

NORMA

**INFRA S.A.**  
**SUP-00032**

rev 0  
08.03.2024

---

---

**Utilização de Palmilha Para Dormentes**  
**Norma Técnica INFRA S.A.**

*The use of Under Sleeper Pads Technical norm INFRA S.A.*

---

---

**INFRA** S.A.

© INFRA S.A. 2024

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada em qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da INFRA S.A.

Sede da INFRA S.A.

SAUS, Quadra 01, Bloco 'G', Lotes 3 e 5. - CEP: 70.070-010

Asa Sul Brasília - DF

Telefone:+55 61 2029-6100

<https://www.infrasa.gov.br>

## Sumário

Prefácio .....	iv
1 Objetivo .....	1
2 Aplicação.....	1
3 Referências normativas .....	1
4 Termos e definições .....	1
5 Finalidade do Equipamento .....	2
5.1 Uso geral .....	2
5.2 Zonas de transição.....	3
6 Especificação do material .....	3
6.1 Descrição do Material .....	3
6.2 Dimensão e Posicionamento .....	4
6.3 Tipos de Palmilhas .....	5
7 Execução.....	5
7.1 Escolha do tipo de palmilha.....	5
7.2 Fixação da palmilha ao dormente de concreto .....	6
7.3 Cálculo das características das palmilhas .....	6
7.4 Cálculo da espessura da camada de lastro.....	6
8 Inspeção e Recebimento .....	10
8.1 Descrição dos Ensaios .....	10
8.1.1 Rigidez Estática.....	11
8.1.2 Rigidez Dinâmica em Alta Frequência .....	11
8.1.3 Área de Contato.....	11
8.1.4 Resistência à Fadiga.....	11
8.1.5 Resistência ao Arrancamento.....	11
8.1.6 Resistência à Tração e Alongamento na Ruptura .....	11
8.1.7 Teste de Envelhecimento (Temperatura).....	12
9 Critério de medição .....	12
10 Expedição e armazenagem .....	12
11 Garantia .....	12
Bibliografia .....	14

## Prefácio

A Valec – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. (nome fantasia – “INFRA S.A.”), empresa pública de capital fechado, é uma sociedade por ações controlada pela União e vinculada ao Ministério dos Transportes, regida por seu Estatuto Social e, especialmente, pelas Leis nº 6.404, de 15 de dezembro de 1976, nº 11.772, de 17 de setembro de 2008, nº 12.404, de 04 de maio de 2011, nº 12.743, de 19 de dezembro de 2012 e nº 13.303, de 30 de junho de 2016, e pelos Decretos nº 8.945, de 27 de dezembro de 2016 e nº 11.081, de 24 de maio de 2022.

A INFRA S.A. tem por objeto social prestar serviços nas áreas de projetos, estudos e pesquisas, destinados a subsidiar o planejamento da logística e dos transportes no País, considerando as infraestruturas, as plataformas e os serviços pertinentes aos modos rodoviário, ferroviário, dutoviário, aquaviário e aeroviário.

A Superintendência de Projetos e Custos (SUPRO) da INFRA S.A. tem por objetivo criar, revisar, zelar e organizar o acervo de Normas Técnicas de engenharia, com o intuito de melhorar os procedimentos da empresa. Ainda que a responsabilidade do conteúdo das normas seja de todo o corpo técnico da INFRA S.A., a SUPRO é a responsável pela gestão do processo de manutenção do acervo de Normas Técnicas de engenharia.

Para estabelecer a estrutura técnica aplicada à infraestrutura de logísticas de transporte nacional, foi elaborada a Norma técnica INFRA S.A. SUP-00032 – Utilização de palmilha para dormentes Norma Técnica INFRA S.A., para regulamentação da utilização da palmilha para dormentes em obra ferroviária.

## Utilização de Palmilha para Dormentes Norma Técnica INFRA S.A.

### 1 Objetivo

A norma vem estabelecer os requisitos técnicos mínimos para a aplicação da palmilha elástica para dormentes de modo a trazer padrões para sua homologação e uso. Serão abordados critérios de fabricação, fornecimento e aplicação do material. Sinaliza-se que esta norma tem por principal função demonstrar as boas práticas quanto a aplicação do produto, portanto há que se observar a flexibilidade em diversos pontos da norma que devem ser tratados em contrato, onde este documento serve de balizamentos para os gestores que, podem definir detalhes de acordo com os melhores interesses para a INFRA S.A., em detrimento de cada situação, desde que os princípios técnicos aqui apresentados sejam observados.

