

# TQSN EWS

Ano XXV - Nº 52

Setembro de 2023

## Editorial

Eng. Abram Belk

Nos idos de 1899, o comissário do escritório de patentes dos EUA, Charles Duell, supostamente fez uma afirmação que ficou famosa: "Tudo o que pode ser inventado, já foi inventado". Enquanto rimos, pensando a respeito, esquecemos que toda uma geração de engenheiros, foi pega de maneira inesperada pelos avanços tecnológicos no último quarto de século: a computação pessoal, monitores e periféricos, a *internet* e os buscadores, os múltiplos meios de comunicação eletrônica e a mídia digital, os dispositivos móveis e particularmente os celulares, a computação em nuvens, o GPS e todos os programas de rotas e localização, o Wi-Fi e o Bluetooth, as transações eletrônicas, toda nossa vida em um celular, a realidade virtual e aumentada, os *streamings*, as redes sociais e a inteligência artificial - IA, apenas para citar alguns itens que mais nos afetam (já éramos afetados há muitos anos pelos radares de velocidade com reconhecimento de placas, mas não sabíamos que era IA). Os números primos, estudados há mais de 2.000 anos, tornaram-se o coração dos métodos criptográficos usados em todas as transações eletrônicas. O que estas invenções têm em comum é que elas foram produzidas com conhecimentos acumulados ao longo de dezenas ou centenas de anos, e se revelaram no momento certo, após muito trabalho e suor. Na TQS também temos trabalhado incessantemente nos últimos 37 anos, suando muito para produzir inovações e aperfeiçoamentos no projeto estrutural. De tempos em tempos, estas inovações se revelam. Nós mesmos dentro da TQS ficamos surpresos com as novidades produzidas pelo nosso jovem e brilhante time de desenvolvimento. A nova V24 tem melhorias importantes na modelagem, visualização de modelos estruturais, visualização de resultados lineares e não lineares, sistemas de plotagem, detalhamento de vigas, pilares, lajes, fundações, cálculo de molas, interfaces BIM, alvenaria estrutural, paredes e outras utilidades. E estamos adaptando o sistema à

nova NBR-6118:2023, nossa norma mãe revisada este ano. Também trabalhamos nas normas latino-americanas e no ACI-318, para atender à crescente demanda de usuários nestes países. Vejam na seção de desenvolvimento deste TQS News o quanto esta versão avançou.

Uma das novidades que nos afetou nos últimos anos, foi o aumento da altura e esbeltez das edificações. Em todo o Brasil, e em algumas cidades em particular, surgem edifícios com 150m de altura ou mais. Esta classe de edificação apresenta desafios adicionais, como manter a estabilidade global, limitar a deformação e o efeito dinâmico devido ao vento e tratar a deformação axial diferencial dos pilares. As deformações axiais estão sendo estudadas na TQS há pelo menos dez anos, com a introdução na V17 da resolução dos modelos espaciais com efeito incremental, trabalho desenvolvido pelo nosso colega prof. dr. Sergio Piniheiro. E nos últimos cinco anos, ele estudou e desenvolveu a combinação do efeito incremental com deformação lenta e retração. O resultado deste trabalho extraordinário amadureceu depois de muitos estudos e testes, e fará parte de um pacote específico para o projeto de edifícios muito altos. Desde os anos de 1990, o TQS trata este problema de maneira simplificada, com o enrijecimento axial dos pilares às cargas verticais. Esta simplificação funciona muito bem para edifícios em geral, mas pode ser exagerada e cara para edifícios muito altos, para um problema que é real, e ao qual o refinamento é muito bem-vindo.

Embora a pandemia tenha sido declarada encerrada no meio do ano passado, somente agora, pessoalmente, estou sentido a volta total dos eventos de Engenharia. Depois de mais de dois anos de isolamento, percebo como é importante reencontrar, cara a cara, os velhos amigos nos eventos que vem surgindo. Estivemos no Concrete Show e passamos por um evento sensacional de edifícios altos em Fortaleza promovido pela ABECE, capitaneada pelo engenheiro Luiz Aurélio Fortes. Participaremos do IBRACON dos engenheiros Paulo Helene e Julio Timerman, do ENECE e de todos os eventos promovidos pela ABECE. Considero muito importante estar presente nos eventos

das nossas entidades – Instituto de Engenharia, ABECE, IBRACON, ABCIC, ABEG e outras. Poder partilhar um jantar e uma cerveja com os colegas é algo que realmente não tem preço. Estes eventos nos mantêm unidos, e são além de tudo uma ótima justificativa (ou álibi?) para quebrar um pouco a rotina, fazer uma viagem curta, descansar e reencontrar os amigos.

Espero que curtam a leitura deste jornal. Nos veremos em breve!

## Destaques

**Entrevista:** Eng. Fernando Guimarães, por *Mariuza Rodrigues*  
Página 3

**Entrevista:** Eng. Luiz Aurelio Fortes da Silva, por *Mariuza Rodrigues*  
Página 10

**Desenvolvimento**  
Página 17

**Lançamento V24**  
Página 20

**Artigo: A influência da simulação das etapas construtivas na análise de edifícios de múltiplos pavimentos**  
Eng. Adriana Patrícia Abrahão, eng. Gabriel Viana e eng. dra. Paula Ribeiro  
Página 42

**Artigo: Engenharia estrutural na era da Inteligência Artificial: construindo pontes para o futuro**  
Eng. Marcelo S. Carvalho  
Página 46

**Artigo: Está pensando em comprar tela de aço soldada nervurada para sua obra?**  
Eng. João Batista Rodrigues da Silva  
Página 49

**Artigo: O desafio de reduzir CO<sub>2</sub> embutido nas estruturas de edifícios**  
Prof. Dr. Vanderley John  
Página 51

**Espaço virtual**  
Página 54

**Notícias**  
Página 65

**Dissertações e teses**  
Página 69

**REPRESENTANTES****Amazonas**

**Eng. Dr. Winston Junior Zumaeta Moncayo**  
Av. 7 de Setembro, 649, sala 1, Planeta dos Tecidos, Centro  
69005-140 · 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@rlf.com.br](mailto:reginaldo@rlf.com.br)

**Paraná**

**Eng. Rodrigo Lopes Correa**  
Av. Roberto Koch, 1.570, rua 04, casa 198, Bairro Aragarça  
86037-010 · Londrina, PR  
Fone: (43) 99101-0919 | 3024-1219  
E-mail: [rodrigo@engebrac.com.br](mailto:rodrigo@engebrac.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: [cadeestrutura@uol.com.br](mailto:cadeestrutura@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**

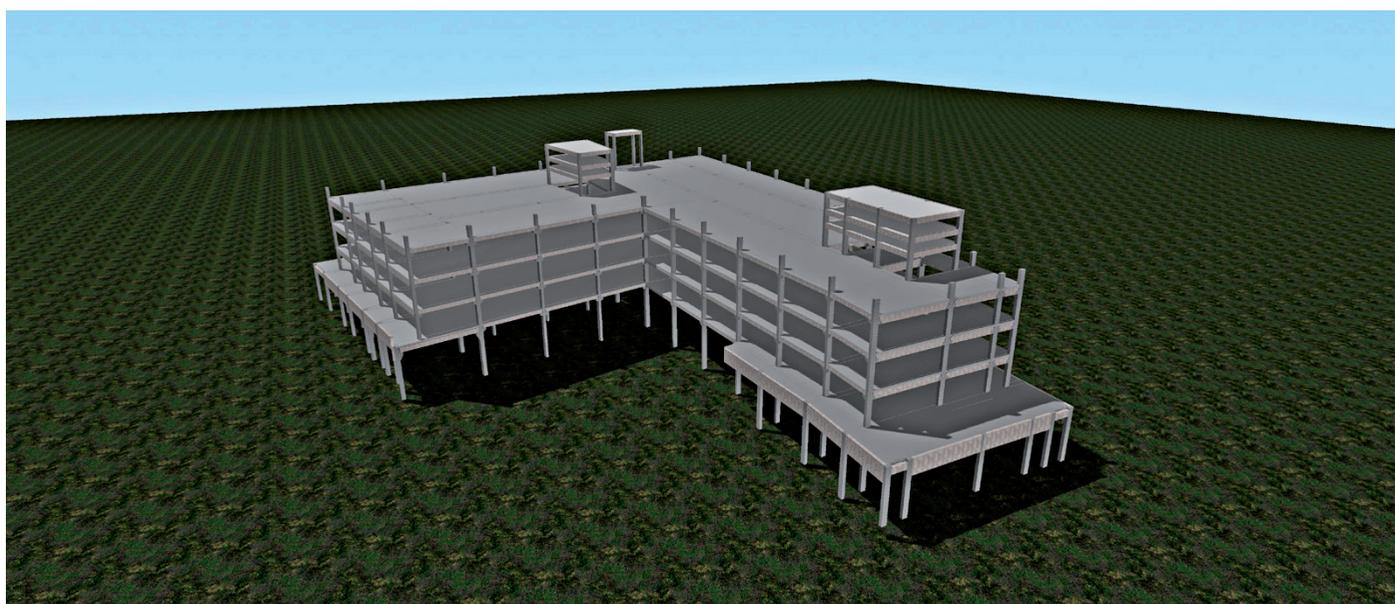
**Eng. Emiliano Duncan Aita**  
Av. Iguassu, 485/501, Petrópolis  
90470-430 · Porto Alegre, RS  
Fone: (51) 4100-2987 | 99957-7737  
E-mail: [comercial@multisigma.com.br](mailto:comercial@multisigma.com.br)

**Santa Catarina**

**Eng. Mario Gilsone Ritter**  
Rua Borges de Medeiros, 897E, sala 501,  
esquina com rua Guaporé, Ed. Vértice Office,  
Bairro Presidente Médici  
89801-101 · 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)



## Um salto para a Engenharia

Entrevista com o eng. Fernando Guimarães  
Sócio diretor da RM Mais Projeto Estrutural

Por Mariuza Rodrigues

*Fernando Guimarães formou-se em Engenharia inspirado pelo avô, que já atuava no mercado imobiliário. Mas como todo garoto da Geração Y era e é um aficionado por tecnologia. Assim, quando surgiu a oportunidade de ter a própria empresa de cálculo estrutural, ao lado do colega Raul Mayer, a RM Mais, a adesão ao uso da tecnologia em todas as etapas do processo foi algo quase natural.*

*No começo, o foco foi aperfeiçoar os gargalos de funcionamento interno do escritório. Mas com o tempo, evoluiu para o uso massivo do desenvolvimento do trabalho de cálculo. Um dos primeiros desafios foi justamente montar, preparar e treinar as equipes para um elevado nível de tecnologia de processos no dia a dia da empresa. A convicção dos sócios é de que o que é bom e pode ser empregado numa alta empresa com tecnologia, como a Google, também pode servir de modelo e inspiração para uma empresa de Engenharia, acostumada a modelos mais tradicionais de gestão.*

*O resultado disso foi que a RM Mais elevou o nível tecnológico para um modelo avançado de gestão do negócio, e extrapolou as paredes da empresa. Assim surgiu um braço de treinamento, a RM Academy, voltada para treinar profissionais de Engenharia no uso e aplicação dos sistemas computacionais, e mais, na adesão pelos novos formatos de desenvolvimento empresarial e profissional que já revolucionou os setores da comunicação, só para dar um exemplo.*

*Ciências de dados, Metaverso e Inteligência Artificial são, na opinião de Fernando, as próximas fronteiras que serão transpostas também nas empresas do setor. E, segundo ele, a RM Mais já deu passos significativos nesse sentido. A empresa inclusive*

*prepara o lançamento de uma nova ferramenta tecnológica para contribuir para o mercado como um todo. Este e outros assuntos estão abordados na entrevista a seguir com Fernando Guimarães.*

### Por que você escolheu a Engenharia como profissão e o que o influenciou no seu interesse pela área de Cálculo Estrutural?

Durante o período escolar, sempre me dei bem com a área de exatas. Tanto que as disciplinas de Matemática e de Física eram minhas matérias favoritas na escola. Por isso não tinha como escapar da Engenharia. Acabei optando pela Engenharia Civil porque meu avô já havia empreendido no setor imobiliário. Eu costumava acompanhá-lo algumas vezes no trabalho e isso me marcou muito na minha adolescência. Eu cursei Engenharia Civil na Universidade Presbiteriana Mackenzie e desenvolvi meu Trabalho de Conclusão de Curso - TCC direcionado ao estudo do mercado imobiliário brasileiro. Então este já era o caminho profissional que eu pretendia seguir desde a época de estudante. O interesse pela área de cálculo estrutural foi quase natural quando percebi que era um foco de muitas oportunidades de inovação e geração de valores. E, como eu já era um apaixonado por inovação, fui traçando um planejamento para conciliar esses dois trajetos em minha vida profissional.

### Como se deu o início de sua carreira? Como essa etapa definiu a próxima etapa da sua carreira?

Eu comecei na área como estagiário em obra na construtora Cyrela, logo depois de fazer um intercâmbio na Austrália onde trabalhei como garçom, manobrista, caixa e carregador de mudança. Foi uma experiência muito boa e



prática que me permitiu ver o mercado de trabalho de outra maneira, mais prática. Quando retornei ao Brasil, me tornei analista de planejamento do Itaú BBA antes de empreender na área de Engenharia Estrutural.

### Quais são os aspectos mais interessantes, a seu ver, com respeito ao Cálculo Estrutural que o atraiu para essa área?

O cálculo estrutural é um serviço-chave em um dos principais setores da nossa economia que é a construção civil. E ainda mais especificamente no nosso caso, o setor imobiliário. Todo novo empreendimento irá precisar de um projeto estrutural e o impacto desse projeto no orçamento da obra é muito grande. Ou seja, as construtoras precisam de projetos eficientes e a oferta para projetos de qualidade e eficientes é limitada. Não se escala com facilidade. E é este ambiente que gera um universo de oportunidades.

### Foi assim que você percebeu um espaço para inovação unindo a Engenharia e a Tecnologia? Ainda não está tudo desenvolvido para essa área?

Não está e nunca estará. O desenvolvimento tecnológico é algo contínuo, principalmente num setor em constante mutação, como a Engenharia. Ainda temos muito o que fazer. Acredito que o cálculo é uma área com excelentes profissionais. Mas, no entanto, os escritórios ainda exploram pouco as diversas possibilidades de modelos de negócio, assim como as inúmeras ferramentas

de gestão e de tecnologia que podem agregar maior valor ao trabalho. “Sempre fiz assim e sempre deu certo”. Essa frase, as vezes comum para muitos, nunca foi algo do nosso repertório. Nossa ideia sempre foi fazer Engenharia de um jeito novo e, é claro, que um dos passos fundamentais para isso acontecer é envolver a tecnologia. Não é uma decisão fácil para se realizar, pois investir em tecnologia é caro. E o *payback* não é garantido, e nem tão rápido, quanto gostaríamos.

### A ideia de criar a RM Mais surgiu ao mesmo tempo? Já havia essa parceria com o engenheiro Raul?

Meu sócio, Raul Mayer, foi o principal motivo para eu empreender nessa área. Eu o conheci em uma empresa de cálculo em São Paulo onde atuávamos como *trainees*. Ficamos pouco tempo, mas tempo suficiente para perceber que ele era um profissional diferente com muito conhecimento sobre a área de estruturas. Eu tinha habilidades gerenciais e comerciais. Ele era muito bom tecnicamente. Foi quase natural essa parceria. E assim acabamos nos tornando sócios.

O cálculo estrutural é um serviço-chave em um dos principais setores da nossa economia que é a construção civil. E ainda mais especificamente no nosso caso, o setor imobiliário

### Como um engenheiro da nova geração, você percebeu imediatamente o papel da Tecnologia na área? Como foi essa busca de conhecimento complementar em Tecnologia voltada à Engenharia?

Nosso foco sempre foi entregar um bom projeto tecnicamente, seguro, eficiente e ágil. Mas aos poucos fomos percebendo que acrescentar tecnologia aos nossos processos poderia nos entregar um pouco mais, facilitar todo o proces-

so em diversas etapas. Partimos então para montar um time de inovação interno para nos apoiar nessa trajetória, e o primeiro caminho foram as próprias “dores” do dia a dia do negócio, que foram direcionando nossos esforços de desenvolvedores de soluções.

### Nossa ideia sempre foi fazer Engenharia de um jeito novo e, é claro, que um dos passos fundamentais para isso acontecer é envolver a tecnologia

### Como vocês se prepararam para esse desafio de criar uma empresa de Cálculo Estrutural e com um diferencial competitivo com base em tecnologia?

Do mesmo modo que pensamos como resolver nossas “dores” usando a tecnologia, focamos nas dores dos clientes. Praticamos o conceito de Lean Startup, baseado em ciclos de aprendizado rápidos visando um crescimento acelerado. Do lado externo, estipulamos metas de geração de oportunidades, vendas e faturamento. Do lado interno, buscamos metas de produtividade e satisfação de cliente.

Na batalha pela produtividade, o importante é medir, ter avaliações

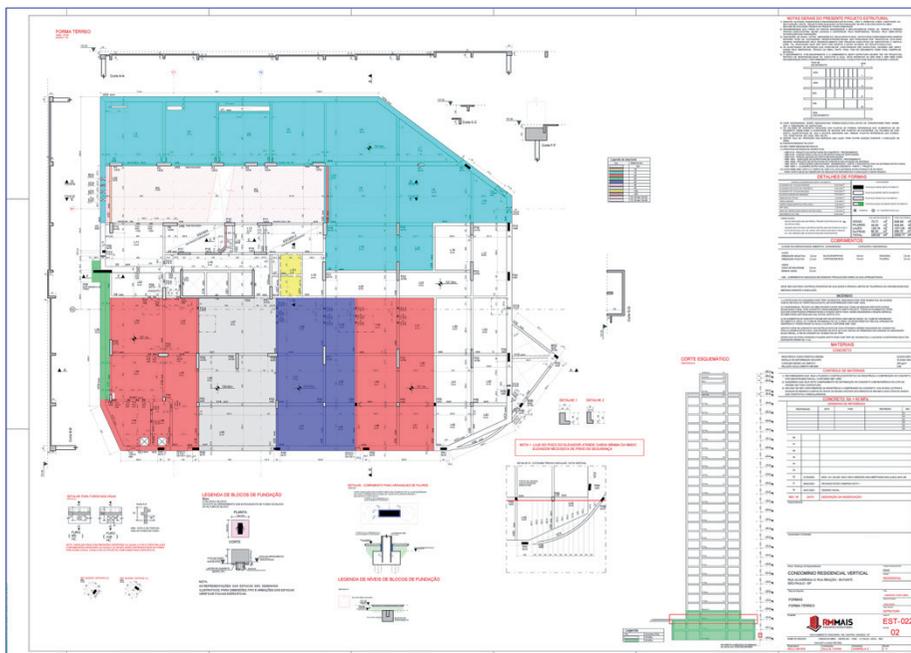


Modelo 3D

numéricas que deem uma fotografia real do que está acontecendo. O que não se mede, não se gerencia. Quando temos bons indicadores para acompanhar é que conseguimos enxergar lacunas de melhoria, tanto em produtividade quanto em soluções, e são nessas lacunas que buscamos implementar tecnologia.

### Quais foram os desafios para avançar nesse mercado? Havia mão de obra qualificada?

O principal desafio na época foi vencer o preconceito com respeito a nossa idade e falta de portfólio. Éramos dois engenheiros jovens buscando conquistar espaço



Formas no térreo



Modelo 3D

em um mercado dominado por engenheiros muito experientes. Iniciamos a empresa em um momento de crise econômica, de baixa, em que existiam muitos bons profissionais qualificados em busca de oportunidades. Chegamos na hora certa e formamos um time tecnicamente forte muito rapidamente!

**Que sistemas estavam disponíveis no mercado e que vocês integraram no seu modelo empresarial?**

Basicamente contávamos com os sistemas da TQS para apoio na produção do trabalho de cálculo no início. Para as demais atividades

contávamos com o Excel. Hoje temos ferramentas para quase tudo! Desenvolvemos nossa própria ferramenta de gestão de atividades e projetos, chamado na época de Metacron. Isso nos colocou em um novo patamar e enxergamos novas possibilidades para nosso mercado.

**Na batalha pela produtividade, o importante é medir, ter avaliações numéricas que deem uma fotografia real do que está acontecendo. O que não se mede, não se gerencia.**

**Pode destacar alguns projetos marcantes e quais são as próximas metas da RM Mais?**

São muitos projetos marcantes desde a primeira torre até os primeiros arranha-céus e o nosso primeiro projeto internacional. Já temos uma atuação bem diversificada, atuando em empreendimentos econômicos, de médio, alto e altíssimo padrão, além de *shoppings*, galpões etc.

Hoje podemos dizer que demos um passo à frente. Nossas metas atuais estão mais relacionadas à melhoria contínua de soluções e satisfação de nossos clientes.

Nossa meta mais ousada, inclusive, envolve o lançamento de um produto de tecnologia, mas ainda é cedo para falar.

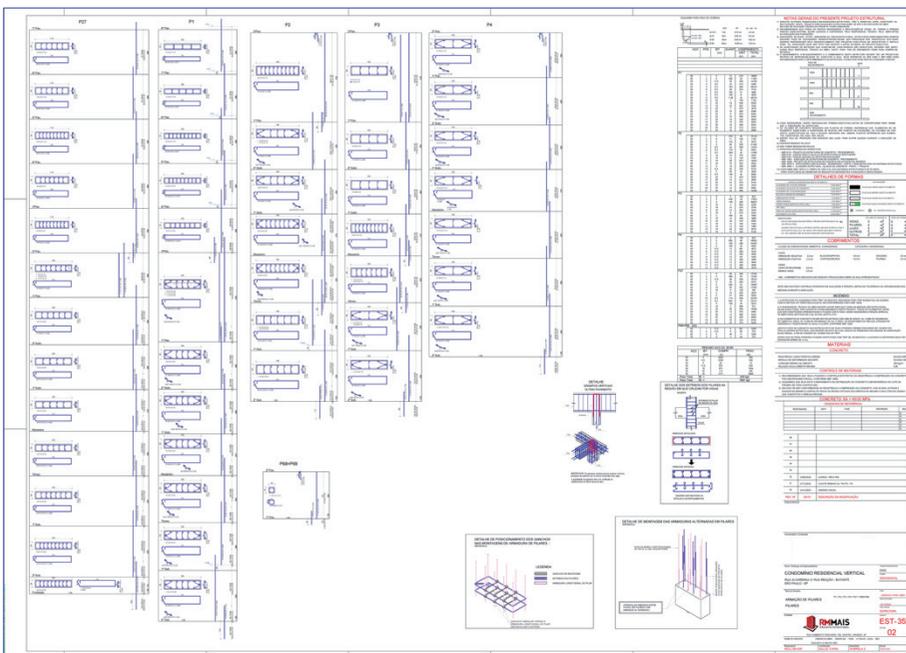
**Qual a importância dos sistemas TQS na formação desse escopo técnico?**

O papel da TQS foi e é fundamental para os rumos que estamos tomando. É o *software* que mais utilizamos na nossa empresa, tanto que precisamos de uma licença por cada engenheiro. Não é à toa que criamos a RM Academy, uma plataforma de educação para engenheiros estruturais onde oferecemos vários cursos em nossa área, e um deles é justamente sobre utilização do TQS. Todos os nossos estagiários, ao entrarem na empresa, fazem o curso de TQS antes de iniciarem os trabalhos.

**A seu ver o que seria o ponto ideal, o estado da arte entre Tecnologia, conceito estrutural e o papel do calculista hoje? A Tecnologia BIM (Building Information Modeling) facilitou essa integração de tecnologias e sistemas?**

Facilita, mas ainda tem muito o que melhorar. O potencial de melhoria ainda é enorme. O papel do calculista hoje não pode se limitar somente a entregar um projeto seguro e de qualidade para seu cliente. Isso não deveria ser um diferencial. Isso é algo intrínseco ao nosso negócio. Então é necessário se atualizar, atualizar as equipes profissionais e utilizar mais a tecnologia no conjunto do seu trabalho. Para isso é preciso ser curioso para buscar novas soluções e claro, fazer tudo isso dentro da metodologia BIM.

A meu ver, acredito que seja necessário aos calculistas proprietários de escritórios transformar escritórios em empresas. E a partir daí olhar também para o lado financeiro, para o lado do *marketing* e principalmente para as pessoas, desenvolvendo melhor seus times e formando melhores engenheiros. É necessário investir em gestão. É importante estar antenado com o que está acontecendo lá fora, e testar práticas de negócios utilizadas por grandes empresas de outros setores.



Armação de pilares

**Mas o que é inovação para você? Tem espaço para mais inovação no campo da Engenharia e do Cálculo Estrutural?**

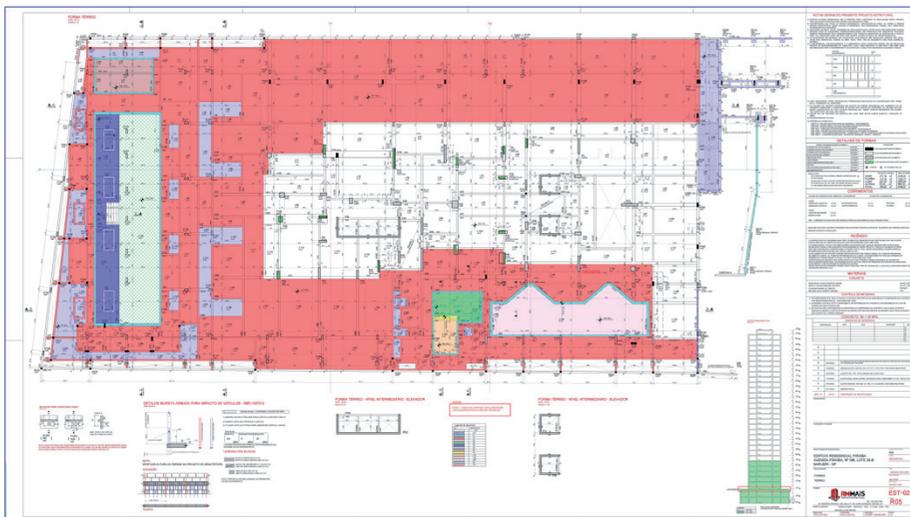
Inovação para mim consiste em fazer algo de um jeito novo. Você não precisa inventar a roda, criar algo totalmente novo, que ninguém tenha feito antes em lugar nenhum do mundo em nenhum segmento. Ao fazer melhor, mais rápido ou de uma forma diferente aquilo que você e seus concorrentes já faziam, você já está inovando.

Com certeza tem muito espaço para inovação no campo da Engenharia e do Cálculo. Estamos falando de uma das áreas mais estagnadas em termos de inovação por vários motivos. Mas é exatamente por isso que as oportunidades são gigantes, proporcionais às dificuldades.

**Não é à toa que criamos a RM Academy, uma plataforma de educação para engenheiros estruturais onde oferecemos vários cursos em nossa área, e um deles é justamente sobre utilização do TQS.**

**Como ter esse profissional qualificado internamente para acompanhar esse caminho?**

Isso é uma grande preocupação da nossa parte. Acreditamos na força do trabalho coletivo para crescer e atender bem o mercado. Por isso é fundamental desenvolver nossos engenheiros e líderes. Acho que ainda podemos melhorar muito nessa área. Mas demos um grande passo com a criação da RM Academy, criada justamente para capacitar não só nossos profissionais internos como externos. Desenvolvemos uma forte *expertise* para atender ao mercado como um todo. Na RM investimos bastante em treinamentos, mentorias e processos de desenvolvimento tecnológico. Isso nos deu um gabarito muito elevado para compreendermos onde se escondem as lacunas técnicas da



Formas no térreo

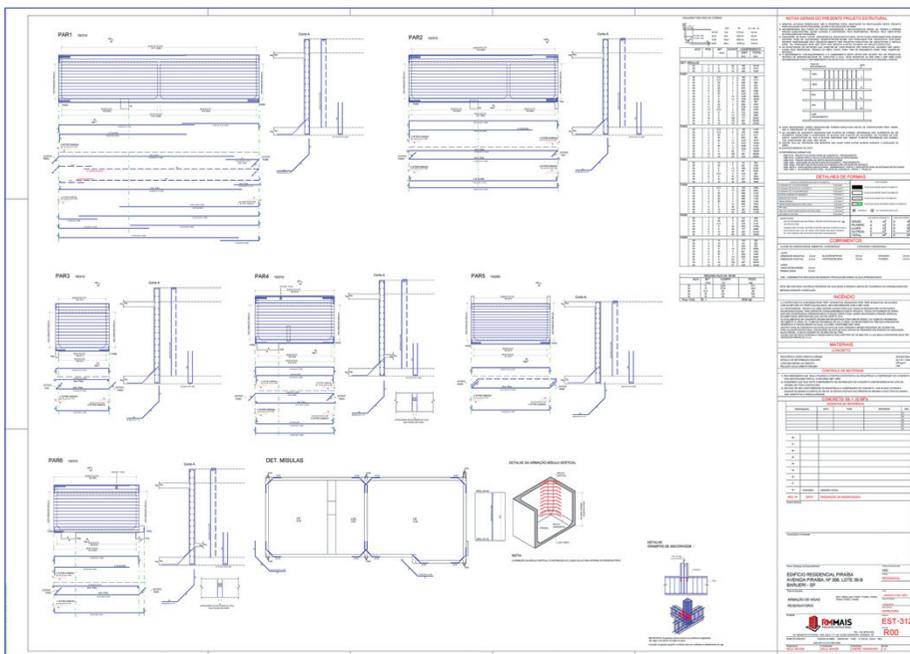
mão de obra. O próximo passo agora é justamente focar na melhoria da formação de líderes para o setor com a visão tecnológica, algo que realmente é uma deficiência no mercado.

**O Brasil possui essa base tecnológica para oferecer aos novos profissionais ou eles precisam buscar fora do País?**

Temos muita gente boa aqui no Brasil, conseguimos buscar essa base aqui sim, mas não sou daqueles que quer resolver tudo com o que temos aqui. Se a melhor fonte que encontrarmos estiver lá fora, por que não?

**Como um profissional pode montar um plano de desenvolvimento da carreira dentro da realidade brasileira?**

Dentro da empresa, acredito que seja função da direção e do time de RH, ou *People Experience* como chamamos aqui, desenvolver os planos de desenvolvimento e colocar isso como uma prioridade. Na minha visão, nosso setor ainda precisa investir em lideranças descentralizadoras e em desenvolvimento profissional, seguindo o caminho já trilhado pelas grandes empresas de tecnologia. Sentimos essa necessidade quando tivemos que contratar muita gente e não encontrávamos



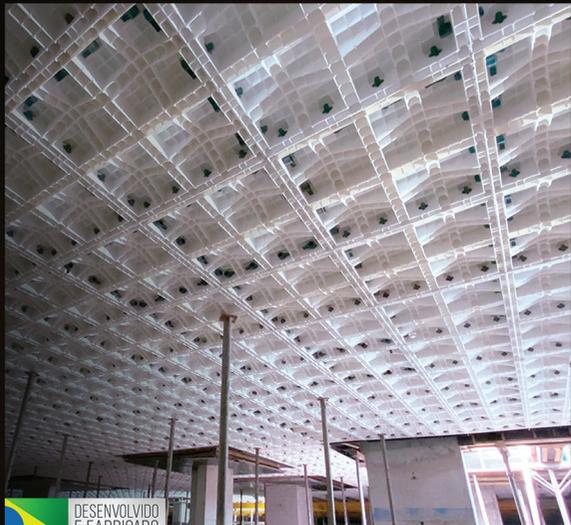
Armação do reservatório

# Jogue no time dos inovadores.

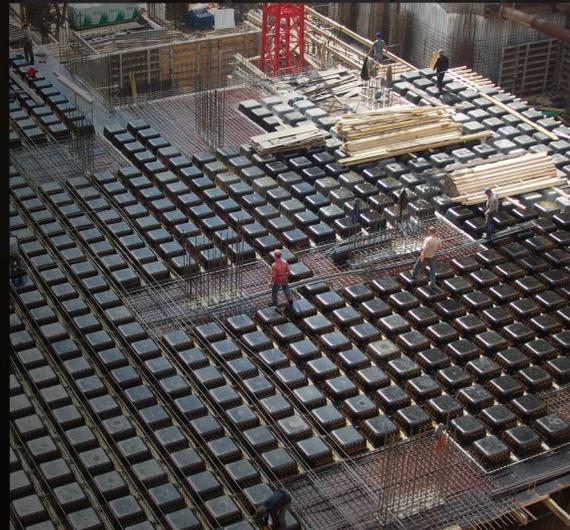

[siga atex brasil](#)

## Atex. O seu jeito novo de construir.

São mais de 200 modelos de fôrmas e acessórios para lajes nervuradas, maciças, vigas e pilares, além de espaçadores e soluções para arquitetura.




**DESENVOLVIDO E FABRICADO PELA ATEX**



escritorio360.com.br



Use o QR Code para baixar nosso catálogo



[atex.com.br](http://atex.com.br)  
**0800 9793611**  
 ☎ 31 99297.0830



+de 70 milhões de m<sup>2</sup> realizados

**LÍDER NA AMÉRICA LATINA**  
 EM SOLUÇÕES PARA LAJES NERVURADAS

DESDE 1991



mos pessoas preparadas para os desafios que estipulamos. Tivemos então que olhar para dentro e propor soluções para melhorarmos nossa formação interna.

Do ponto de vista individual, acredito que o caminho ideal para o profissional seja buscar o autocohecimento. Entender seus pontos fortes e potenciais melhorias são importantes para você buscar se desenvolver e crescer profissionalmente. Então é fundamental ser curioso e inconformado com seu conhecimento atual, independente de quem seja.

**Ao fazer melhor, mais rápido ou de uma forma diferente aquilo que você e seus concorrentes já faziam, você já está inovando.**

#### Como é o plano de carreira na RM Mais?

À medida que nosso time de Engenharia foi crescendo, sentimos a necessidade de desenvolver um plano de carreira estruturado. Antes não tínhamos faixas de remuneração e uma escala de cargos para o profissional crescer, algo que hoje temos tudo isso bem definido. Cada engenheiro

sabe qual seu cargo, remuneração, descritivo, onde deve evoluir para chegar ao próximo nível e tem seu desenvolvimento acompanhado por meio de um Programa de Desenvolvimento Individual - PDI. Estamos investindo muito no desenvolvimento de líderes também, pois acreditamos que ao formar líderes engajados, destravamos a empresa e potencializamos nossa atuação. Desenvolver bons profissionais e formar líderes dentro de uma cultura forte é o nosso foco hoje.

#### Conte um pouco mais sobre a cultura e valores da RM Mais, e como isso impacta no ambiente de trabalho.

Nós temos uma cultura forte de inovação com foco em pessoas. Nosso time é encorajado a questionar tudo e propor novas formas de fazer. Provar que é possível superar desafios nos faz ir além. Independente de posição ou área, ninguém será julgado ao perguntar ou propor algo novo. Pelo contrário, acreditamos muito no trabalho colaborativo para desenvolver as pessoas e descentralizar a operação. Trabalhamos duro para fazer bem-feito e atender bem nossos clientes mantendo nosso NPS - *Net Promoter Score* alto. Trata-se de uma métrica de satisfação muito utilizada por ser sim-



Modelo 3D

ples de coletar e entregar respostas muito rápidas e é bastante eficaz para nos dar *feedback* de nossa atuação junto aos clientes. Mas também prezamos pelos momentos de lazer, dentro e fora da RM. Queremos gerar valor para nossos clientes e ao mesmo tempo, um novo formato para uma empresa tipicamente de Engenharia, saindo do modelo tradicional que era mais conservador em vários aspectos.

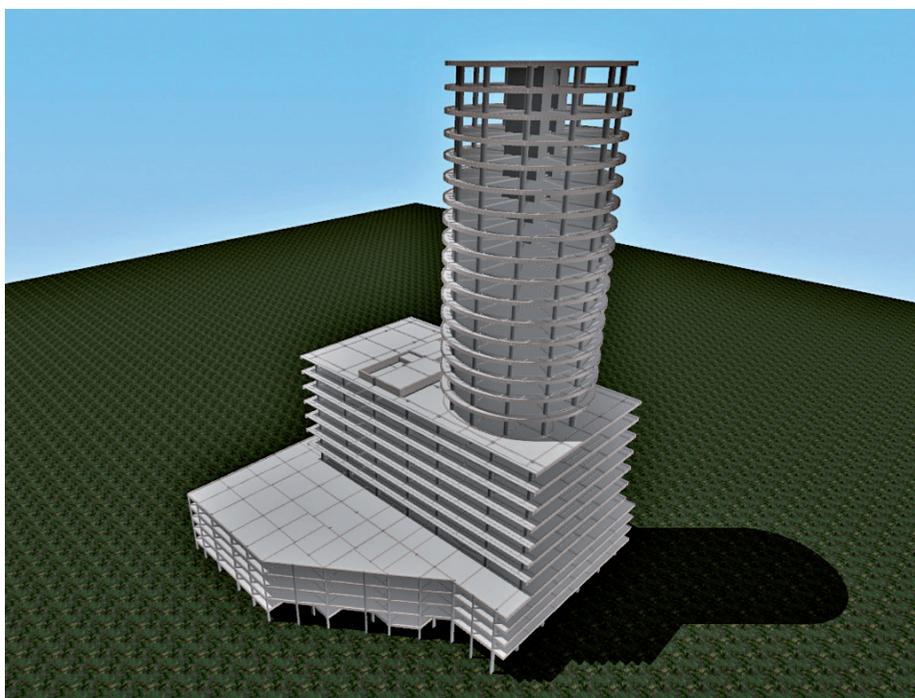
**Então é fundamental ser curioso e inconformado com seu conhecimento atual, independente de quem seja.**

#### Que conselho você daria ao profissional que está em busca desse espaço no mercado?

Ser curioso e ir atrás de conhecimento. Estudar e trabalhar além da média é o que fará o profissional crescer e conquistar novos voos. Esse é o conselho que eu recomendo a qualquer um que tenha ambição em se desenvolver nessa área.

**Vocês fazem grande uso das plataformas como LinkedIn e outras. As redes sociais se tornaram um aliado para a jornada da RM? Como podem ser um fator diferencial para os novos profissionais?**

Sim, utilizamos muito a força do digital para alcançar nosso propósito de transformar a Engenharia.



Modelo 3D



Modelo 3D

Queremos compartilhar nossas ações, inspirar e contribuir com nossos seguidores. Estar próximo deles constantemente nos ajuda a identificar dores, gargalos e consequentemente identificar oportunidades e soluções. Além disso são ótimos canais para trabalharmos *branding* e atrair talentos. É também uma forma criativa e de baixo custo para novos profissionais investirem em suas carreiras. Não só para quem empreende, como também para quem está buscando oportuni-

des em alguma empresa. Já contratamos pessoas que se posicionam e compartilham conteúdo nas redes sociais.

