

Dificuldade de acesso e complexidade estrutural desafiam engenheiros na construção do complexo Shopping Cidade São Paulo e Torre Matarazzo

Ao todo foram investidos R\$ 500 milhões na execução do conjunto misto de 123 mil m² de área construída na avenida Paulista

Por Gisele Cichinelli

Edição 219 - Junho/2015

Após quatro anos de construção, o Shopping Cidade São Paulo acaba de ser concluído. O empreendimento, que também contempla um edifício corporativo, a Torre Matarazzo, destaca-se na paisagem de um dos pontos mais nobres e movimentados da capital, na confluência das ruas São Carlos do Pinhal, Pamplona e avenida Paulista.

Ao todo foram investidos R\$ 500 milhões na execução do complexo de 123 mil m² de área construída distribuídos em um terreno de 12 mil m². O novo endereço oferecerá 13 pavimentos de escritórios, cinco pisos de lojas (sendo 160 operações de varejo, além de cinema e teatro) e sete subsolos com 1,5 mil vagas de estacionamento.

Com 125 m de altura e geograficamente fincado num dos pontos mais elevados da cidade, um dos destaques do empreendimento é sua arquitetura. Além de aliar as demandas de uma edificação de uso misto, o projeto foi marcado pela grande



Uma premissa do projeto de arquitetura era garantir a independência entre o shopping center e a torre corporativa, cujos pavimentos-tipo deveriam ter aproximadamente 2 mil m² para abrigar grandes escritórios

complexidade de requisitos a serem solucionados em um mesmo contexto, incluindo exigências referentes a um empreendimento triple A como requisitos de conforto, funcionalidade, sustentabilidade e preservação de áreas verdes.

Além de projetar um edifício icônico de grande porte e impacto na paisagem da cidade de São Paulo, os arquitetos do escritório Aflalo & Gasperini, responsável pelo projeto, também tinham em mãos o desafio de resolver esse enorme quebra-cabeças com um resultado arquitetônico de qualidade.

Programa arquitetônico

Uma premissa importante era garantir a independência entre o shopping center e a torre corporativa, cujos pavimentos-tipo deveriam ter aproximadamente 2 mil m² para abrigar os grandes escritórios. Com esses dados em mãos, a equipe de arquitetos envolvida no projeto esboçou uma volumetria capaz de incorporar as demais premissas legais, o gabarito de altura e necessidade de preservação de árvores no local. "Achamos importante deixar um grande recuo na avenida Paulista, que se transformaria numa grande praça de acesso e destacaria o conjunto arquitetônico", explica Flávia Marcondes, diretora de processos e desenvolvimento da Aflalo & Gasperini Arquitetos, escritório responsável pelo projeto de arquitetura.

De acordo com o programa de pavimentos-tipo em dois tamanhos, a torre foi escalonada em duas zonas, uma com pavimentos de 1,6 mil m² e outra com pavimentos de 2,2 mil m². Para dar leveza à volumetria da torre corporativa, o desenho previu uma "curvatura" na parte superior do edifício com uma inclinação na caixilharia, além do posicionamento incomum do heliponto, cujo desenho "solto" do conjunto permitiu que esse elemento se lançasse para fora da projeção da torre.



O empreendimento tem 13 pavimentos de escritórios, cinco pisos de lojas com 160 operações de varejo, além de cinema e teatro, e sete subsolos com 1,5 mil vagas de estacionamento

RESUMO DA OBRA

Localização: São Paulo

Execução da obra: 2011 a 2015

Investimento total: R\$ 500 milhões

Área total do terreno: 12 mil m²

Área total construída: 123 mil m²

Construção: Método Potencial Engenharia

Estrutura: sete subsolos, cinco pavimentos de shopping (com mezaninos técnicos), um pavimento técnico, um pavimento com auditório e foyer, lobby com pé-direito de 21 m, 13 pavimentos corporativos, três pavimentos técnicos da torre corporativa e heliponto

Estacionamento: 1,5 mil vagas

A volumetria foi finalizada com a criação de uma junta vertical separando visualmente o volume em duas partes, solução que resultou em uma estrutura mais esbelta. O volume do shopping envolve a torre, de modo a permitir que ela se tornasse independente do complexo de compras e lazer.

