	Altura
Esgoto/Vent./Pluvial - PVC Série Normal	Retangular	0	0
TA_PVC	Retangular	0	0
Água Fria - PVC Marrom Soldável	Retangular	0	0
Água Fria-Quente PPR - PN20	Retangular	0	0

Below the table, the 'Arquivo' field is set to 'C:\TQ5\BIM MEP\TABTUBFUR.DAT'. The dialog box also contains the text: 'Tubos furarão vigas e lajes no Modelador com as dimensões especificadas aqui, ou com valores conforme critérios, se não definidos.' and 'OK' and 'Cancelar' buttons.

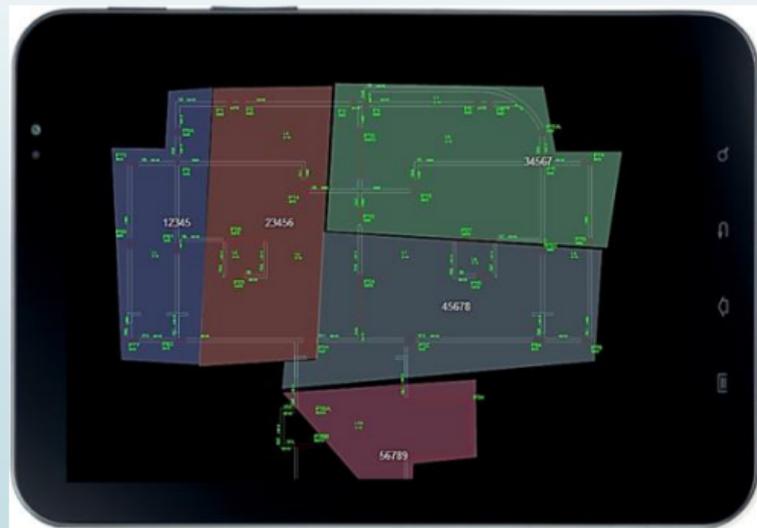
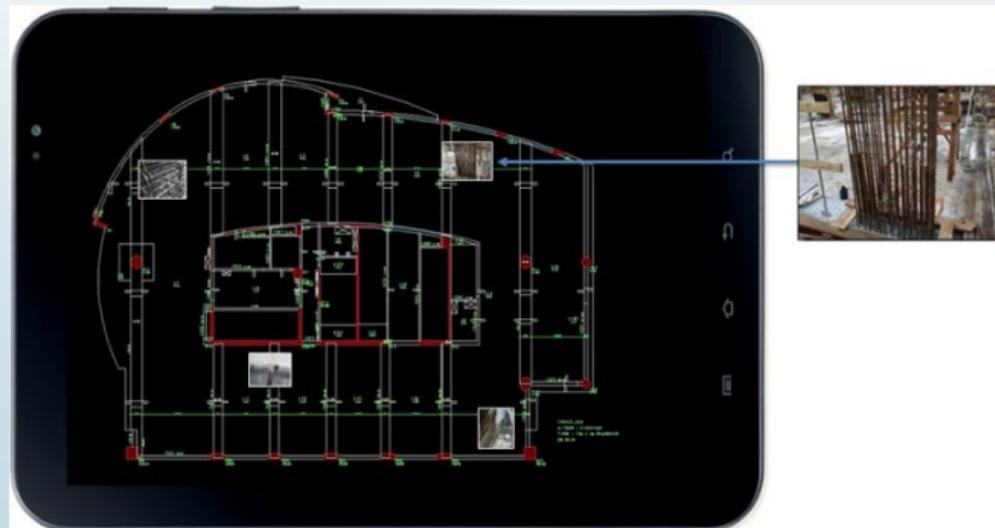
In the background, the 3D model shows a vertical beam with a hole labeled 'Furo 15x15 H22.682'. The software interface includes a menu bar, a toolbar, and a status bar at the bottom.



Posicionamento de
armaduras em 3D



Transmissão das informações do projeto estrutural para o gerenciamento da produção da estrutura – integração projeto obra.





- **BIM é um caminho sem volta.**
- **Agrega um conjunto amplo de conceitos e processos e que varia com o tipo de edificação.**
- **É diferente em cada área de projeto.**
- **Depende da evolução dos softwares.**
- **O engenheiro deve avaliar os requisitos do contratante e dimensionar as necessidades de software e pessoal de cada projeto.**
- **Exige contratação de software e treinamento contínuo de pessoal.**



Obrigado!



Abram Belk
TQS Informática Ltda

www.tqs.com.br
abram@tqs.com.br