

# AS CONDIÇÕES DE FUNDAÇÃO DOS PRUMOS E O DESEMPENHO DAS GUARDAS DE SEGURANÇA FLEXÍVEIS

CARLOS A. ROQUE

*NORVIA, CONSULTORES DE ENGENHARIA, S.A. (PRONORSAN)*

RAMON TOMAS RAZ

*ELSAMEX / CIESM – Centro de Investigacion Elpidio Sanchez Marcos*

TOMÁS ESPIRITO SANTO

*ELSAMEX PORTUGAL, S.A.*

## RESUMO

Para obtenção de um correcto desempenho das guardas de segurança flexíveis, torna-se fundamental garantir que são obtidas as características funcionais que serviram de base à sua concepção. As especificações normalmente utilizadas em Portugal para a cravação dos prumos neste tipo de equipamento, não permitem assegurar que as condições de fundação obtidas proporcionem o comportamento mecânico esperado para estas peças.

É feita na presente comunicação uma análise das especificações utilizadas em Espanha para garantia das condições de fundação dos prumos, e com base na referida análise, das alterações consideradas desejáveis às especificações adoptadas em Portugal. Apresenta-se também um equipamento desenvolvido pelo CIESM que permite avaliar *in situ* o comportamento mecânico dos prumos após cravação e o cumprimento das condições especificadas.

## 1. INTRODUÇÃO

Fazendo parte do equipamento de segurança, as guardas de segurança, constituem o recurso último para um engenheiro proteger o tráfego dos obstáculos perigosos existentes na zona da estrada.

Sob a óptica do engenheiro rodoviário, uma guarda de segurança previne que um veículo saia da plataforma e que atinja um objecto fixo ou um terreno que seja considerado mais perigoso que a própria barreira. No conceito de área adjacente segura, a protecção de obstáculos nesta área com guardas de segurança é uma solução de recurso, menos segura que o desejável [2].

Há que ter em conta que numa colisão com uma guarda de segurança os riscos de lesão para os ocupantes do veículo que colidiu (bem como para os outros utilizadores da estrada) são, ainda assim, elevados.

Actualmente, as guardas de segurança instaladas são previamente submetidas a ensaios de choque, no âmbito das respectivas homologações, o que tem permitido uma redução da gravidade das consequências dos acidentes envolvendo este tipo de equipamento. É necessário no entanto realçar que as condições ideais de instalação e impacte existentes nas pistas de testes terão que ser obtidas nos acidentes reais. Subsistem muitos quilómetros de guardas de segurança antiquadas, colocadas de forma incorrecta, que ainda não foram substituídas ou beneficiadas e as próprias especificações seguidas para a sua colocação não são suficientes para garantir que as condições de fundação dos prumos sejam as pretendidas.



**Figuras 1, 2, 3 e 4 – Ensaio de choque**  
**Fonte: [3]**

## **2. METODOLOGIA PROPOSTA**

Do que atrás ficou dito, é possível depreender que o nível de contenção do sistema não depende apenas do desenho da guarda, mas também das características do solo e do processo construtivo que lhe está associado.

Assim, na execução de obras deste tipo deve dar-se particular atenção à operação de cravação dos prumos, operação para a qual um ensaio do solo permite determinar se este tem, ou não, resistência suficiente para a cravação directa dos prumos no solo. Não estando este ensaio previsto no Caderno de Encargos tipo do IEP [4], julga-se útil propor a sua inclusão à semelhança do existente na normativa espanhola [5].

## **2.2. Instalação dos prumos**

Em geral a ancoragem dos prumos é feita por cravação directa no solo. Existem no entanto duas situações em que a cravação directa não é possível:

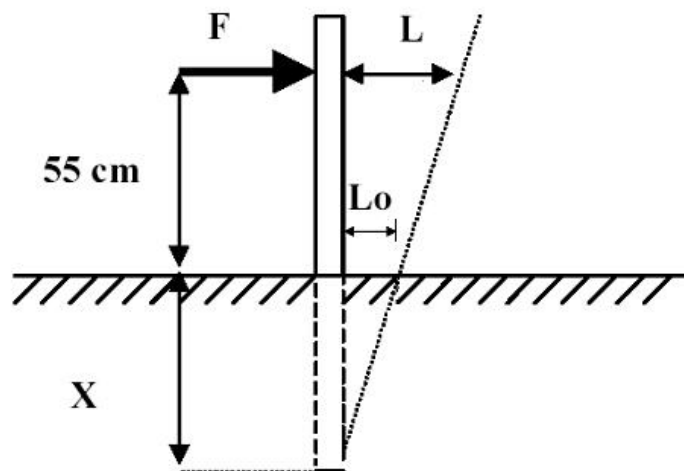
- Quando a dureza do solo é muito elevada, necessitando de perfuração prévia;
- Quando a dureza do solo é muito baixa, não garantindo condições que permitam a ancoragem por cravação.