### 2 Aplicação

As palmilhas elásticas devem ser aplicadas nas bases dos dormentes de modo a atribuírem um maior contato lastro/dormente (para os dormentes rígidos de concreto e aço, este contato por vezes não ultrapassa 5% em área) em todos os seguimentos da via férrea: via regular (plana), trecho em curva, aparelho de mudança de via (AMV) etc. Os resultados com a aplicação da técnica variam entre os trechos, mas devem ser aplicados de modo a trazer maior estabilidade a via e com isso a redução da necessidade de manutenção. Não é prevista a aplicação em dormentes de madeira, pois a flexibilidade deste material já proporciona um maior contato lastro/dormente.

### 3 Referências normativas

Os documentos a seguir são citados no texto de tal forma que seus conteúdos, totais ou parciais, constituem requisitos para esta Norma. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 16649:2017 - Palmilhas para dormentes – Requisitos e métodos de ensaios;

EN 17282:2020 – Railway applications – Infrastructure – Under ballast mats (teste de envelhecimento);  
e

IRS 67131 - International Railway Solution – Railway Application – Track & Structure “Under Sleeper Pads (USP) Recommendations of use”.

### 4 Termos e definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os seguintes termos e definições.

#### 4.1 USP

Palmilha para dormente de concreto ou aço (*Under Sleeper Pads*).

#### 4.2 Corrugação

Desenvolvimento de rugas que pode ocorrer na superfície dos boletos dos trilhos em contato com os rodeiros a composição, principalmente nos trechos onde existem diferenças bruscas de rigidez da via.

#### 4.3 Deflexão

## SUP-00032

Movimentação do trilho quando da passassem das composições ferroviárias.

### 4.4 Lastro

Camada de pedras britadas sobre a qual se assentam os dormentes.

### 4.5 Dormente

Peça transversal de superestrutura da via férrea que controla a bitola e transmite as cargas do trem ao lastro ou à plataforma rígida.

### 4.6 Boleto

Parte do trilho que fica em contato com as rodas do trem.

### 4.7 Categoria de Ferrovia C

Ferrovia constituída por dormentes com palmilhas (Under Sleeper Pads – USP) desenhados para linhas de carga, com cargas de eixo típicas até 45t, com velocidade máxima de 100Km/h e um dormente típico.

Tabela 1 – Símbolos e seus respectivos significados.

Símbolo	Significado	Unidade
$C_{stat}$	Rigidez estática	$N/mm^3$
$C_{dyn}$	Rigidez dinâmica	$N/mm^3$
$A_{contato}$	Área de contato	%
$\sigma R(\text{mínimo})$	Resistência ao arranchamento mínima	$N/mm^2$
$\sigma$	Resistência à tração	$N/mm^2$
$\Delta$	Alongamento na rotura	%
$\Delta C_{stat}$	Variação da rigidez estática	%
$\Delta \sigma$	Variação da Resistência à tração	%
$\Delta \Delta$	Variação do Alongamento na rotura	%

## 5 Finalidade do Equipamento

### 5.1 Uso geral

O maior contato lastro/dormente proporcionado pela palmilha é responsável pela melhor distribuição das tensões na via, tanto horizontalmente quanto verticalmente. Assim o principal princípio de funcionamento da palmilha está em melhorar a interação do lastro com o dormente. Esta relação de contato também é controlada por fatores como:

- tamanho da brita do lastro;
- formato da brita; e

- c) dimensão do dormente.

Uma maior interação entre lastro e dormente é positiva para a via, pois torna o conjunto mais unido e menos suscetível a quebras, tanto para as britas do lastro como para o próprio dormente. A palmilha, por ser um material maleável e ainda que existam tipos com diferentes graus de rigidez, acaba por aceitar o contorno pontiagudo das britas, envolvendo-as parcialmente por cima, enquanto a parte superior da palmilha permanece lisa em total contato com o fundo liso de dormente.

Com os diversos ciclos de transporte sobre a via, existe o desgaste da superestrutura devido aos esforços de compressão e tensão ocasionados pelas grandes cargas das composições ferroviária. A má distribuição de carga danifica precocemente o lastro deteriorando sua funcionalidade, podendo gerar quebras dos dormentes e movimentação da grade além de corrugação dos trilhos, o que exige períodos mais curtos de manutenção da via. Devido a melhor distribuição de tensões com a aplicação da palmilha, a necessidade de manutenções se torna menos frequente, tanto para socaria e alinhamento quanto para troca de componentes. A camada elástica, que é a própria palmilha, também reduz as vibrações, o que auxilia a estabilizar a estrutura da via e reduzir os ruídos. Todas estas características atribuem também à via uma expectativa de vida útil maior.

## 5.2 Zonas de transição

As zonas de transição são locais em que a ferrovia muda de característica bruscamente o que afeta a mudança de rigidez do conjunto estrutural da via. Estes locais podem ser:

- a) Encontro da via regular com aterros ou ponte;
- b) Encontros de trechos com lastro com trechos que são projetados sem lastro;
- c) Juntas de expansão dos trilhos;
- d) Diferença do substrato geológico por onde a via passa; e
- e) AMVs e cruzamentos etc.

