

## Fundações profundas

Bem posicionado no ranking mundial em relação aos aspectos técnicos do sistema, o Brasil ainda esbarra em questões rudimentares, como a sondagem, que, feita no muque, pode causar muita dor de cabeça, além de prejuízo financeiro, sem a devida fiscalização

Edição 186 - Janeiro/2017- Revista Construção Mercado

Embora não seja reconhecido mundialmente pela imponência dos superedifícios, na última década alguns desses arranha-céus começaram a despontar em cidades como Camboriú, Goiânia e João Pessoa. Mas como eles estão sendo construídos no que se refere aos projetos e à tecnologia das fundações profundas? Nesse campo, o Brasil deve alguma coisa ao que é feito atualmente lá fora? Temos bons equipamentos? Atravessamos solos competentes? A sondagem é confiável?

Para responder essas questões, além de traçar um panorama atual desse mercado no país, realizamos um debate técnico, no início de dezembro, na sede da editora PINI, em São Paulo. O encontro teve a

participação do engenheiro Celso Nogueira Corrêa, presidente do Núcleo Regional SP da ABMS (Associação Brasileira de Mecânica de Solos e Engenharia Geotécnica), e de quatro representantes de empresas de fundações profundas. Veja a seguir os principais trechos dessa conversa.



Hidrofresadora em canteiro de obras: os discos inferiores (abaixo e à esq.) perfuram o solo rochoso

## Mesa-redonda



**Lázaro Nardy de Magalhães**, engenheiro especialista em geotecnia e fundações da ArcelorMittal



**Luciana Carvalho de Jesus**, engenheira de aplicação de produtos da ArcelorMittal



**Marcio Abreu de Freitas**, engenheiro civil responsável pela área técnica da Geofix



**Celso Corrêa**, engenheiro, presidente do Núcleo Regional SP da ABMS (Associação Brasileira de Mecânica de Solos e Engenharia Geotécnica)



**Gustavo Bianchi Cunha Martinez**, engenheiro civil e diretor da Cap Engenharia

**Em termos de tecnologia, os projetos de fundações empregados nos superedifícios brasileiros estão no mesmo nível do que está sendo feito lá fora?**

**CELSONO Nogueira Corrêa** Do ponto de vista técnico, de projeto, o Brasil não deve nada a ninguém. Temos aqui universidades e centros de pesquisas que desenvolvem trabalhos publicados no mundo inteiro. E temos profissionais brasileiros trabalhando nessa área lá fora. Por exemplo, Tarcísio Barreto Celestino, o presidente da Associação Internacional de Túneis [International Tunnelling and Underground Space Association - ITA], é brasileiro.

### **Vocês esbarram em problema de execução?**

**MARCIO ABREU DE FREITAS** Não, hoje nós temos equipamentos que conseguem executar os mesmos projetos feitos lá fora. Temos estacas escavadas até 80 metros de profundidade. Estamos fazendo obras em Santos com estacas de 50 a 60 metros. E a Geofix trouxe também, há quatro anos, a hidrofresa. Porque antigamente havia a dificuldade de fazer introdução em rocha, e esse equipamento consegue fazer tanto contenção - parede-diafragma - quanto estacas, também em rocha, na seção retangular.

### **A hidrofresa já foi usada aqui no Brasil?**

**FREITAS** Sim. Na obra que nós fizemos no Largo da Batata [na região de Pinheiros, em São Paulo]. A fundação saiu, o empreendimento não. Fizemos toda a contenção, paredediafragma, com hidrofresa, mas, quando começamos a escavar, embargaram a obra porque o projeto viário não permitia. Lá era uma escavação equivalente a sete subsolos. Também tem a obra da Brookfield, perto da Ponte João Dias [em São Paulo], em que foi feita contenção com hidrofresa e a fundação principal, das torres, também com hidrofresa, porque já chegava até a rocha. E teve ainda obra em Santos feita com hidrofresa.

**GUSTAVO BIANCHI CUNHA MARTINEZ** É importante falar que no Brasil, por falta de demanda, não existem tantos prédios altos. Não é limitação técnica, é porque o país é grande. Se tivéssemos cidades com pouco espaço, como Tóquio e Nova York (Manhattan), nós precisaríamos mudar isso.

**CORRÊA** Só para introduzir o outro lado da conversa, essas fundações profundas também podem ser metálicas. As estacas metálicas também têm capacidade para chegar a 50 e poucos metros, 60 metros.