Para criar um acesso convidativo e atraente, foi criado um volume de acesso ao shopping pela avenida Paulista fora da ortogonalidade, resultando num elemento com a aba que se projeta em balanço em direção à avenida. "Buscamos uniformizar a linguagem, criando a fachada do shopping na Pamplona. A partir daí outros elementos foram incorporados como os brises, devido à necessidade de sombreamento, e os revestimentos de vidros e mármore escolhidos pela beleza, durabilidade e custo", completa Flávia.

Fundação

Um dos maiores desafios durante as obras foi vencer as limitações de acesso e as interferências no entorno do terreno. As escavações chegaram a 30 m de profundidade e a um total de terra retirada de aproximadamente 240 mil m³. Para fazer o transporte de toda essa carga foram feitos cálculos para sincronizar prazos com as condições de circulação no local, já que a circulação de caminhões é restrita naquela região.

O intenso fluxo de pessoas e automóveis, além da proximidade com o túnel da linha verde do Metrô, também impuseram cuidados redobrados à obra. Dezenas de sensores foram instalados ao longo da avenida Paulista para monitorar, em tempo real, o comportamento da estrutura dos túneis do Metrô durante a execução das etapas de contenção e fundação.

Para a contenção, foram executados cerca de 10 mil m² de paredes-diafragma, solução adotada junto à avenida Paulista e no restante do contorno. Devido ao elevado volume de concreto, a divisa do empreendimento com a rua Pamplona teve de ser contida com uma solução em estacas escavadas justapostas com 1,20 m de diâmetro, preenchidos com colunas de Chemical Churnig Pile (CCP) de 80 cm de diâmetro em seus espaços vazios, solução que suporta as cargas da ordem de 3 mil tf a 4 mil tf cada. "Também utilizamos tirantes provisórios em todo o contorno do empreendimento e travamento metálico junto ao respiro do metrô. Já as fundações foram executadas em estacas escavadas - com diâmetro de 120 cm a 180 cm e profundidades variando de 19 m a 29 m - com utilização de fluido estabilizante", conta Milton Golombek, diretor da Consultrix, empresa responsável pelo projeto de fundações do empreendimento.

Estrutura

A estrutura do empreendimento foi concebida em concreto armado moldado in loco, opção que se mostrou a mais viável dos pontos de vista técnico, econômico e, sobretudo, logístico, já que viabilizar a descarga e movimentação de peças pré-fabricadas de grande porte era praticamente impossível na região.

No edifício que abriga o shopping center, também foram usados alguns elementos especiais em concreto protendido. "Tivemos de usar os elementos protendidos onde não era possível colocar pilares, de modo que os vãos resultantes de 15 m inviabilizavam as vigas de concreto armado com altura de 80 cm adotadas inicialmente", explica Ricardo França, engenheiro do escritório França & Associados Projetos Estruturais, empresa responsável pelo projeto da estrutura de concreto armado e protendido do empreendimento.

Segundo o projetista, elementos pré-fabricados, como lajes alveolares, pré-lajes com painéis treliçados e vigas pré-fabricadas também chegaram a ser cogitados para compor a estrutura dessa edificação, mas foram descartados devido às dificuldades de logística, transporte e armazenamento no canteiro de obra.

Os grandes vãos aliados às cargas elevadas, principalmente na região do shopping, e a altura da torre - resultando em elevados esforços devido ao vento - foram os maiores desafios a serem vencidos pelo projeto estrutural. Para resolvê-los, foram elaborados diversos estudos com diferentes tipologias e efetuadas simulações de custo para comparar as alternativas.

"Consideramos também o prazo reduzido de execução e as peculiaridades da obra, dentre elas a localização, confinada na avenida Paulista, o que conferia dificuldade de implantação da estrutura no canteiro de obras", conta o projetista.

Na região do shopping, a modulação típica de pilares é de 12,5 m x 7,5 m, com pilares de 79 cm x 79 cm (do sétimo subsolo ao pavimento térreo) e com 64 cm x 64 cm (do pavimento térreo à cobertura do shopping). As vigas possuem 70 cm de altura (do sexto subsolo ao primeiro subsolo) e 80 cm de altura (do primeiro pavimento ao sexto pavimento do shopping) e as lajes, espessura típica de 14 cm nos subsolos e 17 cm (do pavimento térreo ao quinto pavimento). Devido às exigências acústicas, na cobertura do shopping, destinada à área técnica, as lajes possuem 30 cm de altura e são apoiadas em vigas com 110 cm de altura.