Nestes locais, a súbita mudança de rigidez resulta em um contato rodeiro/trilho irregular, o que contribui para a corrugação do boleto, degradação da estrutura da via e aumento do assentamento.

A aplicação da palmilha pode tornar a transição mais gradativa evitando a existência de pontos críticos. Para isso utiliza-se palmilhas com níveis de rigidez diferentes, montando trechos intermediários com característica de rigidez também intermediária. Dependendo do projeto, mais de um trecho intermediário pode ser aplicado para suavizar ainda mais a mudança de característica da via, trabalhando com a variação de rigidez e características elástico-plásticas das palmilhas.

## 6 Especificação do material

### 6.1 Descrição do Material

Com base nas recomendações internacionais e na Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 16649:2017, as palmilhas deverão ser fabricadas obrigatoriamente a partir de materiais que tenham comprovada a sua funcionalidade (aumento da qualidade da via permanente, redução do trabalho de manutenção na via permanente) adequada para vias classificadas como de categoria C, pois as ferrovias da INFRA S.A. devem ser projetadas adequadamente para o transporte de cargas pesadas.

## SUP-00032

Para garantir a elasticidade permanente das palmilhas para dormentes de concreto, o material deve ser manufaturado homogeneamente em elastômeros micro celulares. O fabricante deverá garantir que o material que fornecerá será novo, de fabricação recente, e o de melhor qualidade, em sua espécie, para o fim a que se destina.

Não serão permitidas nas palmilhas covas, sulcos e cavidades internas, assim como produtos e/ou materiais fabricados em materiais granulados provenientes de materiais reciclados ligados por colas ou resinas, e/ou usando agentes amaciadores para obter os valores da rigidez estática necessários para atender a esta especificação técnica.

Para uma estabilização otimizada da camada superior do lastro, a palmilha deve apresentar características elástico-plásticas que permitem a acomodação das pedras do lastro no material. Estas propriedades asseguram um aumento da área de contato entre o lastro e o dormente, estabilizando desta forma a camada superior do lastro durante a operação ferroviária (Figura 1).

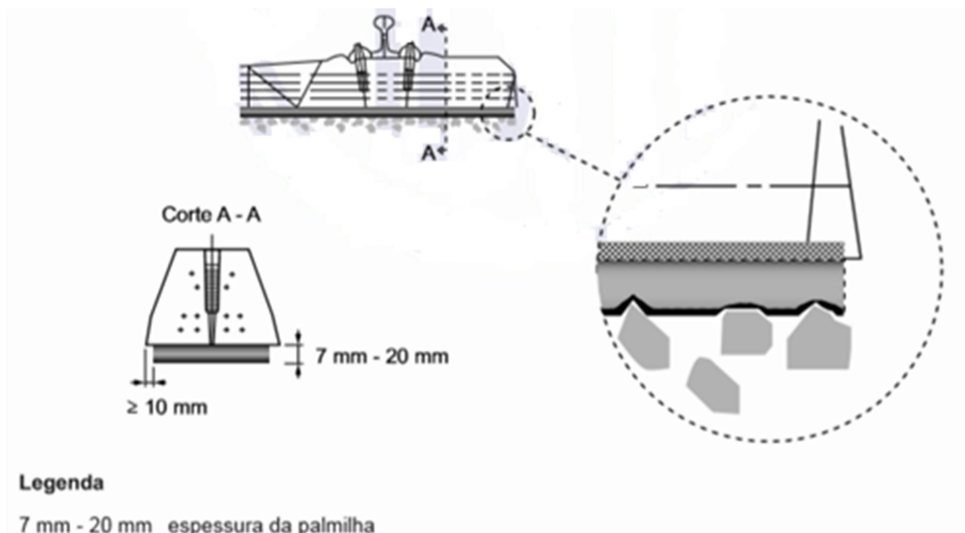


Figura 1 - Posicionamento da palmilha no dormente de seção uniforme.

A rigidez pode variar conforme projeto e será abordada.

## 6.2 Dimensão e Posicionamento

A palmilha deve ser delgada, com cerca de 7 mm a 20 mm de espessura, ser instalada na face inferior do dormente, mantendo a geometria da base, e deve ter dimensão inferior à da face inferior do dormente, que deve manter uma distância de 10 mm a 20 mm dos bordos, a fim de evitar que, durante a socaria do lastro, a palmilha seja arrancada pelo funcionamento normal da socadora (figura 1).

As palmilhas devem ser fornecidas cortadas ao meio, na direção perpendicular ao seu comprimento, de modo a facilitar o transporte e manuseio. Com isso os dormentes utilizarão as palmilhas aos pares.

