



Produção de Projeto Estrutural no Ambiente BIM
Uma visão TQS

Produção de Projeto Estrutural no Ambiente BIM Uma visão TQS

Abram Belk - abram@tqs.com.br

Agnaldo Pereira da Silva - agnaldo@tqs.com.br

Produção de Projeto Estrutural no Ambiente BIM - uma visão TQS

Introdução

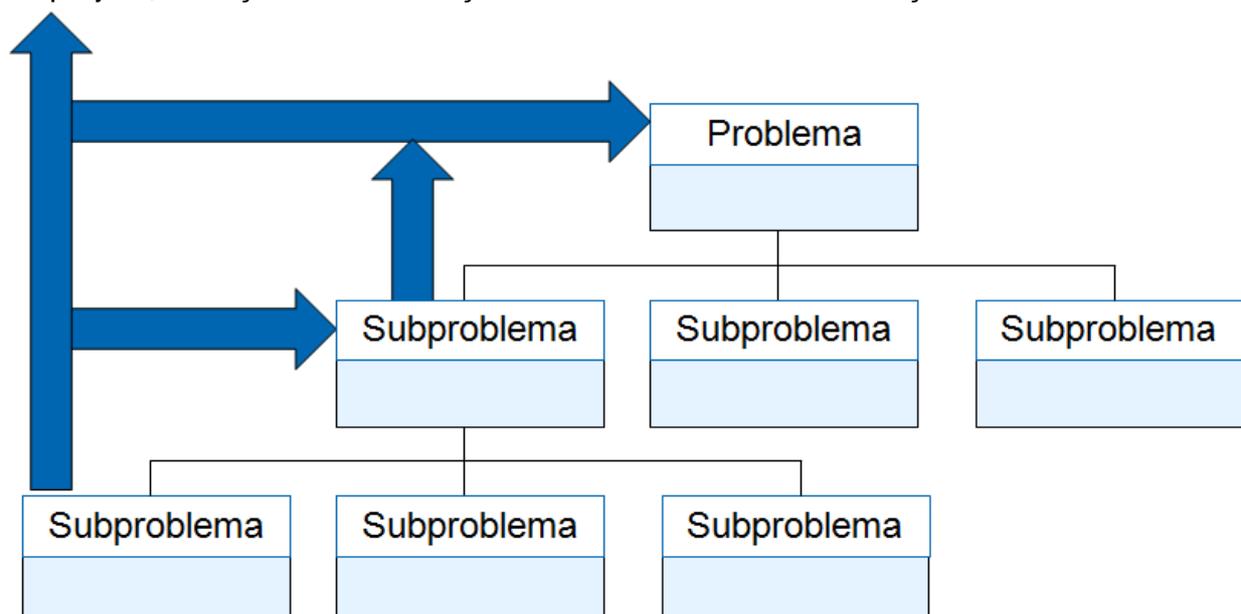
Nos últimos tempos um novo requisito surgiu na contratação de projeto estrutural: a capacitação para troca de informações em BIM (Building Information Modeling, ou Modelagem de Informações da Construção). Trata-se de um conceito que evoluiu e está sendo adotado pelo mercado, graças aos avanços de hardware e software.

Há muitos anos os engenheiros estruturais fazem modelagem digital tridimensional de suas estruturas. Conectar este modelo ao ambiente BIM era só uma questão de tempo. A troca de informações de projetos no ambiente BIM com o uso de TQS tem sido feita em geral através de operações simples, como o uso de plantas 2D da arquitetura como referência para a entrada de estruturas e a exportação de modelos 3D em formato IFC para a coordenação de projetos e obtenção de índices.

Vamos examinar com mais detalhes estes conceitos, e as interfaces do TQS no BIM.

- **Evolução do conceito BIM**

O conceito mais difundido em projeto a partir do final da década de 1970 era o de Projeto Auxiliado por Computador (CAD - *Computer Aided Design*). Conforme trabalho do Eng. Luiz Maria Guimarães Esmanhoto (CAD Fundamentos e Tecnologia, 1980), projetos são decompostos hierarquicamente para viabilizar sua produção. Conforme os projetos crescem, aumentam exponencialmente os problemas de perda de visibilidade de projeto, esforço de coordenação e erros na troca de informações:



O CAD tinha vários objetivos, tais como tratar subproblemas maiores de maneira mais automática, centralizar a base de dados de projeto para eliminar redundâncias e erros

na troca de informações, passar tarefas repetitivas para o computador, e diminuir o esforço de coordenação.

O projeto estrutural usou o conceito CAD, automatizando e integrando modelagem tridimensional, análise, dimensionamento, detalhamento, desenho e integração com a produção. Este conceito também foi bem aplicado em outras áreas como engenharia mecânica, elétrica e eletrônica.

Para outras áreas de projeto entretanto, faltou ao conceito CAD uma definição clara de implementação. Também por limitações dos softwares da época, diversos setores de projeto usaram o computador apenas para automação da produção de desenhos. A palavra CAD tornou-se sinônimo de desenhos 2D principalmente nos projetos arquitetônicos.

O conceito BIM retomou os conceitos originais do CAD para a construção civil, mas apontou uma direção quanto à base de dados a ser usada: um modelo tridimensional do edifício, que pode conter informações que cobrem todo o ciclo de vida de uma construção. O BIM deslumbrou a possibilidade de integrar informações não apenas no projeto da edificação, mas também de todas as atividades ligadas ao empreendimento, passando pelo estudo de viabilidade, projeto, construção e a operação posterior.



O BIM representou um avanço, ao mostrar claramente ao projeto arquitetônico o caminho da modelagem tridimensional com informações da edificação. A arquitetura

por sua vez serve de referência a todas as outras áreas de projeto e construção. A tendência é cada vez mais que os projetos de arquitetura sejam modelados desta forma.

Entretanto, quando falamos em BIM, falamos em conceito (modelagem de informações), não em software. O tratamento adequado das informações de BIM nas diversas áreas não é feita por um único software, mas por vários, e depende da comunicação entre eles, que chamamos de *interoperabilidade*. Em muitos casos estamos ainda no estágio inicial do desenvolvimento de programas altamente complexos, específicos para cada disciplina de projeto. Trataremos aqui especificamente da interoperabilidade do software TQS para projeto estrutural com o BIM. Esta discussão vale também, conceitualmente, para outros softwares.

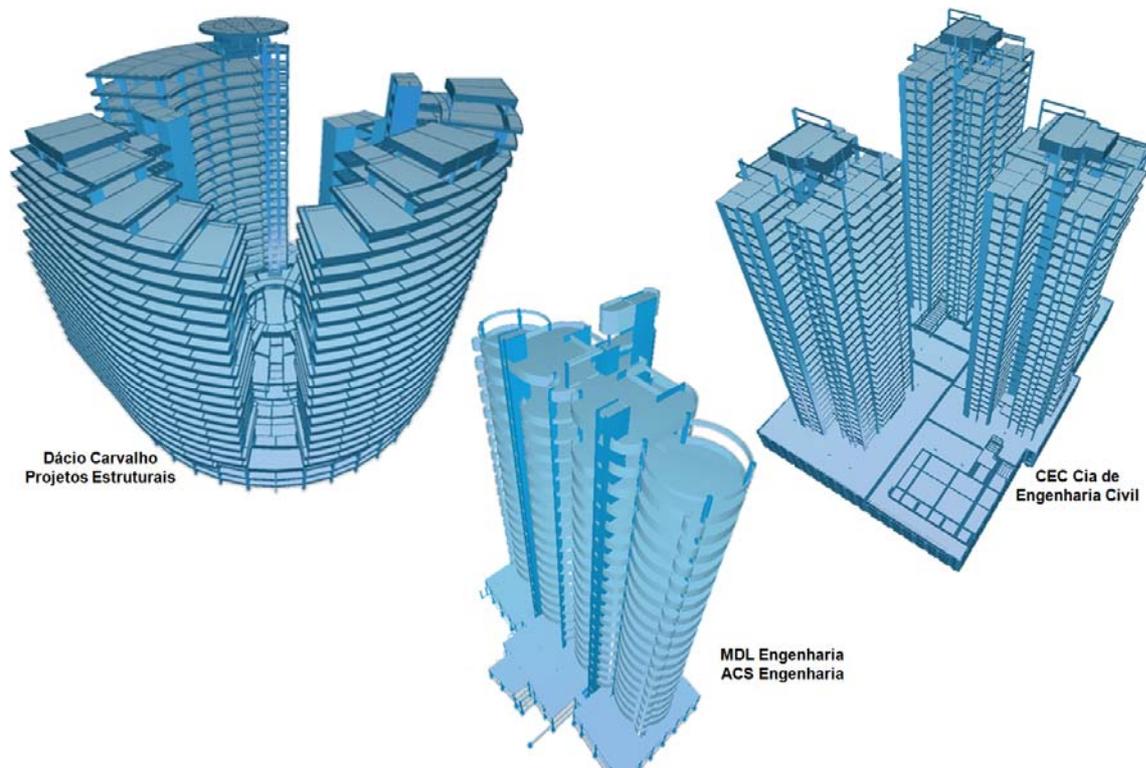
- **Características do projeto estrutural no Brasil**

Todo projeto estrutural envolve um alto grau de responsabilidade e de especialização por parte do engenheiro devido à sua complexidade. Mas o projeto estrutural no Brasil tem características únicas. Os contratos no Brasil exigem o projeto completamente detalhado da estrutura, muitas vezes com especificações de execução. O engenheiro estrutural tem que atuar na modelagem, análise, dimensionamento, detalhamento e desenho final de execução. O Brasil é também o único país do continente que não usa as normas ACI, e onde as normas da ABNT têm força de lei.