**Sem dúvida, um novo ciclo está surgindo com a aplicação da IA no escritório e nós já estamos preparados para esse passo evolutivo.**

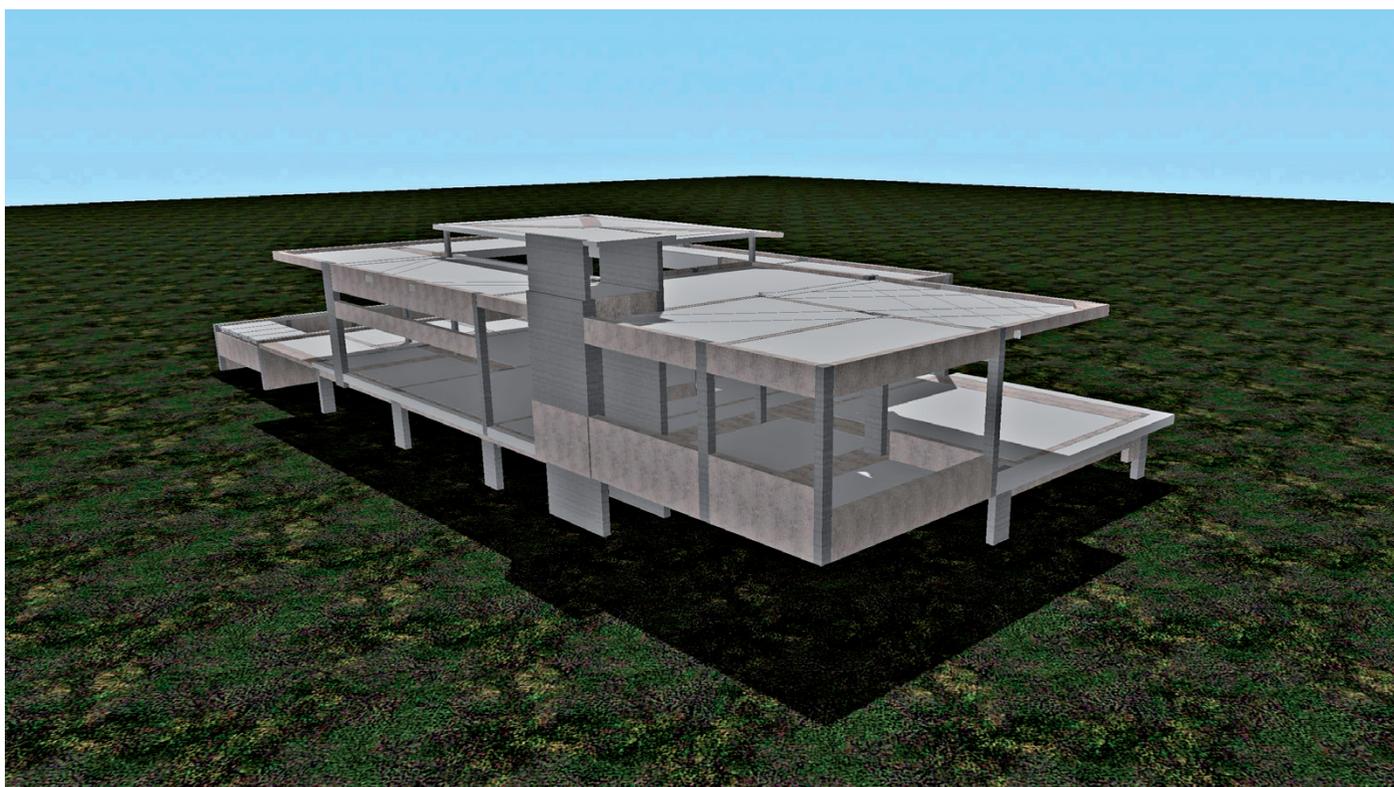
**Nesse sentido, a Ciência de Dados também está sendo aplicada no dia a dia da empresa? De que maneira?**

Com certeza, e cada vez mais! Esta é uma grande possibilidade que se abriu com as novas tecnologias. Para mim, o que não se mede, não se gerencia, e para medir, precisamos de dados. Se temos dados, vamos utilizá-los para aperfeiçoar caminhos. Se ficarmos apenas na base das opiniões, a tendência é cada um ficar com sua própria. Daí a importância de termos dados embasados, sérios e científicos. Por isso medimos tudo. Adotamos desde mé-

tricas comerciais como conversão de negócios, assim como empregamos no campo dos volumes de orçamento, *ticket* médio por escopo e solução estrutural, além das tradicionais métricas de produtividade na Engenharia como dias trabalhados por m<sup>2</sup> e m<sup>3</sup>, tempo gasto com revisões e retrabalho em cada fase do projeto.

**Qual será a próxima barreira ser transposta na área tecnológica que poderá ser aplicada às Estruturas. O metaverso por exemplo pode ser um novo caminho?**

Metaverso, inteligência artificial e *machine learning* com certeza são conceitos presentes no nosso dia a dia. Já estamos utilizando AI (Inteligência Artificial) em algumas áreas no escritório. Mas particularmente acredito muito no potencial dessas tecnologias na Engenharia, seja para ganhar escala seja para alcançar novos patamares tecnológicos, de inovação e transformação para a área. Sem dúvida, um novo ciclo está surgindo com a aplicação da IA no escritório e nós já estamos preparados para esse passo evolutivo.



## Engenharia na veia

**Entrevista com o eng. Luiz Aurelio Fortes da Silva**  
Presidente da ABECE - Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural e Diretor da SIS Engenharia

Por Mariuza Rodrigues

*Luiz Aurelio Fortes da Silva sempre sonhou ser engenheiro. Na época do Milagre Econômico Brasileiro, na década de 1970, grandes obras de infraestrutura modernizavam a vida das cidades brasileiras e atraíam o interesse de jovens como Luiz Aurélio.*

*Mas quando se formou pela Escola de Engenharia de Volta Redonda, em 1983, o cenário já era outro, com hiperinflação que levaria ao fim da Ditadura Militar, além de abalar o mercado de construção.*

*O sonho do Milagre Econômico tinha terminado e um jovem engenheiro, como Aurelio, tinha de buscar espaço em diversas frentes de trabalho. Mas sem abandonar a Engenharia. A chave mudou quando, em 1987, ele viu pela primeira vez uma planta plotada de vigas em um estande da empresa SISTRUT.*

*Isto reacendeu a chama não apenas para voltar para a Engenharia mas sobretudo mergulhar de vez na Engenharia de Cálculo Estrutural e, sobretudo, no maravilhoso universo da tecnologia computacional voltada para a área de Engenharia.*

*Esse interesse o levou a atuar na TQS, ao lado de Nelson Covas, onde aprimorou não apenas o conhecimento sobre o uso das tecnologias, mas também o aproximou ainda mais da Engenharia pura. Nessa trajetória aproximou-se de grandes profissionais já consolidados no mercado, como o professor Augusto Carlos Vasconcelos, passando a ajudá-lo em trabalhos de verificação de projetos.*

*Toda essa bagagem fez dele um profundo conhecedor da realidade dos engenheiros de Cálculo Estrutural, passando a militar pela Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural, até se tornar presidente, cargo que ocupa até hoje.*

*Um pouco dessa longa trajetória está descrita abaixo, nessa entrevista com Luiz Aurelio Fortes da Silva, para o TQS News. Boa leitura.*

**Por que você escolheu a Engenharia como profissão? Qual a faculdade que você cursou (e quando)? Onde foi estagiário, e o que o influenciou no seu interesse pela área de Cálculo Estrutural?**

Sempre quis ser engenheiro!

Nos anos de 1970 tivemos o “milagre econômico brasileiro” e grandes obras foram realizadas no Brasil, atraindo muitos jovens para a Engenharia Civil. Formei-me em 1983, na Escola de Engenharia de Volta Redonda, ano em que ocorreu uma grande inflação (211% acumulada no ano), resultando em uma forte crise e incentivando o movimento político que culminou no fim da Ditadura brasileira.

**Em 1987 vi pela primeira vez uma planta plotada de vigas no stand da SISTRUT, programa desenvolvido pelo grande Marcelo Picarelli e isto me reacendeu a vontade de voltar definitivamente para a Engenharia.**

Fiz estágio em obra, na construtora João Fortes, que era uma das grandes construtoras na época e onde tive um ótimo chefe, Sérgio. Neste período consegui absorver muitos conhecimentos, consequência da variedade de atividades realizadas, estando entre elas, cálculo de todos os quantitativos da obra, controle de concreto, verificação de todas as armaduras, contratos, controle de pessoal etc.



Logo que me formei, comecei a estudar para um concurso e isto fortaleceu meu interesse pela Engenharia de Estruturas. Tinha que ir ao Rio de Janeiro comprar livros em sebos, feiras e até adquirir um saldo das últimas revistas Estrutura no escritório do prof. Aderson Moreira da Rocha.

Montei meus programas de cálculo de esforços e dimensionamento para a minha HP41 e o TK2000 que comprei em seguida. Nessa época, fiquei fazendo projetos de estruturas junto com um grande amigo de faculdade, Enderson Ulisses Leal, durante alguns anos.

Em paralelo, trabalhei gerenciando uma empresa madeireira. Em 1987, vi pela primeira vez uma planta plotada de vigas no stand do SISTRUT, programa desenvolvido pelo grande Marcelo Picarelli e isto me reacendeu a vontade de voltar definitivamente para a Engenharia.

Em 1990, fui contratado pela Hochtief do Brasil para trabalhar no suporte técnico do CADABRA, software de CAD que já tinha informações sobre os elementos desenhados, já um precursor do conceito que hoje denominam BIM. Trabalhei na HTB até o início de 1994.

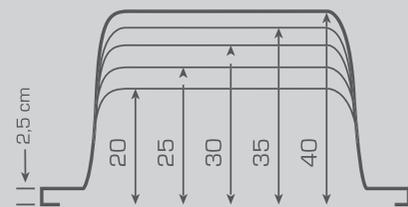
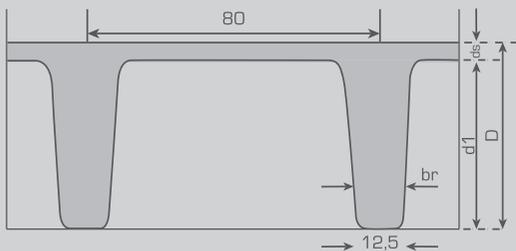
**Como essa etapa definiu a próxima etapa da sua carreira?**

Considero que estes 11 primeiros anos de formado foram preparatórios, vivenciando um conjunto de atividades que ajudaram na minha formação profissional e mantendo vivo o sonho de trabalhar em bons projetos de Engenharia.

Ed. Barão do Café | Ribeirão Preto - SP



## FÔRMAS CIENTIFICAMENTE PROJETADAS PARA EVITAR DEFORMAÇÕES DURANTE A CONCRETAGEM



Disponibilizamos meias-fôrmas em todas as alturas citadas acima.

Ao utilizar a fôrma 80x72,5 cm, o cliente encontra à sua disposição alguns fornecedores, podendo negociar melhores preços.

31 3392.6550 • 31 99712.6642  
contato@brasilformas.com • www.brasilformas.com



nharia Estrutural. Vale lembrar que neste período (anos de 1980) os sistemas computacionais para projetos estruturais estavam em formação e já no início dos anos de 1990 tínhamos boas ferramentas de projeto utilizando computadores para cálculos e desenhos.

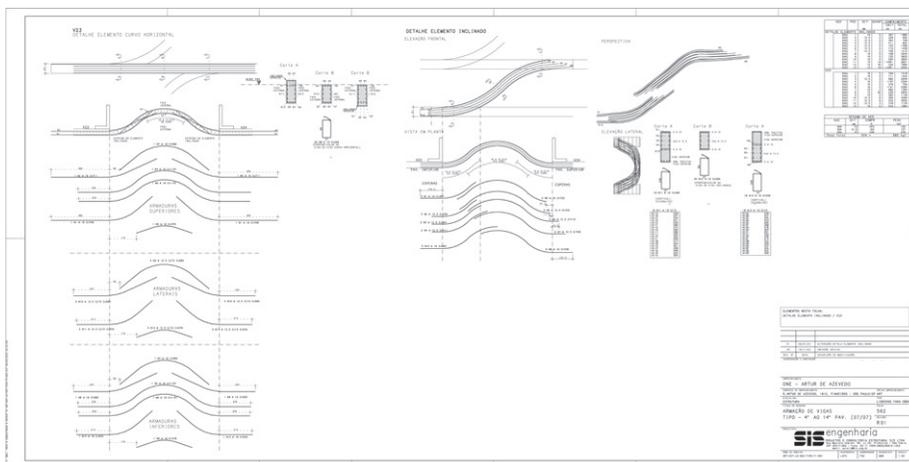
A boa oportunidade de retornar de vez para a Engenharia Estrutural surgiu quando fui trabalhar no suporte técnico da TQS em 1994, pois o Nelson Covas tinha me permitido fazer projetos fora do horário de trabalho. Logo no primeiro mês surgiu a oportunidade de ajudar aos amigos Marcio Caldas e Akio, da MAC Engenharia, em alguns projetos bacanas. Logo consegui realizar meu sonho de trabalhar em projetos de edifícios em São Paulo. No primeiro projeto já passei a analisar os pavimentos com modelos de grelha, discretizando a malha de lajes no editor de desenhos de grelha e a estrutura global como pórtico espacial. Já estava realizando o meu sonho de projetar utilizando boas técnicas de análise estrutural. E não parei mais...

**Considero que estes 11 primeiros anos de formado foram preparatórios, vivenciando um conjunto de atividades que ajudaram na minha formação profissional e mantendo vivo o sonho de trabalhar em bons projetos de Engenharia Estrutural**

**Fale mais sobre a sua visão da evolução da Engenharia Estrutural nos anos de 1990 e 2000.**

Quando entrei na TQS, a maioria dos escritórios ainda não projetavam de maneira integrada. Exemplo, um engenheiro calculava esforços em lajes, passava os resultados para um projetista detalhar as lajes. Outro engenheiro calculava vigas e acumulava "cargas" nos pilares para dimensioná-los.

Tudo com apoio de desenhistas, sendo que ainda tínhamos os projetistas de formas e os armadores.



*Armação de vigas*

Os sistemas foram ficando mais integrados e, já no início dos anos de 2000, tínhamos a possibilidade de realizar um processamento completo da estrutura com esforços obtidos de bons modelos de pórtico espacial e grelha nos pavimentos bem modeladas. Eu pude vivenciar toda esta evolução e principalmente repassar nos cursos que realizávamos pelo Brasil afora uma forma de projetar diferente, com um engenheiro podendo ser independente e podendo fazer todo o projeto sozinho.

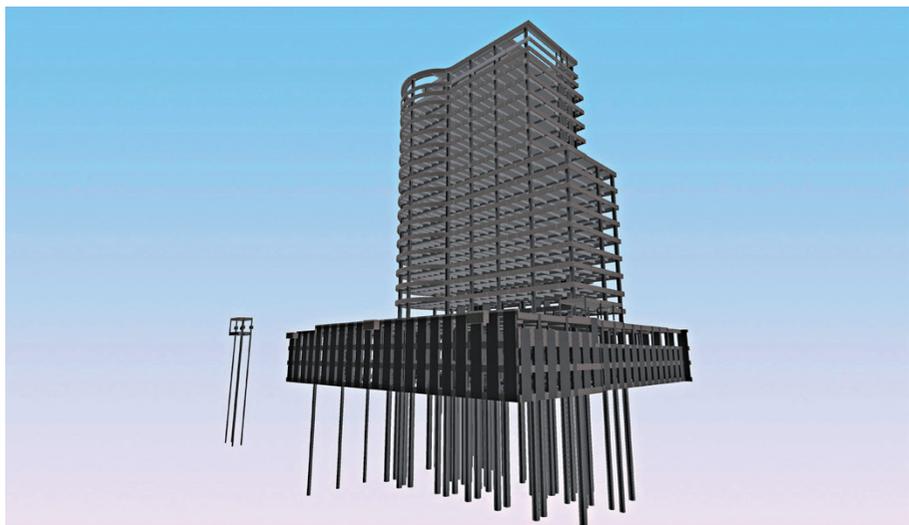
Trabalhei bastante na implementação de sistemas em ótimas empresas de Engenharia e com isto formei muitas amizades. Conheci a maioria dos grandes engenheiros de estruturas do País. Isto foi uma grande realização profissional para aquele "jovem" que saiu lá do interior para a grande capital da Engenharia Estrutural do País.

**Conte mais sobre o seu convívio com os engenheiros de estruturas.**

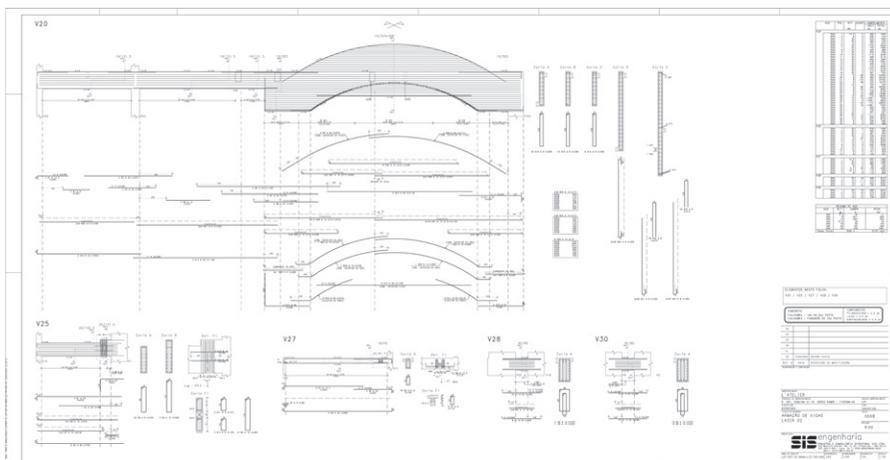
Logo na minha primeira semana na TQS, o Nelson Covas me pediu para ir instalar os sistemas no escritório de um "amigo", José Luís Cavaleiro. Fui muito bem recebido, escutei boas histórias de projetos e até hoje também sou muito amigo dele. Com o tempo fiz muitas amizades e a minha conclusão é de que os engenheiros de estruturas são pessoas de bom caráter, ótima índole, ótima cabeça, TODOS GENTE BOA!!!!

**Você buscou uma especialização por meio de cursos? Como eles foram importantes para solidificar sua carreira?**

No início fiz análise de sistemas, pós em gerenciamento de empresas, vários cursos sobre concreto armado, mas tenho que destacar as diversas grandes palestras que



*Modelo 3D*



Armação de vigas

presenciei na Divisão de estruturas do Instituto de Engenharia de SP e na ABECE. Não tem nada mais inspirador do que poder estar perto de grandes engenheiros, repassando seus conhecimentos.

### Como se deram suas atividades na área de projetos?

Trabalhei muitos anos ajudando em muitos escritórios de projetos na elaboração de projetos complicados. Passei pela fase de crescimento da utilização de lajes nervuradas, do início da utilização de cordoalhas engraxadas no Brasil, pela introdução da solidarização entre vigas e pilares em edifícios pré-fabricados, do crescente aumento do número de pavimentos nos edifícios, etc.

Em 2004 me tornei sócio de Luís Phillipe de Barros Santoro na SIS Engenharia e comecei a atuar de maneira independente. Hoje trabalhamos na elaboração de projetos

estruturais, adequações estruturais e na avaliação técnica de projetos estruturais.

### Como surgiu o interesse pela área de avaliação estrutural? Um dos grandes nomes nesse campo foi o professor Vasconcelos? Como ele o influenciou?

No final de 1994 surgiu a oportunidade de ajudar ao professor Augusto Carlos Vasconcelos em uma análise de uma treliça de lançamento de ponte. Ganhei a confiança dele e passei a ajudá-lo nos trabalhos do que se denominava na época verificação, auditoria de projetos, CQP, termos que eu julgava serem muito pesados.

Tive então a ideia de denominar Avaliação Técnica de Projetos - ATP e com o tempo esta denominação tornou-se a mais apropriada.

Em relação ao meu convívio com o prof. Vasconcelos, ao longo de

25 anos, só posso resumir como sendo uma dádiva. Aprendi muita coisa com ele, na Engenharia, na ética, no caráter, na amizade, na alegria. Ele foi uma grande referência para mim em tudo. Confesso que estou aqui chorando, emocionado, lembrando dele...

**Em relação ao meu convívio com o prof. Vasconcelos, ao longo de 25 anos, só posso resumir como sendo uma dádiva. Aprendi muita coisa com ele, na Engenharia, na ética, no caráter, na amizade, na alegria.**

### E como foi a evolução das avaliações técnicas de projetos ao longo destes quase 30 anos?

Vale lembrar que já lancei muitas estruturas utilizando as plantas de formas em papel e até conferindo as medidas das formas. Analisávamos as armaduras também em papel, o que eu gosto de fazer até hoje.

Trabalhando com o professor Vasconcelos fomos formatando uma metodologia que julgávamos a mais assertiva para realizar as ATPs, usando as melhores técnicas possíveis para analisar as estruturas. Criei uma forma de apresentação dos trabalhos realizados através de relatórios que hoje se tornou padrão.

De 2008 em diante, já atuando pela SIS Engenharia, começamos a formar uma equipe de jovens para quem transferir todos os conhecimentos e, hoje, contamos com uma excelente equipe.

Com a mudança no texto do item 5.3.1 da NBR6118:2014, onde ficou claro que SE DEVE realizar as avaliações técnicas de projeto, surgiu a necessidade de se tentar uniformizar a metodologia de trabalho dos avaliadores.

A ABECE criou, na gestão do Augusto Pedreira de Freitas, a "Recomendação ABECE 002:2015 - Avaliação Técnica Do Projeto De Estruturas De Concreto", onde buscamos transmitir informações aos profissionais de como se deve realizar um bom trabalho.



Modelo 3D

## Hoje, o que poderia ser melhorado no andamento dos projetos em relação à realização da avaliação técnica do projeto?

Eu creio que ainda pode haver um maior diálogo entre a equipe de projetista estrutural e a equipe de avaliação técnica. Outro ponto a ser citado é que o ideal é que o avaliador participe do projeto desde o início, acompanhando o desenvolvimento do projeto e podendo colaborar para que a estrutura concebida já seja a melhor solução possível.

## Depois de quase três anos de pandemia percebo o quanto é importante nos reaproximar em busca da união da nossa classe.

Vale salientar, que um avaliador técnico deve ter grande experiência nos tipos de obras que está analisando e também dominar plenamente os sistemas que utiliza em suas análises, para que seus resultados estejam focados em julgar a estrutura como projetada e não apenas seguir os resultados que os sistemas indicam nos primeiros processamentos. Ou seja, os avaliadores devem analisar exaustivamente as estruturas buscando o seu comportamento real, já considerando as inércias e armaduras dos elementos estruturais e o comportamento das fundações, como projetadas.

## De que maneira os sistemas tecnológicos, como da TQS, são usados nesse tipo de trabalho?

Só utilizamos o TQS em nossas atividades. Sabendo usar bem, podemos analisar quase todos os tipos de estruturas com o TQS.

Detalhe: nosso sistema TQS é igual ao distribuído a todos, mas procuramos conhecer os recursos em toda plenitude para podermos fazermos análises extremamente complexas.

Mas hoje existem outros sistemas integrados com ótimos recursos então, se os usuários os conhecer bem, conseguem fazer ótimos projetos.

## Como você se engajou nas questões do setor até chegar a presidente da ABECE - Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural?

A ABECE foi fundada em 17 de outubro de 1994.

Comecei a frequentar as reuniões da associação e sempre ficava liisonjeado de poder estar junto a grandes engenheiros de estruturas. Aprendi muito, principalmente nas questões éticas e sobre a busca para valorização da nossa atividade profissional.

Fui convidado para fazer parte da diretoria pelo Augusto Pedreira de Freitas em 2014. Eu nunca tinha imaginado fazer parte da diretoria e desde então tenho procurado me dedicar a fundo. Fiz parte da diretoria de tecnologia e qualidade, ajudando ao prof. Ricardo França no primeiro biênio e depois fui vice-presidente de tecnologia e qualidade e depois de relacionamento nos biênios que se seguiram até assumir a presidência em outubro de 2022. Este foi o grande momento da minha carreira profissional.

Mas como diria o Tio Ben, com os grandes poderes vem as grandes responsabilidades. Então vou tentar fazer o máximo que puder para ajudar a nossa classe profissional.

## Quais suas metas à frente da ABECE?

Quando a ABECE foi fundada, os principais objetivos era ser um fórum de debates para os problemas da categoria profissional. Dentre os diversos focos de traba-

lho da associação incluíram-se: a representatividade junto a órgãos públicos e privados assim como a promoção da importância do projeto estrutural junto às entidades de classe, como CREA, CONFEA, SINDUSCON, ABRAINIC etc..

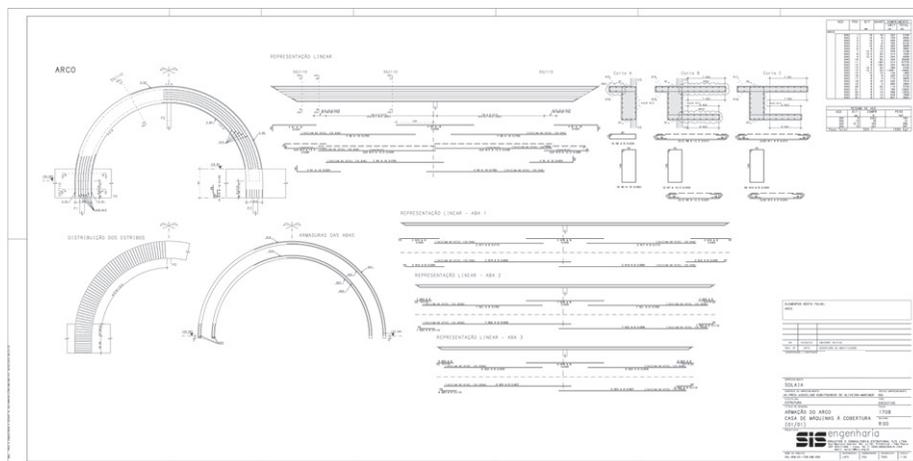
## Se o engenheiro respeitar as recomendações das normas vigentes, tanto em projeto quanto em obra, os problemas estruturais tendem a se reduzir drasticamente, apenas a casos extremamente raros.

Também teve como objetivos a publicação de artigos técnicos junto às revistas especializadas e desenvolvimento de sistemas de controle da qualidade de projetos (tais como um selo de qualidade).

Sentimos a necessidade de assessorar e defender o associado nas questões técnicas, jurídicas e comerciais relativas ao projeto estrutural, uma lacuna que existia na época.

Além de atuarmos para a divulgação de uma tabela de honorários junto às entidades de classe e revistas especializadas. Refletindo sobre as ações da ABECE nesses 28 anos, com certeza a entidade alcançou mais do que seus fundadores buscavam em 1994. Mas as metas dos primórdios continuam sendo fundamentais.

Depois de quase três anos de pandemia percebo o quanto é importante nos reaproximar em busca da união da nossa classe.



Armação do arco

**Nesse sentido conclamo a todos a participar de congressos, encontros informais ou comissões de estudos para estarmos mais próximos.**

Temos diversas atividades previstas para os próximos anos, onde podemos citar:

- criação e manutenção de práticas recomendadas, algumas em parceria com a ABNT;
- palestras técnicas, estimulantes e motivadoras;
- participação na elaboração e revisão de Normas Técnicas;
- participação em diversos comitês e estudos, relacionadas a sustentabilidade (ESG);
- estimular os jovens a ingressarem na área da Engenharia Estrutural;
- programas de certificação para engenheiros de estruturas;

- atuação na normalização de novas tecnologias e produtos, como a regularização da utilização do CA70.

**O grande desafio para os próximos anos está na busca pela redução de impactos negativos ao meio ambiente, com as metas para redução de emissões de CO<sub>2</sub>.**

**Como está a sua percepção sobre a valorização do cálculo estrutural na atualidade?**

Se considerarmos que a variação do IGP-M de 1994 até 2023 foi de 1.011% (11,11vezes), infelizmente podemos afirmar que os valores dos projetos estruturais não foram corrigidos proporcionalmente. Além disto, hoje os

projetos são muito mais complexos estruturalmente e com muitas fases de desenvolvimento de formas até chegarmos ao pesado detalhamento de armaduras. A assistência à obra também é muito mais intensa. Ou seja, hoje os projetos deveriam ser bem mais remunerados e isto não tem ocorrido. O principal motivo é a falta de diálogo entre os profissionais, buscando balizar pelo menos os valores mínimos de projeto. Como os engenheiros não sabem calcular seus custos, tentam cobrar valores baixos para se inserirem no mercado e depois não conseguem reverter esta situação.

**Qual o grau de automação que se consegue hoje na elaboração dos projetos estruturais? É preciso conscientizar contratantes sobre esse limite?**

Os *softwares* integrados auxiliam muito e hoje podemos projetar

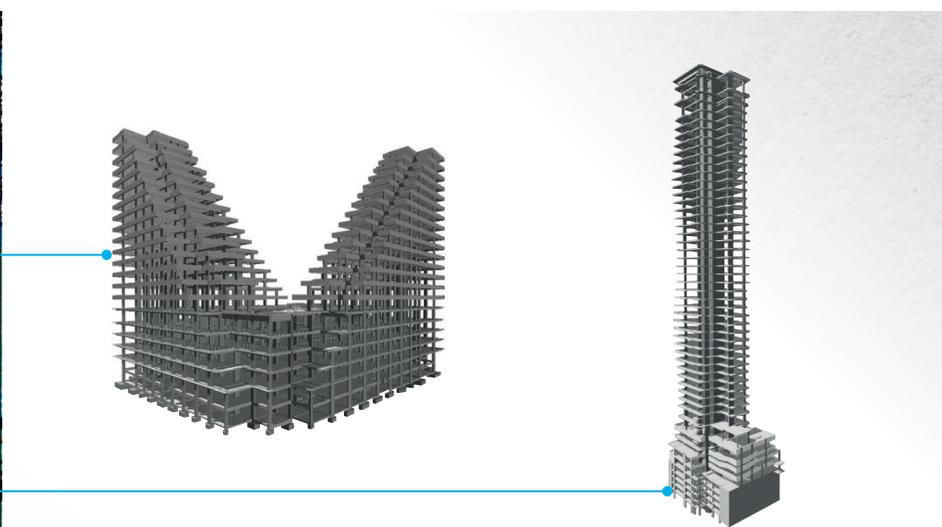
**Vivapark Vértice**  
Porto Belo - SC  
Área estrutural: 56.357,00 m<sup>2</sup>  
Laje com Sistema Pavplus  
Projeto estrutural: Precisão Estrutural

**Wave**  
Fortaleza - CE  
Área estrutural: 29.772 m<sup>2</sup>  
Laje com Sistema Pavplus  
Projeto estrutural: MD Associados

SAIBA MAIS

PRÊMIOS DE RECONHECIMENTO

PROFISSIONAIS CERTIFICADOS



## SISTEMA PAVPLUS

TECNOLOGIA À ALTURA DAS GRANDES OBRAS.

O Sistema Pavplus une o conceito das lajes nervuradas com os das lajes maciças protendidas. Nosso cimbramento metálico modularizado com as formas plásticas de encaixe, reduzem a mão de obra, o consumo de escoras e uso de madeira, tornando a obra mais sustentável e produtiva.

Essa tecnologia além de estar presente nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste, vem crescendo nas regiões Centro-Oeste e Sul, como no mercado de Santa Catarina.

**Estruturas 4.0**

- + economia + tecnologia
- + sustentabilidade + processos

**IMPACTO**

@ impactonaobra



Modelo 3D

com excelente técnica, mas nada é gerado automaticamente. Hoje, os projetos são muito trabalhosos, e com certeza, em um bom projeto, todos os elementos estruturais passam por edição gráfica até chegarmos nas plantas emitidas.

Existe um grande desconhecimento dos contratantes, que imaginam que as armações são geradas automaticamente. Adoraria fazer uma série de vídeos dedicado ao público em geral mostrando quanto trabalho temos em modelagem, análise de resultados e detalhamento de armaduras. Difícil seria manter a atenção do pessoal nestes vídeos em tempo real, por 4, 6, 8hs seguidas de trabalho mostrando a realidade do dia a dia nos escritórios de projeto.

### **A evolução da tecnologia não impede que ocorram patologias e até colapsos em estruturas? Por quê?**

São raros os casos de colapsos de estruturas de edifícios projetadas e executadas nos últimos 30 anos. Porém, manifestações patológicas ocorrem com frequência, originadas por diversos motivos, entre eles: deficiências de resistência e módulo de elasticidade dos concretos, falhas nos sistemas de escoramentos, recalques de fundações, retração hidráulica, empuxos de terra desequilibrados não considerados em projeto, ligações entre estruturas metálicas e de concreto, considerações

equivocadas no cálculo de deformações verticais nos pavimentos, falhas nas ligações entre alvenarias de vedação e a estrutura, etc.

Se o engenheiro respeitar as recomendações das normas vigentes, tanto em projeto quanto em obra, os problemas estruturais tendem a se reduzir drasticamente, apenas a casos extremamente raros.

Grande parte dos problemas graves que são observados ocorrem em edificações sem projeto, ou sem uma manutenção ao longo do tempo ou que sua utilização não corresponda à função original projetada.

### **Dentro dessa realidade, o que os novos profissionais devem fazer para evitar a busca por soluções fáceis e ao mesmo tempo tirar o melhor proveito das tecnologias?**

Não existem projetos fáceis, esqueçam.

Todos os profissionais, independente do tempo de formado, deve procurar conhecer bem suas ferramentas computacionais de projeto e desenvolver a percepção do comportamento estrutural para cada tipo de ação que a estrutura esteja sendo submetida, como por exemplo, rigidez das fundações, efeitos de variações volumétricas originadas por retração e temperatura, vento, empuxos, subpressão, deformações nos pavimentos e deslocamentos horizontais globais.

Como hoje trabalhamos muito isolados, sendo que muitos não tem ninguém para verificar o que foi projetado, os engenheiros têm que desenvolver um alter ego para ser seu autoverificador, e dar aquela parada para repensar em tudo, antes de emitir suas plantas finais.

Ou seja, temos que ter muita humildade, sempre.

### **Além de concreto e estruturas metálicas, poderemos ter outros produtos no mercado que venham substituir esses materiais tradicionais?**

A Engenharia Estrutural sempre buscou as melhores soluções viáveis. O grande desafio para os próximos anos está na busca pela redução de impactos negativos ao meio ambiente, com as metas para redução de emissões de CO<sub>2</sub>

impostas pelas grandes organizações e nacionais internacionais.

Os engenheiros de estruturas devem estar preparados para escolher para cada edificação qual é o melhor sistema estrutural, que agora, além de ser o mais econômico, terá que ter a busca por ser a que resultará em menos emissões para ser realizada.

### **Desistam... dos videogames! Porque a diversão trabalhando em projetos é muito maior, ainda mais com as boas ferramentas que temos hoje.**

Julgo que as edificações deverão ser projetadas buscando a redução de materiais em geral. Como sempre buscamos soluções estruturais enxutas, deve-se buscar reduções nos desperdícios em enchimentos, revestimentos excessivos de fachada e elementos que exijam manutenção em poucos anos. Devem ser repensados os exageros nos paisagismos e nas áreas comuns de lazer, que são pouco utilizadas pelos usuários, como por exemplo as piscinas aquecidas, que demandam constante gasto de energia aos condomínios.

Nos próximos anos serão desenvolvidos métodos que permitam medir efetivamente as emissões originadas nas construções e na manutenção destas. Aí, possivelmente, surgirão soluções estruturais combinando materiais menos emissores.

### **Qual é a sua recomendação para os profissionais que estão entrando agora no mercado?**

Desistam... dos videogames! Porque a diversão trabalhando em projetos é muito maior, ainda mais com as boas ferramentas que temos hoje.

Nossa profissão é uma das mais bacanas e nobres, e nos trazem uma grande realização profissional. Eu pretendo trabalhar com gosto por mais uns 20 anos e espero presenciar muitos avanços tecnológicos na nossa área, mas principalmente, quero poder presenciar a realização dos sonhados objetivos da ABECE.

A V24 acabou de sair do forno, e nosso desenvolvimento já começou a trabalhar na V25.

Algumas requisições antigas estão sendo atendidas e novas ideias analisadas.

## 64 bits

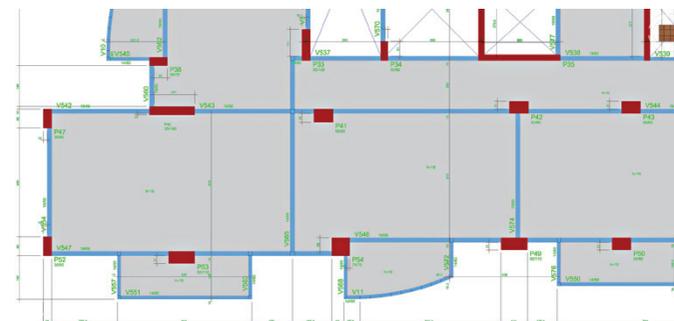
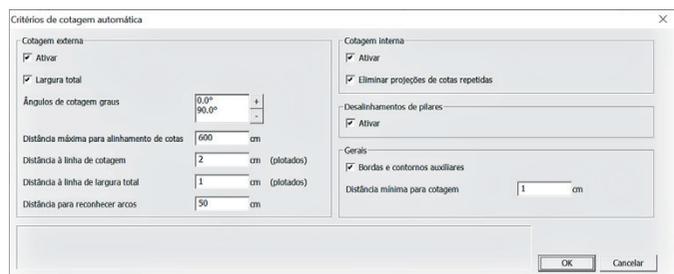
A adaptação para 64 bits envolve a atualização de drivers e bibliotecas. Com mais de 1.300 módulos executáveis no TQS, o plano inicial de montar uma versão mista 32/64 foi descartada e uma versão completa 64 está sendo preparada na V25.

A principal vantagem na utilização de 64 bits aparecerá na integração com o BIM, com o aumento na capacidade de importação de arquiteturas e instalações, assim como na visualização de modelos com múltiplas referências, e em edifícios de alvenaria estrutural. Isto vai ao encontro de nosso objetivo de facilitar ao máximo a integração do TQS no ambiente BIM, que inclui também a melhor exportação de ferros gerados no TQS e a integração com outros sistemas e ambientes, como o TQS Cloud Viewer, e o sistema Augin. A resolução dos modelos de análise de pórtico e grelha já vem sendo feita em 64 bits desde a V18.

Será atualizada também a interface TQS-Python para funcionar em 64 bits, o que significa maior facilidade para uso de bibliotecas de inteligência artificial, como Keras, Tensorflow e PyTorch.

## Cotagem automática

A cotagem automática de formas é uma reivindicação antiga que está chegando agora no Modelador. Ela é mais rápida que a cotagem automática por uma linha atravessando a planta de formas, mas pode exigir um pouco de edição para refinamento final da cotagem. Acionada no menu de cotagem, permite controlar direções, tolerâncias e pontos cotados:

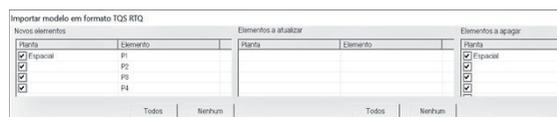


## BIM

Os comandos relativos à importação e à exportação de modelos dentro do Modelador saíram do menu "Arquivo" e passaram a um menu próprio de BIM:



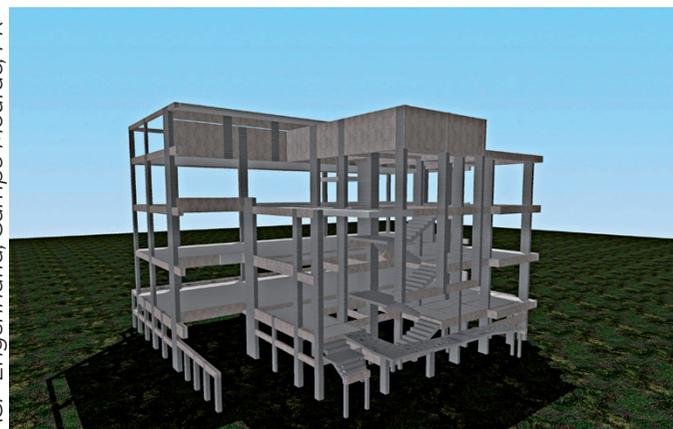
Os elementos importados a inserir, atualizar ou apagar podem ser marcados ou desmarcados, permitindo maior controle sobre a importação:



E um novo comando para importação parcial de elementos está sendo desenvolvido. Enquanto a importação total sofre de restrições pelas diferenças de estruturas de dados entre os diversos softwares BIM, a importação parcial permite que o engenheiro se concentre nas alterações efetivamente efetuadas no modelo. Um arquiteto que tem o modelo no Revit, pode usar o *plugin* da V25 para exportar alguns elementos estruturais alterados, e o engenheiro pode importar somente estes elementos e verificar como a importação foi realizada. A importação parcial não apaga elementos estruturais existentes.