Para dormentes com seções em U invertido (dormente de aço), a palmilha deve ser instalada na face interior e inferior do dormente (figura 2).



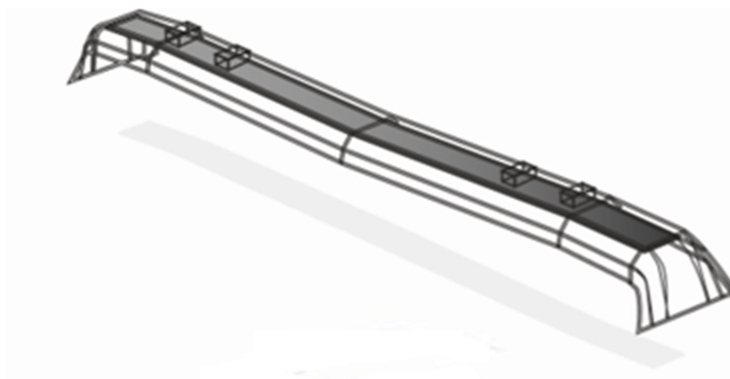


Figura 2 - Posicionamento da palmilha no dormente em U.

### 6.3 Tipos de Palmilhas

Existem diversos tipos de palmilha de acordo com o fim a que se destinam. Estas podem ser elásticas, elástico-plásticas e dentro destas, com diferentes níveis de rigidez.

Nesta especificação técnica, os ensaios tanto de homologação como para controle de qualidade deverão seguir valores mínimos para três tipos de aplicações descritas abaixo:

- a) Linha corrida;
- b) Aparelho de Mudança de Via (AMV); e
- c) Obras de Arte Especial (OAE).

## 7 Execução

### 7.1 Escolha do tipo de palmilha

As palmilhas devem ser selecionadas de modo a equilibrar as diferenças de rigidez entre os trechos, devido a diferença de características dos solos, ou entradas de pontes, viadutos, tuneis, AMVs etc. Esta transição se dá alterando as características da palmilha. Assim, deve ser utilizada uma palmilha menos rígida em locais cujo solo apresente rigidez maior e palmilhas mais rígidas nos solos adjacentes menos rígidos. Com isso o sistema alcança uma rigidez uniforme e são suavizadas as transições.

A especificação para a utilização da palmilha encontra-se na IRS 67131 no capítulo 1.4., onde a deflexão aceitável apresentada não pode ser maior do que 0,5 mm. Com isso, em todos os trechos da via, mesmo na via regular sem transição, o objetivo deve ser alcançar uma deflexão menor do que 0,5 mm. O fornecedor, conhecedor do seu próprio material, pode identificar quais palmilhas aplicar de acordo com os projetos INFRA S.A. para alcançar estas características na via.

A escolha das palmilhas também deve observar a estratégia que a INFRA S.A. pretende adotar. Exemplo: existem palmilhas mais adequadas a diminuição de ruídos que podem ser adotadas em locais onde esta característica seja muito indesejada. Caso o objetivo seja a redução da cama de lastro em situações em que a obtenção de rocha para este fim seja problemática, a palmilha selecionada deve ser a que melhor distribua as compressões para que o sublastro não seja afetado mesmo com pouca altura de lastro. Porém, com uma camada de lastro muito tênue, não se pode adotar um grande espaçamento entre os períodos de manutenção. Nota-se que a escolha dos tipos de palmilhas se deve muito a estratégia que o projeto irá praticar.

## SUP-00032

A escolha da palmilha deve ser precedida por estudos técnicos que remetam minimamente à simulações quanto ao desempenho do conjunto.

### 7.2 Fixação da palmilha ao dormente de concreto

Para fixação do equipamento ao dormente de concreto, a palmilha possui, em uma de suas faces, uma malha de conexão que deve ser colocada em contato com o dormente no momento de sua concretagem. Estas malhas possuem o mesmo tamanho da palmilha e podem ser de dois tipos, cujo fornecedor das palmilhas já deve entregar o produto com tais malhas.

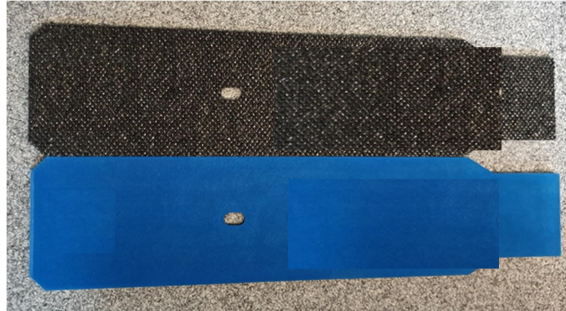


Figura 3 – Os diferentes tipos de malhas.

Em preto a malha de conexão mesh e em azul a malha de conexão flock. Consistem em materiais porosos que possibilitam a fixação nos dormentes pela cura dela.