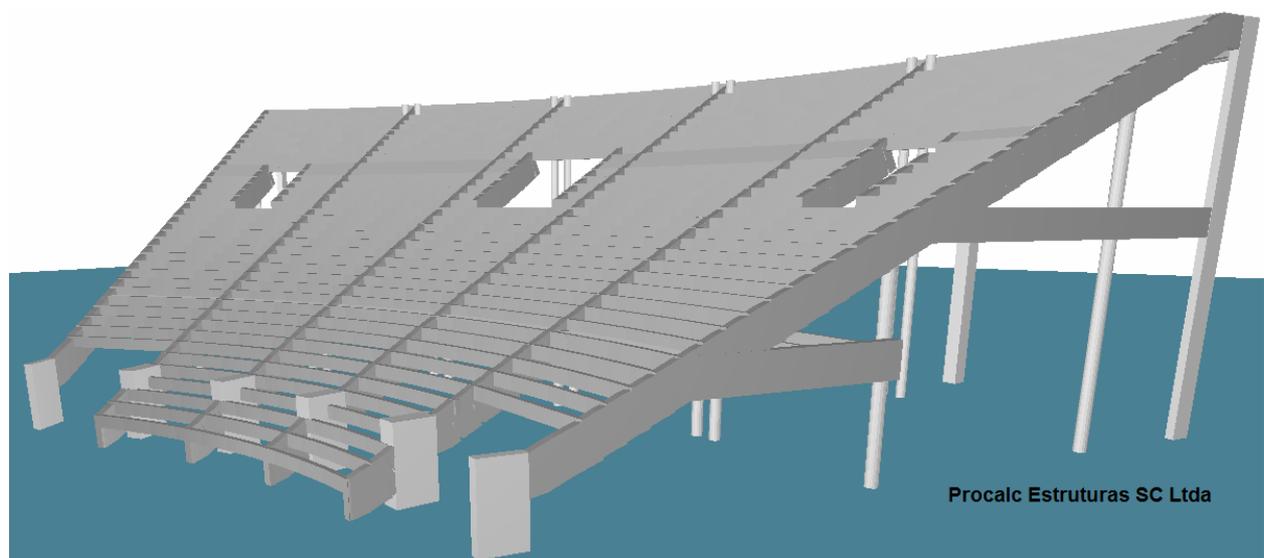
O projeto estrutural está no caminho crítico da construção, pois a obra sempre é iniciada por ele. E a obra começa aonde termina o projeto estrutural: nas fundações.

Características do Modelo TQS

Os sistemas BIM disponíveis no mercado em geral são modeladores sólidos com capacidade de gerar sólidos arbitrários. O TQS **não** é um modelador de sólidos genéricos. Ele trata de um subconjunto de elementos estruturais, bem definido, com as seguintes características principais: elementos prismáticos predominantemente posicionados em planos horizontais e verticais, com poucos elementos inclinados, de concreto armado e protendido, moldado in-loco ou pré-moldado e alvenaria estrutural. A entrada de dados é feita a partir de planos, chamada de "2.5D", mas com visualização 3D de todos os modelos gerados.



Os tipos de estruturas tratadas são restritos (por exemplo, não é viável modelar uma ponte estaiada ou um túnel). Apesar disto, os sistemas TQS têm sido usados para detalhar diversos tipos de estruturas complexas.



Mas, nos tipos de elementos tratados, o sistema tem grande automação na análise, dimensionamento, detalhamento e desenho. Além disto, tem diversas interfaces para transferência de informações para a produção, incluindo um sistema de corte e dobra de barras.

Objetivos de Alcance Imediato

Cada uma das ligações do projeto estrutural com o BIM precisa ser estudada e prevista por programação. Os seguintes objetivos são obtidos diretamente com o uso do TQS:

Lançamento da estrutura tridimensional usando os planos dos pavimentos como referência sobre uma arquitetura. Assim a estrutura é lançada com sistema de coordenadas coerente;

Exportação do modelo tridimensional da estrutura em formato IFC. O formato IFC é um arquivo para transporte de modelos em BIM padronizado pela norma ISO-16739.

Verificação de interferências e coordenação de projetos;

Levantamento de volumes de concreto;

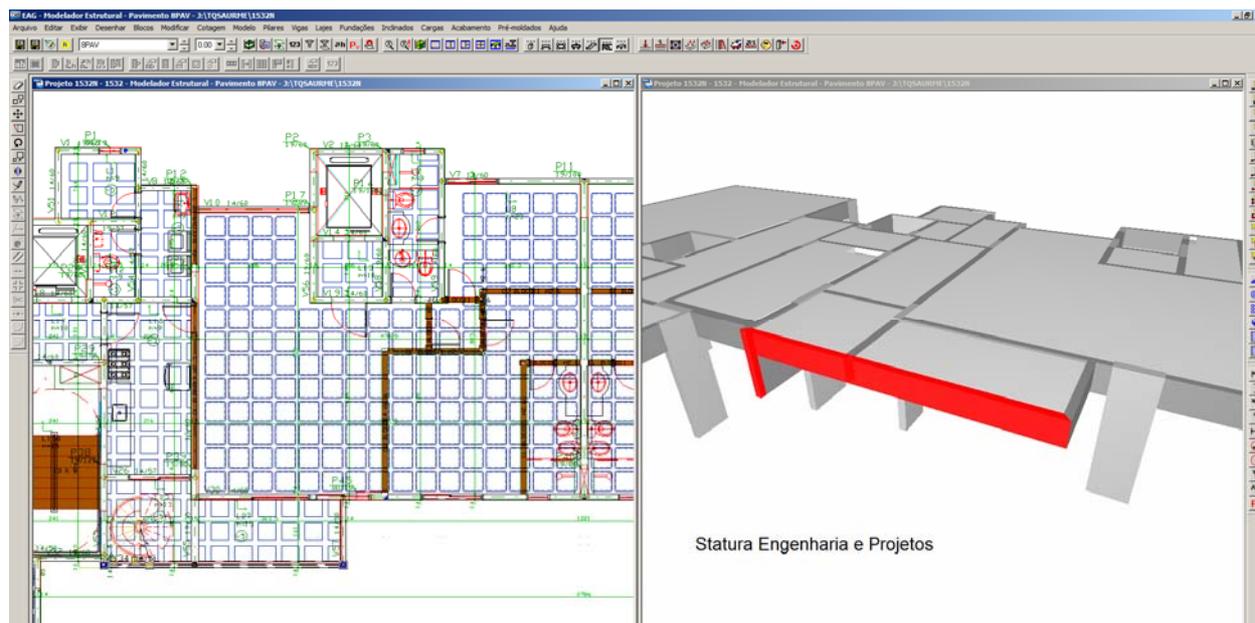
Levantamento de quantidades e custos;

Integração com a produção da estrutura.

Os objetivos acima são alcançados através de interfaces do TQS com outros sistemas usando BIM. O TQS faz também a exportação de dados para a execução da estrutura e corte e dobra de aço. Esta exportação é feita para os sistemas TQS GerPrE e G-Bar, e será discutida adiante.

Importação do Modelo Físico e Lançamento do Modelo Estrutural no TQS

O TQS faz a modelagem tridimensional de estruturas definindo os elementos estruturais plano a plano. Esta entrada de dados é adequada ao o tipo de modelo estrutural tratado.



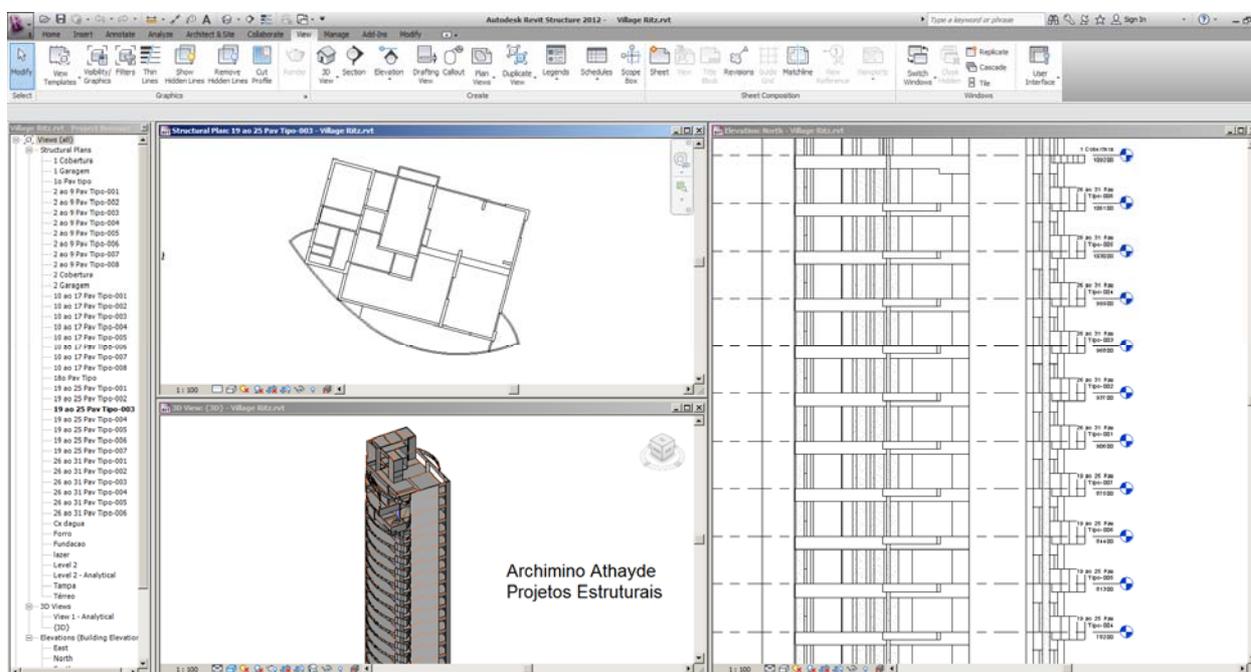
O lançamento da estrutura é feito usando-se o desenho de arquitetura como uma referência externa. Isto garante um sistema de coordenadas coerente entre o modelo estrutural e os demais modelos do BIM.