**LÁZARO NARDY DE MAGALHÃES** Eu acho que há dois pontos: a Arcelor fornece muito aço para arranha-céus no mundo inteiro, mas ao Brasil esse aço chega muito caro. Além disso, culturalmente, aqui esses edifícios são feitos de concreto armado, e não de aço, como é lá fora. Esse é um ponto. Falando de fundação, o Freitas comentou que o Brasil tem equipamentos e tecnologia, porém, especificamente para fundação metálica pré-fabricada, os bons equipamentos que existem ainda estão muito localizados.

### **Na Região Sudeste, por exemplo?**

**MAGALHÃES** Principalmente. Às vezes, equipamentos muito fortes, potentes, ainda são difíceis de se encontrar no mercado. Se você tem, por exemplo, uma estaca pré-fabricada muito comprida e precisa atravessar um solo competente, precisará de um equipamento muito forte. É um pouco difícil, não falando de concreto, mas de estaca metálica pré-fabricada. Há esse outro ponto também.

### **Quais são os fatores limitadores de canteiro para a fundação metálica profunda pré-fabricada?**

**MAGALHÃES** As estacas metálicas têm a vantagem de exigir menor espaço para mobilização. Em contrapartida, às vezes um equipamento que imprime muita vibração no solo pode trazer alguma influência nos edifícios resistentes. Isso tem de ser bem controlado. Quando essa vibração for um fator limitante, às vezes uma técnica de pré-furo do solo precisa ser usada para reduzir o impacto.

**CORRÊA** Isso acontece muito na Baixada Santista porque há uma primeira camada de areia muito compacta para atravessar. É até uma legislação do município de Santos: você tem de fazer um pré-furo nessa primeira camada para minimizar o problema. Em termos de equipamento, sim, ainda é restrito, mas está começando a mudar. Existem pelo menos cinco ou seis empresas que têm equipamentos mais potentes. Em Santos, tem estaca metálica que chega a 60 metros. No Litoral Norte também, 54, 55 metros.

**No canteiro, quais os fatores limitadores na parte das estruturas de concreto?**

**FREITAS** Depende do tipo de fundação. No caso da hidrofresa, por exemplo, você tem o canteiro da central convencional, em torno de 15 m x 30 m, para acomodação de silo, tem a central que fabrica lama e, com a hidrofresa, será necessária uma área de 30 m x 30 m. Então, a obra precisa ter esse tamanho.

**E a infraestrutura do canteiro?**

**FREITAS** No caso da hidrofresa, é preciso ter um gerador específico para a central convencional - e outro gerador específico para a central recicladora. É um fator limitador porque aí o que manda é a questão do espaço.

**CORRÊA** Você precisa de espaço para montar a armadura.

**LUCIANA** Um dos motivadores de termos desenvolvido a solução de trazer a armadura já pronta foi a limitação dos canteiros. Começamos com essa modalidade de fornecimento em São Paulo. Percebíamos que o material que seria usado para as estacas e para as paredes-diafragma era proveniente de barras, então era necessário ter ali um estoque dentro da obra, montar um canteiro e uma central de armação. Às vezes, não havia espaço nem para colocar o equipamento de fundação. Então começamos a fazer toda essa armação soldada e entregar na obra a gaiola pronta. Fazemos esse trabalho de logística com a obra, e o cronograma tem de ser muito alinhado com a minha central de armação. Acho que é uma tendência.

**Qual é a profundidade máxima que a gente já teve no Brasil?**

**MAGALHÃES** No nosso caso, de tubos metálicos, acredito que em torno de 50 a 60 metros. **CORRÊA** Acho que é por aí, 60 metros, mesmo de perfil, porque além do tubo tem o perfil. De concreto, tem esse caso de 80 metros de que Freitas falou no início.

**FREITAS** Essa obra de concreto foi uma de barragem no Rio de Peixe, em Minas Gerais. **CORRÊA** Tem também a ponte do Rio Negro, em Manaus, com estaca de 90 metros. **MAGALHÃES** Em estaca-prancha, que são paredes de contenção, nós temos com 50 metros em Itajaí. A região é muito mole, então você precisa alcançar o solo mais profundo.

**Outro ponto fundamental sobre o assunto fundações é a sondagem. Como vocês veem essa questão no Brasil? Há falhas?**

**CORRÊA** É difícil detectar. Existem vários tipos de ensaio que a gente deveria fazer, mas não faz aqui no Brasil. A norma não exige e nem existe cultura. E, às vezes, custo. Sai mais caro. Mas hoje, no país, 85% das obras são feitas com um tipo de ensaio, que é o SPT. Eventualmente, você consegue fazer um CPT, um CPTU, um dilatômetro, mas é raro.