No momento da produção do dormente, com o concreto ainda liquefeito, o lado da palmilha que contém a malha deve ser colocado em contato com a face superior do concreto, de modo que a camada da malha de fixação, cerca de 2 a 4 mm, mergulhe totalmente no concreto, com seu resto de espessura ficando exposta. Assim, uma vez que o concreto tenha sido colocado na forma do dormente, deve ser aplicada vibração para assentá-lo e, em seguida, inserir a palmilha sobre o dormente, fixando as abas da palmilha na borda da forma, de modo a centralizá-la, e prensar o suficiente para que a camada descrita acima seja embebida no concreto. Vibrar mais uma vez e esperar a cura do concreto. Fim do processo.

Para os dormentes de aço não se utilizam as malhas. A fixação é feita por uso de cola.

### 7.3 Cálculo das características das palmilhas

O cálculo das características elástico-plásticas e rigidez das palmilhas deve ser realizado pelo método dos elementos finitos em softwares específicos (exemplo: Ansys, Abaqus, ou outros disponíveis no mercado), utilizando os parâmetros do projeto da ferrovia e características das palmilhas informadas pelo fornecedor. O cálculo deve objetivar reduzir a deflexão da via, que segundo IRS 67131 não pode ser superior a 5 mm, além de equilibrar a rigidez entre os trechos.

O fornecedor ou fabricante deverá apresentar os estudos e cálculos da definição das características das palmilhas de acordo com as premissas definidas para o projeto da via.

### 7.4 Cálculo da espessura da camada de lastro

Este item se faz presente, pois, com a aplicação da palmilha elástica na via, as novas características obtidas pela superestrutura acarretam resultados diferentes no cálculo da altura do lastro.

O cálculo da altura do lastro sob os dormentes requer a aplicação de dois conceitos fundamentais:

- a) Como se distribuem no lastro as pressões transmitidas pelos dormentes; e
- b) Qual a pressão admissível ou taxa de trabalho do solo (sublastro).

Como a palmilha tem por finalidade melhorar a distribuição das pressões, o resultado teórico esperado seria a redução da necessidade de grandes espessuras da camada de lastro.

A fim de ilustrar a situação em apreço, traz-se ao caso o estudo proposto por Arthur N. Talbot, que trata da distribuição de pressões sob a superfície de contato de um dormente com o lastro ferroviário:

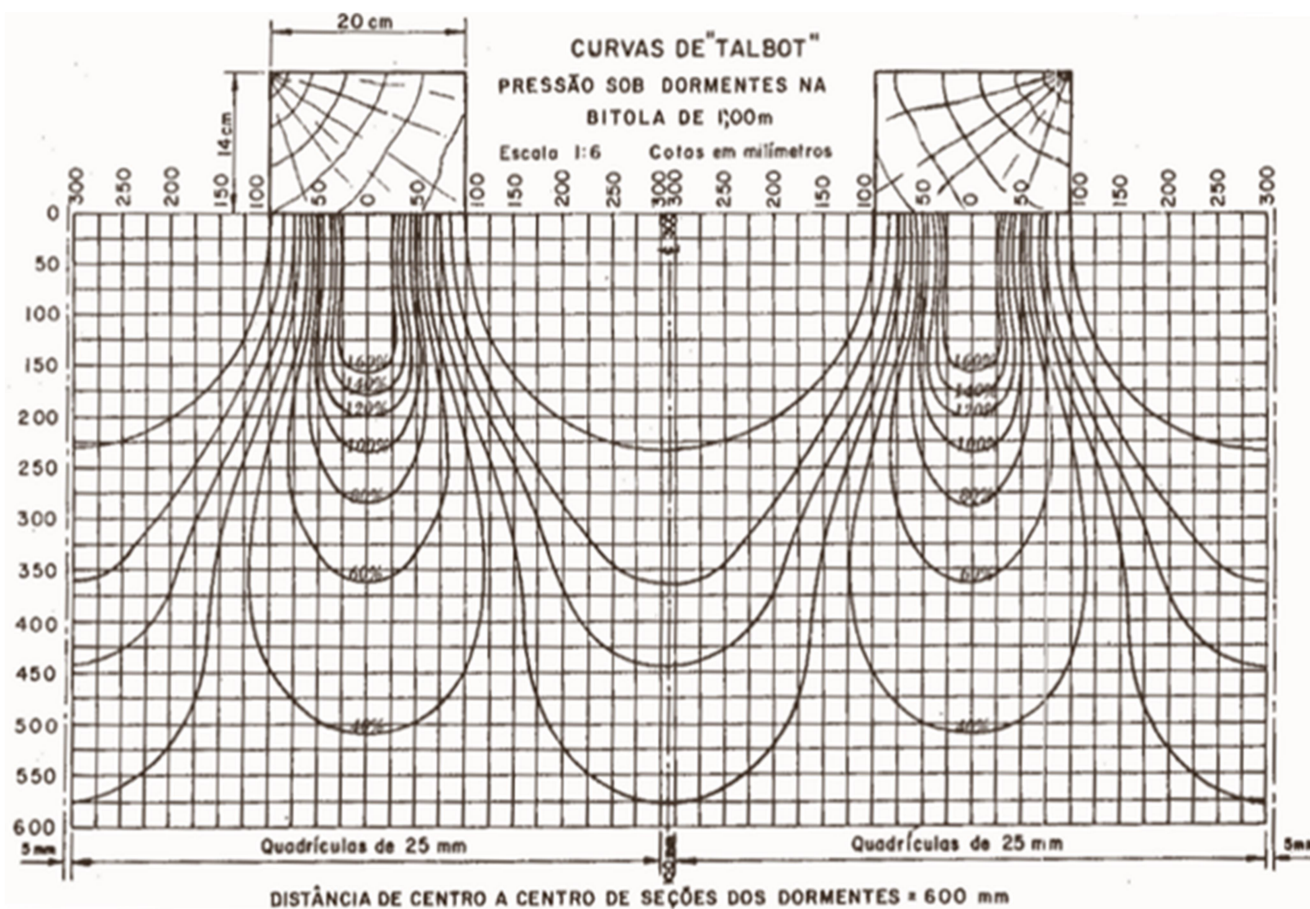


Figura 4 – Diagrama do bulbo de distribuições.

Pelo gráfico acima é possível notar que os bulbos de pressão formados na área quadriculada possuem valores menores ao se afastar do dormente e que quanto melhor for a distribuição das pressões mais eficiente será a dissipação para que a pressão não atinja o solo abaixo com muita intensidade. Assim, quanto melhor for a distribuição da pressão no lastro, que é a principal função da palmilha, menor será a altura de lastro necessária, que é calculada para que as curvas de pressão, quando tangenciarem o sublastro, sejam menores ou igual a capacidade de suporte deste sublastro. Ou seja, a pressão admissível deve ser maior ou igual a pressão aplicada no sublastro como mostra a Equação (1).

$$P_h \leq P_s \tag{1}$$

## SUP-00032

Sendo:

- $p_h$  : pressão à profundidade  $h$ ;
- $p_s$  : pressão admissível no sublastro, que depende da compactação e características do material usado;
- $h$  : altura do lastro em polegadas.

Para a determinação da pressão admissível no sublastro utiliza-se a Eq. (2).

$$p_s = \frac{P_r}{n} \quad (2)$$

Onde  $n$  é um fator de segurança estabelecido pela literatura para evitar o recalque diferencial devido à irregular distribuição de pressões na plataforma. O valor padrão de  $n$  é de 5,5 sem a utilização da palmilha. Com a palmilha este valor será menor, mas vai variar de acordo com o tipo da palmilha. Já  $P_r$  é a pressão de ruptura do solo calculada pela Eq.(3).

$$P_r = \frac{70 \cdot CBR}{100} \quad (3)$$

Onde CBR é o resultado para o ensaio do Índice de Suporte California.

Também, segundo Talbot, a curva de variação das pressões máximas no lastro (abaixo do centro do dormente), em função da altura do lastro, é dada pela Equação (4).

$$p_h = \frac{16,8 \cdot p_0}{h^{5/4}} \quad (4)$$

Sendo  $P_0$  a pressão na face inferior do dormente. Para o cálculo de  $P_0$  tem-se (Eq.(5)).

$$P_0 = \frac{P_t}{b \cdot c} \quad (5)$$

Em que:

- $P_t$  : pressão trilho dormente;
- $b$ : largura do dormente;
- $c$ : área do lastro afetada pela socaria.

A área retangular escura no lastro, representada na Figura 3 abaixo, recebe uma maior pressão das composições ferroviárias devido a ação da socaria, enquanto o volume de lastro adjacente cumpre o papel de evitar a movimentação de toda a estrutura, recebendo menor quantidade de carga. De modo a ser conservador, por princípio de segurança, adota-se  $c = 0,70 \text{ cm}$ , que seria o menor valor provável. O ideal seria que todo o lastro sob o dormente estivesse arranjado de modo a dar sustentação ao dormente, entretanto isso não costuma ocorrer na prática.