### **2.2.1. Ensaio do solo**

Para determinar se o solo tem resistência adequada, propõe-se a realização do ensaio *in situ* que seguidamente se descreve:

O ensaio consiste em aplicar, sobre um prumo isolado e cravado directamente no solo, uma força paralela ao mesmo, normal à direcção da circulação adjacente e dirigida para o exterior da estrada. O ponto de aplicação da força encontra-se localizado 55 cm acima do nível do solo.

Será medido o deslocamento deste ponto (L) e o da secção do prumo ao nível do terreno (Lo). A força aplicada será aumentada até que o deslocamento ao nível do ponto de aplicação (L) seja de 45 cm.



**Figura 5 – Representação esquemática do ensaio**

**Fonte: [5]**

Considera-se a resistência do terreno adequada sempre que se cumprirem simultaneamente as duas condições seguintes:

- A força que produz um deslocamento  $L$  de 25 cm do ponto de aplicação é superior a 8 kN;
- Para um deslocamento  $L$  de 45 cm do ponto de aplicação, o deslocamento do poste ao nível do solo ( $L_0$ ) é inferior a 15 cm.

Este ensaio deverá ser executado a cada 500 metros (ou a distâncias menores nos trechos em que a Fiscalização considere necessário).

### **2.2.2. Ancoragem**

A ancoragem dos prumos deverá ser então efectuada por cravação directa no solo sempre que este cumpra as duas condições do ensaio *in situ* descritas em 2.2.1.

De acordo com o Caderno de Encargos tipo do IEP, para guardas de segurança semi-flexíveis, e no que diz respeito aos prumos ou suportes, é referido que “nas secções correntes, será utilizado o perfil especificado no projecto, posicionado de forma a fixar a viga à alma. O seu comprimento total será de:

- 1,70 m, ficando a menos de 0,50 m de crista de aterros consolidados;
- 1,50 m em secção corrente, compreendendo os solos que tornam necessário o emprego de perfurador.

A altura mínima do topo do prumo acima do solo será 0,66 m, com a tolerância de + 0,03 m. O furo do parafuso de fixação deve ficar situado a 0,11 m do topo do perfil e ser convenientemente ovalizado verticalmente.

Os postes, quando convenientemente encastrados (caso dos prumos fixos aos tabuleiros das pontes), satisfarão às seguintes condições técnicas:

- A flecha correspondente à carga de 3500 kgf no sentido normal ao movimento será, no máximo, de 2 mm;
- A flecha correspondente à carga de 200 kgf no sentido do movimento será, no máximo, de 5 mm.

Em separadores centrais e sempre que possível em planta, dever-se-á recorrer a prumos em perfil UNP 16, que suportará de um e de outro lado uma viga do tipo OMEGA, idêntica à já descrita.”

Por outro lado “a ancoragem dos prumos será efectuada por cravação directa no solo ou, em casos excepcionais, por encastramento em maciços de betão simples de 120 kg de cimento por m<sup>3</sup>, com a secção quadrada com o mínimo de 40 cm de lado e uma profundidade que permita o recobrimento na base do prumo não inferior a 10 cm. Se o recurso a processos de escavação mecânica conduzir à conveniência em realizar maciços de secção circular, o diâmetro não deverá ser inferior a 45 cm.”

Conforme se pode verificar as especificações existentes não permitem estabelecer uma fronteira bem definida entre condições normais para a cravação directa e os casos excepcionais.

Por outro lado, a solução alternativa apresentada no Caderno de Encargos tipo do IEP para os casos excepcionais (encastramento dos prumos em maciços de betão) também não parece ser a mais correcta. A normativa espanhola [5], afasta a hipótese de encastrar os prumos directamente em maciços de betão, por forma a garantir uma adequada flexibilidade da guarda.

Julga-se assim que para os casos excepcionais deverão ser seguidos critérios semelhantes aos da normativa espanhola, a saber:

- Em solos de fraca resistência pode optar-se por aumentar o comprimento do prumo ou efectuar a abertura de uma caixa ao longo do eixo da guarda. Nesta caixa, que deverá ser armada, será betonada *in situ* uma viga onde serão deixados orifícios quadrados no centro da viga para cravação dos prumos. Após a instalação dos prumos, estes orifícios serão cheios de areia e cobertos de material impermeabilizante. Serão ainda consideradas juntas transversais de betonagem na viga.
- Em solos demasiado duros para a cravação directa dos prumos, propõe-se que o prumo seja colocado no interior de um orifício com um diâmetro e profundidade adequados. Este orifício poderá ser obtido por perfuração em maciços rochosos, ou moldando um tubo num maciço cúbico de betão nos restantes casos. O prumo será ajustado com cunhas e os vazios serão preenchidos com areia com uma capa

superior de material impermeabilizante, evitando-se em qualquer caso o enchimento com betão.

