

**WAP**  
FUNDAÇÕES

**WAP**  
FUNDAÇÕES

@wapfundacoes  
16 99177-8683



**eVOMAC**  
**WAP**  
FUNDAÇÕES

E50/20

WWW.WAPFUNDACOES.COM.BR

# DO LAUDO À ESTACA

Sondagem do solo e a escolha  
correta do equipamento na fundação  
por estaca hélice contínua.



GUIA TÉCNICO PARA ENGENHEIROS,  
PROJETISTAS E CALCULISTAS.



# Sumário

1. Por que este material existe
2. A sondagem SPT: o que o ensaio realmente entrega
3. Quantidade e profundidade: o que as normas esperam
4. Da sondagem ao projeto geotécnico da estaca
5. Hélice contínua: como o solo define o método e o equipamento
6. O custo de decidir no escuro
7. Checklist: boas práticas antes de fechar o projeto de fundação
8. Para aprofundar — referências
9. Conclusão
10. Conheça a WAP



# 1 Por que este material existe?

A investigação geotécnica ainda é tratada, em muitas obras, como uma etapasecundária do processo **construtivo**. Em alguns casos, é vista apenas como um requisito contratual; em outros, como um custo a ser reduzido para viabilizar o orçamento. Mas essa lógica produz um efeito perigoso: transfere incertezas para todas as decisões seguintes da fundação.

A **sondagem** é a primeira grande leitura técnica da obra. É ela que permite compreender o comportamento do terreno, estimar a resposta das fundações e antecipar limitações executivas que, se ignoradas, costumam aparecer depois na forma de atraso, retrabalho e aumento de custo.

Em fundações profundas, especialmente em estacas hélice contínua, a qualidade da informação geotécnica influencia diretamente:



- O tipo de fundação adotado;
- Os comprimentos previstos;
- Os diâmetros das estacas;
- O porte do equipamento necessário;
- O torque exigido na execução;
- A produtividade esperada da obra.

Quando a investigação é insuficiente ou mal distribuída, o projeto deixa de trabalhar com informação e passa a trabalhar com hipótese.

***E toda hipótese gera custo.***

*NA PRÁTICA, ISSO COSTUMA APARECER DE DUAS FORMAS:*

A fundação é excessivamente conservadora, consumindo mais concreto, aço e equipamento do que o necessário.

***OU***

A obra descobre durante a execução que o solo real não corresponde ao cenário previsto.



Nesse momento surgem remobilizações, troca de máquina, revisão de projeto e perda de cronograma.

Este material foi desenvolvido justamente para aproximar essas etapas. Mais do que apresentar conceitos normativos, o objetivo é mostrar como a leitura correta do solo influencia diretamente o projeto geotécnico, a escolha do método executivo e a engenharia operacional da obra.

Porque antes da estaca existe o solo. E antes da execução existe o dado geotécnico.

## **2 A sondagem SPT: o que o ensaio realmente entrega?**

A sondagem de simples reconhecimento com SPT, regulamentada pela ABNT NBR 6484:2020, é o método de investigação geotécnica mais utilizado no Brasil em obras correntes de fundação. Apesar disso, ainda é comum que o ensaio seja interpretado de maneira simplificada, como se o relatório entregasse apenas um valor numérico de resistência do terreno.

Na realidade, a sondagem produz um conjunto de informações fundamentais para compreensão do comportamento geotécnico da obra.





O ensaio consiste na cravação de um amostrador padrão no terreno por meio da queda livre de um martelo de 65 kg a uma altura de 75 cm. A penetração ocorre em três segmentos consecutivos de 15 cm, sendo os 30 cm finais utilizados para obtenção do índice NSPT. A revisão mais recente da norma passou a contemplar tanto sistemas manuais quanto mecanizados, incluindo martelos automáticos.

Mas o valor do SPT não está apenas no número de golpes registrados. O principal ganho técnico da investigação está na capacidade de interpretar o subsolo como um sistema.

*Quando corretamente executada, a sondagem permite identificar:*



- O perfil estratigráfico do terreno;
- A sequência e espessura das camadas;
- A profundidade do nível d'água;
- Variações de resistência ao longo da profundidade;
- Índícios de heterogeneidade geológica.

É a partir dessas informações que o projetista passa a interpretar compacidade em solos arenosos, consistência em solos argilosos e possíveis variações de comportamento mecânico do terreno.

