

# TQS NEWS

Ano XXIII - Nº 49  
Setembro de 2020

## Editorial

Eng. Nelson Covas

No final deste ano de 2020 vou completar 50 anos de formado em engenharia civil. Já passei por muitas experiências não convencionais neste período. Entretanto, nestes últimos tempos, tenho me deparado com duas ocorrências extraordinárias que nunca pensei que poderiam acontecer.

A primeira delas é devido a esta pandemia do Coronavírus. Toda a empresa TQS está trabalhando em home office, e todos os setores funcionando muito bem. Nunca imaginei tal situação. Temos que salientar o investimento feito há anos para que isto possa ter ocorrido. A nossa loja implantada, os sistemas entregues via e-mail e, principalmente, a nossa autorização de uso, licença web, foram fatores fundamentais para esta adaptação.

A segunda ocorrência, que estou classificando como notável, é o desenvolvimento contínuo do nosso software. Ao longo dos 33 anos de atuação na TQS, já era para ter me acostumado com o fato, mas não é o caso agora. Acompanhando o desenvolvimento dos últimos meses estou empolgado com o novo Modelador Estrutural em 3D, da V22. Jamais imaginei que pudesse ver o 3D nos sistemas TQS. Agora o engenheiro estrutural lança a estrutura diretamente no projeto de arquitetura em 3D, visualiza o posicionamento dos elementos estruturais, tubulações, paredes etc, é o BIM completo. E ainda mais, as cargas são representadas em 3D. É muito mais fácil enxergar a estrutura, visualizar a conexão entre os elementos estruturais e outros elementos participantes da edificação. Uma evolução marcante!

Nesta edição do TQS News, estamos lançando a V22. Nesta versão temos que destacar também a liberação da integração de um novo sistema, Vigas Protendidas, ao TQS. Protender elementos como vigas e lajes, a partir do pórtico espacial, não é uma tarefa simples. Outro ponto de grande relevância da V22 é a possibilidade de escolha das unidades de medida (Convencional, Internacional ou Imperial), para as diversas grandezas. Este sempre foi um grande sonho nosso, há muitos anos aguardado, que agora se torna realidade.

A V22 está sendo desenvolvida há 19 meses e não se trata de uma simples manutenção de sistemas. Novas e significativas implementações foram realizadas. Até o Vigas, nosso



sistema mais antigo, sofreu grandes melhorias com a inclusão dos diagramas de As existente X As necessário. Para saber mais sobre a V22, acesse: [www.tqs.com.br/v22](http://www.tqs.com.br/v22)

Falando ainda sobre as minhas surpresas, tive contato recentemente com dois projetos de vulto: um deles com um pórtico de 1.400.000 nós, ocupando 200Gb de espaço e outro com índice de esbeltez 17. Todos processados adequadamente o que demonstra a capacidade, abrangência técnica e robustez do sistema. Atualmente não tenho mais escrúpulos em dizer que os sistemas TQS, para o escopo a que se propõe, é um dos mais completos do mundo. Uma única ferramenta, TQS, é capaz de modelar, calcular esforços, dimensionar, detalhar, desenhar e editar os elementos até a entrega final do projeto. A fidelidade de nossos clientes, há décadas, me permite chegar a uma importante conclusão: TQS – O Software Definitivo.

Portanto, tenho uma recomendação a todos. Sigam evoluindo com os sistemas TQS, o futuro está aqui. Já fizemos muito e temos muito ainda a fazer para a melhoria do ambiente de elaboração do projeto estrutural. Continuamos seguindo os mesmos princípios de sempre: dar melhores condições ao engenheiro estrutural para desempenhar o seu trabalho, com qualidade e produtividade, em resumo, maior competitividade.

Não posso deixar de citar e agradecer a excelente equipe da TQS envolvida nestes desenvolvimentos: Abram, Alio, Rodrigo, Adriano, Sérgio, Nilson, Francisco, Johnny, Herbert, Agnaldo, Odilei e Thiago. Também agradeço aos clientes e amigos que auxiliaram no 3D: Spengler, Mauer, Dionísio e Favinha.

Saudações a todos!

## Destaques

### Entrevista

Engenheiro Luiz Campanhã Zocco  
Página 3

### Lançamento v22

Página 8

### Novo site

Página 8

### Artigo

Análise de estruturas de concreto sob o efeito do tempo

Dr. Eng. Sérgio Pinheiro de Medeiros  
Página 29

### Artigo

Dimensionamento de paredes de concreto utilizando os programas computacionais TQS e ATENA®

Engs. Rangel C. Lage; Marcos A. Silva; Luiz C. Almeida; Leandro M. Trautwein  
Página 31

### Artigo

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Engenheira civil Marina Munaretto Copetti  
Página 35

### Artigo

Integração direta de dados entre o TQS e o OrçaFascio®

Engenheiro Dionísio Augusto Americano de Neves e Souza  
Página 36

### Espaço virtual

Página 42

### Notícias

Página 47

### Dissertações e teses

Página 54

**REPRESENTANTES****Amazonas**

Eng. Dr. Winston Junior Zumaeta Moncayo  
Av. Rio Negro, Quadra 7, Casa 13, Cj. Vieiraves  
69053-040 • Manaus, AM  
Fone: (92) 98233-0606  
E-mail: [wjzm@hotmail.com](mailto:wjzm@hotmail.com)

**Bahia**

Eng. Fernando Diniz Marcondes  
Av. Tancredo Neves, 1.222, sala 112  
41820-020 • Salvador, BA  
Fone: (71) 3341-1223 | 99177-0010 | Fax: (71) 3272-6669  
E-mail: [fernandodinizmarcondes@gmail.com](mailto:fernandodinizmarcondes@gmail.com)

**Brasília**

Eng. Li Chong Lee Bacelar de Castro  
SQN 406, Bloco M, sala 102  
70847-090 • Brasília, DF  
Fone: (61) 98135-4834  
E-mail: [lichonglee@gmail.com](mailto:lichonglee@gmail.com)

**Minas Gerais**

RLF Engenharia de Estruturas  
Eng. M.Sc. Reginaldo Lopes Ferreira  
Rua Severiano de Lima, nº 169, Centro,  
34000-285 • Nova Lima, MG  
Fone: (31) 3541-4598 | 98725-4598  
E-mail: [reginaldo@rff.com.br](mailto:reginaldo@rff.com.br)

**Paraná**

Eng. Yassunori Hayashi  
Rua Mateus Leme, 1.244, Bom Retiro  
80530-010 • Curitiba, PR  
Fone: (41) 3353-3021 | 9914-0540  
E-mail: [yassunori.hayashi@gmail.com](mailto:yassunori.hayashi@gmail.com)

**Rio de Janeiro**

CAD Projetos Estruturais Ltda.  
Eng. Oswaldo Nunes Fernandes  
Avenida Almirante Barroso, 63, Sl. 809  
20031-003 • Rio de Janeiro, RJ  
Fone: (21) 2240-3678 | 99136-0677  
E-mail: [cadestrutur@uol.com.br](mailto:cadestrutur@uol.com.br)

LRIOS Consultoria e Projetos  
Engenheiro e Diretor Lívio Rios  
Av. Emb. Abelardo Bueno, 1.340, Sl. 508  
Ed. Barra Corporate, Barra da Tijuca  
22775-040 • Rio de Janeiro, RJ  
Fone: (21) 3437-9892 | 3437-9893 | 99697-8829  
E-mail: [liviorios@lrios.com.br](mailto:liviorios@lrios.com.br)  
[www.lrios.com.br](http://www.lrios.com.br)

**Rio Grande do Sul**

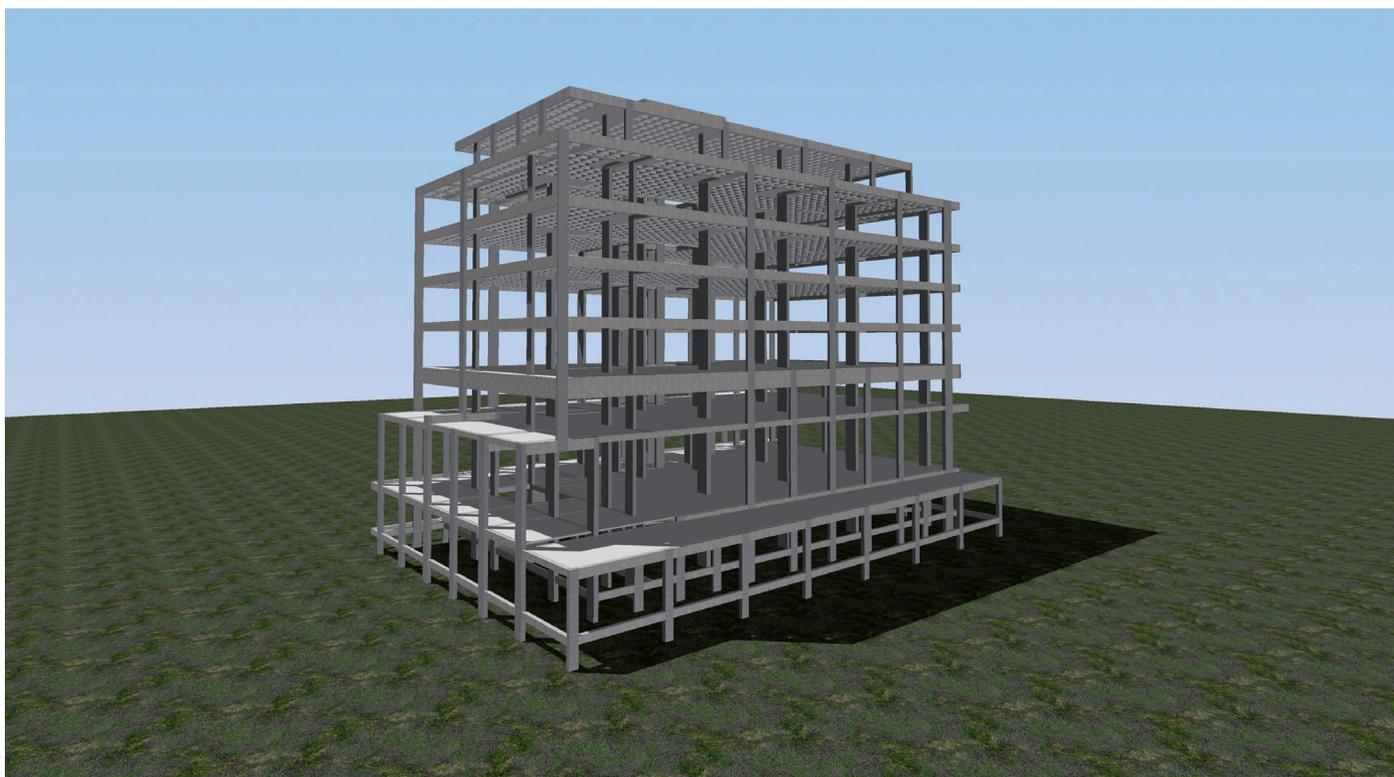
Eng. Emiliano Duncan Aita  
Av. Iguassu, 485/501, Petrópolis  
90470-430 • Porto Alegre, RS  
Fone: (51) 4100-2987 | 99957-7737  
E-mail: [comercial@multisigma.com.br](mailto:comercial@multisigma.com.br)

**Santa Catarina**

Eng. Mario Gilsone Ritter  
Av. Getúlio Vargas, 870N, Sl. 65, Ed. Central Park, Centro  
89800-001 • Chapecó, SC  
Fone: (49) 3323-8481 | 98404-2142  
E-mail: [mario@alphaprojetos.net](mailto:mario@alphaprojetos.net)

**Argentina**

Eng. José Gaspar Filippa  
Sayago 2337  
5000 • Córdoba  
Fone: +549.351.5527063 (celular)  
E-mail: [gaspar@tecbim.com](mailto:gaspar@tecbim.com)



## Sucesso fora da caixa

Luiz Campanhã Zocco

Um dos principais mitos do mercado é de que os mercados de São Paulo e Rio de Janeiro são predominantes em todos os segmentos da Engenharia. Luiz Campanhã Zocco, da Zocco Engenharia e Projetos, prova que não é bem assim. Zocco cresceu em Londrina, Paraná, no meio de fotocópias na loja da família e foi daí que surgiu seu interesse por projetos de cálculo e pela Engenharia e através das xérox dos projetos ali tirados.

Depois de cursar a faculdade em Curitiba, retornou para casa e começou a trabalhar como projetista buscando apoio no relacionamento travado, anteriormente, com diversos engenheiros da região. O escritório cresceu seguindo o caminho da tecnologia, que se introduzia no País na década de 1970, e pegou carona no próprio ritmo de expansão da cidade, que viria a se tornar um importante polo educacional e imobiliário do Estado.

Mais tarde, a Zocco passou a contar com o reforço do próprio filho Luiz Fernando, graduado na Universidade Estadual de Londrina - UEL em 1999, e acelerou o processo de informatização e de ampliação tecnológica, com a inclusão de novos segmentos da Engenharia de



Engenheiro Luiz Campanhã Zocco

projetos. Londrina começou a ficar pequena para o escritório, que se expandiu e está atuando fora do Brasil, no Paraguai, segundo Zocco, um segmento promissor para a Engenharia brasileira. Nesta entrevista, ele conta um pouco dessa trajetória e dá um conselho para os profissionais em início de carreira: “Não desprezem um conselho de um engenheiro experiente!”.

**Como a Engenharia entrou na sua vida? Qual a faculdade que o sr. cursou e em que período?**

Em Londrina/PR, na minha adolescência na década de 1960, quando cursava o ginasial e depois o científi-

co, percebi que tinha muita facilidade com as disciplinas exatas de Matemática, Física, Química e Desenho.

Trabalhava desde os 12 anos em uma copiadora da minha família, onde fazíamos cópias heliográficas de projetos de arquitetura, hidráulica, elétrica, estrutura, loteamentos etc., desenhados em papel vegetal. Era a única copiadora da região de Londrina. Com isso, passei a conhecer praticamente todos os engenheiros, arquitetos, topógrafos e afins da região.

Eu, muito curioso, observava cada projeto que chegava, queria entender o que era e para que servia. E a Engenharia começava sutilmente a entrar em minha vida.



**VENTO-S**  
ENGENHARIA

### Ensaios em Túnel de Vento

economia e segurança no projeto



Av. Diário de Notícias, 400, sala 1506  
Diamond Tower, Porto Alegre/RS

[www.vento-s.com](http://www.vento-s.com)  
[vento-s@vento-s.com](mailto:vento-s@vento-s.com)

51 3508 2794  
51 3508 2795

Em particular, observava projetos de estrutura desenvolvidos pelo eng. José Augusto de Queiroz, que foi em engenheiro muito conceituado na região. Os desenhos eram feitos integralmente a lápis, em papel sulfureado, com escritas bem feitas e formatos que me chamavam a atenção. Fiquei muito curioso com um projeto de três torres de 21 pavimentos, empreendimento desafiador e empolgante para a época. Queria saber como se sustentava toda aquela massa de concreto e alvenaria sobre pilares que eu considerava, na minha concepção de leigo juvenil, muito pequenos.

Chegando a época de decidir sobre a faculdade, fui para Curitiba, e ingressei na Escola de Engenharia da Universidade Federal no ano de 1968. Fui muito influenciado pelos engenheiros que frequentavam a copiadora e pelos que passei a conhecer depois de entrar na Faculdade de Engenharia.

**Quando foi que o sr. optou pela Engenharia Estrutural? E qual foi sua inspiração?**

Cursando o segundo ano de Engenharia, precisava de algum emprego para o sustento, então fiz estágio em um grande escritório de Engenharia Estrutural, a “Archimar Amorin”, muito conceituado em Curitiba. No terceiro ano de Engenharia, os cursos eram divididos em especialidades, e é claro, decidi seguir no curso de Estruturas.

**Qual foi sua primeira experiência profissional? Como foi essa fase em sua vida?**

Após o último ano da faculdade, no ano de 1972, eu e mais três colegas de turma montamos um escritório de projetos de estrutura para atender alguns clientes em Curitiba.

A primeira experiência foi a elaboração de um prédio comercial, com três pavimentos, com lojas no térreo e dois pavimentos de salas, localizado no centro de Curitiba, na avenida Marechal Deodoro.

Confesso que após a execução do prédio, passei a ter alguns pesadelos, como: “será que esqueci de considerar o peso das alvenarias?”, acho que indiquei o traço do concreto errado” etc. Mas, no final, foi muito inspirador



Forma do baldrame

o resultado, e passei a gostar muito deste segmento da Engenharia.

**Eu, muito curioso, observava cada projeto que chegava, queria entender o que era e para que servia. E a Engenharia começava sutilmente a entrar em minha vida.**

**Como o sr. define o papel do engenheiro de cálculo estrutural?**

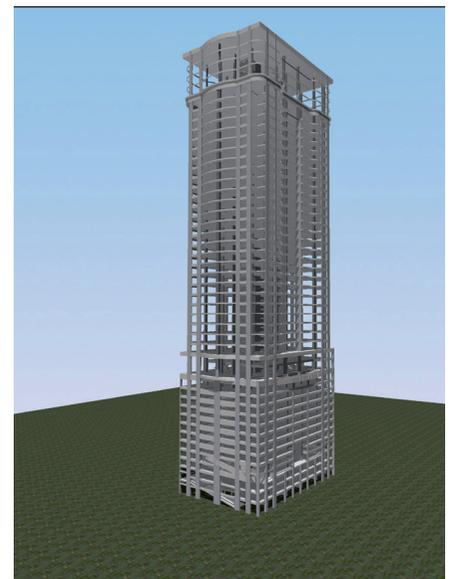
Ao observar uma edificação, um leigo certamente não encontrará dificuldades em reconhecer nela traços de sua arquitetura, aparentes na beleza de sua geometria e em sua perfeita funcionalidade; ou de seu projeto elétrico, detectável no funcionamento dos aparelhos elétricos, na luz artificial que se irradia e no movimento dos elevadores. Na água que sai das torneiras e chuveiros, notará facilmente a funcionalidade do projeto hidráulico; e, em uma primeira olhada, perceberá a presença dos projetos de decoração, luminotecnica e jardinagem. Enquanto isso, a sensação térmica agradável lhe denunciará a eficiência do projeto de ar condicionado. Poucos, no entanto, perceberão a presença de um dos projetos de maior responsabilidade que compõem a obra. Escondido sob os revestimen-

tos, o projeto estrutural sustenta todos os restantes. Ele está nos grandes vãos de vigas e lajes, na altura da construção, no tamanho de um pilar, entre outros elementos.

**Quando surgiu a Zocco Engenharia e Projetos? O sr. percebeu uma lacuna no mercado?**

Em 1973, retornei para Londrina e abri a empresa Zocco Engenharia, com o nome de Estec-Escritório Técnico de Engenharia Civil Ltda.

Em Londrina, nessa época ainda uma cidade pequena, eu já conhecia quase todos as construtoras e engenheiros da região, e quase



Edifício Atlantis

todos já sabiam que eu havia sido graduado em Engenharia Estrutural.

Estes que já me conheciam, desde a época da copiadora e posteriormente também, passaram a me contratar projetos de pequeno porte, em seguida médio e grande porte em menos de um ano. Comecei em Londrina com o “pé direito”. Logo, crescendo rapidamente, o meu escritório passou a ser conhecido em toda a região. O mercado londrinense na área de estrutura, nesta época, se resumia em poucos escritórios de projeto.

**Escondido sob os revestimentos, o projeto estrutural sustenta todos os restantes. Ele está nos grandes vãos de vigas e lajes, na altura da construção, no tamanho de um pilar, entre outros elementos.**

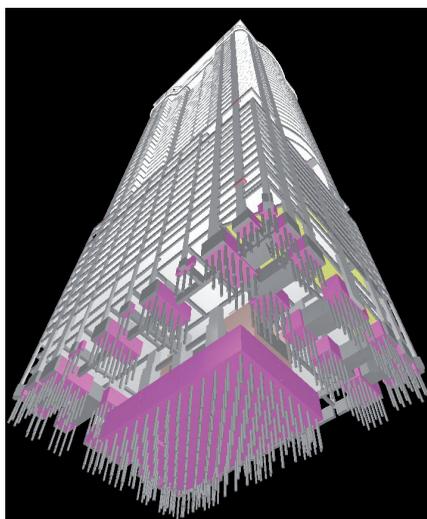
**Quais foram os desafios, à época, para consolidar a empresa no segmento e na região?**

O que ajudou muito nesta consolidação foi o aspecto técnico adotado no escritório, através da informatização dos trabalhos com a inclusão do computador. O primeiro computador adquirido na empresa foi o P101 da Olivetti, já em 1973. Posteriormente a esse foi adquirido o P652, e assim sucessivamente eram adquiridos outros modelos. A partir de 1986 conheci o sistema TQS, e seus fundadores Nelson Covas e Abram Belk, sendo um dos primeiros clientes a adquirir esse sistema, que inicialmente eram somente vigas e sistema de plotagem o que, para nós, já era um avanço muito grande em produtividade.

Minhas prioridades eram o prazo de entrega, novos conceitos de criação da estrutura, projetos cuja concepção focava no melhor custo-benefício, apresentação dos desenhos com riqueza de detalhes, etc., o que fez com que conseguíssemos reconhecimento no mercado.

**Quais são as principais áreas de expertise e especialidades e como a empresa traçou esses caminhos?**

Nossa região, Londrina, é marcada por décadas pela prestação de serviços e centro estudantil, com muitas

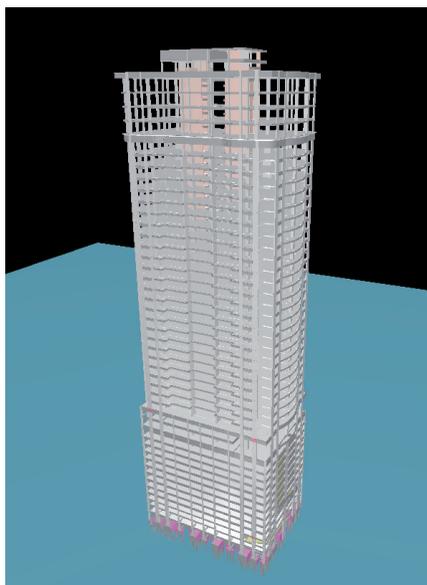


*Ed Atlantis - Bloco de fundação*

faculdades, tornando-se um polo de empreendimentos de edifícios residenciais e comerciais para atender a demanda de novos moradores e consumidores em toda região. Na época em que criamos o escritório, os segmentos de atuação foram basicamente o de concreto armado para edifícios, residências, alvenaria estrutural de blocos cerâmicos ou de concreto, indústrias, comércios, silos, pequenas pontes, etc.

**E qual tem sido a estratégia para a modernização da empresa?**

Em 1995, meu filho Luiz Fernando iniciou o curso de Engenharia Civil na Universidade Estadual de Londrina- UEL, e começou a estagiar e trabalhar comigo, se interessando nessa área de projetos estruturais. A



*Edifício Atlantis*

partir de 2000, ele tornou-se meu sócio, dando continuidade a esse trabalho de tecnologia e abrindo novas frentes, como projetos metálicos, obras de arte de grande porte, pré-moldados, concreto protendido, paredes de concreto, entre outros.

**A meu ver existem, sim, grandes oportunidades para nossas empresas de Engenharia atuarem neste País (Paraguai).**

**Essa evolução tecnológica é contínua?**

Com certeza. Por isso, em 2012, começamos a trabalhar para alguns clientes com a plataforma BIM, fornecendo os modelos da estrutura da edificação para compatibilização de projetos em formato IFC, gerados diretamente pelo TQS. Em 2013, desenvolvemos a área de infraestrutura em projetos rodoviários.

Em 2019, efetivamos o início do plano de implementação BIM na empresa, com vários projetos já sendo trabalhados nesse formato. Os projetos de edificação, em sua maioria, são modelados e calculados no TQS e, através do Plugin® com interação do Revit® da Autodesk®, são desenvolvidas as formas no Revit®. As obras de arte especiais também são modeladas no software Revit®.

Além disso, procuramos estar sempre em processo de atualização através de cursos na nossa área, e temos conseguido incorporar na empresa novas tecnologias, tanto na parte operacional como na parte técnica, e o resultado disso é obtermos maior produtividade interna e, consequentemente, clientes e parceiros mais satisfeitos com o nosso trabalho.

**O escritório expandiu a atuação para outros países. É um novo nicho de mercado para empresas brasileiras? Quais projetos o sr. destacaria?**

Hoje estamos trabalhando com alguns projetos para o Paraguai, e um dos motivos vantajosos é justamente a proximidade da fronteira com o Paraná. O projeto de maior destaque em edificações é um edifício residencial, chamado Edifício Atlantis, que será

construído na Ciudad Del Este, divisa com Foz do Iguaçu. Este empreendimento conta com uma área aproximada de 57.000,00m<sup>2</sup> com 45 pavimentos e aproximadamente 150m de altura, o que está previsto para ser o prédio mais alto do Paraguai, projetado em concreto armado e lajes planas protendidas. A meu ver existem, sim, grandes oportunidades para nossas empresas de Engenharia atuarem neste País.

**Disciplina, proatividade, responsabilidade e interesse no aprendizado são características que considero muito importantes no mercado de trabalho.**

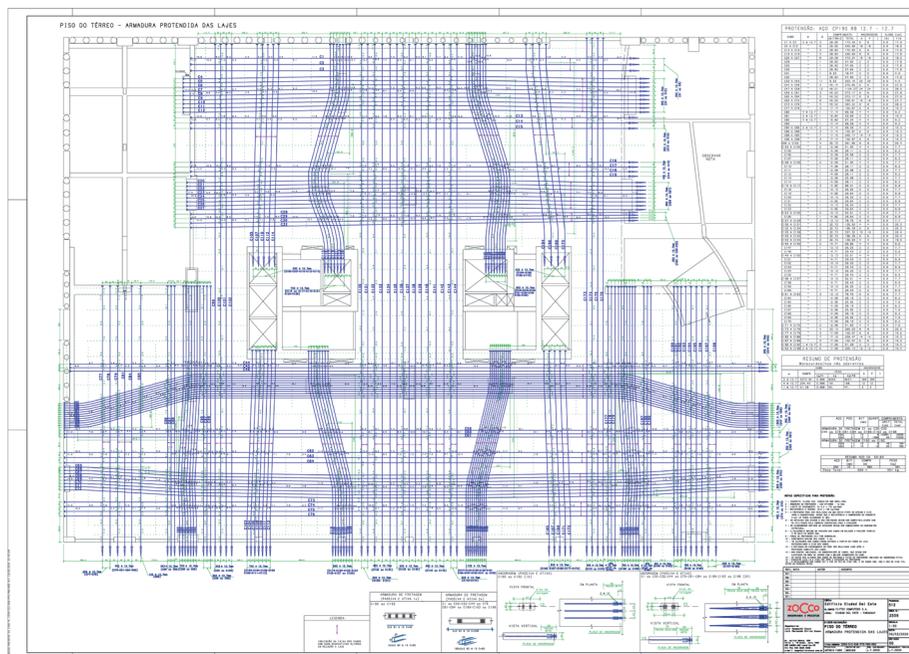
**A empresa atua com obras de infraestrutura e mercado imobiliário. Como estar preparado para gama de projetos tão diferentes?**

Em 2013, entramos no mercado de projetos rodoviários. Enquanto a construção civil estava em uma fase difícil com a crise do País, que iniciou em meados de 2014, já estávamos com projetos grandes em desenvolvimento na área de projetos rodoviários, o que nos ajudou muito a passar a fase difícil que vivemos nessa época.

Para conseguir manter a empresa no mercado, contamos com uma equipe interna excelente e capacitada de engenheiros, projetistas e colaboradores, preparados para os desafios que a Engenharia exige. Buscamos um ambiente agradável de trabalho, valorizando e reconhecendo cada um, dentro das possibilidades, e procurando um ambiente onde as pessoas se ajudem mutuamente. Temos implantado já há alguns anos processos internos de gestão de projetos, para garantir cada vez mais a motivação dos nossos colaboradores e, conseqüentemente, a qualidade final dos nossos serviços.

**Em um mundo tão departamentalizado, há dificuldade para o profissional apreender a atualização de maneira global e integrada? Como o jovem deve enxergar o mercado?**

Cada pessoa, cada profissional possui suas capacitações, com suas



*Piso do térreo – Armadura protendida de lajes*

competências técnicas e comportamentais. Procuramos identificar os pontos positivos e negativos e direcionamos determinado tipo de trabalho de acordo com as aptidões de cada um. Penso que os jovens não devem focar somente em uma área no momento da busca pelo emprego, pois é na prática que realmente conseguimos enxergar e identificar as nossas competências reais.

**Como é possível buscar esse perfil profissional, tão diversificado? Qual é a orientação que o sr. daria para a um jovem em início de carreira?**

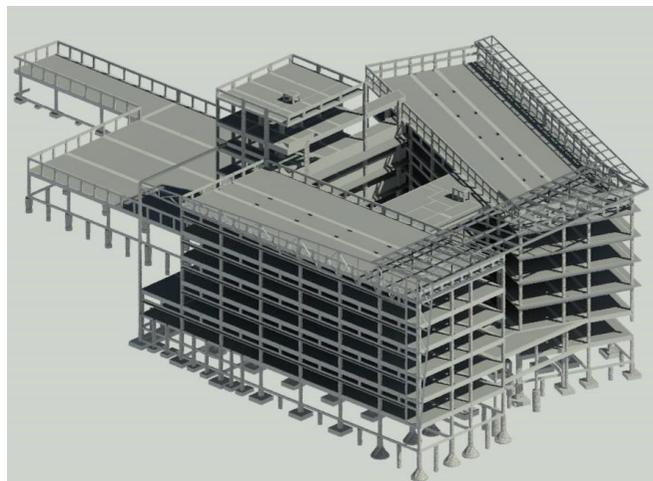
Investimos nas pessoas que trabalham e fazem estágios no escritório, sendo essas as que tem prioridade no momento da contratação, pois já é possível conhecer o seu perfil pro-

fissional e pessoal durante esse período, e se ele(a) possui multifuncionalidade e flexibilidade para se adaptar a diversos tipos de atividades e serviços diferentes.

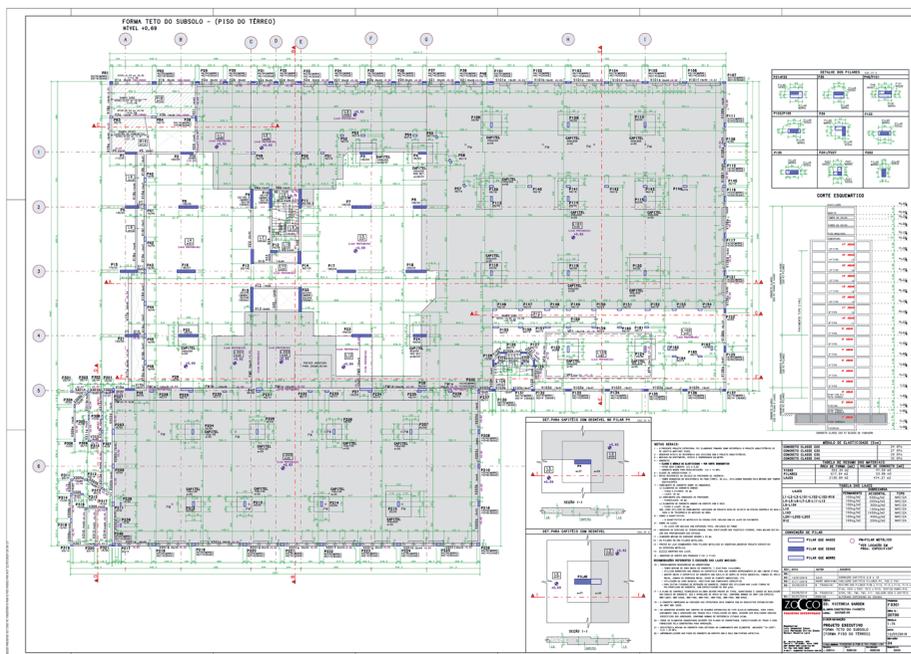
Disciplina, proatividade, responsabilidade e interesse no aprendizado são características que considero muito importantes no mercado de trabalho.

**Os projetistas têm consciência desse desafio de atualização hoje, uma vez que tudo parece ocorrer no mundo virtual?**

Acredito que os projetistas de uma forma geral têm consciência sim, porém nem todos conseguem acompanhar toda essa mudança. É como a mudança do papel para o computador, nem todos os profissionais acompanharam essa migra-



*Hospital São Vicente de Paulo - Fase II*



Forma teto do subsolo

ção naquela época, sendo que muitos acabaram mudando de área e trabalhando em outras profissões.

**A seu ver, há parceria entre academia e mercado para promover essa atualização?**

As universidades têm oferecido palestras sobre a Plataforma BIM, mas vemos que nas grades curriculares, ainda, há pouca informação. Algumas universidades particulares estão ofertando pós-graduações voltadas para essa área. Acredito que daqui a alguns anos essa nova plataforma estará mais bem implantada nas universidades.



Modelo 3D

**O sr. percebe alguma dificuldade de comunicação entre os mais jovens e os mais experientes no mercado de trabalho? Fala-se muito nesse processo de afastamento tecnológico entre ambos e da dificuldade de compartilhar experiências.**

De certo modo sim. Vejo de uma forma geral, fora do nosso escritório, jovens projetando através de seus *softwares*, acreditando que esses sejam infalíveis. Porém é possível verificar que não há uma concepção bem planejada sem a visão de um engenheiro experiente. Às vezes me deparo com jovens que confiam cegamente no primeiro resultado do *software*, sem fazer uma análise crítica desse resultado. Sempre procuro transmitir à equipe, que são engenheiros mais novos do que eu, a necessidade de se ter uma percepção de qual concepção é a ideal para ser adotada em um projeto, que irá determinar o melhor resultado ao cliente, com o melhor custo-benefício.

**Como promover a integração entre gerações em meio a constantes transformações tecnológicas?**

Não deixar o profissional experiente satisfeito com o que já aprendeu, e incentivar os mais novos a buscar as experiências com os mais antigos. A tecnologia está ao alcance de todos,

tantos aos novos como aos mais antigos. Em nossa empresa, procuramos promover reuniões de atualizações técnicas para todas as gerações.

