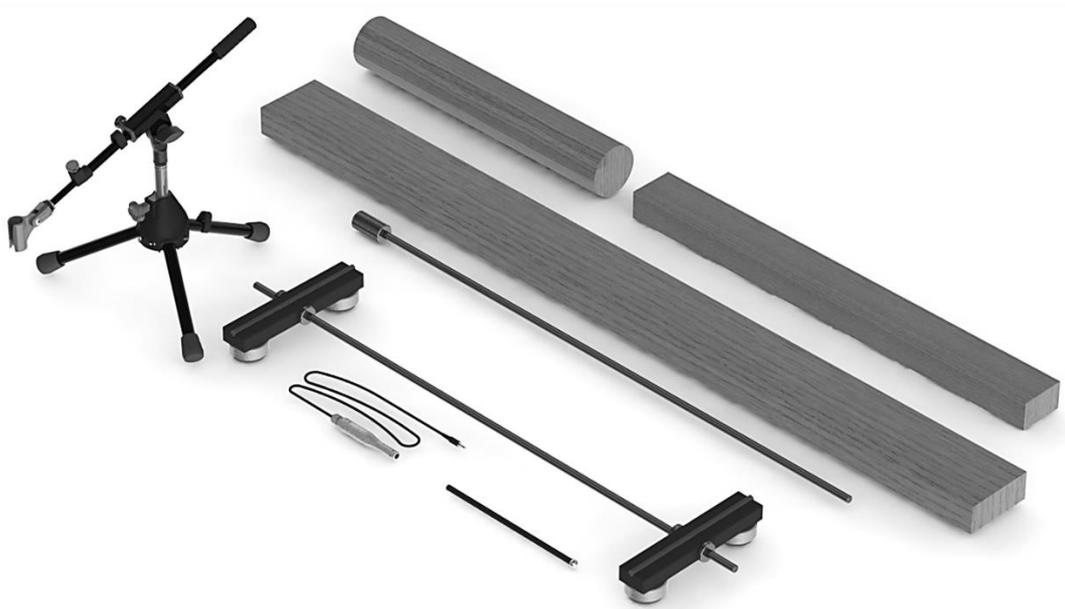




# ***Manual de Instalação e Operação***

**Suporte ajustável para corpos de prova de grande porte**

**SA-AG**



**ATCP Engenharia Física, Divisão Sonelastic®**

Rua Lêda Vassimon, nº 735-A - Ribeirão Preto - Brasil - CEP 14026-567

Telefone: +55 (16) 3289-9481

[www.sonelastic.com](http://www.sonelastic.com)

# *Manual de Instalação e Operação*

Suporte ajustável para corpos de prova de grande porte  
SA-AG

Fabricado por:

ATCP do Brasil – Alves Teodoro Cerâmicas Piezoelétricas do Brasil Ltda.

ATCP Engenharia Física, Divisão Sonelastic®

Rua Lêda Vassimon, 735-A

Ribeirão Preto - SP, Brasil

CEP 14026-567

CNPJ: 03.970.289/0001-60

Inscrição estadual: 797.013.492.110

Indústria Brasileira

[www.sonelastic.com](http://www.sonelastic.com)

Copyright

Copyright © 2010-2022 by ATCP Engenharia Física

Direitos Reservados.

A ATCP Engenharia Física reserva-se  
o direito de alterar este manual e  
o produto sem aviso prévio.

Versão 3.0  
Janeiro de 2022

## ÍNDICE

<b>1. Introdução</b> .....	<b>05</b>
<b>2. Definições</b> .....	<b>05</b>
<b>3. Aplicação e características</b> .....	<b>05</b>
<b>4. Configurações, partes, acessórios e itens opcionais</b> .....	<b>06</b>
<b>5. Identificação das partes</b> .....	<b>07</b>
<b>6. Especificações</b> .....	<b>08</b>
<b>7. Corpos de prova</b> .....	<b>09</b>
7.1 Razões de aspecto recomendadas .....	09
7.2 Apoiando o corpo de prova .....	09
<b>8. Instalação do suporte</b> .....	<b>11</b>
8.1 Requisitos .....	11
8.2 Disposições típicas .....	11
8.3 Montagem do suporte na configuração padrão .....	13
8.4 Montagem do suporte com a haste prolongadora .....	14
8.5 Acoplamento do captador acústico.....	14
<b>9. Operação do suporte</b> .....	<b>15</b>
9.1 Posicionamento do corpo de prova .....	15
9.2 Posicionamento do captador acústico.....	15
<b>10. Modos de captação e excitação</b> .....	<b>16</b>
<b>11. Advertências e transporte do suporte</b> .....	<b>17</b>
<b>12. Manutenção e solução de problemas</b> .....	<b>17</b>
<b>13. Simbologia</b> .....	<b>17</b>
<b>14. Assistência técnica e termo de garantia</b> .....	<b>18</b>
<b>15. Termo de responsabilidade</b> .....	<b>18</b>
<b>Anotações</b> .....	<b>19</b>