Já a região da torre corporativa conta com um núcleo central com pilares com formatos variáveis e pilares retangulares na periferia com dimensões típicas de 64 cm x 104 cm. Devido a esse arranjo, foram obtidos vãos típicos de 13,5 m e 10 m, sendo que as vigas internas têm 70 cm de altura e as vigas da fachada, 115 cm de altura, com lajes com espessura média da ordem de 14 cm.



Escavações a 30 m de profundidade e proximidade da Linha Verde do Metrô foram os principais desafios do projeto e execução das fundações



Logística complexa condicionou uso de estrutura em concreto armado moldado in loco

Para compor a estrutura das docas de atendimento ao shopping, situada no primeiro subsolo, foram projetados grandes vãos entre pilares (12,5 m x 15 m), o que motivou a escolha de vigas protendidas para suporte dos pisos acima dessas áreas. "Na região da rampa de acesso pela avenida Paulista, foi necessário interromper um pilar entre o primeiro subsolo e o pavimento térreo. Criamos



Mastro de concreto e cimbramentos especiais foram usados para agilizar produtividade na obra

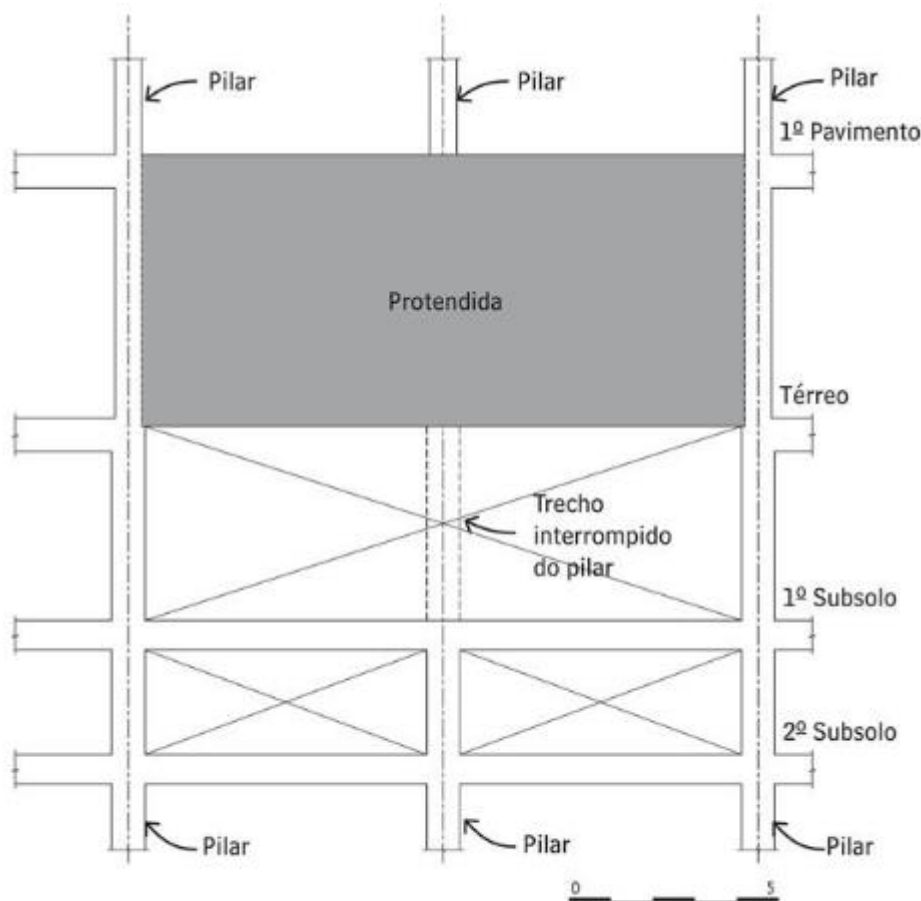
uma viga-parede estrutural protendida para sustentar o pilar a partir desse trecho para cima, de modo a não interromper a rampa", explica Sérgio Moraes, gerente de projetos da França & Associados.