**Na minha época, a evolução tecnológica era bem lenta, os métodos e padrões adotados para os projetos duravam décadas.**

**A seu ver, como essas mudanças tecnológicas vão impactar nesse segmento de projetos nos próximos anos?**

A evolução técnica é impressionante, os conceitos de novas estruturas também. Os escritórios de projeto deverão, obrigatoriamente, estar se atualizando “diariamente”. A busca por tecnologia mais avançada será necessária para se obter um bom resultado para os investidores e principalmente, atender às crescentes exigências da norma brasileira (ABNT). Na minha época, a evolução tecnológica era bem lenta, os métodos e padrões adotados para os projetos duravam décadas. Hoje, nosso escritório mantém estes métodos e padrões cada vez mais atualizados, e sempre, numa constante aferição à evolução tecnológica.

**Qual sua mensagem para os jovens profissionais que serão os protagonistas nesse momento?**

Jovens engenheiros: estejam sempre atualizados nas constantes evoluções da Engenharia Estrutural e suas tecnologias, mas nunca desprezem um bom conselho de um experiente engenheiro.



Edif. Zetta Residence

## Mergulhe na 3ª Dimensão

Nova plataforma gráfica cria um ambiente de trabalho 3D imersivo, mais apto ao BIM e mais veloz.

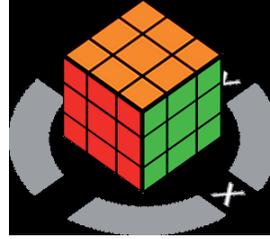
### Motor Gráfico 3D

Baseada em modernas técnicas de programação e no uso pleno da capacidade das placas gráficas atuais, foi criado um novo Motor Gráfico 3D (\*). Como resultado, temos: gráficos incríveis e uma performance impressionante.



### Ainda mais 3D

A TQS sempre criou ferramentas para projetos de estruturas que, na vida real, são 3D. O modelo de pórtico espacial foi disponibilizado ainda na versão DOS. O Visualizador 3D foi lançado há mais de 20 anos.

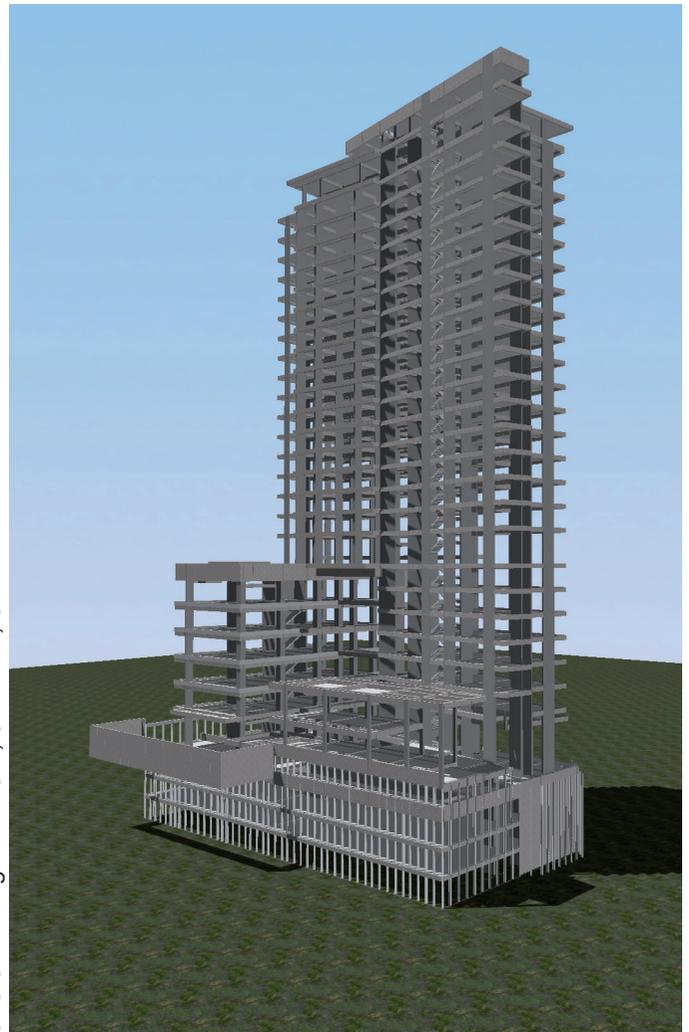


A partir da versão V22, o TQS passa a rodar sobre um novo Motor Gráfico 3D, especialmente desenvolvido para visualização e edição de desenhos tridimensionais, com impacto direto no Modelador Estrutural, no Visualizador 3D, no BIM, na plotagem e, inclusive, no Editor Gráfico 2D.

Claudio Puga & Engenheiros Associados, São Paulo, SP

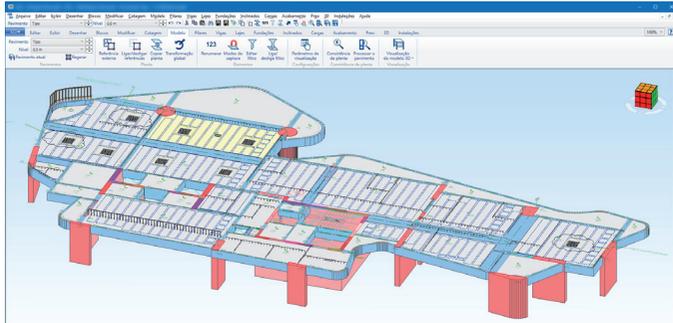


CEC Cia de Engenharia Civil, São Paulo, SP



## Modelador Estrutural

### Modele suas estruturas em 3D.



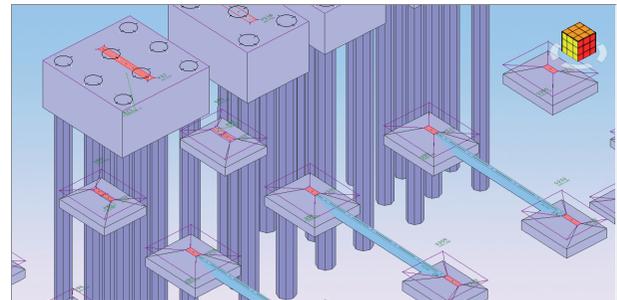
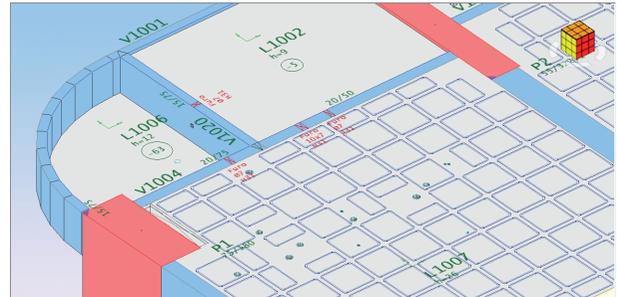
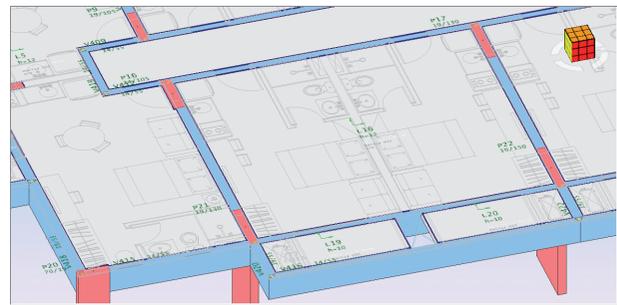
Projeto estrutural: *Structure Engenharia de Projetos e Consultoria.*

Até a versão anterior, toda modelagem era feita em 2D, podendo ser visualizada em 3D numa janela separada. Agora, tudo passa a ser feito em 3D, numa janela única, imersiva e autossuficiente.

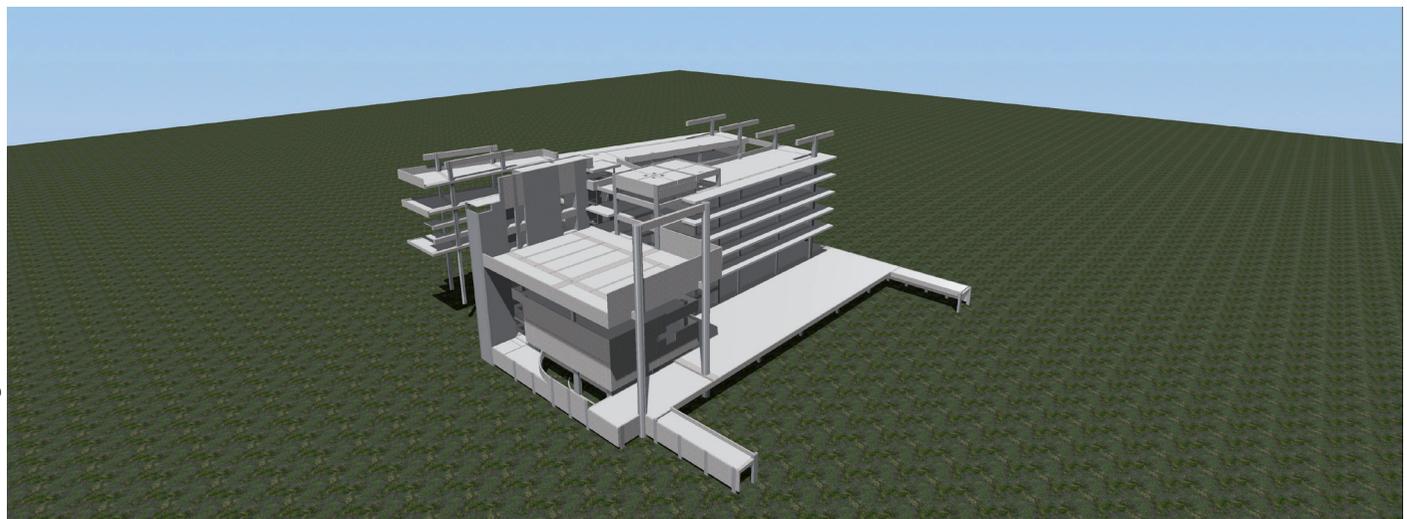


Projeto estrutural: *Estádio 3 Engenharia de Estruturas*

Os elementos gráficos 2D, como títulos, cotas e até mesmo os desenhos de referência, continuam sendo representados e manipulados junto com a estrutura em 3D através de uma projeção no plano do pavimento. Veja alguns exemplos:



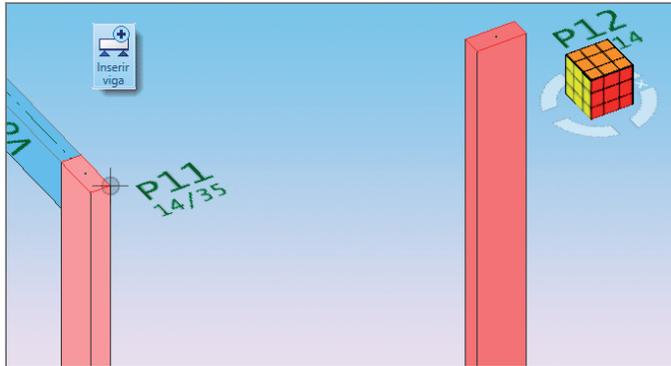
O ponto de vista do pavimento (planta, lateral ou outra posição 3D qualquer) é, facilmente, definido por um novo cubo interativo adicionado no canto da janela.



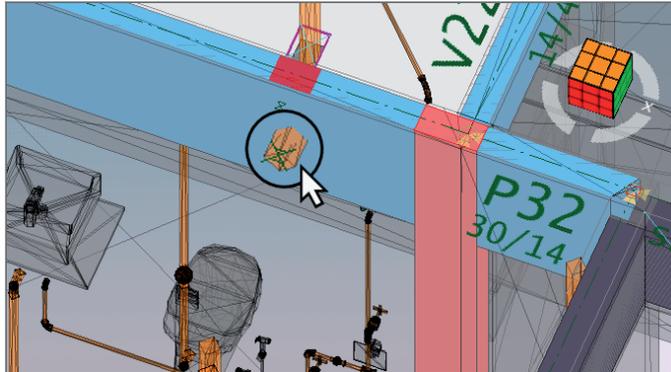
## Vantagens da modelagem 3D

Além de uma visualização muito mais atraente, a representação 3D facilita a verificação da geometria da estrutura (rebaixos etc.), bem como traz uma série de outras vantagens. Veja alguns exemplos:

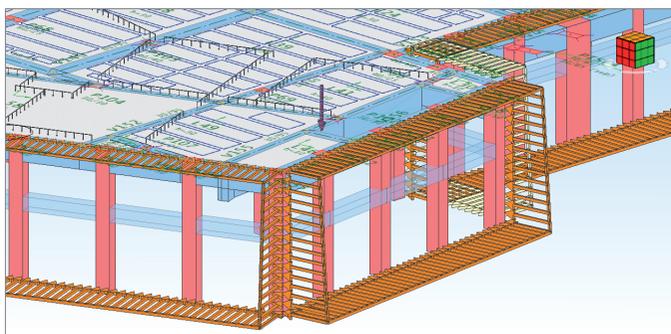
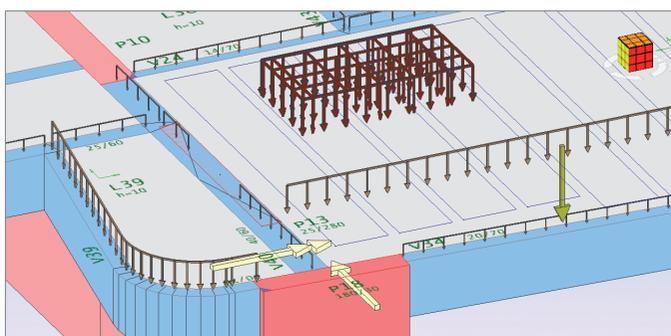
### Inserção de vigas, pilares e fundações em 3D



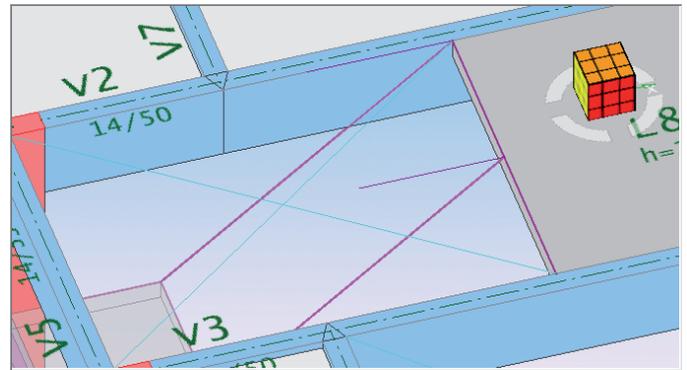
### Captura automática em 3D



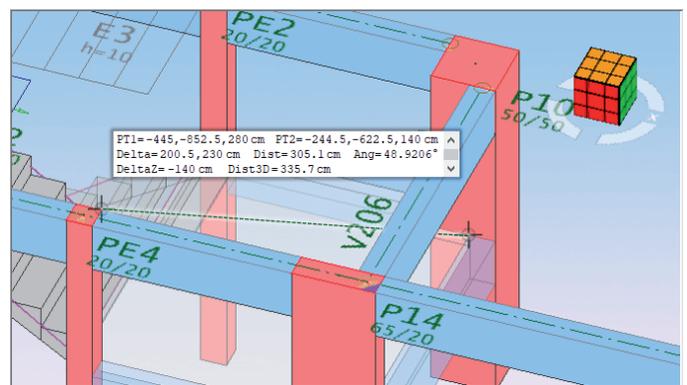
### Representação das cargas em 3D



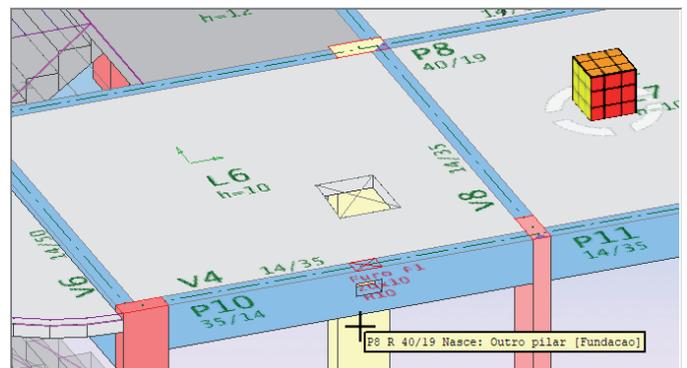
### Fechamentos de bordo de lajes inclinadas em 3D



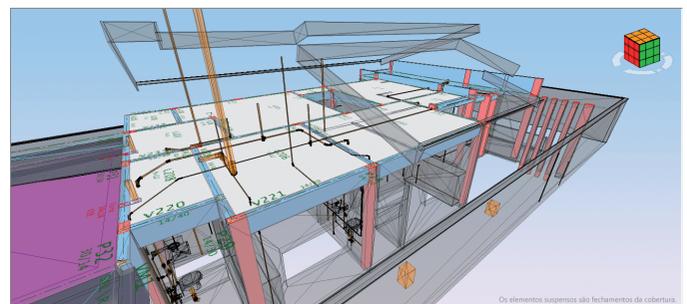
### Medição de distância em 3D



### Pré-seleção e seleção em 3D

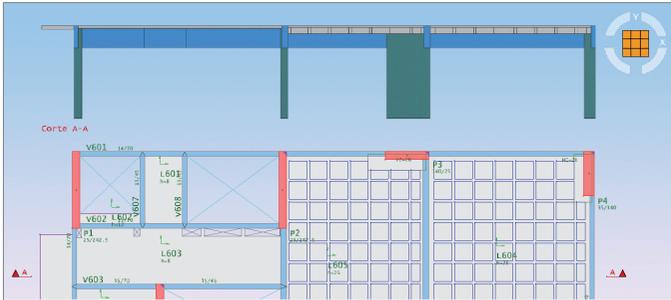


### Referências externas 3D (mais detalhes no item BIM)



Projeto estrutural: Luiz Carlos Spengler Filho.

Cortes dinâmicos renderizados em 3D



É natural imaginar que a performance do novo ambiente 3D seja inferior ao antigo 2D. Porém, a melhoria de tecnologia nos trouxe um ambiente mais rápido que antes.



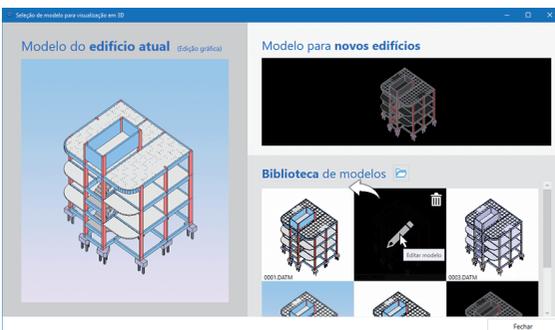
Projeto estrutural: CEC Companhia de Engenharia Civil.

O Modelador V22 não exige um novo aprendizado. Todos os comandos foram preservados e continuam os mesmos. Um pavimento é editado por vez. Na vista em planta, tudo fica bem parecido com o que estamos acostumados.



Projeto estrutural: Estádio 3 Engenharia de Estruturas.

Toda a visualização 3D (cores, fundo, luzes etc.) é personalizável. Disponibilizamos esquemas padrões claro e escuro para alterar tudo em um clique.



Em relação aos elementos inclinados, importantes melhorias foram adicionadas.

Pisos auxiliares definidos diretamente no Modelador, não sendo mais necessário defini-los nos Dados de Edifício.

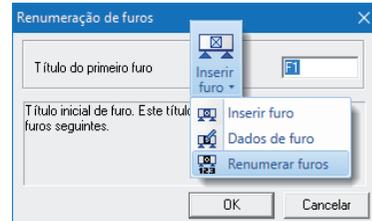


Novo comando que converte lances e rampas somente de volume em elementos estruturais, com reconhecimento automático de apoios em alguns casos.

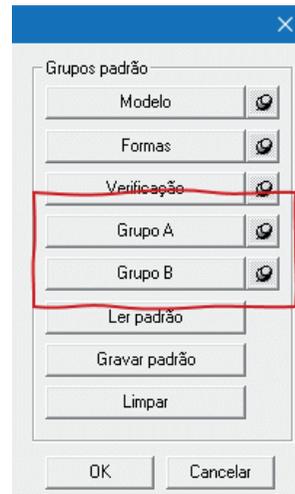


Além de tudo isso que já foi apresentado, diversas outras melhorias foram incorporadas no Modelador Estrutural V22.

- Cargas em vigas e lajes passaram a ser visualizadas em 2D por cores conforme seus valores.
- Novos ícones no menu ribbon.
- Renumeração automática de furos em vigas e em pilares.



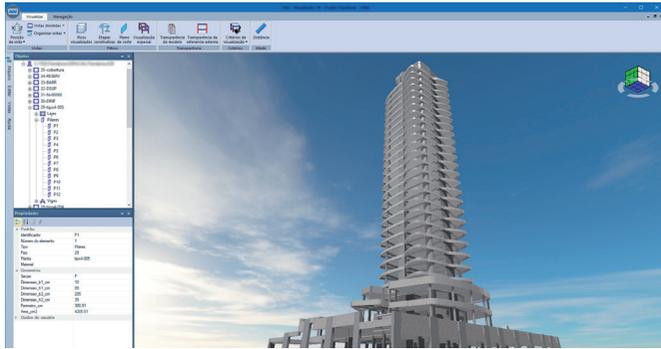
- Grupos de parâmetros de visualização personalizáveis (ex.: para planta de locação).



- Novo filtro de elemento: níveis de pavimentos
- Novo critério de geração automática de eixos que leva em conta pilares que nascem em vigas.

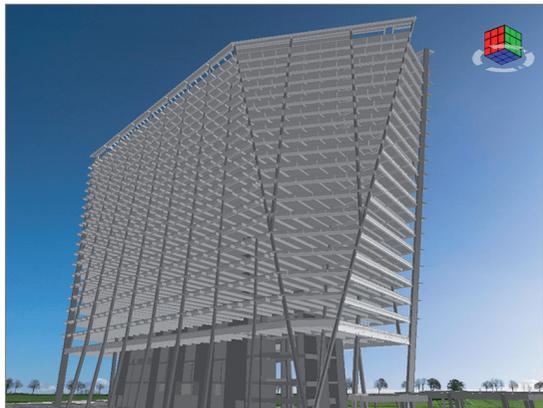
## Visualizador 3D

Uma aparência 3D completamente nova.

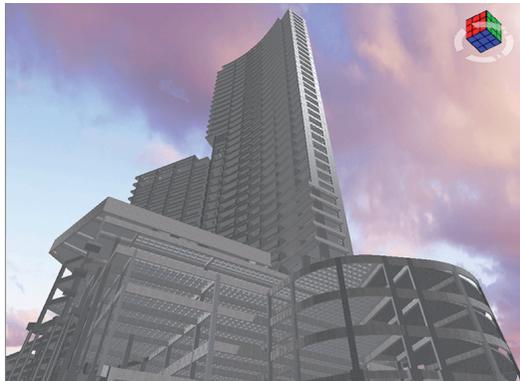


Projeto estrutural: França & Associados Projetos Estruturais.

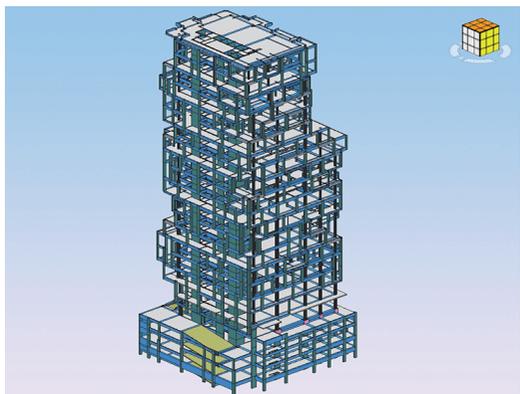
Texturas, luzes, sombra, terreno, skybox etc. tornam a visualização 3D mais precisa e bonita. Veja alguns exemplos:



Projeto estrutural: JKMF Engenharia.



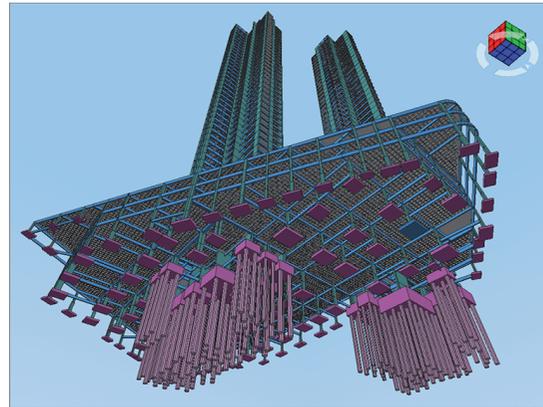
Projeto estrutural: Tecncon Tecnologia do Concreto e Engenharia.



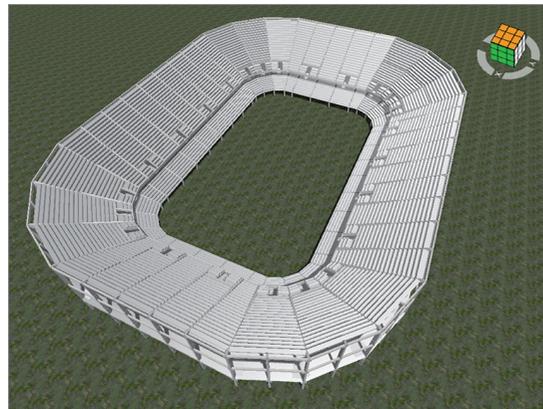
Projeto estrutural: Gama Z Engenharia.



Projeto estrutural: Tecncon Tecnologia do Concreto e Engenharia.

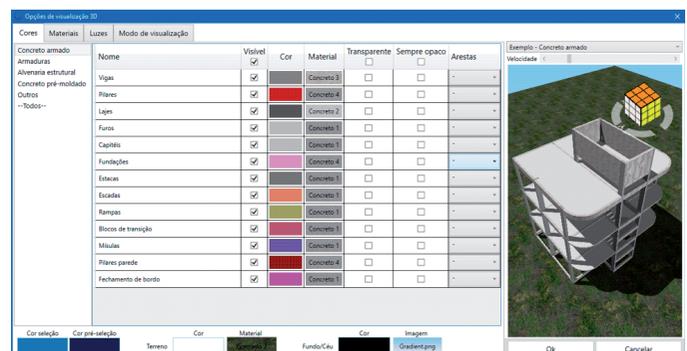


Projeto estrutural: Enecol Engenharia Estrutural e Consultoria.



Projeto estrutural: Formula Engenharia Estrutural.

Toda a aparência 3D é personalizável





Líder na América Latina  
em soluções para lajes nervuradas



+de 50  
milhões de m<sup>2</sup>  
realizados

4 mi  
de árvores  
preservadas

desde  
1991

# LAJE ATEX

economiza até  
40% do consumo  
de concreto e aço.



Integre as nossas soluções e ganhe ainda mais em economia, produtividade e sustentabilidade.

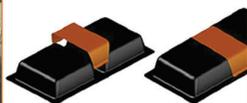
## Anulador de Nervura

Elimina nervuras secundárias. Simples de encaixar e resistente à pressão, mantendo um alinhamento perfeito enquanto o concreto é lançado.



## Tubex

Executa a Laje Atex com furos horizontais. **Elimina o concreto sem função estrutural** e permite a instalação de dutos, tubos e calhas.



## Cabetex

Sistema de travamento exclusivo que **permite a desforma no 3º dia após a concretagem.**



Baixe o nosso catálogo de produtos.

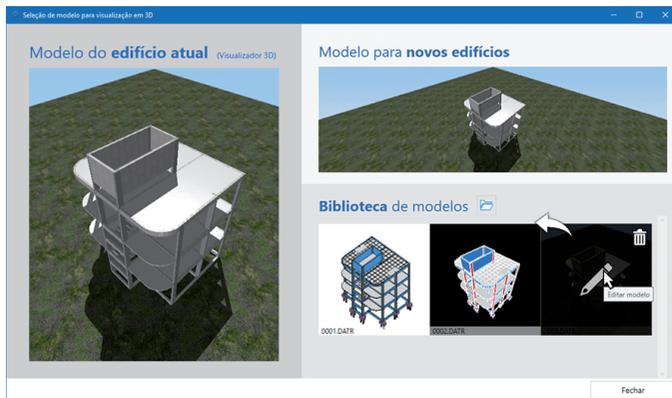
0800 9793611  
[www.atex.com.br](http://www.atex.com.br)

Siga a Atex nas redes sociais

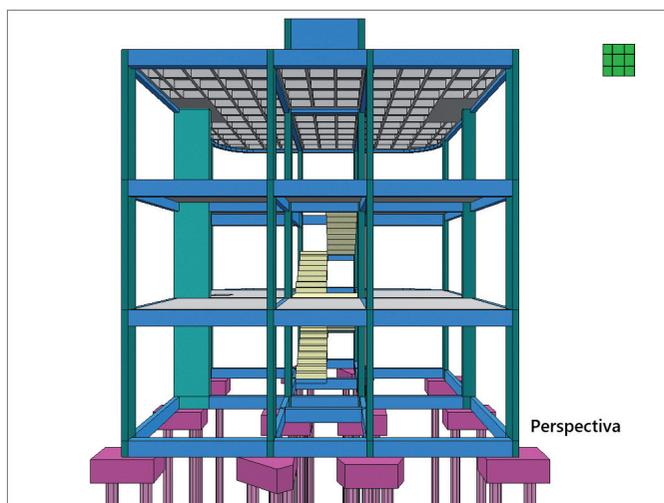


BRASIL  
**atex**  
a forma da obra

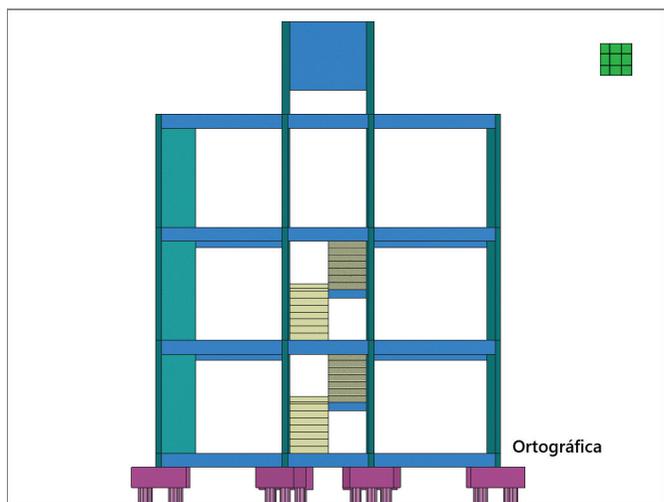
Há esquemas padrões para uma visualização realista e para verificação.



Câmera em perspectiva (para renderização) ou ortográfica (para modelagem e cortes)



Perspectiva



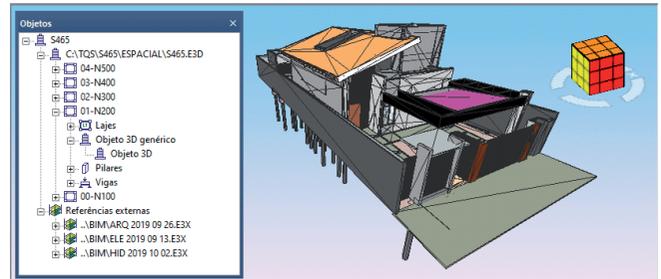
Ortográfica

O ponto de vista da estrutura (planta, lateral ou outra posição 3D qualquer) é, facilmente, selecionado por um novo cubo interativo.



Mais controles na árvore de objetos.

- Separação do modelo estrutural das referências externas 3D.
- Controle de visibilidade e transparência por ramo ou elemento.
- Ícones refletem o estado do ramo ou elemento.

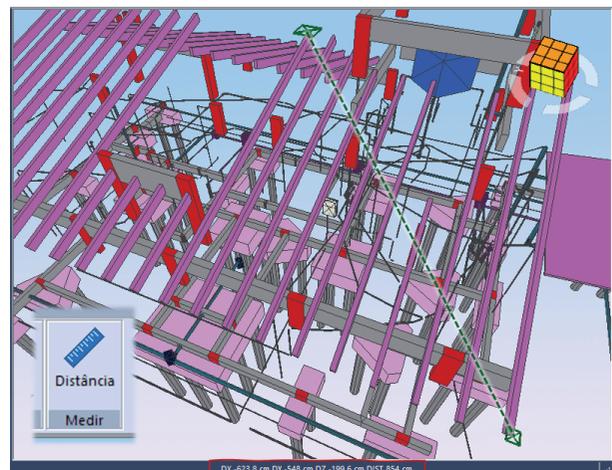


Projeto estrutural: Luiz Carlos Spengler Filho.

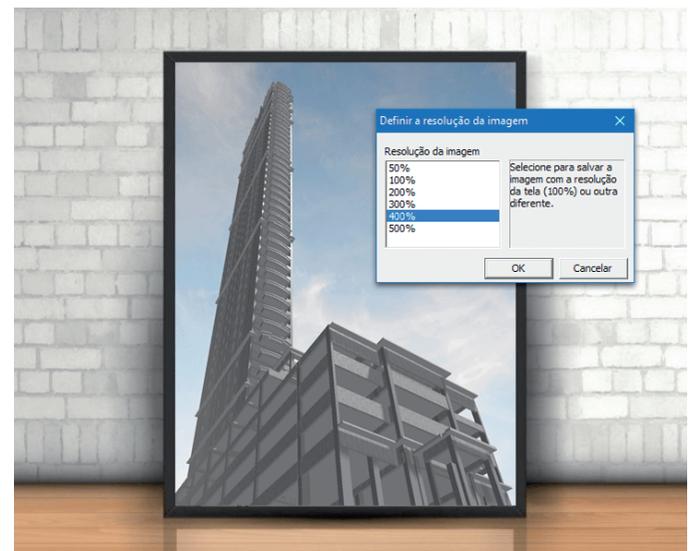
Menu ribbon.



