

**Meça:**  
**Capacidade de Carga**  
**Integridade do Fuste**  
**Eficiência do Martelo**  
**Tensões na Estaca**

**Com o Analisador de Cravação de Estacas**  
**(Pile Driving Analyzer®-PDA)**



**PD**  
*Pile Dynamics, Inc.*

# Analizador de Cravação de Estacas (Pile Driving Analyzer®-PDA)

Para Ensaios de Carregamento Dinâmico e Monitoração de Cravação de Estacas

O PDA avalia a capacidade de carga de todos os tipos de estacas moldadas in loco ou cravadas. Os ensaios são rápidos e não destrutivos.

Os Analisadores de Cravação de Estacas PDA adquirem dados de sensores instalados no fuste, e processam estes sinais quando o elemento de fundação é impactado por um martelo de cravação ou peso de queda. Este processo é chamado Ensaio Dinâmico de Alta Deformação, e inclui a [Monitoração de Cravação de Estacas](#) e os [Ensaios de Carregamento Dinâmico](#).

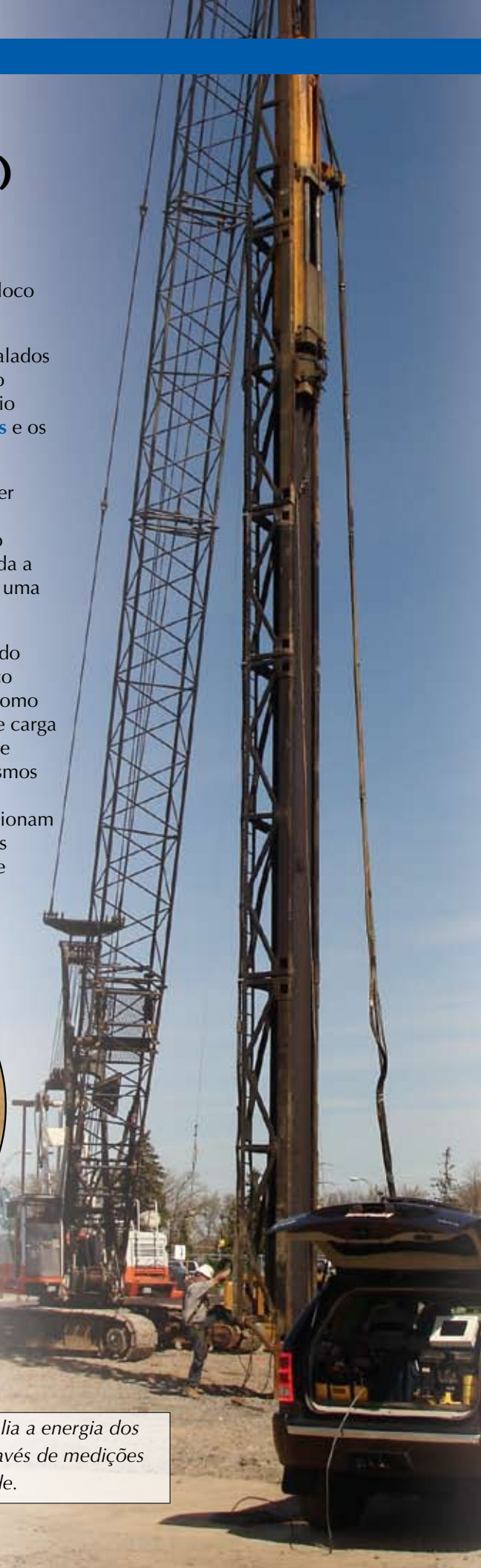
A [Monitoração de Estacas](#) é efetuada durante a cravação inicial, e permite obter a [eficiência do martelo](#), [tensões dinâmicas na estaca durante a cravação](#), a [integridade da estaca](#) e a [resistência que o solo oferece à cravação](#). Quando efetuada durante um programa inicial de ensaios, a monitoração de estacas ajuda a estabelecer o critério de cravação, e durante a fase de produção contribui para uma instalação segura e econômica.



O [Ensaio de Carregamento Dinâmico](#) é efetuado em estacas de hélice contínua, moldadas in loco ou cravadas, e em tubulões perfurados, tendo como objetivo principal a avaliação da capacidade de carga da fundação. O ensaio consiste da aquisição de dados com o PDA e do processamento dos mesmos com o programa CAPWAP®. Os resultados dos Ensaios de Carregamento Dinâmico se correlacionam extremamente bem com os resultados de provas de carga estáticas convencionais. A integridade estrutural do elemento de fundação também é verificada com este ensaio.



O PDA também avalia a energia dos martelos de SPT através de medições de força e velocidade.