Logística complexa

Além do cronograma apertado, a logística foi um dos maiores obstáculos a serem resolvidos pela equipe responsável pela obra. Em função de a obra estar localizada na avenida Paulista, cercada de prédios residenciais, e sofrendo os impactos de protestos realizados nessa avenida, todas as entregas de materiais - com exceção das concretagens - aconteceram após às 22h00, o que permitiu conciliá-las com a lei do Programa de Silêncio Urbano.

Uma agenda logística diária foi criada para permitir o controle das cargas a serem entregues, sem que faltasse material na obra e sem gerar maiores transtornos para a vizinhança. "Criamos bolsões, fora da obra, nas ruas vizinhas para que os caminhões pudessem aguardar a liberação para descargas noturnas. Também tivemos a preocupação de manter o alarme de ré dos caminhões desligados durante as manobras para descarga e de utilizar empilhadeiras a gás, com baixo nível de ruído", diz José Augusto Willeman, gerente de obras da Método Potencial Engenharia. As docas também foram tratadas acusticamente, recebendo fechamento em paredes de gesso e manta acústica no teto.

Para execução da estrutura foram utilizadas duas guias de lança móvel de 30 m com capacidade de 3,5 mil kgf na ponta, além de uma plataforma de 2 mil kgf, equipamentos que foram fixados nos pavimentos para carga e descarga dos materiais. Também foram utilizados guindaste tipo aranha para descida dos materiais após a execução da estrutura.



Na região da rampa de acesso pela avenida Paulista, foi necessário interromper um pilar entre o primeiro subsolo e o pavimento térreo. A transição foi feita com uma viga-parede protendida

Para concretar a estrutura a partir do sexto andar da torre corporativa, a opção foi o uso de um mastro de concreto, equipamento formado por lança de distribuição e torre de fixação que pode ser rotacionado a 360°, cobrindo todas as periferias das lajes durante as etapas de concretagem. O equipamento só pôde ser usado a partir do sexto pavimento da torre corporativa em virtude do raio de alcance. "Com o mastro de concreto conseguimos descarregar oito betoneiras por hora e reduzir a equipe de concretagem em 30%", conta Willeman.

Inicialmente alocado na área externa, o canteiro migrou para o interior da obra à medida que a estrutura ia sendo executada. "À medida que as áreas iam sendo finalizadas o canteiro era remanejado. Essas alterações foram previstas no plano logístico do empreendimento que previu a locação de todas as áreas do canteiro, incluindo as áreas de vivências e as destinadas aos fornecedores", explica Willeman.

Contrapartidas

Para reduzir eventuais impactos de mobilidade urbana, o empreendimento entregou ao município uma série de benefícios, como o alargamento das ruas Pamplona e São Carlos do Pinhal, ambas contempladas com mais uma faixa de rolamento, e a construção de dois acessos ao edifício - um exclusivo para pedestres, na avenida Paulista, e outro só para carros, na São Carlos do Pinhal.

Também fazem parte do projeto de contrapartidas a implantação e revitalização de sinalização horizontal e vertical, a modernização e integração do sistema semafórico, de detectores de veículos, além das adequações geométricas e inserções de itens de acessibilidade, iluminação e câmeras ao longo da Paulista.

O empreendimento se integrará ao entorno a partir de um espaço de convivência com 2,4 mil m². A praça conserva cerca de 60 árvores nativas e abriga mais de uma centena de mudas, originárias da Mata Atlântica. Essas mudas também foram plantadas em alguns pontos do Parque Trianon, localizado próximo ao empreendimento.