Novo comando para medir distâncias em 3D



Novo comando para salvar imagem em alta resolução, ideal para impressão em banners e posters.

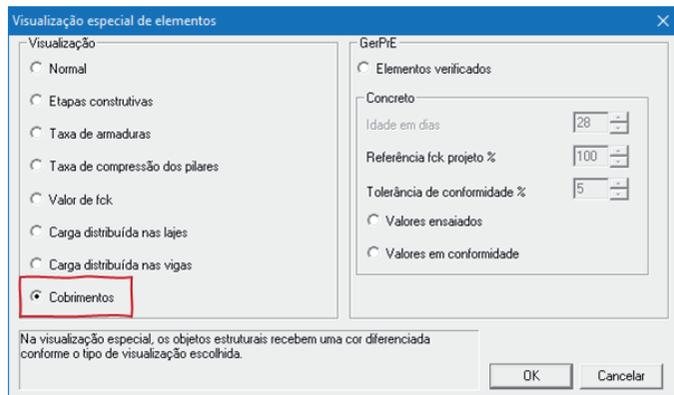


Otimização no tratamento de arquivos 3D.(\*)

- Novo comando para salvar E3D com nome qualquer.
- Referências externas 3D não são mais armazenadas dentro do E3D, diminuindo o tamanho do arquivo e acelerando a carga.
- Arquivos E3X são convertidos em tempo de execução para E3D, acelerando a carga dos modelos 3D. Válido também para outros objetos 3D importados, inclusive insertos.
- Arquivos E3X reconhecidos no Gerenciador.

(\*) Arquivo E3D: modelo 3D TQS. Arquivo E3X: objeto 3D importando no TQS.

Visualização especial para cobrimentos



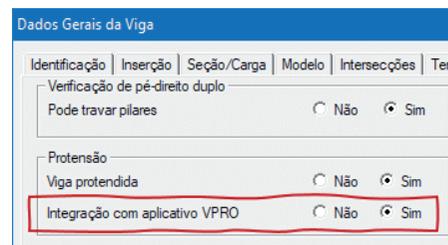
Vigas Protendidas

Projeto completo de vigas protendidas com pós-tração, aderente ou não aderente(\*)

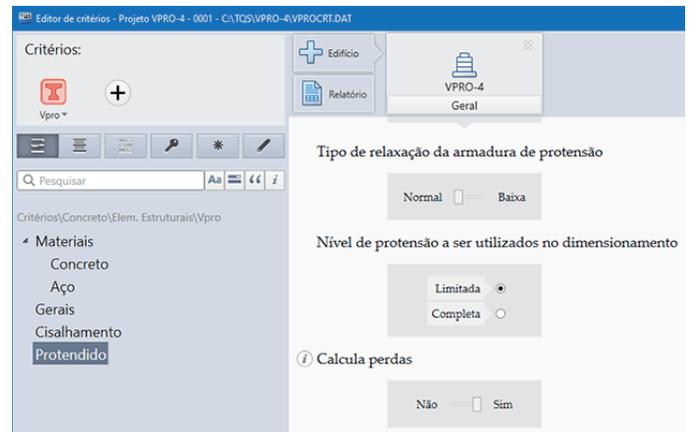


O aplicativo VPRO(\*\*), do Eng. Sander David Cardoso Junior, foi completamente integrado ao TQS e passa a ser distribuído junto com o Lajes Protendidas.

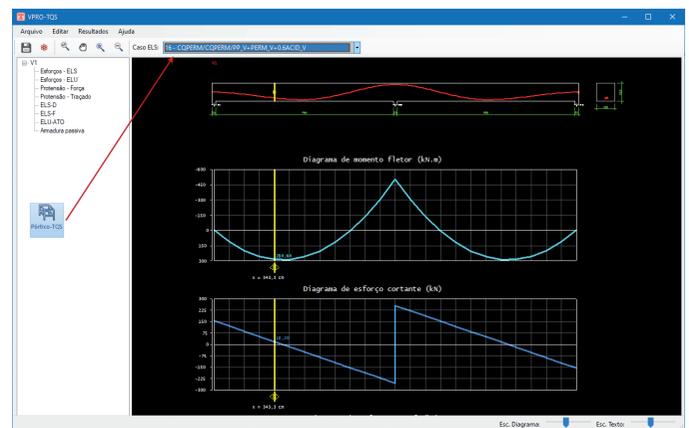
No Modelador Estrutural, há uma opção que ativa a integração entre o TQS e o VPRO.



Há um conjunto de critérios de projeto específico para o VPRO.

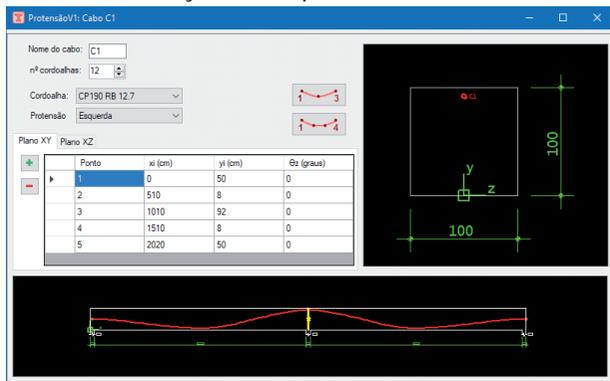


Os esforços solicitantes obtidos no pórtico espacial TQS (somente Modelo VI) são automaticamente transferidos para o VPRO.

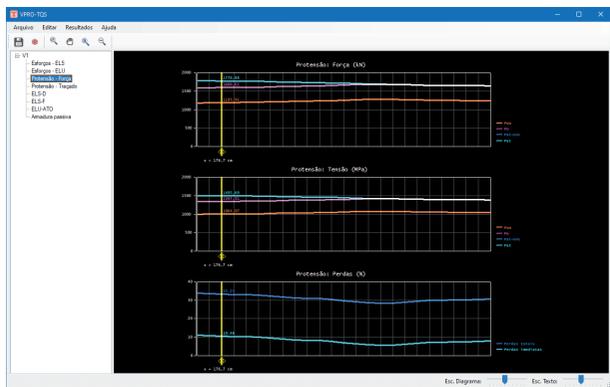


TECNCON, João Pessoa, PB

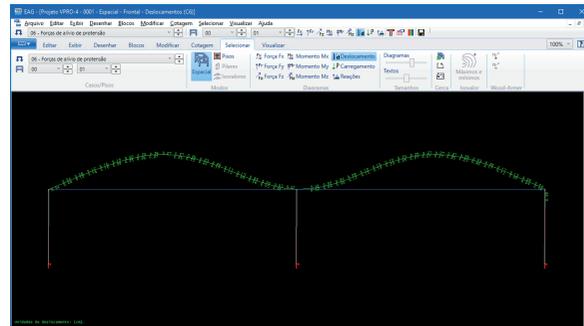
De maneira fácil e com poucos pontos notáveis, é possível traçar a geometria dos cabos no VPRO com curvaturas em elevação e em planta.



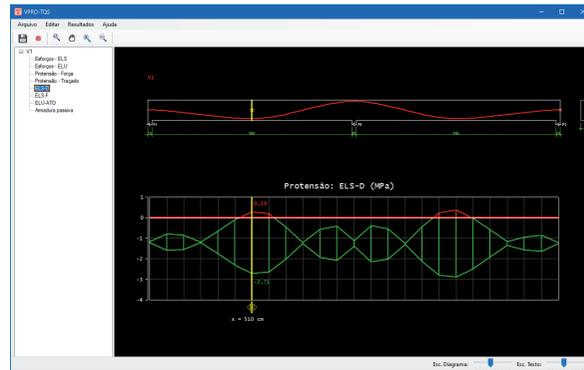
O cálculo de perdas imediatas (atrito, acomodação de ancoragem) e progressivas (fluência, relaxação e retração) é realizado por completo no VPRO, segundo a ABNT NBR 6118.



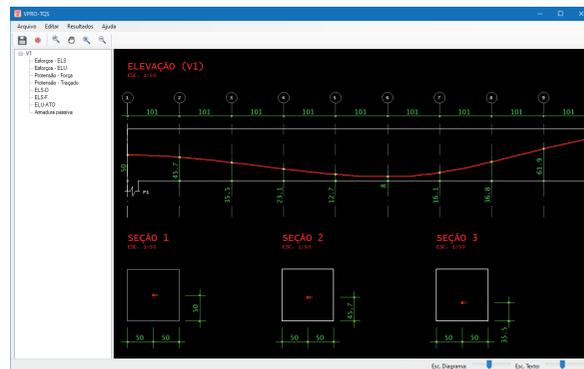
Os efeitos da protensão na estrutura (forças de alívio e hiperestáticos) são calculados no pórtico espacial TQS.



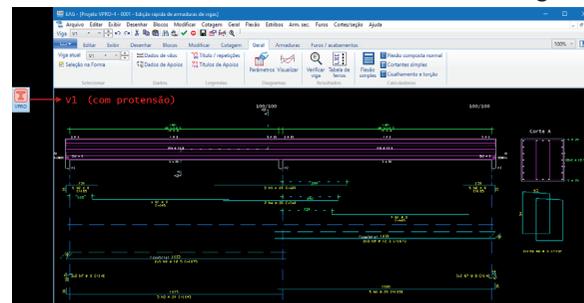
No VPRO, é possível realizar todas as verificações ELU (ato da protensão, armadura passiva longitudinal e transversal) e ELS (tensões, fissuração).



É gerado um desenho da armadura ativa com o traçado dos cabos em elevação no formato DWG-TQS.



A armadura passiva dimensionada com a protensão é transferida do VPRO e detalhada no TQS Vigas.

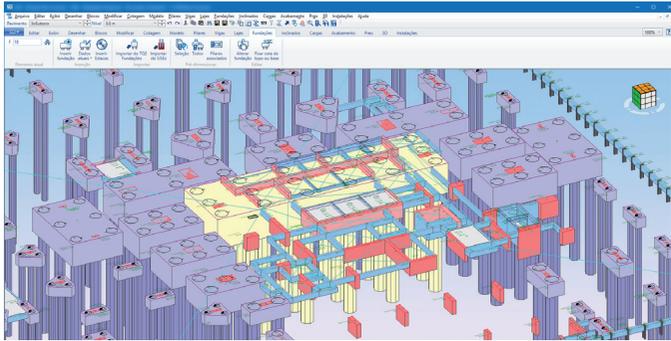


(\*) Na V22.0, está disponível uma versão Beta; a versão definitiva será liberada numa V22.x futura.

(\*\*) O VPRO integrado ao TQS não contém todos os recursos do VPRO comercializado na TQS Store.

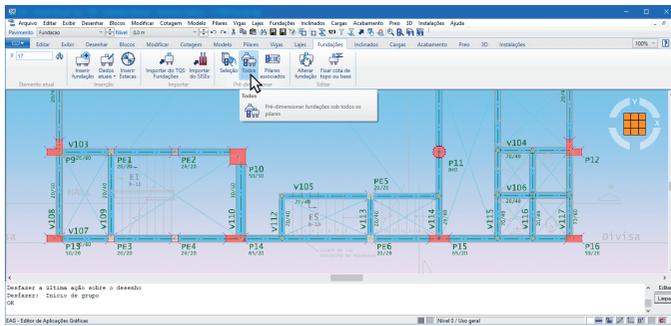
## Fundações

### Pré-dimensionamento automático. Radier estaqueado. Relatórios.

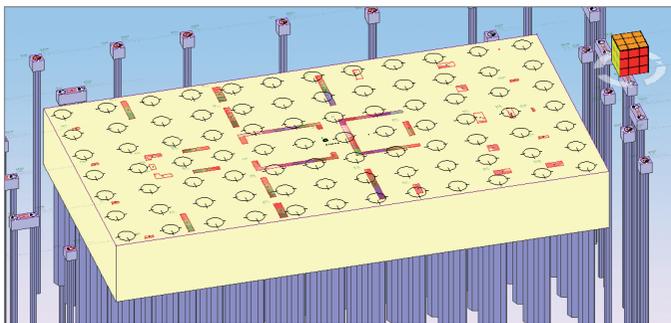
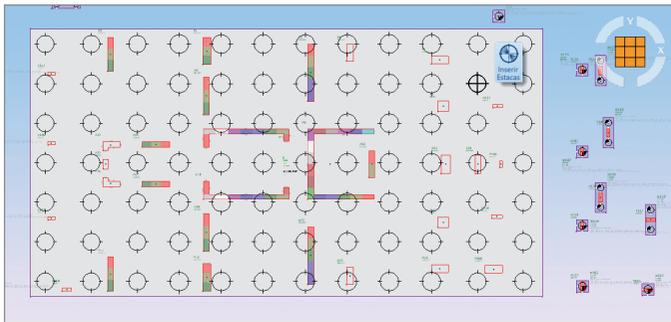


Pré-dimensionamento automático de sapatas e blocos sobre estacas no Modelador Estrutural.

Considera esforços do Processamento Global. Inclui fundação com pilares associados.



Novo elemento de fundação: radier com estacas ou radier estaqueado. Lançamento no Modelador. Análise no pórtico espacial.



### Novo relatório de blocos

← Blocos

Critérios Gerais  
 $f_{ck} = 2.500 \text{ tf/m}^2$   
 cobrimento: 2.5 cm  
 Armadura Principal: 50A

Bloco	Dimensões (cm)			Estaca(s)	Tipo	Diâmetro (cm)	Esforços/Estaca (tr)			Asqet (cm <sup>2</sup> )		Verificações
	X	Y	Altura				FEq	FMX	FMn	X	Y	
B1	135	60	50	2	Retangular	25	17.52	8.76	8.03	2.84	0.00	OK
B2	135	60	50	2	Retangular	25	23.90	11.95	10.27	3.28	0.00	OK
B3	135	60	50	2	Retangular	25	13.01	6.50	5.54	2.11	0.00	OK
B4	126	125	50	3	Poligonal	25	34.13	11.38	7.60	2.40	0.00	OK
B5	135	135	55	4	Retangular	25	56.03	14.01	10.27	4.11	4.11	OK
B6	126	125	50	3	Poligonal	25	24.57	8.19	4.65	1.87	0.00	OK
B7	126	125	50	3	Poligonal	25	35.01	11.67	7.60	2.47	0.00	OK
B8	135	135	55	4	Retangular	25	56.82	14.21	10.12	4.17	4.17	OK
B9	126	125	50	3	Poligonal	25	24.97	8.32	4.46	1.87	0.00	OK
B10	135	60	50	2	Retangular	25	17.42	8.71	8.03	2.83	0.00	OK
B11	135	60	50	2	Retangular	25	24.06	12.03	10.35	3.30	0.00	OK
B12	135	60	50	2	Retangular	25	13.14	6.57	5.60	2.13	0.00	OK

Taxa de aço: Massa de aço por volume de concreto  
 Ponderador de esforços  $\gamma_s = 1.4$   
 Ponderador adicional de esforços  $\gamma_{sa} = 1.2$

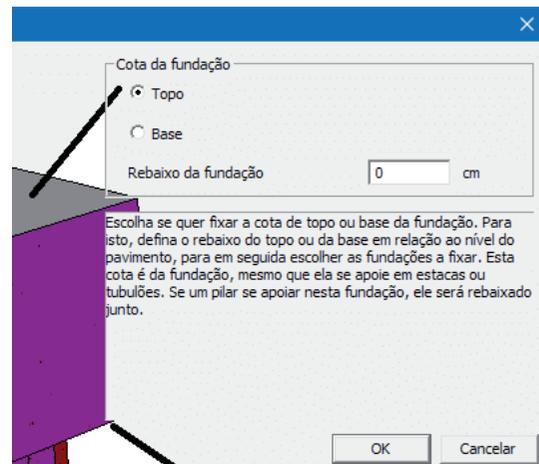
C:\TQS\1\MOD-Modelador\FUNDAC\BLOCOS.REP

### Novo relatório de sapatas

← Sapatas

Sapata	Dimensão (cm)		Rodapé (cm)		Altura (cm)	Verificações	Tensão no solo (MPa)		Taxa de aço (kgf/m <sup>2</sup> )
	X	Y	X	Y			Máxima	Média	
S30A	80	250	25	25	80	OK	0.0122	0.0122	53.5
S35A	135	135	20	20	40	OK	0.0072	0.0072	43.7
S30B	170	200	30	30	60	OK	0.0106	0.0106	43.7
S30C	90	130	20	20	40	OK	0.0074	0.0074	47.9
S30C	170	200	30	30	60	OK	0.0106	0.0106	43.7
S38A	100	100	20	20	30	OK	0.0064	0.0064	52.1
S28B	100	100	20	20	30	OK	0.0064	0.0064	52.1
S29A	100	100	20	20	30	OK	0.0063	0.0063	52.6
S21	420	370	60	60	120	OK	0.0211	0.0211	41.6
S22	420	370	60	60	120	OK	0.0211	0.0211	41.6
S23	600	230	80	80	160	OK	0.0290	0.0290	44.9
S25	500	380	75	75	150	OK	0.0262	0.0262	41.9
S26	500	380	75	75	150	OK	0.0262	0.0262	41.9
S27	550	450	90	90	165	OK	0.0310	0.0310	40.4
S35	200	200	30	30	60	OK	0.0105	0.0105	44.0
S42	200	200	30	30	60	OK	0.0105	0.0105	44.0
S43	200	200	30	30	60	OK	0.0105	0.0105	44.0
S30	300	330	55	55	100	OK	0.0182	0.0182	45.7
S51	200	200	30	30	60	OK	0.0105	0.0105	44.0
S52	320	280	50	50	100	OK	0.0174	0.0174	45.3
S53	200	200	30	30	60	OK	0.0106	0.0106	43.8

C:\TQS\1\Z2\FUNDAC\SAPATAS.REP



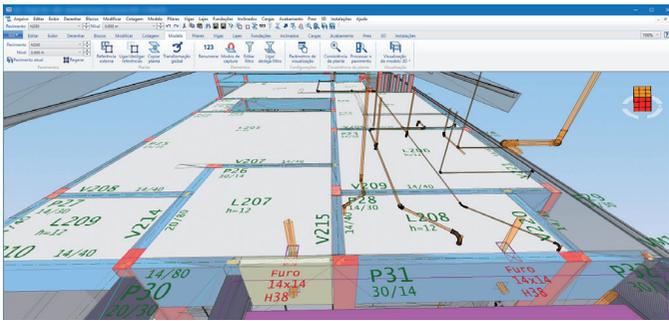
Novo comando que fixa cota de topo ou base para sapatas e blocos, com acerto automático dos rebaixos de pilares.

Na listagem de informações de pilares e fundações, foram incluídos dados de mola de pórtico e grelha, quando diferentes do padrão.

Pré-dimensionamento das fundações com processamento paralelo.

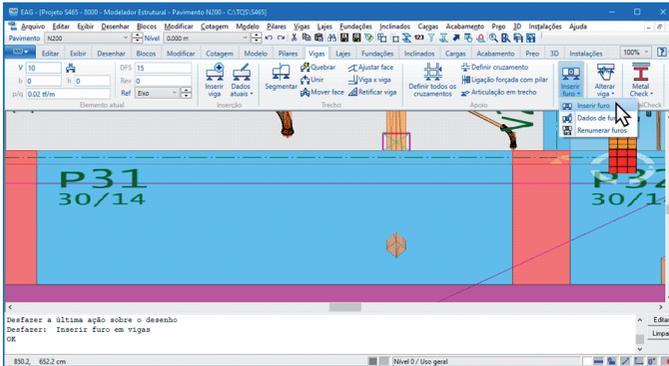
## BIM

### Referências 3D no Modelador Estrutural



Até a V21, um modelo BIM de arquitetura ou instalações importado no TQS era mostrado no Visualizador 3D e utilizado como desenhos de referências 2D no Modelador Estrutural. Na V22, é possível usar esses modelos como referências externas 3D no Modelador Estrutural.

É possível lançar os elementos estruturais, furos, cargas etc., capturando pontos da referência 3D.



Eng. Pablo Rafael Schwede Bauer, Juiú, RS

Um modelo estrutural pode ter múltiplas referências externas 3D, com controle individual de cor, transparência e visibilidade.

Desenhos de referência externa

Referências 2D da Planta

Atual	Visível	Salvar	Escala	Arquivo
X	X		1.00	Pavimento N200 - Modelo Estrutural
			1.00	Rascunho
			1.00	..\BIM\HID N200
			1.00	..\BIM\2 R2 LAJE
			1.00	..\BIM\5 R2 COBERTURA
			1.00	..\BIM\1 R2 TERREO
			100.00	..\N200\GRE8020

Referências 2D do edifício

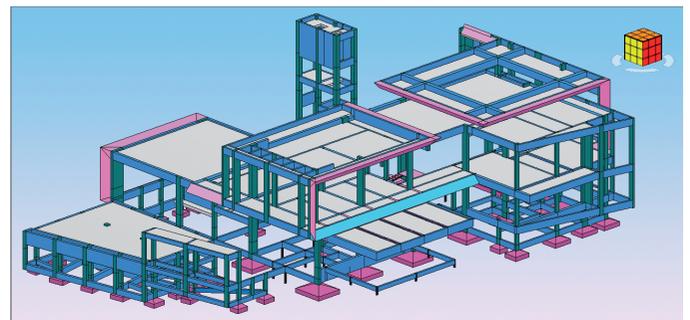
Atual	Visível	Salvar	Escala	Arquivo
-------	---------	--------	--------	---------

Referências 3D

Visível	Transparente	Cor	Arquivo
X	X		..\BIM\ARQ 2019 09 26.E3X
X	X		..\BIM\ELE 2019 09 13.E3X
X	X		..\BIM\HID 2019 10 02.E3X

Você está editando a lista de referências externas 3D que aparecerão em todos os pavimentos. Conforme crit

Elementos especiais de concreto armado sem participação na resistência estrutural, lançados como Objetos 3D Genéricos no Modelador Estrutural, passam a ser visualizados, instantaneamente em 3D, após sua inserção e edição.



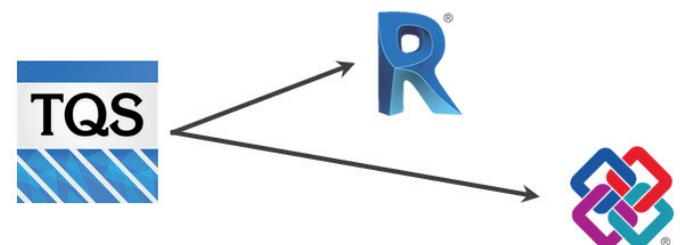
Projeto estrutural: Luiz Carlos Spengler Filho.

Na importação de tubos, em casos onde interceptem parcialmente uma viga, esses serão marcados com problema pelo Modelador.

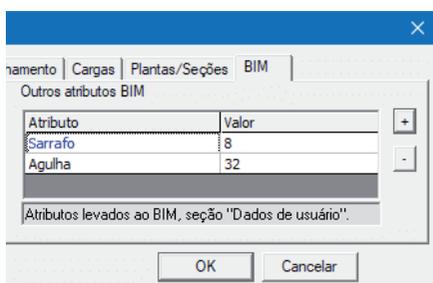
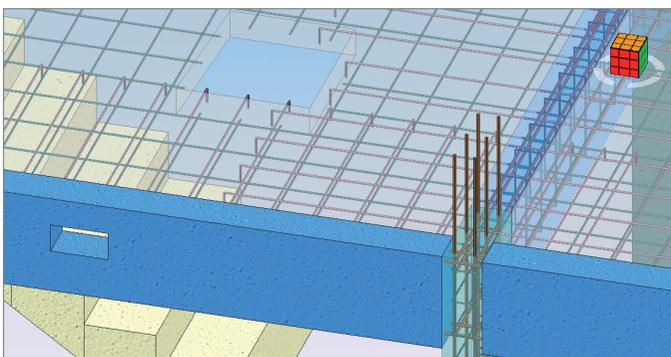
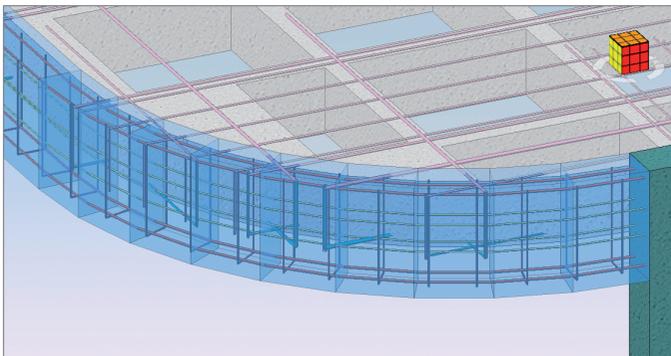
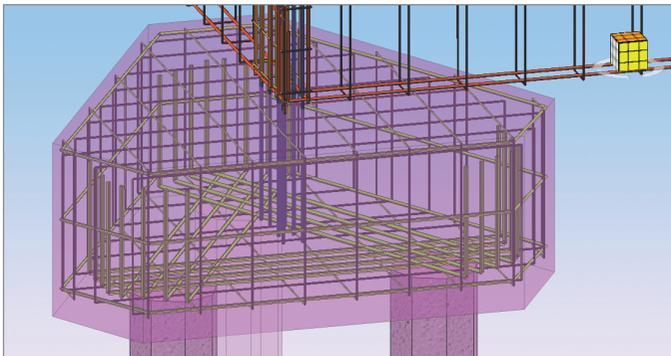
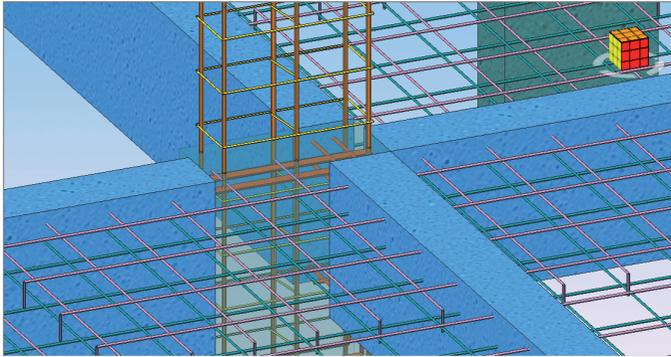
Na importação de paredes, o volume na intersecção com pilares e vigas pode ser automaticamente identificado e ajustado.

Melhorias na exportação.

Foram adicionadas melhorias significativas na exportação do modelo estrutural TQS, tanto pelo *plug-in Revit®* como para IFC:



Exportação de armaduras de vigas, pilares, lajes e elementos de fundação.



Atributos quaisquer de vigas, pilares, lajes, sapatas e blocos sobre estacas podem ser definidos no Modelador Estrutural e serão exportados na seção Dados de usuário.

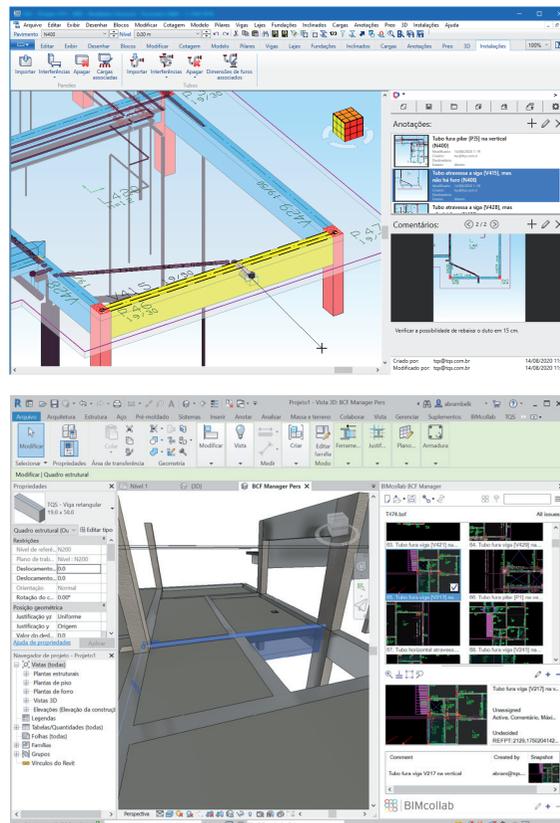
- Exportação de dimensões dos pilares em parâmetros separados (seção retangular, em U, em L ou circular).
- Exportação da área de fôrmas e volume de concreto.
- Exportação do perímetro e área no grupo de geometria de pilares.
- Exportação de resumo de aço por bitola por elemento. No caso das lajes, esse resumo é armazenado em uma das lajes do pavimento.
- Exportação do cobrimento para todos tipos de elementos.



Para exportação para o *plug-in* Revit®, foi criado um novo critério de “Isolar cabeça de pilares”.

### Novidade V22.1: Nova janela BCF.

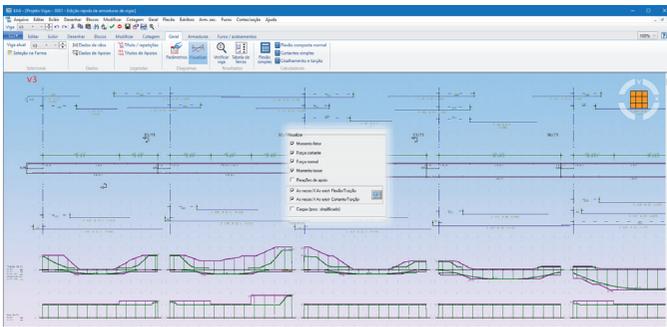
A janela BCF (BIM Collaboration Format) permite criar e editar mensagens de comunicação de forma organizada dentro de um fluxo de trabalho em BIM.



- No comando de verificação de tubulações, a janela BCF é automaticamente criada com uma lista de interferências identificadas com a imagem do local e organizadas por tipo.
- A janela BCF também pode ser carregada vazia e os itens criados manualmente.
- Há comandos para importar e exportar arquivos BCF, que poderão ser lidos em outros softwares BIM.
- A janela BCF tem funcionamento independente da janela gráfica, de tal forma que é possível interagir com o modelo enquanto uma interferência é analisada e corrigida.

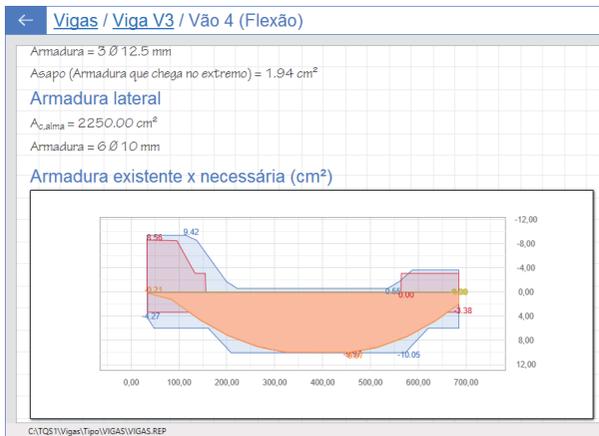
## Vigas

### Novos recursos para um detalhamento ainda mais preciso



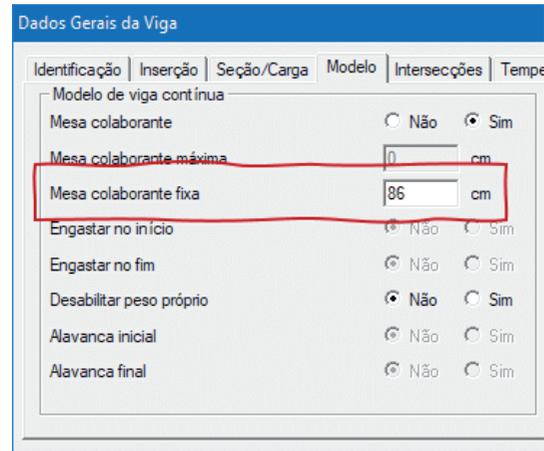
Novos diagramas de armadura necessária e efetiva para flexão, cisalhamento e torção. Leva em consideração a ancoragem das armaduras (reta, dobra e gancho). Considera armadura a tração e compressão.

Os novos diagramas são apresentados tanto no relatório como na Editor Rápido de Armaduras.



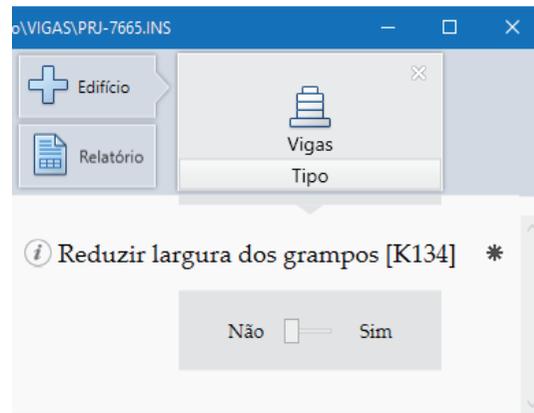
Comando de verificação das armaduras no editor rápido passa a considerar a ancoragem das barras.

Controle da largura da mesa colaborante no Modelador Estrutural.



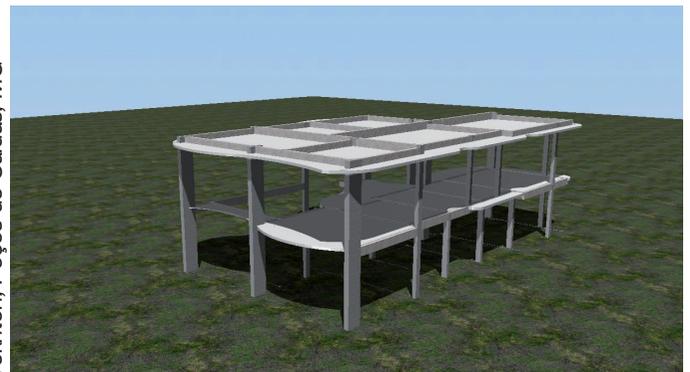
### Novos critérios

Foram adicionados novos critérios para um maior controle no dimensionamento e detalhamento



- Novo critério para ajuste da dimensão transversal de grampos.
- Novo critério para governar a quantidade de armadura mínima a torção.
- Novo critério para determinar o valor mínimo de ancoragem em barras retas para armadura positiva.
- Critério para desenhar sempre a cota superior de viga.
- Redefinição de critérios de projeto dependentes de normas.