## 1. Introdução

Os equipamentos e produtos da empresa ATCP Engenharia Física, Divisão Sonelastic®, são projetados e fabricados para oferecer uma vida útil longa e um ótimo desempenho durante sua utilização. Este Manual de Instalação e Operação contém informações importantes e necessárias para a correta utilização e manutenção do suporte.



***Leia atentamente este manual antes de utilizar o Suporte SA-AG. A utilização imprópria pode ocasionar danos ao suporte e comprometer seu desempenho.***

## 2. Definições

**Técnica de Excitação por Impulso:** A Técnica de Excitação por Impulso (tradução do inglês Impulse Excitation Technique) é uma técnica não-destrutiva para a determinação dos módulos elásticos e do amortecimento de materiais através das frequências naturais de vibração do corpo de prova. Esta técnica é descrita na norma ASTM E1876 e correlatas.

**Frequência(s) de ressonância:** Frequências naturais de vibração de um corpo de prova.

**Módulo de elasticidade:** O módulo de elasticidade ou módulo de Young é o coeficiente de proporcionalidade entre tensão e deformação mecânica no regime elástico, conforme descrito pela lei de Hooke. O módulo de elasticidade determinado pela Técnica de Excitação por Impulso também é usualmente denominado como módulo dinâmico ( $E_d$ ).

**Amortecimento:** O amortecimento ou atrito interno é o fenômeno que causa a dissipação da energia mecânica vibracional de um corpo. O amortecimento está diretamente ligado à presença de defeitos e às características microestruturais do material.