Também estão sendo feitas melhorias nas exportações de estribos para o Revit. Estribos de vigas e pilares agora passam a ser gerados de maneira totalmente nativa e são mais facilmente manipuláveis do lado do Revit.

ACP Engenharia, Campo Mourão, PR



## Novidades V24.1

Após o lançamento da Versão V24, passamos a revisar os programas com melhorias e ajustes. A seguir, seguem as novidades introduzidas na Versão V24.1, que já se encontra disponível em nosso *site* para *download*.

### Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha

- Possibilidade de ligar/desligar a visualização de barras auxiliares.

### Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha

- Melhoria na manutenção de personalizações do usuário.

### Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha

- Acerto na representação de cargas de empuxo.

### Plotagem

- Ajuste no funcionamento do programa de configuração de plotagem quando a pasta de suporte está numa rede de computadores.

### Plotagem

- Habilitados níveis 201, 202, 203, 204, 211, 212, 213, 214 para estilos de linhas.

### Desktop

- Adicionados comandos para copiar e excluir arquivos.

### Pilares

- No visualizador 3D de efeitos de segunda ordem, o tema editado pelo usuário passa ser salvo em disco.

### Vigas

- Melhoria no cálculo do comprimento da dobra da armadura lateral.

### Fundações

- No editor 3D de sapatas, foram adicionados comandos para adicionar/remover sapatas e carregamentos.

### Fundações

- Alterações realizadas nos editores rápidos de armadura passam a refletir na geração das armaduras em 3D.

### Alvest

- Novo fabricante de blocos.

### Incêndio

- Possibilidade de cancelamento de processamento na janela de seleção de pavimentos.

### Python

- Introduzida a possibilidade de geração do Resumo Estrutural.

### Diversos

- Melhorias e ajustes pontuais.





[www.tqs.com.br/systems/training](http://www.tqs.com.br/systems/training)

Para conhecer, testar,  
aprender e usar.

Pacotes TQS  
**GRATUITOS**

## TQS AG (Avaliação Gratuita)

Para profissionais que desejam conhecer e testar o TQS em seus projetos.

## TQS Estudante

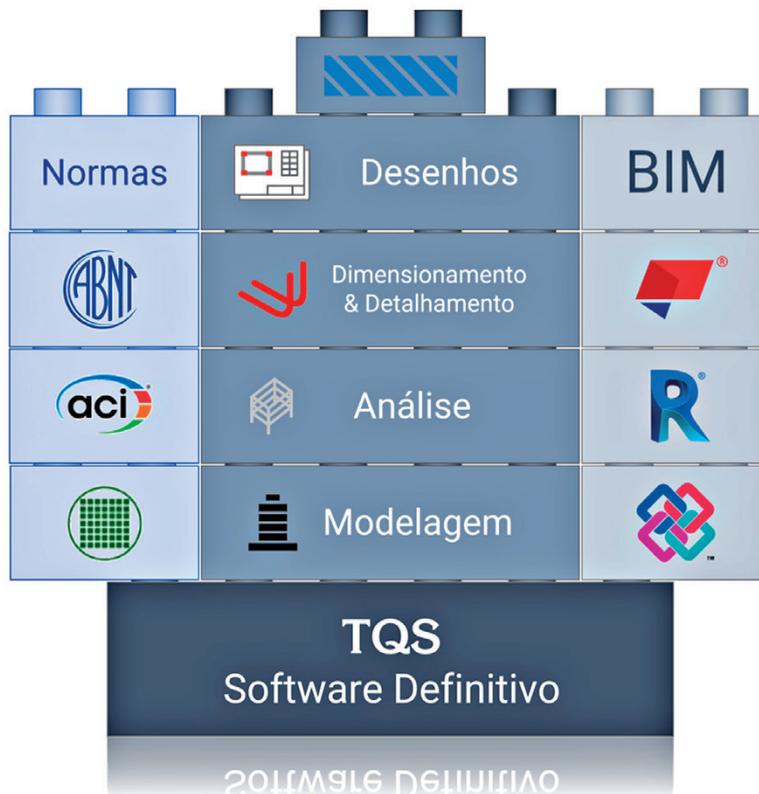
Para estudantes que desejam aprender e usar o TQS em seus estudos.

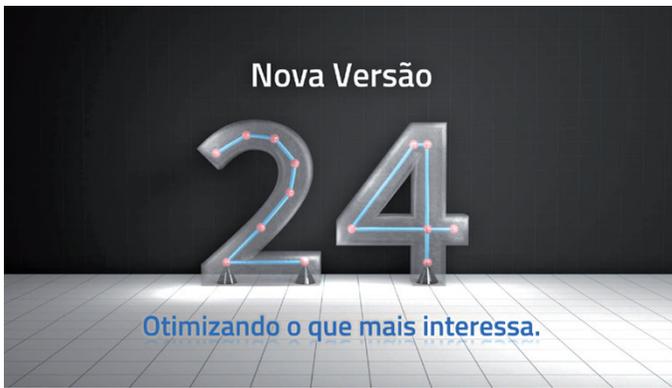


Download disponível na TQS Store.



Tutoriais disponíveis no TQSDocs e YouTube®.





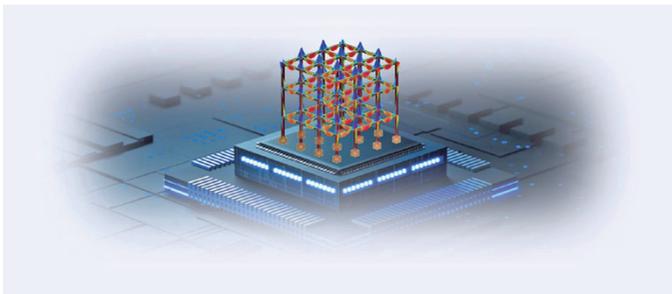
## Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha

Uma ferramenta indispensável ainda melhor.

Uma adequada avaliação da segurança e do desempenho em serviço da estrutura de um edifício passa, necessariamente, por uma criteriosa validação dos resultados da análise estrutural. Neste sentido, o Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha sempre foi um dos destaques do TQS.

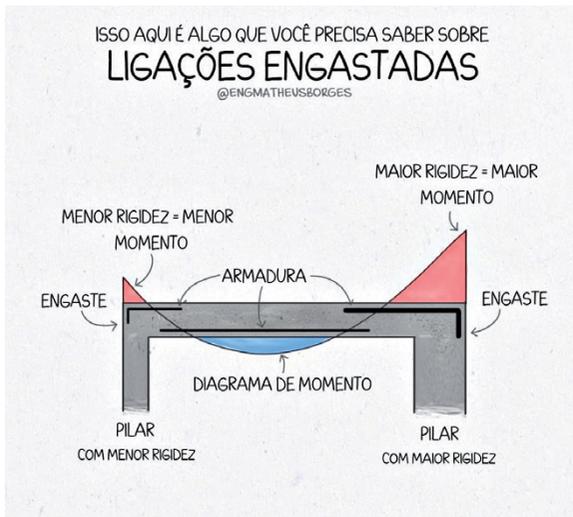
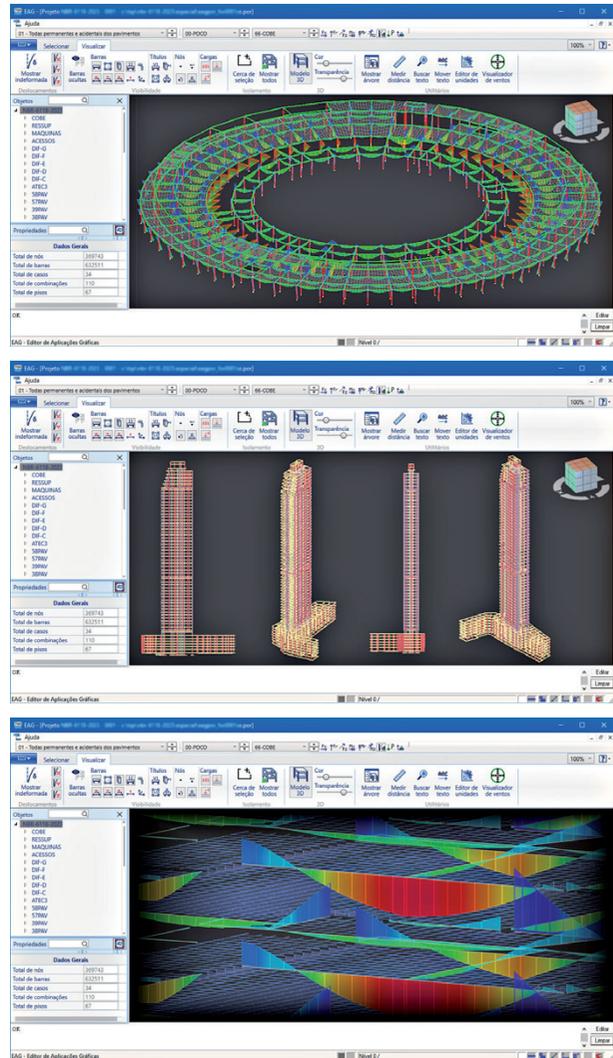
Uma ferramenta indispensável no cotidiano de seus usuários há décadas.

Baseado no mesmo motor gráfico do Visualizador 3D e do Modelador Estrutural, o Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha foi completamente reescrito na Versão V24.



Como resultado, um enorme ganho em performance, com destaque para edifícios com Modelo VI, onde a navegação ficou muito mais veloz e fluida.

O ambiente principal do novo visualizador possui agora uma janela lateral e teve o seu menu ribbon cuidadosamente reestruturado.

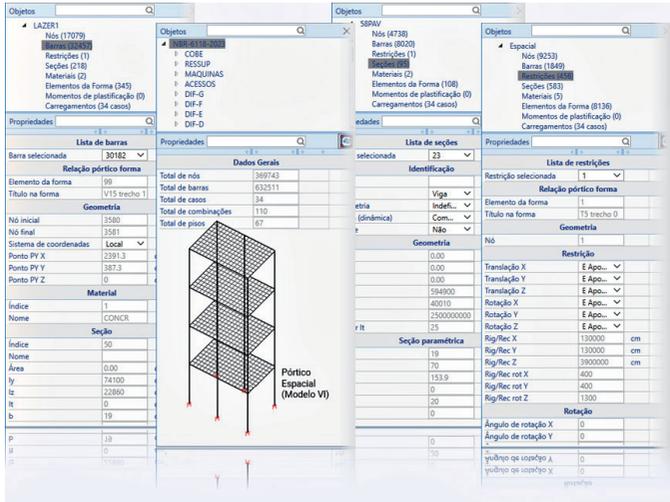


Eng. Matheus Borges



Eng. Matheus Borges

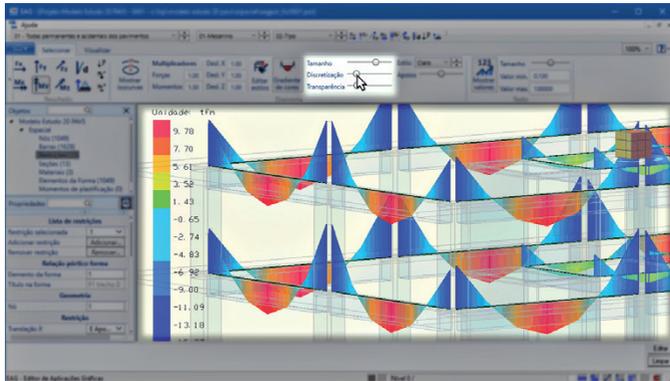
Composta por árvore de elementos e tabela de propriedades, a janela lateral permite fácil acesso às informações detalhadas do modelo estrutural. Para edifícios com Modelo VI, é possível obter o tamanho total do modelo incluindo as subestruturas.



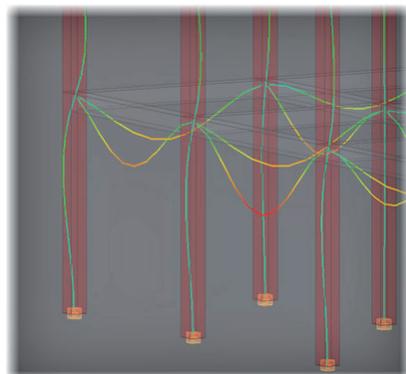
O menu ribbon passou a contar com todos os parâmetros de visualização, fornecendo resposta em tempo real com um clique.



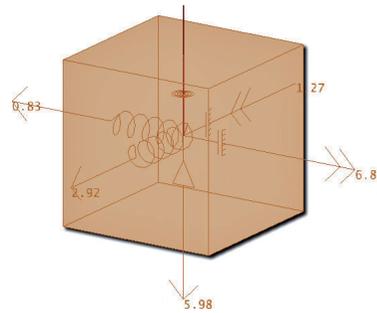
Os diagramas ficaram mais precisos. Fruto da criação de uma rotina genérica que calcula os resultados em pontos intermediários de uma barra, a discretização dos diagramas passou a ser um parâmetro no menu e a visualização tem resposta instantânea.



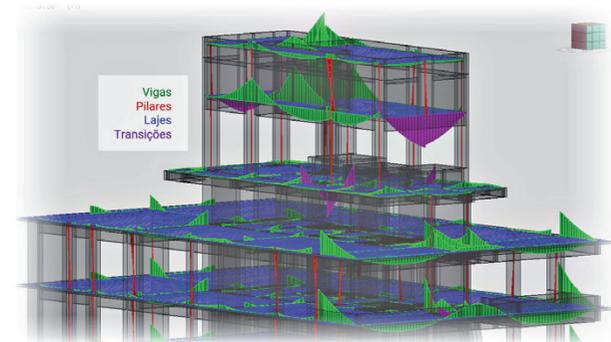
Agora, é possível visualizar como as barras de pilares se deformam.



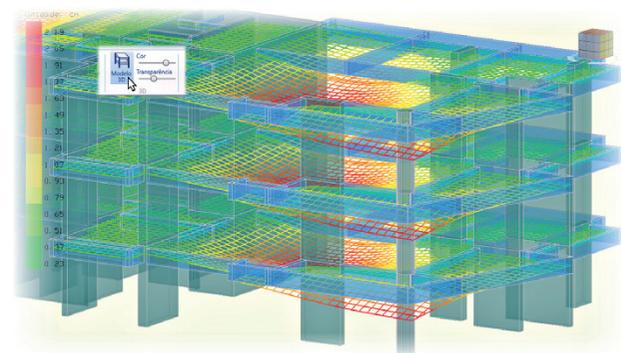
A representação gráfica dos apoios é completamente nova e fornece informações de todos os graus de liberdade.



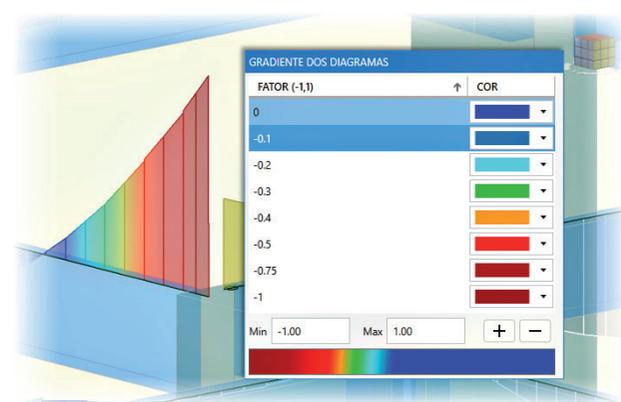
Novas opções de cores e controle de transparência dos diagramas evidenciam os resultados por tipo de elemento.



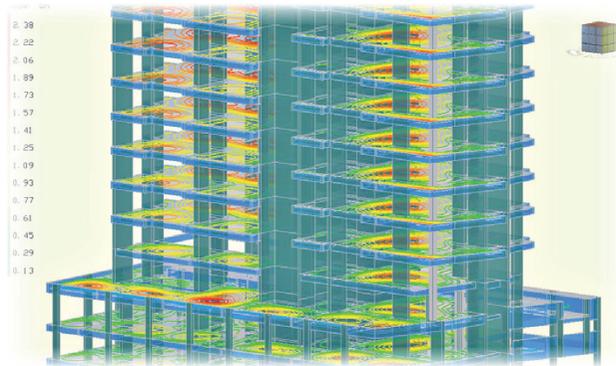
O modelo 3D do edifício pode ser visualizado em conjunto com o pórtico espacial ou grelha, com controle de cor e transparência.



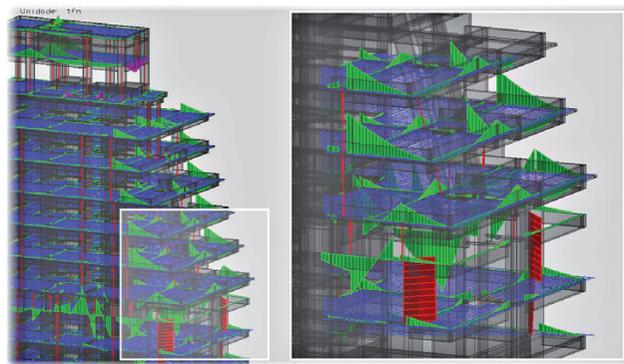
A visualização com gradiente de cores tornou-se mais poderosa. É possível configurar a relação dos valores da escala com as cores, podendo assim evidenciar os resultados numa região específica.



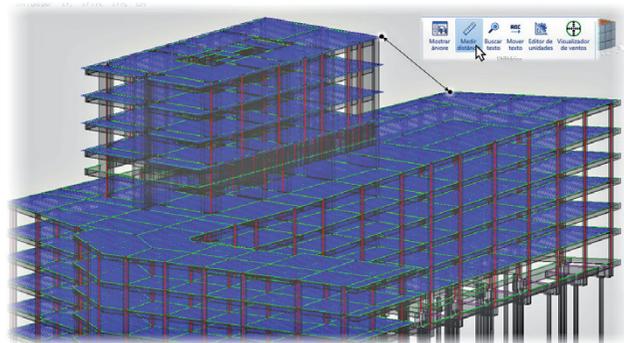
As curvas de isovalores são visualizadas em 3D, com fácil controle da discretização.



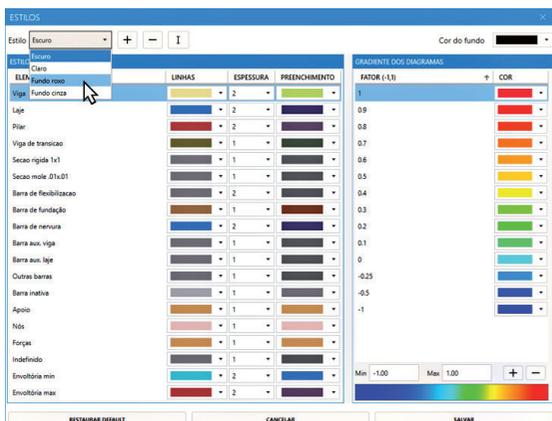
O comando de cerca de seleção de elementos passou a funcionar em 3D.



Há diversos outros comandos disponíveis (medir distância em 3D, buscar texto, alterar unidades etc.).

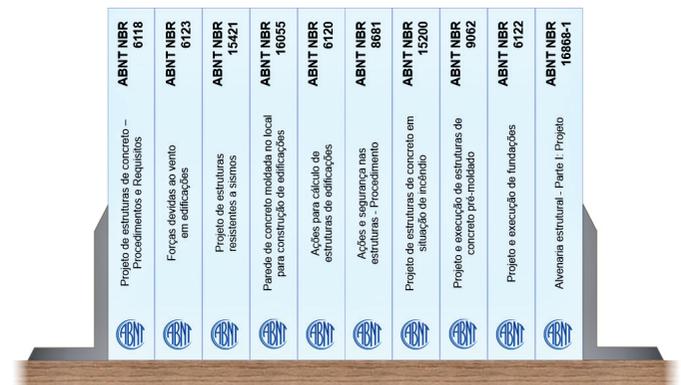


As cores e espessuras dos diagramas são completamente personalizáveis, sendo possível configurar e criar estilos próprios.



## Normas

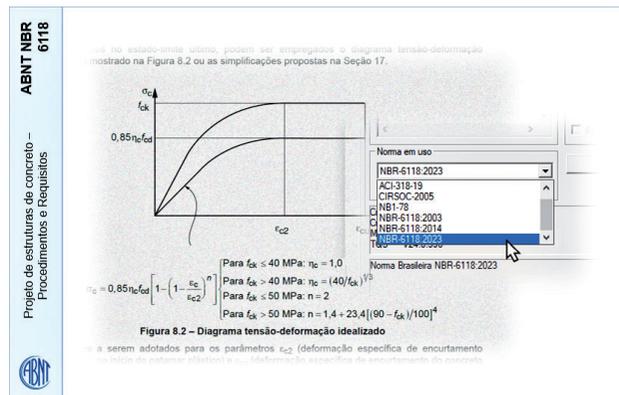
A elaboração de projetos estruturais exige do engenheiro conhecimento e atendimento de requisitos presentes em diversas normas brasileiras.



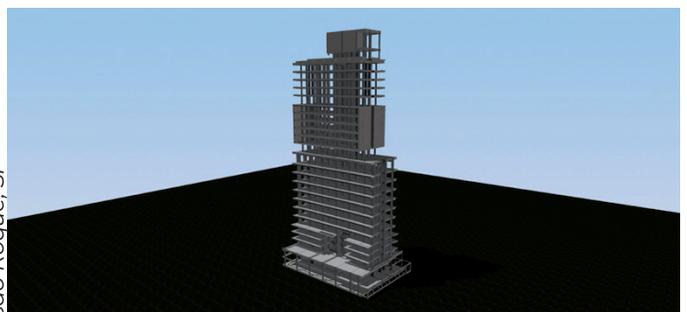
A seguir, são apresentadas algumas normas que foram recentemente publicadas pela ABNT ou que estão em processo final de revisão. Quando forem necessárias e cabíveis, as novidades dessas normas serão adaptadas nos sistemas TQS V24.

### NBR 6118:2023

A revisão da principal norma para projeto de estruturas de concreto armado e protendido está prevista para ser publicada em breve. Há novidades no dimensionamento com concreto de alta resistência, no dimensionamento a punção, na análise local de pilares em balanço, nos limites de compressão gerados pela protensão etc. Destaca-se a introdução do coeficiente de fragilidade do concreto, denominado  $\eta_{ck}$ , que gerará mais segurança (mais armadura) em pilares com  $f_{ck}$  maior que 40 MPa, que já se encontra adaptado no TQS V24.

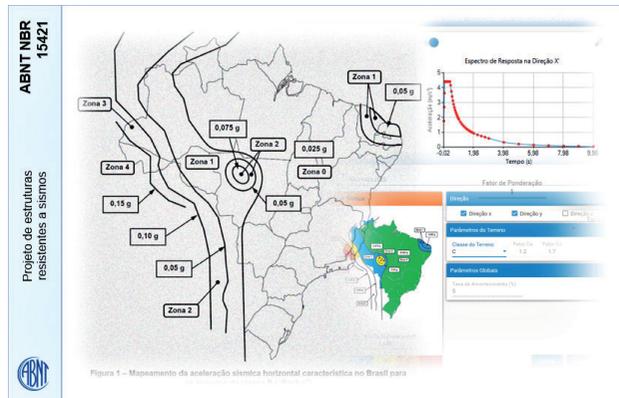


Cetec Engenharia Estrutural,  
São Roque, SP



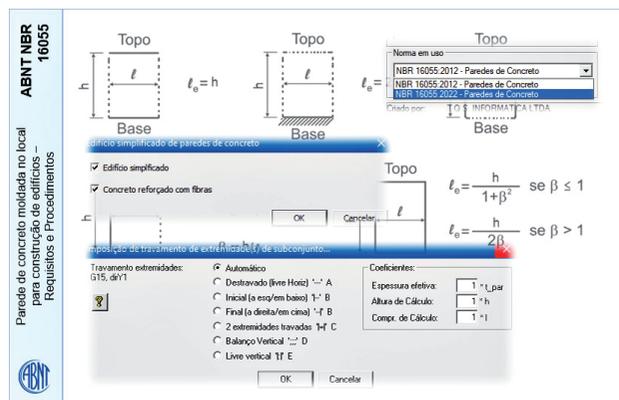
### NBR 15421:2023

A revisão da norma que define requisitos para segurança de estruturas submetidas a sismos foi recentemente publicada em maio de 2023. Dentre as novidades, destacam-se o novo zoneamento sísmico no Brasil e o novo espectro de resposta, que foram incorporados no TQS V24.



### NBR 16055:2022

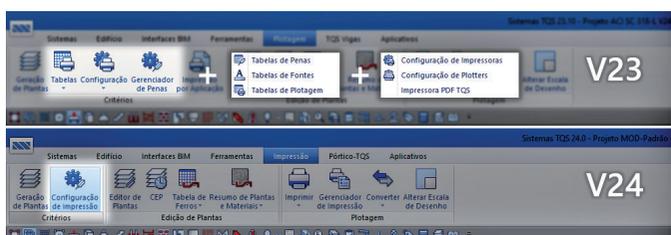
A norma para estruturas com paredes de concreto teve sua revisão publicada em novembro de 2022. Dentre as novidades, destacam-se a possibilidade do uso de concreto reforçado com fibras, um novo método para dimensionamento e uso de tela única centralizada em paredes com até 18 cm de espessura. As adaptações necessárias no sistema TQS para paredes de concreto serão disponibilizadas em breve no TQS V24.



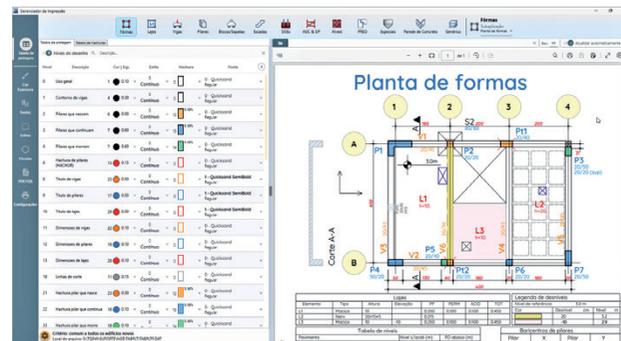
### Plotagem

#### Configurações de impressão

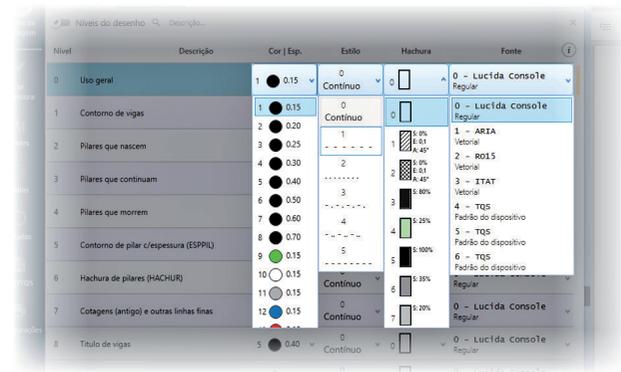
As configurações de impressão, antes dispostas em diversas janelas separadas, foram reunidas num único programa, mantendo total compatibilidade com as versões anteriores.



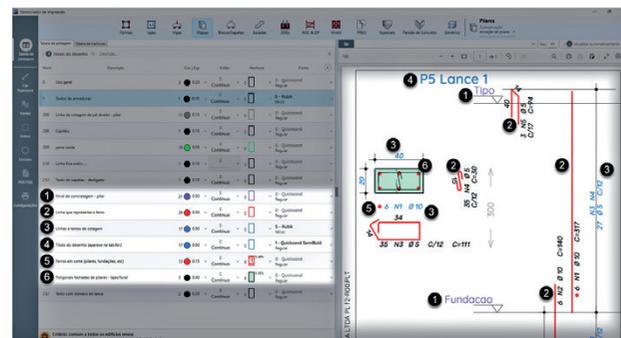
Com uma interface moderna e intuitiva, esse novo programa permite editar cores e espessuras, fontes, estilos de linha, círculos, critérios de geração de PDF e as tabelas de plotagem, com muita rapidez e facilidade.



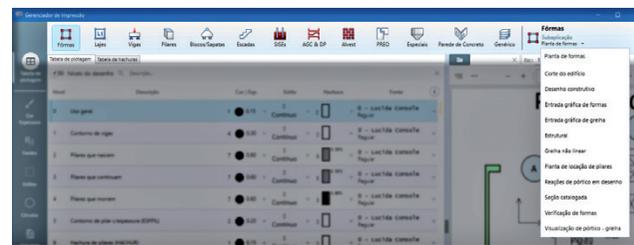
Todas as informações são apresentadas de forma fidedigna. Não há mais necessidade memorizar e nem correlacionar índices entre tabelas.



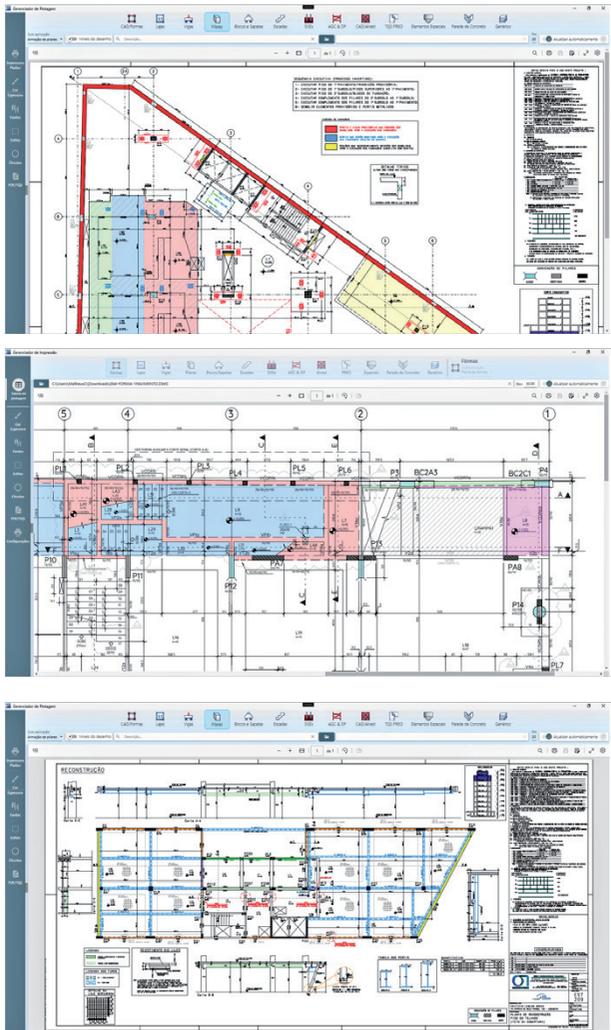
À medida que qualquer configuração é alterada, é possível visualizar o seu efeito na impressão final em PDF instantaneamente na mesma janela.



Para cada tipo de desenho TQS, foi criado um modelo em que é possível visualizar todas as entidades gráficas configuráveis.



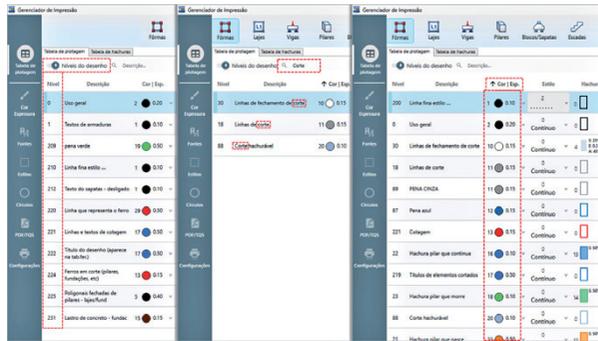
Além dos modelos pré-definidos, é possível configurar a impressão visualizando seus próprios desenhos e plantas.



Todos os atributos de impressão são apresentados de forma organizada, sendo possível verificar quais desenhos são editados pela tabela de plotagem selecionada.



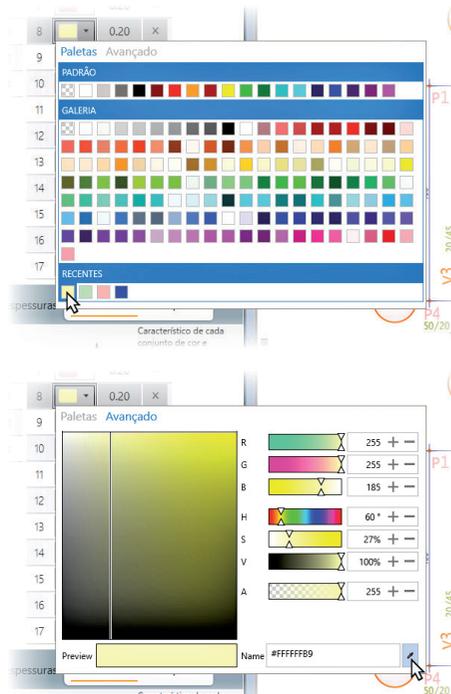
É possível exibir somente os níveis presentes no desenho, pesquisar pela descrição do nível e reordenar os itens da tabela.



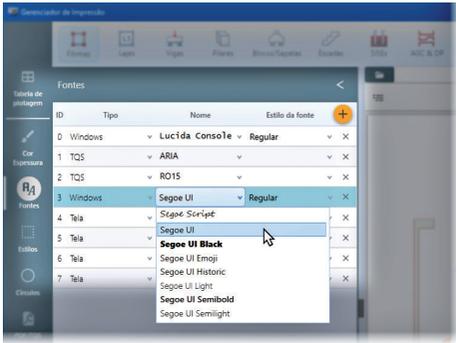
Diversos conjuntos de cores e espessuras podem ser criados e editados.



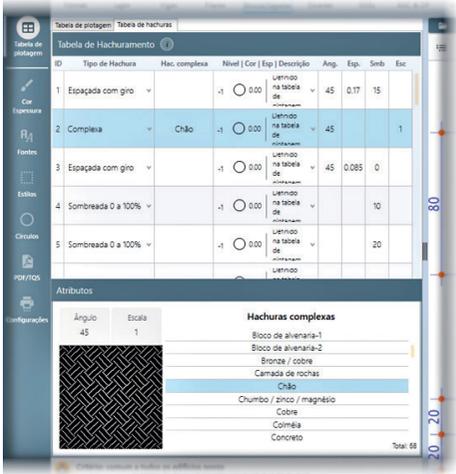
Uma nova ferramenta para definição de cor e espessura foi criada, com mais opções de cores pré-definidas, inclusive com a possibilidade de capturar uma cor da própria tela.



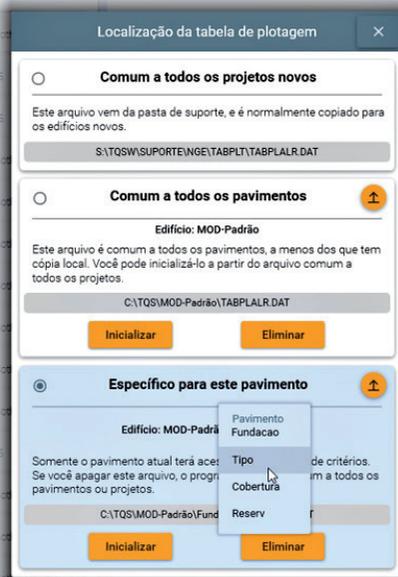
As fontes utilizadas nos textos podem ser escolhidas entre as pré-instaladas no seu computador, fontes de terceiros instaladas no Windows® e fontes vetoriais criadas pela TQS.



Para configurar as hachuras e o preenchimento de poligonais fechadas, foram adicionadas informações da cor, espessura e descrição do nível de referência.

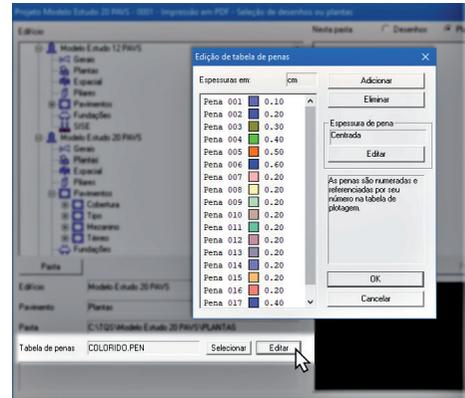


O novo programa de configuração de impressão está apto para editar informações válidas para todos os edifícios (pasta suporte), para um edifício particular ou para uma pasta específica.



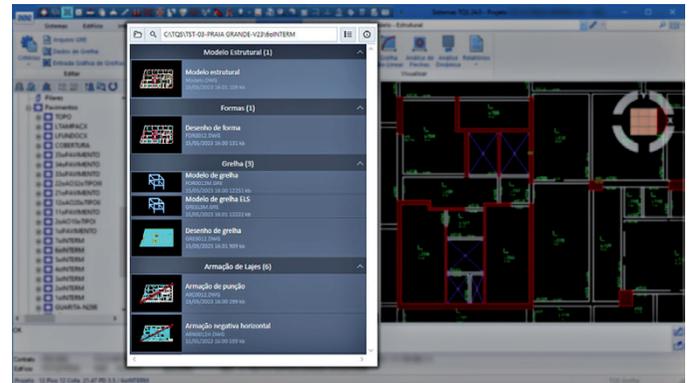
### Outras novidades

A atribuição do conjunto de cores e espessuras aos dispositivos de impressão foram centralizados na seleção de desenhos e plantas. Agora, um único conjunto de cor e espessura é definido para todos os desenhos gerados e escolhido no momento da impressão ou geração de PDF.

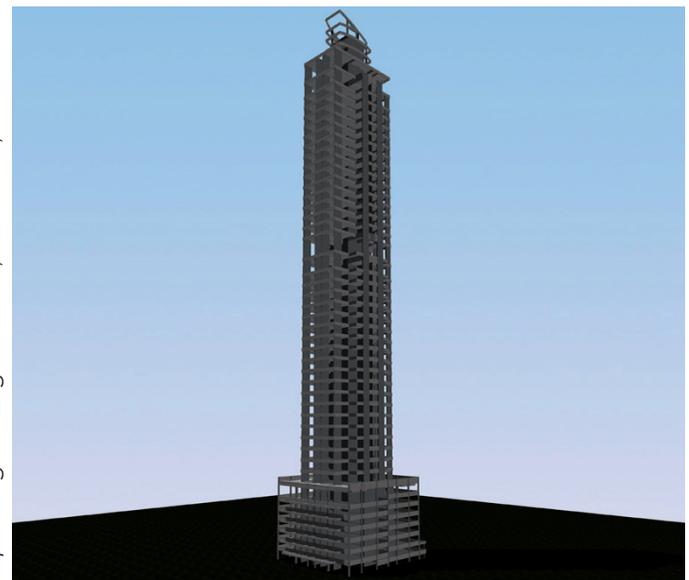


### Desktop - Painel Central

O TQS Desktop (Painel Central do Gerenciador) foi totalmente reformulado, conta com um novo design e recursos inéditos.



Zeplin Engineering Solutions, São Paulo, SP



Além da lista com e sem miniaturas, agora há uma visualização com miniaturas lado a lado.