Téktron, Poços de Caldas, MG



## Resultados de furos e flexão composta normal no relatório.

← Vigas / Viga V1

Flexão composta normal

Vão	N <sub>mín</sub> (t)	N <sub>máx</sub> (t)	A <sub>s,Req</sub> (cm <sup>2</sup> )	Situação
Balanço	25.34	36.10	0.33	OK

Furos

Furo	A <sub>sL-sobre</sub>		A <sub>sL-sob</sub>		A <sub>sW-sobre</sub>		A <sub>sW-sob</sub>		A <sub>sW-lateral</sub>				
	n	Ø (mm)	n	Ø (mm)	Ø <sub>e</sub> (mm)	c/ (cm)	Ramos	Ø <sub>e</sub> (mm)	c/ (cm)	Ramos			
E1	2	8	2	8	5	12.5	2	5	12.5	2	6.3	5	2
E2	Não ok	-	Não ok	-	Não ok	-	-	Não ok	-	-	-	Não ok	-
E3	2	8	2	8	5	12.5	2	Não ok	-	-	6.3	5	2
E4	2	10	2	10	5	12.5	2	5	12.5	2	6.3	25	2
E12	2	8	2	8	5	12.5	2	5	12.5	2	6.3	5	2

C:\TQSI\Furo1\Tipo\VIGAS\VIGAS.REP

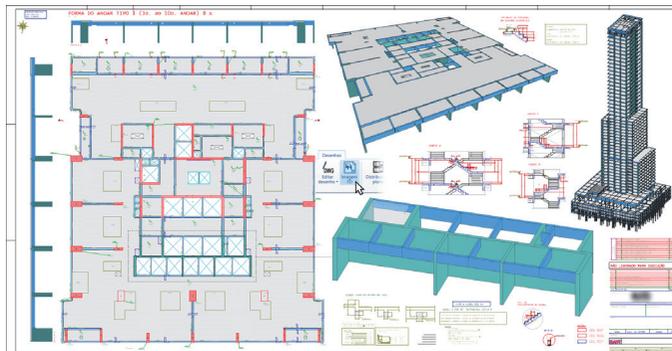
Identificação e tratamento diferenciado do porta-estribos em vigas de periferia (por vão).

Redução da ancoragem da armadura negativa em vigas de pavimento tipo a partir da compressão média estimada atuante no pilar.

Redução da força cortante próxima dos apoios devido a cargas concentradas e distribuídas.

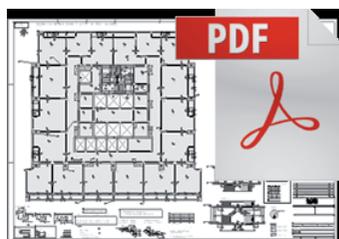
## Plotagem

Agrege mais valor ao seu produto



Projeto estrutural: Edatec Engenharia.

Inserção de desenhos 3D nas plantas. Pode ser um detalhe para facilitar a execução na obra ou simplesmente uma imagem para tornar o seu trabalho mais bonito.



A gravação do PDF 3D ficou até 50 vezes mais rápida.

A gravação de DWF foi reativada.

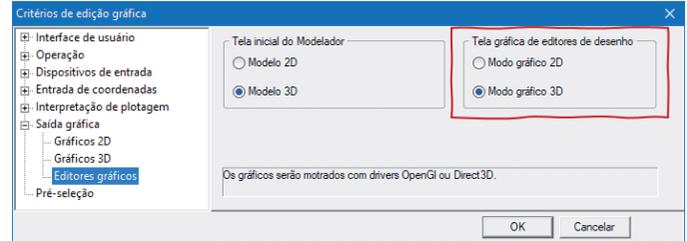
Preenchimento automático do módulo de elasticidade do concreto e reconhecimento do fck de escadas na planta.

## Editor Gráfico

### Mais velocidade e novos recursos

O novo Motor Gráfico 3D da V22 pode ser usado também na visualização de desenhos 2D.

Como resultado, o *display* dos elementos gráficos, notadamente em desenhos grandes, ficou muito mais rápido.



Novos indicadores de captura automática auxiliam a identificar o tipo de ponto que está sendo capturado.



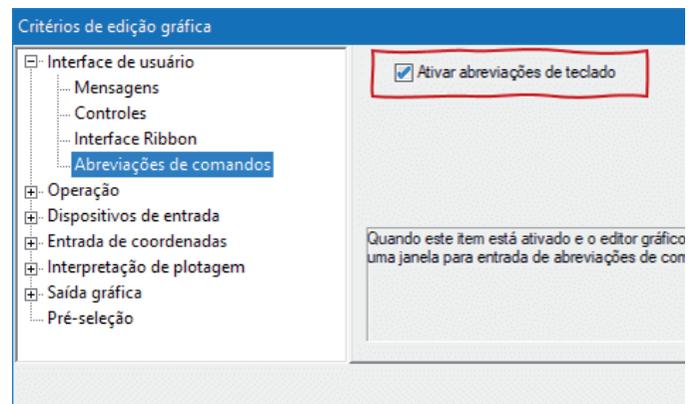
A visualização com biblioteca 2D, ainda disponível, também foi acelerada reduzindo em até 50 % o tempo de *display*, principalmente em desenhos grandes.

O menu *ribbon* de todos editores gráficos foram adaptados para uma melhor visualização em monitores 4K.



Os aceleradores de coordenadas (teclas Z, I etc.) passaram a funcionar dentro de objetos inteligentes e referências externas.

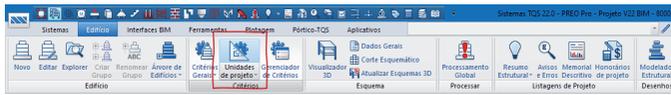
Permitido o desligamento da entrada de abreviações de comandos na janela do editor.



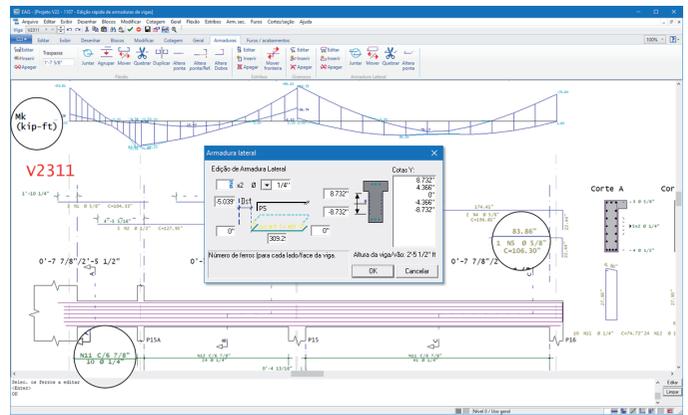
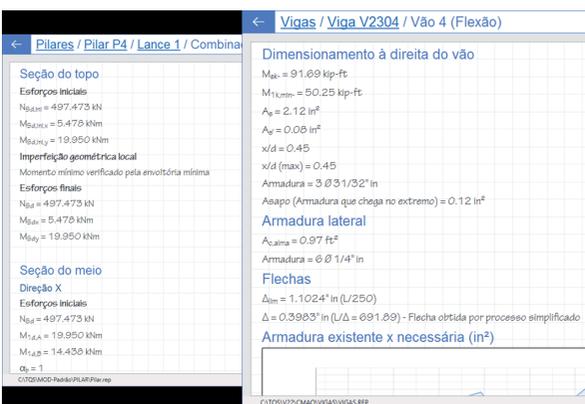
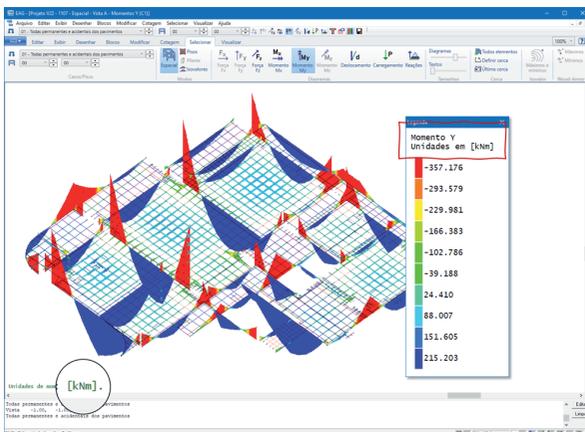
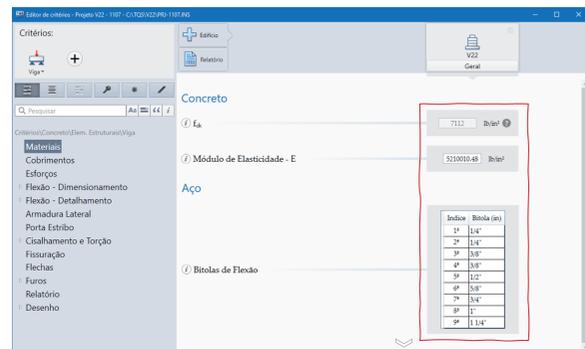
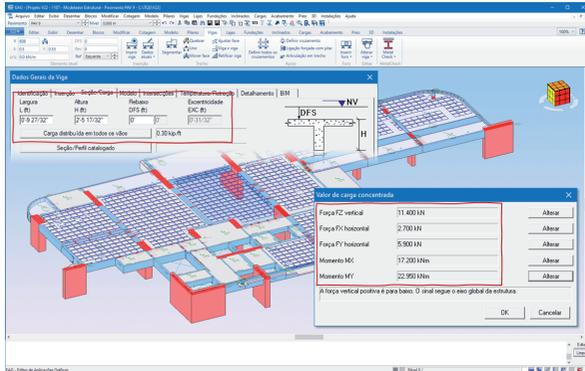
*Bitmaps* podem ser visualizados com rotação e editados com *grips*.

# Unidades

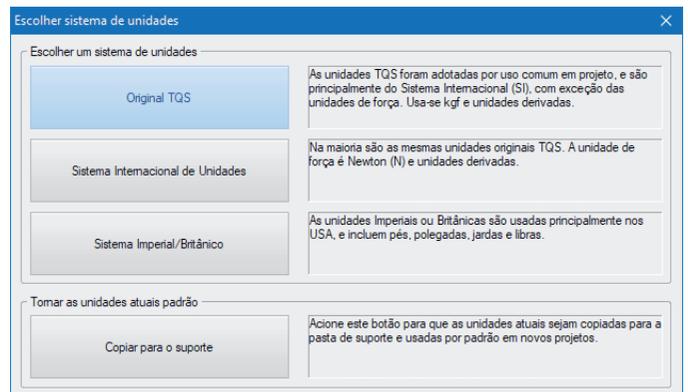
## Controle total na entrada e saída de valores



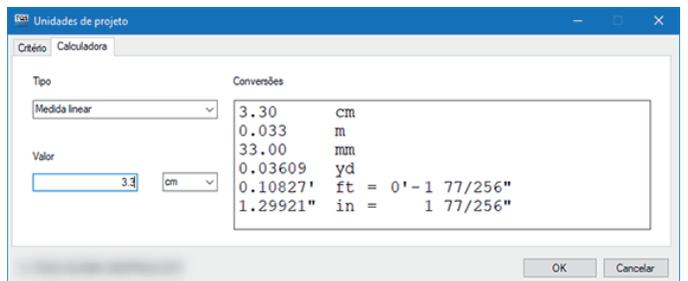
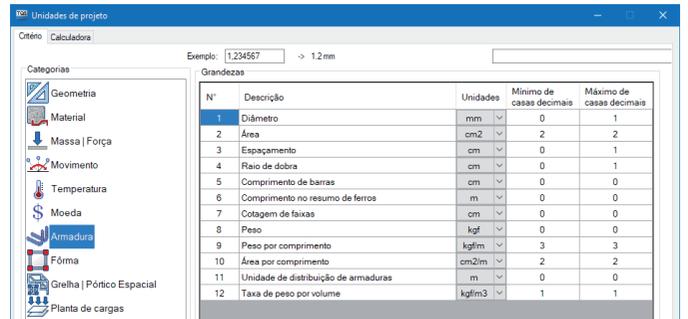
### Alguns exemplos:



É possível definir um conjunto de unidades compatível com o Sistema Internacional (SI) ou com o Sistema Imperial (usual nos EUA) ou com o Sistema Padrão TQS, de forma muito fácil.



A edição de unidades foi organizada por categorias. É possível controlar o número de casas decimais.

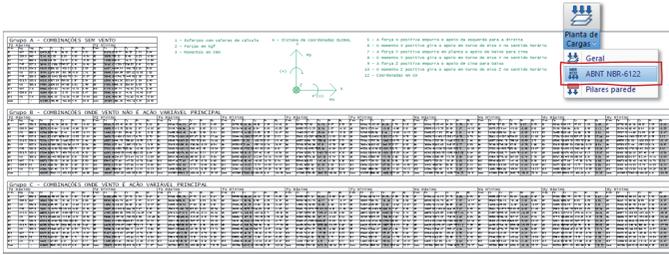


O editor de unidades conta com uma calculadora de conversão de unidades.

(\* Os sistemas Alvest e Paredes serão adaptados numa versão 22.x futura.

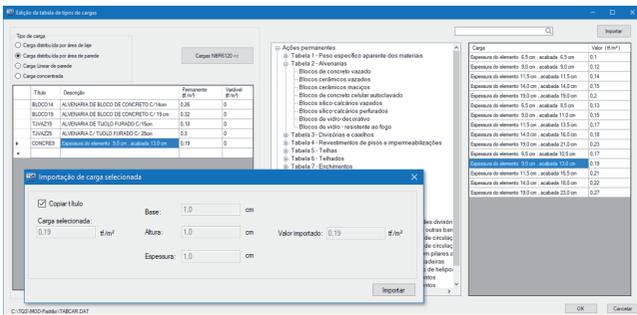
## NBR 6122

Planta de cargas de acordo com a ABNT NBR 6122:2019 “Projeto e execução de fundações”



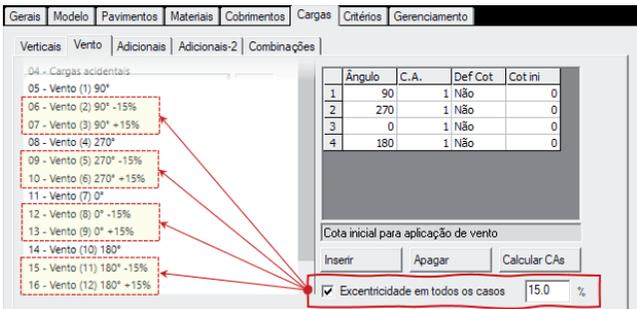
## NBR 6120

Cargas de acordo com a ABNT NBR 6120:2019 “Ações para o cálculo de estruturas de edificações”

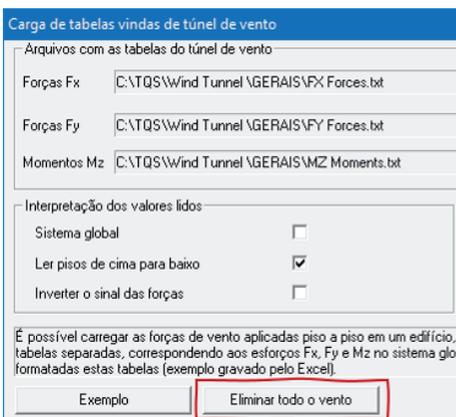


## Vento

Geração e combinação automática de casos de ventos com excentricidades

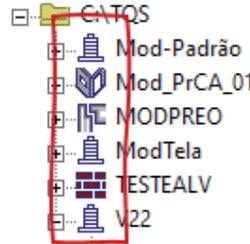


Comando para eliminar todos os casos vindos de túnel de vento de uma vez.

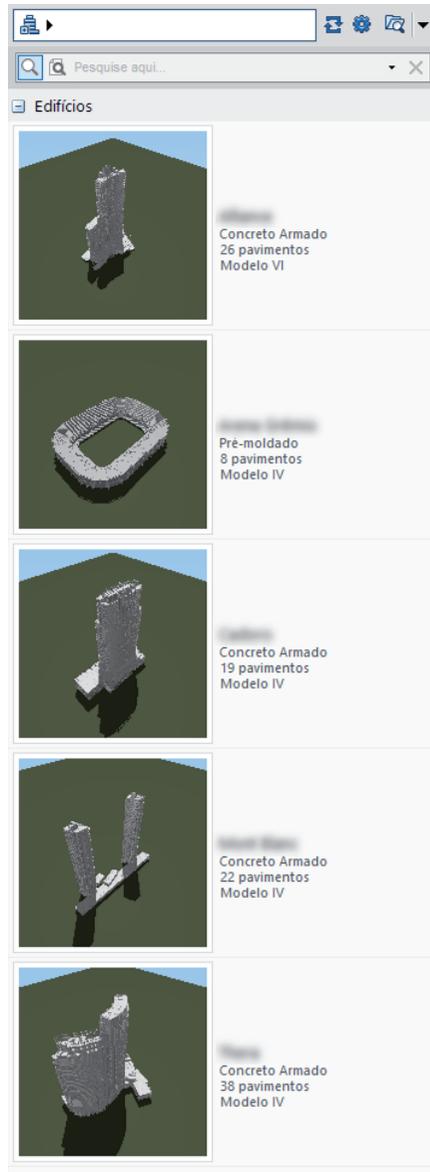


## Gerenciador

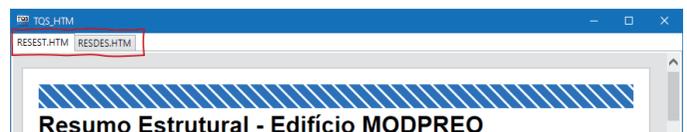
Conheça as novidades



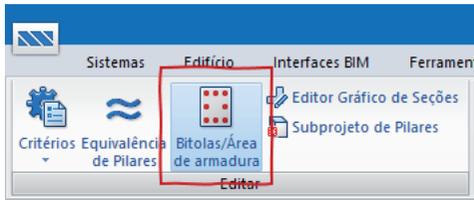
Miniaturas do modelo 3D no Painel Central.



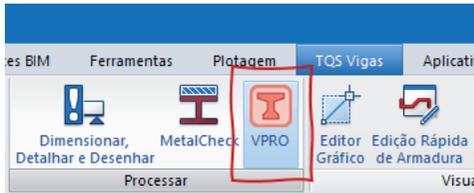
Relatórios HTML passam a ser carregados numa mesma janela.



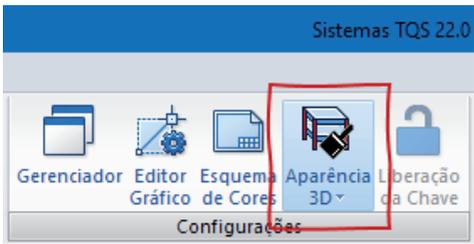
Na aba “TQS Pilar”, foi retornado o comando “Bitolas/Área de armaduras”.



Na aba “TQS Vigas”, foi adicionado o comando VPRO.



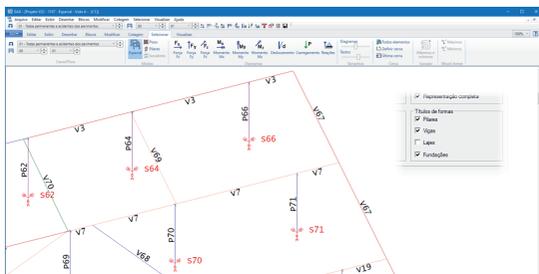
Na aba “Ferramentas”, foi adicionado o comando “Aparência 3D”.



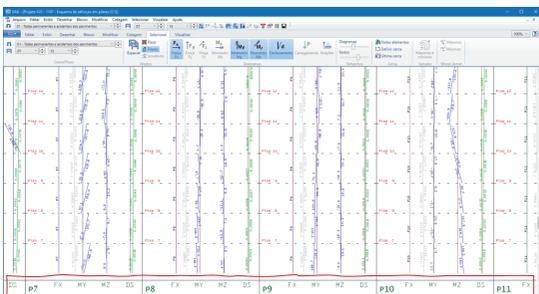
## Pórtico - Grelha

### Conheça as novidades

Visualização dos títulos de pilares, vigas, lajes e fundações junto às barras e restrições de apoio auxiliam a vincular o pórtico espacial com a estrutura modelada.



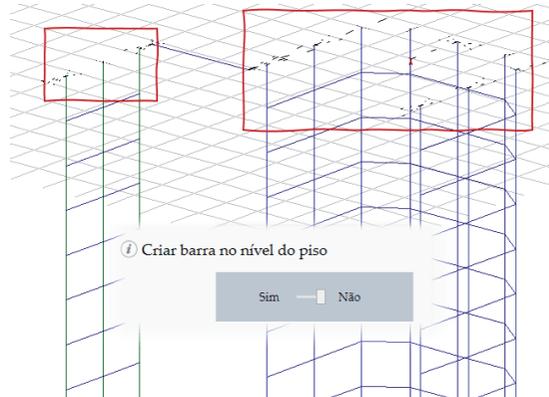
No modo de visualização de diagramas de pilares, passam a ser mostrados os títulos dos pilares e não mais seus números.



Novo critério “Criar barra no nível do pavimento”.

Realinhamento de nós intermediários em lajes, melhorando o modelo das rampas.

Determinação automática do modelo do pavimento (grelha ou pórtico espacial) a partir das cargas lançadas no Modelador.



## Pilares

### Conheça as novidades

Combinação	$P_u$ (tf)	$V_{ux}$ (tf)	$V_{uy}$ (tf)
30: ELUJ/COMB1/1.4D+1.4D0	42.67	0.83	0.14
31: ELUJ/COMB2A/1.6H+1.2D+1.2D+1.6L	46.56	0.97	0.19
32: ELUJ/COMB3A/1.2D+1.2D+1.1	42.81	0.87	0.17
33: ELUJ/COMB3B/1.2D+1.2D+0.8W1	36.82	0.68	0.17
34: ELUJ/COMB3C/1.2D+1.2D+0.8W2	36.33	0.74	0.08
35: ELUJ/COMB3E/1.2D+1.2D+0.8W3	38.11	-0.92	0.10
36: ELUJ/COMB3F/1.2D+1.2D+0.8W4	35.04	2.34	0.15
37: ELUJ/COMB4A/1.2D+1.2D+1.6W1+1	43.30	0.81	0.26
38: ELUJ/COMB4B/1.2D+1.2D+1.6W2+1	42.93	0.93	0.08
39: ELUJ/COMB4A/1.2D+1.2D+1.6W3+1	45.90	-2.40	0.13
40: ELUJ/COMB4A/1.2D+1.2D+1.6W4+1	39.73	4.15	0.21
41: ELUJ/COMB4D/1.2D+1.2D0	36.57	0.71	0.12

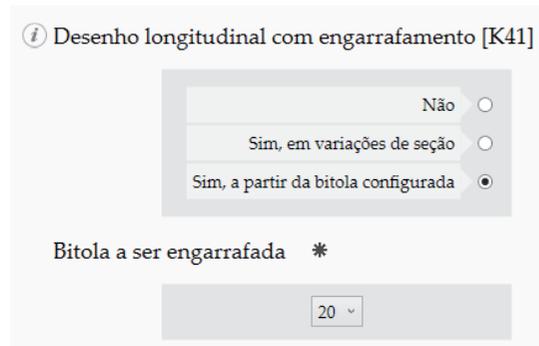
  

Dados Gerais	
$P_u = 30.30$ tf	
$l_p = 50$ cm	
<b>Direção X</b>	<b>Direção Y</b>
$p_x = 50$ cm	$p_y = 20$ cm
$d = 16$ cm	$d = 40$ cm
$V_u = 4.15$ tf	$V_u = 0.21$ tf
$V_c = 9.30$ tf	$V_c = 9.30$ tf
$A_{pavim} = 4.00$ cm <sup>2</sup>	$A_{pavim} = 1.63$ cm <sup>2</sup>
$A_p = 4.00$ cm <sup>2</sup>	$A_p = 0.00$ cm <sup>2</sup>

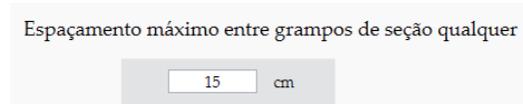
Novos critérios.

Diversos novos critérios foram criados para tornar detalhamento de pilares mais personalizável.

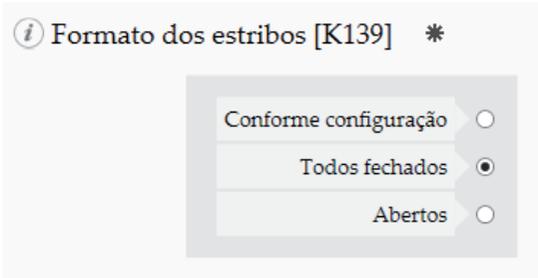
Novo critério que introduz engarramento no desenho a partir de determinado diâmetro.



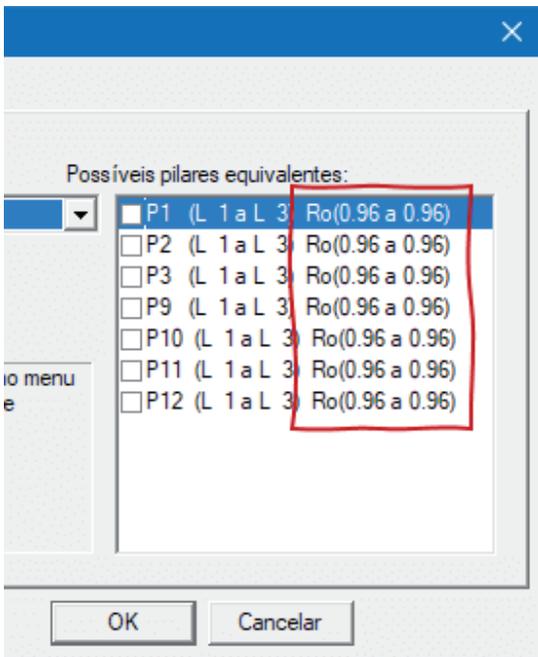
Novo critério que define espaçamento máximo entre grampos de seção qualquer, antes só editável no editor de seções.



Novo critério que define tipo de estribos (aberto ou fechado).



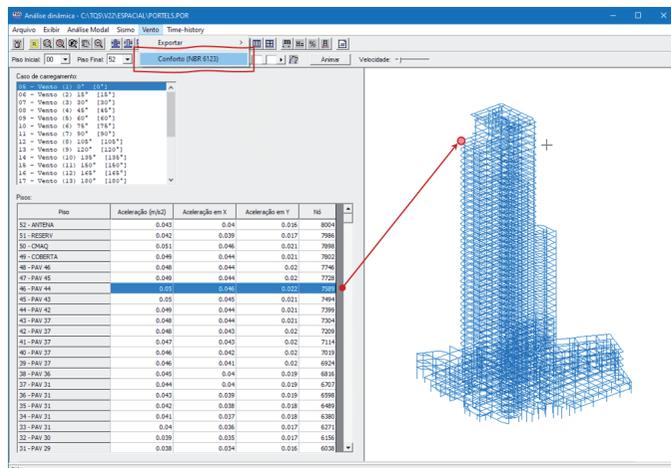
Novo critério que define nível do estribo repetido tracejado.



Taxa geométrica na equivalência de pilares.

## Dinâmica

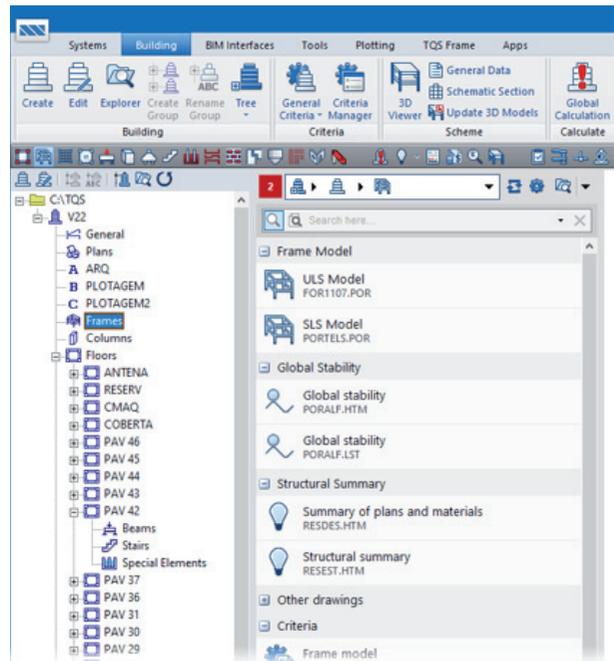
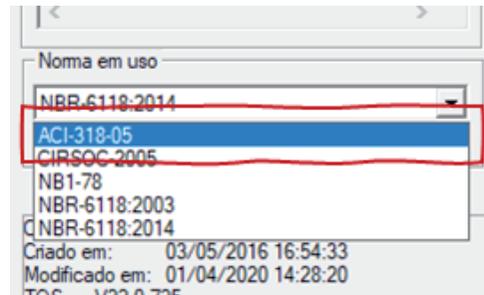
Novo comando para análise mais precisa do conforto perante a ação do vento segundo a ABNT NBR 6123



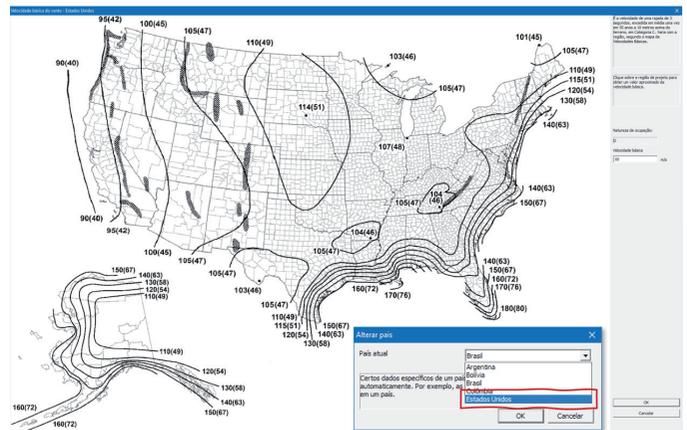
## TQS-EN-US

TQS, Alvest e PREO completamente traduzidos para o inglês

Nova norma: ACI-318-05.

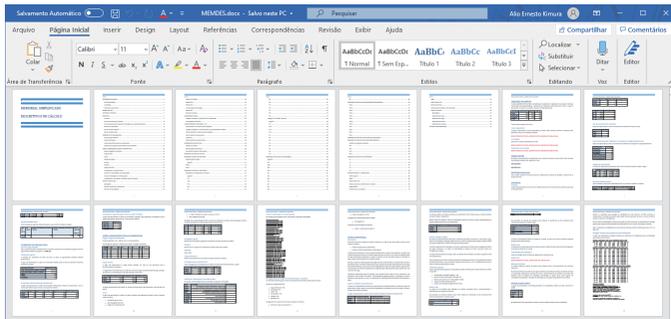


Adicionado um novo país: Estados Unidos. Definição automática de casos de ventos de acordo com o mapa de isopletras.



## PREO

### Novos relatórios e Memorial Descritivo



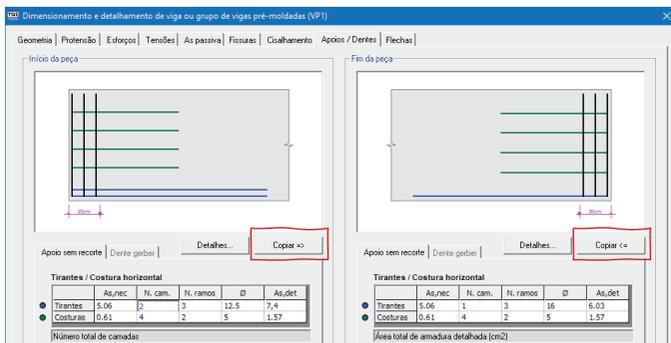
### Novos relatórios de vigas e lajes pré-moldadas.



### Melhorias no dimensionamento de elementos pré-moldados:

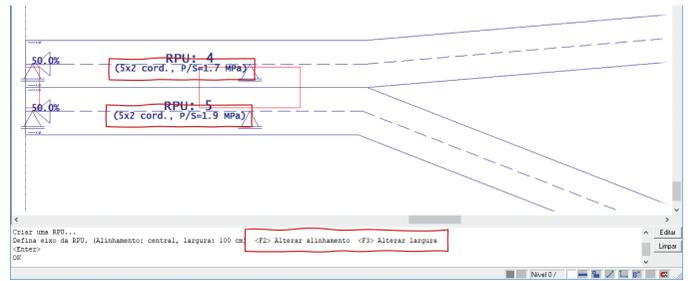
- Inclusão de verificações ELU e ELS na situação de saque/içamento de vigas.
- Verificação de abertura de fissuras no saque/transporte e levantamento de pilares.
- Verificação de tensões em consolos curtos de acordo com a ABNT NBR 9062:2017. (em breve)
- Pilares dimensionados com imperfeição mínima +  $M_{1d,min}$  de acordo com a ABNT NBR 9062:2017.

### Comandos para copiar detalhamento de extremidade/dente de uma ponta para a outra da viga.



## Lajes Protendidas

### Mais informações na RPU em planta. Alteração do alinhamento e da largura durante a inserção de RPU



### Reorganização e pequenas melhorias na legenda lateral da RPU em elevação.

## Outras Novidades

### Outras melhorias na V22

- Homogeneização de esforços em lajes inclinadas.
- Ativada a edição de vários critérios nos pacotes EPP: pórtico espacial (número de prumadas para desaprumo global), lajes (razão de armadura negativa nas nervuras) e vigas (K82, K71, K81, K106, K51 e símbolo separador das dimensões da viga no desenho).
- Liberada o uso de pilaretes em modelo de grelha simples para edifício com Modelo VI.
- Aumento de limites no SISEs padrão para os pacotes Pleno, Unipro e Unipro12: o diâmetro máximo das estacas passa de 40 cm para 60 cm e o diâmetro máximo do fuste dos tubulões passa de 70 cm para 80 cm.
- Melhoria na visualização de desenhos com fundo branco.
- Calculadora do método do tempo equivalente adaptada para ABNT NBR 15200:2012.

Avila Engenharia de Estruturas, Marília, SP



## Como Adquirir o TQS V22

O TQS V22 pode ser adquirido de duas formas distintas:

### Assinatura

Forma moderna e flexível de adquirir o TQS. Tendência mundial.