# O Analisador de Cravação de Estacas é oferecido em dois modelos:

## PDA Modelo PAK – uma tradição aprimorada por mais de 15 anos

O PDA Modelo PAK foi desenvolvido para enfrentar as condições rigorosas encontradas em campo. Este modelo roda o software PDA-W durante o ensaio, permitindo observar nove (dentre os mais de 150) parâmetros calculados em tempo real, a cada golpe do martelo.

A versão mais recente do PDA modelo PAK roda em Windows XP, permitindo realizar o pós-processamento e impressão de dados com o software PDA-W, além da análise com o programa CAPWAP®, no próprio equipamento PDA. O PAK possui uma tela colorida de tamanho considerável, além de um teclado selado apropriado para uso em campo. O equipamento funciona em voltagem AC ou 12 V DC (bateria de automóvel), com uma bateria interna de reserva para interrupções momentâneas de energia elétrica.

O equipamento PAK coleta e analisa dados provenientes de oito canais (quatro transdutores de força e quatro acelerômetros), e monitora estacas instaladas com martelos vibratórios.



### Quatro ou oito canais?

Na maior parte dos casos os dados necessários para efetuar o ensaio com o PDA são obtidos por 2 transdutores de força e 2 acelerômetros, instalados na parte superior do fuste. Quatro canais de aquisição de dados são suficientes neste caso.

Recomendam-se oito canais de aquisição de dados para os ensaios dinâmicos em estacas moldadas in loco ou tipo hélice contínua, bem como para tubulões de aço com solda espiral. Oito canais são imprescindíveis para a instrumentação quando um segundo jogo de transdutores de força e acelerômetros é instalado ao longo do fuste (por exemplo embutidos junto à ponta de uma estaca de concreto). A instrumentação do martelo usado no ensaio (para medição de força pela Lei de Newton) também exige um PDA com oito canais.

## PDA Modelo PAX – funcionalidade completa, mais transmissão de dados via Internet

O modelo PAX, o mais recente dentre os PDAs, proporciona ao usuário várias inovações, notadamente a transmissão remota de dados via Internet banda larga. O PAX é portátil, funciona com uma bateria interna e pesa apenas 5 quilos. A sua tela sensível a toque serve como painel de controle e teclado, e tem alta visibilidade em quaisquer condições de iluminação.

O PAX pode ser fornecido com quatro ou com oito canais de aquisição de dados, roda em Windows XP e pode ser usado tanto em modalidade Local com em modalidade Remota.

Para os usuários que preferem estar presentes durante o ensaio, o PAX em **Modo Local** oferece funcionalidade equivalente à do modelo PAK. Este modo de operação dá ao engenheiro de campo acesso a mais de 150 parâmetros em tempo real, exibindo na tela os sinais obtidos e os resultados calculados em tempo real durante o ensaio.

O PAX em **Modo Remoto** oferece uma interface de software simplificada que permite que um técnico capacitado instale os sensores na estaca, conecte-os ao PAX e inicie a transmissão de dados. Um engenheiro com um computador equipado com o software PDA-W, à distância, recebe os dados e pode acompanhar o ensaio e analisar seus resultados em tempo real. A transmissão de dados do campo para o escritório é imediata, por internet banda larga.

O Analisador de Cravação de Estacas PDA modelo PAX é compatível com os Sensores Inteligentes e Sensores sem Fio marca Pile Dynamics.



### Monitoração à Distância

Ao final dos anos 90 a Pile Dynamics, Inc. introduziu a idéia de adquirir dados de ensaios de carregamento dinâmico em campo e imediatamente transmiti-los a um computador localizado num escritório remoto. O primeiro PDA com transmissão remota foi patenteado\* em 2001. Os ensaios de carregamento dinâmico feitos à distância foram rapidamente adotados por usuários do PDA na Austrália, Inglaterra, Suécia, Malásia e outros países. Estes pioneiros se deram conta de que enviar somente o equipamento para o canteiro de obras, mantendo seus engenheiros no escritório utilizando o program PDA-W para realizar a monitoração, os colocava numa posição vantajosa: podiam oferecer aos seus clientes excelente flexibilidade na realização dos ensaios, sem interrupções ou atrasos devido a problemas de traslado ou mau tempo.

\*Analisador de Cravação de Estacas Remoto Patente Americana US 6,301,551 B1

# Software

O Analisador de Cravação PDA é fornecido com:

## SUITE DE SOFTWARE PDA:

PDA-W, PDI PLOT e PDI-CURVES

- **PDA-W** controla a aquisição de dados no modelo PAK (esta função é feita pelo software PAX no modelo PAX), e processa os arquivos de dados obtidos tanto pelo PAK como pelo PAX, em tempo real ou a posteriori.