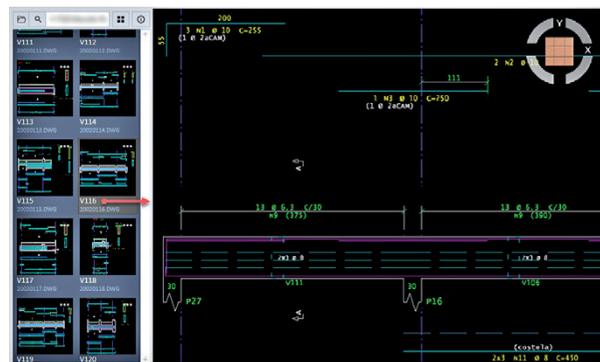
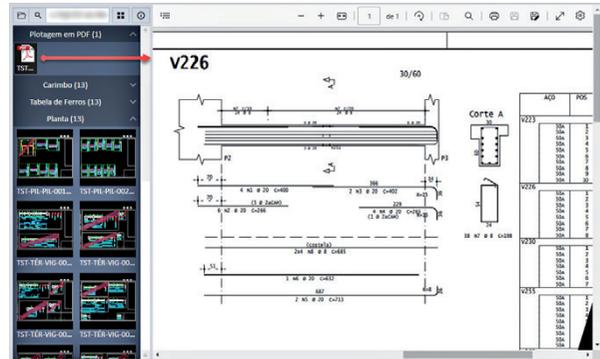
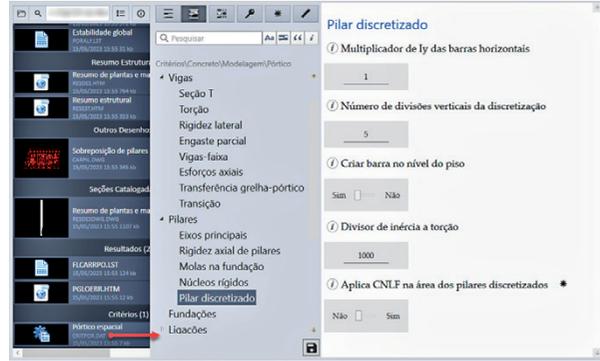


Arquivo	Descrição	Tipo	Tamanho	Data de modificação	Outros
<b>Armação de vigas (23)</b>					
00040000.DWG	VRES9	DWG	113 kb	15/05/2023 16:03	
00040001.DWG	VRES10	DWG	107 kb	15/05/2023 16:03	
00040002.DWG	VRES12	DWG	109 kb	15/05/2023 16:03	
00040003.DWG	V201	DWG	95 kb	15/05/2023 16:03	
00040004.DWG	V202	DWG	105 kb	15/05/2023 16:03	
00040005.DWG	V203	DWG	98 kb	15/05/2023 16:03	
00040006.DWG	V204	DWG	107 kb	15/05/2023 16:03	
00040007.DWG	V205	DWG	105 kb	15/05/2023 16:03	
00040008.DWG	V206	DWG	98 kb	15/05/2023 16:03	
00040009.DWG	V207	DWG	101 kb	15/05/2023 16:03	
00040010.DWG	V208	DWG	100 kb	15/05/2023 16:03	
00040011.DWG	V210	DWG	100 kb	15/05/2023 16:03	
00040012.DWG	V211	DWG	114 kb	15/05/2023 16:03	
00040013.DWG	V212	DWG	132 kb	15/05/2023 16:03	
00040014.DWG	V213	DWG	110 kb	15/05/2023 16:03	
00040015.DWG	V214	DWG	103 kb	15/05/2023 16:03	
00040016.DWG	V215	DWG	104 kb	15/05/2023 16:03	
00040017.DWG	V216	DWG	96 kb	15/05/2023 16:03	
00040018.DWG	V217	DWG	107 kb	15/05/2023 16:03	
00040019.DWG	VC201	DWG	187 kb	15/05/2023 16:03	
00040020.DWG	VC202	DWG	247 kb	15/05/2023 16:03	
00040021.DWG	VC203	DWG	176 kb	15/05/2023 16:03	
00040022.DWG	VC204	DWG	171 kb	15/05/2023 16:03	
<b>Relatórios (1)</b>					
VIGAS.REP	REP	REP	1266 kb	15/05/2023 16:03	
<b>Resultados (4)</b>					
RELGER.LST	Relatório geral	LST	155 kb	15/05/2023 16:03	
VLEXCM.HTM	Flexão composta normal	HTM	518 kb	15/05/2023 16:03	
RESPEFS.LST		LST	253 kb	15/05/2023 16:03	
RESPEV.LST		LST	148 kb	15/05/2023 16:03	

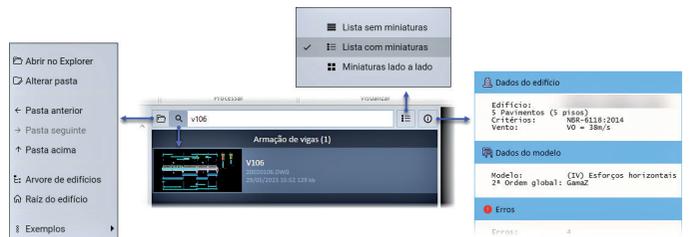


A integração com o Painel Direito foi amplamente melhorada. Agora, pode-se editar critérios no próprio Gerenciador, visualizar relatório, PDF, pórtico espacial etc.

Pilar	Lances	Seção (cm)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$v$	$\lambda$	$\rho$	Taxa d
P1	1 a 1	19X30	-6,8 a -6,8	-0,04 a -0,03	45 a 89	0,88 a 0,86	11
P2	1 a 1	19X40	22,8 a 22,8	0,12 a 0,13	34 a 63	0,62 a 0,62	9
P3	1 a 1	19X30	1,9 a 1,9	0,01 a 0,02	44 a 72	0,55 a 0,55	8
P4	1 a 2	14X30	5 a 44,5	0,03 a 0,28	36 a 89	0,75 a 0,75	10
P5	1 a 2	14X30	10,9 a 30,6	0,06 a 0,22	37 a 94	0,75 a 0,75	10
P6	1 a 1	14X40	41,8 a 41,8	0,23 a 0,24	34 a 96	1,31 a 1,31	11
P7	1 a 1	19X30	60 a 60	0,32 a 0,34	44 a 67	0,55 a 0,55	8
P8	1 a 1	14X30	32,7 a 32,7	0,16 a 0,18	43 a 95	0,75 a 0,75	10
P9	1 a 1	19X30	26,5 a 26,5	0,09 a 0,15	44 a 67	0,55 a 0,55	8
P10	1 a 1	19X30	11,5 a 11,5	0,06 a 0,06	44 a 71	0,55 a 0,55	8
P11	1 a 1	14X30	39,3 a 39,3	0,18 a 0,22	45 a 97	0,75 a 0,75	10
P12	1 a 1	19X30	8,8 a 8,8	0,44 a 0,48	44 a 69	0,55 a 0,55	8
P13	1 a 1	19X30	7,8 a 7,8	0,04 a 0,05	44 a 71	0,55 a 0,55	8
P14	1 a 1	19X30	13,2 a 13,2	0,06 a 0,07	45 a 65	0,55 a 0,55	8
P15	1 a 1	19X30	64,4 a 64,4	0,35 a 0,38	45 a 69	0,55 a 0,55	8
P16	1 a 1	19X30	28,2 a 28,2	0,15 a 0,17	44 a 65	0,55 a 0,55	8
P17	1 a 4	Com variação	5,3 a 55,4	0,03 a 0,36	6 a 90	0,59 a 1,07	11



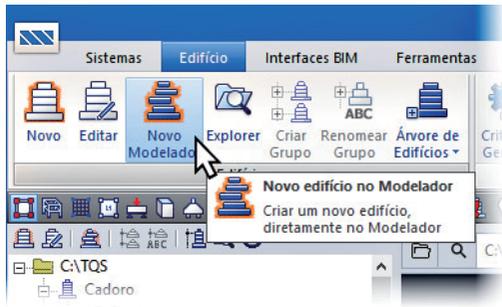
Mais compacta, a nova barra de ferramentas permite uma fácil navegação pelas pastas, busca por texto e lista informações gerais do edifício.



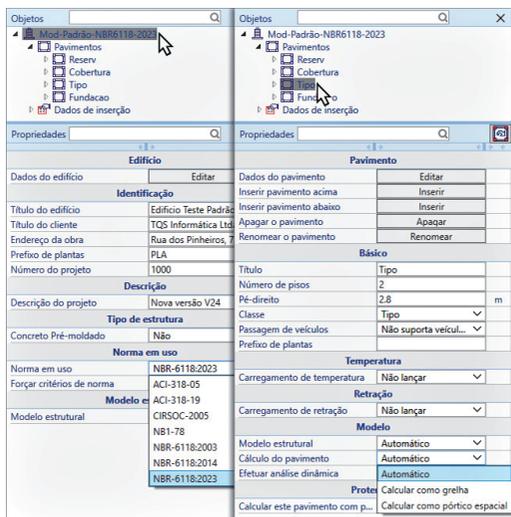
## Edifício

### Edifício no Modelador

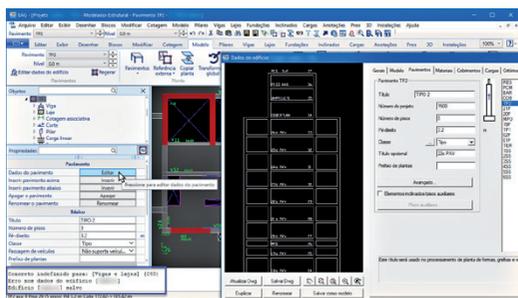
A criação e edição de um edifício agora podem ser realizadas diretamente no Modelador Estrutural.



No painel lateral com a árvore e a tabela de propriedades é possível inserir/remover pavimentos, editar dados do edifício/pavimentos etc.



Além disso, agora pode-se também editar os dados do edifício com o Modelador Estrutural aberto simultaneamente, pois as informações passaram a ser sincronizadas de forma automática.

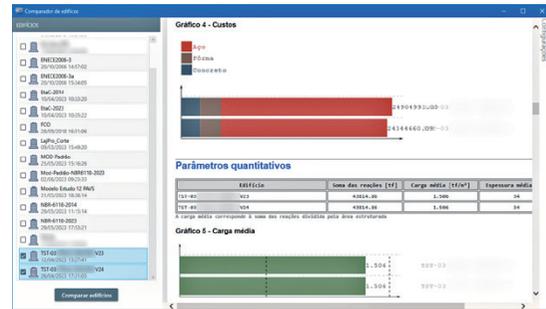


### Comparador de edifícios

A elaboração de um projeto estrutural de qualidade requer o estudo de diversas soluções. Para facilitar esse trabalho, foi criado o Comparador de Edifícios.



Com ele, é possível verificar qual a solução é a mais econômica.



Avaliar o comportamento estrutural comparando diversas alternativas.



Quando os edifícios são similares, é possível comparar as armaduras em vigas e pilares com mais detalhes.

#### Pilares

Edifício	Mínima	Máxima	Média
NBR-6118-2014	58.2	400.4	125.1
NBR-6118-2023	58.8	406.6	104.1

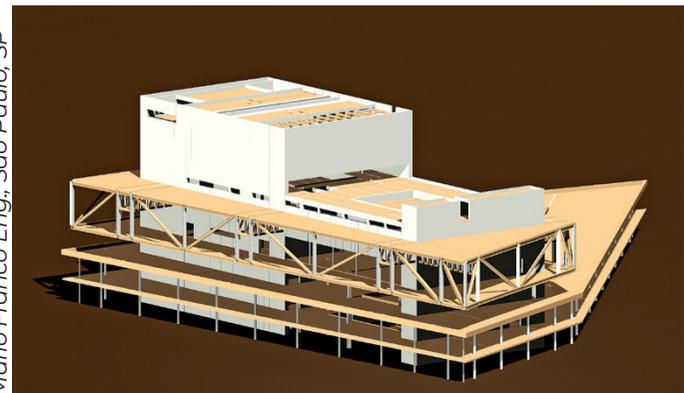
Maiores variações	Pilar	Variação [%]
	P38	99.44

#### Vigas

Pavimento	Edifício	Mínima	Máxima	Média
Fundacao	TST-02-Z NY-V23	0.0	0.0	0.0
	TST-02-Z NY-V24	0.0	0.0	0.0
SUBSOLO	TST-02-Z NY-V23	49.2	56.0	52.9
	TST-02-Z NY-V24	48.9	53.5	51.8

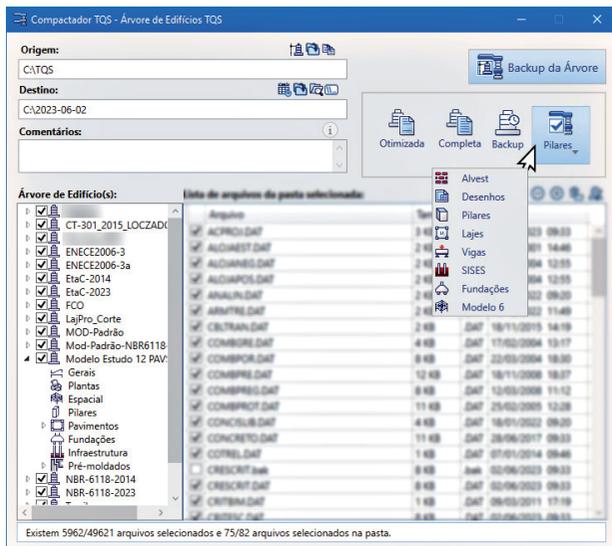
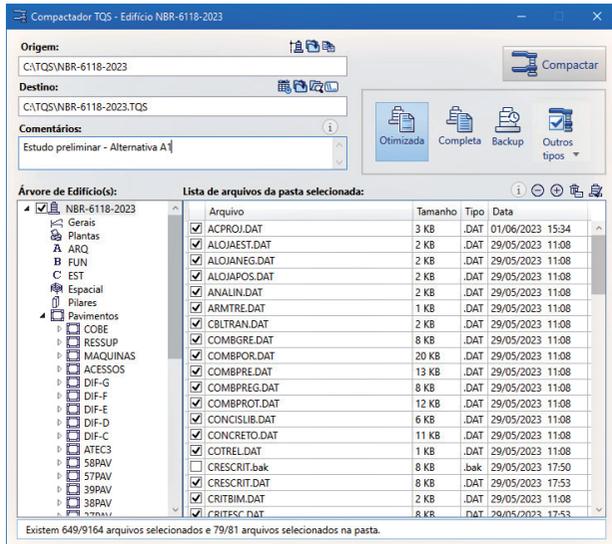
Maiores variações	Pavimento	Viga	Variação [%]
G2		V313	35.7
		V302	-23.32
		V316	-14.24
		V318	-4.2
		V309	2.38

Escritório Técnico Julio Kassoy e Mario Franco Eng., São Paulo, SP

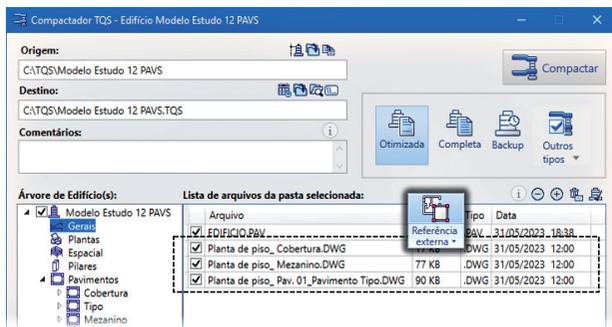


## Compactador

Com o compactador completamente reformulado, tenha uma melhor performance e uma nova experiência no compartilhamento e *backup* de edifícios.



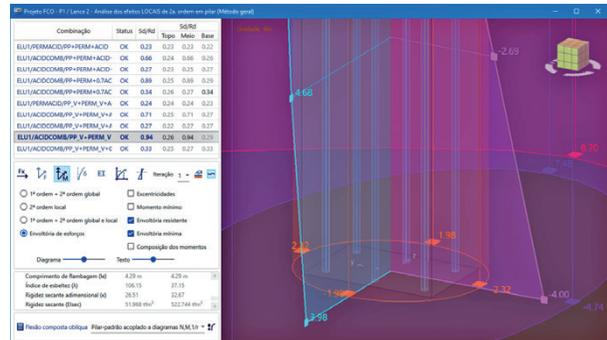
O novo compactador passou a incluir automaticamente todos os desenhos de referência utilizados no Modelador Estrutural na seleção de arquivos.



## Pilares

### Visualizador de efeitos de 2ª ordem

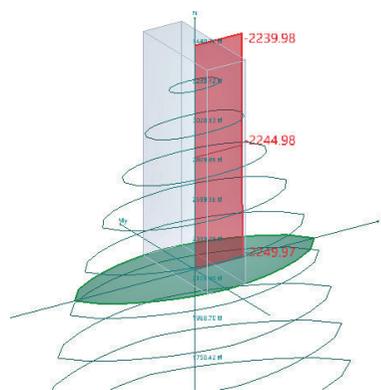
Visualização 3D e novos recursos tornam a análise de pilares e pilares-parede ainda mais eficiente.



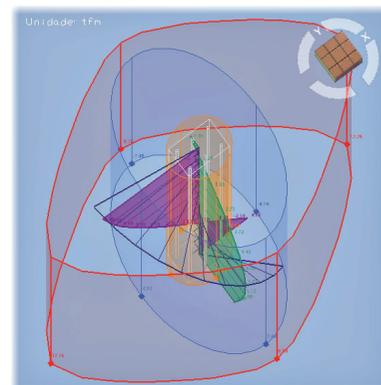
Detecte a combinação crítica com facilidade.

Combinação	Status	Sd/Rd		Sd/Rd	
		Topo	Meio	Base	Base
11- ELU1/PERMACID/PP+PERM+ACID	OK	0.23	0.23	0.23	0.22
12- ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VEN	OK	0.27	0.23	0.25	0.26
13- ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+ACID+0.6VENT2	OK	0.27	0.23	0.25	0.27
14- ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT1	OK	0.89	0.25	0.89	0.29
15- ELU1/ACIDCOMB/PP+PERM+0.7ACID+VENT2	OK	0.34	0.26	0.27	0.34
18- ELU1/PERMACID/PP_V+PERM_V+ACID_V	OK	0.24	0.24	0.24	0.23
19- ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0...	OK	0.71	0.25	0.71	0.27
20- ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+ACID_V+0...	OK	0.27	0.22	0.27	0.27
21- ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACI...	OK	0.94	0.26	0.94	0.29
22- ELU1/ACIDCOMB/PP_V+PERM_V+0.7ACID_V...	OK	0.33	0.25	0.27	0.33

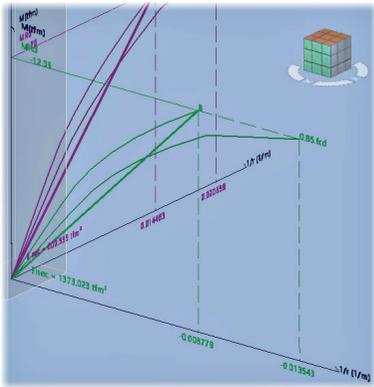
Visualize o nível da taxa de compressão.



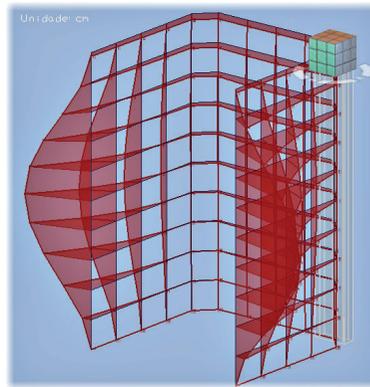
Visualize todas as envoltórias de momentos fletores em 3D.



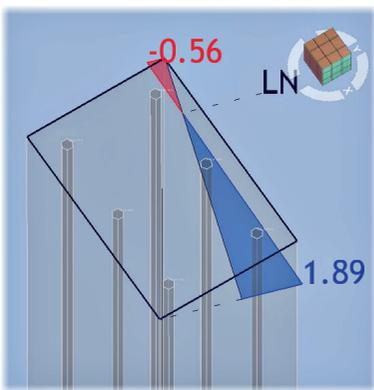
Visualize os diagramas N, M, 1/r adotados na análise.



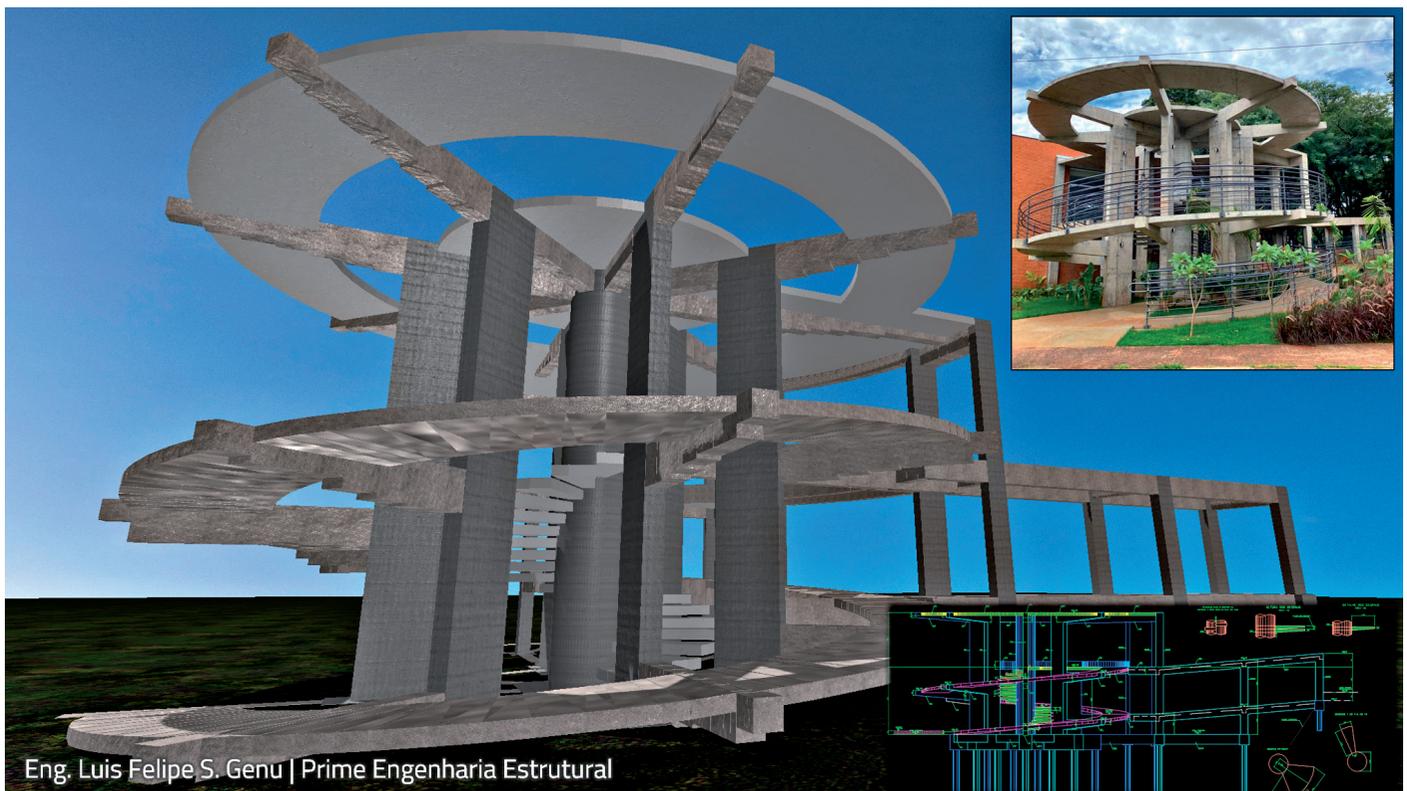
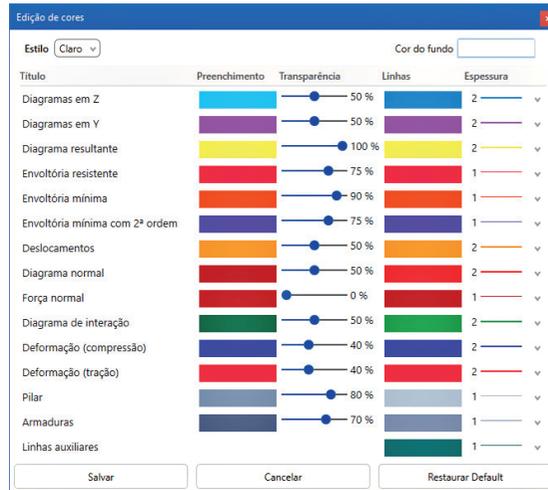
Visualizador compatível com pilar-parede com malha.



Visualize as deformações nas seções do topo e da base.

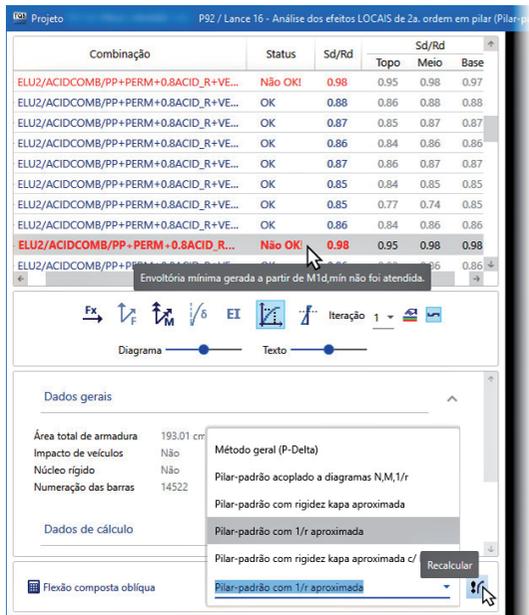


Controle total dos parâmetros de visualização.



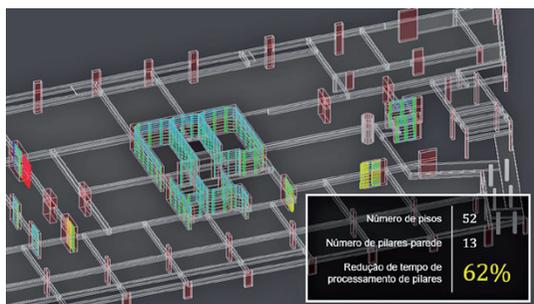
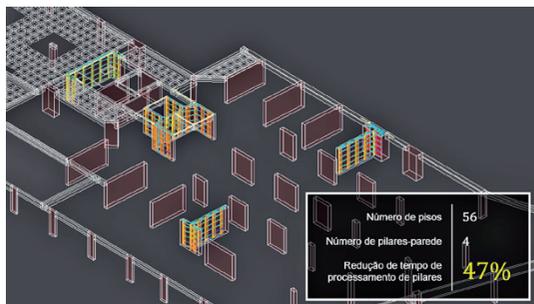
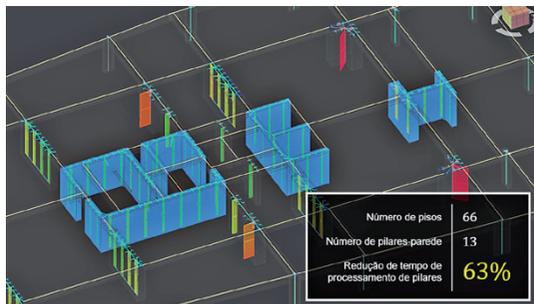
Eng. Luis Felipe S. Genu | Prime Engenharia Estrutural

Todas as informações reunidas numa só janela. Recálculo com outros métodos.



### Pilares-parede discretizados

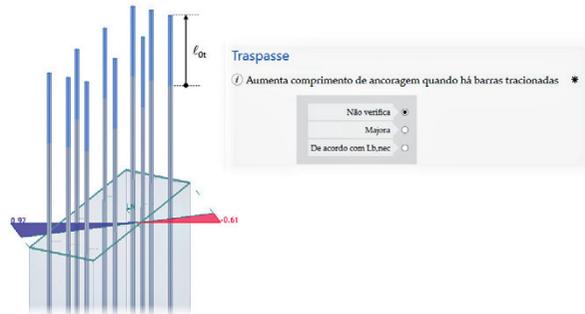
Redução de até 60% no tempo de processamento de pilares.(\*)



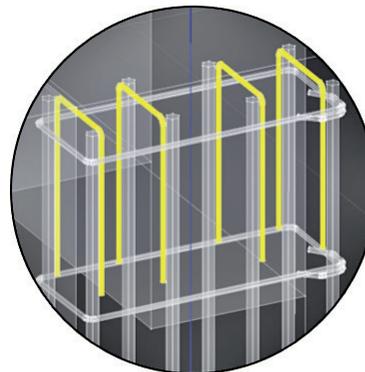
(\*) A redução varia em função da quantidade de pilares-parede discretizados no edifício e do nível de carregamento neles.

### Ancoragem de armaduras tracionadas

Ajuste automático no comprimento de barras tracionadas nas emendas.

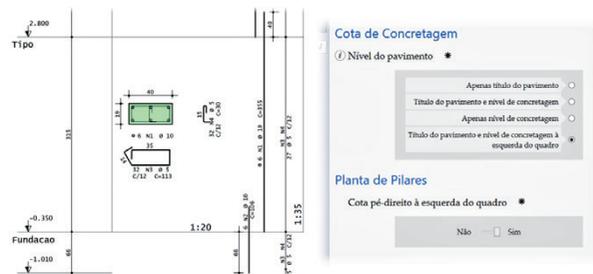


Cálculo automático de grampos para ancorar adequadamente as barras longitudinais no topo do pilar.



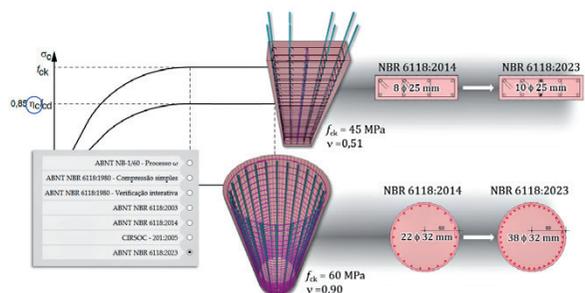
### Novos critérios de desenho

Novos critérios tornam os desenhos de armação mais bonitos e organizados: cotagem do pé-direito, nível de concretagem, posicionamento e quebra dos textos de armaduras etc.



### NBR 6118:2023

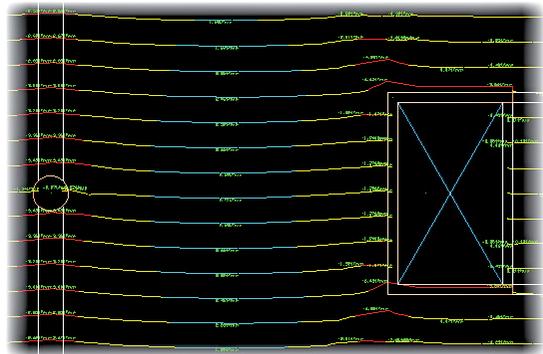
Novo coeficiente de fragilidade torna mais seguros os pilares com  $f_{ck} > 40$  MPa.



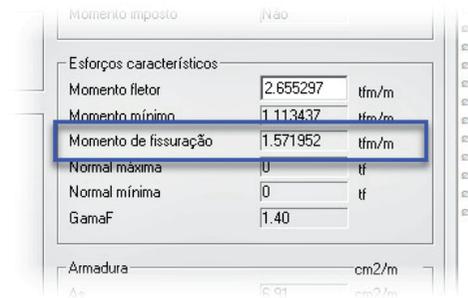


### Outras melhorias

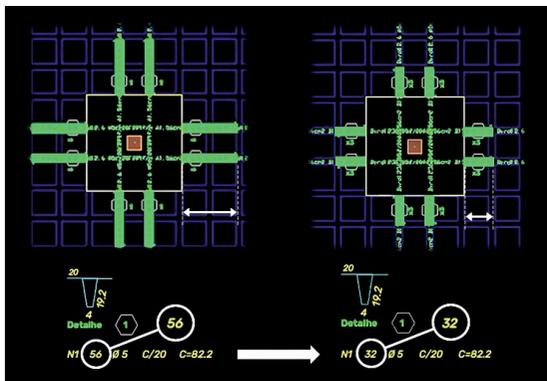
Os diagramas de momento de fissuração são mostrados com cor diferente (amarelo) no Editor Rápido de Armaduras.



O valor do momento de fissuração passou a ser mostrado na edição de dados de faixa.



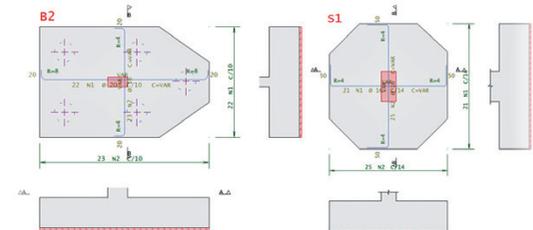
Cálculo automático da quantidade de armadura ao editar comprimento da faixa de cisalhamento.



## Fundações

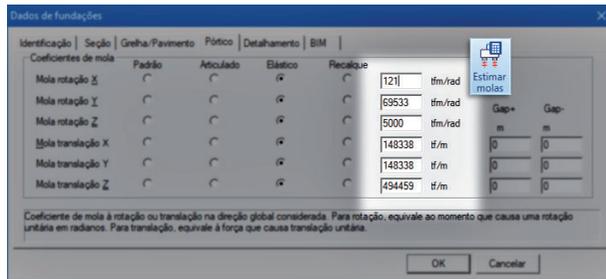
### Fundação com geometria qualquer

Novo dimensionamento, detalhamento e desenho automático de sapatas e blocos sobre estacas com contorno poligonal qualquer.



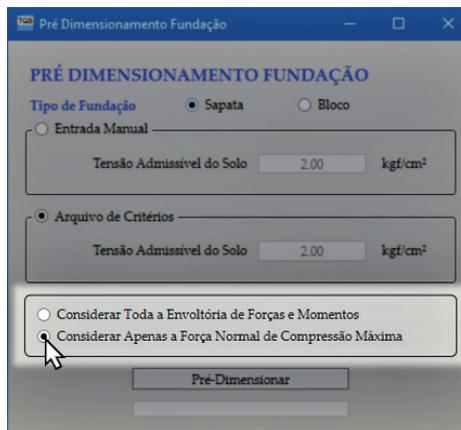
### Cálculo automático de vínculos elásticos

Novo comando no Modelador Estrutural para estimar coeficientes elásticos (molas) à translação e rotação de blocos sobre estacas e sapatas.



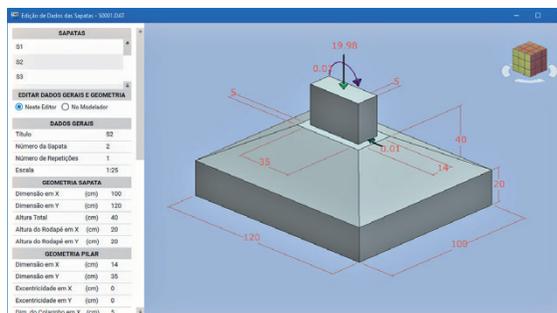
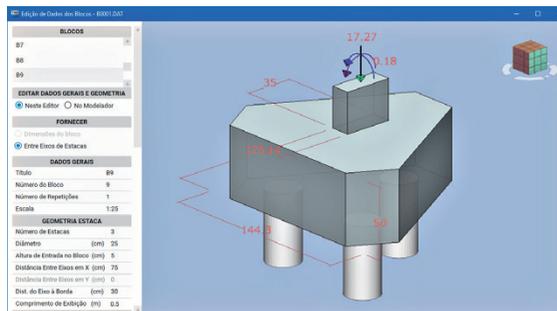
### Pré-dimensionamento com CV

Associado ao novo comando de cálculo automático de molas, foi criada a opção de pré-dimensionar as fundações apenas com a consideração da força normal de compressão máxima.

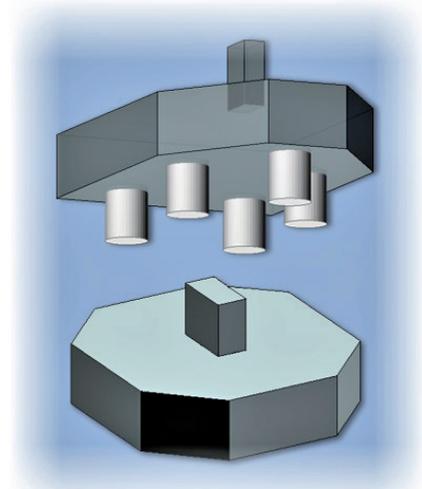


### Editores 3D

Os editores de dados de sapatas e blocos sobre estacas foram completamente reformulados e contam com visualização 3D.



Os novos editores 3D possibilitam também a visualização de sapatas e blocos sobre estacas com geometria qualquer.



### Relatório de pré-dimensionamento de blocos

Novo relatório com todos os resultados parciais obtidos durante o pré-dimensionamento de blocos sobre estacas. Permite uma análise detalhada para a escolha da melhor solução em função do custo e utilização.

**Blocos**

**Critérios Utilizados**  
 $d = 0,9 \cdot (ALT - ALTB)$   
 Distância entre estacas =  $2,5 \cdot \phi$   
 Tipo de carregamento = considerar toda a envoltória de forças e momentos

**Soluções encontradas no pré-dimensionamento**

Bloco	Estacas	Diâmetro (cm)	Capacidade estaca (tf)	Reação max (tf)	Utilidade	Capacidade estaca Min (tf)	Reação min (tf)	Utilidade min
B1	4	80	200,00	166,63	0,833	-20,00	0,00	0
B2	4	80	200,00	172,08	0,86	-20,00	0,00	0
B3	4	80	200,00	172,08	0,86	-20,00	0,00	0
B4	4	80	200,00	164,69	0,823	-20,00	0,00	0

**Otimização do pré-dimensionamento**  
 Abaixo a tabela com o custo e utilização para cada diâmetro selecionado na otimização do pré-dimensionamento

Diâmetro (cm)	Estacas	Capacidade Estaca (tf)	Reação max (tf)	Comprimento Previsto (cm)	Custo escavação /m	Custo do concreto /m³	Custo total \$	Utilidade
20	6	10,00	9,66	1000	150	215	9177,38	0,97
30	3	20,00	19,19	1000	250	215	7658,68	0,96
40	2	30,00	27,95	1000	300	215	6127,93	0,93
50	2	50,00	28,57	1000	350	215	7238,19	0,57

Diâmetro selecionado na otimização = 40 cm (Diâmetro onde o bloco tem o menor custo)

### Sapata de divisa

Melhoria no Modelador Estrutural para definição de sapata de divisa de forma mais fácil.

**Edição de dados de fundação**

Dados da fundação

Vigas apoiam na fundação  Não  Sim ?

Pilar fictício para cálculo  Não  Sim ?

Dimensões de pilar fictício X: 14 cm Y: 35 cm

Fundação em cálice  Não  Sim 1,00

Rebato da face superior 35 cm

Contorno poligonal  Não  Sim Direto Leve

Sapata | Bloco | Tubulão

Topo

TX 24 cm TY 45 cm

EXCX 0 cm

EXCY -37,5 cm Sapata de divisa

Base

DIMX 100 cm DIMY 120 cm

### Plantas de cargas para radier estaqueado

Novo comando para geração de planta de cargas para radier estaqueado.

### Melhorias nos relatórios

Os relatórios de sapatas e blocos sobre estacas foram revisados e passam a apresentar todas as variáveis de cálculo utilizadas no dimensionamento e verificações.

