

## Edifício Turning Torso e Ponte Öresund

Jacir Venturi

O Edifício Turning Torso, na cidade de Malmö, sul da Suécia, é uma referência mundial em ousada arquitetura e engenharia. Foi construído em uma região portuária decadente, junto ao Mar Báltico, e contribuiu para alavancar a valorização dessa área juntamente com o advento de um campus universitário, marina, restaurantes, plantas comerciais e habitacionais de elevado padrão. O arranha-céu foi projetado pelo arquiteto e engenheiro espanhol Santiago Calatrava, e é bom lembrar que também é o responsável por outras obras icônicas pelo mundo, inclusive o Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro.

Apropriadamente, o edifício lembra uma escultura majestosa pois busca uma analogia com o Twisting Torso (veja fotos abaixo) – pequena escultura em mármore feita pelo próprio Calatrava – e com efeito, o edifício faz um giro, uma torção de 90 graus, desde a planta térrea até a cobertura. Uma obra de arte e de elevada complexidade nos cálculos estruturais e na execução, ainda mais considerando que essa é uma região de ventos inclementes e temperaturas que chegam a –20 graus.

No centro do prédio, foi moldado um cilindro de concreto com 5,3 m de raio que tem a dupla função de coluna vertebral da estrutura e passagem das instalações hidráulica e elétrica, conferindo maior flexibilidade aos apartamentos e escritórios. Externamente é revestido de painéis de alumínio e emoldurado por tubos de aço engastados na coluna central de concreto, compondo assim a parte estrutural. Esses tubos aparentes – denominados pelo arquiteto de exoesqueletos – formam um desenho singular e harmonioso.

A bem da verdade, a cidade de Malmö foi extraordinariamente favorecida com a construção da ponte Öresund, que transpõe o estreito que separa a Suécia da Dinamarca. Com a inauguração da ponte em 2000, houve um súbito interesse dos moradores de Copenhague em adquirir imóveis e terrenos em Malmö, cujos preços do m<sup>2</sup> estavam defasados. Com a expectativa de um bom retorno, a Cooperativa HSB Malmö encampou a execução do Turning Torso, com início em 2001 e término em 2005, ao custo de 145 milhões de euros.

Quanto à destinação dos pavimentos, do solo até o 13.º andar são garagens e plantas comerciais, depois até o 52.º andar são residenciais, e nos dois últimos andares, salões de conferências.

Com a altura de 190m, é o mais alto de toda a Escandinávia e o segundo mais elevado edifício residencial da Europa, perdendo para o Triumph–Palace, em Moscou, com os seus 264m. E não menos importante: o prédio é ambientalmente correto, pois se faz o reuso da água, separa o lixo e utiliza energias renováveis com as mini-usinas de vento e sol.

**Ponte Öresund:** impactante – desde que as condições meteorológicas permitam – é avistar o arranha-céu Turning Torso quando de passagem de Copenhague para Malmö através da Öresund Bridge. Esta ponte é mais uma das maravilhas da engenharia e se caracteriza por três trechos bem definidos: 1) um túnel submerso, quando se parte de Copenhague; 2) uma ponte estaiada elevada sobre o mar, que termina em Malmö; 3) e entre o túnel a ponte, um trecho de terra firme em uma ilha artificial formada por rochas transportadas por barcas, areias dragadas do fundo do mar e entulhos descartados durante a construção. Assim, com seus quase 16 km, representa a maior ponte rodoferroviária do mundo, edificada ao custo de 5,7 bilhões de dólares, pago meio a meio pelos dois países beneficiados.

Em tempo, pergunto: por que há uma parte submersa, uma vez que um túnel é mais caro que uma ponte? Um engenheiro sueco responde: é verdade, porém pelo estreito em questão passam grandes navios e destarte, a ponte necessita ter pelo menos um vão muito largo e pilares muito elevados. Tecnicamente possível, porém há um problema: o aeroporto internacional de Copenhague fica numa das extremidades da ponte e a elevação da estrutura promoveria riscos aos aviões. Daí a necessidade de parte da ponte ser submersa, um mergulho no mar, na forma de túnel.

Por consequência, a ponte suspensa de 7,84 km de extensão, fica no lado oposto de Copenhague, com quatro gigantescos pilares de 204m de altura, que suportam cabos atirantados de até 260m na parte estaiada. Essa megaestrutura contempla um vão de 490m de largura e 58m de altura, que permite a passagem de grandes embarcações e à distância segura para os pousos e decolagens dos aviões no aeroporto.

Um vão central com essas dimensões se faz necessário pois o calado-d'água dos navios maiores não permitiria navegar nas águas mais rasas do trecho que está o túnel submerso. Lateralmente ao vão central, há 42 vãos de 140m e 7 de 120m. Na parte superior da ponte, duas pistas de duas ou três faixas cada, por onde trafegam automóveis e caminhões. Na parte inferior, uma estrutura que suporta simultaneamente duas linhas de trem.