Além disso, o NSPT não funciona apenas como dado descritivo. Em fundações profundas, ele se transforma diretamente em parâmetro de projeto. Grande parte dos métodos semiempíricos utilizados no Brasil utiliza os valores obtidos na sondagem como base para estimativa de capacidade de carga das estacas.

Isso significa que a qualidade da fundação depende, inevitavelmente, da qualidade da investigação.

Outro ponto frequentemente negligenciado é a rastreabilidade técnica do relatório. O laudo de sondagem precisa ser numerado, datado e assinado por responsável técnico habilitado perante o CREA. Um relatório inconsistente ou sem responsabilidade formal não compromete apenas a leitura geotécnica — compromete toda a confiabilidade do projeto derivado dele.



# 3 Quantidade e profundidade: o que as normas esperam?

Uma das interpretações mais equivocadas sobre investigação geotécnica é acreditar que atender ao mínimo normativo significa, automaticamente, possuir informação suficiente para projetar com segurança. As normas estabelecem critérios mínimos. Mas o comportamento do solo raramente trabalha no mínimo.

A ABNT NBR 8036:1983 estabelece parâmetros para programação de sondagens em função da área de projeção da edificação, definindo quantidades mínimas de furos e distribuições recomendadas. Para edificações de pequeno porte, por exemplo, exige-se um número mínimo de furos proporcionais à área construída, aumentando gradualmente conforme a dimensão da obra.

Já a NBR 6484:2020 define critérios de paralisação da sondagem quando a profundidade não é previamente especificada pelo contratante. Entre os critérios considerados para impenetrabilidade à percussão estão:

- 10 metros sucessivos com 25 golpes ou mais;
- 8 metros sucessivos com 30 golpes ou mais;
- 6 metros sucessivos com 35 golpes ou mais.



Embora normativamente corretos, esses parâmetros não devem ser interpretados como garantia absoluta de investigação suficiente. A complexidade geotécnica do terreno continua sendo o principal fator de decisão.

***Na prática, obras com:***

- Cargas elevadas;
- Presença de cortes e aterros;
- Desníveis acentuados;
- Lençol freático superficial;
- Histórico geológico heterogêneo;
- Estruturas vizinhas sensíveis.

frequentemente exigem campanhas de investigação mais densas e profundas do que o mínimo estabelecido em norma.

O problema da investigação insuficiente não é apenas a falta de informação. O maior risco está na falsa sensação de segurança produzida por um número limitado de furos que não representa adequadamente o comportamento real do terreno.



*Em fundações profundas, pequenas variações geotécnicas podem alterar significativamente:*

- Comprimento das estacas;
- Produtividade executiva;
- Torque necessário;
- Comportamento estrutural da fundação;
- Viabilidade operacional do método.

Por isso, a densidade da investigação deve ser proporcional não apenas à dimensão da obra, mas principalmente ao nível de incerteza do solo.

## **4 Da sondagem ao projeto geotécnico da estaca**

É neste ponto que o dado geotécnico deixa de ser apenas informação de reconhecimento e passa a se transformar diretamente em projeto. Em fundações profundas, a sondagem não funciona apenas como referência preliminar: ela é parte ativa do dimensionamento da solução executiva.

No Brasil, os métodos semiempíricos mais utilizados para estimativa de capacidade de carga de estacas — como Aoki-Velloso e Décourt-Quaresma — utilizam diretamente os valores de NSPT obtidos na investigação geotécnica.



Isso significa que resistência de ponta, atrito lateral e previsão de comportamento das estacas passam a depender da qualidade da informação levantada em campo.

Na prática, toda limitação presente na investigação se propaga para o projeto.

Quando o perfil geotécnico é insuficiente, mal distribuído ou pouco representativo, o projetista passa a trabalhar com margens maiores de incerteza. E, naturalmente, a engenharia responde a essa incerteza com conservadorismo.

*Esse conservadorismo normalmente aparece em forma de:*

- Estacas mais longas;
- Diâmetros maiores;
- Aumento de consumo de concreto;
- Maior taxa de armadura;
- Fatores implícitos de segurança;
- Redução de eficiência executiva.

O que parecia economia na etapa de investigação reaparece depois multiplicado no custo da fundação.



Por outro lado, uma campanha geotécnica consistente permite otimizar o projeto com muito mais precisão. O projetista consegue compreender melhor o comportamento das camadas resistentes, estimar comprimentos mais adequados e compatibilizar capacidade estrutural com viabilidade executiva.