- **Como lançar o modelo no TQS quando a arquitetura é 3D**

Para maior facilidade, o engenheiro estrutural deve requisitar do contratante as plantas baixas e elevações da edificação em formato DXF/DWG 2D. Isto entretanto nem sempre é possível.

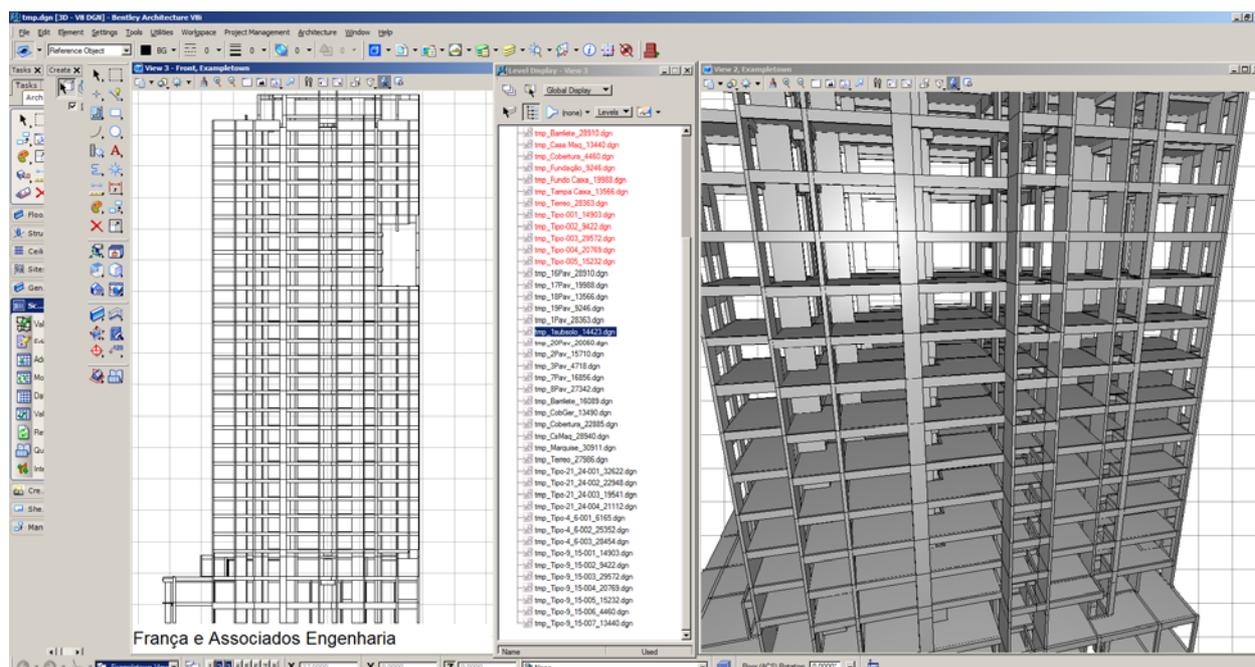
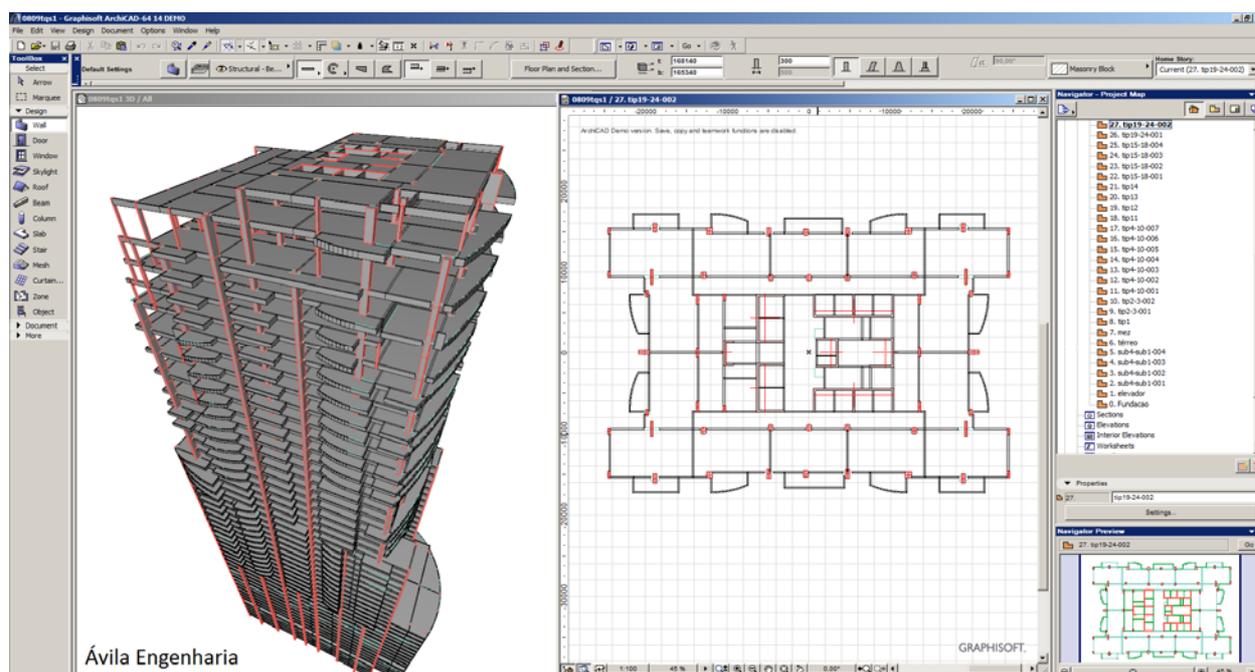
Se o contratante fornecer os arquivos do edifício em um formato 3D, a primeira providência será adquirir uma licença do software capaz de ler este arquivo, para então gerar as plantas e elevações necessárias para uso como referência no TQS.

Se os arquivos estiverem em formato IFC, qualquer sistema poderá ser usado. Mas, se for específico de um sistema, somente este poderá lê-lo. Por exemplo, o arquivo tipo .RVT é nativo do Revit® Structure®:



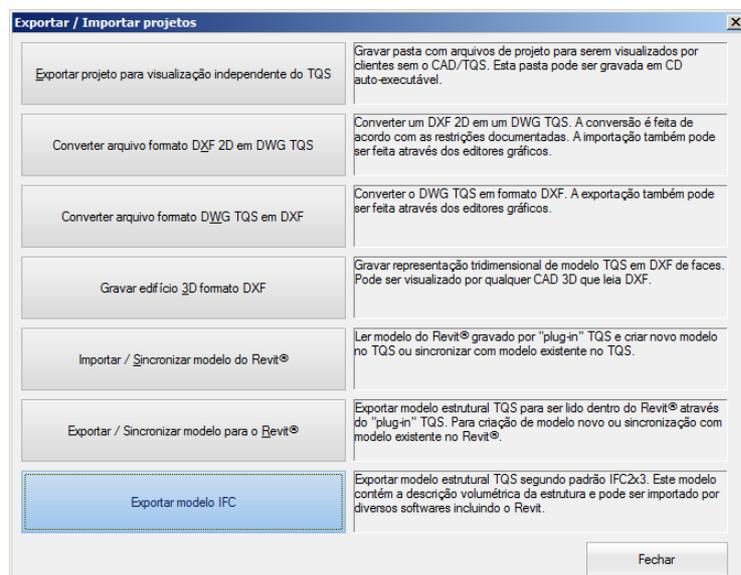
No Revit, assim como em outros sistemas BIM, os pisos são separados hierarquicamente (observe a árvore à esquerda). Quaisquer vistas podem ser exportadas como desenhos 2D, em formato DWG ou DXF. Para obter as plantas do edifício no Revit, basta selecionar a vista de cada uma das plantas baixas e acionar o comando "Export, CAD Formats, DXF Files".

Temos comandos equivalentes nos sistemas Graphisoft® Archicad®, Bentley® Microstation®, Nemetscheck® VectorWorks® e outros. Em geral os pisos podem ser mostrados em uma árvore hierárquica como nas figuras do Archicad® e Bentley® Microstation® abaixo:

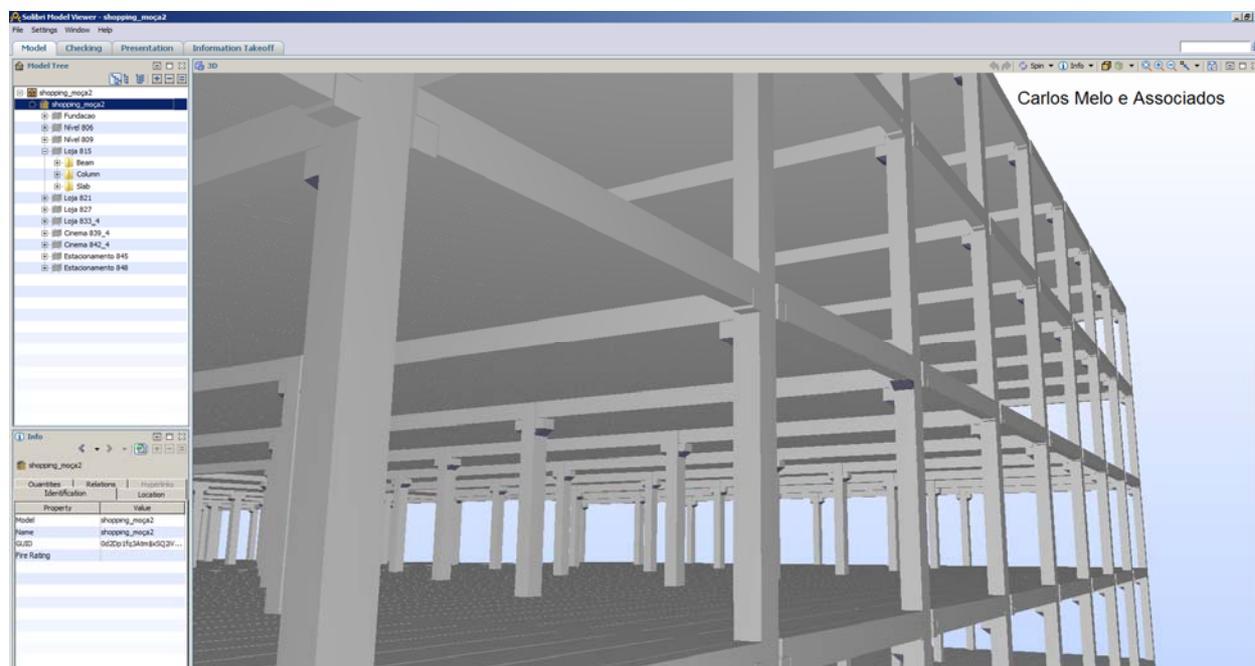


Exportação do Modelo Estrutural TQS para o BIM

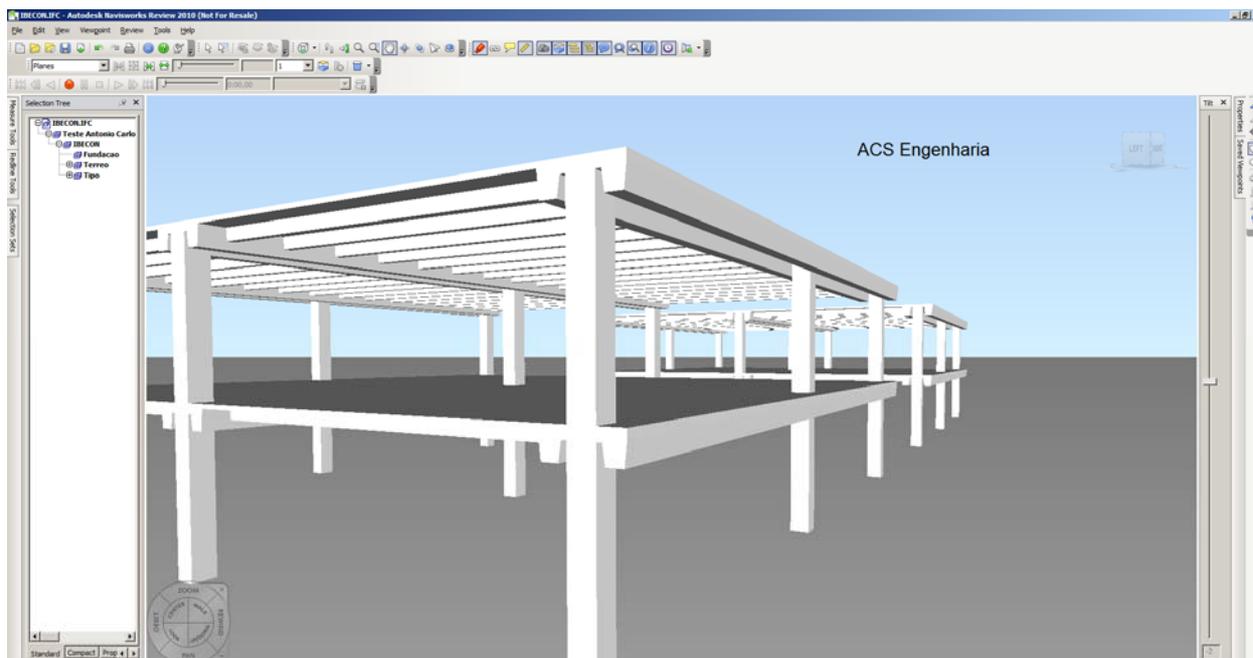
O principal padrão de exportação de arquivos para projetos em BIM é o formato IFC. Este formato, desenvolvido pela buildingSMART (International Alliance for Interoperability, IA), é normalizado pela ISO 16739, que está em fase de aprovação. O comando no TQS para gravar modelo IFC está na janela "Ferramentas, Importar ou exportar":



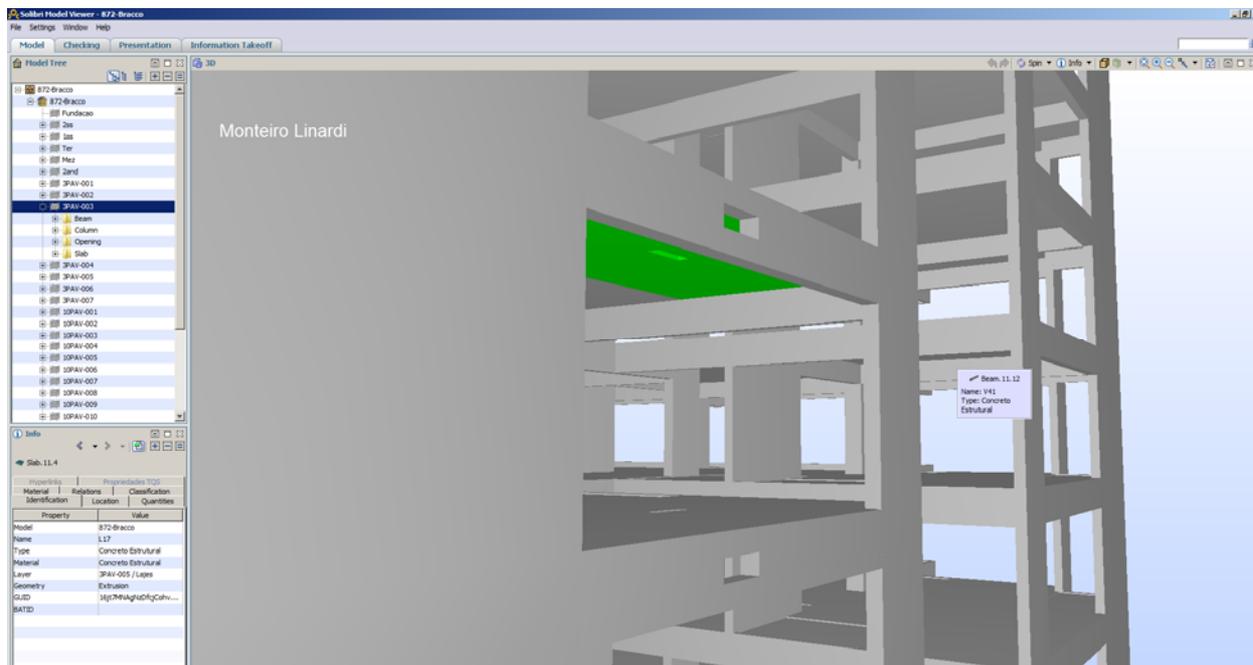
A lógica do TQS para gravação do arquivo IFC é derivada do visualizador 3D TQS - o conteúdo do IFC é exatamente igual ao visualizável em 3D. Isto significa que o projetista que recebe o arquivo IFC, tem em coordenadas coerentes toda a volumetria do modelo estrutural em mãos. O modelo IFC tem a descrição de todos os elementos estruturais TQS, tais como vigas, pilares e lajes, inclinados ou não, furos, escadas, fundações, estacas, elementos pré-moldados, acessórios e alvenaria estrutural.



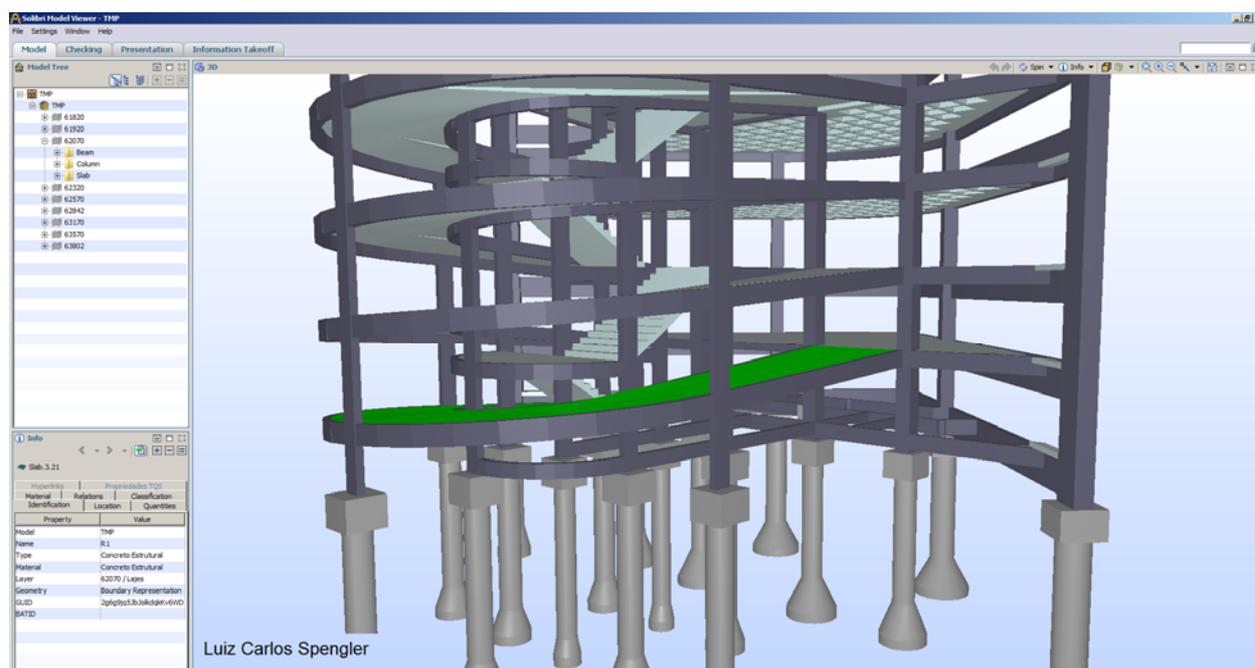
Vigas pré-moldadas, consolos retos e trapezoidais, vigas com dente gerber, pilares com duto de água pluvial (Solibri® Model Viewer).