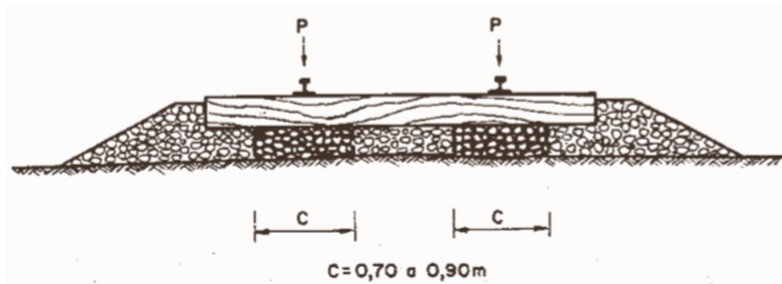


Figura 3 - Área de influência  $c$  no lastro.

A  $p_t$  existe devido ao rodela da composição imediatamente acima do trilho, que está imediatamente acima do dormente. Entretanto, devido a rigidez do trilho, a carga é compartilhada para outros dormentes adjacentes e existe também o fator movimento. Desta forma o valor de  $p_t$  pode ser obtido pela Equação (6).

$$p_t = \frac{p_d \cdot c_d}{d} \quad (6)$$

Sendo:

- $p_d$  : o peso do rodela mais pesado;
- $d$ : distância entre eixos da composição divididos pela distância entre centro dos dormentes;
- $c_d$ : coeficiente dinâmico em virtude das cargas estarem em movimento. Valor assumido pela literatura é de 1,4, sendo este o parâmetro mínimo a ser adotado.

Para o cálculo da altura ( $h$ ) do lastro podemos utilizar o princípio de que a pressão aplicada deve ser menor que a pressão admissível (Equação (1)). Ademais, pelas Equações (2) e (4), tem-se os valores da pressão admissível  $p_s$  e pressão aplicada  $p_h$  que substituindo na Equação (1).

$$p_h \leq p_s$$

$$p_s \geq p_h = \frac{16,8 \cdot p_0}{h^{5/4}} \quad (7)$$

$$p_s \geq \frac{16,8 \cdot p_0}{h^{5/4}}$$

Na equação acima a altura ( $h$ ) é dada em polegadas. Transformando para unidades métricas sendo 1 polegada = 2,54 cm, temos:

$$\begin{aligned}
 p_s &\geq \frac{16,8 \cdot p_0}{(h/2,54)^{5/4}} \\
 p_s &\geq \frac{16,8 \cdot 2,54^{5/4} \cdot p_0}{h^{5/4}} \\
 p_s &\geq \frac{16,8 \cdot 3,206 \cdot p_0}{h^{5/4}} \\
 p_s &\geq \frac{53,87 \cdot p_0}{h^{5/4}}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

**Importante:** Uma vez entendido que se trata de inovação tecnológica, torna-se necessária discussões no âmbito técnico de modelagem do conjunto em termos de desempenho, de forma que a conciliação entre métodos de dimensionamento consagrados combinados com recursos de modelagens existentes, ou ainda ensaios em tamanho real é aspecto imprescindível.

Tais estudos e seus resultados são elementos que devem compor justificativas para o dimensionamento com vistas a garantia da qualidade e segurança da via férrea.

## 8 Inspeção e Recebimento

A realização dos ensaios para avaliação da qualidade do produto pode ser feita por seleção amostral dos lotes.

Aconselha-se que se determine em contrato que os testes e ensaios sejam realizados às expensas do fornecedor.

As palmilhas para dormente de concreto deverão ser submetidas aos testes laboratoriais descritos a seguir e realizados conforme as normas:

- a) ABNT NBR 16649:2017 – Palmilhas para dormentes – Requisitos e métodos de ensaio, categoria de ferrovia C;
- b) Rigidez estática ( $C_{stat}$ );
- c) Área de contato ( $A_{contact}$ ) para proteção de lastro;
- d) Resistência à fadiga;
- e) Resistência ao arrancamento;
- f) Resistência à tração; e
- g) Alongamento na rotura.

O teste de resistência ao arrancamento deverá ser executado durante a concretagem das peças teste no dormente, e deverá ser homologado juntamente com o dormente de concreto.

### 8.1 Descrição dos Ensaios

Neste item são apresentados os ensaios necessários para o controle de qualidade do produto e o número de amostragem. A norma ABNT NBR 16649 é a baliza para todos os ensaios propostos.

### 8.1.1 Rigidez Estática

O teste laboratorial para determinação da rigidez estática deverá ser realizado de acordo com o Anexo A da norma ABNT NBR 16649 para a categoria de ferrovia C.

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

### 8.1.2 Rigidez Dinâmica em Alta Frequência

A verificação do módulo de compressibilidade dinâmico em alta frequência (rigidez dinâmica) é relevante e deverá ser realizado apenas em palmilhas que serão utilizadas na região de obras de arte especiais (pontes, viadutos e túneis) e nos dormentes com contratrilho.

O teste laboratorial para determinação do módulo de compressibilidade dinâmico em alta frequência deverá ser realizado de acordo com o anexo B da norma ABNT NBR 16649, para isolamento de vibração para a categoria de ferrovia C.