É justamente por isso que investigação geotécnica e projeto de fundação não devem ser tratados como etapas isoladas. O cálculo depende da qualidade da leitura do solo. E a precisão da solução executiva começa na precisão do dado que alimenta o projeto.

## **5 Hélice contínua: como o solo define o método e o equipamento?**

A estaca hélice contínua monitorada consolidou-se como uma das soluções mais utilizadas em fundações profundas urbanas devido à combinação entre produtividade, controle executivo e baixa vibração.

O método consiste na perfuração do terreno por meio de um trado helicoidal contínuo até a profundidade prevista



em projeto. Em seguida, o concreto é bombeado sob pressão através da haste central durante a retirada do equipamento, permitindo a formação da estaca sem necessidade de revestimento metálico ou fluido estabilizante na maior parte das aplicações.

Seu uso se expandiu principalmente em áreas urbanas adensadas, onde métodos mais agressivos ao entorno podem gerar vibração excessiva, ruído ou interferência em edificações vizinhas.

Além das vantagens operacionais, o método oferece elevado nível de rastreabilidade executiva através do monitoramento eletrônico em tempo real.

***Entre os principais parâmetros acompanhados durante a execução estão:***

- Profundidade da estaca;
- Torque aplicado;
- Velocidade de avanço;
- Velocidade de retirada;
- Pressão de concretagem;
- Volume de concreto injetado;
- Inclinação da torre;
- Perfil executivo da estaca.



Mas existe um ponto decisivo frequentemente negligenciado: a eficiência da hélice contínua depende diretamente do comportamento do solo investigado na sondagem.

Camadas muito resistentes, presença de matacões, solos excessivamente compactos ou determinadas condições geológicas podem alterar drasticamente a produtividade da obra e a escolha do equipamento necessário. Isso ocorre porque o principal parâmetro operacional da hélice contínua é a capacidade de torque do equipamento.

#### ***Na prática:***

- **O solo define a resistência ao avanço;**
- **A resistência define o torque necessário;**
- **O torque define o equipamento compatível com a obra.**

Profundidade, diâmetro e resistência das camadas atravessadas influenciam diretamente o porte da máquina necessária para execução segura e eficiente.

Além disso, o método possui limitações que precisam ser consideradas ainda na fase de projeto. ***Entre elas estão:***



- Dificuldade operacional em camadas extremamente resistentes;
- Limitações de inserção da armadura após concretagem;
- Redução de produtividade em determinadas condições geológicas;
- Dependência direta da capacidade operacional do equipamento.

Por isso, a escolha da hélice contínua não deve acontecer apenas pela produtividade teórica do método. Ela precisa estar compatibilizada com o perfil geotécnico real da obra.

## **6 O custo de decidir no escuro**

Quando a investigação geotécnica é insuficiente, toda a cadeia de decisão da fundação passa a operar baseada em estimativas. E em engenharia de fundações, estimativa sem informação normalmente significa custo adicional.

Na prática, esse cenário costuma gerar dois caminhos igualmente problemáticos.



O primeiro é o superdimensionamento preventivo. Diante da incerteza, especificam-se equipamentos maiores, estacas mais longas e soluções excessivamente conservadoras para reduzir o risco técnico percebido.

***As consequências aparecem rapidamente:***

- Aumento do custo operacional;
- Menor eficiência logística;
- Equipamentos superdimensionados;
- Consumo excessivo de concreto e aço;
- Capacidade produtiva ociosa.

O segundo caminho é ainda mais crítico: a mobilização inadequada.

Nesse cenário, o equipamento chega à obra e descobre-se, durante a execução, que o perfil real exige maior capacidade operacional do que a prevista inicialmente. ***Surgem então:***

- Paralisações;
- Troca de equipamento;
- Remobilizações;
- Atraso de cronograma;
- Perda de produtividade;
- Revisão de planejamento executivo.



Esses custos raramente aparecem na contratação da sondagem. Eles surgem depois, quando a obra já está em andamento e qualquer correção passa a ser muito mais cara.

Por isso, uma investigação bem executada não representa apenas segurança técnica. Ela representa previsibilidade operacional.

E previsibilidade, em fundações profundas, é um dos ativos mais importantes da obra.