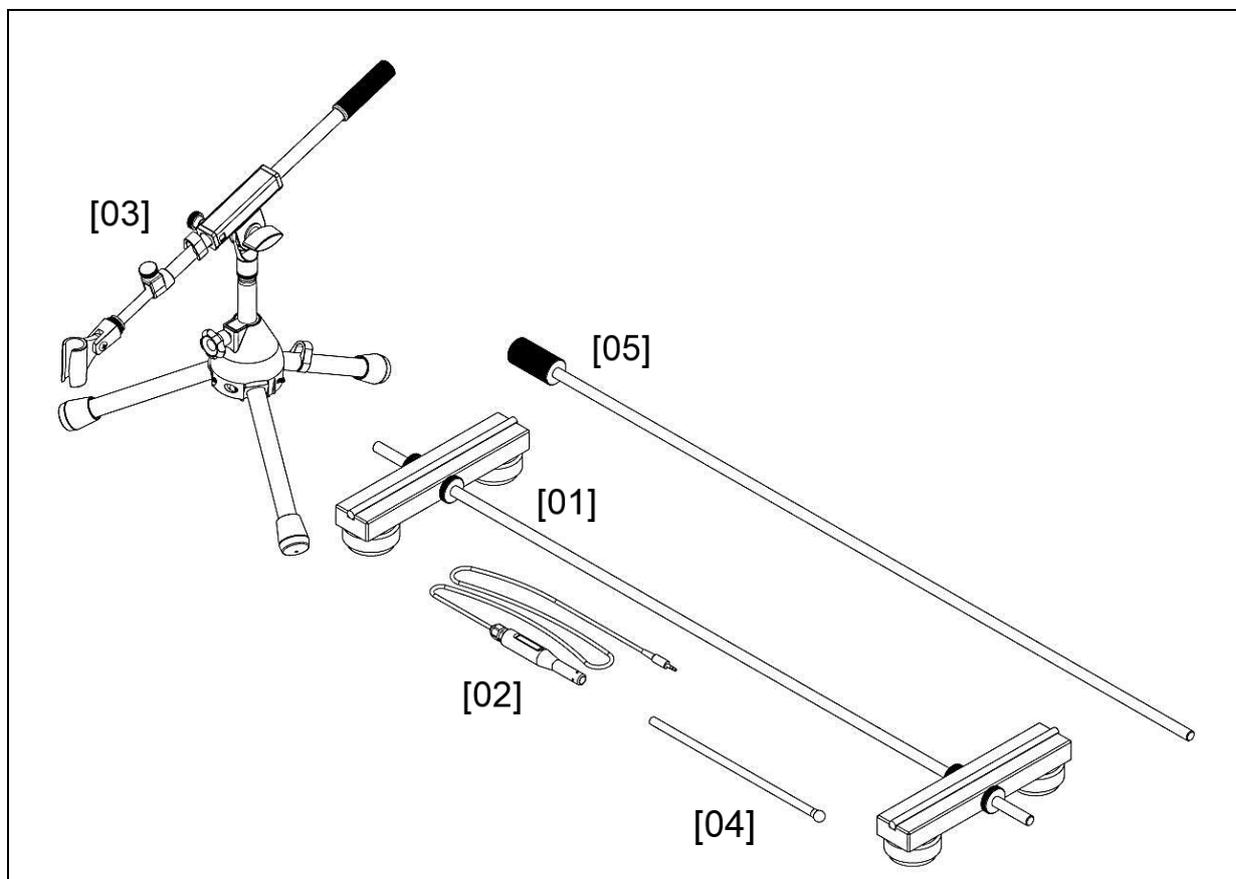
## 3. Aplicação e características

O Suporte SA-AG é um sistema mecânico para o apoio e o posicionamento de corpos de prova para a caracterização não-destrutiva dos módulos elásticos e do amortecimento de materiais pela Técnica de Excitação por Impulso, de acordo com a norma ASTM E1876 e correlatas. O Suporte SA-AG foi desenvolvido para ser utilizado em conjunto com os Sistemas Sonelastic®.

O Suporte SA-AG permite o apoio de corpos de prova de grande porte com a geometria de barras retangulares e cilíndricas nas linhas nodais do modo de vibração flexional fundamental. Este suporte possui um sistema prático de regulagem do espaçamento entre os apoios em função do comprimento do corpo de prova. O Suporte SA-BC também permite ensaios empregando o modo de vibração torcional e longitudinal fundamental de barras e cilindros.

#### 4. Configurações, partes, acessórios e itens opcionais

O Suporte SA-AG é composto por dois blocos de apoio interligados por uma barra roscada que possibilita realizar com facilidade o ajuste do espaçamento. Dependendo do tamanho do corpo de prova a ser ensaiado, o Suporte SA-AG possui uma haste prolongadora que possibilita expandir a distância máxima entre os apoios.

**Partes:**

- [01] - Suporte SA-AG;
- [02] - Captador Acústico CA-DP;
- [03] - Pedestal Robusto.

**Acessórios:**

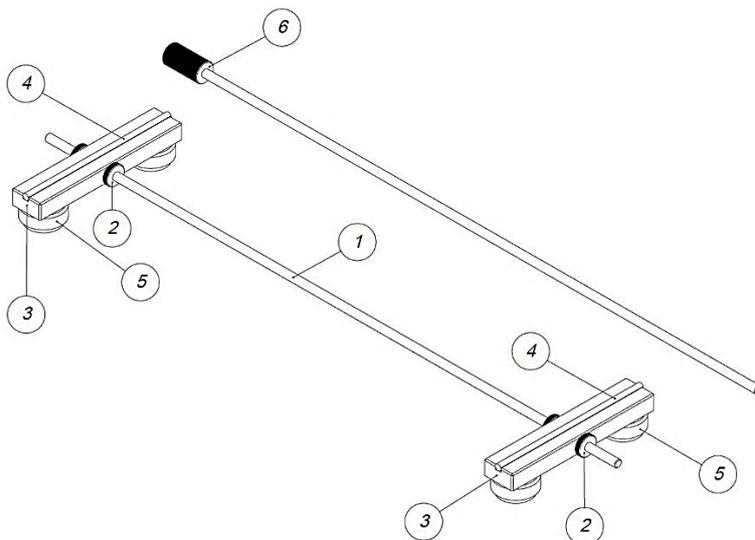
- [04] - Pulsador Manual Médio;
- [05] - Haste prolongadora (01 unidade).