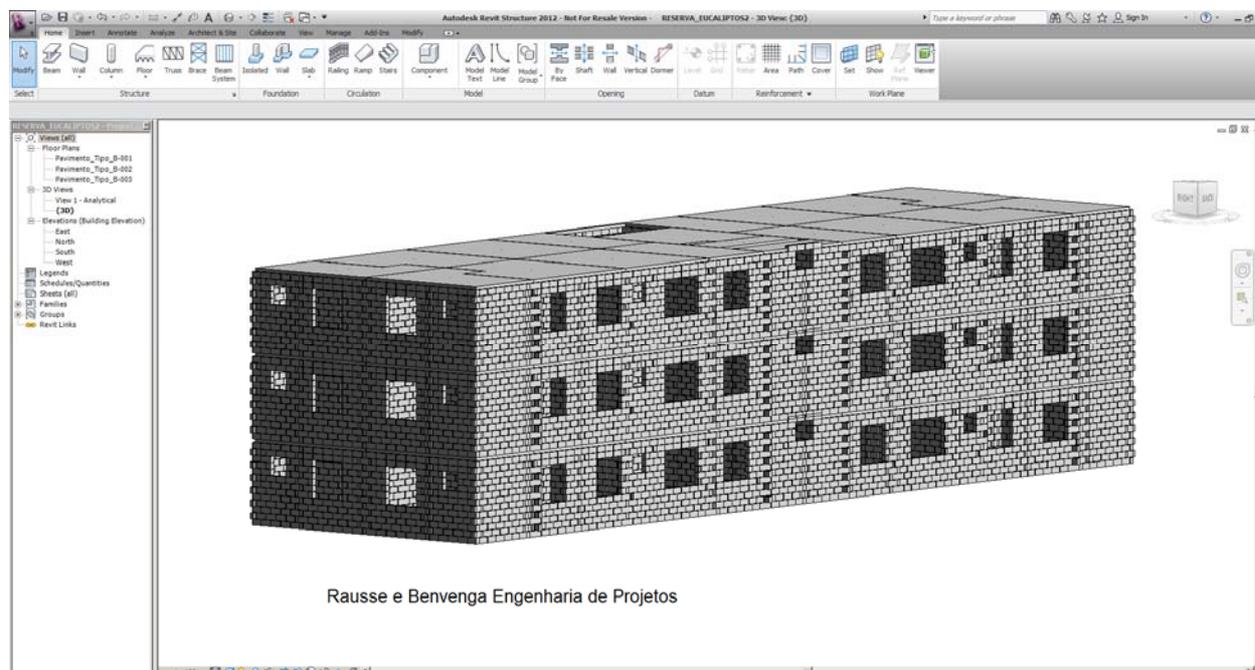
Vigas pré-moldadas de seção qualquer, lajes pré-moldadas "Pi" e alveolares (Autodesk Naviswork Review®).



Vigas e lajes com furos (Solibri® Model Viewer).



Vigas, lajes e pilares inclinados, escadas e patamares, lajes nervuradas, capitéis, fundações em sapatas, blocos sobre estacas, blocos sobre tubulões (Solibri® Model Viewer).

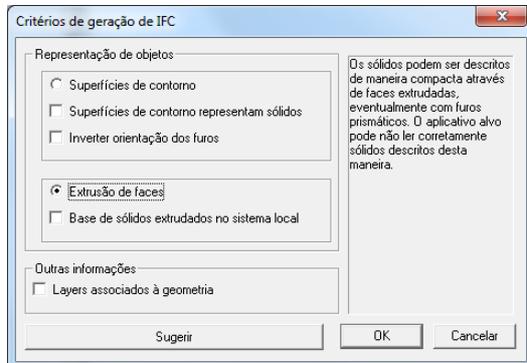


Alvenaria estrutural (Revit Structure®).

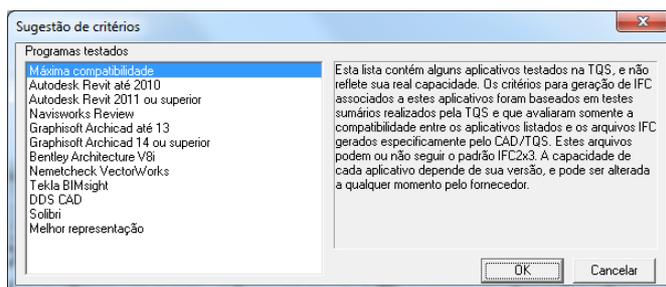
- **Opções de gravação de IFC**

O formato IFC tem uma especificação complexa, que exige o uso de modeladores sólidos sofisticados para a interpretação de todo o tipo de conteúdo 3D. O resultado é que a maioria dos softwares do mercado pode não ler perfeitamente qualquer tipo de elemento definido em um arquivo IFC. Para contornar este problema, a TQS criou

alguns parâmetros opcionais de gravação. Estes parâmetros se adaptam a alguns softwares testados na TQS:



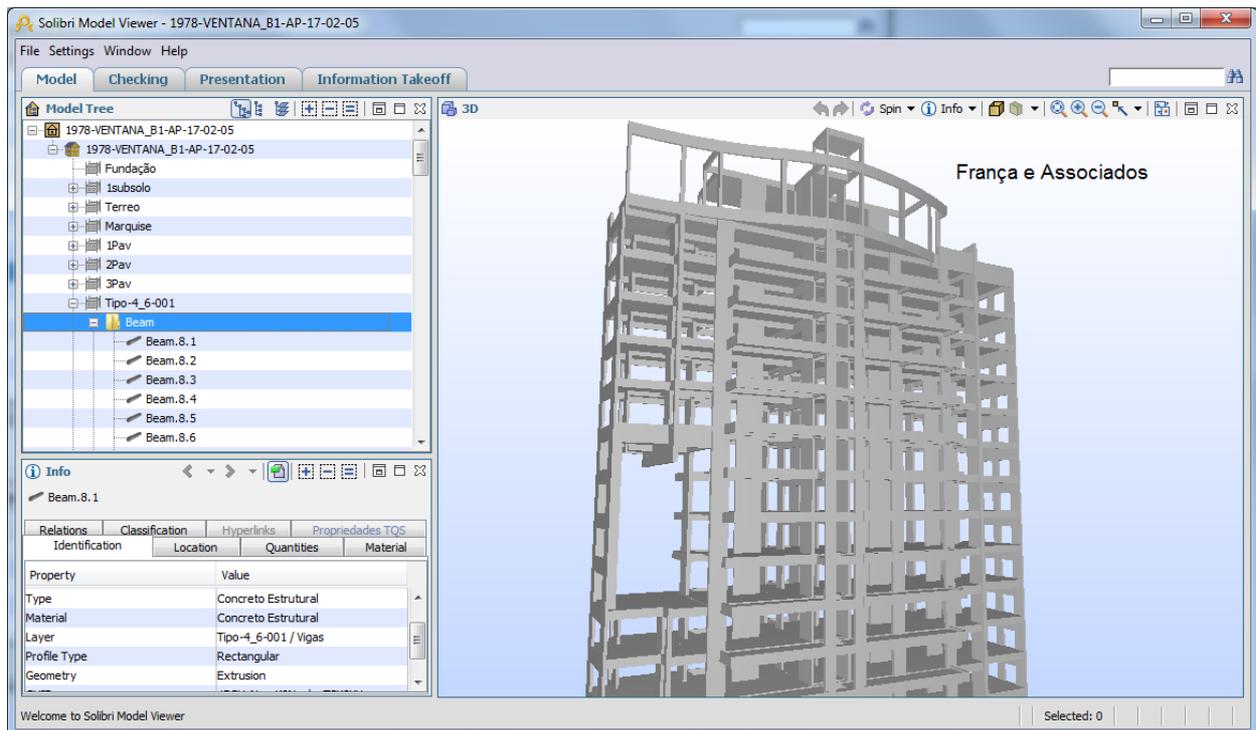
A principal opção é a definição dos elementos por superfícies de contorno ou por sólidos de extrusão. A primeira opção é de leitura mais fácil, mas gera arquivos quatro vezes maiores. A segunda opção gera arquivos mais compactos, mas às vezes não legíveis por qualquer software. O botão "Sugerir" preenche as opções certificadas para alguns softwares testados na TQS:



O engenheiro pode gerar o mesmo modelo em várias versões com parâmetros diferentes, e verificar quais delas os demais projetistas conseguem ler.