**Sapatas / Sapata S1 / Combinação 10**

**Verificações**

**Tombamento**

$$Tomb = \frac{Nsk \cdot \left( \frac{Dsap}{2} - exc \right) + PPsk \cdot \left( \frac{Dsap}{2} \right)}{Msk - Hsk \cdot Hsap}$$

Tomb > CSMinimo

Tomb: Coeficiente de tombamento atuante  
 Nsk: Normal característica atuante no topo da sapata  
 Msk: Momento fletor característico atuante no topo da sapata  
 Hsk: Esforço horizontal característico atuante no topo da sapata  
 PPsk: Peso próprio característico da sapata  
 Dsap: Dimensão da base da sapata na direção considerada  
 Hsap: Altura da sapata  
 exc: Excentricidade do ponto de aplicação de Nsk em relação ao ponto central da base da sapata  
 CSMinimo: Coeficiente de segurança mínimo

Sentido	Nsk	Dsap	exc	PPsk	Msk	Hsk	Hsap	Coeficiente de Tombamento		Situação
								Atuante	CSMinimo	
X	16,67	105	0	0,66	-0,01	0,05	40	910,07	1,5	OK
Y	16,67	85	0	0,66	0,00	0,21	40	87,71	1,5	OK

CATQS\_011Mod-Pad\_Sapatas\FUNDAO\SAPATAS.REP



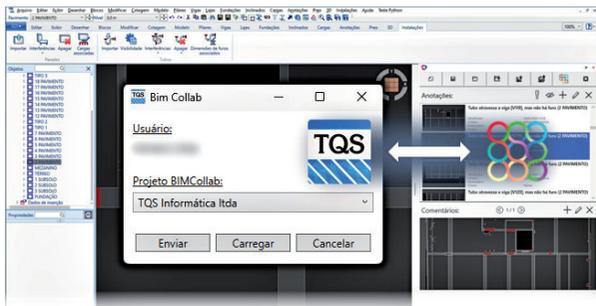
Hirata e Associados, Goiânia, GO

## BIM

Novos recursos tornam a interoperabilidade com outros sistemas BIM ainda mais afinada.

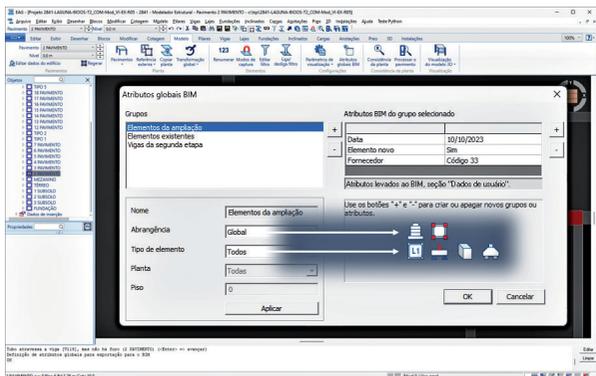
### BIM Collab®

Em parceria com a BIM collab, criamos uma integração do arquivo BCF-TQS com a plataforma em nuvem BIM collab. Desta forma, as informações passam a ser sincronizadas sem a necessidade de transferência de arquivos.



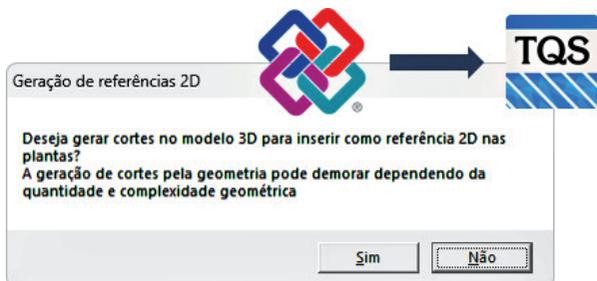
### Atributos globais

Muitas vezes, o engenheiro é solicitado a enviar o modelo BIM da estrutura com atributos globais, isto é, parâmetros extras associados com todos os elementos do edifício, ou com todas as vigas de um dado pavimento, por exemplo. Esta necessidade agora pode ser, facilmente, atendida com a criação de atributos globais no Modelador Estrutural.



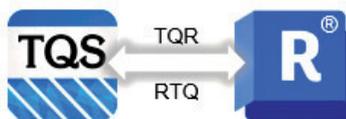
### Importação de IFC

Na importação de um arquivo IFC no TQS, a geração dos desenhos de referência 2D, criados a partir de cortes no modelo 3D, passou a ser opcional. Com isso, o processo de importação pode ficar muito mais rápido sem perdas de funcionalidade, pois o modelo 3D importado já conta com o recurso de captura no Modelador Estrutural.



### Plug-in REVIT 2024

Novo *plug-in* para REVIT 2024 disponível na TQS Store.



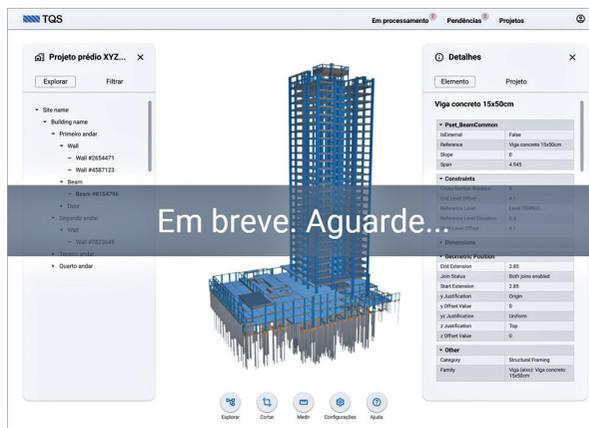
### E mais...

Atributo “cortina” passou a ser gravado nas propriedades BIM do grupo “geometria” para vigas e pilares.

Novo critério para exportar pisos sem a separação de pisos auxiliares, com referência no piso superior.

### TQS 3D-Cloud-Viewer

Em parceria com a competente equipe de desenvolvimento da Augin®, será disponibilizado em breve um novo visualizador TQS 3D-Cloud-Viewer. Com ele, será possível exportar para a nuvem edifícios criados no TQS e visualizá-los em navegadores de Internet, com funcionamento tanto em computadores *desktop* como em dispositivos móveis.



Zocco Engenharia e Projetos, Londrina, PR

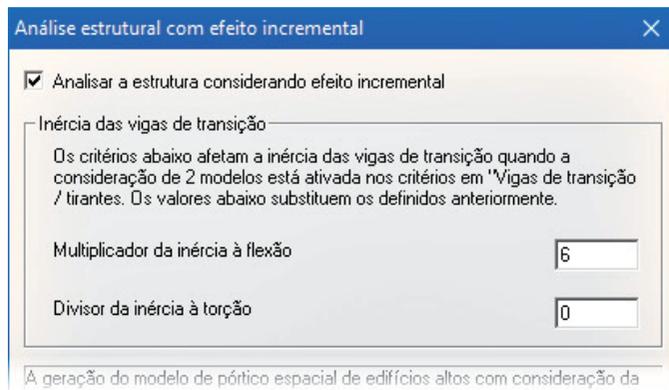


## Análise incremental

Após o lançamento do inédito visualizador de resultados da análise incremental no TQS V23, continuamos desenvolvendo novas rotinas e fazendo estudos comparativos em edifícios reais. Esse trabalho culminou na introdução do rigoroso cálculo dos efeitos da fluência e retração na análise incremental, que está disponível no pacote TQS Advanced, bem como numa série de melhorias no TQS V24, apresentadas a seguir.

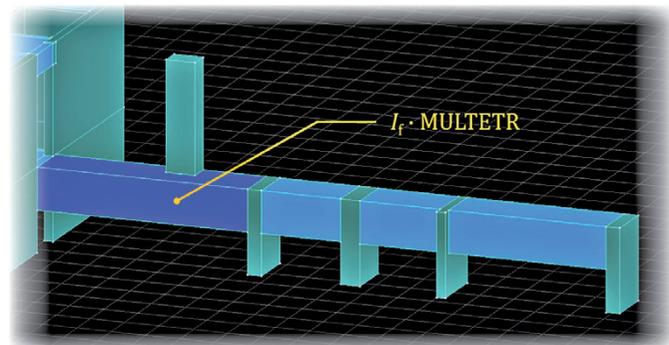
### MULETR exclusivo

Novo multiplicador da rigidez à flexão de vigas de transição (MULETR) exclusivo para análise incremental.



### MULETR por vão

Melhoria no modelo estrutural de vigas de transição contínuas com enrijecimento somente nos vãos onde nascem pilares. (\*)

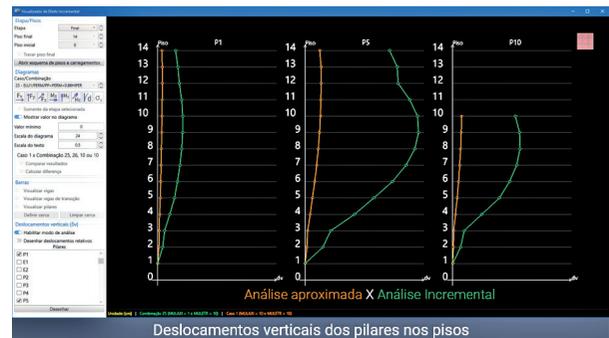


(\*) Essa melhoria também passou a ser adotada na análise aproximada.

### Economia e segurança

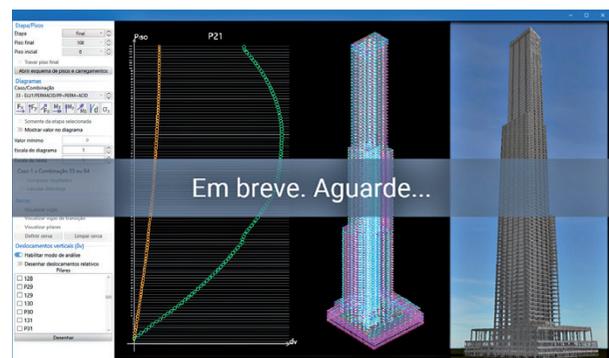
A análise incremental gera esforços solicitantes diferentes da análise aproximada, eliminando o multiplicador de rigidez axial dos pilares (MULAXI), e portanto, tem impacto direto no dimensionamento dos elementos estruturais, em especial as vigas de transição e os pilares de edifícios altos. Além disso, ela também permite uma avaliação mais precisa dos deslocamentos verticais nos pisos, que pode ser relevante na análise de efeitos patológicos nas alvenarias. A análise incremental será um paradigma na análise de estruturas, não somente em edifícios altos, pois, na

realidade, os pisos são construídos sequencialmente. Ela proporcionará mais economia onde é possível e mais segurança onde é necessário.



## TQS Advanced

Edifícios super altos e/ou com enorme quantidade de elementos geram desafios particulares de processamento assim como exigem uma análise estrutural diferenciada. Veja, por exemplo, a estrutura hipotética abaixo com mais de 100 pisos, mais de 340 m de altura, cujo pórtico espacial contém 1.268.957 barras. Para suprir as necessidades deste tipo de estrutura de elevadíssimo porte, os limites dos programas têm sido revistos e novos recursos de análise desenvolvidos.



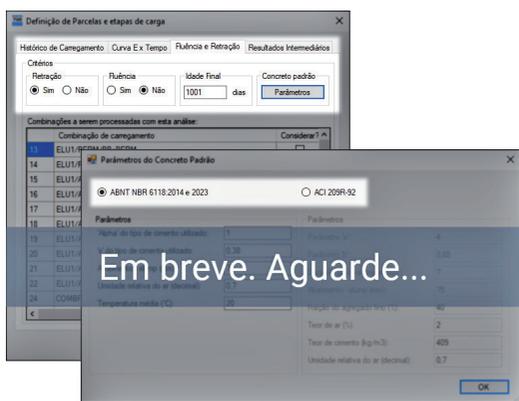
## Limites

O número máximo de pilares foi aumentado para 1.000 e número máximo de lances para 200.



## Fluência e retração na análise incremental

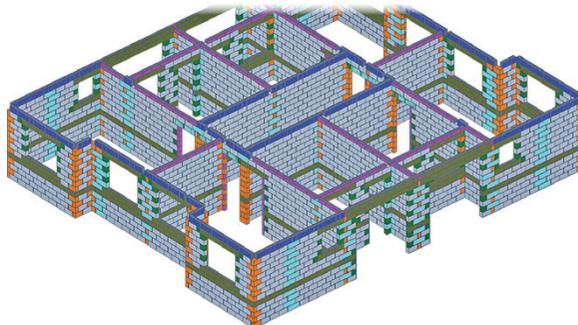
Após anos de investimento em estudos, codificação e testes, os efeitos da fluência e retração na análise incremental, um tema de elevada complexidade e indispensável para o projeto de edifícios super altos, podem ser considerados de acordo com formulações das normas ABNT NBR 6118 e ACI-219.



## Alvest

### Blocos coloridos no 3D

Os blocos passaram a ser representados com cores diferentes de acordo com o seu tipo, facilitando a identificação no 3D, inclusive na exportação para o BIM.



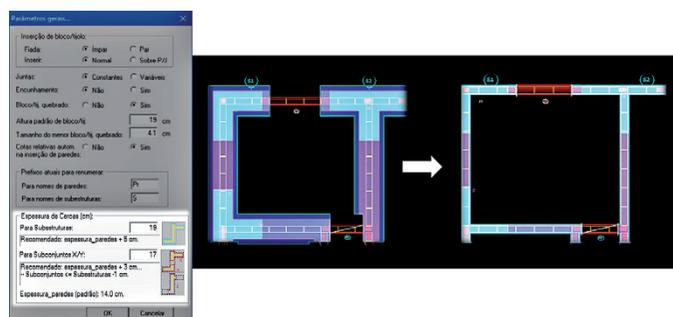
### Grampos em C

Novas opções de detalhamento de grampo em formato "C" para estribo de um ramo em vergas e lintéis.



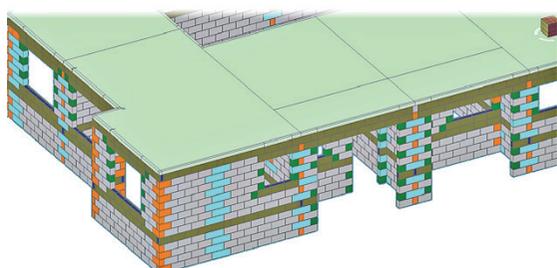
### Controle do tamanho das cercas

Parâmetros da Entrada Gráfica de Alvenaria em Planta permitem o controle do tamanho das cercas das subestruturas e subconjuntos.



### Lajes no 3D

A representação das lajes no modelo 3D passou a ocupar o volume exato sobre as paredes.



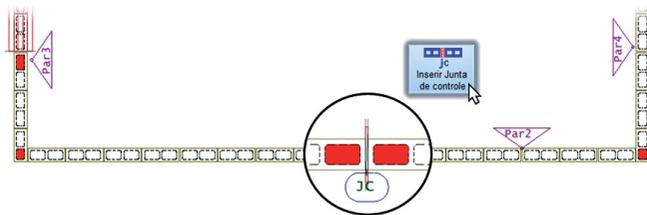
## Transferência para pilotis

O comando de transferência de carregamentos do edifício de alvenaria para o edifício de concreto agora admite mais de uma torre.



## Entrada gráfica de alvenaria em planta

Criado um comando específico para inserir uma junta de controle em uma parede.



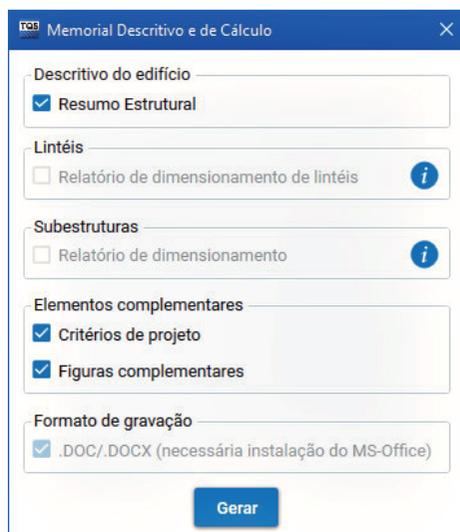
Novo comando que auxilia na associação do título da carga com a sua linha.

Novo comando para apagar os textos relacionados com a vinculação de apoio quando uma laje é deletada.

Novos coeficientes para gerenciar a altura e espessura efetivas de um subconjunto de paredes.

## Memorial descritivo

Nova interface para seleção das opções do memorial descritivo



## Paredes

Nova norma NBR 16055:2022 e diversas outras melhorias.



## Outras novidades

### Modelador Estrutural

Novos objetos no painel de propriedades e árvore de objetos: cotagem linear, eixo de locação, desnível de pavimento, capitel, furo em viga e pontos topográficos.

Inversão automática da incidência de vigas espelhadas, giradas ou editadas com transformação global do edifício.

Realinhamento automático de textos após transformação global, rotação ou espelhamento de elementos.

O número máximo de pisos auxiliares por pavimento subiu de 10 para 32.





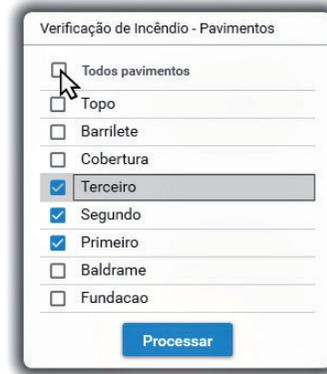
### Cópia de protensão

A interface do programa que copia os arquivos de lajes protendidas entre pavimentos foi refeita.



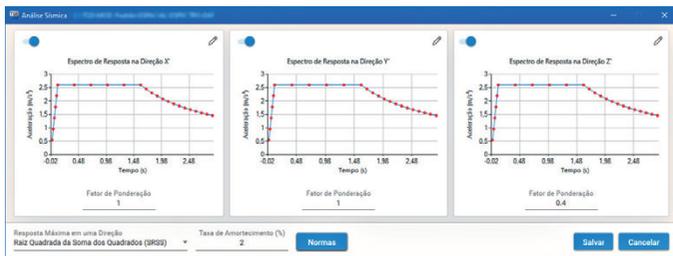
### Incêndio por pavimento

A verificação de estruturas em situação de incêndio agora pode ser realizada apenas em pavimentos selecionados pelo usuário.

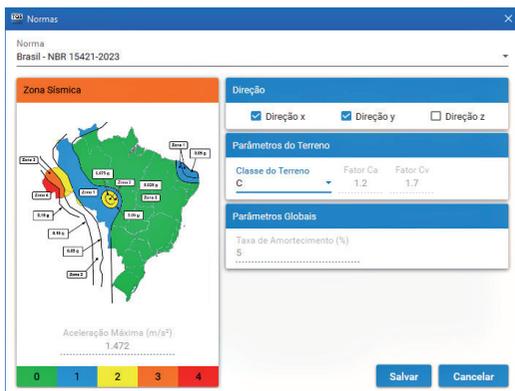


### Editor de espectros

A interface do editor de espectros foi completamente reformulada, facilitando a visualização e gerenciamento dos espectros de resposta para análise sísmica.

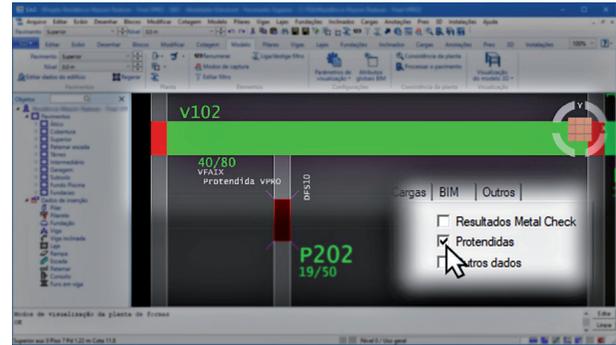


Além das normas argentina e peruana, a lista de normas agora inclui a norma brasileira publicada recentemente, a NBR 15421:2023. Isso facilita a geração de espectros de resposta com parâmetros específicos, de acordo com a regulamentação de cada país.



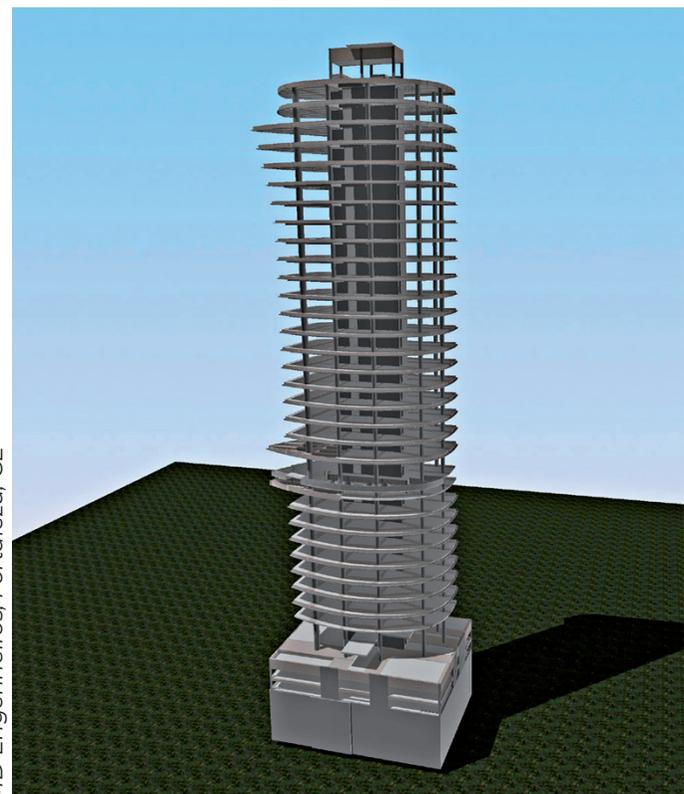
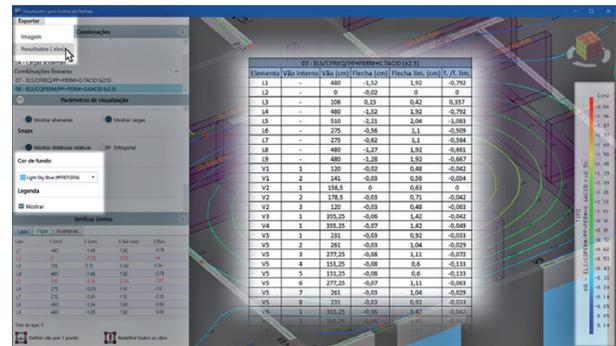
### Viga protendida

Foi criado um parâmetro de visualização para evidenciar as vigas protendidas no Modelo Estrutural.



### Visualizador de flechas

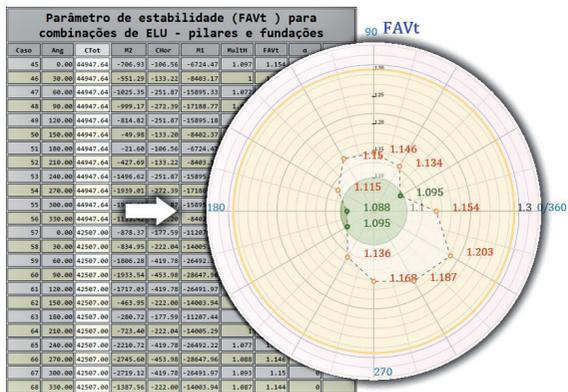
Adicionada legenda das cores mostradas nas isocorvas. Além disso, a cor de fundo pode ser personalizada e os resultados exportados no formato XLSX, organizados por tipo de combinação.



MD Engenheiros, Fortaleza, CE

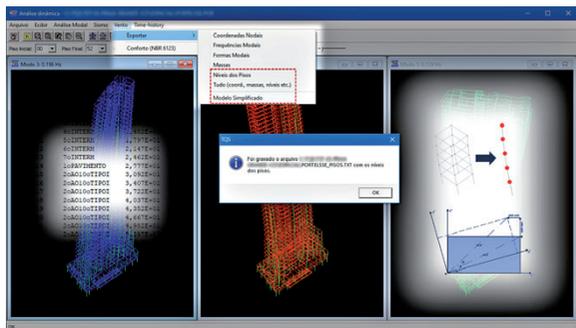
## Multiplicador FAVt

Melhoria no cálculo aproximado dos efeitos globais de 2ª ordem. O multiplicador FAVt passou a considerar o valor exato do carregamento vertical presente em cada combinação ELU.



## Túnel de vento

A exportação de informações para análise em túnel de vento foi melhorada com as seguintes opções: a) geração automática de conjunto de dados modais simplificados para apenas um nó com 3 graus de liberdade por piso; b) novo arquivo com níveis dos pisos; c) novo comando para geração todos os arquivos de uma só vez.



## Fôrmas e armaduras

Identificação de bitolas por “Ø” ou “#”, atendendo o sistema imperial.

Faixas de vigas, pilares, lajes e fundações podem ter o comprimento entre parênteses ou não.

## Edição gráfica

Nova lógica de multisseleção para cotagens associativas, possibilitando edição de várias cotas de uma só vez.

Plotagem de linhas de comprimento zero, para mostrar o centro de gravidade dos pilares.

## PREO

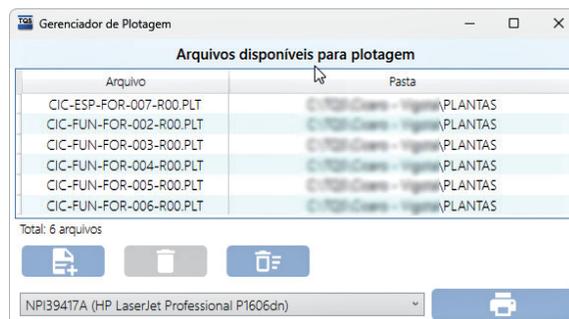
Calculadora de viga pré-moldada protendida adaptada para seguir os mesmos critérios apresentados no exemplo da publicação “ABNT NBR 9062:2017 – Comentários e exemplos”.

Nova leitura de plantas com pré-moldados sob demanda, diminuindo o tempo de regeneração de tela no Modelador Estrutural.

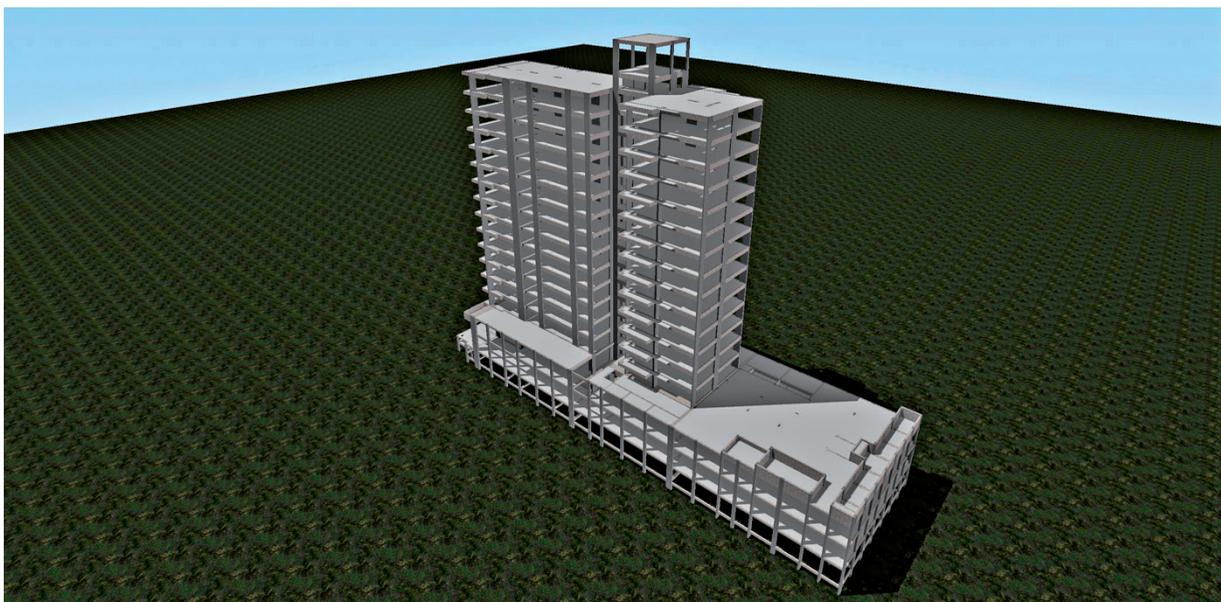
As áreas de formas de lajes pré-moldadas passaram a entrar no Resumo Estrutural.

## Imprimir PLT

Reformulação do programa que envia/imprime uma lista de arquivos PLT para a impressora/plotter.



Dimensão Engenharia, Bento Gonçalves, RS





# Aplicativos na TQS Store

<https://www.tqs.com.br/apps/calculators>

Além de *plug-ins* para BIM, a TQS Store conta com inúmeras ferramentas auxiliares para engenheiros, de diversos assuntos, desenvolvidos por terceiros e que não dependem do TQS para funcionar.

**V-PRO** | Calculadora de Vigas Protendidas  
Sander David Cardoso Júnior

**Reservatórios** | Calculadora de reservatórios  
TQS Informática Ltda.

**CalcLajes** | Calculadora de Lajes  
Valério S.A.

**SECAOVIG** | Mudança Brusca de Seção em Viga  
Celso Jaco Faccio Júnior

**GeoEst** | Reações e Capacidade de carga de estacas  
TQS Informática Ltda.

**AlfaR** | Fator de Restrição à Rotação  
TQS Informática Ltda.

**LPUNC** | Calculadora de Punção  
Celso Jaco Faccio Júnior

**DETPRO** | Ancoragens de Protensão  
Celso Jaco Faccio Júnior

**LIP** | Pontes em Vigas Múltiplas  
Sander David Cardoso Júnior

**LocBase** | Locações de pilares  
Guilherme Luiz Pereira Pinto

**KROKI-FCR** | Estabilidade de Pilares e Seção de Concreto Armado.  
Lucas Chaves de Aguiar

**Conten** | Muros de contenção/arrimo  
Sander David Cardoso Júnior

**CALCMOLA** | Estimativa de molas de fundação  
TQS Informática Ltda.

**MetalCheck** | Elementos metálicos  
TQS Informática Ltda.

**ESCLIS** | Escadas Plissadas  
Celso Jaco Faccio Júnior

**ProUni** | Peças pré-moldadas protendidas  
Augusto C. Vasconcelos e Alio Kimura

**ESCAD** | Escadas Usuais  
Celso Jaco Faccio Júnior

**QFER** | Extração dos Quantitativos de Ferros TQS  
TQS Planear Consultoria Ltda.

**PREF** | Programa de Reforço Estrutural com Fibra de carbono  
Fabio Selloio Prado, Pedro Henrique Cerento de Lyra

**PRECALC** | Vigas e lajes protendidas com armadura reta aderente  
João de Oliveira Dorta Filho, Rafael Alves de Souza

**HFPIBR** | High Frequency Pressure Integration  
Sérgio R. P. Medeiros e Sérgio Stolovas

**CARAMBOLA** | Calculadora de Vida Útil  
Thomas Garcia Carmona

**Sapforte** | Sapata isolada rígida  
João Pedro Aparecido Mestre Farinelli

**CALCLaje** | Calculadora de armadura para lajes  
Murilo José Marques da Silva

**P-Calc** | Pilares de concreto  
Sander David Cardoso Júnior

**FSCalc** | Seções de concreto armado sujeitas a flexão normal simples e cisalhamento  
Jackson Deliz Ditz

**T-Rüsch** | Tabelas de Rüsch para pontes  
Gustavo Elias Khouri, Mariana Silva Serapião e Sander David Cardoso Júnior

**CalculaTimber\_CLT** | Calculadora de Lajes de Madeira Engenheirada (CLT)  
Johnny Fontana, Maurizio Vairo, Ana Carolina Pegoraro

**FlexCisTor** | Dimensionamento à Flexão Normal Simples, Cisalhamento e Torção  
Reginaldo Lopes Ferreira

**Alvena** | Resistência do prisma e bloco de alvenaria estrutural à compressão  
Rangel Lage e TQS Informática Ltda.

**SECC** | Seções de concreto armado ou protendido  
Sander David Cardoso Júnior

**SCAPE** | Aparelhos de apoio elastoméricos  
Fellipe Premazzi Rego, Larissa Xavier de Melo, João Paulo Bortolazzo de Campos e Sander David Cardoso Júnior

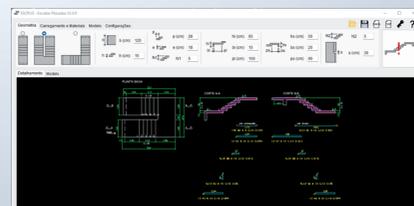
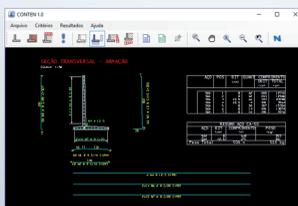
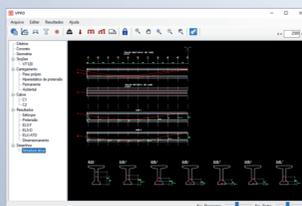
**RLF SecPro** | Seções Protendidas  
Reginaldo Lopes Ferreira

**ARMSUSP** | Armadura de Suspensão de Vigas  
Petrus Gorgônio B. da Nóbrega, Eduardo Marques Vieira Pereira e Ítalo Samuel da Silva Araújo

**PROPGEO** | Propriedades geométricas de seções arbitrárias  
Ítalo Samuel da Silva Araújo, Selma Hissae Shimura da Nóbrega e Petrus Gorgônio B. da Nóbrega

**LDB** | Geração de Linhas de Balanço  
TQS Planear Consultoria Ltda.

Se tiver interesse em publicar seu trabalho na TQS Store, acesse <https://www.tqs.com.br/developers>. Há inúmeras bibliotecas de programação disponíveis no SDK (*Standard Development Kit*) da TQS.



# A influência da simulação das etapas construtivas na análise de edifícios de múltiplos pavimentos

Por eng. Adriana Patrícia Abrahão, eng. Gabriel Viana e eng. dra. Paula Ribeiro

Em edifícios de múltiplos pavimentos, a estrutura é construída piso a piso e as cargas são aplicadas gradativamente, conforme o planejamento da obra. Os pisos são construídos no nível de projeto, corrigindo dessa forma, as deformações verticais dos pilares decorrentes da construção e carregamento dos pisos anteriores.

No entanto, a análise estrutural clássica assume que todos os pavimentos são construídos e todas as cargas são aplicadas em uma única etapa. Com esta simplificação podem surgir deslocamentos e esforços incompatíveis com os da estrutura real. A discrepância pode ter um impacto considerável, especialmente porque o encurtamento dos pilares tem sido apontado como uma possível causa de danos em elementos não estruturais, como alvenarias, revestimentos, tubulações e caixilhos após alguns anos da construção e entrega dos edifícios aos usuários finais.

Existem modelos de cálculo para considerar os efeitos construtivos de forma simplificada, como a análise aproximada presente no TQS, em que se introduz multiplicadores para ajustar a rigidez axial dos pilares (MULAXI) e a rigidez à flexão das vigas de transição (MULVTR).

No entanto, o TQS já conta com modelos refinados para simulação dos efeitos do processo construtivo de maneira mais realista e sem grandes custos computacionais, que é o modelo de análise incremental.

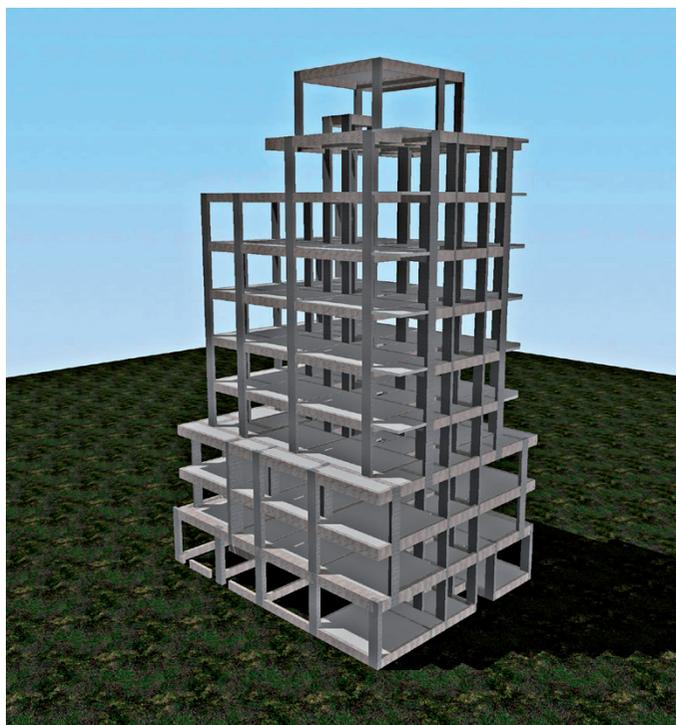
Na análise incremental, a inconsistência de o peso próprio de um andar gerar deslocamentos e esforços em um andar superior ainda não construído deixa de existir. É considerado o número de pisos construídos, a duração da fase construtiva e os percentuais de aplicação das cargas a cada etapa, nas quais o modelo estrutural leva em conta os níveis definidos no projeto e inclui apenas os pisos já construídos. Dessa forma, é possível simular a correção dos deslocamentos verticais dos pilares, como é feito em obra.

O artigo apresenta resultados da simulação de três edifícios reais, comparando a análise aproximada com a análise incremental. O objetivo é apresentar a influência da simulação das etapas construtivas na análise estrutural de edifícios de concreto armado de múltiplos pavimentos.

## Exemplos de aplicação

**Edifício 1: 32 pavimentos, 103 m de altura total, viga de transição de dimensões de 2,60 m x 2,25 m no oitavo pavimento do edifício, com mais de um tramo recebendo pilares**

A figura 1 apresenta os diagramas de momento fletor na viga de transição localizada no oitavo pavimento do edifício resultantes da análise incremental (MULAXI = 1 e MULVTR = 6) e análise aproximada (MULAXI = 10 e MULVTR = 10). No modelo aproximado, é observado um momento negativo significativo nos apoios, seguindo o formato clássico de uma viga contínua. Porém, na análise incremental, o momento positivo na viga aumentou consideravelmente, enquanto os momentos negativos reduziram, chegando a ter uma inversão do diagrama em alguns pontos da viga. A localização da viga de transição nos pavimentos superiores contribuiu para que os efeitos construtivos afetassem a distribuição de esforços, uma vez que os pilares de apoio apresentam maior comprimento e, conseqüentemente, maior deformação axial.



3 Delta Engenharia, Campinas, SP

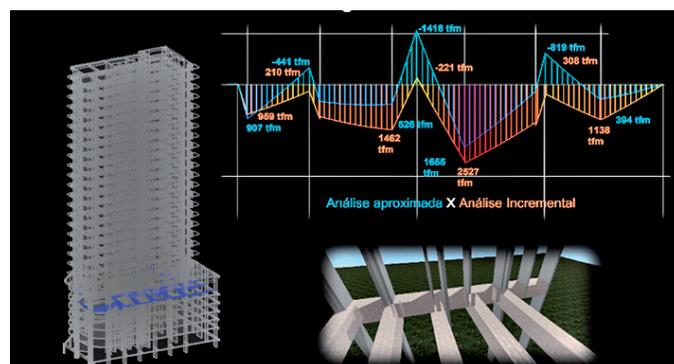


Figura 1 - Comparação entre diagramas de momento fletor em viga de transição

**Edifício 2: 52 pavimentos, 152 m de altura total e vigas de transição de grandes dimensões no sétimo pavimento**

Na figura 2, é apresentada a força normal em um pilar do Edifício 2 nos dois modelos de análise. Esse pilar suporta uma viga de transição localizada no sétimo pavimento. No modelo aproximado (MULAXI = 10 e MULVTR = 10), o pilar estava tracionado, submetido a uma força de 259,52 tf, enquanto na análise incremental (MULAXI = 1 e MULVTR = 6), ocorreu uma mudança para compressão, resultando em uma força normal de 225,84 tf.