**Opcionais:**

- [05] - Haste prolongadora (máx. 01 unidade).

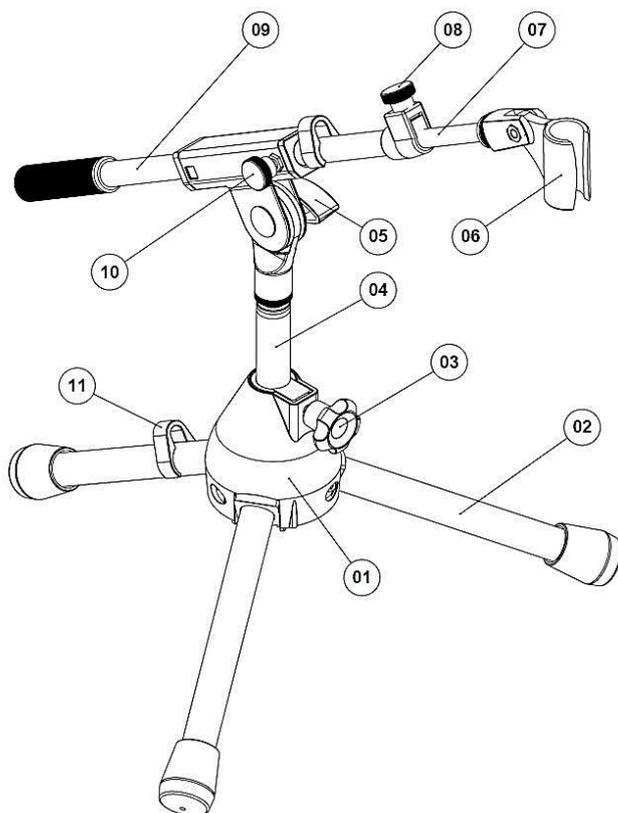
## 5. Identificação das partes

### Suporte SA-AG



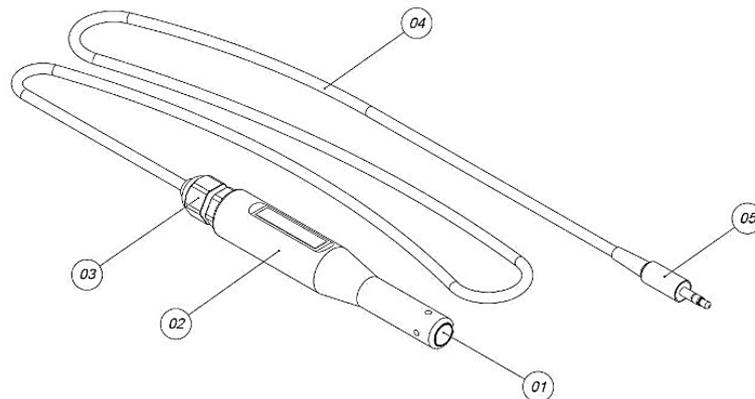
- 01- Haste roscada em aço inox;
- 02- Porca trava do bloco de apoio;
- 03- Bloco de apoio;
- 04- Friso de apoio;
- 05- Pé amortecedor;
- 06- Haste prolongadora.

### Pedestal robusto



- 01- Corpo;
- 02- Tripé articulado;
- 03- Manípulo de fixação da coluna;
- 04- Coluna;
- 05- Manípulo de fixação da articulação da haste;
- 06- Cachimbo do captador;
- 07- Haste interna;
- 08- Manípulo de fixação da haste interna;
- 09- Haste externa;
- 10- Manípulo de fixação da haste externa;
- 11- Organizador de cabos.

### Captador Acústico modelo CA-DP



- 01- Sensor;
- 02- Corpo do Captador;
- 03- Prensa-cabo;
- 04- Cabo flexível;
- 05- Conector P2 (3,5mm).