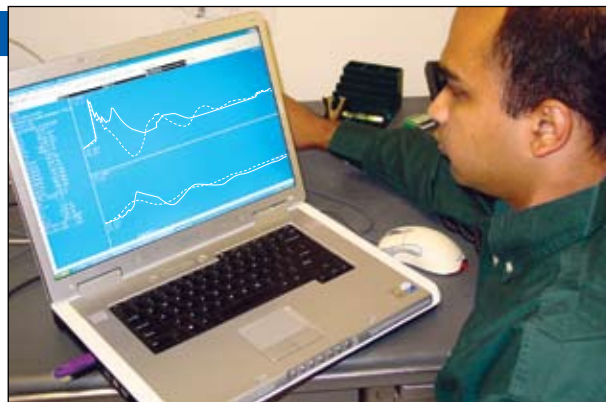
O PDA-W permite avaliar a resistência do solo durante o ensaio, e, no caso de estacas cravadas, as tensões de compressão no topo e na ponta da estaca, a tração ao longo do fuste, a energia transferida para a estaca e a integridade da mesma. O software PDA-W calcula mais de 150 parâmetros em tempo real, e exibe os valores de parâmetros selecionados lado a lado aos valores limite especificados pelo usuário. O PDA-W também permite criar um registro de cravação, e alerta o usuário para eventuais problemas na qualidade dos dados adquiridos.

- **PDI PLOT** cria resumos de grandes quantidades de dados calculados pelo PDA, e plota até seis variáveis versus número de golpes, posição da estaca ou cota. Este programa também cria tabelas, comentários e o número de golpes com base no registro de cravação. O PDI PLOT calcula ainda a eficiência dos martelos cuja energia varia de golpe para golpe (martelos de queda livre ou hidráulicos), e cria o resumo estatístico requerido pela norma ASTM D4945.

- **PDI-CURVES** cria resumos de grupos menores de dados calculados pelo PDA, tais como resultados de re-cravações ou de ensaios dinâmicos em tubulões perfurados. PDI-CURVES permite combinar, num único documento, os gráficos em função do tempo de Força-Velocidade (requerido pela norma ASTM D4945), Onda Ascendente-Onda Descendente, Energia-Deslocamento e Força-Velocidade-Onda Ascendente de múltiplos arquivos gerados pelo programa PDA-W. O programa também gera, em uma única página, até cinco gráficos personalizados pelo usuário – tais como cinco golpes de um ensaio em uma estaca moldada in loco, ou um golpe representativo de cada uma de cinco estacas cravadas.

**CAPWAP®** utiliza os dados de força e velocidade coletados pelos sensores do PDA para, através da metodologia de equalização de sinais, determinar a distribuição da resistência da estaca e a resposta dinâmica do solo, e para simular uma prova de carga estática. Centenas de comparações foram efetuadas para demonstrar que a análise CAPWAP exibe uma boa correlação com os resultados de provas de carga estáticas. As análises CAPWAP constituem um componente essencial da avaliação da capacidade de carga pelo Método Dinâmico.

**GRLWEAP** é um programa baseado na equação da onda que simula a cravação de estacas, auxiliando na escolha do martelo ideal para a cravação ou do peso ideal para os ensaios de carregamento dinâmico em estacas moldadas in loco.



Os Ensaios de Carregamento Dinâmico são normalizados pela norma ASTM D4945, Norma Brasileira NBR 13208 e outras normas internacionais. Todos os modelos de PDA, assim como os transdutores de força e de deformação marca Pile Dynamics, estão em conformidade ou excedem as exigências destas normas.

Os Ensaios de Carregamento Dinâmico são reconhecidos pela norma europeia EUROCODE 7, pela Associação Norte Americana de Oficiais de Transporte Rodoviário, (AASHTO), pela DFI International (Instituto de Fundações Profundas) e por códigos de obras de vários países ao redor do mundo. Para uma lista completa consulte a Pile Dynamics, Inc.

Especificações técnicas atuais dos modelos PAK e PAX encontram-se em [www.pile.com/specifications](http://www.pile.com/specifications).

Ambos os modelos operam em unidades SI, Métricas e Inglesas e incluem manuais técnicos, um ano de garantia e suporte técnico por tempo indeterminado.



**Garantia de Qualidade para Fundações Profundas**

Cleveland, Ohio USA      info@pile.com  
tel: +1-216-831-6131      www.pile.com

Impresso em Papel Reciclado  
© 2008, Pile Dynamics, Inc.  
Windows é uma Marca Registrada da Microsoft Corporation