Você adquire o TQS V22 como um serviço.



Você tem a licença de uso enquanto assina.



Você tem direito às versões futuras do TQS (V23, V24 etc.) enquanto assina.



Você tem direito ao suporte técnico enquanto assina.



Pagamento: valor mensal. Cancele a assinatura qualquer momento, sem burocracia.

Assine o TQS V22 *online* na TQS Store e comece a usá-lo em instantes. (\*)

(\*) Se você já possuiu licença Perpétua e deseja migrar/adquirir licença Assinatura, por favor, entre em contato com a TQS.

### Licença de uso Perpétua.

Forma tradicional de adquirir o TQS



Você adquire o TQS V22 como um bem digital, imaterial.



Você tem a licença de uso do TQS V22 por tempo indeterminado.



Você precisará adquirir atualizações para usar as versões futuras do TQS (V23, V24 etc.).



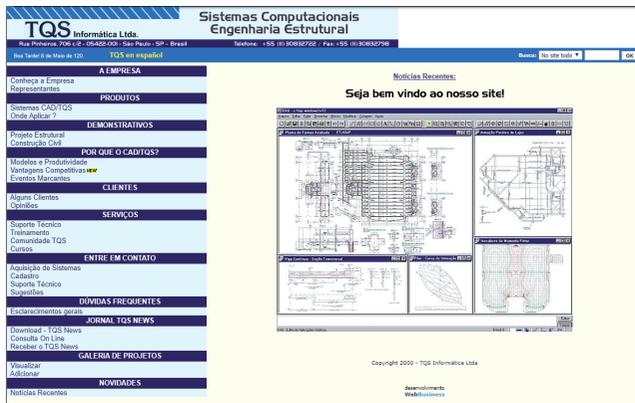
Você tem direito ao suporte técnico por tempo determinado.



Pagamento: valor total (se ainda não é cliente) ou valor da atualização (se já é cliente).



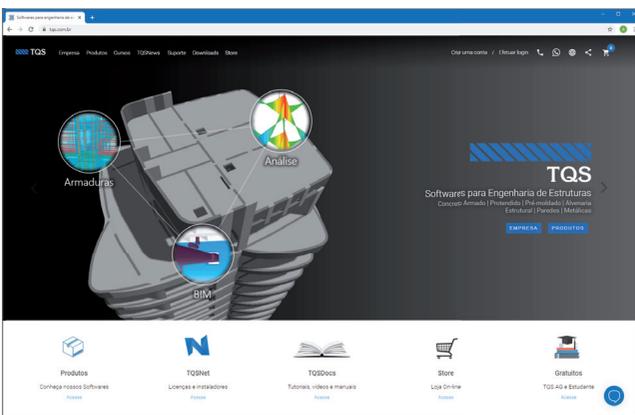
O primeiro site da TQS foi lançado há mais de 20 anos.



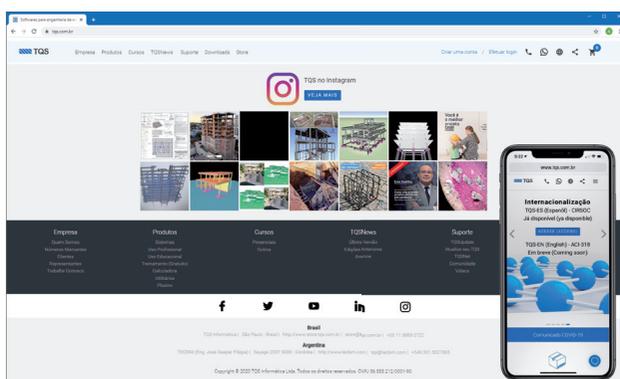
Em 2009 foi atualizado.



Agora, em 2020, foi reformulado novamente.



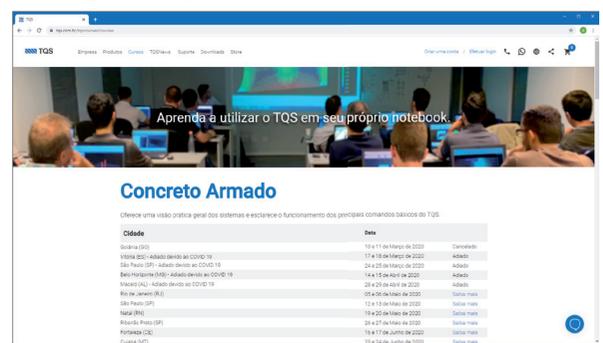
Conta com uma interface mais moderna e responsiva.



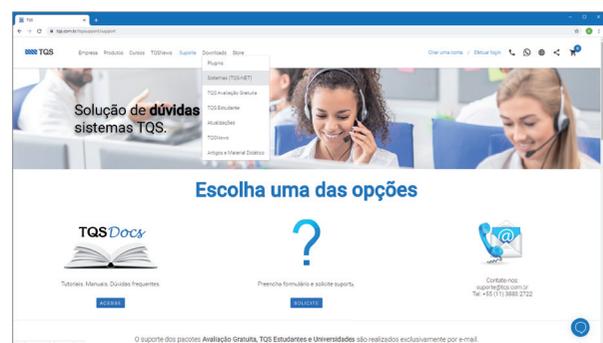
O conteúdo das páginas sobre a Empresa e sobre os Produtos foi reescrito numa abordagem mais direta e resumida.



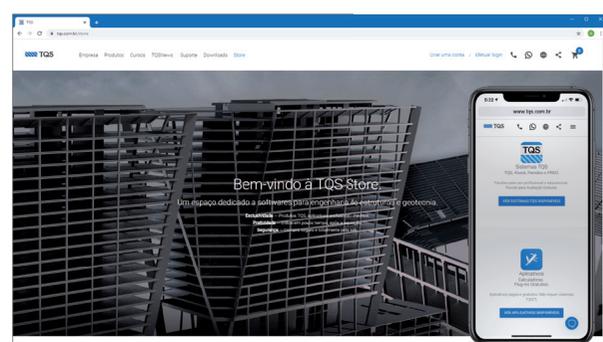
Nas páginas de Cursos é possível acessar o calendário e se inscrever nos cursos TQS de forma online. Além disso, são listados alguns cursos oferecidos por parceiros.



Nas páginas de Suporte e Downloads, há acesso ao TQS-Docs (documentação online), TQS-NET (instaladores e licenças), TQS Update (atualizações), TQS AG (Avaliação Gratuita), TQS Estudante (gratuito), Plug-ins BIM etc.



A TQS Store (loja online) foi totalmente integrada ao ambiente do novo site.



O novo site conta com tradução para o inglês e espanhol.

# Análise de estruturas de concreto sob o efeito do tempo

Dr. Eng. Sérgio Pinheiro de Medeiros

## I. Introdução

Nos últimos anos, avanços na tecnologia do concreto e de sua execução, possibilitaram a moldagem de estruturas de concreto com alta resistência e de módulo de elasticidade elevado. Paralelamente, o aumento na capacidade computacional viabilizou a geração, a análise e o dimensionamento de modelos estruturais tridimensionais complexos. Tais progressos têm estimulado a construção de edifícios com grandes alturas em todo mundo, inclusive no Brasil.

Durante o processo construtivo de edifícios, seus elementos estruturais verticais (pilares, paredes e núcleos de elevadores) são submetidos gradativamente a incrementos de cargas e deformações axiais decorrentes da construção dos pavimentos posicionados acima dos mesmos. Nos elementos de concreto, a essas deformações axiais imediatas, são acrescidas deformações impostas ao longo do tempo pelos fenômenos de fluência e de retração desse material. Como consequência, têm-se a diminuição da altura do edifício e o surgimento de encurtamentos diferenciais adicionais entre os seus elementos estruturais verticais. Esses efeitos são particularmente importantes para edifícios muito altos, acima de 120 m.

Nos projetos de estruturas de edifícios muito altos de concreto, uma análise estrutural que considere as suas etapas construtivas e o comportamento viscoelástico desse material é fundamental para se evitar futuros problemas de ELS e de ELU nas suas estruturas. Isto é necessário pois, nesses casos, tanto a alteração do sistema estrutural ao longo do processo construtivo como a redistribuição dos esforços solicitantes causada pelos encurtamentos diferenciais nos elementos verticais produzidos pela fluência e pela retração do concreto afetam, significativamente, o comportamento estrutural. Quando tais aspectos não são considerados na análise, os esforços solicitantes, as deformações e os deslocamentos por ela (análise) produzidos podem estar muito distantes da realidade, ocorrendo os problemas mencionados.

A avaliação realística dos efeitos da fluência e da retração do concreto no comportamento estrutural requer: a definição de um modelo matemático que descreva tais fenômenos de forma confiável; e o desenvolvimento de métodos computacionais que possibilitem o seu emprego na análise estrutural.

Como resultado de um contínuo trabalho experimental e teórico, foram desenvolvidos vários modelos para prever a fluência e a retração de um dado elemento estrutural concreto. Alguns de tais modelos estão descritos em normas internacionais, como ACI e CEB, e na norma brasileira.

Existem vários métodos computacionais para a análise da fluência em estruturas de concreto baseados no MEF. Eles podem ser reunidos em dois grupos principais: o da formulação integral que calcula soluções numéricas do sistema de equações integrais hereditárias de Volterra associado à viscoelasticidade linear com envelhecimento; e o da formulação diferencial que aproxima a relação tensão-deformação viscoelástica linear do concreto por uma série de unidades de Kelvin ou de Maxwell.

## II. Análise do TQS que leva em conta as etapas construtivas de edifícios de concreto com múltiplos andares e os efeitos da fluência e da retração ao longo do tempo

Para atender as novas exigências advindas do desafio de se projetar edifícios de concreto altos está em desenvolvimento uma análise que considera a sequência de construção e de carregamento no cálculo dos esforços e dos deslocamentos das estruturas de edifícios com múltiplos andares.

Na sua primeira versão, os modelos matemáticos adotados para a fluência e para a retração do concreto são aqueles definidos na norma americana ACI-209R-92.

O método computacional implementado para tratar a fluência é baseado na formulação diferencial, empregando-se uma série de unidades de Kelvin para a representação do comportamento viscoelástico do concreto. A implementação desse método foi realizada apenas para o elemento de barra.

Na formulação viscoelástica utilizada, as seguintes hipóteses para o material concreto são assumidas:

- homogêneo e isotrópico, desprezam-se a presença de armaduras e a fissuração;
- sujeito a baixas tensões axiais, sempre menores ou iguais a 40% do  $f_{ck}$
- comportamento reológico viscoelástico com envelhecimento;
- vale o princípio da superposição dos efeitos (McHenry - 1943), decorrente das duas hipóteses anteriores;
- a viscosidade se processa com coeficiente de Poisson constante. Essa propriedade garante que a função de fluência de um material, determinada em ensaios uniaxiais, basta para descrever o seu comportamento multiaxial.

Dentro desse escopo, os deslocamentos, as deformações e os esforços solicitantes atuantes ao longo do tempo em uma dada estrutura reticulada de concreto sujeita aos efeitos da fluência e da retração são calculados de forma aproximada através de uma análise incremental.

Essa análise incremental é discreta no tempo, sendo os valores dessas grandezas físicas determinados, recursivamente, no instante final de cada etapa construtiva a partir dos seus valores no instante em que ela (etapa) se iniciou e que foram calculados no passo anterior do processo incremental.

Deste modo, reduz-se a análise viscoelástica a uma sequência de análises elásticas lineares.

Nessa formulação, são calculados diretamente os efeitos da fluência relativos aos esforços: normal; fletores nos dois planos principais da barra; e torsor.

Os resultados obtidos nessa análise têm sido sujeitos a um processo exaustivo de validação. Esse processo foi guiado pelas seguintes diretrizes:

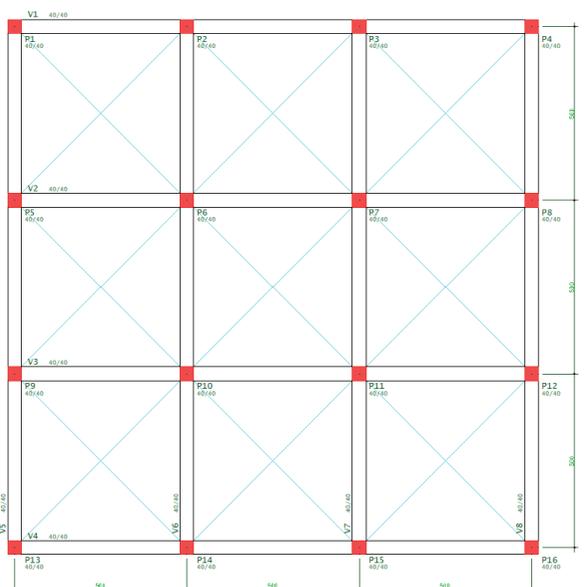
- os resultados da análise devem ser compatíveis com os resultados analíticos obtidos no ensaio de fluência de elementos de concreto do tipo barra segundo o ACI;

- para elementos de barra, a análise deve reproduzir os resultados analíticos dos efeitos da retração prescritos pelo ACI;
- a análise deve gerar resultados consistentes com o princípio da superposição: “O efeito da soma das causas é igual à soma dos efeitos de cada uma dessas causas”;
- no caso de estruturas constituídas integralmente por concreto fabricado na mesma data, os resultados das suas análises devem atender aos teoremas de correspondência que associam a solução de um problema da teoria da viscoelasticidade a um problema correspondente da teoria da elasticidade;
- para o ensaio de relaxação de elementos de concreto do tipo barra, os resultados obtidos devem ser “próximos” aos resultados numéricos propostos no livro *Mathematical Modeling of Creep and Shrinkage of Concrete* (editado por Z. Bazant) e calculados a partir da função de fluência do ACI;
- os resultados da análise envolvendo etapas construtivas, fluência e retração devem ser consistentes com os produzidos por sistemas de análise estrutural de reconhecida qualidade técnica.

Tais critérios foram atendidos pelos resultados produzidos pelo TQS nos diversos testes já realizados.

### III. Exemplos de aplicação

O exemplo analisado foi conforme a figura a seguir:



O modelo de análise foi tomado como tendo 60 pisos, com variação da seção a cada 20 pisos.

Com base nesta geometria, foram montados 3 modelos de análise estrutural:

1. Modelo elástico linear sem aumento da área axial dos pilares (MULAXI = 1.0);
2. Modelo elástico linear com aumento da área axial dos pilares (MULAXI = 3.0);

3. Modelo elástico linear, considerando as etapas construtivas (ETP).
- a. Cada pavimento sendo construído a cada 7 dias
4. Modelo considerando as etapas construtivas, fluência e retração (ETP+F+R).

Os valores utilizados na comparação também se concentraram em três pilares: P16 (canto), P15 (extremidade) e P11 (central).

Abaixo são apresentados os resultados, considerando o primeiro modelo como balizador.

Pilar	Esforço normal nos pilares, t = 247 dias (kN)						
	MULAXI = 1.0	MULAXI = 3.0	Delta (%)	ETP (%)	Delta (%)	ETP+F+R (%)	Delta (%)
P16 (canto)	7,738.60	6,355.30	-22	6,772.20	-14	6,720.60	-15
P15 (extrem.)	10,374.50	10,109.50	-3	10,187.20	-2	10,183.80	-2
P11 (central)	14,715.40	16,625.60	+12	16,053.40	+8	16,111.70	9

Pilar	Esforço normal nos pilares, t = 1.000 dias (kN)						
	MULAXI = 1.0	MULAXI = 3.0	Delta (%)	ETP (%)	Delta (%)	ETP+F+R (%)	Delta (%)
P16 (canto)	7,738.60	6,355.30	-22	6,772.20	-14	6,764.70	-14
P15 (extrem.)	10,374.50	10,109.50	-3	10,187.20	-2	10,186.80	-2
P11 (central)	14,715.40	16,625.60	+12	16,053.40	+8	16,063.60	+8

Os valores apresentados acima também foram comparados com outro software de análise estrutural, mundialmente utilizado e que possui o mesmo tipo de recurso. Abaixo são apresentados os valores de comparação entre o recurso desenvolvido e o software internacional:

Pilar	Esforço normal nos pilares, t = 350 dias (kN)		
	Modelo 3 - TQS	Modelo 3 – outro software	Delta
P16 (canto)	35,196.71	35,900.82	-2.0%
P15 (extrem.)	42,000.00	42,000.00	0.0%
P11 (central)	48,799.77	48,099.18	+1.5%

Pilar	Esforço normal nos pilares, t = 1,000 dias (kN)		
	Modelo 3 - TQS	Modelo 3 – outro software	Delta
P16 (canto)	35,364.07	36,108.40	-2.1%
P15 (extrem.)	42,000.00	42,000.00	0.0%
P11 (central)	48,637.90	47,891.60	+1.6%

### IV. Comentários finais

A consideração de efeitos de fluência e retração são de fundamental importância pois sua consideração leva a diferenças que podem influir consideravelmente o dimensionamento dos elementos estruturais.

# Dimensionamento de paredes de concreto utilizando os programas computacionais TQS e ATENA<sup>®</sup>

Lage, Rangel C.; Silva, Marcos A.; Almeida, Luiz C.; Trautwein, Leandro M.  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

A procura por técnicas construtivas que reduzam custos e tempo de execução sempre foi apreciada pelos profissionais da construção civil, isso possibilitou o desenvolvimento de alternativas ao método tradicional composto por vigas e pilares de concreto armado. Nesse aspecto, o sistema estrutural em paredes de concreto armado merece destaque por apresentar características de processo industrializado no se observa um ganho de produtividade e uma diminuição das perdas de materiais. CORSINI (2011), explica que esse sistema é indicado para construções em larga escala, sobretudo obras residenciais, pois utiliza basicamente um jogo de formas, tela de aço e concreto.

Além de exercer a função estrutural, paredes de concreto armado atuam como elementos de vedação na edificação que, após a desforma, se encontram regularizados restando apenas pequenos detalhes de acabamento.

Nas últimas décadas, observou-se uma expansão no número de construções feitas com o sistema paredes de concreto no Brasil amparado pela ampliação de programas habitacionais. Adicionalmente, em 2012 foi lançada a primeira edição da Norma brasileira que aborda o tema paredes de concreto, a NBR 16055, que fornece estabelecer os requisitos e procedimentos adotados neste tipo de estrutura.

Nos escritórios de Engenharia, o projetista estrutural necessita de ferramentas confiáveis que o auxiliem nos processos de dimensionamento e detalhamento das estruturas de forma a entregar produtos de qualidade. Assim, programas computacionais merecem destaque por agilizar esses processos e propiciar aumento de produtividade. Do ponto de vista comercial, poucos programas, como o recém-lançado Módulo de Paredes de Concreto do sistema TQS, são especializados nesse tipo de estrutura. Por conta disso, o projetista acaba tendo que recorrer a ferramentas mais complexas do que o necessário, como exemplo as baseadas no Método de Elementos Finitos - MEF, reduzindo assim a eficiência do processo.

O CAD/TQS é um sistema computacional gráfico destinado à elaboração de projetos de estruturas de concreto armado, protendido, alvenaria estrutural, e recentemente (2019), paredes de concreto, desenvolvido pela empresa TQS Informática Ltda. Utilizado por um grande número de escritórios de cálculo estrutural no Brasil, permite o desenvolvimento de projetos estruturais de maneira integrada, desde o lançamento, análise, detalhamento, até a emissão final dos desenhos para obra, assim como integração com modelos BIM - *Building Information Model*.

O programa ATENA<sup>®</sup>, capaz de realizar análises não lineares via MEF em estruturas, oferece ferramentas especialmente desenvolvidas para simulação computacional

do comportamento estrutural do concreto e concreto armado. O programa pode ser dividido em três partes: (i) pré-processamento, onde são definidas as características gerais do modelo; (ii) processamento, onde se resolve o sistema de equações não lineares; (iii) pós-processamento, para a análise dos resultados. Além disso, o mesmo dispõe de vários modelos materiais que tratam do comportamento do concreto em estado múltiplo de tensões considerando fissuração por tração e compressão, fluência, entre outros.

O presente trabalho compara os resultados da análise estrutural de uma edificação em paredes de concreto composta por dois pavimentos. As análises são realizadas utilizando o módulo Paredes de Concreto do TQS e o ATENA<sup>®</sup>, desenvolvido especificamente para análises não lineares em estruturas de concreto armado.

## Modelos numéricos

Os modelos numéricos foram desenvolvidos com o auxílio dos programas computacionais ATENA<sup>®</sup> V5, baseado no MEF; e TQS V21, muito utilizado no dimensionamento de estruturas de concreto armado. Tais modelos retratam uma edificação unifamiliar típica de dois pavimentos construída utilizando o sistema de paredes em concreto armado moldada no local.

## TQS

O modelo desenvolvido no TQS utiliza o método de grupos de paredes para a distribuição das cargas verticais, o qual considera que: há interação entre paredes; as cargas são uniformizadas dentro de cada grupo. Trata-se um método simplificado, conforme NETO (2000), que permite um dimensionamento simples, rápido e seguro para grande parte dos projetos usuais do mercado brasileiro. Os grupos de paredes são delimitados por aberturas (portas e janelas) identificados, conforme figura 1. As cargas são distribuídas no plano médio da parede e espalhadas seguindo um ângulo limite de 45°. Tal espalhamento também ocorre em paredes adjacentes pertencentes ao mesmo grupo, devido à interação entre elas garantida pela amarração direta.

Na entrada de dados gerais do modelo foram definidos os dois pavimentos (Térreo e Primeiro) com pé-direito de 2,90 m, resistência do concreto ( $f_{ck}$ ) 25 MPa, separação das cargas e eliminou-se os casos de vento. Ao todo foram investigados três casos de carregamento vertical, sendo eles: todas as cargas (caso 1), peso próprio (caso 2) e permanente (caso 3). O carregamento permanente refere-se à carga hipotética uniformemente distribuída de 2 kN/m<sup>2</sup> que foi aplicada nas lajes. O peso próprio refere-se aos volumes de concreto, admitindo densidade normal de 25 kN/m<sup>3</sup>, usados nas paredes e lajes. O caso 1 corresponde a soma dos casos 2 e 3.

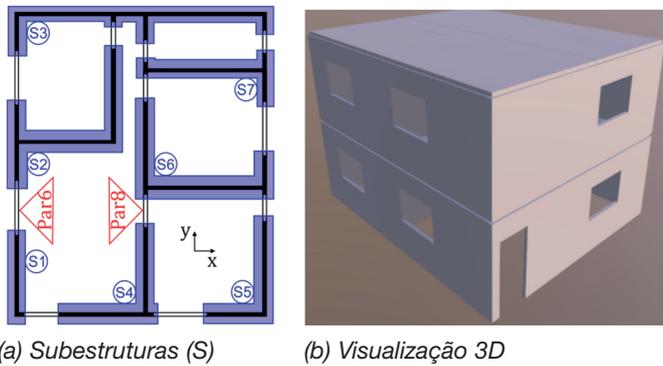


Figura 1  
Modelo desenvolvido no TQS

O lançamento da estrutura foi realizado no modelador estrutural do pavimento com a inserção das paredes, janelas, portas e as lajes. As lajes foram definidas maciças com 10 cm de espessura, mesmo valor utilizado nas paredes. A reação das lajes nos pavimentos é feita através do método das charneiras plásticas, e conforme a ABNT NBR 6118 (2014).

O programa dispõe de ferramentas para geração automática dos grupos de paredes, chamados de subestruturas, que foi utilizada durante a modelagem. Após seu uso, verificou-se o traçado das subestruturas para possíveis erros, que não foram constatados. Em seguida, foi realizado o processamento global do edifício para análise dos esforços e detalhamento. Os resultados foram disponibilizados de maneira gráfica para uma visão global da distribuição das tensões e carregamentos, e também através de relatórios para uma listagem mais detalhada dos dados e parâmetros utilizados no cálculo.

### ATENA® (MEF)

Os modelos foram desenvolvidos na versão atual V5 do programa ATENA® considerando a análise não linear via MEF. O comportamento da relação tensão-deformação dos materiais, aço e concreto, é não linear. Particularmente, o modelo constitutivo implementado no ATENA® e utilizado nos modelos, combina os comportamentos plástico à compressão e frágil à tração, capaz de simular aumento de

resistência provocado pelo confinamento e a perda de rigidez por esmagamento e fissuração do material.

O programa utilizou o Método de Newton-Raphson para a resolução do sistema de equações não lineares geradas por este tipo de análise via MEF, obedecendo os seguintes critérios: 1% Erro relativo no deslocamento; 1% Erro relativo nas forças residuais; 1% Erro absoluto nas forças residuais; 0,01% Erro relativo na energia.

A figura 2 apresenta um dos modelos gerados para as análises. As vinculações de apoio foram atribuídas à superfície na base do modelo e restringem os três deslocamentos de translação ( $x$ ,  $y$  e  $z$ ). Os três casos de carregamento utilizados no TQS foram aplicados nos modelos em EF.

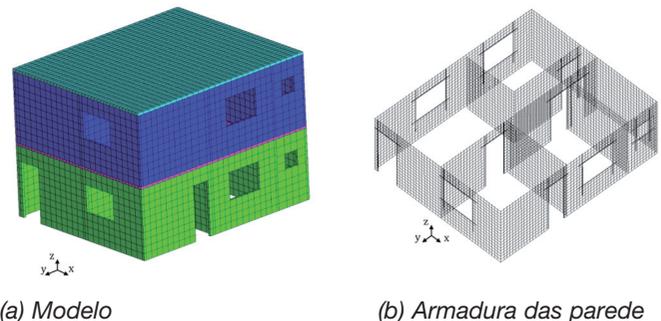


Figura 2  
Modelo desenvolvido em elementos finitos

Os modelos desenvolvidos via MEF utilizaram elementos de casca do tipo CCIsoShellBrick (16 nós) nas lajes e paredes de cada pavimento. Cada nó deste elemento possui três graus de liberdade. As armaduras foram inseridas de duas formas distintas: discretizadas nas paredes e considerado seu efeito médio nas lajes.

Na análise de sensibilidade da malha de EF utilizou-se três configurações distintas dos elementos de casca. Admitindo que a espessura das paredes e lajes coincidem com a espessura dos elementos de casca, igual a 10 cm, variou-se a largura e comprimento dos elementos. As dimensões utilizadas (espessura x largura x comprimento) investigadas foram 10x20x20 cm, 10x30x30 cm e 10x40x40 cm, correspondentes às malhas A, B e C, respectivamente.



Eng. José Sérgio dos Santos, Fortaleza, CE



Eng. José Sérgio dos Santos, Fortaleza, CE

@joseseriodossantos

## Resultados e discussões

### TQS

A figura 3 ilustra os resultados fornecidos através de visualizadores gráficos e relatórios para o caso 1. Os resultados de carga e tensão obtidos por subestrutura são apresentados de forma resumida na tabela 1.

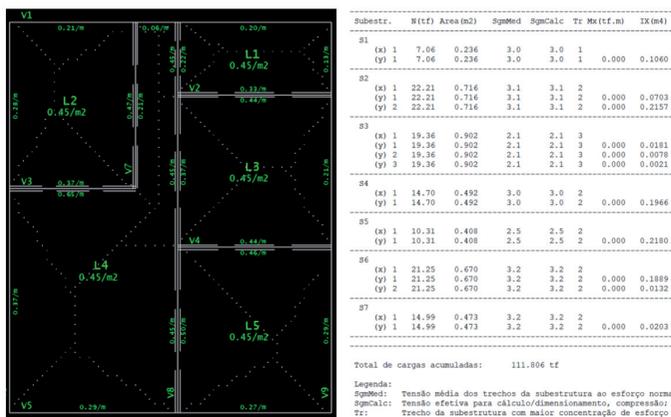
Grande parte da carga vertical atuando no edifício é proveniente do peso próprio da estrutura. Nota-se que a subestrutura S2, devido ao seu posicionamento interno no modelo e por suas características geométricas como o comprimento total, suporta a maior força normal em todos os casos de carregamento.

Uma pequena diferença no comportamento da subestrutura S3 foi observada. Quando atua somente o peso próprio (caso 2) esta subestrutura é tão carregada quanto S2. No entanto, sob a ação do caso 3, a subestrutura S3 absorve pouca carga permanente proveniente das lajes. Isso é justificado por se tratar de uma subestrutura periférica e de grande extensão.

Analisando as tensões normais atuantes na base do modelo, identificam-se as subestruturas S6 e S7 como as mais solicitadas e a S3 com a menor solicitação.

**Tabela 1**  
Forças normais e tensões nas subestruturas obtidos pelo TQS

Sub-estrutura	Área (m <sup>2</sup> )	Todas (caso 1)		Peso próprio (caso 2)		Permanente (caso 3)	
		N (tf)	Tensão (MPa)	N (tf)	Tensão (MPa)	N (tf)	Tensão (MPa)
S1	0,236	7,06	0,299	5,71	0,242	1,35	0,057
S2	0,716	22,21	0,310	17,12	0,239	5,09	0,071
S3	0,902	19,36	0,215	16,65	0,185	2,71	0,030
S4	0,492	14,70	0,299	11,57	0,235	3,13	0,064
S5	0,408	10,31	0,253	8,45	0,207	1,85	0,045
S6	0,670	21,25	0,317	16,36	0,244	4,89	0,073
S7	0,473	14,99	0,317	11,67	0,247	3,32	0,070



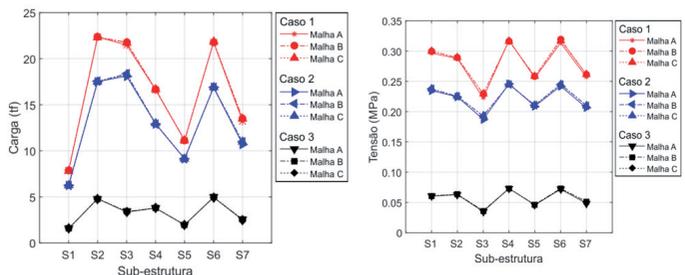
(a) Distribuição de cargas nas lajes (b) Relatório

**Figura 3**  
Resultados do processamento dos esforços no TQS, caso 1 (todas cargas verticais)

### ATENA®

A análise de sensibilidade da malha de EF mostrou pouca influência no resultado final obtido (figura 4). Adicionalmente, é possível observar que as distribuições das cargas são similares às obtidas no TQS.

Ao observar a distribuição de cargas verticais, nota-se no peso próprio uma pequena diferença de comportamento da subestrutura S3, que se tornou a mais solicitada. Vale aqui ressaltar, que as vinculações de apoio utilizadas nos modelos elaborados no ATENA® restringiram todos deslocamentos de translação e rotação na base das paredes do térreo. Essa condição pode ter provocado aumento de rigidez no grupo, consequentemente a absorção de carga aumenta. Além disto, as reações de apoio das lajes não são mais obtidas por carneiras plásticas. Observa-se que os picos de tensão normal ocorrem sempre nas subestruturas S4 e S6. Diferentemente do TQS, onde a subestrutura S7 é uma das mais solicitadas, a tensão normal observada nos modelos em EF é menor, indicando que houve redistribuição dos esforços, o que também pode ser justificada pelas considerações de apoio da estrutura e distribuição de carga da laje.



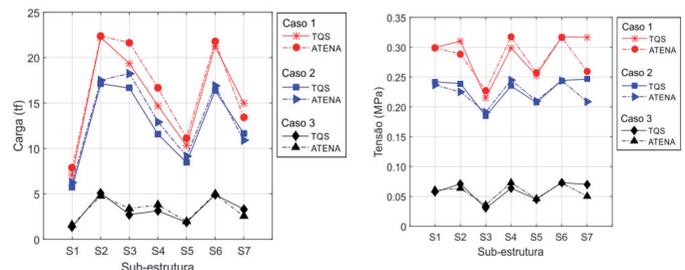
(a) Cargas por malha de EF (b) Tensões por malha de EF

**Figura 4**  
Análise de sensibilidade da malha de EF

## Comparativo

A figura 5 mostra os resultados das análises realizadas pelas duas ferramentas computacionais. Os resultados do ATENA® representam a média obtida pelas três malhas (A, B e C).

Em geral, as cargas atuantes nas subestruturas foram maiores nos modelos desenvolvidos em elementos finitos. No entanto, essa diferença é pouco significativa (menor que 4%) e se deve ao fato do modelo no TQS ter considerado o vão teórico das lajes enquanto o ATENA® considerou o volume do elemento.