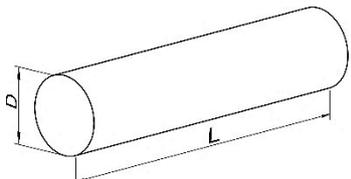
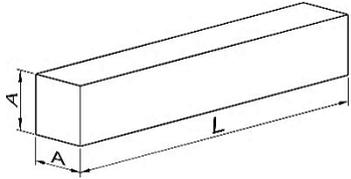
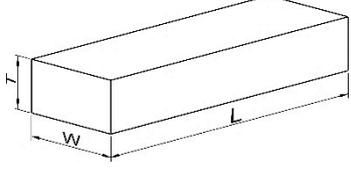
## 6. Especificações

Dimensões máx. para corpos de prova retangulares (L x W x T) .....	5.300 x 200 x 200mm
Dimensões mín. para corpos de prova retangulares (L x W x T) .....	120 x 20 x 20 mm
Dimensões máximas para corpos de prova cilíndricos (L x D) .....	5.300 x 200 mm
Dimensões mínimas para corpos de prova cilíndricos (L x D) .....	120 x 30 mm
Dimensões máximas do Suporte padrão (L x W x T) .....	1.000 x 250 x 57 mm
Dimensões máximas do Suporte prolongado (L x W x T) .....	3.000 x 250 x 57 mm
Peso máximo suportado .....	200 kg
Peso do Suporte padrão sem corpo de prova .....	2,8 kg
Peso do Suporte prolongado sem corpo de prova .....	5,2 Kg
Faixa de temperatura de trabalho .....	10 - 40°C

## 7. Corpos de prova

### 7.1 Razões de aspecto recomendadas

Há razões de aspecto mínimas que devem ser observadas para que não ocorra o acoplamento entre os modos de vibração do corpo de prova. Além disso, a razão de aspecto determina o padrão de frequências da resposta acústica, sendo recomendável a padronização para facilitar a correta identificação das frequências. A tabela abaixo apresenta as razões de aspecto recomendadas para corpos de prova no formato de cilindros e de barras retangulares.