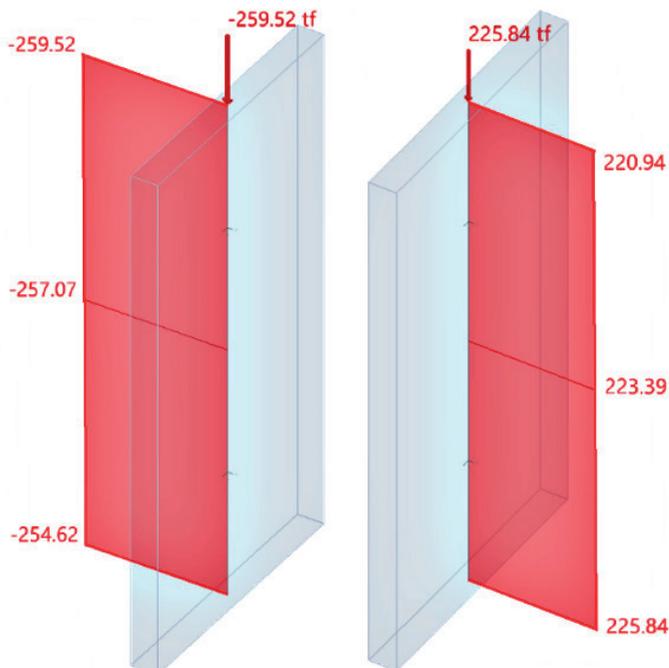


Figura 2 - Mudança no esforço normal em pilar

No entanto, a análise estrutural clássica assume que todos os pavimentos são construídos e todas as cargas são aplicadas em uma única etapa. Com esta simplificação podem surgir deslocamentos e esforços incompatíveis com os da estrutura real.

Na análise incremental, a inconsistência de o peso próprio de um andar gerar deslocamentos e esforços em um andar superior ainda não construído deixa de existir.

A figura 3 mostra o deslocamento vertical de um pilar do Edifício 2 pelos dois modelos em discussão, representando o comportamento observado também nos demais pilares. Na análise aproximada, como todas as cargas são aplicadas no modelo com todos os pisos simultaneamente, o deslocamento vertical de cada piso é influenciado pela construção dos pisos inferiores a ele e, com isso, o deslocamento vertical máximo ocorre no topo do pilar.

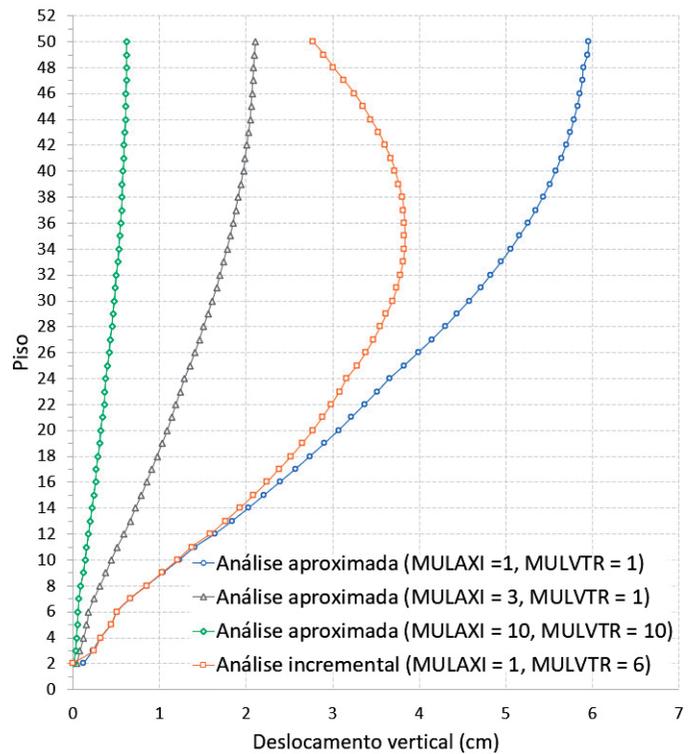
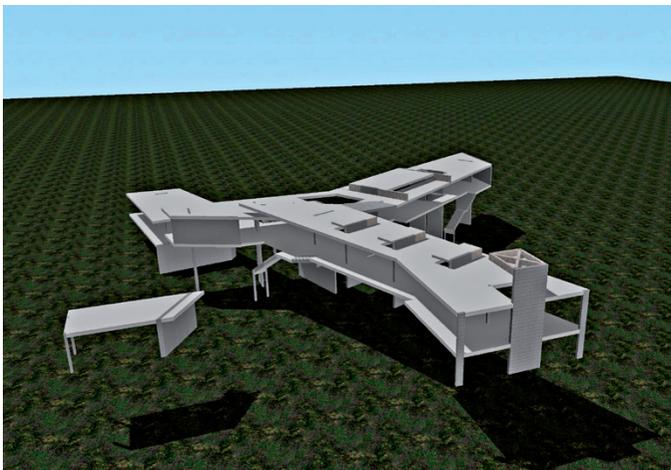


Figura 3 - Deslocamento vertical dos pilares

Matheus Carneiro Marinho, Fortaleza, CE  
Deivis Mark Viana, Belo Horizonte, MG



Multipia Consultoria & Projetos, São Paulo, SP



Já na análise incremental, os deslocamentos verticais no pilar são bem diferentes, pois os deslocamentos decorrentes da construção dos pisos são compensados ao longo do processo construtivo. O deslocamento vertical do pilar a cada piso aumenta à medida que os pisos acima dele são construídos e não é influenciado pelos pisos inferiores a ele. Como resultado, o deslocamento vertical máximo ocorre aproximadamente à meia altura da edificação. O vídeo indicado a seguir ilustra bem o que foi apontado: Análise incremental de edifícios de múltiplos pisos com o TQS (disponível no YouTube®)



**Já na análise incremental, os deslocamentos verticais no pilar são bem diferentes, pois os deslocamentos decorrentes da construção dos pisos são compensados ao longo do processo construtivo.**

A diferença ocorre tanto na forma dos diagramas como em seus valores quando comparamos a análise aproximada com a análise incremental. A análise aproximada não consegue avaliar corretamente os deslocamentos verticais dos pilares, independentemente do valor do aumento da rigidez axial do pilar, sendo a análise incremental fundamental neste tipo de situação.

#### **Edifício 3: 16 pavimentos, 44 m de altura total e vigas de transição localizadas no quinto pavimento**

Considerando a distribuição de esforços distinta nos dois modelos, é natural que o consumo de aço varie entre eles. A análise incremental resultou em uma redução no consumo de aço nos três edifícios, mesmo que tenha aumentado a quantidade de armadura para alguns dos elementos, como o caso da viga de transição do Edifício 1. Para comprovar essa tendência, a figura 4 apresenta a diminuição no consumo de

aço das vigas e pilares dos três edifícios analisados, destacando que essa redução pode ocorrer também em edificações de médio porte como o Edifício 3. Esses resultados evidenciam a capacidade da análise incremental de otimizar o consumo de aço em projetos estruturais.

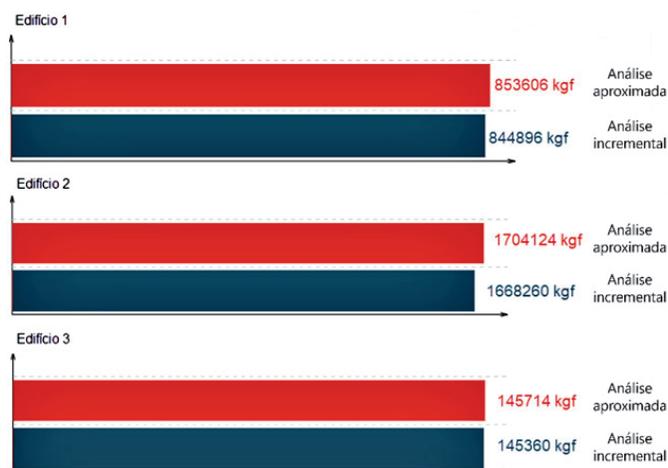
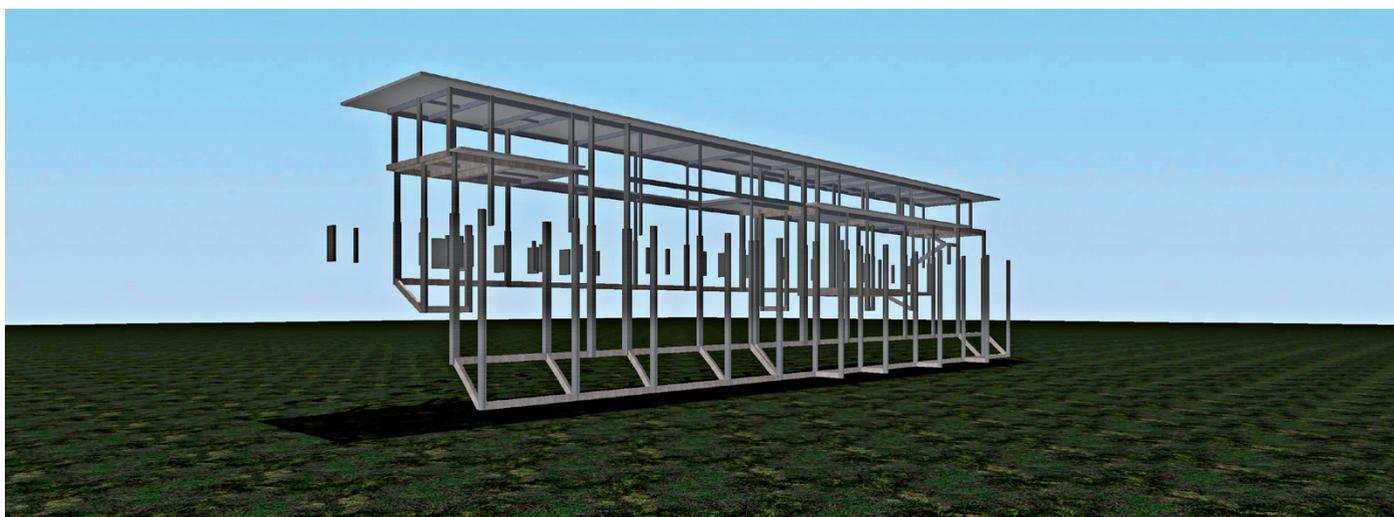


Figura 4 - Comparação do consumo de aço

**A análise incremental resultou em uma redução no consumo de aço nos três edifícios, mesmo que tenha aumentado a quantidade de armadura para alguns dos elementos**

#### **Considerações finais**

As comparações realizadas exemplificam como a análise incremental gera esforços solicitantes diferentes da análise aproximada, tendo impacto direto na segurança do dimensionamento dos elementos estruturais, em especial nas vigas de transição e nos pilares de edifícios. Além disso, ela também permite uma avaliação mais precisa dos deslocamentos verticais nos pisos, importante para evitar problemas em elementos não estruturais.

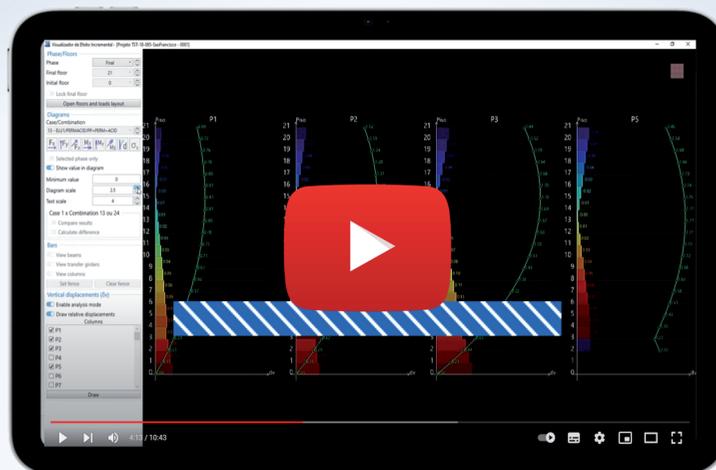




## Vídeos TQS no YouTube®

<https://www.youtube.com/user/TQSInformatica/videos>

Diversos vídeos produzidos pela TQS foram recentemente publicados no YouTube®.



### Visão Geral do TQS

Tenha uma visão geral do TQS em poucos minutos.

### Visão Geral da Análise Estrutural no TQS

Conheça os principais tipos de modelo e análise disponíveis no TQS.

### Análise Incremental de Edifícios

Entenda a diferença entre a análise aproximada e a análise incremental com exemplos.

### Vigas no TQS

Veja como o TQS dimensiona, detalha e desenha vigas de concreto armado.

### Pilares no TQS

Veja como o TQS dimensiona, detalha e desenha pilares e pilares-parede de concreto armado.

### Lajes no TQS

Veja como o TQS dimensiona, detalha e desenha lajes de concreto armado.

### Fundações no TQS

Veja como o TQS dimensiona, detalha e desenha sapatas, blocos sobre estacas e radiers.

### BIM com o TQS

Conheça todos os recursos do TQS para projetar estruturas dentro do contexto BIM.

### Folder TQS Pleno

Conheça os principais recursos do TQS por meio de um folheto digital.

### Tutorial AG – Avaliação Gratuita

Aprenda como processar um projeto residencial completo no TQS, incluindo a interface com arquivos BIM.

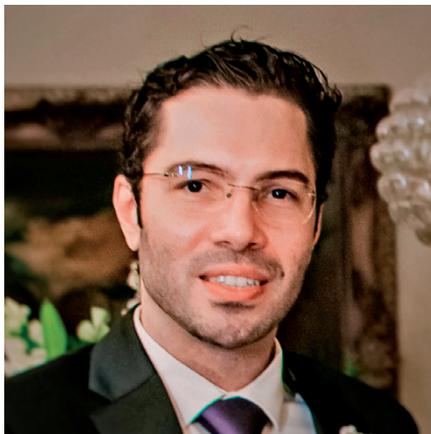
## Engenharia estrutural na era da Inteligência Artificial: construindo pontes para o futuro

Por eng. Marcelo S. Carvalho

A sabedoria imortalizada nas palavras do prof. Edward Wilson, da Universidade de Berkeley, CA, nítida na entrevista concedida à TQS-News Edição 16, em fevereiro de 2002, pelo inesquecível engenheiro Dácio Carvalho, meu querido pai, é cada vez mais pertinente: "Um engenheiro estrutural experiente e capaz faz sobre a perna, nas costas de um envelope, o que um jovem inexperiente jamais fará com toneladas de computadores!". Ao lembrar tais palavras e o legado de meu pai, uma percepção fundamental se acentua: o futuro da Engenharia Estrutural não reside na substituição do homem pela máquina, mas, talvez, na sinergia entre eles. A Inteligência Artificial -IA, mais especificamente tecnologias emergentes, como o disruptivo ChatGPT da OpenAI, figura como uma dessas máquinas, ostentando potencial para nos ajudar a alcançar voos cada vez mais altos na Engenharia.

**Ao lembrar tais palavras e o legado de meu pai, uma percepção fundamental se acentua: o futuro da Engenharia Estrutural não reside na substituição do homem pela máquina, mas, talvez, na sinergia entre eles.**

A transição entre a Engenharia Estrutural e a programação, em minha trajetória profissional, foi suave e natural: são mundos distintos, mas com muitas semelhanças, sendo a *lógica* o centro de gravidade por qual ambos orbitam. O próprio ato de projetar uma estrutura pode ser visto como um tipo de programação. Cada decisão tomada, cada cálculo efetuado, cada desenho editado, são todas regras e diretrizes, como blocos que vão se encaixando, de forma lógica e sequencial, com objetivo de construir algo maior.



Há alguns anos, quando comecei a aprofundar os estudos sobre a Inteligência Artificial, fiquei encantado e percebi, imediatamente, que seria um divisor de águas: tarefas que eu imaginava serem impossíveis de realizar por meio de programação tradicional tornaram-se possíveis e uma realidade. As Redes Neurais Artificiais -RNA despertaram minha curiosidade e interesse de forma especial. A genialidade e a criatividade humanas, exercidas por meio de nossa inteligência natural, inspiraram a ideia inovadora de tentar replicar, utilizando algoritmos, os conceitos que funcionam muito bem na natureza. As RNA utilizam conceitos básicos dos sistemas nervosos de seres vivos, nos quais uma informação, por meio de impulso elétrico, é transmitida a um neurônio, processada e retransmitida para o neurônio seguinte, em uma grande e complexa rede interconectada, que nós chamamos de cérebro. As Redes Neurais Artificiais seguem o mesmo princípio e, de forma surpreendente (ou não, já que a ideia é inspirar-se na perfeição da natureza), são algoritmos incrivelmente poderosos, capazes de realizar tarefas extremamente complexas.

Os métodos de treinamento das RNA, particularmente, também me fascinaram bastante. Pensei: "Podemos realmente treinar um modelo computacional para

'aprender' e 'entender' padrões tão complexos?". O método de treinamento por *backpropagation*, que é o alicerce do *deep machine learning*, conquistou-me por sua beleza matemática, de forma analítica, com bastante cálculo matricial, álgebra linear e cálculo vetorial. Entretanto, o método de treinamento que mais me gera admiração, e o meu favorito para implementar em aplicativos reais, é o de *neuroevolution*, que segue a mesma linha de raciocínio de inspirar-se no que funciona muito bem na natureza. O que o método busca replicar, computacionalmente, é a Teoria da Evolução de Darwin, com o treinamento das RNA ocorrendo por meio de algoritmos genéticos, não por cálculos matemáticos complexos. O método NEAT - *Neuro Evolution of Augmenting Topologies* é particularmente extraordinário: bastante eficiente e capaz de gerar Redes Neurais Artificiais muito poderosas.

**Na realidade, em vez de ser visto como uma falha, pode ser visto como uma confirmação de que a IA foi bem treinada e capturou bem as características que compõem cada animal.**

Naquele momento, tive contato com o que seria a semente da verdadeira revolução tecnológica que estamos presenciando. Em janeiro de 2023, a empresa norte-americana OpenAI, fundada em 2015, inclusive com a coparticipação do visionário bilionário americano Elon Musk, surpreendeu o mundo com o lançamento do ChatGPT: um "chatbox" ultra avançado, capaz de interagir com humanos e gerar textos de qualidade surpreendente. O sistema utiliza tecnologia do fio-da-navalha do conhecimento humano, no tocante a Redes Neurais Artificiais, no subcampo de Proces-

samento de Linguagem Natural - PLN e na categoria específica de *Large Language Models* - LLM. O sistema inovador, que foi treinado "absorvendo" uma grande parte do conteúdo da internet aberta (*shallow web*), é extremamente eficaz na tarefa para a qual foi projetado: gerar textos verossímeis que se assemelham à maneira como um humano escreveria.

### Portanto, em vez de temer a IA, entendendo que devemos acolhê-la e aprender a utilizá-la de maneira responsável

O ChatGPT foi um sucesso instantâneo, atingindo 1 milhão de usuários em apenas 5 dias e 100 milhões de usuários ainda no primeiro mês desde seu lançamento. Por quê? A razão foi a sua natureza disruptiva, que atraiu a atenção de milhões de pessoas em um ritmo sem precedentes.

Qual a relevância do ChatGPT e da tecnologia por ele utilizada para a Engenharia Estrutural? O sistema tem uma capacidade surpreendente de concatenar conceitos semânticos, por meio de um modelo probabilístico inerente à estrutura da sua RNA, que contém cerca de 175 bilhões de parâmetros, uma matriz gigantesca de números entre 0 e 1. Dessa forma, a tecnologia abre um grande leque de possibilidades em todas as áreas pro-

fissionais, inclusive (e talvez principalmente), na Engenharia. Como? O único limite é a imaginação!

Por exemplo, na versão 23 do TQS, foram introduzidas as bibliotecas *Python* para integração com o sistema. Esse é um recurso muito poderoso e permite automações, geração de desenhos, interação com janelas TQS. Foi aberta uma porta, convidando os usuários a "customizarem" o TQS com suas próprias ferramentas, programas e rotinas. Há apenas um pré-requisito para usufruir do recurso: saber programar em *Python*. Essa poderia ser uma barreira de acesso a esse poderoso recurso disponível no TQS. Não é mais! O ChatGPT, especificamente o modelo *GPT-4* (o mais potente até o momento) é capaz de gerar código *Python* de qualidade surpreendente, frequentemente em nível próximo a de um programador com alguns anos de experiência. Ou seja, mesmo quem não sabe programar, mas esteja motivado para ter acesso a essa ferramenta fantástica do TQS, já pode utilizar o que há de mais moderno em Redes Neurais Artificiais para gerar código *Python* e interagir com o que há de mais moderno em *software* de Cálculo Estrutural. A Inteligência Artificial pode fazer essa ponte entre o usuário e a integração com o TQS, removendo algumas camadas de complexidade. E as possibilidades não param por aí!

É importante ressaltar, porém, que, por mais surpreendente que

seja essa nova tecnologia, ela não é perfeita. Há limitações e é importante tê-las em mente ao utilizar ferramentas como o ChatGPT.

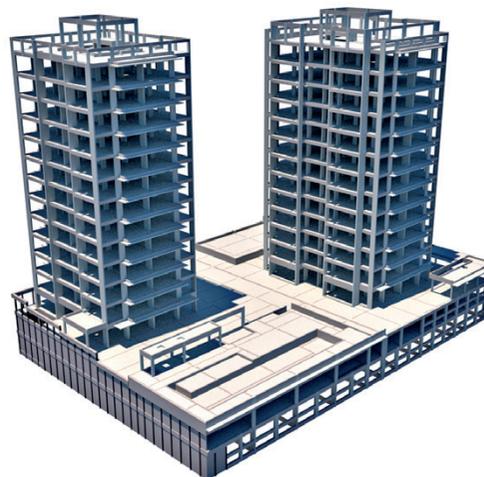
### Imagine o poder das Redes Neurais Artificiais, com sua extraordinária capacidade de previsão, sendo aplicadas na Engenharia Estrutural, especialmente no inigualável TQS

Por exemplo, é comum observar utilização da ferramenta como um "oráculo da verdade" ou buscador de informações factuais, quando é, essencialmente, apenas um algoritmo de computador: uma Rede Neural Artificial treinada para escrever como humano - não importa se o texto gerado for fato ou ficção. O que for fato é "mera coincidência". "Coincidências" ocorrem com bastante frequência, pois o modelo foi treinado a partir da análise de milhões de textos e diálogos da *internet*. Mas a capacidade de o modelo "mentir com convicção", de forma muito verossímil, é assustadora. É um fenômeno chamado de alucinação. Na realidade, não há alucinação e nem se trata de um *bug*. A IA faz exatamente o que foi treinada para fazer, que é produzir textos com características similares a de textos gerados por seres humanos. Se o conteúdo é fato ou ficção não importa para o algoritmo.

E. Bicalho Rodrigues Eng. e Civil Estrutural,  
Belo Horizonte, MG



SOMMA Cálculo Estrutural, Campinas, SP



Como uma imagem vale mais que mil palavras, relatarei um caso real. Um amigo, torcedor fanático do grande time de futebol Fortaleza Esporte Clube (calma, conterrâneos cearenses, o mesmo poderia ter ocorrido com o Ceará, o “Vozão”) enviou-me uma arte gráfica de um famoso jogador do clube. Como achei a arte interessante e criativa, e a OpenAI também disponibiliza uma ferramenta para criação de imagens (Dall-e), imaginei ser uma boa oportunidade para testar a capacidade Rede Neural Artificial generativa da empresa americana, que cria imagens inéditas, conforme instruções. As instruções que eu dei foram claras: “gere imagem de um homem segurando um peixe na mão e um gato no ombro”. O resultado foi, para não dizer perturbador, no mínimo, curioso. Embora inesperado, leva a entendimento mais profundo do que a IA faz. É importante para ilustrar como é necessário conhecer bem as limitações das ferramentas antes de utilizá-las indiscriminadamente.



Expectativa



Realidade

Há algo estranho na imagem gerada pela IA, você notou? Que bicho é esse? Tem pelos como um gato, forma de um peixe... *É um gato-peixe!* Qualquer um, ao ver a imagem, perceberá que há algo muito estranho, algo errado. Porque *gato-peixes* não existem!

Esse, naturalmente, é um exemplo hiperbólico. Seu propósito é alertar para o fato de que existe a possibilidade do conteúdo gerado por IAs Generativas, como o ChatGPT®, conter trechos de texto análogos ao gato-peixe, embora possam ser menos óbvios de detectar. Novamente, não é alucinação nem *bug*. Na realidade, em vez de ser visto como uma falha, pode ser visto como uma confirmação de que a IA foi bem treinada e capturou bem as características que compõem cada animal. Só falta informar ao algoritmo que fazer a soma vetorial dos dois não é uma boa ideia!

Quer dizer, então, que essa nova tecnologia é inútil e defeituosa? Não. Fiz questão, contudo, de demonstrar um dos pontos fracos, uma vez que a vastidão de pontos fortes se evidencia espontaneamente.

Esse exemplo demonstra que, embora ainda estejamos na fase inicial dessas tecnologias revolucionárias e emergentes, elas são muito poderosas e, a cada dia, evoluem a passos largos, com melhorias exponenciais.

Essa rápida evolução pode levar ao questionamento natural: devemos temer a IA? A IA é uma ameaça? Acredito que são reflexões válidas e necessárias. Se visualizarmos a Inteligência Artificial como uma ferramenta que temos à disposição, e que o seu uso depende apenas de nossas decisões, fica claro que a IA, por si só, não é algo que deva ser temido. Em vez disso, a real preocupação deveria ser a nossa própria inteligência natural, pois somos nós que determinamos como essa tecnologia inovadora será utilizada. A IA é como um martelo: uma ferramenta que, nas mãos de um carpinteiro, pode ser usado para construir até mesmo

uma casa; por outro lado, nas mãos de um criminoso, pode ser usado para destruição. Portanto, em vez de temer a IA, entendo que devemos acolhê-la e aprender a utilizá-la de maneira responsável. A Inteligência Artificial pode ser uma poderosa aliada ou uma ameaça: tudo depende de como a utilizarmos.

Imagine o poder das Redes Neurais Artificiais, com sua extraordinária capacidade de previsão, sendo aplicadas na Engenharia Estrutural, especialmente no inigualável TQS. Pense em um cenário em que o Modelador Estrutural do TQS - semelhante à função de sugestão de palavras do teclado do seu celular - oferece sugestões baseadas no contexto do edifício e no histórico do usuário. Isso incluiria a edição de dimensões, alinhamento dos elementos e configurações do edifício de acordo com a localização geográfica. Embora seja um desafio complexo, os resultados podem ser extraordinários e trazer um aumento significativo na produtividade dos profissionais de Engenharia Estrutural.

A TQS Informática, por meio da inteligência natural das mentes brilhantes de sua equipe, tem elevado o padrão na Engenharia Estrutural há décadas. Observando o longo histórico da empresa em inovações geniais, é difícil conter a expectativa e imaginar: o que o futuro nos reserva, com a possibilidade de incorporação de Inteligência Artificial aos Sistemas TQS?

## Referências bibliográficas

1. RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach.
2. GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. *Deep Learning*.
3. OPENAI. Introduction. Disponível em: <<https://platform.openai.com/docs/introduction>>. Acesso em 10/08/2023.

## Está pensando em comprar tela de aço soldada nervurada para sua obra?

Por Eng. João Batista Rodrigues da Silva  
Diretor do IBTS

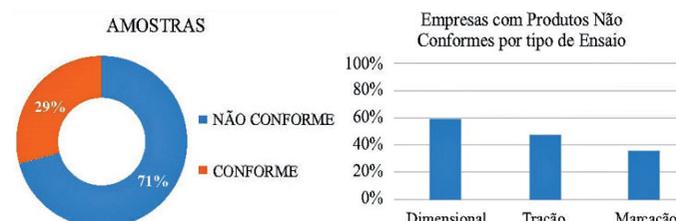
O Instituto Brasileiro de Telas Soldadas - IBTS identificou, em 2015, um crescimento significativo de produtores do material tela de aço soldada nervurada no Brasil, material esse de extrema importância para as estruturas de concreto armado.

Preocupado com a qualidade do material ofertado ao segmento da construção civil brasileira, o IBTS realizou um Estudo de Avaliação da Conformidade de Telas de Aço Soldadas Nervuradas produzidas em nosso País.

Um ponto importante para o Instituto era de que esses resultados fossem representativos. Para isso, foram pesquisados produtores em diversas regiões do País, conforme pode ser observado no mapa abaixo.



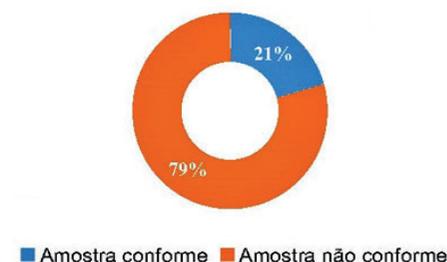
O resultado obtido com esse estudo foi de que 76% das marcas e 71% das amostras coletadas apresentaram algum tipo de não conformidade em relação às Normas ABNT NBR 7480, ABNT NBR 7481, ABNT NBR 5916 e a Portaria Inmetro vigente na ocasião. Como pode ser observado na figura abaixo, 59% das amostras estavam não conformes para o requisito dimensional, 47% para resistência à tração, e 35% em relação à marcação.



Nota: Os ensaios foram realizados no Laboratório Falcão Bauer.

O IBTS continuou observando a tendência de crescimento de novos produtores de Telas de Aço Soldadas Nervuradas, bem como a qualidade desse material colocado para o consumidor brasileiro.

Em 2019 foi repetido o Estudo de Avaliação da Conformidade de Telas de Aço Soldadas Nervuradas e o resultado continuou preocupante, conforme figura abaixo.



O IBTS identificou entre os novos produtores de telas de aço soldadas nervuradas que 87% das marcas e 79% das amostras coletadas estavam não conformes, sendo 50% de amostras em relação ao requisito marcação, 31% para os requisitos de resistência a tração e dimensional.

Uma forma muito simples do consumidor se proteger com relação aos materiais não conformes é solicitar ao produtor garantia sobre a qualidade do produto ofertado. Isto pode ser comprovado se o produtor apresentar um relatório ou certificado de ensaios do lote do produto em conformidade com as Normas ABNT NBR 7481, ABNT NBR 7480, ABNT NBR 5916 e a Portaria Inmetro Vigente para Barras e Fios de Aço destinados a Armaduras para Estruturas de Concreto Armado.

Quando um produto está certificado, significa dizer que ele passou pelo processo de controle desde a sua matéria-prima até o produto final e que isto foi confirmado por uma entidade independente (3ª parte), ou seja, por um organismo de certificação acreditado pelo Inmetro.

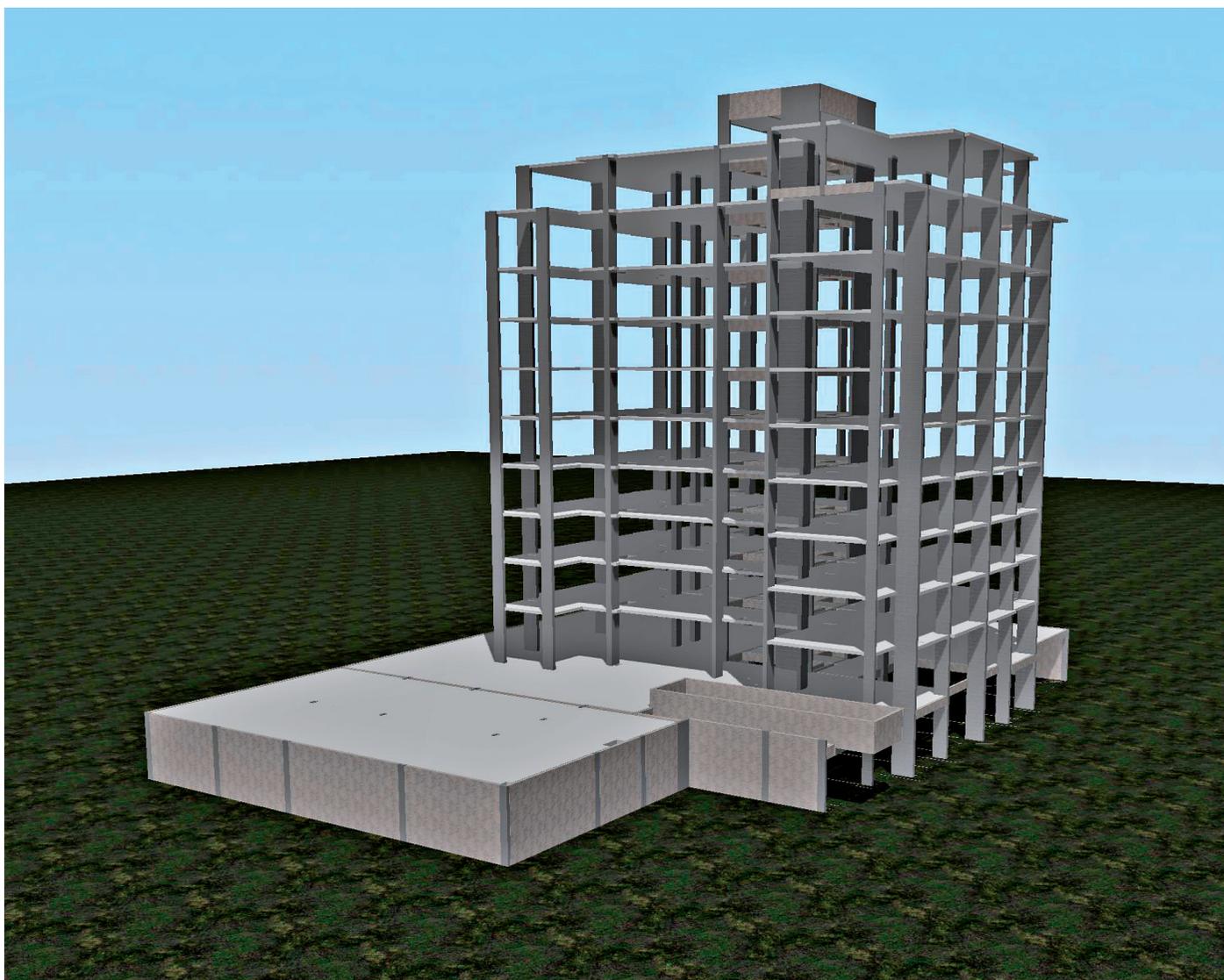
No Brasil, a certificação das telas de aço soldadas nervuradas é de natureza voluntária (não obrigató-

ria). No entanto, de acordo com decisão do Inmetro, para barras e fios de aço (vergalhão), a certificação é de natureza compulsória (obrigatória).

Certificar um produto custa tempo e dinheiro, mas, diminui os riscos de uso de produtos não conformes e todas as consequências indesejadas que podem ocorrer.

O consumidor deve sempre ficar atento à qualidade das telas de aço soldadas nervuradas, pois, dessa forma, ele estará protegido com relação aos potenciais riscos no uso do produto nas construções.

Consciente da importância desta questão, sob a ótica de ter produtos conformes e adequados para o consumidor, respeitando as normas técnicas e a legislação brasileira ou sob a ótica da concorrência desleal, o IBTS vai continuar monitorando a qualidade do produto Tela de Aço Soldada Nervurada produzida e ofertada ao mercado consumidor brasileiro. Em 2023, já iniciamos mais um Estudo de Avaliação da Conformidade de Telas de Aço Soldadas Nervuradas. E, em breve, esperamos identificar a evolução desta situação.



# O desafio de reduzir CO<sub>2</sub> embutido nas estruturas de edifícios

Prof. Dr. Vanderley John

Prof. Escola Politécnica da USP e membro do Globe Consensus

## As evidências da mudança do clima

O recente aumento da frequência de eventos climáticos extremos - chuvas torrenciais provocando enchentes e deslizamentos, ventos, secas, associadas ou não a falta de água e a incêndios florestais, recordes de dias quentes que forçam parar o trabalho externo e provocam mortes de milhares de vulneráveis - é o resultado perceptível da mudança do clima associada ao aquecimento global. Dados recentes (figura 1) mostram que 26 dos 30 meses com temperatura média global, recordes ocorridos entre 1940 e 2023, ocorreram desde 2010 e apenas 1/30 no século passado.

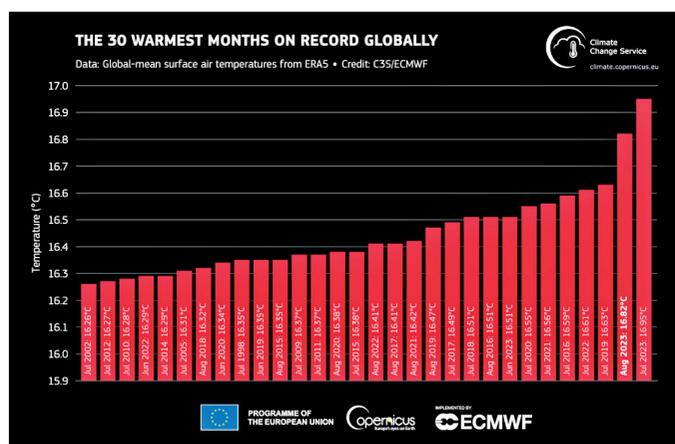


Figura 1  
Temperatura média global do ar de superfície para os 30 meses mais quentes no período 1940-2023. 26/30 dos meses ocorreram após 2010. A temperatura para agosto de 2023 é destacada com fonte em negrito. Fonte: Copernicus, 2023<sup>1</sup>

São as propriedades únicas da distribuição de probabilidades que torna este aquecimento numericamente quase insignificante de 1,5°C capaz de provocar tamanha desorganização na circulação atmosférica (ar e água). Embora o aumento seja pequeno, ele impacta desproporcionalmente nas probabilidades de ocorrência de eventos extremos e torna possível eventos de intensidade além das possíveis no clima pretérito (figura 2). Nas palavras do editor da *The Economist*: caso o aquecimento de 3°C se torne uma realidade não haverá espaço seguro no planeta.