(a) Cargas (b) Tensões

**Figura 5**  
Comparativo das solicitações

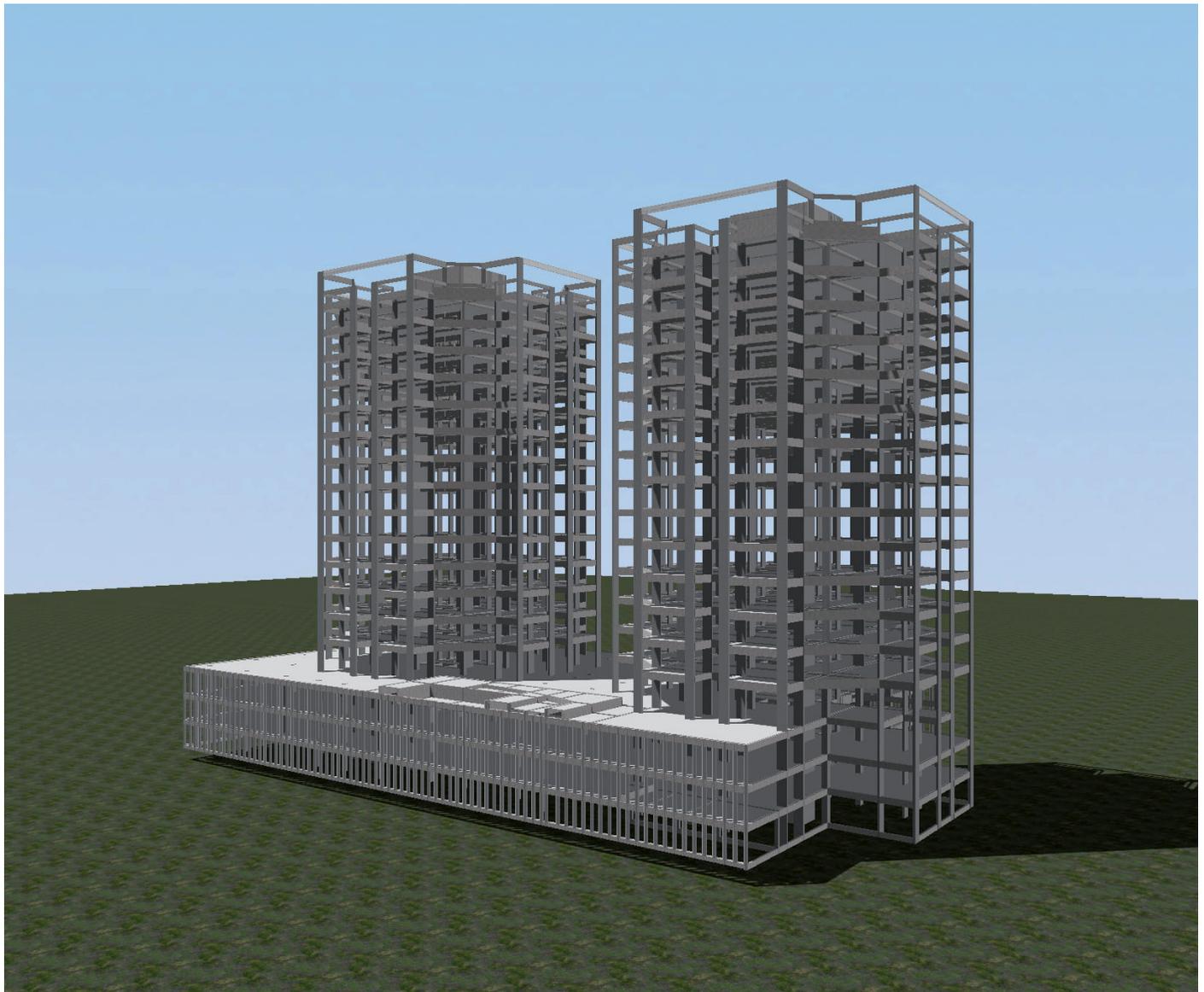
## Conclusão

O mesmo padrão de comportamento foi observado em todos os modelos desenvolvidos. A carga vertical e tensões atuantes foram semelhantes utilizando os processos de grupo de paredes (TQS) e Método de Elementos Finitos (ATENA®).

Diferenças não significativas foram encontradas em relação à carga total aplicada na estrutura e distribuição de cargas das lajes. A carga total nos modelos feitos no ATENA® foram 4% superior ao modelo do TQS. Em partes, essa constatação pode ser justificada pela consideração distinta a respeito do vão teórico de laje onde o carregamento permanente atua. A distribuição das cargas de laje foi realizada no TQS por meio de métodos simplificados que não consideram a influência da rigidez nos trechos de apoio. No entanto, os modelos desenvolvidos no ATENA® admitem uma distribuição dessa carga em função da rigidez do trecho. No geral, não foram significativas as diferenças encontradas.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Parede de concreto moldada no local para a construção de edificações: Requisitos e procedimentos. Rio de Janeiro, 2012. 35 p.
- CAD/TQS: Projeto estrutural de edifícios de concreto armado, protendido, pré-moldados e alvenaria estrutural. [S.l.].
- CERVENKA, V.; JENDELE, L.; CERVENKA, J. *ATENA® program documentation, Part 1: Theory*. Prague, Czech Republic, 2016. 304 p.
- CORSINI, R. *Paredes normatizadas*. *Revista Técnica*, nº 183, 2011.
- NETO, V. C. Estudo teórico e experimental da interação de paredes de alvenaria estrutural submetidas à ação vertical. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos-USP, São Carlos, Brasil, 2000.



## Declaro serem verdadeiras as informações acima

Engenheira civil Marina Munaretto Copetti  
Santo Ângelo, RS

Podia ser José Santos, Maria da Silva, podia ser eu ou podia ser você. De alguém você já ouviu falar, ou de um cliente ou um empregador, “é só uma ART, Fulano”. Quem sabe o contrataram há pouco, quem sabe ele quis pegar o serviço porque o movimento de obras estava baixo, quem sabe ele não tinha experiência necessária para obras de reforço, ele não conseguiu identificar os sinais, o perigo iminente.

Agora, ele que tinha algumas placas com seu nome pela cidade, tem jornalistas da Globo batendo na sua porta, seu nome conhecido por todo o Brasil, publicado em várias línguas e está manchado como o profissional responsável por matar 6 pessoas e ferir outras tantas e aquele ditado que engenheiro quando comete um erro “mata muitos” nunca fez tanto sentido.

**Mas possivelmente escolheram a mais barata, a mais em conta, sem pesquisar credenciais do profissional.**

Mas a culpa é realmente só dele? Na faculdade de Engenharia Civil temos uma disciplina de “patologia” palavra derivada do grego (pathos - doença, e logia - ciência, estudo) e significa “estudo da doença” de edificações que trata dos principais problemas encontrados nas edificações, também há pós-graduações que tratam especificamente de engenharia diagnóstica. Em Fortaleza, com certeza havia empresas mais habilitadas para tal manifestações. Mas possivelmente escolheram a mais barata, a mais em conta, sem pesquisar credenciais do profissional.

Nas reportagens da televisão só se fala que ele assinou a ART um dia antes mas quanto tempo fazia que havia rachaduras, trincas, fissuras nos pilares, vigas, paredes e janelas? Quanto tempo fazia que havia esquadrias emperradas? Em uma

edificação de 1980 e lá vai pedrada será que foi a primeira intervenção realizada? A culpa é realmente só dele?

**Em uma edificação de 1980 e lá vai pedrada será que foi a primeira intervenção realizada? A culpa é realmente só dele?**

Como cita o Engenheiro Ênio Padilha em um artigo “Os médicos raramente são responsabilizados pela morte de seus pacientes que não receberam o melhor tratamento possível. Os advogados não vão presos com seus clientes que não receberam uma boa defesa. Um arquiteto não é condenado porque o prédio que ele projetou ficou feio, ou pega sol de mais ou vento de menos... Mas os engenheiros têm de viver com essa responsabilidade pela consequência. Seus erros são avaliados e medidos de forma objetiva”.

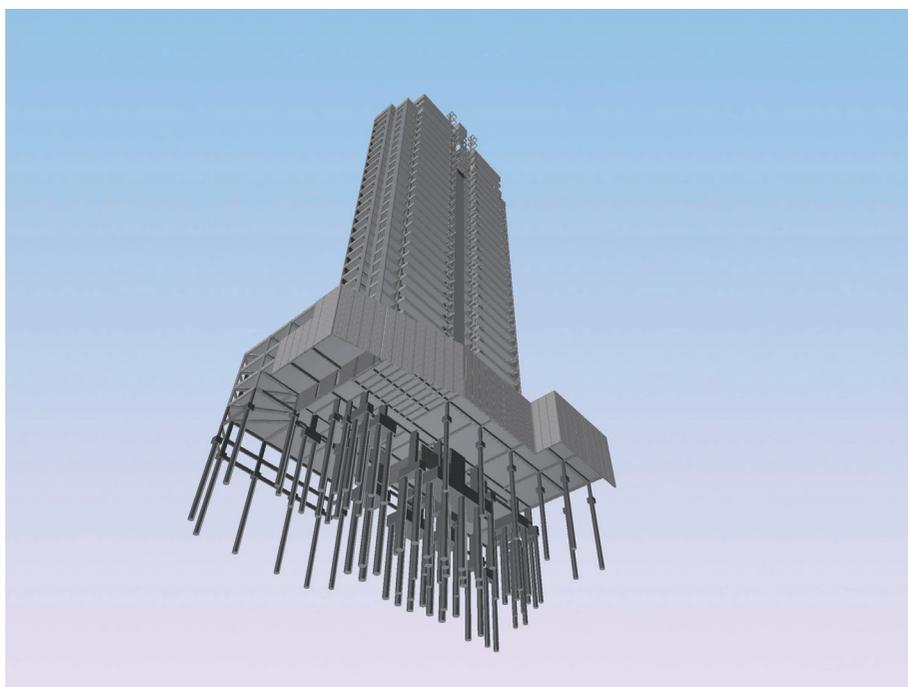
Assim como pessoas, as edificações também têm prazo de validade

e para que esse prazo seja prolongado precisam de visitas regulares ao “médico”. Analogicamente se formos ao médico e descobrimos que temos uma doença, o médico não é culpado por você não ter ido antes visitá-lo, se você vem quando está “a passar desta pra uma melhor” a culpa é sua, se se alimentou mal, demorou a procurar o médico, na construção civil o paciente é o Edifício Andrea e o médico é o engenheiro civil, mas nesse caso o culpado não é o paciente. Nós engenheiros civis, somos culpados pelo início, pelo meio e pelo fim.

**Assim como pessoas, as edificações também têm prazo de validade e para que esse prazo seja prolongado precisam de visitas regulares ao “médico”.**

Portanto antes de caçá-lo como homicida culposo pense, podia ser eu, podia ser você...

Statura - São Paulo, SP



# Integração direta de dados entre o TQS e o OrçaFascio®

Engenheiro Dionísio Augusto Americano de Neves e Souza

Na era BIM muito se escuta falar de interoperabilidade entre os programas de diversas disciplinas da área de projetos. Sempre acreditei que a verdadeira interoperabilidade só acontece quando, ao invés de circularem arquivos entre os programas, circulem diretamente os dados, deixando cada programa atuar na sua especialidade. E é isto que esta ação conjunta da TQS com o OrçaFascio® propôs, atingindo dois objetivos: o primeiro fornecer quantitativos e custos dos insumos da estrutura aos seus projetistas, podendo com isso subsidiar decisões durante a elaboração do projeto; o segundo: enviar ao profissional especialista em orçamentação da equipe de projeto colaborativo, os itens sugeridos para a etapa do orçamento relativa ao projeto estrutural. Afinal, isto é a principal característica dos projetos em BIM e também bem-vinda no projeto convencional: a colaboração!

## Sobre o OrçaFascio

O OrçaFascio® vem se destacando como o principal programa de orçamento de obras, por sua facilidade de utilização, soluções inovadoras e interface web, podendo ser acessado de qualquer micro ou dispositivo móvel. Composto por dezessete base de dados de custos nacionais, incluindo todos os mais utilizados no País, como o SINAPI, com insumos e composições atualizados mensalmente ou na periodicidade estabelecida pelos seus fornecedores. Além do Módulo de Orçamentos, possui os módulos de Planejamento (novo módulo que já nasce com possibilidade de integração ao Navisworks® da Autodesk para o 4D do BIM), Medição de Obras, Compras, Diário de Obra e também, assim como o TQS, possui um aplicativo específico (OrçaBIM®) para o Revit® da Autodesk®.

## A interoperabilidade entre o TQS e o OrçaFascio, passo a passo

O engenheiro de estruturas pode acessar a interoperabilidade entre os programas pela aba *Interface BIM* do TQS.

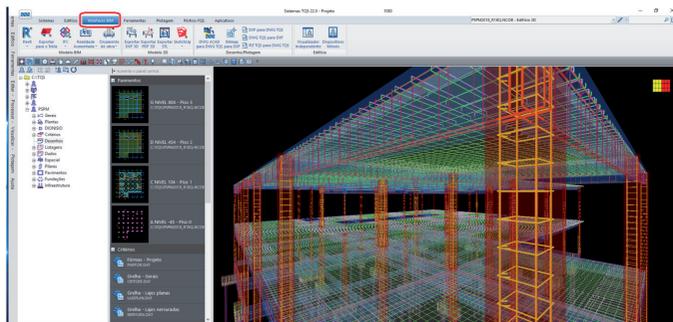


Figura 1  
Interface BIM do TQS

Entre as diversas opções de interoperabilidade, vamos encontrar o *Orçamento de obra* via OrçaFascio® (figura 2).

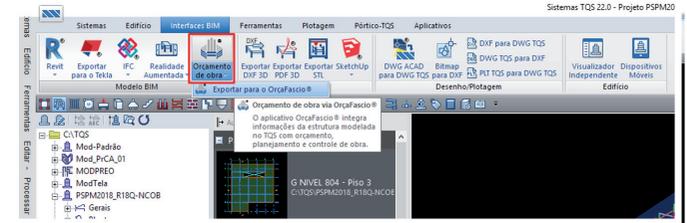


Figura 2  
Interoperabilidade com o OrçaFascio

Ao clicar nesta opção, nos vai aparecer uma janela com mensagem de alerta sobre questões importantes em relação aos dados que vamos transferir. Depois de ler com atenção, devemos fechar esta janela e tomar as providências necessárias nas configurações do programa.

Basicamente, poderemos transferir os quantitativos do projeto através das pranchas já organizadas com os desenhos das peças estruturais (normalmente ao final do projeto) ou através dos desenhos gerados pelos módulos do TQS, automaticamente quando do processamento da edificação ou editados através da *Edição Rápida de Armadura* de cada subsistema.

De qualquer forma, devemos ter em mente que os dados transferidos serão os gerados exclusivamente pelos sistemas TQS.

Para fazermos esta escolha entre as duas opções de geração de quantitativos do projeto, devemos entrar na aba *Plotagem*, seção *Geração de Plantas*, para acionar o *Arquivo de critérios para geração de plantas* (figura 3).

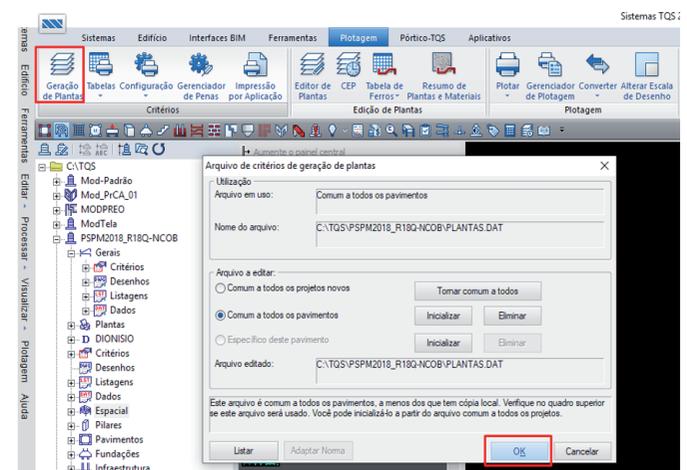
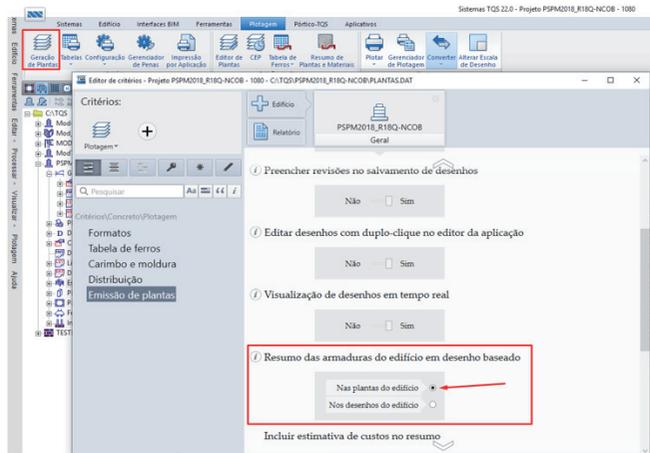


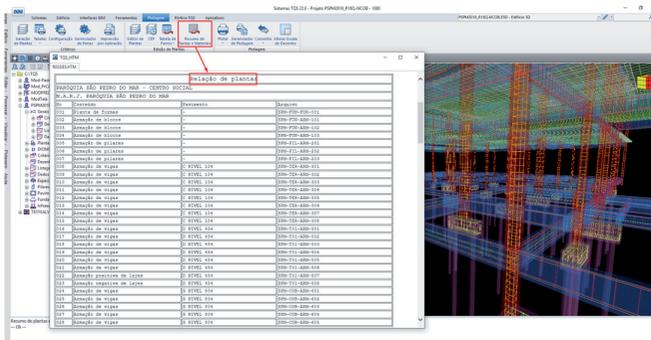
Figura 3  
Arquivo de critérios para geração de plantas

No diálogo da janela de *Crítérios*, vamos em *Emissão de plantas* e em *Resumo das armaduras do edifício em desenho baseado* e escolhemos a primeira opção (figura 4).



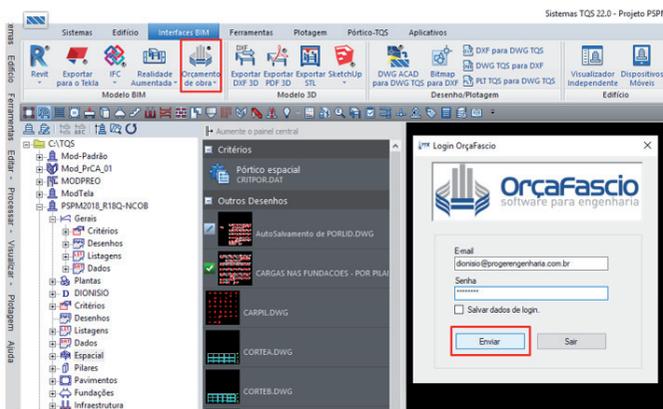
**Figura 4**  
Opções para a coleta de dados de quantitativos

Ao escolhermos esta opção, devemos ter as pranchas do projeto já montadas, o que pode ser verificado pelo *Resumo de Plantas e Materiais* da aba *Plotagem* (figura 5).



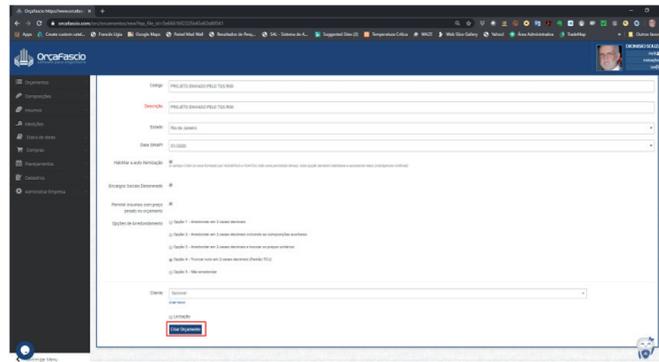
**Figura 5**  
Resumo de Plantas e Materiais do TQS

Tomadas estas providências iniciais de configurações, poderemos voltar na seção de *Interfaces BIM* e acionar a interoperabilidade com o OrçaFascio®. Vai aparecer uma janela de login do sistema (figura 6).

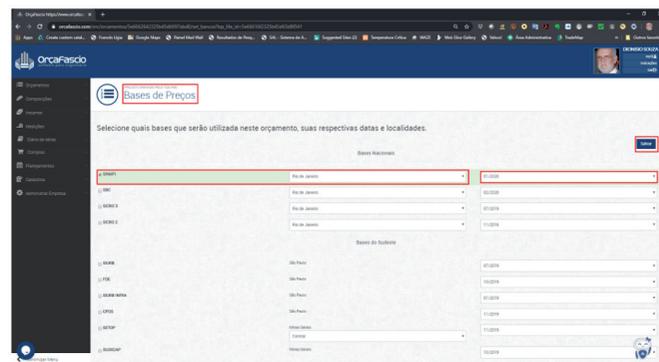


**Figura 6**  
Login no sistema OrçaFascio

Na primeira tela que aparecerá do sistema OrçaFascio®, devemos fornecer as informações iniciais solicitadas, conforme a figura 7.

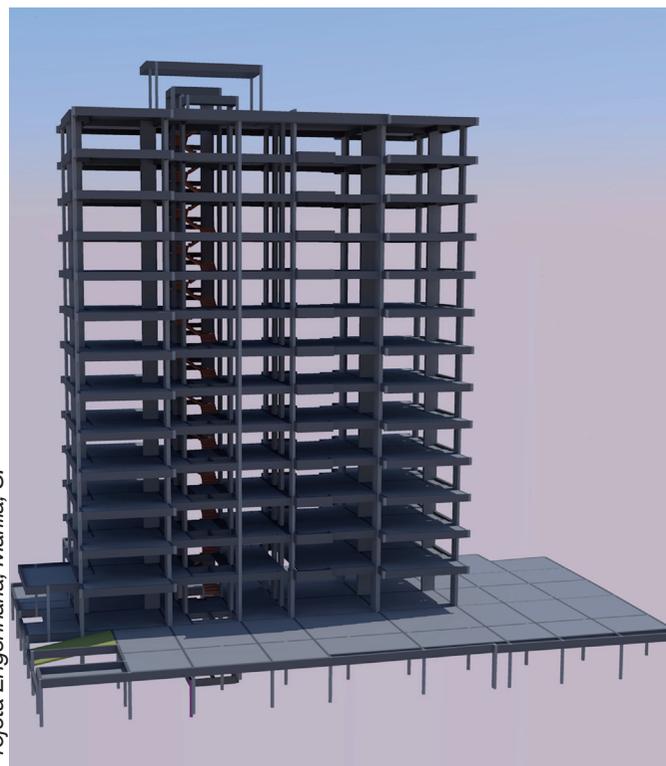


**Figura 7**  
Primeira tela de informações ao sistema OrçaFascio



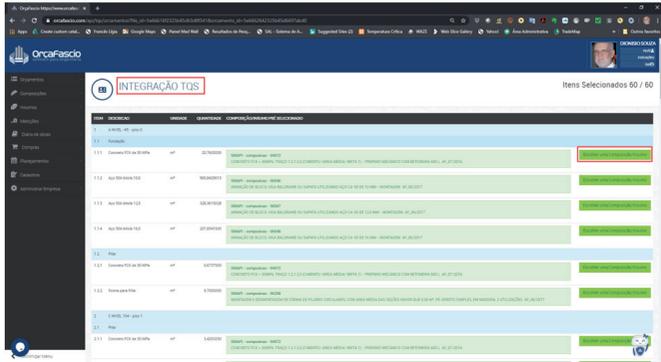
**Figura 8**  
Escolha da(s) base(s) de preços para o orçamento

Na janela seguinte, devemos escolher a(s) base(s) de preços que desejamos utilizar (figura 8).



Feito isso os dados do TQS serão importados para uma janela do OrçaFascio® onde poderemos escolher as composições de custos para cada item ou conjunto de itens semelhantes (figura 9).

O processo é rápido pois a Inteligência Artificial do OrçaFascio®, através da sua assistente virtual (Mary), já identifica critérios utilizados anteriormente e sugere algumas composições. A precisão para as sugestões das opções vai aumentando com a utilização do sistema.



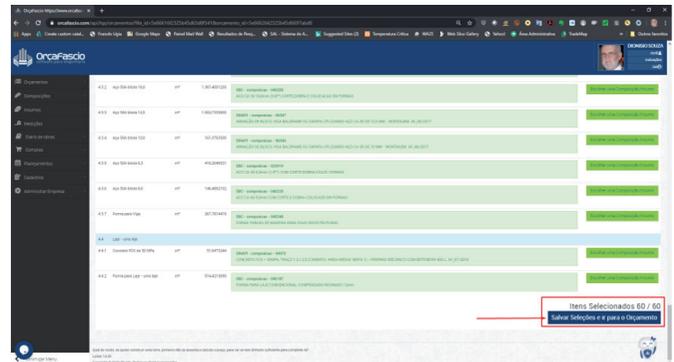
**Figura 9**  
Processo inteligente de escolha de opções de composições de custos



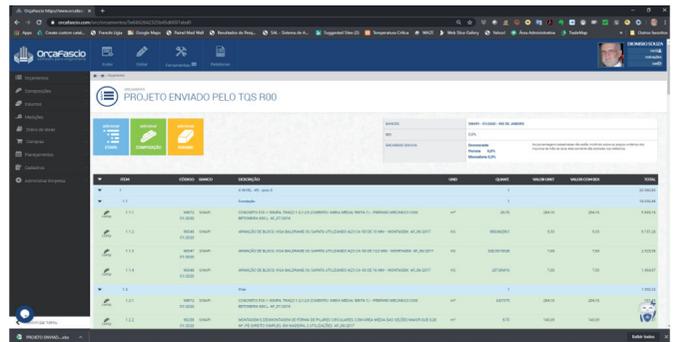
**Figura 10**  
Escolha da Composição ou do Insumo e decisão sobre a que itens atribuir.

A qualquer momento as opções sugeridas poderão ser trocadas ou escolhidas (em uma primeira utilização do sistema) através do botão à direita *Escolher uma Composição/Insumo*, que vai abrir uma nova janela de diálogo onde qualquer composição ou insumo dos bancos de preços disponíveis poderão ser escolhidas. A escolha poderá ser feita para aquele item que estivermos trabalhando ou para todos os itens semelhantes. (figura 10).

No final desta janela de diálogo, o OrçaFascio® avisa se existe algum item ainda sem decisão sobre que composições utilizar e dá a opção de *Salvar Seleções e ir para o Orçamento*, no canto inferior direito da tela (figura 11).

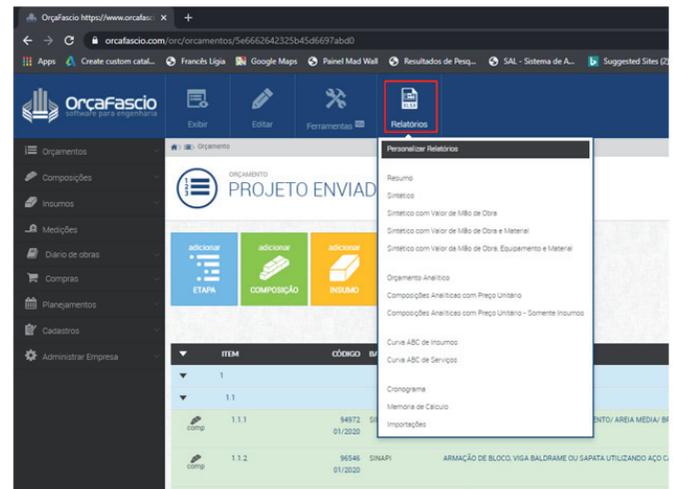


**Figura 11**  
Verificação e conclusão do processo com gravação para o orçamento



**Figura 12**  
Orçamento pronto no sistema OrçaFascio.

E a *mágica* acontece: orçamento pronto no sistema *web* do OrçaFascio® (figura 12). A partir deste ponto, todas as funcionalidades do sistema OrçaFascio® estão disponíveis, como uma completa gama de opções de relatórios e ferramentas com possibilidades de edições inteligentes (como a organização automática de itens) para integração com as demais partes de um orçamento global para o projeto englobando as demais disciplinas (figuras 13 e 14).



**Figura 13**  
Relatórios do OrçaFascio.

Com o orçamento pronto, poderemos utilizá-lo como base para os demais módulos do OrçaFascio®, com destaque para o módulo de Planejamento (na metodologia BIM seria a dimensão 4D).

Código	Banco	Descrição	Tipo	Und	Quant	Valor Unit	Total
1.1.1		COMBUSTÍVEL + BARRA, TIPO 3.1.2.5 (CONCRETO ARMADO MÓDULO 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 600 L. AF_120216	FUND. - FUND. E ESTRUTURAS	m³	7,000000	304,10	2128,70
1.1.1		BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 600L, CAPACIDADE DE MISTURA 360 CHP DURINO. AF_110204	CHOP. - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHP	0,840000	3,10	2,61
1.1.1		BETONEIRA CAPACIDADE NOMINAL DE 600L, CAPACIDADE DE MISTURA 360 CHP DURINO. AF_110204	CHOP. - CUSTOS HORÁRIOS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	CHP	0,810000	1,10	0,87
1.1.1		SERVENITE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SECO - SERVIÇOS DIVERSOS	H	1,900000	19,80	38,41
1.1.1		OPERADOR DE BETONEIRA ESTACIONÁRIA/OPERADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SECO - SERVIÇOS DIVERSOS	H	1,240000	20,10	24,96
1.1.1		ÁREA VERDE - POSTO JARDIM/FORNECEDOR (RETRADO NA JAZDA, SEM TRANSPORTES)	Material	m²	0,712000	51,43	36,61
1.1.1		CONCRETO PORTLAND COMPOSTO CP-32	Material	KG	391,170000	0,37	144,73
1.1.1		REDEIRA BRITADA R. 1 (8.5 x 19 MM) POSTO FERRERAFORNECEDOR, SEM FIBRE	Material	m³	0,5927000	62,90	36,74
1.1.1		MO sem LS		42,74	0,00	MO sem LS	42,74
1.1.1		Valor do BDI		0,00	0,00	Valor com BDI	254,10
1.1.1		ARMADURA DE BLOCO, VIGA BALDAIRME OU SAPATA UTILIZANDO ACC 30 DE 12 MM, MONTEADA AF_160217	FUND. - FUND. E ESTRUTURAS	KG	1,000000	6,10	6,10
1.1.1		CORTE E DORNA DE ACC 30 DE 12 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_120215	FUND. - FUND. E ESTRUTURAS	KG	1,000000	6,10	6,10
1.1.1		AJUDANTE DE ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SECO - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,020000	19,34	0,96
1.1.1		ARMADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	SECO - SERVIÇOS DIVERSOS	H	0,080000	24,80	1,20
1.1.1		ALAME SECOCOR D 18 BIV. D = 1,83 MM (0,316 ASIM) OU 18 BIV. D = 1,25 MM (0,51 ASIM)	Material	KG	0,425000	13,30	5,62
1.1.1		REPARADOR DETACHADOR CIRCULAR COM MOTORIA LATERAL, EM PLÁSTICO, PARA VERGALHAO 4,2 X 12,5 MM, COBERTIMENTO 20 MM	Material	UN	0,400000	0,22	0,16
1.1.1		MO sem LS		2,20	0,00	MO sem LS	2,20
1.1.1		Valor do BDI		0,00	0,00	Valor com BDI	9,30
1.1.1		ARMADURA DE BLOCO, VIGA BALDAIRME OU SAPATA UTILIZANDO ACC 30 DE 12 MM, MONTEADA AF_160217	FUND. - FUND. E ESTRUTURAS	KG	1,000000	7,89	7,89
1.1.1		CORTE E DORNA DE ACC 30 DE 12 MM, UTILIZADO EM ESTRUTURAS DIVERSAS, EXCETO LAJES. AF_120215	FUND. - FUND. E ESTRUTURAS	KG	1,000000	5,21	5,21

Figura 14 Um dos relatórios do OrçaFascio Composições

Caso não tenhamos ainda todas as pranchas do projeto estrutural montadas, poderemos exportar os desenhos dos Editores dos Módulos do TQS, trocando a opção estabelecida nos critérios definidos no início deste artigo

(figura 4), trocando a opção conforme a figura 15, escolhendo *Nos desenhos do edifício*. O restante do processo é idêntico ao já descrito.

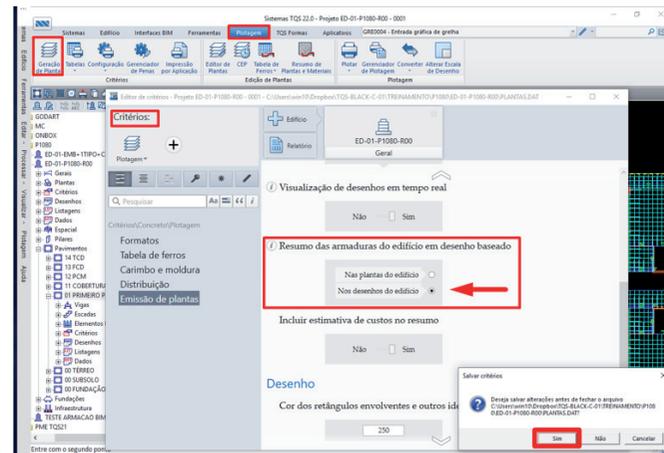


Figura 15 Opção de geração dos quantitativos através dos Editores dos Módulos do TQS

Seja no desenvolvimento de projetos pela metodologia BIM ou em processos convencionais, a colaboração entre a disciplina de projeto estrutural com as disciplinas de orçamentação e o consequente planejamento da obra, se mostra bastante eficiente com esta nova ferramenta de interoperabilidade, subsidiando decisões da engenharia estrutural ainda na fase de projetos e facilitando as demais etapas pertinentes aos projetos dos empreendimentos.