O mais instigante é que não é um túnel escavado subterraneamente como sói acontecer com os túneis submarinos e sim foi escavado por cerca de 4 km, o leito do fundo do mar, no qual foi encontrado uma rocha duríssima, o que representou um dos grandes desafios. O túnel por onde trafegam veículos e trens, lado a lado, separados por paredes de concreto, é constituído por 20 blocos enormes de concreto, assentados na rocha escavada e selados entre si. Cada bloco tem 176m de comprimento, peso individual de 55 milhões de quilos e seções retangulares de 8,5m de altura e 38,6m de largura. Um a um, os blocos foram moldados em canteiros e transportados por um conjunto de balsas para o afundamento milimetricamente controlado por aparelhos guiados por GPS (veja fotos abaixo).

Passaporte à mão, afinal estamos na fronteira de dois países, no trajeto há uma praça de pedágio, custo elevadíssimo – 36,00 dólares – porém os usuários habituais têm descontos que chegam a 75%. Anualmente trafegam pela ponte 36 milhões de pessoas, sendo que de carro o percurso é feito em 30 min.

Com três meses de antecedência em relação ao cronograma adrede estabelecido, e com a presença das Majestades dos dois países – Rainha da Dinamarca e Rei da Suécia – a ponte foi inaugurada em 2000, com início em 1995, sobre o estreito do Mar Báltico, onde as condições climáticas são inóspitas, devido às baixas temperaturas, ventos inclementes, maresia elevada e o risco de colisões de navios ou blocos de gelo com os pilares. Mesmo com essas adversidades e investindo em tecnologias avançadas, a sua expectativa de vida útil é de 100 anos.

**Jacir J. Venturi**, Graduado em Engenharia e Matemática, Coordenador da Universidade Positivo, ex-professor da UFPR, PUCPR, e também foi presidente do Sinepe/PR e vice-presidente da ACP, e sócio-fundador de três escolas em Curitiba.



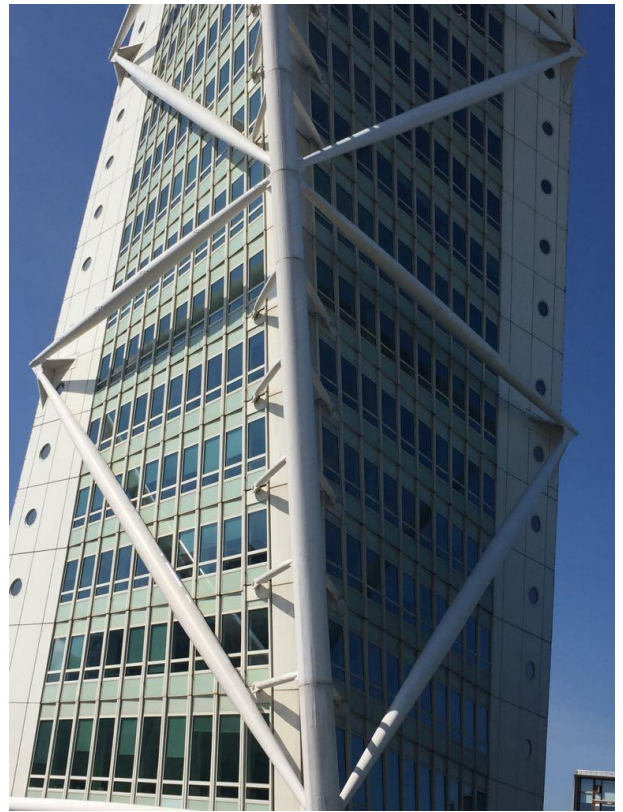
Reprodução gráfica da escultura Twisting Torso, esculpida em mármore branco pelo Arq. Calatrava, que inspirou o Edif. Turning Torso, na cidade de Malmö, sul da Suécia.



O Edif. Turning Torso possui 54 andares, é o mais alto de toda a Escandinávia. Possui garagens, plantas comerciais, apartamentos residenciais e salões para conferências.



O Edif. Turning Torso faz um giro, uma torção de 90 graus da planta térrea até a cobertura



O Edif. Turning Torso é emoldurado por tubos de aço, que juntamente com um cilindro de concreto no centro do arranha-céu formam a parte estrutural. Cada andar tem 400 m<sup>2</sup>. É revestido por placas de alumínio. Concluído em 2005, ao custo de 145 milhões de euros.



Uma obra de arte e de elevada complexidade nos cálculos estruturais. Comigo, na foto, meus dois filhos Fábio e Eduardo e meu irmão Jamil, em maio de 2017.



Da cidade de Malmö para Copenhague pela Ponte Öressund, são 3 trechos bem definidos: 1) uma ponte estaiada sobre o mar com 7,84 km; 2) uma ilha artificial com cerca de 4 km de pista, formada por rochas, areia e entulhos da construção; 3) a estrada mergulha no mar, através de um túnel de quase 4km.





Um megavão central de 490m x 58m, por onde navegam as embarcações de elevado calado-d'água, é configurado por 4 pilares de 204 m de altura, que suportam cabos atirantes de até 260m em sua parte estaiada. Na parte inferior das duas pistas de rolamento para automóveis e caminhões, há uma estrutura de concreto e aço que suporta concomitantemente dois trens em sentidos contrários.



O túnel da Ponte Öressund é constituído por 20 gigantescos blocos de concreto, assentados no leito do mar e selados entre si. Cada bloco tem 176m de comprimento, peso individual de 55 milhões de quilos e secções retangulares de 38,6m de largura e 8,5m de altura, por onde trafegam veículos e trens em compartimentos separados.