**MARTINEZ** E quando tem o SPT. Estou falando isso porque a gente está com um processo com uma concessionária gigante por um problema desses: simplesmente foi feita uma obra de R\$ 2 milhões e não quiseram gastar R\$ 2 mil com uma sondagem.

**MAGALHÃES** Isso é um tiro no escuro.

**CORRÊA** Tem ainda o ensaio de laboratório, que é mais raro. Você consegue fazer alguns ensaios quando pega obra grande de terraplanagem, porque tem de ensaiar a jazida, material que vai usar no aterro. Agora, para obra de edificação urbana, ensaio de laboratório é raríssimo.



Fundação de shopping center no bairro de Pinheiros, em São Paulo



**Pode acontecer de vocês começarem a perfurar e não ser o que esperavam?**

**CORRÊA** Já vou chegar lá. Existe um problema cultural, e talvez econômico, de que a gente não faz os ensaios que poderia fazer. Bem, então vamos pegar o SPT, que é o que fazemos. Aí que está o problema: só fazemos isso, e não fazemos bem.

**MARTINEZ** Porque ele é basicamente manual.

**CORRÊA** É um ensaio bem rudimentar, depende muito da mão de obra, e não se faz bem no Brasil. Existem exceções, claro.

**MARTINEZ** Sondagem não é o nosso forte, mas é aquele negócio, você precisa estar com o coordenador de obra ali em cima. A situação vai piorando durante a semana. Você tem de puxar, para bater e fazer o ensaio do jeito certo. Se o funcionário não tomou café direito nem está muito disposto, ele não vai levantar sexta-feira na altura do jeito que tinha de ser.

**CORRÊA** Isso mesmo. Você faz o ensaio na segunda, é certinho. Na sexta, já compromete.

**FREITAS** Na fundação, o construtor está na obra todo dia, o engenheiro está todo dia, está todo mundo lá. Na sondagem, não tem ninguém fiscalizando.

**Teoricamente deveria ter alguém da construtora.**

**FREITAS** Tem de ser alguém que saiba fazer, que possa olhar e dizer "você está fazendo errado". Você tem uma altura mínima para levantar. É corda que tem de ser usada, mas o funcionário usa cabo de aço. Numa obra, o profissional assumiu que usou equipamento errado. E tem a questão da responsabilidade. A gente entrou numa obra que o projeto era estaca de 15 metros, só que não estava chegando e parava com 7, daí alguém fala "ah, pode concretar". Mas de 15 para 7? Alguma coisa está muito errada. Então alguém precisa conferir os projetos. Se eu estou fazendo a fundação, é porque concordei com o projeto também. Sou corresponsável e, no final das contas, até o mais responsabilizado.

**A ABMS está atuando para tentar elevar o nível da sondagem no país?**

**CORRÊA** Sim, a ABMS é uma associação nacional com núcleos pelo Brasil. O do Centro-Oeste, por exemplo, desenvolveu uma certificação de sondador para sondagem. O Núcleo Nordeste também já pegou esse certificado e levou para lá; acho que já estão no final do primeiro curso para certificar uma quantidade de sondadores por lá.

**FREITAS** Com essa crise pela qual estamos passando, mesmo as grandes empresas de sondagem estão enxugando. Quando aparece algum serviço, elas terceirizam com um ex-funcionário. Mas, se acontecer de a fundação ter de ser aumentada mais 10 metros por causa de um erro de sondagem, a construtora vai processar quem recebeu 3 mil, 4 mil reais? O problema é querer sempre o preço mais baixo. Querer dirigir uma Ferrari pagando o preço de um Fusca. Só que vai espremendo, espremendo, daí a empresa não atende e um "Zezinho" é contratado.

**MARTINEZ** Para ter o funcionário registrado, o geólogo, o geotécnico, para fazer uma descrição ou um boletim, custa. Tem de pagar.

**CORRÊA** Ele está falando isso porque a descrição tem de ser feita pelo geólogo, e não pelo sondador. Então, a empresa tem de ter um profissional da área. Mas outra coisa importante é que essa norma da sondagem está em revisão, e a ABMT deve colocá-la em breve para consulta pública. Se ninguém falar nada, daí vai para a aprovação. É a norma 6484.