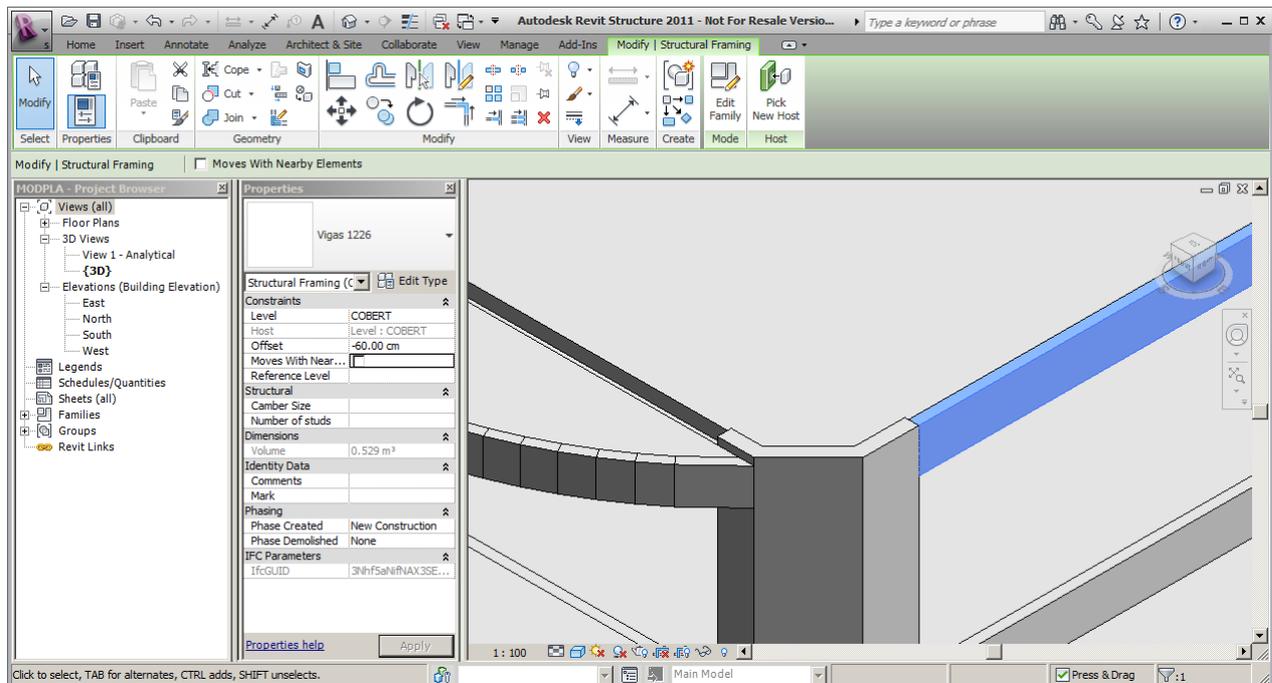
- **É possível verificar interferências em 3D no escritório de projeto estrutural?**

Se o engenheiro estrutural possui o modelo 3D de arquitetura ou de outras disciplinas, pode adquirir uma licença de um programa de verificação de interferências e no próprio escritório verificar previamente a se há interferências. Entre os sistemas com esta capacidade estão o Solibri® e o Autodesk Naviswork®, que são capazes de ler arquivos IFC.



- **Limitações de uso do formato IFC**

Alguns softwares BIM tratam os elementos importados por IFC como elementos especiais e não permitem sua edição. Mesmo assim podem ser usados na visualização, levantamento de quantitativos e na verificação de interferências.



- **Exportação em outros formatos**

O TQS tem três outros formatos que podem ser usados na comunicação com outros projetistas ou contratantes:

DXF 3D: é um formato onde os sólidos são os corpos descritos somente por suas faces. É lido pela maioria dos softwares BIM, assim como pelo Autocad® e Google Sketchup Pro®. Serve para visualização e verificação de interferências.

Exportador de projetos: grava arquivos em formato nativo TQS, junto com um visualizador que funciona sem necessidade de licença. O engenheiro estrutural escolhe os arquivos a serem gravados.

Formato TQR para importação pelo Revit Structure®: comentaremos a seguir.

Lançamento do Modelo Estrutural no Revit Structure®

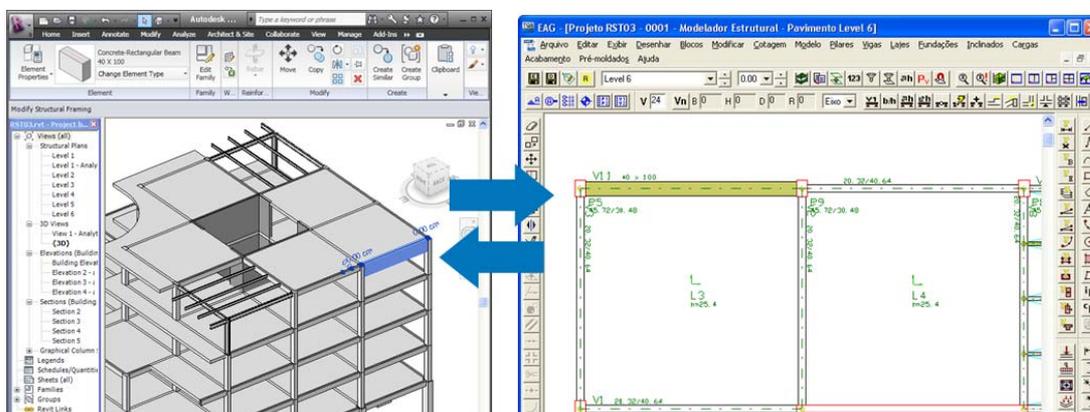
O uso do Revit Structure® é um caminho alternativo aos métodos de importação e exportação mostrados anteriormente. A TQS desenvolveu em cooperação técnica com a Autodesk® uma interface bidirecional com o Revit Structure®. A lógica bidirecional funciona da seguinte maneira:

O modelo estrutural pode ser lançado ou modificado através do Revit ou do TQS.

O modelo só pode ser alterado em um sistema por vez.

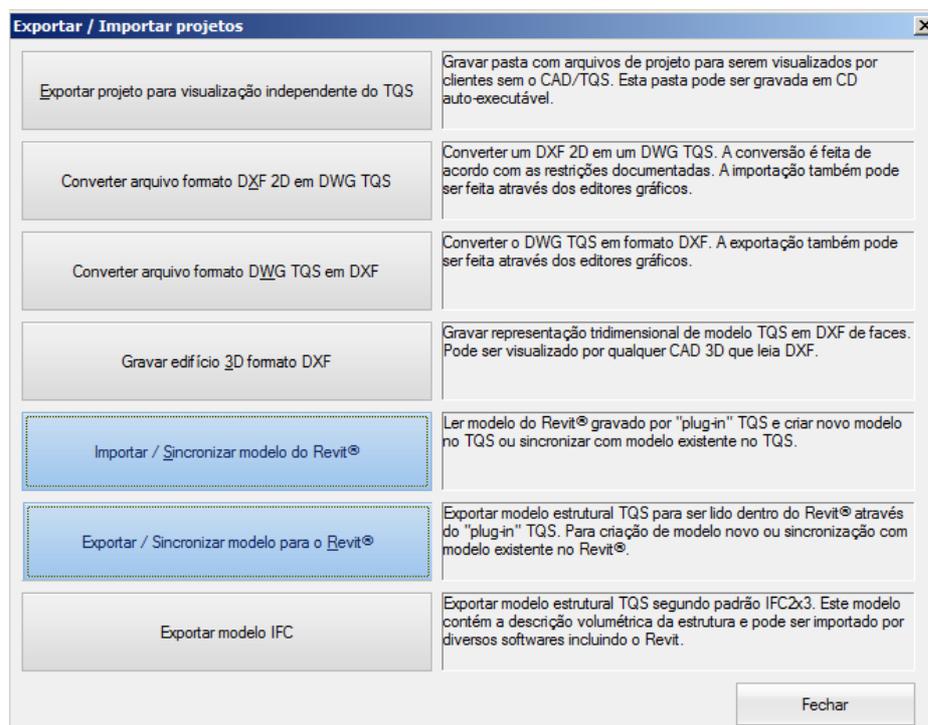
Uma vez alterado, deve ser sincronizado no outro aplicativo.

Sincronização somente de geometria (estão excluídos: cargas e armaduras).



Na sincronização, do lado TQS os elementos estruturais novos são marcados com a cor verde, e os modificados com a cor amarela. Um comando adicional mostra em vermelho quais os elementos poderão ser apagados pela próxima sincronização.

O principal motivo de usar a interface bidirecional é poder modelar a estrutura no Revit Structure® em vez do Modelador TQS. A exportação do modelo TQS para o Revit é feita na mesma janela "Importar ou Exportar", através dos botões "Importar / Sincronizar modelo do Revit" e "Exportar / Sincronizar modelo para o Revit". Para importar a partir do Revit, é necessário fazer download de um *plugin* disponível no site da TQS.



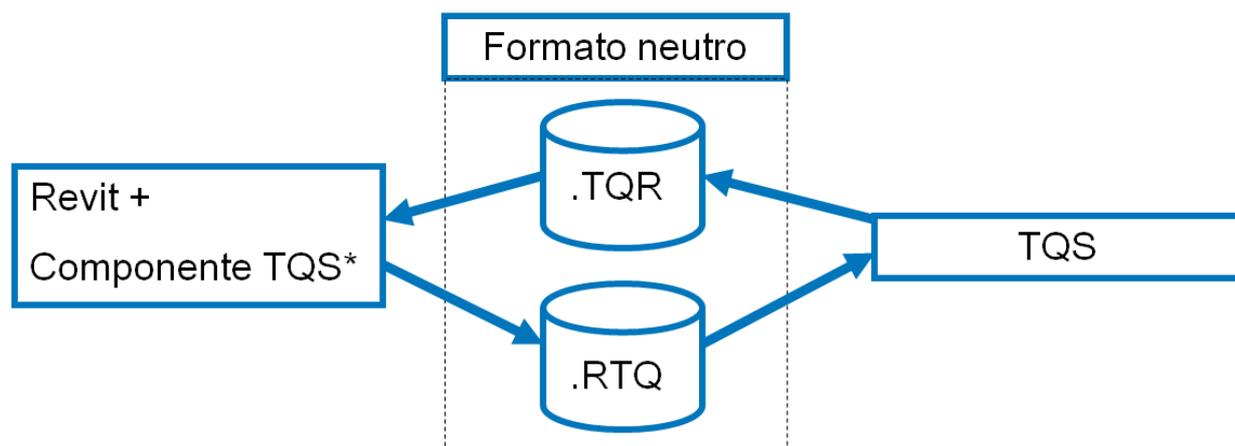
Este plugin é um programa desenvolvido pela TQS que é acoplado ao Revit com a finalidade de executar a importação e a exportação de modelos para o TQS. Para obter este plugin é necessário acessar o site www.tqs.com.br e acionar "Recursos do site", "Downloads". Será mostrada a página de plugins, com versões específicas para cada versão do Revit Structure desde 2009, 32 ou 64 bits. Escolha o plugin específico da sua versão instalada e faça o download. O arquivo deve ser descompactado e executado para completar a instalação. O plugin não depende da instalação dos sistemas CAD/TQS.