## **7 Checklist: boas práticas antes de fechar o projeto de fundação**

Antes da definição final da fundação, é fundamental validar se a investigação geotécnica representa adequadamente o comportamento esperado do terreno e se as premissas executivas estão compatibilizadas com a realidade da obra.

*Os principais pontos de atenção incluem:*



## Investigação geotécnica

- Conferir atendimento à ABNT NBR 8036;
- Verificar se a quantidade de furos representa a heterogeneidade do terreno;
- Avaliar se a profundidade investigada é compatível com as cargas previstas;
- Confirmar assinatura e responsabilidade técnica do laudo;
- Verificar coerência entre perfil geológico e valores de NSPT.

## Interpretação do perfil do solo

- Identificar corretamente o nível d'água;
- Avaliar presença de camadas resistentes;
- Verificar existência de solos muito moles ou colapsíveis;
- Identificar possíveis matacões ou interferências;
- Avaliar mudanças bruscas de comportamento entre furos.

## Compatibilização com hélice contínua

- Confirmar viabilidade operacional do método;
- Avaliar demanda de torque do equipamento;
- Compatibilizar profundidade e diâmetro das estacas;
- Verificar limitações operacionais da armadura;
- Considerar acessos e logística de mobilização.

## Gestão de risco

- Prever investigação complementar em caso de divergência executiva;
- Integrar projetista, calculista e executor desde as etapas iniciais;
- Evitar definição de equipamento sem leitura geotécnica consolidada;
- Tratar alterações de comportamento do solo como sinal técnico relevante.



# 8 Para aprofundar — referências

- ABNT NBR 6122:2019 (Emenda 1:2022) — Projeto e execução de fundações;
- ABNT NBR 6484:2020 — Solo — Sondagem de simples reconhecimento com SPT — Método de ensaio;
- ABNT NBR 8036:1983 — Programação de sondagens de simples reconhecimento dos solos para fundações de edifícios;
- ABNT NBR 6502 — Rochas e solos — Terminologia;
- VELLOSO, D. A.; LOPES, F. R. — Fundações (volumes 1 e 2);
- CINTRA, J. C. A.; AOKI, N. — Fundações por estacas: projeto geotécnico;
- HACHICH, W. et al. — Fundações: Teoria e Prática;
- ALONSO, U. R. — Dimensionamento de fundações profundas;
- ABEF — Manual de Especificações de Produtos e Procedimentos.



# 9 Conclusão

Toda fundação começa antes da execução da primeira estaca. Ela começa na compreensão do solo.

A investigação geotécnica não é apenas uma etapa preliminar do projeto, nem um requisito burocrático do processo construtivo. Ela é o elemento que conecta solo, cálculo, equipamento, produtividade e risco executivo.

Quando a sondagem é bem conduzida, o projeto ganha precisão, o equipamento é corretamente dimensionado e a execução se torna mais previsível. Quando negligenciada, a obra passa a operar baseada em hipótese — e hipóteses custam caro.

Em fundações por hélice contínua, essa relação se torna ainda mais evidente. O perfil geotécnico define não apenas a capacidade da fundação, mas também a viabilidade operacional do método, a demanda de torque e o porte do equipamento necessário para execução.

Por isso, tratar a sondagem como mera formalidade significa ignorar o dado mais importante de toda a fundação: o comportamento real do terreno.

Porque, no fim, toda decisão executiva nasce do solo que sustenta a obra.



# 10 Conheça a WAP

A WAP executa fundações por estaca hélice contínua monitorada com foco em compatibilizar o equipamento ao comportamento real do solo investigado. Mais do que mobilizar máquinas, o processo começa na leitura técnica do perfil geotécnico da obra, avaliando profundidade, resistência das camadas, demanda de torque, condições operacionais e viabilidade executiva antes do início da perfuração.

O monitoramento eletrônico em tempo real permite acompanhar parâmetros fundamentais da execução, garantindo maior rastreabilidade, controle operacional e segurança técnica ao longo da obra. Mas tão importante quanto o controle executivo é a definição correta do equipamento desde o início do processo.

Por isso, antes da mobilização, a análise técnica do terreno e da solução executiva faz diferença direta em produtividade, prazo e desempenho da fundação.

Antes de definir o equipamento da sua obra, converse com a equipe técnica da WAP Fundações.

**DO LAUDO  
À ESTACA**

**WAP**  
FUNDAÇÕES

[WWW.WAPFUNDACOES.COM.BR](http://WWW.WAPFUNDACOES.COM.BR)