É com muita satisfação que anunciamos os clientes que atualizaram suas licenças dos Sistemas TQS, nos últimos meses, para a Versão 21:

CAT Engenharia e Consultoria Ltda. (São Paulo, SP)  
Wendler Proj. Eng. Estrutural Ltda. (Campinas, SP)  
Somma Cálculo Estrutural Ltda. ME (Campinas, SP)  
Pedreira de Freitas Ltda. (São Paulo, SP)  
Ferriani Projetos - Eireli (Ribeirão Preto, SP)  
Aeolus Eng. e Consultoria S/C Ltda. (São Carlos, SP)  
Monteiro Linardi Eng. Assoc. S/S Ltda. (São Paulo, SP)  
Pró Estrutura Engenharia Ltda. (Uberaba, MG)  
Eng. Augusto Teixeira Albuquerque (Fortaleza, CE)  
RKS Eng. de Estruturas Ltda. (Florianópolis, SC)  
Entec Eng. Técnica Econômica S/C Ltda. (Cuiabá, MT)  
Simetria Eng. de Projetos Ltda. (Belo Horizonte, MG)  
Flexcon Engenharia Ltda. (Curitiba, PR)  
Eng. Thiago Mazzutti Guerra (São José do Rio Preto, SP)  
Norcalc Projetos Estruturais S/S - EPP (Fortaleza, CE)  
Engeprem Eng. Prémoldados Ltda. (Jaboticabal, SP)  
Ápice Consultoria Estrutural Ltda. (Niterói, RJ)  
Eng. Ilacir Ferreira (Brasília, DF)  
Protec Estrut. de Concreto Ltda. (Juiz de Fora, MG)  
Eng. Edson José de Oliveira (Goiânia, GO)  
Eng. Alexandre Arthur Ballerini (Campinas, SP)  
Eng. Pedro Campestrini (Cascavel, PR)  
Higino Lunardi Proj. e Planejamento (Maceió, AL)  
Eng. Alan Rene Marra Jr. (Rio de Janeiro, RJ)  
Eng. Leonardo Gonçalves Costa (Brasília, DF)  
JDS Projetos S/c Ltda. (São Paulo, SP)  
Ribeiro Eng. de Projetos Ltda. (Ribeirão Preto, SP)  
Eng. Paulo Sérgio Leoneli (Santos, SP)  
Eng. Jovair Ávilla Junior (São José do Rio Preto, SP)

Eng. Renato Ferreira (Suzano, SP)  
Eng. José Gregório Espindola (Santana do Parnaíba, SP)  
São Salvador Alimentos S/A (Itaberaí, GO)  
Eng. Thiago Aleixo Junqueira (Salvador, BA)  
Eng. Félix Pedro Rosin Júnior (Bento Gonçalves, RS)  
Eng. Arquelau M. Zordão (Santa Rita do Passa Quatro, SP)  
Transmar Cons. e Eng. Ltda. - EPP (Vitória, ES)  
Sr. Rodrigo Rafael Campos (Goiânia, GO)  
Eng. Luís Augusto B. G. de Oliveira (Piracicaba, SP)  
Erredois Eng. e Representações Ltda. (Franca, SP)  
Eng. Marcos Andrew Rabelo Soeiro (Fortaleza, CE)  
Eng. Dayene C. de Siqueira (Belo Horizonte, MG)  
Eng. André Luiz Alves (Botelhos, MG)  
Eng. Ricardo Thiesen (Cascavel, PR)  
Bertuol Engenharia Ltda. (Caxias do Sul, RS)  
Eng. Davi Bernardes Rabelo (Belo Horizonte, MG)  
Eng. Rogério Quinhones Pereira (Santa Maria, RS)  
Eng. Jânio Marcondes Machado (São Paulo, SP)  
Engetrel Engenharia SS Ltda. (Vinhedo, SP)  
Mpreti Projetos de Eng. Ltda. (São Paulo, SP)  
Eng. Raphael Barbirato de P. Loures (Maceió, AL)  
Prefeitura Municipal de Bauru (Bauru, SP)  
Eng. Sílvio Carlos F. Ferreira (Salvador, BA)  
Construtora e Incorporadora Cestelli (Sarandi, RS)  
CTA S.A. Constructora (Asunción, Paraguai)  
Eng. Harlei Rodrigues (Conchal, SP)  
MK Construções Ltda. (União da Vitória, PR)  
Sr. Charlan William Oliveira Silva (Maceió, AL)  
Eng. Eduardo H. L. Daldegan (Central Minas, MG)  
Anderson Darwin Martinhuk Me (Curitiba, PR)  
Eng. Adeir Pinto da Silva (Cuiabá, MT)  
Eng. Elizeth R. Machado (Belo Horizonte, MG)  
Eng. Júlio César Starnini Camargo (Americana, SP)  
Cia. Proc. Dados do Estado SP (Taboão Serra, SP)  
Exponent Engenharia Ltda. - ME (Itajaí, SC)  
Eng. Daniel Firmino Diniz (Oliveira, MG)  
Eng. Laiza Pereira de Freitas Altoé (Serra, ES)  
Eng. Pedro Aa Brito Garcia (Patrocínio Paulista, SP)  
Eng. Marcelo Azambuja Rocha (Rio Pardo, RS)  
A Constrular Dep. Mat. Const. Ltda. (Uberlândia, GO)  
Eng. Renato de S. Garin Simões Correa (Jataí, GO)  
Eng. Lucas Maffei Bragiato Canton (Assis, SP)  
Eng. Paulo H. Alves de Lima (João Pessoa, PB)  
Eng. Wislei Aparecido Nogueira (Jundiá, SP)  
Eng. Bruno Capuruço (Belo Horizonte, MG)  
Eng. Tobias Fernandes (Natal, RN)  
Multisigma Projetos e Eng. Ltda. (Porto Alegre, RS)  
Eng. Iago Cedro Burjack Cirqueira (Palmas, TO)  
Alma Engenharia Integrada Ltda. (Porto Alegre, RS)  
FGSC Gestão de Serviços Eng. Ltda. (Maringá, PR)  
Cubo Serviços de Engenharia Eireli (São Paulo, SP)  
P2E Engenharia Ltda. (Maceió, AL)  
Stein Projetos de Estruturas Ltda. (Santa Maria, RS)  
Eng. Jefferson Fernandes (Belém, PA)  
CIR Eng. de Projetos Soc. Sim. P. (Poços Caldas, MG)  
Eng. Régis Okamoto (Osasco, SP)  
Luiz Dalsenter Construtora Ltda. (Nova Trento, SC)  
Eng. Leonardo Barroso de Oliveira (Belém, PA)  
Eng. Flávio de O. Neto (Santo Antonio Monte, MG)



Estadio 3 Engenharia de Estruturas, Porto Alegre, RS

É com muita satisfação que anunciamos a adesão de importantes empresas de projeto estrutural aos sistemas TQS. Nos últimos meses, destacaram-se:

Baccin Engenharia Ltda. (Caxias do Sul, RS)  
 Eng. Thiago Borges de Abreu (Campo Verde, MT)  
 Eng. Alan Jonas de Mira de Oliveira (Joinville, SC)  
 Magalhães e Comarela Eng. Associados (Vila Velha, ES)  
 Eng. Guilherme Martins Lopes (Jau, SP)  
 Eng. Hélio Messias de Souza Lima (Poções, BA)  
 DR7 Engenharia Ltda. (Campinas, SP)  
 Eng. Tales Nardel Barbosa Viana (Fortaleza, CE)  
 Eng. Eduardo Resende Gomes (Uberaba, MG)  
 Eng. Fernando César Costa Oliveira (Adamantina, SP)  
 Eng. Tatiana Borges Garcia (Uberlândia, MG)  
 Eng. Marcos Correia de Campos (Maringá, PR)  
 Eng. Alexandre Costa Andrade (Nova Petrópolis, RS)  
 AVR Pré-Moldados Constr. e Comércio Ltda. (Capivari, SP)  
 Eng. Aguinaldo Prado (Poços de Caldas, MG)  
 Sr. Gabriel Barbero Pisani (São Paulo, SP)  
 Eng. Carlos Eduardo Vilaça G. Guimarães (Itaúna, MG)  
 Eng. Cleiton Welber Oliveira Araújo (Campinas, SP)  
 Eng. Celso Viana Da Silva (Maceió, AL)  
 Eng. André Luís Lima Velame Branco (São Carlos, SP)  
 Eng. Elker Lucas Garroni (Machado, MG)  
 Eng. Gilberto Francisco C. Junior (Uberlândia, MG)  
 Eng. Giovanna Spinola Silveira (Ribeirão Preto, SP)  
 Eng. Maykon Moreira Mendes Lima (Trindade, GO)  
 Eng. Rafael Cazini (Taboão da Serra, SP)  
 Eng. Paulo Ricardo Silva Mendes (Goiânia, GO)  
 Eng. Gustavo Giacchetta Andrade (Poços de Caldas, MG)  
 Eng. Lucas Henrique Souza Munhoz (Londrina, PR)  
 Sr. Eduardo Augusto da Silva Cândido (Goiânia, GO)  
 Eng. Eduardo Borges Zibellini (São Paulo, SP)  
 Eng. Sidnei Camacho Ramos (Manaus, AM)  
 Eng. Rafael Augusto de Brito (Aguai, SP)  
 Eng. Bruno Vaz (Salvador, BA)  
 Eng. Thiago Araújo Macedo (Brasília, DF)  
 Sr. José Diego Godoy de Oliveira (Monte Sião, MG)  
 Eng. Mariana de Parolis Lauria (Poços de Caldas, MG)  
 Prof. Wagner José da Silva Galvão (Porto Velho, RO)  
 Eng. Felipe Trovatti (Santiago, Chile)  
 Eng. André Cardenas (São Paulo, SP)  
 Eng. Rafael Lima da Luz (Palmas, PR)  
 Eng. Arthur Ruan da Silva Pereira (Angicos, RN)  
 Eng. Ramon Lauton Andrade (Brasília, DF)  
 Construtora Lenge Ltda. (Guarapuava, PR)  
 Eng. Adailton Carlos da Silva (São Paulo, SP)  
 Eng. Patrícia Cristina Buss Wisbiski (Ponta Grossa, PR)  
 Eng. Erik Miszura Ferreira (Goiânia, GO)  
 Roncatto Engenharia Ltda. (Porto Alegre, RS)  
 Eng. Sabrina Nascimento (Limeira, SP)  
 Eng. Celso Augusto Pissinatti Cardoso (Sertãozinho, PR)  
 Eng. Alexandre Justus Pilatti (Ponta Grossa, PR)  
 RCE Construções e Engenharia Eireli ME (Goiânia, GO)  
 Eng. Marcello Usai (Brasília, DF)  
 Prof. David Ranieri Olivio (Araras, SP)  
 Associação dos Municípios do Entre Rios (Maravilha, SC)  
 Eng. Thiago de Farias Silva Miranda (Gama, DF)  
 Eng. Diogo Felipe Steinheuser (Lages, SC)  
 Eng. Tiago César Pereira (Ouro Fino, MG)  
 Eng. Ricardo Sampaio Romão Filho (Maceió, AL)  
 Eng. Reginaldo Araujo Devito (Araras, SP)  
 Eng. Gabriela Paulinelli Almeida (Luz, MG)

Sr. Eduardo Marques Vieira Pereira (Natal, RN)  
 Delta Mais Engenharia Ltda. (Niterói, RJ)  
 Eng. Igor Naves de Souza (Itamogi, MG)  
 Eng. Rafael Luchesi (Chapecó, SC)  
 Eng. Antonio Celso Pinheiro Viana (Fortaleza, CE)  
 Sr. Rafael Augusto Galuppo (Chapecó, SC)  
 Eng. Paulo Augusto Piccoli Marafon (Chapecó, SC)  
 Vila Real Design Ltda. (Joinville, SC)  
 Eng. Fernando Tomaz (Vinhedo, SP)  
 Eng. Jonat Tayron Calaca Silva (Juazeiro do Norte, CE)  
 Eng. Matheus Vicari Pires (Campinas, SP)  
 Eng. Giovana Souza Simonetti (Bauru, SP)  
 Eng. César Augusto C. Teixeira (S. J. Evangelista, MG)  
 Eng. Clementino José dos Santos Netto (Belém, PA)  
 Eng. Luciana Queiroz Dividino (Vinhedo, SP)  
 Eng. João Pedro Nicola de Negri (Campinas, SP)  
 Sr. Iwerson Pinheiro da Luz (Rio Branco do Sul, PR)  
 Eng. Reinaldo Pelaes Salomão (São Paulo, SP)  
 Editora e Distribuidora Educ. S/A (Belo Horizonte, MG)  
 Eng. Luísa Rocha Wierzbicki (Rio Branco do Sul, PR)  
 Premazon Pré-Moldados Concr. Ltda. (Marituba, PA)  
 Eng. Lucas Adriel Figueiredo (Limeira, SP)  
 Eng. Raphael Canedo Eduardo (Orizona, GO)  
 Eng. Rodrigo Messias Melo Silva (Piumhi, MG)  
 Eng. Diego Schneider (Bom Princípio, RS)  
 Eng. Vítor Lunardi Di Fante (Santa Maria, RS)  
 A&F Engenharia e Construções Eireli EPP (São José, SC)  
 Eng. Rafael Matos da Silva (Santarém, PA)  
 Horizonte Constr. Incorp. Ltda. ME (Poços de Caldas, MG)  
 MR2 Soluções Estruturais Ltda. - ME (São Paulo, SP)  
 Eng. Leonardo Campos Dias (Unai, MG)  
 Ferreira & Cia Ltda. - EPP (Cuiabá, MT)  
 Açovia Ind. Com. Estr. Metálicas Eir. (Laranjal Paulista, SP)  
 Sra. Alexandra de Oliveira Rampinelli (Juiz de Fora, MG)  
 Eng. Marcelo Leite de Melo Filho (Rio de Janeiro, RJ)  
 Eng. Dyaloisio Araújo Fonteles (Maracanaú, CE)  
 J. F. de S. Colombo Gerenciadora - EPP (Santo André, SP)  
 Sodec Solid Design Eng e Consult Eireli (Jacareí, SP)  
 Eng. Bernar Henrique Gama Braga (Cabedelo, PB)  
 Sr. Euzébio Fernandes Neto (São José do Rio Pardo, SP)  
 Eng. Beatriz Guerra Santos Marson (Americana, SP)  
 Eng. Alexandre de Azevedo Marques (Santos, SP)  
 Gysi&Pradella Incorp. Imobiliárias (Getúlio Vargas, RS)  
 Eng. Charles Adriano de Carvalho (Orlândia, SP)  
 Francisca G. Coelho Sá e Cia Ltda. (Pastos Bons, MA)  
 Eng. Daniel Campos França (Lauro de Freitas, BA)  
 Eng. Ivanildo França de Araujo (Pará de Minas, MG)  
 Sr. Marlon Lopes Rossendy (Belo Horizonte, MG)  
 Eng. Erickson do Carmo Silva (Belém, PA)  
 Eng. Nahum Brasil de Freitas (Manaus, AM)  
 Comissão Regional de Obras 3 (Porto Alegre, RS)  
 Eng. Vitor do Rosário Sarmento (Vitória, ES)  
 Eng. Paulo Rodrigo Dapper (Novo Hamburgo, RS)  
 Eng. Nicolas Bez Batti Bergmann (Sapiranga, RS)  
 Eng. Pedro Fereguetti (Belo Horizonte, MG)  
 Sr. Ronis Benitto Correa Filho (São Paulo, SP)  
 Eng. Pedro Henrique Luz Torres (São Lourenço, MG)  
 Eng. Patrícia F. Caminhola (São Bernardo do Campo, SP)  
 P. A. Pereira Construções Prediais Ltda. (Rio de Janeiro, RJ)  
 Eng. Eurípedes W. do Prado de Oliveira (Campo Grande, MS)

## Momentos nulos nas fundações

Prezados colegas,

Fui contratado para elaboração de um projeto de fundações de um edifício e, para tanto, recebi do contratante as reações dos pilares (o edifício fora calculado por outro engenheiro, o qual desconheço). Entretanto, as reações informadas no projeto contêm apenas esforços verticais e esforços horizontais provenientes das ações de vento, não sendo informados momentos fletores nas fundações. Como trata-se de um edifício relativamente esbelto, tal situação causou-me estranheza. Portanto, vos pergunto: que artifício poderia o projetista estrutural ter utilizado para chegar a tal situação (ausência de momentos fletores na fundação) e quais as condições de aplicabilidade de artifícios como esses em edificações em geral? Desde já, agradeço a atenção de todos.

Att,

*Eng. Pablo Tonetto, Porto Alegre, RS*

Pablo,

Há cerca de 3 anos fomos contratados para fazer uma análise do estado da estrutura de um prédio aqui em Londrina que teve seis andares da estrutura executado e depois ficou parado por quase 20 anos.

Havia algumas patologias devidas ao tempo e flechas exageradas em lajes maciças (só com peso próprio).

Indicamos os procedimentos de correção.

Ao fazer a análise do projeto estrutural, com as cargas de fundação indicadas, percebemos que só havia a indicação de cargas verticais nas bases dos pilares; nenhum esforço horizontal e nenhum momento fletor.

Ao modelarmos a estrutura como um pórtico espacial (fizemos com o TQS e com o SAP), admitindo pilares rotulados nas bases, a coisa estava feita!

Flechas no topo do prédio de 1,50 m (sem efeito de 2ª ordem).

Conclusão: tivemos que incluir vários pilares parede adicionais em volta da escadaria e dos poços de elevadores e fazer novas fundações.

Sem isso o prédio (razoavelmente alto) corria sério risco de desabar em caso de ventos fortes (não estou nem falando de vento de norma).

Acho prudente uma conversa com o projetista da estrutura para ver com ele que sistema de contraventamento ele adotou.

*Eng. Valdir Bernardi Zerbinati, Londrina, PR*

Prezado Valdir,

Agradeço o retorno e o compartilhamento de sua experiência. Ao final da tarde de hoje, conseguimos entrar em contato com o projetista. O mesmo justificou que a ausência de momentos fletores deve-se à modelagem como “pórtico integrado” (vigas + pilares + lajes) visto que dessa forma, os momentos são decompostos em cargas

normais aos pilares. Ele confirmou que considerou, em sua análise, as ações devidas ao vento e que as mesmas resultaram nas solicitações horizontais nas fundações, não existindo solicitações de momentos fletores devido ao pórtico integrado. Entretanto, as vigas de travamento das fundações apresentam dimensões diminutas (de 20x40cm), o que aparentou ser incompatível com a finalidade de travamento. Dado a incerteza dos valores apresentados, penso em realizar a modelagem no modelo VI do TQS, a fim de confrontar os valores esperados com os apresentados. Fico aberto a sugestões sobre como proceder nesse caso e desde já, agradeço a atenção.

Att,

*Eng. Pablo Tonetto, Porto Alegre, RS*

Pablo e Valdir,

Antes de qualquer coisa, é bom diferenciar as forças horizontais dos momentos nas fundações. Se rotulamos todos os pilares, teremos a condição de momentos nulos. E nesse caso, obviamente que dependendo do prédio, as deformações ficam incompatíveis.

No entanto, rotulando ou não, as forças horizontais sempre existirão, engastando ou rotulando, por uma questão simples. se existe ação horizontal, tem que existir reação horizontal.

Sendo assim, até se admite em determinados casos que não se tenham os momentos, mas as forças horizontais serem nulas, implica dizer que não foi considerado o vento. Simples assim.

*Eng. Marcelo Rios, Salvador, BA*

Caro Pablo:

Tentando ajudar sem todas as informações necessárias, é possível que meus comentários sejam inócuos. No entanto, registro que é possível sim não haver momentos na fundação e deslocamentos horizontais satisfatórios caso os pilares sejam articulados na base e exista contraventamento tal como é usual em edifícios metálicos.

Caso o edifício em questão seja de concreto estrutural, então há informação transmitida ou repassada de modo incorreto. A nomenclatura de “pórtico integrado” com pilares, vigas e lajes é apenas uma forma de referenciar a um modelo tridimensional com todos elementos analisados em conjunto. Não era assim que nós fazíamos nos “tempos jurássicos” quando eu e muitos outros de cabelos brancos resolvíamos um edifício separando em uma subestrutura vertical e outra subestrutura horizontal. E os edifícios ficavam de pé ...!! Claro que, naquela época, havia mais Engenharia e menos computadores.

O fato de resolver com o modelo VI do programa TQS ou com qualquer outro programa de Análise Estrutural não irá modificar o resultado estático (a menos de alguma imprecisão numérica), desde que o modelo esteja correto em ambos programas e com as mesmas hipóteses. De fato, em qualquer programa de análise e qualquer material, é possível obter momentos nulos na fundação, o que não significa que seja esse o comportamento correto de um edifício de concreto estrutural. Creio que seria útil recomendar ao colega projetista original o

curso do Prof. Libânio Pinheiro que o Prof. Winston Zumaeta está divulgando, se você achar pertinente.

Finalmente, recomendo você tomar as decisões que lhe pareçam mais corretas, pois do ponto de vista legal e ético quando você assume o projeto de qualquer parte de uma obra, você passa a ser corresponsável por todas as etapas de projeto, independentemente de você concordar ou não.

No meu caso (se é que vale o exemplo), eu nunca aceitei projetar algo que eu não concordei. Acrescento: em inúmeras casos, alguns colegas e outros leigos tentam impor essa situação e já perdi obras e clientes por essa razão, sem perder o sono.

Abraços

*Eng. Rubens Migliore, São José do Rio Preto, SP*

Assino embaixo, Marcelo.

Dependendo da ordem de grandeza dos momentos, os pilares podem ser considerados como rotulados.

Sempre considerando o travamento em duas direções e uma considerável rigidez da superestrutura que justifique a adoção de rótulas.

Em estruturas de nós deslocáveis, considero proibitiva essa prática.

A única restrição que conheço é para os pilares que pertencem ao núcleo rígido. Estes de forma alguma podem ser rotulados

*Eng. Roger Scapini, Florianópolis, SC*

De toda essa história, eu só não entendi uma coisa. Por que é que contratam 2 engenheiros diferentes: um pra calcular a super estrutura e outra pra calcular as Fundações?

Não é muito mais simples quem modelou o edifício e sabe como o fez, calcular também as Fundações????

Atenciosamente,

*Eng. Márcio Cunha, Recife, PE*

Prezado Marcio,

A resposta ao seu questionamento abaixo é uma só.

**É INACEITÁVEL QUE O CALCULISTA DE QUALQUER SUPERESTRUTURA NÃO SEJA A MESMA CRIATURA QUE CALCULA AS FUNDAÇÕES DESTA MESMA ESTRUTURA.**

**ISSO É INACEITÁVEL PARA A MINHA CANSADA CABEÇA.**

Posso me imaginar vendo uma outra pessoa calculando as fundações daquilo que projetei sem que este tenha a menor ideia do que foi concebido por EU !

Eu nem mesmo deixo de verificar a capacidade de carga, arranjos e geometria de estacas propostas pelos geotécnicos, com todo o respeito que eu tenho por estes.

Taxas de capacidade de carga de solos também propostos por esses espetaculares engenheiros, eu também verifico sem nenhuma cerimônia.

Essa divisão de responsabilidade e projeto é, ou deveria ser formalmente considerada com uma grossa ilegalidade.

Simple assim !!

*Eng. Godart Sepeda, Rio de Janeiro, RJ*

Caro Godart.

Até a década de 70/80 era comum a gente aqui no escritório fazer em quase todos os projetos, tudo na fundação. Além do dimensionamento das peças estruturais de concreto (sapatas, blocos, cintas, etc) fazíamos também a parte de Geotecnia (definir a capacidade de cargas nas estacas ou da taxa do terreno nas fundações superficiais) usando todas as bibliografias e as ferramentas disponíveis da época (Máquinas programáveis (TI-59), ábacos, tabelas, etc). Em obras pequenas ainda hoje continuamos fazendo a parte de Geotecnia.

A partir dos anos 90 foram cada vez mais se popularizando em Recife os projetos de Geotecnia feitos por especialistas da área e muitas vezes com soluções inovadoras ainda hoje muito usadas na região: compactação do solo com estacas de areia, estacas de argamassas, substituição do solo por solo x cimento, etc, etc. Foram aqui pioneiros nestas técnicas os professores da UFPE Jaime Gusmão e Dilson Teixeira além do mestre Dirceu Pereira (COPEF). Por exemplo, temos um prédio feito há mais de 20 anos com 33 lajes apoiado em sapatas num terreno que recebeu compactação para uma taxa de 70 tf/m<sup>2</sup> para as cargas permanentes e sobrecargas e 91 tf/m<sup>2</sup> considerando também o vento.

É comum nestes projetos de Geotecnia eles lançarem mais de uma solução, por exemplo, mudando o tipo de estacas ou usando melhoramento no solo. Fazem cotação no mercado e vê também os prazos de execução, para em seguida, juntos com o construtor e o projetista estrutural, escolher a melhor delas. Hoje temos bons Geotecnistas na região que fazem projetos e executam as fundações. Vale aqui muito bem o ditado: cada macaco no seu galho (rrss!!).

A partir de então, nas edificações maiores, emitimos as plantas de Locação e Cargas nos Pilares e recebemos um Projeto de Geotecnia para fazermos o dimensionamento das peças de concreto armado. Mesmo assim, continuamos fazendo uma análise crítica superficial sobre o projeto recebido de Geotecnia, muitas vezes fazendo sugestões de melhorias principalmente nos blocos de 5 estacas e nos poços dos elevadores.

Acho como você, muito importante a presença dos projetistas de Geotecnia mas não ficaremos alheio às soluções adotadas por eles.

É mais um nicho importante aberto à Engenharia Civil, mais trabalho para os engenheiros, mesmo porque quando fazemos a parte de Geotecnia a remuneração não é geralmente compensatória.

Um grande abraço.

*Eng. Antônio Alves Neto, Recife, PE*

Caro Antônio,

Realmente, tenho um projeto aqui que o cliente contratou o Dilson Teixeira para uma análise, eu já havia proposto estacas com uns 30m. Dilson propôs o melhoramento do solo e me dar 5kgf/cm<sup>2</sup>!

Fiquei receoso e contactei com ele: me mandou todos os testes efetuados nas amostras e acabou me convencendo.

O prédio está lá, isso já faz uns 20 anos, todos os colegas que souberam diziam que eu teria problemas sérios, nunca tive nenhum, nem sérios nem engraçados.

Abraço,

*Eng. Antonio Palmeira, São Luís, MA*

---

Prezados colegas!

Há muito tempo não participo destas trocas de opiniões. Na verdade sou apenas um olheiro e tenho tirado muito proveito destes debates!

Gostei do tema, por isso me manifesto:

Com relação ao Marcelo Rios, gostei da sua explicação, mas tenho uma ressalva: Realmente, quando se articula um pilar junto à sua sapata o momento torna-se zero. O cálculo pode estar correto e a sapata diminui consideravelmente suas dimensões. Mas como executar a articulação deste pilar na sua base? Qual o critério executivo adotado para esta rótula? Esta mesma pergunta nos fizemos, quando nos encontramos, eu e o professor Roberto Chust Carvalho... Ficamos na mesma... E ainda concordamos plenamente com o seguinte: Não adianta de nada calcular de uma forma e fazer de outra forma!

Eis a questão: como executar a articulação?

Abraço a todos,

*Eng. João Rossignolo, Caxias do Sul, RS*

---

Raramente me manifesto nessa comunidade.

Quero me solidarizar com o questionamento do colega João Rossignolo.

Já vi vários projetos em que o pilar é considerado rotulado junto à fundação.

Como projetar de uma forma (rotulando) e executar de outra (engastando).

Como vai funcionar o pilar e, em especial, a fundação?

Att.

*Eng. Volnei P. da Silva., Porto Alegre, RS*

---

Bom dia caro colega João e membros da Comunidade.

Acho a questão levantada em relação a forma executiva da articulação bem interessante.

Como executamos a articulação de um pilar na fundação numa estrutura de concreto armado convencional?

Eis a questão.

Att.

*Eng. José Roberto Chaim, Piracicaba, SP*

João,

Apesar de não ter defendido a situação de rotular as fundações, como o tema é bom, vou passar a fazer a defesa das rótulas ... kkk

Na "vida real", penso que uma sapata, por exemplo, funciona como um engaste parcial, ou seja, ela girará alguma coisa, mas tem condição de assumir algum momento, ou seja, pode transferir momentos parcialmente para o solo. Nas estruturas hiperestáticas de concreto, quando um vínculo é desprezado, o curso natural é a quebra desse vínculo e o consequente funcionamento sem ele. Vide engastamentos de vigas e lajes. Óbvio que, ao construir uma ligação incompetente (concreto único, mas sem a devida armadura), o resultado será indesejável, ou seja, uma fissura, pelo menos.

Quando o inverso acontece, ou seja, computamos no cálculo um vínculo que não acontece totalmente, vamos armar a maior para aquele esforço, mas ele não acontecerá. Dessa forma, não haverá redistribuição de esforços. Na prática, se considerarmos um engaste que não existe numa viga, por exemplo, estamos subarmando um momento positivo no vão. Obviamente mais perigoso.

Dessa forma, na dúvida entre considerar ou não um vínculo que não se sabe a sua proporcionalidade, desprezá-lo implica, VIA DE REGRA, em mais segurança que adotá-lo integralmente. Subestimar esse vínculo, também é uma forma segura de tratá-lo, mas também fugir das fissuras.

Nas fundações, penso que o mais correto seria fazer uma envoltória que envolva a situação real, uma vez que não se sabe a situação real. Por melhor que seja o engenheiro geotécnico, ele não tem bola de cristal.

Sou contra usar os coeficientes de mola de forma cega. Parece piada fazer contas precisas em matrizes de rigidezes com centenas de milhares de equações, tudo levando em conta uma flexibilidade de um vínculo que é estimado... e ponha estimado nisso. Na dúvida, vamos pedir ao geotécnico uma faixa de valores e usamos a envoltória ou o limite mais a favor da flexibilidade dessa faixa.

*Eng. Marcelo Rios, Salvador, BA*

---

Esse parece que é o caso do Momento que não dura um Instante.

Um pilar está sempre engastado no elemento de fundação que é o terminal do pilar. Se um Momento do Cão quiser aparecer aí vai deixar de existir no mesmo instante que o conjunto começar a girar, pois é impossível colar o concreto na terra.

Deixando de existir o momento, deixa de existir o giro. Por isso Momento e Instante são sinônimos.

Quando a excentricidade é geométrica o problema é do pilar.

Todas as obras do mundo não caem por isso. São eternas porque o fundamento é livre da eternidade.

"Capichi no cálculo sem conta".

O resto é errar e piorar.

Bom regresso ao Brasil

Abs,

*Eng. Luiz Roberto de Menezes, São Paulo, SP*

Caro Luiz Roberto,

Embora não tenha acompanhado toda a discussão, não posso concordar com suas considerações e de outros em relação à rótulas nas bases dos pilares.

E se sua fundação for bloco sobre estacas? Ela gira livremente? Talvez a custo de muita fissuração e plastificação do concreto (pilares-bloco-estacas) e do solo. E a durabilidade desse pilar? justamente na região mais fácil de ficar em ciclos de molha e seca.

Considerar engaste perfeito pode ser conservador, mas zero de momento eu não vejo como, nem se a fundação for sapata.

Por fim uma questão conceitual, vocês armam esse pilar para o momento mínimo? Se sim, não é uma rótula.

Adicionalmente, acrescentando a discussão sobre rótulas ou articulações tipo Freyssinet, não recomendo em bases de pilares. É preciso muito cuidado pra não derrubar a estrutura no início de sua construção.

Cordialmente,

*Eng. Daniel Miranda, São Paulo, SP*

Prezado Daniel,

Essa metodologia tem sido usada há muito tempo: pilares do núcleo rígido engastados e pilares de menor importância rotulados.

Acompanhei dezenas de engenheiros conceituados trabalhando assim desde o nanquim até o bim (rimou). Prédios com mais de 30 anos de existência por todo o Brasil em perfeito estado falam por si.

Trata-se de uma evidência anedótica, obviamente, mas considere a importância dessa amostragem.

A suposição que você faz de que ocorre essa plastificação em situações reais é plausível, mas não comprovada cientificamente de igual forma.

Eu costumo avaliar os momentos primeiramente com os blocos e sapatas engastados, e libero aqueles que não representam importância para a estabilidade global com rótulas SIM, ou melhor, com uma armadura mínima.

Suas considerações são válidas, lógico, mas você não está levando em consideração que ao rotular os pilares na base, a superestrutura assume o papel de enrijecer o pórtico.

O contrário não aconteceu!

Abraço,

*Eng. Roger Scapini, Florianópolis, SC*

Caros

O problema todo não é o que se considera no modelo, mas o que se faz no detalhamento da ligação pilar x bloco (ou sapata).

Se forem colocados arranques com comprimento de ancoragem no pilar, ele está engastado ou parcialmente engastado. Tem momento atuante e ponto final.

Para ser rótula, com momento zero, deve ter ligação com esfera, ou só apoiado, sem arranques, ou algo semelhante. Se colocar 2 chumbadores, o pilar fica livre para girar numa direção, mas não na outra.

Abs.

*Eng. Eduardo Barros Millen, São Paulo, SP*

Prezado Eduardo,

Entendo o que quer dizer, mas permita-me fazer um contraponto.

O que gera o momento não são as armaduras isoladamente, mas as excentricidades e esforços horizontais, amplificados pela falta de rigidez da superestrutura.

O simples fato de colocar armadura num elemento de ligação estrutural não “gera” momento espontâneo.

Não podemos dizer que há “momento e ponto final” numa sapata centrada de uma residência, por exemplo, por mais que eu coloque armadura na ligação.

Havendo esforços que transmitam momentos para as fundações, certamente essas armaduras serão solicitadas.

As fundações com vínculo de primeira ordem por cautela precisam ser dimensionadas para um momento mínimo, não existe rótula 100% efetiva.

Porém, se eu dimensionar minha estrutura com a consideração teórica de rótula, a superestrutura terá que ser reforçada, bem como as vigas de baldrame, para reduzir os deslocamentos horizontais e o gama-z.

Temos que lembrar que incidência de momentos na fundação é menor numa estrutura com pilares rotulados, justamente por causa do necessário enrijecimento da superestrutura.

De forma alguma estou sugerindo que os momentos existentes de fato sejam ignorados, antes de ser mal interpretado, como é usual.

Enfim, penso que a necessidade de adoção de fundações engastadas aumenta à medida que a obra precisa dessa ligação para manter a estabilidade global.

Saudações,

*Eng. Roger Scapini, Florianópolis, SC*

Prezado Roger,

O “sempre fiz assim” nunca me convenceu. Estou com o Millen.

Coisas que não são “cientificamente” comprovadas nem pro “bem”, nem pro “mal”, não serve como argumento pra mim também.

Se alguém me disser que projetou o prédio com rótula na base do pilar (ligação com o bloco), mas o detalhe é monolítico, passível de momento fletor, não compro um apartamento lá nem que a vaca tussa, independente de projetista.

Concordo que em edificações pequenas, os momentos podem ser pequenos e não fazem muita diferença, mas avaliaria o pórtico mesmo assim. Basta ser pórtico pra ter momento, a carga vertical mesmo gera isso.

Me parece que você faz uma análise cuidadosa.

Ao longo dos anos percebemos que alguns critérios de dimensionamento tinham segurança inadequada, muitos desse critérios “ruins” não apresentaram problemas imediatos ou foram aparentes o suficiente para chamar a atenção, mas ensaios experimentais mostraram problemas. Dou um exemplo:

O ACI tem um critério para lajes sem estribo, o equivalente ao Vrd1 nosso. O ACI de 2019 reduziu a quase metade a resistência à cortante das lajes sem estribo (comparando com o mesmo ACI de 2014). Entrou um fator de escala bem oneroso quando a laje é espessa (mais ou menos > 60 cm). Quem deixou isso visível foi ensaio, não a prática. Lajes de pontes são espessas e temos muitas pontes. Posso apostar que vem mudança no Vrd1 da NBR6118...