Uma vez instalado, uma nova opção aparece nos menus do Revit. No menu "Add-Ins", acionar "External Tools, TQS Plugin".

- **Vantagens do lançamento estrutural no Revit Structure**

No Revit Structure a modelagem é 3D, e a arquitetura usada como referência para o lançamento da estrutura não precisa ser extraída em planos 2D. A qualquer momento é possível manipular elementos através das vistas espaciais.



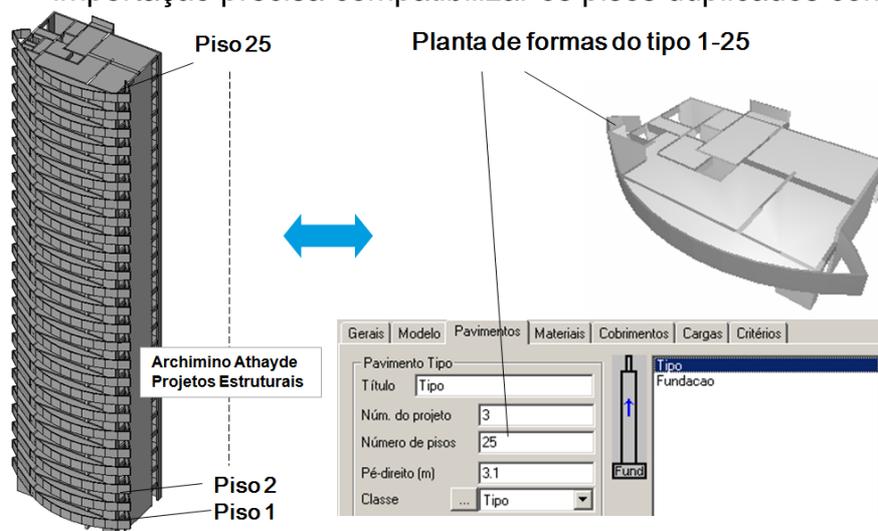
Somente está previsto o lançamento geométrico dos elementos estruturais. Outras informações estruturais, carregamentos e combinações, critérios e condições de contorno devem ser completadas no TQS. A lógica de reimportação é feita de maneira que elementos modificados no Revit não percam os atributos definidos no TQS no retorno.

Uma estrutura lançada no Revit também pode ser entregue para ser manipulada e/ou modificada por terceiros.

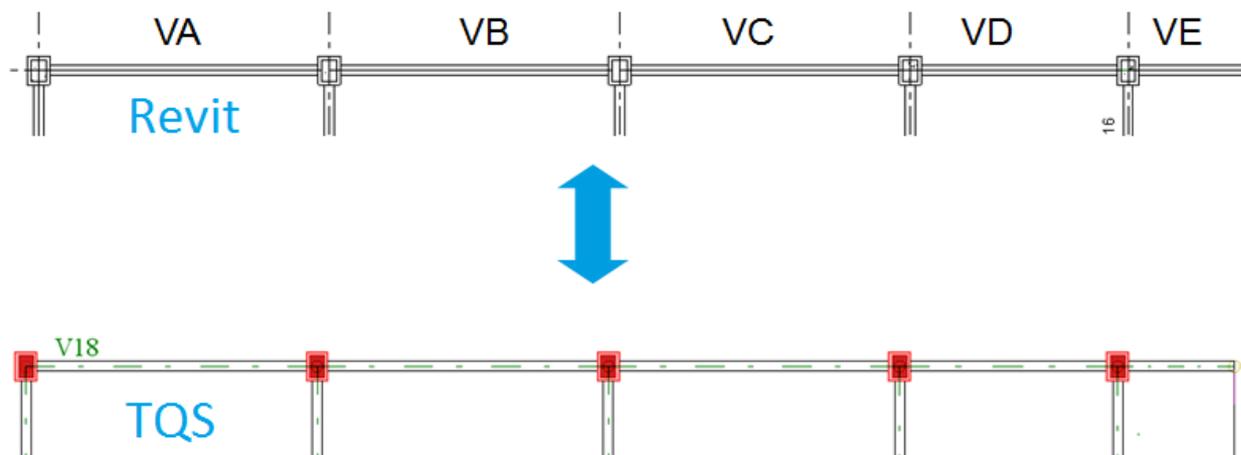
- **Dificuldades no lançamento pelo Revit**

A interface TQS-Revit foi desenvolvida para a transmissão de elementos estruturais, não volumes. Existem diferenças nas estruturas de dados entre os dois sistemas, que podem exigir acertos nos modelos importados. Vamos mostrar algumas delas.

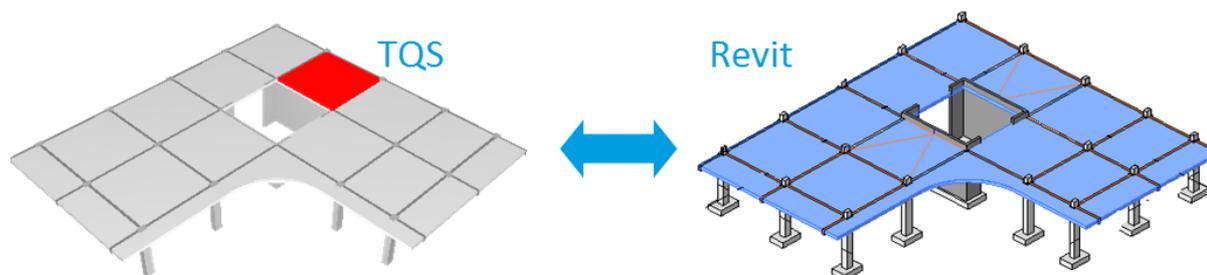
Definição de andar tipo: do ponto de vista da estrutura, o andar tipo é um objeto único com repetição, pois a fôrma de um piso é reutilizada no outro. No Revit, como os objetos podem ter um atributo "data de construção", são diferentes e duplicados. A importação precisa compatibilizar os pisos duplicados com a andar tipo da estrutura.



Continuidade de vigas: uma viga contínua pode ter seções diferentes. No Revit, cada elemento com seção diferente é um elemento diferente.

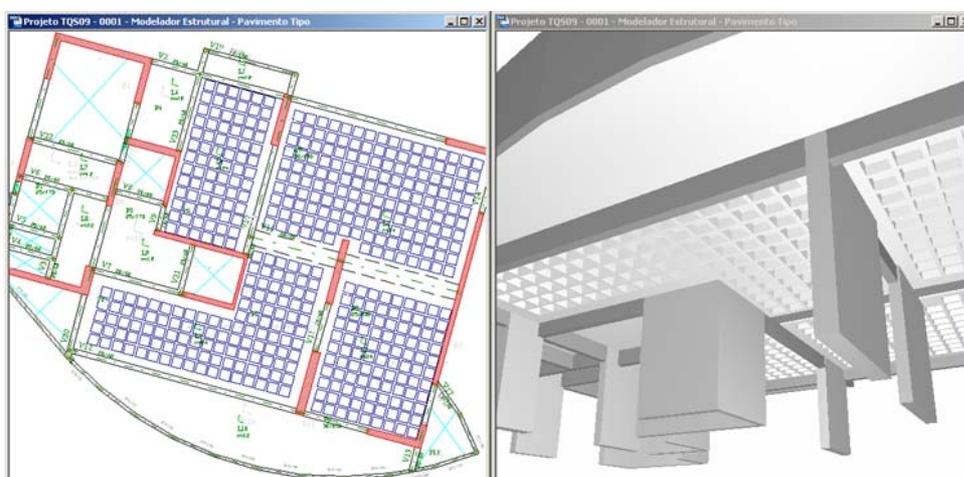


Apoios de lajes: o TQS trata lajes como elementos independentes apoiados em vigas ou pilares. No Revit, é aceitável definir um maciço que abrange toda a estrutura:



Diferença na continuidade de pilares: um pilar que nasce na fundação e sobe até o último piso é um único elemento estrutural no TQS. No Revit, isto pode atrapalhar a visualização dos elementos de um piso.

Lajes nervuradas, treliçadas e outras. O TQS pode transmitir uma laje maciça subtraída dos maciços de nervuras. Mas o modelo sólido resultante no Revit é tão complexo, que a importação e visualização podem inviabilizar o processamento do modelo. Isto dificulta a verificação de interferências de instalações com nervuras da laje.



Elementos inclinados e escadas: são definidos com várias restrições no TQS, e dependem de identificação manual dos elementos de apoio. Precisam de interação gráfica no TQS após a importação.

- **Dificuldades no desenvolvimento de atributos estruturais no Revit**

O TQS gera automaticamente as combinações de carregamentos prescritas pela norma brasileira. Durante o processamento da estrutura, gera outros carregamentos tais como vento:

The screenshot displays the TQS software interface for wind load configuration and analysis. It includes a 'Loads' panel with options for Point Load, Line Load, Area Load, Hosted Point Load, Hosted Line Load, and Hosted Area Load. A map of Brazil shows wind direction data. The 'Vento' (Wind) configuration panel includes parameters for basic wind velocity (V0 = 45), terrain factor (S1 = 1.00), roughness category (S2 = I), building class (S2 = A), and gust factor (S3 = 1.10). It also shows wind direction angles (90°, 180°, 270°) and a table of wind cases.