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

### 8.1.3 Área de Contato

O teste laboratorial para determinação de área de contato entre lastro e o dormente com a palmilha deverá ser realizado de acordo com o anexo C da norma ABNT NBR 16649.

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

### 8.1.4 Resistência à Fadiga

O teste laboratorial para verificação da resistência à fadiga da palmilha deverá ser realizado de acordo com o anexo D da norma ABNT NBR 16649 para a categoria de ferrovia C.

Depois de efetuado o ensaio, tanto para proteção de lastro, isolamento de vibração ou para AMV's a palmilha não pode apresentar perfurações visíveis, rachaduras, esmagamentos ou danos. O lastro deve ser inspecionado visualmente e não deve apresentar marcações da palmilha nem restos de material proveniente da palmilha.

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

### 8.1.5 Resistência ao Arrancamento

O teste laboratorial para verificação da resistência ao arrancamento da palmilha deverá ser realizado de acordo com o anexo E da norma ABNT NBR 16649 para a categoria de ferrovia C. Este ensaio só é possível de ser realizado com a palmilha já fixada no dormente.

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

### 8.1.6 Resistência à Tração e Alongamento na Ruptura

O teste laboratorial para verificação da resistência à tração deverá ser realizado de acordo com o Anexo F da norma ABNT NBR 16649 para a categoria de ferrovia C.

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

### **8.1.7 Teste de Envelhecimento (Temperatura)**

O teste laboratorial para verificação do envelhecimento com temperatura deverá ser realizado de acordo com o Anexo I da norma EN 17282.

Após o teste deverão ser medidos os valores de Rigidez Estática ( $C_{stat}$ ), Resistência à tração ( $\sigma$ ) e Alongamento na rotura (A).

Número de amostras para controle de qualidade: 1 a cada 10.000 peças.

## **9 Critério de medição**

A medição do equipamento deve ser realizada por contagem de unidade que esteja dentro das especificações de qualidade e das dimensões previstas.

## **10 Expedição e armazenagem**

As palmilhas deverão ser fornecidas em embalagens resistentes, com a devida identificação do material, e em condições de serem movimentadas com empilhadeira ou equipamento de guindar, de maneira a permitir a segurança e facilidade durante a movimentação e o transporte das palmilhas. As palmilhas devem ser fornecidas cortadas ao meio na direção perpendicular ao seu comprimento de modo a facilitar o transporte e manuseio. Com isso os dormentes utilizarão as palmilhas aos pares.

Toda e qualquer movimentação e armazenagem das palmilhas para dormente deverá ser feita por processos de forma que garantam a sua integridade. Esta movimentação e armazenagem não deve permitir danos às palmilhas, tais como exposição a condições que possam causar deterioração e rasgos.

O fabricante deverá definir e informar a forma correta e os cuidados mínimos de armazenagem e movimentação das palmilhas até a sua aplicação nos dormentes de concreto.

## **11 Garantia**

Os termos de garantia devem ser definidos em contrato, mas seguem aqui algumas sugestões:

- a) O fabricante deverá ter condições para fornecer palmilhas para dormentes de acordo com o tipo e a demanda estipulada pela INFRA S.A.;
- b) O fabricante deverá garantir que o material que fornecerá será novo, de fabricação recente, e o de melhor qualidade em sua espécie para o fim a que se destina, considerando as condições de desempenho encontradas nas ferrovias da INFRA S.A.;
- c) O fabricante assumirá inteira responsabilidade técnica pelo fornecimento das palmilhas, ainda que seja formada por componentes de origem diversas cuja responsabilidade pela aquisição seja do fabricante/fornecedor;
- d) O fornecedor deverá comprometer-se a manter-se permanentemente aparelhado para assistência técnica, bem como para as necessárias reposições durante o prazo de vigência da garantia;
- e) O fabricante deverá ter condições para reposição sob garantia, quando constatados defeitos comprovados de fabricação ou desempenho em serviço, que contrariem esta especificação técnica, sem ônus para a INFRA S.A.;



- f) Durante o período da garantia, qualquer parte do fornecimento sob responsabilidade do fabricante que apresentar defeito de fabricação ou constituinte inadequado, será substituído pelo fabricante as suas expensas e sem qualquer ônus para a INFRA S.A., sendo a peça defeituosa posta à disposição do fabricante mediante notificação por escrito para fins de comprovação; e
- g) A reposição das partes defeituosas será procedida em tempo hábil, isto é, no menor prazo comprovadamente exequível, sob pena de responder o fabricante pelo prejuízo, de qualquer natureza, advindo do atraso da entrega.

## Bibliografia

- [1] Brina, Helvécio Lapertosa. **Estradas de Ferro 1**. Via permanente 2ª edição.