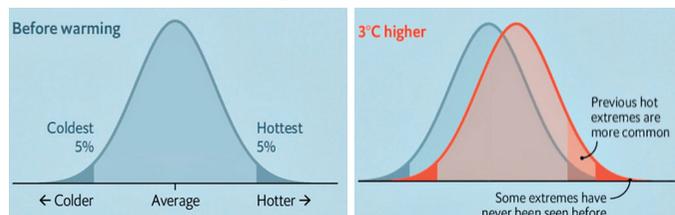


Figura 2  
Representação esquemática de como um pequeno desvio nas temperaturas médias pode aumentar a ocorrência de valores extremos. Fonte: The Economist, 2021<sup>2</sup>

## Mudança do clima e as estruturas

Os materiais de construção - cimento, aço e cerâmicas em particular - são os materiais mais consumidos no mundo e a construção e manutenção de edifícios é responsável por cerca de 15% do CO<sub>2</sub> emitido globalmente. No Brasil, particularmente, as estruturas são responsáveis por muito mais do que 50% destas emissões. A redução das emissões de gases do efeito estufa passa pela construção. E a ação da indústria do cimento e do aço não são suficientes: todos os tomadores de decisão precisam ser envolvidos. Para o caso do cimento, por exemplo, isto significa que os fabricantes do cimento deverão produzir cimentos com pegadas de CO<sub>2</sub> progressivamente menores. Os produtores de concreto, concretos com o mínimo deste cimento. **Cabe aos projetistas de estruturas em particular, conceber estruturas com o mínimo consumo de material**, mantidos os padrões de segurança inclusive aqueles necessários a incertezas decorrentes dos eventos climáticos extremos. A indústria do cimento espera que a redução do consumo de materiais cimentícios atinja em 2050 22% do consumo esperado mantidas as práticas atuais (figura 3)

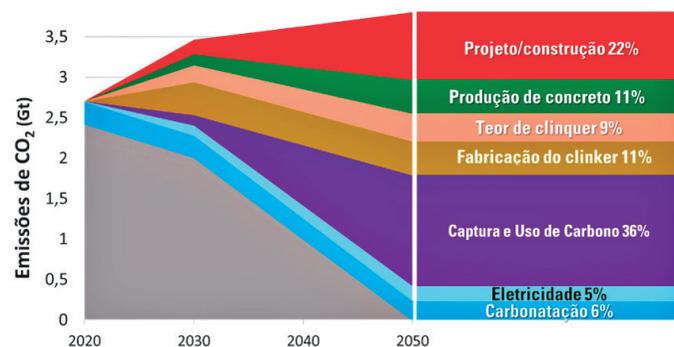


Figura 3  
Evolução das emissões de CO<sub>2</sub> no cenário de referência e a contribuição das diferentes estratégias de mitigação. No alto está a contribuição esperada do projeto e da construção, que depende largamente das estruturas. Global Cement and Concrete Association, 2022.<sup>3</sup>

## O JCSS e o Globe Consensus

A decisão de tomar medidas práticas para engajar a Engenharia de Estruturas partiu de uma reunião técnica organizada em 2019 pelo *Joint Committee for Structural Safety - JCSS*<sup>4</sup> e a Universidade de Tongji (Shanghai) que resultou no manifesto *Tongji Consensus on Sustainable Construction*. O JCSS é o organismo técnico internacional encarregado de desenvolver modelos de risco para dimensionamento de estruturas, que

forma a base dos métodos probabilísticos das modernas normas técnicas de dimensionamento de estruturas civis de todos os materiais. Em 2021, o comitê de governança, composto pelas 5 entidades que integram o JCSS, decidiu formar o **GLOBE: Global Consensus on Sustainability in the Built Environment**, um movimento internacional de especialistas e entidades da área, dedicado a engajar a comunidade na direção de medidas práticas para a construção de baixo carbono, especialmente à área de estruturas.

## O Workshop

A redução da pegada de CO<sub>2</sub> das estruturas somente será possível com inovações no processo de projeto e construção, incluindo melhorias nas normas técnicas de dimensionamento, práticas de concepção dos edifícios, códigos de obras, práticas construtivas, melhoria de materiais (como os aços de alta resistência) que tem a mesma pegada de CO<sub>2</sub> dos atuais CA50.

Mas não é possível gerenciar aquilo que não se mede e controla e atualmente a pegada de CO<sub>2</sub> dos edifícios que dependem do consumo dos materiais e da pegada de CO<sub>2</sub> destes, não é analisada. Não existem padrões de medida (qual é a área a ser considerada?) nem tampouco estão disponíveis *benchmarks* baseados em dados padronizados que permitam cada projetista se comparar com seus pares e pesquisadores identificar oportunidades de pesquisa para melhoria para contribuir para melhores normas técnicas. A existência destas métricas também é fundamental para demonstrar a evolução do setor para as autoridades ambientais dos diferentes países e para o IPCC.

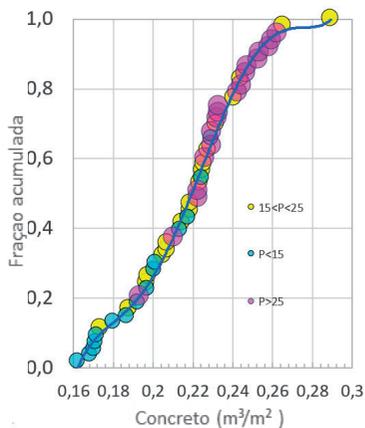
A criação de indicadores confiáveis é, portanto, o primeiro passo para uma estratégia de descarboni-

zação e desmaterialização das estruturas de concreto. Por esta razão, a primeira iniciativa pública do Globe é foi promover em conjunto com a Poli USP e a EPFL o *workshop "Benchmarking of Resource Use and Embodied CO<sub>2</sub> in Buildings"* em Lausane em meados de fevereiro deste ano. Este *workshop* reuniu 27 especialistas de 10 países para "estabelecer as bases para padrão internacional aberto, para medir o carbono incorporado e as pegadas de recursos naturais dos edifícios". A delegação Brasileira foi integrada por mim - que coordenei o evento conjuntamente com a prof. Karen Scrivener (EPFL) e o prof. Michael Faber - o prof. Ricardo França (França e Associados & Titular da Cátedra Construindo o Amanhã, ArcelorMittal-Poli USP), o eng. Abram Belk da TQS e pelo eng. Carlos Massucato, representante do IBRACON no Globe.

O prof. Ricardo França apresentou os primeiros resultados de sua pesquisa que testa critérios práticos que permitam extrair dos projetos de estrutura, de forma automática e confiável, as áreas e consumo dos diferentes materiais, essenciais para a medir automaticamente o consumo de materiais. A partir destes valores e das informações de bases de dados como o Brasileiro Sistema de Informações do Desempenho Ambiental da Construção Sidac<sup>5</sup>, será estimar faixa provável da pegada de CO<sub>2</sub> do projeto de forma padronizada e comparável. Os valores precisos desta pegada vão depender das empresas fornecedoras a serem escolhidos pelos construtores. Os dados recolhidos pelo prof. França, até o momento, mostram que existe enorme dispersão de intensidades de materiais e CO<sub>2</sub> para edifícios residências de mesma altura. O eng. Abram Belk da TQS vem desenvolvendo estratégias que automatizem o processo de extração de dados quantitativos. Esta automatização da coleta de dados colocará o Brasil na liderança mundial desta iniciativa.



Figura 4  
Participantes do Workshop diante do edifício MX1 da EPFL em Lausane



**Figura 5**  
Distribuição do consumo de concreto nas estruturas da torre de 54 edifícios de São Paulo para diferentes números de pisos padrão.  
Fonte: Prof. Ricardo França (França e Associados)

## Promovendo estruturas de baixo carbono no Brasil

Nas próximas etapas deverá evoluir a estrutura institucional que está sendo criada envolvendo as entidades setoriais como o ABECE, IBRACON, ABCP, ABCIC e o Conselho Brasileiro da Construção Sustentável (CBCS) que desenvolveu o SIDAC, que busca estabelecer um mapa de rota (*Roadmap*) com metas quantitativas de redução progressiva da pegada de carbono das estruturas de concreto até 2050, ancorada em um sistema de indicadores confiáveis e facilmente atualizáveis que nos permita acompanhar o resultado de esforços e revisar o mapa de rota periodicamente.

Neste processo é essencial a criação de uma base de dados brasileira de consumo de materiais e pegada de CO<sub>2</sub> em estruturas de edifícios. Esta base atualizada continuamente, é necessária para acompanhar as evoluções

da pegada de CO<sub>2</sub>. No dia a dia, permitirá que os projetistas e clientes comparem em tempo real, de forma automática a pegada de materiais e CO<sub>2</sub> de cada projeto com o dos concorrentes. Ela permitirá a cada engenheiro **quantificar sua contribuição do esforço global de combate as mudanças climáticas.**

Esta base deverá seguir padrões internacionais, que estão sendo discutidos no Globo, para permitir comparação das estruturas brasileiras com as do exterior, trazendo oportunidades mútuas de melhoria das normas técnicas. Na base deste sistema estarão as declarações de desempenho ambiental de produto (dDAP) que passarão a emitidas pelo SIDAC. Estas uma versão simplificada, prática e barata das DAPs ou EPDs (Declarações Ambientais de Produto) existentes no mercado internacional, documento padronizado no qual o fabricante comunica aos clientes a sua pegada ambiental.

## Notas

1. Copernicus Climate Change Service August 2023, second warmest month closes the warmest summer 7th September 2023 <https://climate.copernicus.eu/august-2023-second-warmest-month-closes-warmest-summer>
2. The Economist Three degrees of global warming is quite plausible and truly disastrous 2021. <https://www.economist.com/briefing/2021/07/24/three-degrees-of-global-warming-is-quite-plausible-and-truly-disastrous>
3. GCCA. The GCCA 2050 Cement and Concrete Industry Roadmap for Net Zero Concrete. 2022 <https://gccassociation.org/concretefuture/>
4. <https://www.jcss-lc.org/>. O JCSS é um organismo mantido pelas cinco principais associações técnico-científicas internacionais da área de estruturas e Engenharia Civil (FIB, CIB, RILEM, IBASE, IAAS, ECCS)
5. [www.sidac.org.br](http://www.sidac.org.br)



Nesta seção, são publicadas mensagens que se destacaram no grupo Comunidade TQS ao longo dos últimos meses.

Para efetuar sua inscrição e fazer parte do grupo, basta acessar <https://groups.io/g/comunidadeTQS/>

## Cordoalhas como armadura passiva

Prezados,

Me perguntaram sobre a utilização de cordoalha (CP 190) como armadura passiva, substituindo por completo o aço CA 50.

A proposta seria utilizar as cordoalhas em vigas e pilares, mas sem protensão. Ou seja, estariam trabalhando como armadura passiva.

Procurei alguma informação sobre este assunto e não encontrei.

Algum dos colegas poderia me dizer se existem estudos ou experiências nesta linha?

As teorias de cálculo continuam valendo para esta situação?

Quais os cuidados que seriam necessários para um detalhamento com este material?

Como seriam as ancoragens?

Desde já agradeço a atenção.

Eng. Ygor Dias, Ribeirão Preto, SP

Caro Ygor,

Não funciona.

Em elementos fletidos as fissuras seriam inaceitáveis.

Em elementos comprimidos: as cordoalhas vem enroladas em bobina, seria como tentar comprimir cordas de violão...

Cordialmente,

Eng. Daniel Miranda, São Paulo, SP

Caro Daniel,

Na verdade, vergalhões CA-50 também são enrolados em bobinas.

O problema é que as cordoalhas são compostas de fios mais finos encordoados, mas deu para entender o que você quis dizer.

Eng. Roger Scapini Marques, Florianópolis, SC

O CA-50 não chega na obra enrolado, a cordoalha sim.

O termo, que não foi o correto, é irrelevante.

Aproveito para mencionar o problema de ductilidade. Para "escoar" a cordoalha (que não tem patamar de escoamento bem definido), seria preciso limitar  $x/d$  a 0,32, não mais 0,628, nem mesmo os limites da norma de 0,4 ou 0,45. Ensaios no início do desenvolvimento do concreto protendido mostraram que usar cordoalha sem protender ou protendendo pouco não é bom.

Cordialmente,

Eng. Daniel Miranda, São Paulo, SP

Tal como eu disse: deu para entender, meu caro Daniel. Quem sou eu para discordar?

Mesmo na hipótese improvável da cordoalha chegar esticada, retinha, qual seria a real causa da flambagem? A questão da bobina existe, mas é o menor dos problemas de usar esse tipo de armadura em pilares, né não?

Abraço, amigo, parabéns pelas atuais conquistas!

Eng. Roger Scapini Marques, Florianópolis, SC

Olá amigos,

Vou tomar a liberdade e apresentar o que penso sobre o assunto. Tenho consideração em dois pontos específicos no caso de utilizar aço de protensão como armadura tracionada.

1º) Quando estudamos a teoria de concreto protendido aprendemos que as duas principais vantagens do concreto protendido são limitar ou eliminar fissuras



Pretti Calculistas Associados, Vila Velha, ES

e, também, possibilitar a utilização adequada de aços de alta resistência.

Esta última parte eu entendo que vem do seguinte raciocínio, por exemplo:

Ao dimensionarmos uma viga que no ELU está em equilíbrio nos domínios 2 ou 3, o limite de deformação do aço é de 10‰ para limitarmos a fissuração. Como o fim da proporcionalidade de Hooke acontece com a deformação de 2,07‰ para o aço CA-50, a tensão desenvolvida nele será a máxima permitida  $f_{yd} = 43,4 \text{ kN/cm}^2$ .

Se substituirmos o CA-50 por cordoalhas CP-190, com a deformação de 10‰ teríamos uma tensão maior que os  $43,4 \text{ kN/cm}^2$  do CA-50 mas ainda longe do potencial que o aço de protensão possui (aço de protensão não possui patamar de escoamento claramente definido). Em concreto protendido, a deformação 10‰ não é a única presente no aço. Há mais duas parcelas. A deformação de pré-alongamento gerada pelo macaco de protensão e a parcela para ser atingido o Estado-limite de Descompressão. Essas duas parcelas a mais fazem com que a deformação no aço no ELU para flexão de peças protendidas possa chegar a valores acima de 16‰ desenvolvendo tensões maiores e aproveitando melhor o aço de protensão quando em concreto protendido. Isso não acontece no concreto armado.

Logo, entendo, que se usarmos aço de protensão em concreto armado ele será subutilizado e será antieconômico.

2º) Em concreto protendido, a ancoragem das cordoalhas geralmente é realizada de forma mecânica (pós-tração). As cordoalhas não são exatamente as melhores peças para se fazer uma dobra como o CA-50. Creio, em meu julgamento, que teríamos problemas de ancoragem substituindo barras de CA-50 pelas cordoalhas.

O comprimento de ancoragem é diretamente proporcional à tensão desenvolvida no aço. Volto a lembrar que em uma deformação acima de 2,07‰ o

CA-50 possui a mesma tensão, mas as cordoalhas possuirão tensão maior, o que demandará maiores comprimentos de ancoragem.

Atenciosamente,

Eng. Artur Lenz Sartorti, Engenheiro Coelho, SP

Boa noite, Artur!

Não é possível economizar com aço de alta resistência sem protender. As verificações de serviço não serão respeitadas se o aço estiver no seu limite para combinação última (ELU).

Entendo que a dúvida era reaproveitamento de cordoalhas que sobram na obra.

Para respeitar o serviço, o aço de protensão (sem protensão?) tem que ser subutilizado, não escoar, rompe o concreto sem aviso. Ruptura frágil.

Única coisa que vejo possível é essa cordoalha ser uma parcela pequena da armadura de uma viga, a maior parte seria CA-50 que escoaria. No entanto, há que verificar adequadamente a abertura de fissuras e flechas.

Tanto a abertura de fissura como a ancoragem dependem do coeficiente de conformação superficial. O lb de cordoalha é enorme para a tensão de escoamento, mesmo limitando a tensão à metade da de escoamento, teremos lb maior que em CA-50 (proporcionalmente ao diâmetro).

Abraço,

Eng. Daniel Miranda, São Paulo, SP

Prezados colegas,

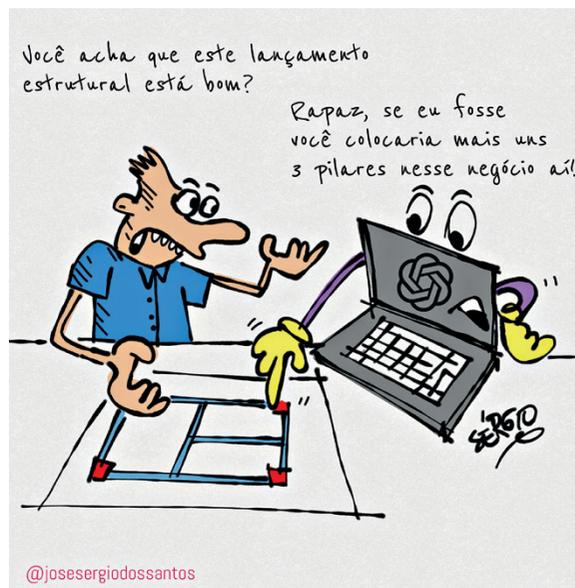
Algum dos confrades poderia me informar de onde é que surgiu a história de ensaiar o concreto a 63 dias?

Atenciosamente,

Eng. Márcio Cunha | M2LT, Recife, PE



Eng. José Sérgio dos Santos, Fortaleza, CE



Eng. José Sérgio dos Santos, Fortaleza, CE

Prezado Márcio, boa tarde!

No fim da década de 1980 e começo da de 1990 eu era consultor da ENCOL e todas as obras da ENCOL, teoricamente, controlavam e projetavam para fck 63 dias, portanto há mais de 30 anos.!

Todas as grandes obras mundiais, inclusive as Petronas Towers, Burg Dubai, etc, etc, etc. fazem uso de fck a 56, 63 e 91 dias.

Quem sabe seria melhor você se perguntar e aqui responder: **de onde é que surgiu essa ideia de controlar fck a 28 dias e por quê?**

Hoje mais do que nunca, por razões lógicas, racionais, científicas e principalmente de SUSTENTABILIDADE devemos mudar a data de controle e projeto do fck.

No Encontro da USP de ESTRUTURAS promovido, creio eu, em 1993 na Poli, há 30 anos, eu apresentei um trabalho técnico/científico pioneiro sobre esse tema.

O evento foi promovido pelo PEF e deve ainda ter os anais lá no Departamento... O prof. querido, Lauro Modesto creio, foi o promotor do encontro.

Em todo caso, posso tentar garimpar e achar o artigo, não garanto...

O assunto é muito interessante.

Vale a pena discuti-lo!

Boa iniciativa de sua parte.

Abraços,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*

Boa tarde

Ao meu ver, fck é definido aos 28 dias e, a partir daí, a segurança de uma obra está baseada nessa definição. Os coeficientes de segurança estão baseados nesse valor **aos 28 dias**.

Se é pra mudar, é totalmente lógico que precisa ajustar o coeficiente de segurança. Do contrário, estamos suprimindo (para usar um termo elegante) segurança da edificação. Quem pagou pela obra, normalmente um leigo, pagou pensando que tem a segurança de norma. Então temos que obedecer.

Até que se prove o contrário, mas que esse contrário venha acompanhado de legalidade. O que estão fazendo, na minha opinião, não é legal.

*Eng. Marcelo Rios | Geotest, Salvador, BA*

Caro Marcelo,

Tenho essa curiosidade, ou seja, existe na história das estruturas a razão do por que foi adotado 28 dias e não 30 ou 15 ou 20 ou 63 dias?

Você tem algum artigo ou tese sobre isso?

Não seria apenas uma data cômoda?

Abraços,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*

Paulo,

Eu posso arriscar a dizer que por comodidade, ou seja, o mais próximo de um mês e múltiplo de sete, como foi explicado pelos colegas.

Mas não é disso que se trata. O que se trata aqui é que logicamente aos 63 a resistência tende a ser maior que aos 28. E toda a análise é feita aos 28. É uma questão de referencial. Seja múltiplo de 7, 5, 10 ou 20 não interessa. Interessa é que os coeficientes são ponderadores para um valor de referência e esse valor é aos 28.

E se existe um motivo científico que demonstre que o correto seria aos 63 com os mesmos coeficientes de segurança, nós só poderemos usar depois que for registrado em Norma. Isso é muito simples no meu entendimento.

*Eng. Marcelo Rios | Geotest, Salvador, BA*

Prezado prof. Paulo Helene,

Num passado recente já conversamos, no privado, sobre este tema.

Lembro de uma palestra sua aqui em Recife na própria Encol onde esse tema foi abordado e vi também a justificativa muito lógica porque o Brasil (parece que diferente do restante do mundo) adota o fck como sendo o maior dos dois resultados aos 28 dias de idade. É bastante convincente, apesar de que os estatísticos disserem que a "menor grandeza" representativa de um evento ser uma média. Parece-me que lá fora usam a média.

A justificativa foi mais ou menos a seguinte: Qualquer manuseio feito com os corpos de prova (moldagem, armazenamento, transporte, cura, prensa, etc) , a tendência é de sempre diminuir a sua resistência durante a ruptura, e jamais de aumentá-la.

Quanto a questão dos 63 dias, vou expor aqui a minha opinião, que já é de conhecimento do amigo:

Segundo as nossas Normas atuais, fck só existe um que é na idade de 28 dias. Qualquer outro valor será fcj.

Lembro que no dia a dia, no dimensionamento das peças estruturais já está embutido (naquele número mágico 0.85) um ganho de resistência (23%?) depois dos 28 dias, e assim, se formos usar os resultados aos 63 dias, teríamos que retroagi-los aos 28 dias, porque o ganho de resistência depois dos 63 dias é bem menor que o ganho após os 28 dias. Sei que existem exceções (e já usamos) que poderemos mexer neste número 0.85 (que inclui também o Efeito Rüscht), mas não é o que acontece nos projetos estruturais corriqueiros.

Na nossa região existem alguns construtores que estão guardando mais um corpo de prova (contraprova) para rompê-lo depois dos 28 dias, no caso do fck não atingir a resistência de projeto. (Se atingir esta resistência aos 28 dias, ele joga fora a contraprova). Assim ele tenta evitar fazer logo uma extração. Nesses casos, eu recomendo que rompa logo a contraprova. Não precisa esperar os 63 dias, já que seu resultado será retroagido aos 28 dias.

Espero ter colocado mais lenha na fogueira.

Um forte abraço,

*Eng. Antônio Alves Neto | ENGEDATA | PROJETAR, Recife, PE*

Caro Amigo Antônio Alves, boa noite,

Eu respeito seu ponto de vista, mas é como andar na contramão de uma grande avenida e achar que todos os demais estão errados.

Não sei qual a razão de introduzir essa “definição” de fck como sendo 28 dias na Norma brasileira sem analisar, pesquisar e conhecer a história do porque dos 28 dias e não outra idade próxima ou até anterior.

Certamente você, e os que pensam como você, vão afirmar que todos os grandes projetistas, sem exceção, dos melhores escritórios de projeto do mundo, estão errados ao adotar 56, 63 ou 91 dias, segundo o tempo de duração da obra e da entrada das cargas.

Todo ano o IBRACON convida grandes projetistas mundiais que projetam os maiores edifícios do mundo e eu sempre faço, publicamente, essa pergunta nas plenárias e as respostas, invariavelmente, sempre são as mesmas... é normal adotar para fundações e pilares dos primeiros andares fck a 56, 63 e 91 dias de idade.

O raciocínio é simples: deve-se adotar uma data a partir da qual há o risco das cargas de projeto agirem e ao mesmo tempo não pode ser muito longa que não permita uma tomada de decisão oportuna.

Numa estrutura de concreto, numa barragem, num edifício alto, as cargas na fundação e nos primeiros pilares só vão atuar depois de 1 ano, 2 anos, às vezes 5 anos!

Então, para lajes de pavimento, pode ter sentido 28 dias ou até mesmo se houver protensão, falar em 3 dias, 7 dias, 28 dias, mas para fundações e pilares é antieconômico e principalmente ambientalmente incorreto.

Mas na Engenharia, como no futebol, na religião e na política... a gente tá vendo que o time do outro é melhor mas insiste em achar e propalar que o nosso time é o melhor do mundo e não mudar de opinião por nada... nem frente aos mais racionais argumentos da outra parte.

O concreto é um ser “vivo” que por um lado, se estivesse descarregado e em formato de corpo de prova num tanque de água alcalina (cura ideal) com temperatura controlada, continuaria a crescer a resistência com a idade sempre que o ensaio do cp seja instantâneo. Por outro lado, na estrutura, sob sol, sob chuva, sob calor, sob frio, sem cura, nem proteção e sob carga de longa duração perde resistência com a idade.

Assim são todos os materiais (aço, madeira, tijolo, bloco, argamassa, bambu, etc.).

E longa duração significa qualquer carga atuante durante mais de 15 minutos.

Faça esta experiência que eu já fiz dezenas de vezes e mostro a todos meus alunos de pós e de graduação.

Escolha dois corpos de prova bem IRMÃOS, ou seja, com grande chance de terem a mesma resistência... difícil mas se caprichar na moldagem, no adensamento, no sazonalamento, no capeamento (retifica), no carinho, na centralização no prato da prensa, na qualidade dos pratos da prensa, na operação da prensa, na velocidade da prensa, PROVAVELMENTE, se você fizer tudo certinho iria dar uma resistência quase igual.

Então você faz tudo certo e obedece a velocidade da norma de ensaio de ABNT NBR 5739, chamado ensaio instantâneo, e obtém uma carga de ruptura “instantânea”, digamos de 30.000 kgf ou 30 tf.

Pega o corpo de prova IRMÃO e faz tudo igual mas quando chegar a 27 tf você para a prensa e mantém carregado por 15 minutos... se puder.. pois antes disso o cp vai romper.

Ou seja, sob uma carga de longa duração, ou seja, qualquer carga que atue mais de 15 minutos, o concreto, os materiais, perdem resistência da ordem de 15%.

Então entende de onde vem os 0,85?

Já projetei e ajudei projetar como consultor de grandes projetistas, alguns retrofits de estruturas com mais de 40 anos, até com 70 anos. A gente faz uma campanha de esclerometria, ultrassom e extrai inteligentemente testemunhos, rompe, e adota o fck de 57 anos, por exemplo. É impensável retroagir a 28 dias!!!!

Seguimos que o tema é apaixonante.

Abraços,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*



SOLEST Serviços de Engenharia, Belém, PA

Caros colegas, bom dia!

A cerca deste assunto, o mais interessante é que temos muitos dados que colaboram com todas as explicações. Mesmo assim eu questiono alguns pontos:

1. Adotar um fck aos 7, 14, 28 ou 63 dias, do ponto de vista do estruturalista, mudaria em quê, visto que, independente da idade, o concreto deverá atingir a resistência de projeto?

2. Do ponto de vista do construtor, aguardar 63 dias para tomar conhecimento se o concreto atingiu ou não a resistência contratada não implica em morosidade do processo tecnológico?

3. Trabalhei por certo tempo em concreteira, acompanhando de ponta a ponta o processo de fornecimento de concreto usinado (eu era técnico de qualidade). Eu acompanhava a aferição das balanças, coletava material na pedreira e no areal para realizar ensaios, treina os motoristas para moldagem correta dos corpos de provas, verificava a dosagem do concreto, acompanhava a concretagem, acondicionamento dos corpos de prova na obra, coleta, transporte, identificação, cura, capeamento e rompimento. E a cada dia que passa, fiquei mais convencido de que os rompimentos de 3 e 7 dias, na minha visão, são os mais importantes, pois quando tinha alguma intercorrência, de acordo com a curva de ganho de resistência ao longo do tempo, já era sabido de forma quase que imediata e as tratativas também.

Em obras de elevada importância, moldávamos de 4 a 6 corpos de prova. Rompíamos a 3 e a 7 dias algumas amostras e, se o resultado saísse da normalidade, antecipávamos um ou dois para romper com 14 dias e verificar se continuou a baixa performance. Era muito clara a fragilidade do resultado, pois os traços, no que tange o ponto econômico, não tinha muita margem de erro (após o desvio padrão aplicado), ou seja, dosávamos para atingir àquela resistência (além

dos fatores de segurança) e nada mais, e quando uma obra era mais distante, ou choveu no dia ou a umidade da areia na parte de cima da baía de agregado estava menor do que na parte de baixo, meu amigo o resultado influenciava. E isso sem considerar os moldes da empresa de tecnologia do concreto, que era nossa contraprova.

Acredito que o quanto antes soubermos se o concreto que compramos atingiu a especificação, melhor para o processo construtivo.

E não estou dizendo que estamos certos e que o mundo está errado, só estou afirmando que, como em todas as etapas do processo fabricação, transporte, recebimento e lançamento, existem muitos pontos de falha, o quanto antes identificamos essas falhas, melhor.

Cordialmente,

Eng. Danilo Seixas Monteiro | XP Eng., Salvador, BA

Meu amigo Egydio estaria pulando e se contorcendo agora!

Infelizmente, muitas pessoas só pensam em ELU e se esquecem que precisamos atender, também, ELS. Além disso, pensam, com mais objetivo, em estruturas moldadas *in loco*.

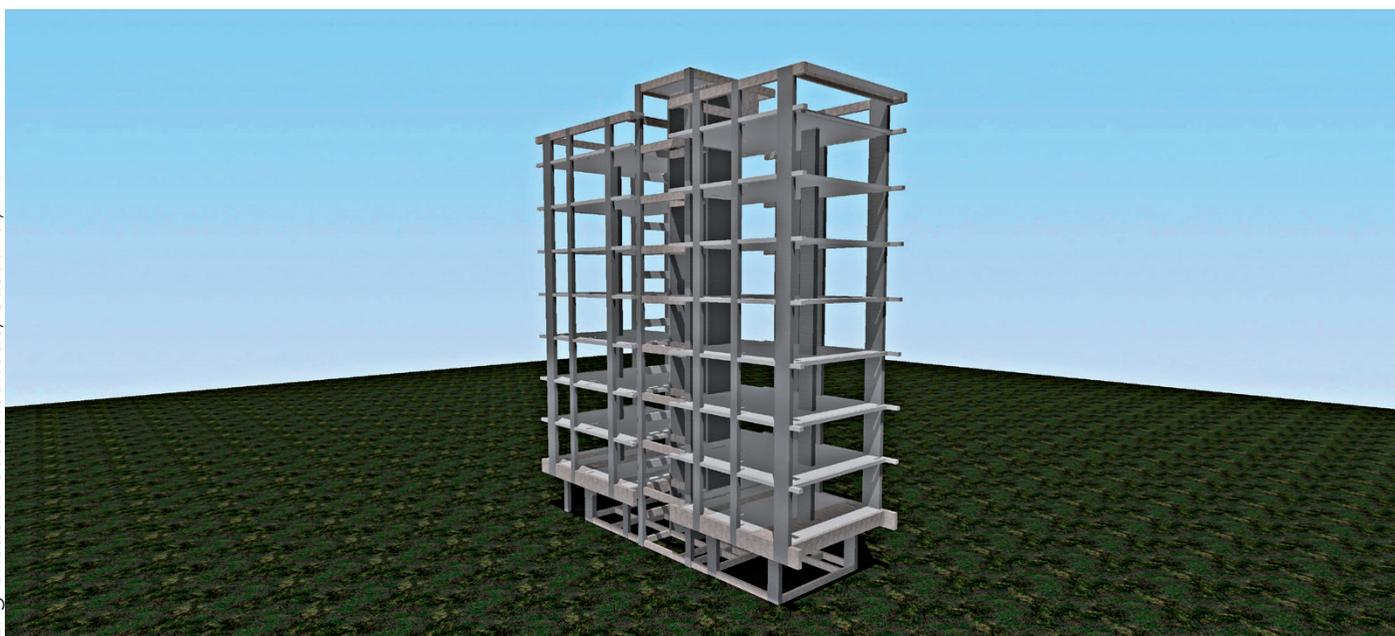
Vejam que legal: tenho uma estrutura que usa lajes alveolares, vencendo um vão de 9 m, com um balanço de 1,80 m, onde especifiquei a laje com fck 50 (atendido pelo fornecedor) e uma capa de 40 Mpa (que não chegou em 24 Mpa).

Pergunta: reforço que jeito essa laje alveolar? Ademais, o que acontece com o deslocamento dessa laje?

O problema não é apenas ELU, gente... Não é!!!!

Atenciosamente,

Eng. Márcio Cunha | M2LT, Recife, PE



Meus caros

Estou passando por isso agora e não é a primeira vez. Concreto não conforme. Há uns anos atrás até tive uma conversa boa com prof. Paulo Helene sobre isso, aqui no grupo. No caso era um retrofit. Concordo com os colegas que precisamos saber o quanto antes se o concreto lançado está de acordo com o que foi contratado. Caso contrário o prejuízo para ajustar isso só irá aumentar, afinal a obra continuará acontecendo. Eu sempre peço corpos de prova aos 14 e aos 28 dias. Aos 14 pra saber se posso mexer no escoramento, o concreto já terá quase sua totalidade de resistência atingida e aos 28 pra comprovar que a resistência foi atingida. O que vier daí pra frente com ganho de resistência, que é pouco, fica de lucro.

Atenciosamente,

*Eng. Bruno Matos, Brasília, DF*

Caros Bruno, Márcio e colegas,

Boa tarde!

Cabe um esclarecimento: estou sempre me referindo à resistência característica do concreto à compressão utilizada como referencial de projeto, ou seja de verificação estrutural da segurança, o chamado no Brasil de fck (nos USA é f'c), e de aceitação, fck,est.

Para essa importante variável de entrada de um dimensionamento, que é uma prerrogativa do projetista, é ele que escolhe, há muitos anos, recomendo adotar, para certos elementos ou peças estruturais que vão receber cargas de projeto meses após concretados, a data de 56, 63 ou até 91 dias de idade.

Recomendo tanto para resistência à compressão quanto para módulo de elasticidade.

Sem prejuízo de ruptura e acompanhamento de outras datas que são necessárias por razões construtivas mas que não são o referencial de verificação da segurança e estabilidade da estrutura.

Espero ter esclarecido.

Seguimos!

Abraços,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*

Caro Paulo Helene,

Aí reside um problema, que não é levado em consideração nessa análise (de estabilidade e segurança): respondemos, enquanto responsáveis técnicos pela estrutura, pelo atendimento da edificação em serviço.

Quando fazemos nossas verificações em serviço, partimos de propriedades físicas do concreto, que são diretamente proporcionais ao fck. Se o fck não atinge uma determinada resistência, mas não causa ruptura, isso não livra nossa cara em relação ao atendimento ao ELS.

Por isso eu não vejo de forma tão simples isso. Se for pra empurrar pra baixo do tapete o ELS, melhor tirar isso da Norma.

O buraco é mais embaixo do que muitos pensam...

Atenciosamente,

*Eng. Márcio Cunha | M2LT, Recife, PE*

Ah sim, prof. Paulo Helene. Realmente eu tinha entendido que era em relação ao controle do concreto.

Para adotarmos isso no fck utilizado nos dimensionamentos, acredito que bastaria ajustar os coeficientes de majoração e minoração. Você chegou a levantar essa questão na revisão da NBR 6118?

Atenciosamente,

*Eng. Bruno Matos, Brasília, DF*

Caro Bruno,

Infelizmente não, só nos bastidores e no meu voto, pedi para incluir SUSTENTABILIDADE, mas assim como foi com DURABILIDADE e QUALIDADE ainda teremos um longo caminho a percorrer.

A tendência brasileira é a de sempre esperar que os outros (europeus e americanos) insiram, avancem, incorporem o conhecimento nas Normas e depois nós também o fazemos.

Mas com certeza na próxima revisão chegaremos lá.

O novo model code 2020, que só está na *draft*, tem capítulos extensos de sustentabilidade, durabilidade, qualidade, controle, materiais, confiabilidade, além dos tradicionais de cálculo estrutural.

Abraços,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*

Bom dia, prof. Paulo Helene,

Para ser bem objetivo estou respondendo parte da sua mensagem no corpo de seu texto.

Lembro mais uma vez, por exemplo, segundo o grande mestre Fusco, que está embutido no dimensionamento um ganho na resistência do concreto após os 28 dias. E esse ganho é um dos três fatores que definem o valor 0.85.

Deixei bem claro na minha mensagem original que estávamos falando em Projetos Estruturais corriqueiros onde se indica nas pranchas o valor do fck, e não o fckj.

E o que diz por exemplo a NBR-6118, no item 8.2.4?

#### 8.2.4 Resistência à compressão

As prescrições desta Norma referem-se à resistência à compressão obtida em ensaios de corpos de prova cilíndricos, moldados segundo a ABNT NBR 5738 e rompidos como estabelece a ABNT NBR 5739.

Quando não for indicada a idade, as resistências referem-se à idade de 28 dias. A estimativa da

Seria muito interessante que outros projetistas estruturais, que estão com a mão na massa no dia a dia fazendo dimensionamento, também exponham aqui as suas opiniões sobre este tema.

Faço uma pergunta ao amigo:

Nos projetos estruturais em que se indica o valor de fck nas pranchas, em que idade os corpos de prova devem ser rompidos para se fazer a validação daquele concreto?

Um grande abraço.

Eu respeito seu ponto de vista, mas é como andar na contramão de uma grande avenida e achar que todos os demais estão errados.

(Acho (rrss!!) que o grupo de projetistas é quem está na multidão. Já conversei com vários deles, inclusive figurões aí de São Paulo, sobre este tema).

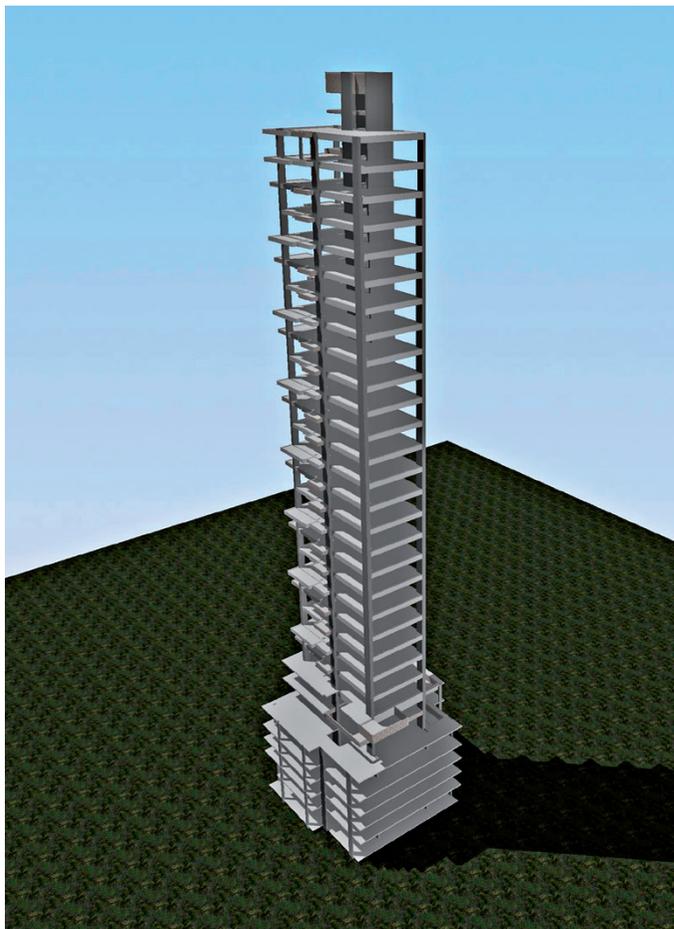
Não sei qual a razão de introduzir essa “definição” de fck como sendo 28 dias na Norma brasileira sem analisar, pesquisar e conhecer a história do porquê dos 28 dias e não outra idade próxima ou até anterior.

(A razão foi o item 8.2.4 da NBR-6118 mostrado acima)

Certamente você, e os que pensam como você, vão afirmar que todos os grandes projetistas, sem exceção, dos melhores escritórios de projeto do mundo, estão errados ao adotar 56, 63 ou 91 dias, segundo o tempo de duração da obra e da entrada das cargas.

(Não afirmei e não insinuei que seria errado usar o fck56, fck63 ou fck91. Sempre me referi ao fck e nunca ao fckj. Como falei na minha mensagem, já usamos fckj algumas vezes para fazer verificações).

...



OptimaEstrutural, Palhoça, SC

O raciocínio é simples: deve-se adotar uma data a partir da qual há o risco das cargas de projeto agirem e, ao mesmo tempo, não pode ser muito longa que não permita uma tomada de decisão oportuna.

(Nos softwares, o fator 0.85 teria que ser alterados andar a andar, e ninguém faz isto. Em obras pequenas construídas rapidamente este fator 0.85 deveria ser menor.

Fazemos essas ponderações quando o fck dá menor que o de projeto. Não só isto como também a redução nas sobrecargas).

...

Mas na Engenharia, como no futebol, na religião e na política... a gente tá vendo que o time do outro é melhor mas insiste em achar e propalar que o nosso time é o melhor do mundo e não mudar de opinião por nada... nem frente aos mais racionais argumentos da outra parte.

(É verdade. O ser humano é o único bicho vaidoso. kkkk)

...

Ou seja, sob uma carga de longa duração, ou seja, qualquer carga que atue mais de 15 minutos, o concreto, os materiais, perdem resistência da ordem de 15%.