### **3. O PROJECTO ACHA (APLICADOR DE CARGA HORIZONTAL AUTOMATIZADO)**

#### **3.1. Resumo do projecto**

Existindo em Espanha a referida normativa [5] e, conseqüentemente, a necessidade de definir um equipamento para realizar o ensaio de solo, o CIESM desenvolveu um equipamento capaz de dar resposta a essa necessidade. Ao mecanismo foi dado o nome de ACHA (Aplicador de Carga Horizontal Automatizado) [6].

Para chegar ao seu fabrico foram desenvolvidos previamente dois prototipos teóricos, os quais foram posteriormente modificados como resultado de uma série de ensaios de campo.

#### **3.2. Descrição dos elementos constituintes do ACHA**

Do equipamento fazem parte os seguintes elementos:

- Fita métrica calibrada de 3 metros;
- Módulo electrónico de indicação;
- Estrutura metálica com uma célula de carga de 200 kN;
- Grupo hidráulico de pressão;
- Gerador para alimentação do módulo indicador da célula de carga e do grupo de pressão;



**Figura 6 – Módulo electrónico de indicação**

**Fonte: [6]**

Para a execução de um ensaio do solo com o ACHA seguem-se os seguintes passos:

- 1.º Localização do prumo da guarda previamente cravado.
- 2.º Colocação do equipamento à altura do ponto de aplicação de carga utilizando como apoio um veículo de obra. Instalação do grupo hidráulico.



**Figura 7 – Segundo passo do ensaio**

**Fonte: [6]**

- 3.º Instalação do módulo de indicação e do gerador.
- 4.º Medição da distância da base do poste ao bordo do marco de suporte.
- 5.º Colocação de uma linha de referencia de inicio de medição de distancias.
- 6.º Aplicação da carga.
- 7.º Medição da força aplicada uma vez alcançada a distância de 25 cm no ponto de aplicação da carga.
- 8.º Medição do deslocamento na base quando se atinge a distancia de 45 cm no ponto de aplicação da carga. Nesse momento dá-se por finalizado o ensaio.



**Figura 8 – Último passo do ensaio**

**Fonte: [6]**

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com uma filosofia que tem vindo a ser crescentemente aplicada no domínio rodoviário, do ponto de vista da segurança as estradas devem ser concebidas de forma a simultaneamente minimizar o risco de erro por parte dos seus utentes e mitigar as consequências dos erros que venham a ocorrer efectivamente.

Atendendo à importância dos acidentes envolvendo a área adjacente à faixa de rodagem, e em particular as guardas de segurança, julga-se ser da maior importância, divulgar ao nível nacional os conhecimentos mais recentes nesta matéria e implementar medidas que a prática internacional indique serem conducentes à melhoria da segurança rodoviária.

A correcta selecção e instalação de equipamento de segurança é uma questão fulcral e com a qual todos os países se debatem. Este equipamento é, ainda, muitas vezes, colocado em locais onde não pode desempenhar correctamente a sua função, ou mesmo estando bem colocado, a sua instalação não é a mais correcta reduzindo de forma significativa a sua eficácia. A introdução deste ensaio no Caderno de Encargos tipo do IEP e a sua realização de forma corrente na construção e conservação de infra-estruturas rodoviárias, pode vir a ser um importante contributo para um aumento da segurança nas nossas estradas.

#### **5. BIBLIOGRAFIA**

- [1] Cardoso, João L. Introdução às Normas Europeias Relevantes. Curso “Área Adjacente à Faixa de Rodagem”. LNEC. Lisboa, 2004.



- [2] Roque, Carlos A. Influência das Características da Área Adjacente à Faixa de Rodagem na Sinistralidade Rodoviária. Tese de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2001.
- [3] Engstrand, Klas. Design Improvements to the Weak-Post W-beam Guardrail. Master's Thesis. Worcester Polytechnic Institute. Worcester. 2000.
- [4] Caderno de Encargos. Direcção de Serviços de Apoio Técnico, Junta Autónoma de Estradas, 1998
- [5] Instructivo - Barreras de Seguridad. Unidad Técnica de Normalización y Seguridad de la CGC. Departamento de Seguridad Vial de la Dirección de Vialidad. Revisado por: Departamento de Estudios de la Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, 2000
- [6] Diseño del ensayo ACHA para la evaluación de la cimentación de los postes de barreras según O.C. 321/95, Centro de Investigacion Elpidio Sanchez Marcos, 2004