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

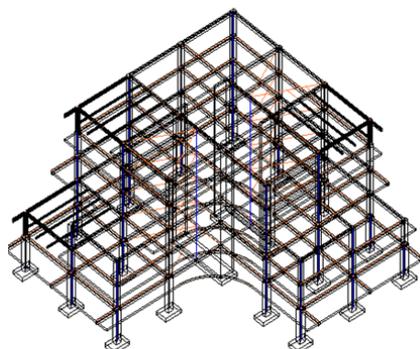
The analysis results window shows a list of load combinations and a summary of the analysis. The summary includes the number of elements (4216) and the percentage of elements analyzed (46%).

```

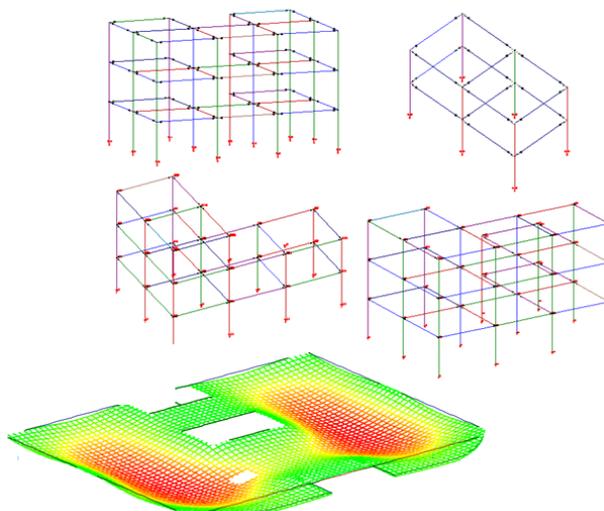
TQSRST\TQ509(ESPACIAL) - GVIM
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA5
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA6
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA7
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA8
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA9
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT2+0.6ADIA10
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA1
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA2
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA3
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA4
ELS/CFREQA/PP+PERM+DESA4+0.6ACID+0.3VENT3+0.6ADIA5
4216 . 1 46%
    
```

Este modelo não é compatível com o do Revit, onde as cargas são definidas diretamente sobre o modelo. O Revit também desenvolve um modelo analítico que não pode ser usado, pois difere do conceito do TQS:

Modelo analítico do BIM: dependente do modelo físico



Modelo analítico TQS: múltiplos modelos gerados em tempo de execução, conforme critérios de cálculo



No TQS, os modelos analíticos são gerados durante o processamento da estrutura, com base nos critérios previamente definidos pelo usuário. Uma alteração no critério permite reprocessar a estrutura com novo modelo analítico, sem alteração no modelo físico.

- **Viabilidade da interface bidirecional TQS-Revit**

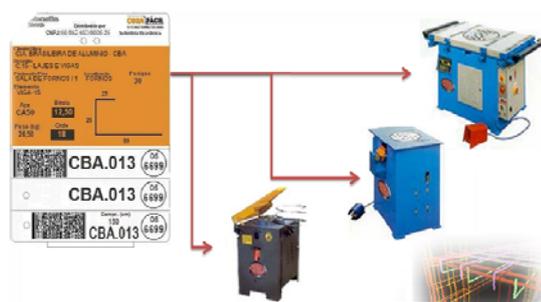
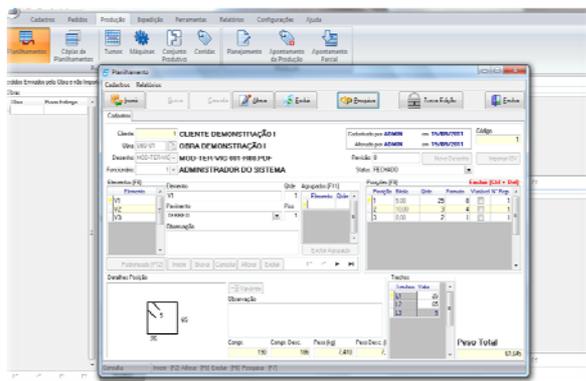
A modelagem da estrutura com o Revit pode ser justificada em uma fase de estudo de viabilidade, onde a estrutura pode ser simplificada com o objetivo de levantamento de quantitativos. Neste caso, a confiabilidade do modelo estrutural não é tão importante, e se torna possível fazer simulações rápidas de soluções estruturais alternativas no modelo 3D. A interface bidirecional na fase executiva atualmente não é recomendável.

Exportação de Informações para a Produção

O resultado final do projeto estrutural é a descrição detalhada de fôrmas, concreto e armação dos elementos estruturais. Visando o controle dos insumos envolvidos no processo de produção das estruturas a TQS atualmente desenvolve o sistema GerPrE, integrando o TQS e o GBar e direcionado às construtoras e obras.



A TQS desenvolve o sistema GBar há cerca de 20 anos para controlar os processos envolvidos na produção de posições de aço em uma central de corte e dobra. O GBar alimenta os equipamentos para corte e dobra de forma digital, usando diretamente o aço gerado pelo projeto estrutural. O GBar leva em conta fatores como disponibilidade de equipamento, capacidade produtiva, minimização de perdas, prazos para entregas, etc. Após a produção do aço pelas centrais, as obras recebem as etiquetas de posições do aço devidamente identificadas para montagem dos elementos estruturais.



O GerPrE, integrado ao TQS e GBar, trará para a construtora e para a obra informações do projeto estrutural em tempo real, permitindo:

- Controle tecnológico do concreto e do aço e controle de qualidade da execução;
- Montagem das formas e armação dos elementos estruturais;
- Rastreabilidade do lançamento do concreto;
- Criação e gerenciamento de pedidos com especificações aos fornecedores de insumos para as estruturas;
- Gerenciamento do recebimento dos materiais nas obras;
- Controle e identificação de corpos de provas do concreto recebido;

CONTROLE DE RECEBIMENTO E LIBERAÇÃO DO CONCRETO														FOR - 89 (1)				
														Rev. 0				
														Fl: 3				
Obra: PLACER DE LA CONCORDE				Data: 18/02		Peça Concretada: PILARES DO 1º SS AO TÉRREO - Bloco B						Fornecedor: CIAÉ						
SÉRIE Nº	N. FISCAL Nº	BETON Nº	SUMP RECB Nº	ANAL VISUAL	PROGR. [1]	SAIDA USINA [2]	HORÁRIOS				ÁGUA ADICIONADA(L)		ACEITAÇÃO		VOL. CONCRETO		ODT. CPS MOLDO	
							CHEG. OBRA [3]	INIC. DESC [4]	TERM. DESC [5]	TEMPO [9-2]	FOLGA	NA OBRA	A	R	INDIV.	ACUM.	QT	QT
1	1504	29	8.5	OK	13:00	13:23	13:30	13:20	10:00	01:39	119	40	X		8.0	8.0	2	2
2	156081	11	9.0	OK	13:25	12:57	14:11	14:15	15:00	02:03	100	45	X		9.0	16.0	5	2
3	1507	26	9.0	OK	13:50	13:50	14:00	15:10	15:45	01:55	99	50	X		8.0	27.0	3	2
4	1511	23	8.5	OK	14:15	16:05	16:55	?	17:30	01:25	89	60	X		8.0	32.0		2

Dados do Concreto: Código do Traço: A054; Slump Solitação: 851 cm; fck: 30,0 Mpa

Observações:

Obs: Na coluna "ANÁLISE VISUAL" avaliar a coesão, dimensão máxima do agregado e o teor de argamassa do concreto.

Visto Engº: _____ Data: __/__/__

Através de dispositivos como *tablets*, o GerPrE poderá fornecer mobilidade para gerenciar o controle de qualidade da execução, e o recebimento de materiais nas obras.

- **O lançamento da estrutura sobre um desenho 2D não é BIM?**

O lançamento estrutural sobre planta baixa é perfeitamente adequado para estruturas com predominância de planos horizontais e verticais. O modelo lançado desta maneira é tridimensional, definido por objetos inteligentes com atributos específicos do projeto estrutural. Este modelo pode ser visualizado em 3D e exportado no ambiente BIM.

- **Lançar sobre um modelo 3D permite enorme ganhos?**

Nas estruturas com planos horizontais e verticais, o lançamento dos elementos estruturais é feito sempre através de planos 2D. A quantidade de informação a ser lançada independe do fato do editor gráfico ser um modelador sólido 3D ou não.

- **Sem tecnologia paramétrica não é BIM?**

A tecnologia de desenho paramétrico permite a definição de famílias de sólidos quaisquer com o fornecimento de parâmetros. No projeto estrutural com TQS, todos os tipos de objetos (elementos estruturais) permitidos são pré-definidos por software, assim como seus parâmetros. Neste caso, o desenho paramétrico genérico não é aplicável.

- **Sem transferência bidirecional não é BIM?**

Considerando-se que o TQS modela e analisa a estrutura, pode-se dizer que existe uma transferência bidirecional perfeita entre o modelo físico e analítico. Mas se considerarmos a possibilidade do modelo estrutural ser alterado por terceiros em um modelo exportado, neste caso não temos bidirecionalidade.

O projeto estrutural envolve responsabilidade civil e penal do engenheiro estrutural, e esta responsabilidade não pode ser compartilhada por terceiros. É importante que todas as alterações a serem realizadas no projeto estrutural sejam formalizadas, para que possam ser estudadas, viabilizadas, orçadas e documentadas.

A transferência bidirecional com o Revit Structure[®] ainda assim é viável em uma etapa de estudo preliminar.

- **Sem objetos com atributos não é BIM?**

Os modeladores de BIM permitem a definição de objetos arbitrários com atributos arbitrários. Em um sistema como o TQS, os tipos de objetos (elementos estruturais) são pré-definidos, assim como seus atributos. O TQS exporta seu modelo através de um banco de dados de objetos tridimensionais com atributos.

O Engenheiro com TQS está preparado para BIM?

O BIM como conceito e filosofia está rapidamente sendo adotado pela cadeia da construção, e deve se tornar um padrão a médio e longo prazo. O engenheiro que usa sistemas TQS tem todas as condições de participar desta cadeia, recebendo e transmitindo informações de modelagem do edifício, e colaborando efetivamente no processo da construção.