FICHA TÉCNICA

projeto de acessibilidade: **Pimenta Associados**; projeto de acústica: **Akkerman Projetos Acústicos**; projeto de ar-condicionado: **Teknika**; projeto de arquitetura: **Aflalo/Gasperini Arquitetos**; projeto de arquitetura de interiores: **Débora Aguiar**; projeto de automação e comissionamento: **WRS**; projeto de comunicação visual: **Univers Design**; consultoria em Rochas: **DGG**; consultoria Leed: **CTE**; projeto de esquadrias de alumínio: **Mário Newton Leme**; projeto de estrutura de concreto: **França & Associados**; projeto de estrutura Metálica: **Kurkdjian e Fruchtengarten**; projeto de fundações: **Consultrix**; projeto de impermeabilização: **Proassp**; projeto de instalações: **Projem**; limpeza de fachadas: **PB Soluções**; projeto de luminotécnica: **Esther Stiller**; paisagismo (projeto): **Benedito Abbud**; projeto de piso de concreto: **LPE**; projeto de segurança: **Global Advising**; projeto de drenagem: **Erelys**; projeto de estacionamento: **Ghobar**; irrigação: **Regatec**; heliponto: **Airlift**; concreto: **Engemix/Cortesia**; fôrmas: **Mills**; estruturas metálicas: **Metalúrgica Müller/ORB/Sunto**; vidros: **Glassec Viracon/Vetrino**; revestimentos: **Cecrisa/Stamp/Braston/Polipiso/ Tecnogran/Ecomarc**; ar-condicionado: **Heating Cooling**; instalações: **Qualieng**; automação: **SLG**; elevadores e escadas rolantes: **Atlas Schindler**; impermeabilização: **Unimper**; portas automáticas: **Dorma**; perfis de alumínio de fachada: **Itfal**; paisagismo (execução): **Agrotexas Ambiental**.

Heliponto em balanço

Um dos desafios da obra foi estruturar o heliponto em balanço, devido às dificuldades de execução a mais de 100 m de altura do pavimento térreo. Após diversos estudos, foi adotada uma solução mista em concreto armado - na região que seguia da torre corporativa - e em estrutura metálica, na região em balanço, obedecendo à geometria criada no projeto arquitetônico. Em função das cargas elevadas e das

dimensões do trecho em balanço (cerca de 17 m), foram utilizados insertos especiais concretados junto com a estrutura, permitindo a fixação da estrutura metálica na estrutura de concreto armado. O projeto da estrutura metálica do heliponto foi elaborado pela Kurkdjian & Fruchtengarten Engenheiros Associados.





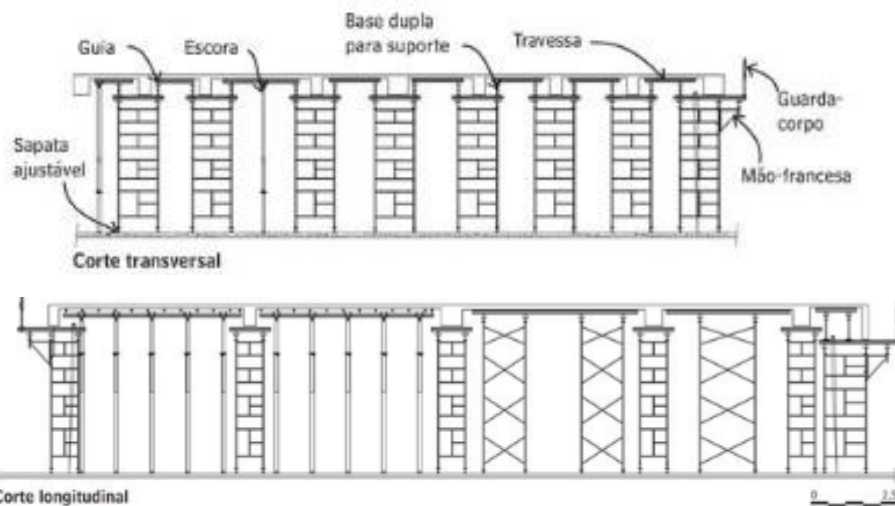
Heliponto em balanço foi executado em estrutura metálica fixada com Insertos especiais à estrutura de concreto

Sistema de fôrmas

Para a execução do edifício com pés-direitos de alturas variadas - 6 m na região das lojas, 12 m no cinema e no teatro e 24 m na praça de eventos e no lobby da torre corporativa - foi utilizado sistema de cimbramento com escoras metálicas que permitia cargas de até 2 tf por poste. "O sistema de encaixe de torres tubulares contraentadas por diagonais em X foi o mais eficiente e flexível, permitindo ajustes às grandes dimensões dos pés-direitos", lembra o engenheiro José Augusto



Willeman, gerente de obras da Método Potencial Engenharia. Na torre corporativa, foi usado o sistema de escoramento metálico do tipo deck (com painéis com cabeçais descendentes, os chamados drop-head), solução que conferiu maior agilidade a essa etapa construtiva. Além de reduzir os ciclos de concretagem da laje para cinco dias, o sistema também contribuiu para minimizar a quantidade de mão de obra da estrutura em até 20%.



Escoramento do 4º pavimento - setor 2