Então entende de onde vem os 0,85?

(Discordo respeitosamente neste ponto. O 0.85 não é tão simplório assim. Prefiro a opinião do prof. Fusco: 0.85 é o produto de três fatores. E é em cima deles que fazemos a ponderação para mudá-lo, nas exceções que o amigo tanto gosta de citar.)

Já projetei e ajudei projetar como consultor de grandes projetistas, alguns retrofits de estruturas com mais de 40 anos, até com 70 anos. A gente faz uma campanha de esclerometria, ultrassom e extraí inteligentemente testemunhos, rompe, e adota o fck de 57 anos, por exemplo. É impensável retroagir a 28 dias!!!!

(Discordo também em parte. Se for feito o dimensionamento com este valor, internamente está sendo considerado que o concreto irá crescer (23%?) ainda, quando de fato já estamos na assíntota da curva de crescimento.) Para mim isto é cristalino como estruturalista.

Seguimos que o tema é apaixonante.

Abraços,

Eng. Antônio Alves Neto | ENGEDATA | PROJETAR, Recife, PE

Prezado Antônio Alves,

Obrigado por sua resposta que eu já conhecia.

Sobre qual fck e fckj, estou me referindo? Já expus e defini.

O futuro dirá quem está no caminho mais adequado para obtenção de estruturas seguras, estáveis, duráveis e sustentáveis.

Afinal, o concreto armado tem pouco mais de 100 anos no mundo e 83 anos no Brasil (NBI-1940).

É uma ciência jovem e em progresso!

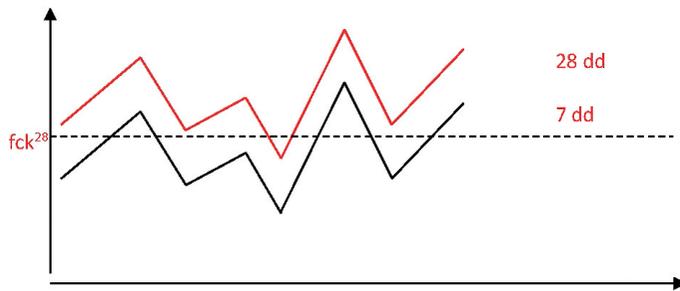
Abraços,

Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP

Caro prof. Paulo Helene,

De acordo com sua experiência e acompanhamento, quanto cresce a resistência a compressão percentualmente entre 28 e 63 dias?

Lá nos idos anos de 1980, numa verificação gráfica do acompanhamento da resistência a compressão do concreto usinado, os valores de 7 dias oscilavam em torno da resistência  $f_{ck}^{(28)}$  depois, a resistência crescia em torno de 20% (se não me falha a memória) e, aqueles mais retardatários, iriam atingir o especificado caso se encontrassem ainda sob a reta do  $f_{ck}^{(28)}$ .



Sds,

Eng. Paulo Assis, Salvador, SP

Caro Paulo Assis,

Existem vários modelos matemáticos que representam o crescimento da resistência do concreto com a idade.

Eu apresento no meu livro de dosagem e controle dos concretos publicado na década de 1990, o fib adota um e a ABNT NBR NBR 6118 também.

A nova versão do *mode code 2020* repete e sofisticada um pouco mais o mesmo modelo.

Em síntese depende da natureza do cimento e da relação a/c do concreto, ou seja, do traço, desde que mantidas as condições ideais de cura, ideais de temperatura, ambiente não agressivo, sem carbonatação, sem cloretos, sem AAR, sem DEF, e que os corpos de prova estejam sem carga (relaxados).

Portanto cada concreto vai crescer na sua velocidade intrínseca e potencial, repito, desde que não sofra ações extemporâneas, ou seja, desde que mantido em condições ideais.

Não sei se atendi sua pergunta.

Era isso que você queria saber?

Abraços,

Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP

Meu caro e querido Paulo Helene,

Nossos mundos são distintos !!!

Você como espetacular engenheiro tecnologista de concreto vive e voa com coisas distintas das que nós, ou pelo menos eu, calculistas vivemos.

Seu mundo de cimento, pedra, areia, água e aditivos é muito distante do meu mundo de deformação, fissura, flexão, torção, flexo compressão (por não existir compressão isolada) e uma dezena de outras coisas mais.

Não vivo sem a sua especialidade se quiser dormir tranquilo. Mas posso viver, ainda assim, sem você.

Mas sem que eu exista, você certamente não vai ser necessário para absolutamente nada.

Isto posto, sou da opinião que cada macaco deve saber em que galho pular. Eu, fazer concreto, certamente não sei.

Mas sou capaz de lhe desautorizar que valide aquilo que eu não me preparei e estudei fazer obedecendo as premissas das nossas, boas ou más, Normas de projeto estrutural.

Respeito profundamente sua especialidade, mas acho que seria de bom alvitre que você compreendesse com louvor o que esperamos desse nobre material que nos faz até viver.

Como uma simples observação, eu diria que se eu fosse dono de uma concreteira, eu iria amar essa nossa conversa aqui que indubitavelmente abre uma brecha gigante para as bobagens que elas (concreteiras) andam fazendo por aí.

Você tem conhecimento disso?

Abraço forte desse seu amigo,

Eng. Godart Sepeda, Rio de Janeiro, RJ

Estimado e querido Godart,

Estava com saudades de suas palavras.

Obrigado pelas amáveis palavras, mas você sabe muito bem que aqui você é a grande referência.

Humildemente peço para deixar de lado os temas paralelos de erros de empresas de concretagem, de projetos estruturais pífios e assustadores, de quem é mais importante se tecnologia ou projeto ou materiais ou o cliente, enfim vamos privilegiar a discussão interessantíssima e sempre atual, apesar de controversa, proposta pela pergunta oportuna do Márcio Cunha.

Eu não daria início espontaneamente a esse tema delicado aqui no Brasil, mas como ele deu e eu gosto e aprendo com discussões técnicas de bom nível, decidi dar, modestamente, a minha contribuição, assim como ouvir as outras opiniões e no fim, aprender um pouco mais.

Uma estrutura de concreto é alcançada com a participação de muitos intervenientes: sem cimento não tem concreto; sem concreto não tem estrutura, e sem estrutura de concreto só tem projetista de metálica, alvenaria e madeira.

Então, somos todos DEPENDENTES entre si, e um não vive sem o outro e, pior, o resultado final só fica bom se todos acertarem e fizerem corretamente sua parte.

Então somos todos grandes PARCEIROS e como em tudo que se faz juntos, um tem de suportar e ajudar o outro para que o resultado final seja o melhor.

Considerar o outro interveniente como inimigo ou adversário é, no mínimo, um equívoco.

Vamos em frente!

Abração,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*

Prezados amigos,

Para mim, excelente discussão onde todos têm uma parcela da razão.

Até onde sei:

- 28 dias surgiu da prática construtiva que se baseava na retirada total do escoramento nessa idade (obras de pequeno porte, autoconstrução) ou na execução de um pavimento a cada mês, tudo muito válido para os cimentos de outrora com grânulos relativamente grandes e moderada reatividade; convivi com mestres de obra experientes, incluindo meu saudoso pai, que me chamavam a atenção para respeitar a "idade de 28 dias";
- 63 dias penso que surgiu quando se passou a empregar cimentos compostos CPIIE ou cimento de alto-forno CPIII, onde é bem significativa a parcela de resistência desenvolvida após os 28 dias.

Relativamente aos ELS, do ponto de vista teórico o correto seria considerar resistência e módulo dos concretos, com características variáveis ao longo da altura de um edifício por exemplo, para cada diferente etapa de carregamento: peso próprio da estrutura em análise, cargas transmitidas pelo escoramento dos andares superiores, admissão das cargas decorrentes das alvenarias, dos contrapisos etc etc.

Como isso é impossível, e desnecessário, na prática, alguém (ou "alguéns") decidiu estabelecer uma data de referência para o projeto estrutural e controle da resistência: 28 dias. Assim, não me parece correto projetar com a referência 28 dias, e controlar com qualquer outra idade, incluindo 51, 63, "n" dias.

Grande abraço,

*Eng. Ercio Thomaz, São Paulo, SP*

Caros calculistas da Bahia,

Esclarecendo:

"Não confundir data de contrato comercial com fck de verificação da segurança, ou seja se contratou fck,est a 28 dias e o concreto desse lote só atendeu a 63 dias, deve haver multa ou alguma penalidade, mesmo que do ponto de vista técnico a segurança esteja atendida e não seja necessário fazer nada."

Abraços,

*Prof. Dr. Paulo Helene, PhD, São Paulo, SP*

Caros colegas,

Fantástica essa discussão.

A título de curiosidade, permitam-me relatar o evento a seguir:

Tempos atrás eu estava lendo os autos de um processo judicial (Ação Regressiva do INSS) contra uma construtora devido um acidente no qual morreu um funcionário da empresa, por um desabamento de uma laje em construção.

Nessas ações, o INSS cobrou na justiça as despesas que teve devido à morte, se comprovada que houve responsabilidade da empresa. No caso concreto, o laudo da Polícia Civil concluiu que sim, houve um erro na remoção antecipada do escoramento que acabou por vitimar o funcionário.

Entretanto, o que me chamou a atenção na leitura do processo foi o juiz questionar o perito exatamente sobre o tema que esteve em discussão. Não me recordo com exatidão da pergunta, porém o juiz queria saber de onde surgiu 28 dias e não 30, 20, 10 dias para o ensaio de resistência do concreto.

A resposta do perito foi que era o que estava previsto na NBR e o juiz se deu por convencido.

Abraços a todos,

*Eng. Cleverson de Freitas, Curitiba, PR*



Indústria da Construção Ltda, Goiânia, GO

## Fundação de edifício

Caros colegas, boa tarde,

Estou trabalhando em um projeto de escoramento para um prédio de térreo+4 que está sofrendo recalque diferencial. Já apresenta um desaprumo considerável.

Alguns fatos:

A obra está com a estrutura e alvenaria concluídas, esquadrias instaladas.

Sondagem SPT feita só agora em janeiro, após o recalque ter se tornado evidente.

Por uma avaliação preliminar de cargas da edificação constatamos que a fundação foi subdimensionada.

Vários detalhes do projeto são deveras discutíveis.

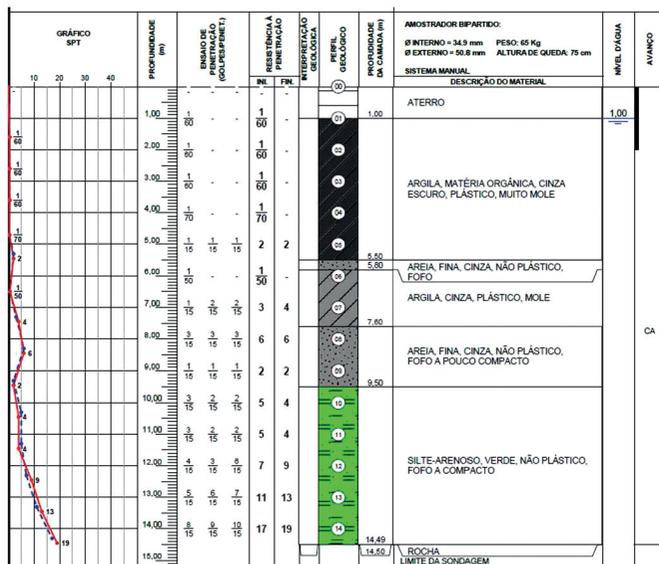
Está sendo feita uma sondagem rotativa.

Minha preocupação aqui é, como apoiar o escoramento do prédio nesse solo, que tem ZERO de resistência superficial, e não só superficial, o terreno é péssimo, segue abaixo 1 perfil da sondagem, os demais pontos são semelhantes.

Fazendo uma continha básica de padaria, 4 tipos + cobertura, sem sobrecarga, admitindo 850 kg/m<sup>2</sup> na média, com 4 escoras por metro quadrado, teríamos uma carga de aproximadamente 4,5 kg/cm<sup>2</sup> por escora. (claro que não vou apoiar a escora diretamente no solo, apenas uma análise preliminar nestes termos).

Gostaria de saber a opinião de quem puder contribuir, sugerir e comentar sobre essa questão do apoio do escoramento.

Desde já agradeço a colaboração dos colegas.



Cordiais saudações,

Eng<sup>a</sup> Catarina Raycik, Joinville, SC

Olá Catarina.

Tive uma experiência semelhante há um tempo atrás, não sou projetista estrutural, sou geotécnico. O caso possuía características parecidas com a que você destacou, todavia a camada de solo mole não aparecia logo ao início da sondagem, e a carga média que estávamos trabalhando era na ordem de 1 tf/m<sup>2</sup>. Assim, haviam executado um reforço estaqueando o *radier*, mas os recalques não cessaram, então fomos solicitados. A estratégia adotada foi o melhoramento do solo a partir de colunas de *jet grouting*, tendo em vista que havia a possibilidade do emprego do equipamento, mesmo em um espaço restrito.

É provável que para o seu caso, realizando um melhoramento dessas camadas superficiais você conseguisse resistência para proceder com o escoramento, e caso não houvesse estabilidade dos recalques, posteriormente partir para o reforço da fundação. No caso que citei as colunas tinham em torno de 14,0 m de comprimento, com o trecho de diâmetro expandido tendo um comprimento em torno de 10,0 m (trecho onde predominava a camada de solo mole). Pela sondagem que você apresentou é possível que os comprimentos fiquem nessa mesma ordem de grandeza.

Enfim, espero ter ajudado de alguma forma.

Eng. Willians Perley Alexandre da Silva, Recife, PE

Prezada Catarina Raycik,

Supondo:

- fundações diretas, com vigas de fundação razoavelmente dimensionadas;
- estrutura de CA com pórticos nas duas direções, sem nenhum dano da superestrutura até o momento;
- desaprumo não ultrapassando 10 cm;
- algumas fissuras importantes nas alvenarias, mas nenhum sinal aparente de instabilização global ou risco de ruína;
- disponibilidade na região, ou nas proximidades, de empresa de reforço de fundações.

Eu partiria direto, como um colega mencionou, para:

- pinos de recalque na periferia da obra (3 ou 4 em cada fachada);
- controle de recalques com benchmark;
- eventual controle do desaprumo com clinômetros;
- projeto e simultânea execução do reforço com estacas de reação (estacas tipo Mega);
- início da cravação das estacas pelo lado da obra com maior recalque
- localização das estacas iniciais sob vigas de fundação, lateralmente às sapatas;
- controle da subelevação da obra nos trechos com estacas Mega, supondo-se que o serviço bem executado possa reverter 80 a 90% do desaprumo;

- como as estacas atingirão profundidade bastante razoável, e a camada superior de argila parece não prestar nem para o confinamento lateral, a melhor opção seria estaca Mega metálica, ou pelo menos estacas vazadas de concreto com possibilidade de armação e grauteamento interno.

Abraços,

*Eng. Ercio Thomaz, São Paulo, SP*

Prezados,

Olhando isso tudo e embasados nos meus meses de formado, eu sou capaz de jurar que essa sondagem está mentindo.

Isso posto, qualquer providência que se venha a tomar para restabelecer a estabilidade da estrutura isto estaria profundamente prejudicado, a meu juízo.

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

## Preço de projeto

Prezados amigos,

Passei o preço para um projeto estrutural de um cais de 48 X 24 metros sujeito a uma carga de guindaste de 120 tf em ambiente agressivo (marinho) suportado por estacas e o cliente achou muito caro. Disse a ele que iria a esse grupo perguntar sugestões de preço do projeto. Pergunto, quanto os colegas cobrariam?

Atenciosamente,

*Eng. Luis Armando Queiroz de Araújo, Rio de Janeiro, RJ*

Boa tarde, Luis,

Faça uma rápida avaliação:

1. quanto vai custar a obra do cais;
2. quanto custa o guindaste;
3. compare com o valor do seu projeto e o tamanho da sua responsabilidade com a soma dos valores acima.

De repente o seu orçamento ainda pode estar barato.

Abraços,

*Eng. Márcio Augusto, Jundiaí, SP*

Prezado Luiz Araújo,

Seu cliente só vai concordar com nossa opinião se for o preço que ele quer pagar.

O contrário, isto é mais alto, nem que as "pedras cladem" ele vai mudar de ideia!

Abraços,

*Eng. Civil Ricardo Couceiro Bento, Poços de Caldas, MG*

Todo cliente acha caro.

Semana passada enviei uma proposta para elaborar o projeto estrutural de um edifício de 6.000 m<sup>2</sup> (10 pisos). Pedi R\$ 80.000.

A resposta do cliente foi de que eu cobrei MUITO ACIMA das outras propostas.

Cliente tem certeza que nosso serviço é um produto, que todos usamos o mesmo software e, portanto, o resultado será o mesmo.

Atenciosamente,

*Eng. Márcio Cunha, Recife, PE*

Este assunto é um eterno tabu ...

Quem contrata quer pagar o menos possível, como se é de esperar, porém o problema que só querem ver o PREÇO DO PROJETO ESTRUTURAL, que na maioria dos casos não custa nem 1% do custo total da obra.

Nós temos falado para os contratantes compararem os quantitativos estruturais e o preço de projeto. Alertamos, também, que tem de ser um quantitativos compatível, obviamente. Caso contrário informam um quantitativo mais baixo pra ganhar a obra e depois aumentam.

Já conquistamos alguns clientes com estes comparativos e em um pavimento, com a economia de quantitativos, ele pagaria o nosso projeto e lucraria em todos os demais.

Agora se mesmo assim eles querem brigar por preço, daí tem de deixar que contratem o mais barato e gaste mais...para ver se aprendem do jeito mais difícil, infelizmente.

No caso do colega Luiz Armando, além do preço de projeto, tem o preço pela responsabilidade técnica (por ser uma obra diferenciada).

Seria mais ou menos igual ao técnico da máquina de lavar roupa que cobrou R\$ 200,00 para apertar um parafuso: R\$ 1,00 para apertar o parafuso e R\$ 199,00 para qual parafuso correto apertar ... rrsrrsrs.

Bom dia e bom final de semana a todos.

Atenciosamente,

*Eng. Fábio Kazu Inoue, Curitiba, PR*

Projeto Delta Engenharia, São Paulo, SP



## Concrete Show South América- 2023

08 a 10 de agosto de 2023 | São Paulo | SP

Durante os dias 8, 9 e 10 de agosto de 2023, ocorreu em São Paulo, no SP Expo, a Concrete Show 2023. Durante a feira muitas novidades foram apresentadas, inclusive o lançamento do TQS V24. O movimento em nosso estande foi muito bom, com diversos amigos, clientes e interessados nas soluções TQS.

O Concrete Show South América é reconhecido como um dos mais importantes pontos de encontro da construção civil mundial, sendo o maior na América Latina e 2º maior do mundo nesse segmento.

O evento apresenta soluções completas que vão desde a terraplanagem, canteiros de obras e projetos estruturais, até tecnologias de ponta para a cadeia produtiva do concreto, serviços e acabamento, visando sempre o aumento da produtividade e a redução de custos na construção.

Já confirmamos presença no evento de 2024.

Saiba mais em: <http://www.concreteshow.com.br/>



Stand TQS



Stand TQS

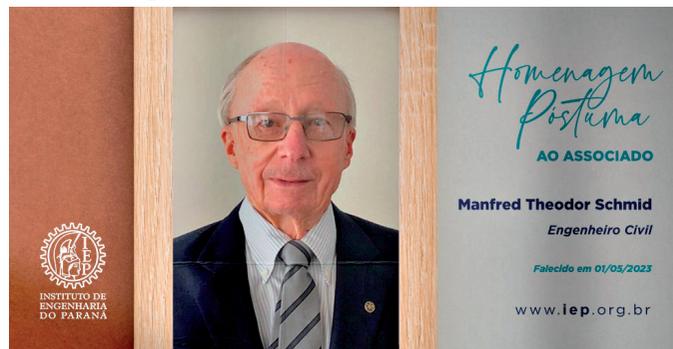


## Nota de falecimento Professor Manfred Theodor Schmid

O falecimento ocorreu em Curitiba em 1º de maio de 2023. Era natural de Lins, interior do Estado de São Paulo.

Engenheiro civil graduado em 1957 pela Universidade Federal do Paraná - UFPR. De 1958 a 1962, estudou Engenharia estrutural em Stuttgart (Alemanha), onde foi aluno do professor Fritz Leonhardt. Desde então, sua atuação foi voltada às estruturas de concreto protendido. Atuou como diretor da empresa Engenharia Brasileira de Protensão - EBP, na década de 1960, foi responsável pela vinda da empresa suíça VSL para o Brasil, na década de 1970, e dirigiu a empresa M. Schmid Engenharia Estrutural. Foi professor nos cursos de Engenharia Civil e Engenharia Florestal durante trinta anos na UFPR e na Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUC-PR. Em parceria com outros importantes engenheiros e construtoras, atuou em diversas obras e projetos de grande destaque no País.

Abaixo a homenagem póstuma prestada pelo Instituto de Engenharia do Paraná.



Fonte: <https://www.iep.org.br/homenagem-postuma-ao-associado-manfred-theodor-schmid/>

## BIMcollab® e TQS aprimoram a colaboração em projetos BIM na América Latina

O BIMcollab®, líder mundial em soluções inovadoras de colaboração para a indústria da construção, tem o prazer de anunciar sua parceria estratégica com a TQS, renomada fornecedora de soluções abrangentes de Engenharia estrutural no Brasil e em vários países da América Latina. Essa integração transformadora estabelece um novo padrão para a colaboração em projetos de construção, capacitando os profissionais da região a revolucionarem seus fluxos de trabalho e impulsionar uma produtividade sem precedentes.

A colaboração entre BIMcollab® e TQS une duas potências da indústria, combinando a plataforma de colaboração e gerenciamentos de *issues* de ponta da BIMcollab® com o aclamado *software* BIM para Engenharia estrutural da TQS, que conta com uma vasta base de usuários no Brasil e em alguns países da América Latina.

*“Estamos entusiasmados em unir nossas expertises para elevar a eficiência da indústria da construção através de soluções inovadoras e colaborativas.”*  
Erik Pijnenburg, CEO da BIMcollab®

Adriano Lima, desenvolvedor BIM da TQS, reforça que através dessa API, a TQS passa a sincronizar itens BCF com o BIMcollab® Cloud. Com isso, os clientes TQS ficam conectados com os demais colaboradores da cadeia construtiva sem sair do seu ambiente de modelagem.

*“Isso facilita a comunicação, aumenta a organização e diminui o risco de erros.”*

Adriano Lima, engenheiro e desenvolvedor BIM da TQS

Essa integração oferece uma experiência unificada e dinâmica, garantindo comunicação simplificada, coordenação aprimorada e eficiência ideal para profissionais na indústria da construção.

*“Nosso objetivo com a operação conjunta com o BIMcollab® é aprimorar a troca de informações para*

*nosso clientes, por meio do gerenciamento de modelos BIM, verificação de interferências (issues) e revisões de projetos na nuvem.”*

Guilherme Covas, sócio-diretor da TQS

A tão aguardada integração BIMcollab® - TQS já está disponível, e está proporcionando aos profissionais da construção na América Latina uma experiência de colaboração incomparável. Ao aproveitar os pontos fortes combinados da BIMcollab® e da TQS, os usuários têm controle incomparável, comunicação aprimorada e fluxos de trabalho simplificados.

*“Para a TQS é uma honra trabalhar ativamente na interoperabilidade de nosso software com uma empresa líder como a BIMcollab®. Nossos clientes terão grande vantagem competitiva com maior integração no conjunto.”*

Abram Belk, engenheiro e diretor de desenvolvimento da TQS

### Sobre o BIMcollab®

O BIMcollab é líder em controle de qualidade de modelos de projetos BIM. Oferece ferramentas inovadoras e intuitivas: BIMcollab Cloud e BIMcollab ZOOM. O ecossistema BIMcollab® proporciona a verificação de modelos integrada ao gerenciamento de *issues* e conectada às mais populares ferramentas BIM. Com o BIMcollab®, é possível melhorar a qualidade dos modelos 3D de edifícios e infraestruturas e, portanto, de todo o processo de construção. Pense em um uso mais inteligente de materiais, menos desperdício e uso mais eficientes de energia. Nossos clientes incluem as 100 maiores empresas de construção e escritórios de arquitetura em todo o mundo. Saiba mais em: [www.bimcollab.com](http://www.bimcollab.com)

## Lançamento do livro A arte de projetar estruturas de concreto armado Eng. Matheus Borges

Com o intuito de ensinar os conceitos básicos de estruturas de concreto armado, o engenheiro Matheus Borges, através de muita criatividade e talento, utiliza ilustrações, com exemplos do nosso dia a dia, para desmitificá-los.

O livro é recomendado para engenheiros e estudantes e está disponível para download gratuito no link: <http://bit.ly/vkMfnT> ou acessando a conta no Instagram: [@engmatheusborges](https://www.instagram.com/engmatheusborges)



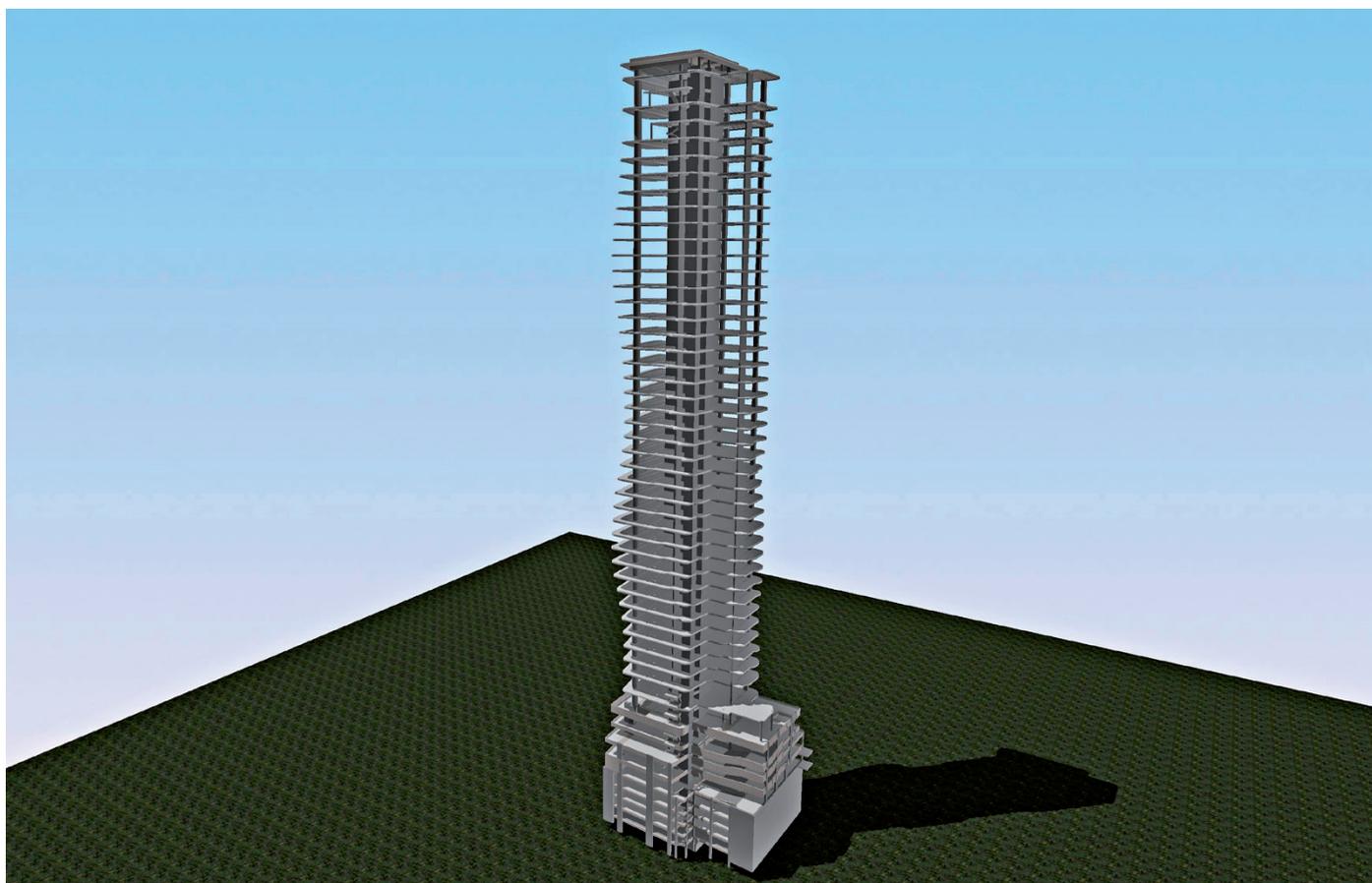
## 64º Congresso Brasileiro do Concreto 18 a 21 de outubro, Florianópolis - SC

O Instituto Brasileiro do Concreto - IBRACON promove, de 18 a 21 de outubro, em Florianópolis - SC, importante evento técnico-científico sobre o concreto e seus sistemas construtivos. No evento serão apresentados trabalhos técnico-científicos sobre análise estrutural, metodologias construtivas, materiais e suas propriedades, projeto estrutural, gestão e normalização e sustentabilidade.

O evento é voltado aos profissionais em geral do setor construtivo, tecnologistas de concreto, projetistas de estruturas, professores e estudantes de Engenharia Civil, Arquitetura e Tecnologia, profissionais técnicos de construtoras, empresas de energia, fabricantes de equipamentos e materiais para construção, laboratórios de controle tecnológico, órgãos governamentais e associações técnicas.

Saiba mais: <https://concreto.org.br/64cbc/>

MD Engenheiros, Fortaleza, CE





Nova Versão V24.



[www.tqs.com.br/v24](http://www.tqs.com.br/v24)

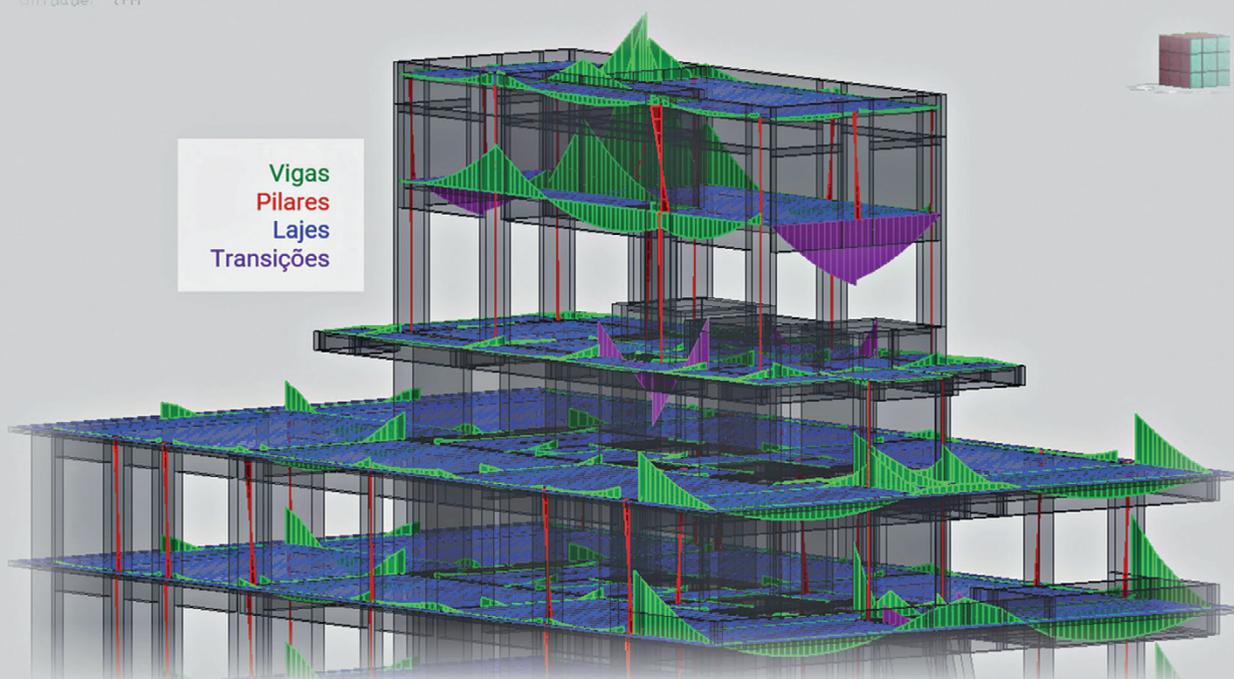


Otimizando o que mais interessa.

Visualizador de Pórtico Espacial e Grelha | Normas | Plotagem  
Desktop - Painel Central | Edifício | Pilares | Vigas | Lajes  
Fundações | BIM | 3D-Cloud-Viewer | Análise Incremental  
TQS Advanced | Alvest | Paredes de Concreto | Outras Novidades

Unidade: TFM

Vigas  
Pilares  
Lajes  
Transições



## Dissertações e Teses

MONTELATO, Beatriz

### **Estudo dos métodos de determinação de forças de instalação dos estais em pontes estaiadas de concreto com ênfase na consideração do faseamento construtivo**

*Dissertação de Mestrado, 2022*

*Universidade de São Paulo*

*Orientador: Eduardo de Moraes Barreto Campello*

Pontes estaiadas de concreto são estruturas complexas, em sua maioria construídas em fases, com grande grau de hiperelasticidade e comportamento não linear introduzido pela geometria e pela variação da rigidez do concreto do tabuleiro. As propriedades do concreto dependentes do tempo (fluência, retração e enrijecimento) são fundamentais no projeto de tais estruturas. Os efeitos no tempo tornam-se ainda mais relevantes posto que, associados à compressão que os estais introduzem no tabuleiro durante o faseamento construtivo, exercem influência na determinação das forças de instalação dos estais. O presente trabalho tem por objetivo apresentar um estudo dos principais métodos de determinação das forças de instalação dos estais considerando o faseamento construtivo, os efeitos diferidos no tempo e a protensão interna do tabuleiro. Um estudo de caso é apresentado para o viaduto estaiado ferroviário sobre a

Rodovia Ayrton Senna e Avenida Hélio Smidt, que dá acesso ao Aeroporto Internacional Governador André Franco Montoro de Guarulhos, São Paulo. Este é um viaduto estaiado curvo não convencional, construído em balanços sucessivos, com um vão central estaiado, dois vãos laterais com um trecho estaiado conectado a outro em viga de seção celular, e dois vãos adjacentes em seção celular. A partir dos resultados, os métodos são comparados e é discutida a importância de uma análise mais aprimorada com consideração dos efeitos diferidos no tempo para viadutos de grande complexidade.

Palavras-chave: envelhecimento do concreto; fluência; força da instalação nos estais; pontes pênses; retração.

Para maiores informações, acesse:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3144/tde-08062022-073408/pt-br.php>



MARAN, Ana Paula

### **Proposta de diretriz para uso de espaçadores em lajes maciças de concreto armado, visando a obtenção do cobrimento especificado pela limitação da deformação plástica da armadura durante a execução**

*Tese de Doutorado, 2020*

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

*Orientador: Denise Carpena Coitinho Dal Molin*

*Coorientador: João Ricardo Masuero*

A durabilidade das estruturas em concreto armado é fundamental para o desempenho da edificação. Como forma de assegurar a vida útil, a espessura de cobrimento é fator determinante ao retardar ou impedir o ingresso de agentes agressivos presentes no ambiente para o interior do elemento estrutural e conseqüentemente que as armaduras sejam atingidas. Considerando as diretrizes das normas brasileiras de projeto e execução de estruturas de concreto armado, nota-se uma lacuna de especificações para a garantia de espessura de cobrimento. Diversos trabalhos apontam quão ineficazes são os procedimentos usualmente adotados para a obtenção do cobrimento antes e após o lançamento do concreto na estrutura, destacando os resultados insatisfatórios para as lajes maciças. Em estudos preliminares, alguns fatores mostraram-se fundamentais para o alcance da espessura requerida quando relacionado à deformação plástica da armadura, como por exemplo, a configuração da malha, incluindo o diâmetro e

a amarração das barras de aço, assim como a distribuição de espaçadores e a carga aplicada durante a execução. Através de simulações computacionais com validação experimental, as deformações plásticas das armaduras durante a execução foram verificadas como forma de estimar a perda de cobrimento durante a montagem do elemento estrutural. Resultados apontam que independentemente da composição, malhas formadas por barras de diâmetro 5,0 mm possuem deformações plásticas excessivas, tendo a possibilidade de uso somente para abertura 10 cm e com todas as interseções amarradas. Malhas com diâmetro 6,3 mm precisam de cuidado em especificações com aberturas maiores de malha.

Palavras-chave: cobrimento; deformação plástica; espaçadores plásticos; distribuição de espaçadores.

Para maiores informações, acesse:

<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/212964/001117084.pdf>

RUTHES, Heloiza Candeia

### **Análise do comportamento de sistemas estruturais em concreto moldado *in loco* sob o efeito do colapso progressivo**

*Dissertação de Mestrado, 2020*

*Universidade Federal de São Carlos*

*Orientador: Fernando Menezes de Almeida Filho*

Este trabalho busca investigar o comportamento de estruturas em concreto moldado *in loco* na situação de estado limite último de colapso. Colapso progressivo é a propagação desproporcional de uma falha local devido à incidência de carregamentos excepcionais, tais como uma explosão, sismos, impacto veicular e incêndio. No entanto, as informações contidas na norma brasileira não são suficientes para ajudar o projetista incluir a verificação ao colapso progressivo no projeto e dimensionamento de estruturas. Dessa forma o objetivo deste trabalho é propor uma classificação de estruturas segundo a necessidade de consideração do colapso progressivo e, posteriormente, analisar o comportamento de um edifício modelo em concreto armado, com vários pavimentos, na ocorrência da falha ou perda de pilares, simulando a situação de colapso progressivo, com aplicação dos métodos convencionais contidos em normas e documentos internacionais, comparar a aplicação dos métodos conhecidos, bem como analisar a redistribuição de esforços nos elementos adjacentes ao pilar retirado em cada caso. Para isso, foram simulados

quatro modelos analíticos de um edifício de cinco pavimentos, ante a aplicação de diferentes métodos de prevenção e verificação quanto ao colapso progressivo, no software SAP 2000<sup>®</sup>, para quatro casos diferentes, em que são retirados pilares externos. Após a fase inicial da pesquisa foi proposta uma classificação das estruturas convencionais segundo sua ocupação e, para cada grupo, recomendou-se um método a ser utilizado para essa consideração. Quanto aos resultados de análise da estrutura, foram obtidos os resultados para os diagramas de momento fletor, esforço normal e os deslocamentos nodais ocasionados na estrutura após a perda do elemento vertical. Após a análise dos resultados obtidos, verificou-se que o método dos caminhos alternativos mostrou-se mais eficaz à estrutura analisada.

Palavras-chave: colapso progressivo; concreto armado; falha; dano; pilar; classificação; projeto.

Para maiores informações, acesse:

[https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12364/Disserta%20a7%20a3ofinal\\_HeloizaRuthes.pdf](https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/12364/Disserta%20a7%20a3ofinal_HeloizaRuthes.pdf)



**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

Mariuzza Rodrigues

## EDITORIAÇÃO ELETRÔNICA

Alex Wissenbach  
Irineu de Carvalho Santana

## TRATAMENTO DE IMAGEM

Effort Tratamento de Imagem

## IMPRESSÃO

Hawaii Gráfica e Editora

## TIRAGEM DESTA EDIÇÃO

15.000 exemplares

TQSNews é uma publicação da  
TQS Informática Ltda.

## Rua dos Pinheiros, 706 - c/2

05422-001 - Pinheiros - São Paulo - SP

Fone: (11) 3883-2722

E-mail: tq@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.