Abraço,

*Eng. Daniel Miranda, São Paulo, SP*

Colegas,

Ainda estudante, estagiário do Instituto Tecnológico do RS, depois Fundação de Ciência e Tecnologia, fiscalizamos a construção do Centro Administrativo do Estado RS e a estrutura usava articulações do tipo Freyssinet no andar térreo. Na maior dimensão do prédio, os pilares tinham articulações em duas elevações no mesmo andar de forma a permitir a deformação da estrutura por retração e temperatura.

A junta tipo Freyssinet tinha a redução de seção e tinha armadura com estribos de cintamento e armação vertical, que permitia trabalhar a uma tensão de compressão elevada (pilar cintado).

A construção foi em 1972 +/-, há 48 anos.

Saudações,

*Eng. Moacir Muniz da Silva, Rio de Janeiro, RJ*

Caros colegas

O que quis dizer é que a hipótese de cálculo TEM que ser considerada no detalhamento, para um projeto bem feito.

Só isso.

Muito grato pelos seus comentários. Essa discussão é muito proveitosa.

No meu texto, onde escrevo:

*Não podemos dizer que há “momento e ponto final” numa sapata centrada de uma residência, por exemplo, por mais que eu coloque armadura na ligação. Concordo com você. Eu me expressei mal. Favor ler: “não é uma ligação articulada.”*

Abs,

*Eng. Eduardo Barros Millen, São Paulo, SP*

Caro Daniel,

Sim, eu não jogo dados. Em prédios altos SEMPRE considero os momentos.

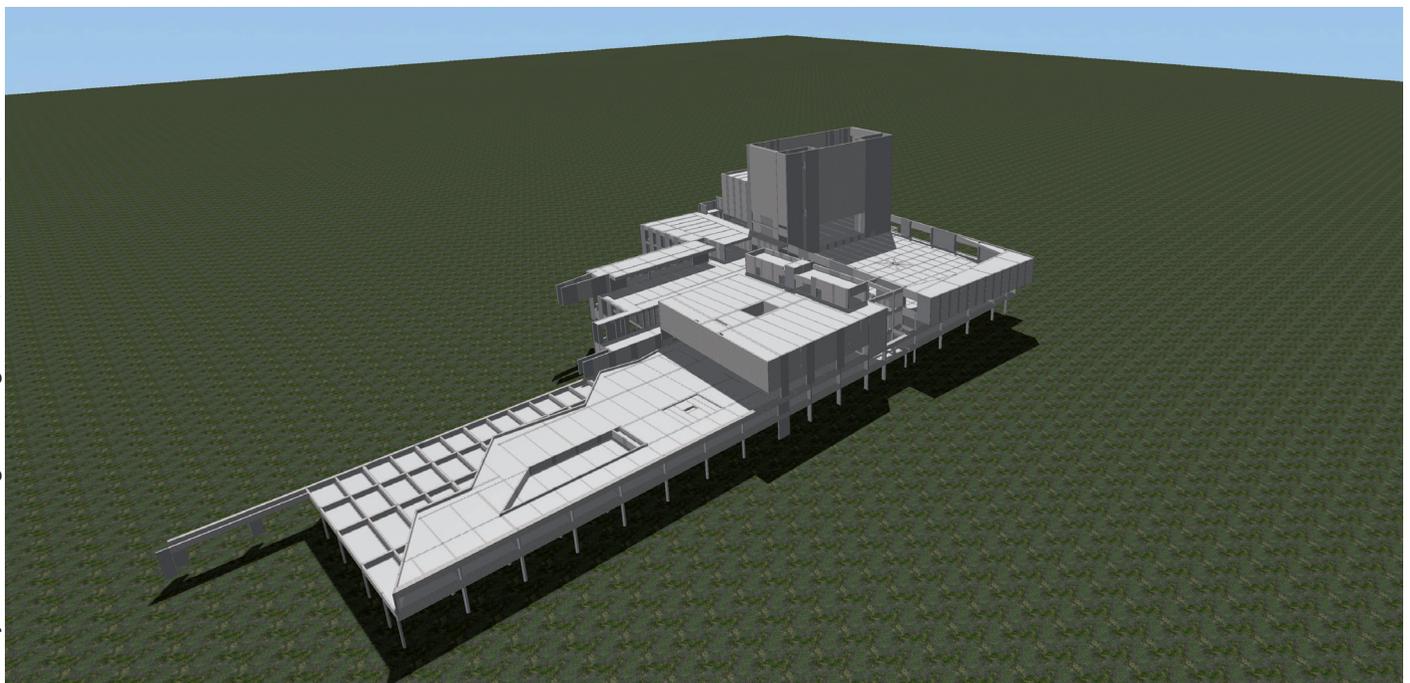
Se percebo que um pilar de menor importância está “puxando” um momento alto, logo tento resolver essa situação para que não dependa dessa ligação para a estabilidade global.

Não me agrada ter blocos de fundação sujeitos a tensões internas por toda a sua existência. Prefiro estimar um certo grau de plastificação. Mas insisto: de forma alguma faço reduções de momento em pilares do núcleo rígido.

Para edificações pequenas e “achatadas”, é rótula na certa, mas travo todos os blocos em duas direções.

Abraço!

*Eng. Roger Scapini, Florianópolis, SC*



## Comunicado :: Suporte Técnico :: TQS

Os sistemas TQS evoluem continuamente. Em média, a cada 18 meses, uma nova versão é liberada aos clientes. Estas novas versões acompanham a evolução dos hardwares, sistemas operacionais, softwares comumente instalados, normas técnicas, abrangência de elementos estruturais, tecnologia da informática aplicada a construção (BIM) etc.

A TQS sempre teve por diretriz básica fornecer um excelente suporte técnico aos seus clientes, dirimindo tanto as suas dúvidas técnicas como as operacionais. Principalmente pela natureza dos produtos que comercializamos (softwares para o projeto estrutural), o suporte técnico é de fundamental importância.

Devido a pandemia do Coronavírus (Covid-19), implementando ações de prevenção em nosso ambiente de trabalho e seguindo as recomendações dos órgãos de saúde, estamos todos, temporariamente, trabalhando à distância.

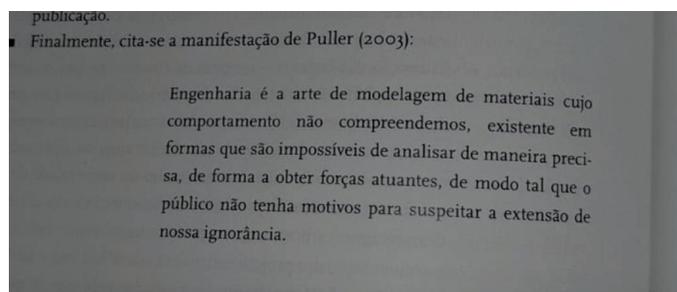
Visando padronizar o fluxo de recebimento de e-mails, melhorar o atendimento ao suporte técnico e diminuir o tempo de resposta ao cliente, a partir do dia 1 de outubro de 2020, as consultas ou solicitações de suporte técnico à TQS deverão ser realizadas exclusivamente através do formulário em nosso site: <http://suporte.tqs.com.br>.

Os atendimentos através do telefone, exclusivo para clientes TQS v20, v21 e v22, estão funcionando normalmente., o canal ativo via telefone a ser utilizado é o +55 11 3883 2722.

Contamos com a sua compreensão e colaboração para a implantação desta padronização das requisições de suporte.

Atenciosamente,  
TQS Informática Ltda.

## O que é engenharia?




ENGENHARIA ESTRUTURAL É A ARTE DE MOLDAR MATERIAIS QUE NÃO ENTENDEMOS COMPLETAMENTE, EM FORMAS QUE NÃO PODEMOS ANALISAR PLENAMENTE, DE MODO A SUPORTAR FORÇAS QUE REALMENTE NÃO PODEMOS AVALIAR, DE TAL MANEIRA QUE A COMUNIDADE EM GERAL NÃO TENHA MOTIVOS PARA SUSPEITAR A EXTENSÃO DA NOSSA IGNORÂNCIA.

~Brown, E.H.

@josesergiodossantos



Hirata e Associados - Enga. Cristina Ribeiro, Goiania, GO

## Nota de falecimento – Mário Franco

É com imenso e profundo pesar que a ABECE comunica o falecimento do grande amigo e profissional Prof. Dr. Mário Franco, considerado uma das maiores autoridades em engenharia estrutural do País.

Associado da ABECE desde a fundação da entidade, em 1994, foi membro do conselho nas gestões 1996-1998 e 2000-2002 e recebeu o título de “Associado Honorário”, em 2003, pelo reconhecimento aos relevantes serviços prestados à engenharia estrutural e consultivas brasileiras.

Em conjunto com a Gerdau, a ABECE lhe conferiu, ainda, o título de “Personalidade de Engenharia Estrutural 2011” e, pelas suas obras, foi o vencedor do “Prêmio Talento Engenharia Estrutural” em 2003, 2005 e 2008. Em 2009, foi um dos homenageados do “Destques ABECE”.

Mas o reconhecimento pelo seu trabalho veio, também, de outras instituições, como “Prêmio Emilio Baumgart” (Ibracon - 1985), “Eminente Engenheiro do Ano 2001” (Instituto de Engenharia de São Paulo), “Prêmio Melhor Trabalho Técnico do Ano” (1999, 2002 e 2003), entre outros.

Foi, por inúmeras vezes, palestrante no maior e mais tradicional evento promovido pela ABECE, o ENECE (Encontro Nacional de Engenharia e Consultoria Estrutural), e sempre teve auditório lotado e ávido por obter seus ensinamentos. Em 2011, com a humildade que lhe foi sempre peculiar, foi o primeiro convidado para o “Bate-Papo ABECE”, iniciativa do Grupo ABECE Inova-

ção que visava proporcionar aos jovens profissionais o contato com um grande expoente da engenharia estrutural para a troca de informações sobre sua vida estudantil e sua trajetória.

E que história de vida profissional teve o menino nascido em Livorno, na Itália, em 14 de março de 1929! Formado em Engenharia Civil pela EPUSP (Escola Politécnica da Universidade de São Paulo), foi professor do Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações desta Universidade e professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP, além de ter sido professor visitante do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa (Portugal) e em Macau (China). Sócio fundador do Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco Engenheiros Cíveis Ltda., em 1952, participou de mais de 2000 projetos estruturais.

Sempre foi presença marcante não só na ABECE como nos grandes eventos da engenharia brasileira, compartilhando seu conhecimento e seus desafios em projetos, cujas obras são verdadeiros ícones, principalmente na capital paulista, como Othon Palace Hotel, Palácio das Convenções do Anhembi, CENU (Centro Empresarial Nações Unidas), Hotel Unique, Ed. Rochaverá, entre tantos outros espalhados pelo Brasil e pelo mundo.

Sua ausência física será fortemente sentida, mas suas marcas estão eternizadas em corações, cidades, estados e países e jamais serão apagadas.

*Fonte: Informativo ABECE*

## Fundação da Academia de Engenharia da Bahia

No dia 16 de julho de 2019, foi fundada a Academia de Engenharia da Bahia, uma entidade independente e autônoma, que reúne profissionais de nível superior na área de Engenharia e áreas afins, líderes de competência em suas respectivas especialidades, para discutir e aconselhar, tendo por missão contribuir para que a sociedade e o Estado sejam servidos por uma engenharia competente, inovadora, ética e preocupada com a sustentabilidade.

A Academia será representada pelo seu Diretor Presidente Prof. Eng. Antonio Carlos R. Laranjeiras.

Abaixo uma foto do grupo de engenheiros fundadores.



RM Mais, Vinhedo, SP



Conectado com você, pensando no futuro.



Iniciando no TQS – Concreto Armado  
TQS Edifícios Estruturados em Aço  
TQS Modelos Avançados  
TQS Lajes Protendidas - Conceitos e Exemplos



TQS Alvest  
TQS Edifícios Estruturados em Aço  
Iniciando no TQS – Concreto Armado  
TQS Modelos Avançados  
TQS Lajes Protendidas - Conceitos e Exemplos

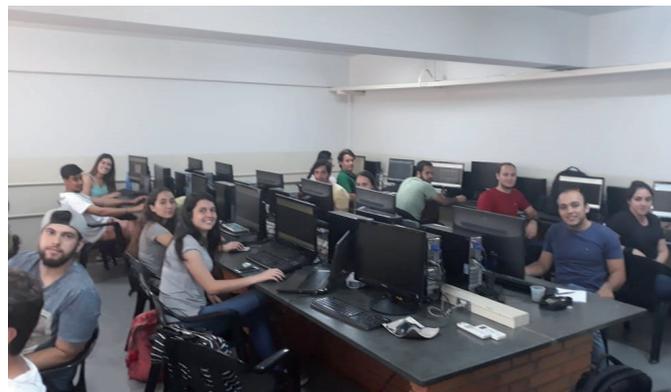
## Cursos TQS

Ao longo de 2019 e do início de 2020, muitos cursos dos Sistemas TQS ocorreram em todo o Brasil. Alguns cur-

sos foram realizados pela equipe TQS e outros em parceria com empresas e universidades:



*Palestra ETEC Guaianazes - São Paulo, SP, 2019*



*Curso TQS UFU - Uberlândia, MG, 2019*



*Curso TQS FMU - São Paulo, SP, 2019*



*Curso TQS Faculdade Anhanguera - Campus ABC, SP, 2019*



*Curso TQS Concreto Armado - Hands-On - São Paulo, SP*



*Curso TQS Hands On Modelos Avançados - Belo Horizonte, MG*



Curso TQS BIM - Hands On - São Paulo,-SP



Palestra TQS Unid - São Paulo, SP



Minicurso TQS São Judas - São Paulo, SP



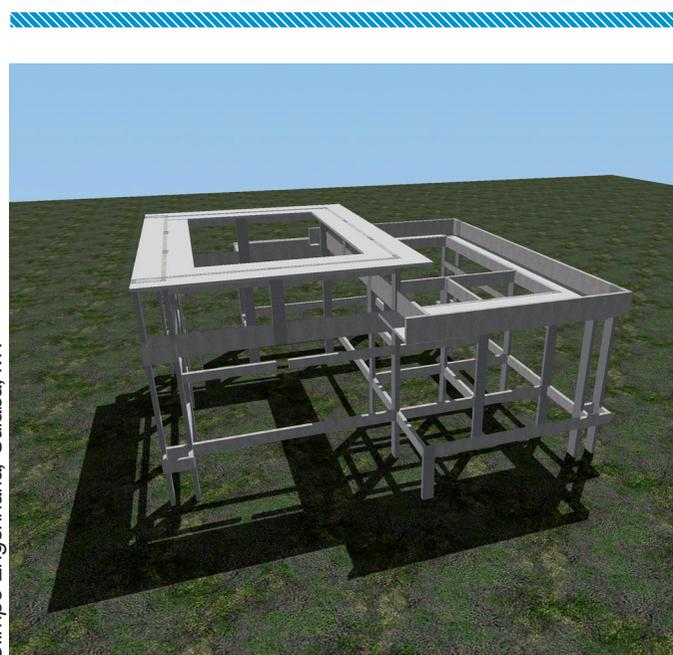
Curso TQS Concreto Armado - Hands-On - São Paulo, SP II



Curso TQS Hands On Estruturas de Aço - São Paulo, SP

Acompanhe nossas mídias sociais ou acesse nosso site para o calendário 2020 de Cursos TQS

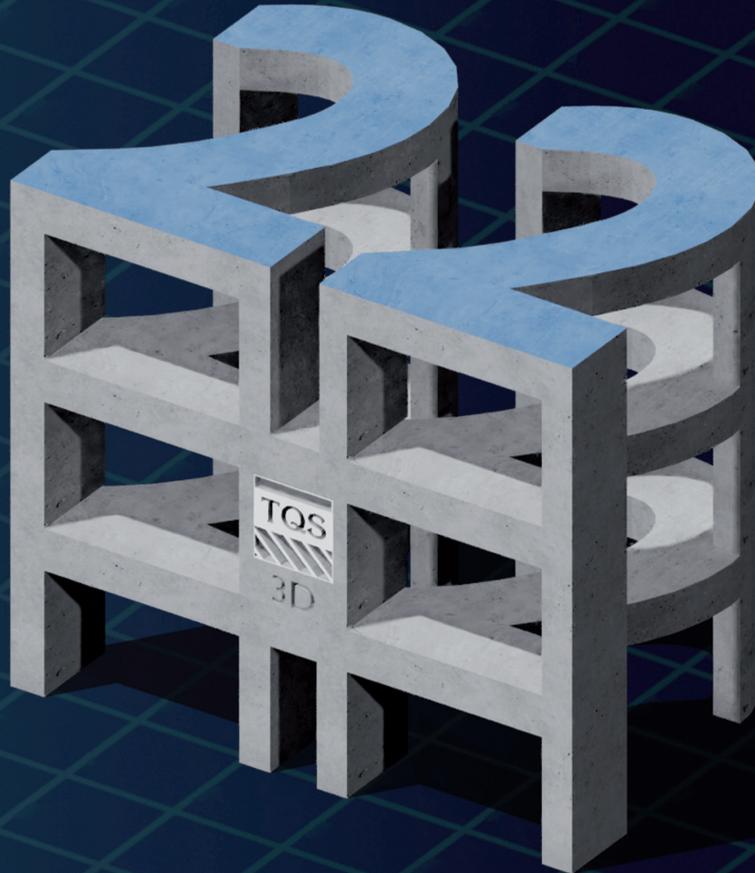
Para mais informações entre em contato com o nosso departamento de eventos pelo telefone (11) 3883-2722 ou pelo e-mail [eventos@tqs.com.br](mailto:eventos@tqs.com.br).



Olimpo Engenharia, Cuiabá, MT

 TQS

[tqs.com.br/v22](http://tqs.com.br/v22)



## Mergulhe na 3ª Dimensão

Nova plataforma gráfica cria um ambiente de trabalho 3D imersivo, mais apto ao BIM e mais veloz.

@tqsinfo



TQSInfo



@TQSInformatica



tqs-informática

TQS Informática | [comercial@tqs.com.br](mailto:comercial@tqs.com.br) | +55 11 3883-2722

## Dissertações e teses

AGUIAR, Monica Cavalcante de  
**FORMA-ESTRUTURA: Matriz de expressão tectônica no MAM-Rio, na FAU-USP e na Catedral de Brasília, 2018**

*Dissertação de mestrado*

*PUC Rio – Rio de Janeiro, RJ*

*Orientador: Prof. Dr. Marcos Favero*

Resumo: Forma-estrutura, como matriz de expressão tectônica, é um conceito formulado nessa pesquisa por uma ótica transdisciplinar. Efetuou-se uma investigação por meio da associação entre saberes pertinentes aos campos da Arquitetura e da Engenharia Estrutural, com o objetivo de propor uma abordagem de análise de projetos que possa trazer à luz o princípio que faz com que, em certas edificações, a estrutura espacial arquitetônica e a estrutura portante configurem uma única essência. A primeira parte da pesquisa consiste da abordagem teórica do conceito forma-estrutura, contextualizado historicamente pelo desenvolvimento da Arquitetura e da Engenharia Estrutural ocorrido a partir da separação dos campos de atuação das disciplinas no século XVIII. O Museu de Arte Moderna do Rio de Janeiro (MAM-Rio), a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP) e a Catedral de Brasília integram a segunda parte da pesquisa, na qual foram anali-

sados a partir de categorias de caráter transdisciplinar, coerentes com a abordagem aqui proposta. Ao longo do trabalho constatou-se que a fundamentação conceitual proposta na primeira parte foi consistente como base teórica para as análises desenvolvidas na segunda parte. Análises nas quais o conceito de forma-estrutura, implementado como princípio projetual, se mostrou não apenas evidente como também a fonte, ou melhor, a matriz de expressão tectônica daqueles projetos. A pesquisa, além de comprovar expectativas, ampliou o campo de investigações relacionadas ao debate sobre Arquitetura Moderna e, possivelmente, sobre a Arquitetura Contemporânea.

Palavras-chave: Forma-estrutura; Expressão tectônica; Arquitetura; Engenharia estrutural; Transdisciplinaridade.

Para mais informações, acesse:

<https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/35461/35461.PDF>



ALBUQUERQUE, Gabriela Bandeira de Melo Lins de  
**Dimensionamento de vigas de concreto armado em  
situação de incêndio, 2012**

*Dissertação de mestrado*

*Universidade de São Paulo - USP*

*Orientador: Prof. Dr Valdir Pignatta e Silva*

Resumo: As vigas de concreto armado perdem capacidade resistente quando em situação de incêndio. A ferramenta mais prática para o dimensionamento dessas peças é o método tabular, apresentado na ABNT NBR 15200:2012, em que a partir do tempo requerido de resistência ao fogo (TRRF) se encontram a largura mínima da seção transversal e a menor distância admissível entre o centro geométrico da armadura e a face aquecida. Contudo, apesar de simples, ele limita os cálculos a poucos valores tabelados, não permitindo ao engenheiro buscar soluções diferentes. Por isso, nesta Dissertação, desenvolveu-se um método alternativo, com o auxílio do programa de computador sueco Super Tempcalc. *A priori*, definiu-se o campo de temperaturas de vigas sob lajes sujeitas ao incêndio-padrão ISO 834 (1999), em função do tempo. Em seguida, considerando-se a redução das resistências do concreto e do aço, calculou-se o momento fletor resistente para os diferentes casos estudados. Foram analisadas térmica e estruturalmente vigas com diversas larguras, alturas, cobrimentos, diâmetros e disposições de armaduras. Os momentos resistentes em situação de incêndio derivados do programa foram compa-

rados a valores provindos de métodos simplificados, propostos pelas normas brasileira e europeia (Eurocode 2 - parte 1-2, 2004) e, ainda, a um método mais avançado. Após a validação dos dados, criaram-se gráficos que associam o parâmetro  $\mu$ , relação entre o momento fletor solicitante em situação de incêndio e o momento fletor resistente à temperatura ambiente, ao tempo de resistência ao fogo (TRF), para cada situação de interesse. Esses gráficos, que envolvem tanto armaduras positivas quanto negativas, também permitem levar em conta a redistribuição de momentos, o que conduzirá à otimização na solução encontrada. Nos exemplos de aplicação realizados, os resultados obtidos a partir do método gráfico se mostraram, em geral, mais econômicos, quando comparados aos do método tabular.

Palavras-chaves: Análise térmica, Concreto armado, Dimensionamento, Incêndio, Método gráfico, Vigas

Para mais informações, acesse:

<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-09022013-135226/publico/DissertacaoGabrielaBandeiradeMeloLinsdeAlbuquerque.pdf>

ABE, Isadora Pivotto

**Simulação numérica de reforço e reabilitação de vigas  
de concreto armado**

*Dissertação de Mestrado 2019*

*USP – Escola de Engenharia de São Carlos*

*Orientadora: Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Paccola*

Resumo: Apesar do concreto ser um dos materiais mais utilizados na construção civil, muitos estudos sobre o comportamento desse material ainda vêm sendo desenvolvidos devido à complexidade de sua estrutura interna, podendo ser caracterizado como isotrópico ou até anisotrópico, a depender da escala de análise utilizada. Um problema recorrente em elementos estruturais compostos por esse material é o aparecimento de fissuras provocadas principalmente devido à sua baixa resistência à tração. Dessa forma, técnicas para o reforço de estruturas em concreto armado vêm sendo estudadas e aplicadas pelos profissionais da área. Modelos numéricos representativos dos procedimentos para recuperação de estruturas têm sido desenvolvidos, resultando em ferramentas computacionais para simulação dessas estratégias. Nesse contexto, o objetivo principal deste trabalho é a elaboração de um código computacional para simulação numérica de uma viga em concreto armado com reforço (por meio de uma manta polimérica) e recuperação (através da substituição do concreto). Para a consideração da não linearidade física do material, utilizou-se o modelo de dano de Mazars. A modelagem ocorreu desde a geração da situação em que foi verificada a necessidade de intervenção na estrutura até

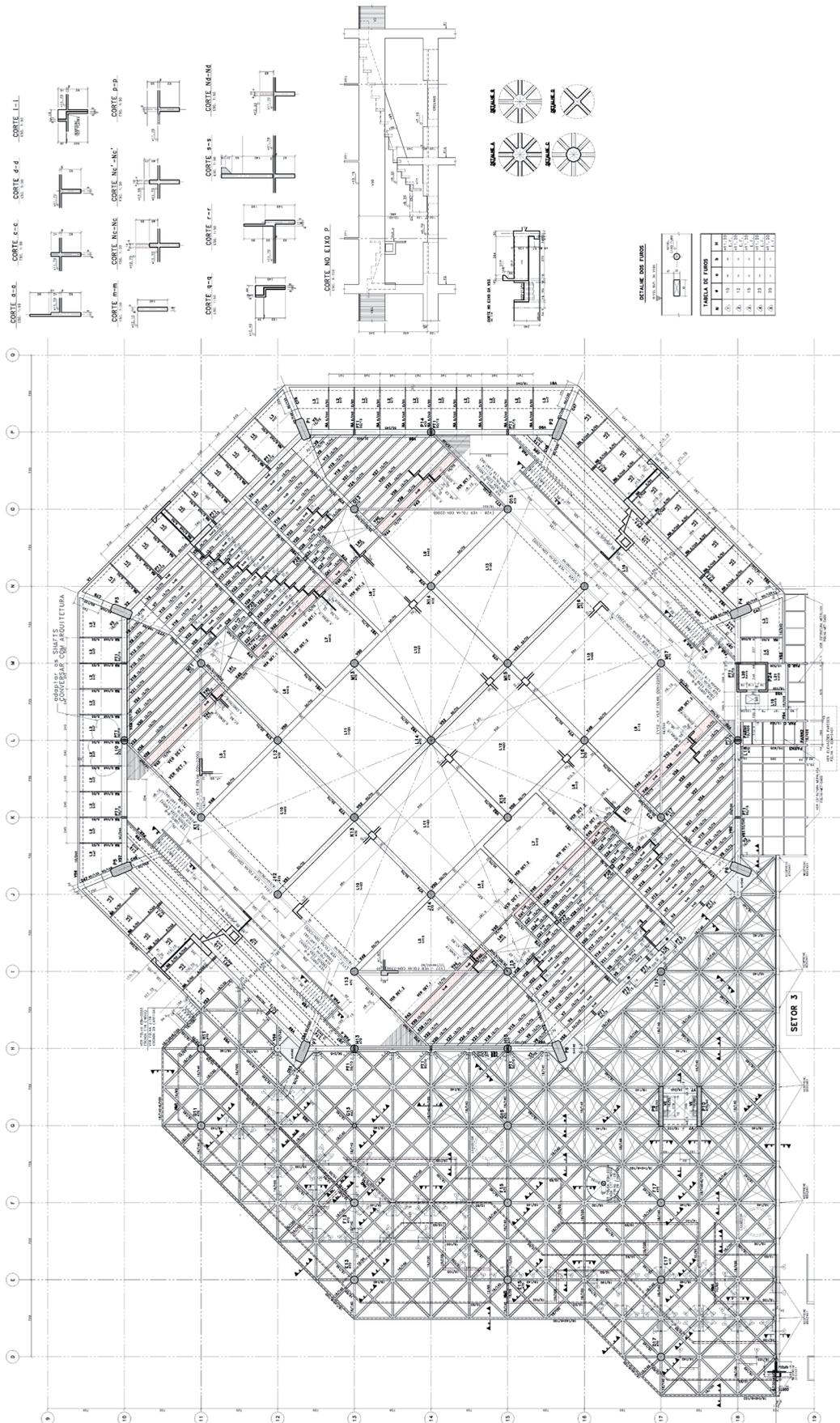
a aplicação do reforço e análise posterior à execução do processo. Foram combinados diferentes elementos finitos na representação do conjunto, descrevendo separadamente a armadura e a matriz cimentícia. A análise foi realizada através da implementação do método dos elementos finitos com formulação posicional, ou seja, considerando as posições nodais ao invés dos deslocamentos como variáveis e considerando a não linearidade geométrica. A formulação utilizada permitiu a representação da armadura e da matriz cimentícia sem a necessidade de coincidência das malhas. O sistema de referência para a formulação posicional é o Lagrangiano total e a formulação foi feita a partir da minimização do funcional de energia potencial total do sistema. Para a solução do problema não linear foi utilizado o método incremental iterativo de Newton-Raphson. As implementações foram realizadas na linguagem computacional FORTRAN.

Palavras-chave: Concreto, Elementos finitos, Posicional, Reabilitação, Reforço

Para mais informações, acesse:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-07022020-142352/pt-br.php>

Desenho realizado com os Sistemas TQS  
Formas | Escritório Técnico Julio Kassoy & Mário Franco | São Paulo, SP



**TQS Pleno**

A solução definitiva para edificações de Concreto Armado e Protendido. Premiada e aprovada pelos mais renomados projetistas do país, totalmente adaptada à nova norma NBR 6118:2014. Análise de esforços através de Pórtico Espacial, Grelha e Elementos Finitos de Placas, cálculo de Estabilidade Global. Dimensionamento, detalhamento e desenho de Vigas, Pilares, Lajes (convencionais, nervuradas, sem vigas, treliçadas), Escadas, Rampas, Blocos e Sapatas.

**TQS Unipro / TQS Unipro 12**

A versão ideal para edificações de até 12 e 20 pisos (além de outras capacidades limitadas). Incorpora os mais atualizados recursos de cálculo presentes na Versão Plena. Adaptada à nova NBR 6118:2014.

**TQS EPP Plus**

Versão intermediária entre a EPP e a Unipro, para edificações de até 8 pisos (além de outras capacidades limitadas). Incorpora os mais atualizados recursos de cálculo presentes na Versão Plena. Adaptada à nova NBR 6118:2014.

**TQS EPP**

Uma ótima solução para edificações de pequeno porte de até 5 pisos (além de outras capacidades limitadas). Adaptada à nova NBR 6118:2014.

**TQS Universidade**

Versão ampliada e remodelada para universidades, baseada em todas as facilidades e inovações já incorporadas na Versão EPP. Adaptada à nova NBR 6118:2014.

**TQS Editoração Gráfica**

Ideal para uso em conjunto com as versões Plena e Unipro, contém todos os recursos de edição gráfica para Armaduras e Formas.

**AGC & DP**

Linguagem de desenho paramétrico e editor gráfico para desenho de armação genérica em concreto armado aplicado a estruturas especiais (pontes, barragens, silos, escadas, galerias, muros, fundações especiais etc.).

**Alvest**

Cálculo de esforços solicitantes, dimensionamento (cálculo de fp), detalhamento e desenho de edifícios de alvenaria estrutural.

**Paredes de concreto**

Cálculo de esforços solicitantes, dimensionamento, detalhamento e desenho de edifícios de paredes de concreto.

**ProUni**

Análise e verificação de elementos estruturais pré-moldados protendidos (vigas, lajes com vigotas, terças, lajes alveoladas etc), acrescidos ou não de concretagem local.

**TQS EPP 3**

Ótima solução para edificações de pequeno porte de até 3 pisos (além de outras capacidades limitadas). Incorpora os mais atualizados recursos de cálculo presentes na Versão Plena. Adaptada à NBR 6118:2014. Software para projeto, cálculo, análise, dimensionamento e detalhamento de estruturas de concreto armado.

**SISEs**

Sistema voltado ao projeto geotécnico e estrutural através do cálculo das solicitações e recalques dos elementos de fundação e superestrutura considerando a interação solo-estrutura no modelo integrado. A partir das sondagens o solo é representado por coeficientes de mola calculados automaticamente. A capacidade de carga de cada elemento (solo e estrutura) é realizada. Elementos tratados: sapatas isoladas, associadas, radier, estacas circulares e quadradas (cravadas ou deslocamento), estacas retangulares (barretes) e tubulões.

**Lajes Protendidas**

Realiza o lançamento estrutural, cálculo de solicitações (modelo de grelha), deslocamentos, dimensionamento (ELU), detalhamento e desenho das armaduras (cabos e vergalhões) para lajes convencionais, lisas (sem vigas) e nervuradas com ou sem capitéis. Formato genérico da laje e quaisquer disposição de pilares. Calcula perdas nos cabos, hiperestático de protensão em grelha e verifica tensões (ELS). Adaptado a cabos de cordoalhas aderentes e/ou não aderentes.

**G-Bar**

Armazenamento de "posições", otimização de corte e gerenciamento de dados para a organização e racionalização do planejamento, corte, dobra e transporte das barras de aço empregadas na construção civil. Emissão de relatórios gerenciais e etiquetas em impressora térmica.

**GerPrE**

Gerenciamento da produção de estruturas em concreto armado, software de integração entre a construtora com seus canteiros de obras, projetistas de estruturas, fornecedores de insumos e laboratórios de ensaios.

**TQS-PREO - Pré-Moldados**

Software para o desenho, cálculo, dimensionamento e detalhamento de estruturas pré-moldadas em concreto armado. Geração automática de diversos modelos intermediários (fases construtivas) e um da estrutura acabada, considerando articulações durante a montagem, engastamentos parciais nas etapas solidarizadas e carregamentos intermediários e finais. Consideração de consolos, dentes gerber, furos para levantamento, alças de içamento, tubulação de água pluvial, etc.

**TQSN<sup>NEWS</sup>****DIRETORIA**

Eng. Nelson Covas  
Eng. Abram Belk  
Eng. Alio Kimura  
Eng. Rodrigo Nurnberg  
Eng. Guilherme Covas

**EDITOR RESPONSÁVEL**

Eng. Guilherme Covas

**JORNALISTA**

Mariuza Rodrigues

**EDITORIAÇÃO ELETRÔNICA**

PW Gráficos e Editores

**TIRAGEM DESTA EDIÇÃO**

Edição online

TQSNews é uma publicação da  
TQS Informática Ltda.

Rua dos Pinheiros, 706 - c/2  
05422-001 - Pinheiros - São Paulo - SP

Fone: (11) 3883-2722  
Fax: (11) 3083-2798  
E-mail: [tqs@tqs.com.br](mailto:tqs@tqs.com.br)

Este jornal é de propriedade da TQS Informática Ltda. para distribuição gratuita entre os clientes e interessados.

Todos os produtos mencionados nesse jornal são marcas registradas dos respectivos fabricantes.