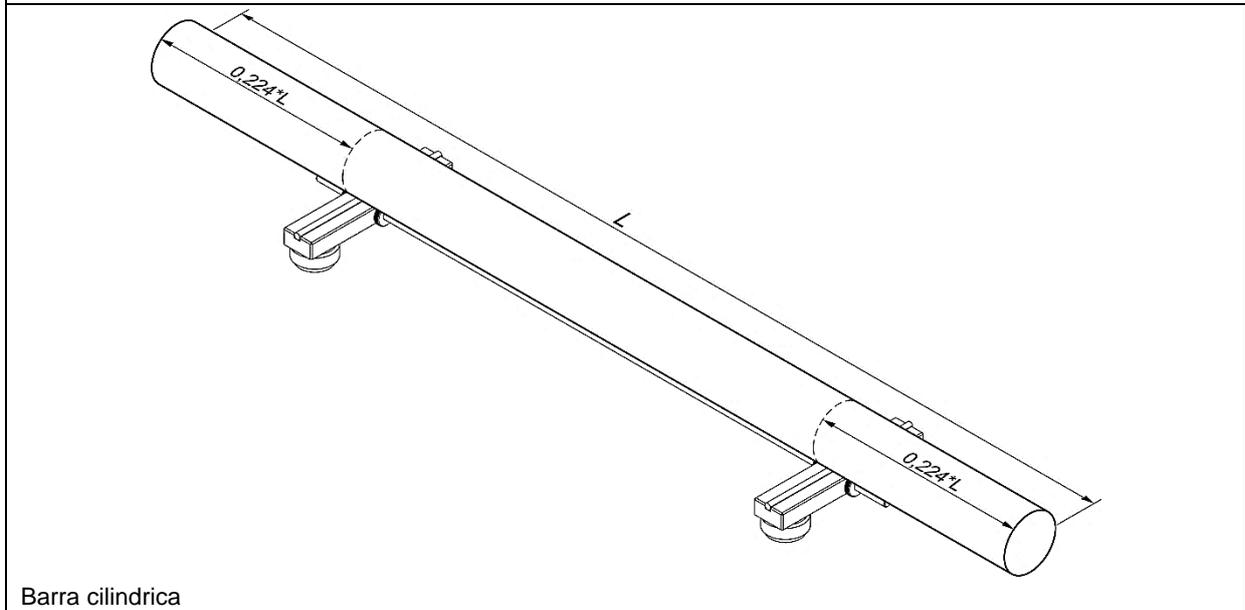
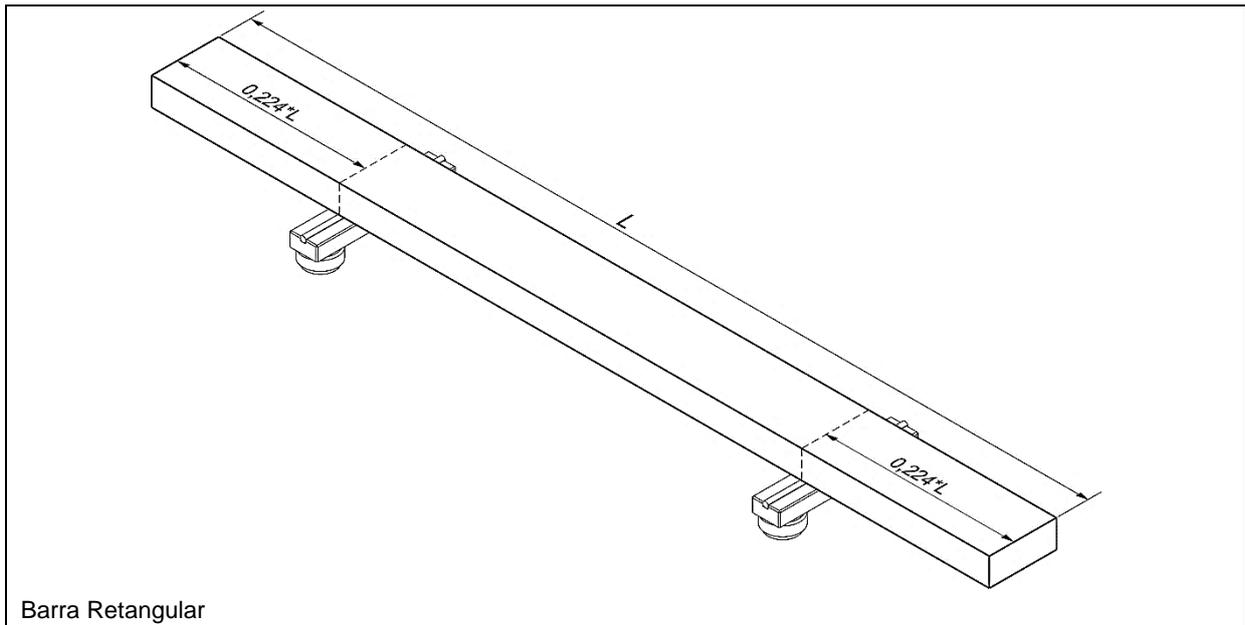
Geometria	Razões de aspecto recomendadas
 Cilindro	$\frac{L}{D} \geq 2$ A razão entre o comprimento (L) e o diâmetro (D) deve ser maior ou igual a 2.
 Barra de seção quadrada	$\frac{L}{A} \geq 3$ A razão entre o comprimento (L) e a aresta (A) deve ser maior ou igual a 3.
 Barra de seção retangular	$\frac{L}{W} \geq 4$ A razão entre o comprimento (L) e a largura (W) deve ser maior ou igual a 4.  $\frac{W}{T} \leq 8$ A razão entre a largura (W) e a espessura (T) deve ser menor ou igual a 8.

Observações importantes para a preparação e acabamento dos corpos de prova:

- A tolerância dimensional recomendável para as dimensões é de 2%;
- As faces devem ser pano-paralelas;
- Os cantos não devem ser arredondados.

### 7.2 Apoiando o corpo de prova

O corpo de prova é apoiado de forma simétrica sobre os apoios com estes afastados  $0,224L$  das extremidades do corpo (L é o comprimento do corpo). Por exemplo, um corpo de prova com comprimento L igual a 1.000 mm, deve ser apoiado sobre os cabos-suportes posicionados a uma distância de 224 mm das respectivas extremidades. As posições  $0,224L$  correspondem às linhas nodais do modo de vibração flexional.



O cálculo da distância correspondente a  $0,224L$  é realizado automaticamente e informado pelo Software Sonelastic®. A marcação do corpo de prova é usualmente realizada com um lápis utilizando uma régua ou trena.

## 8. Instalação do suporte

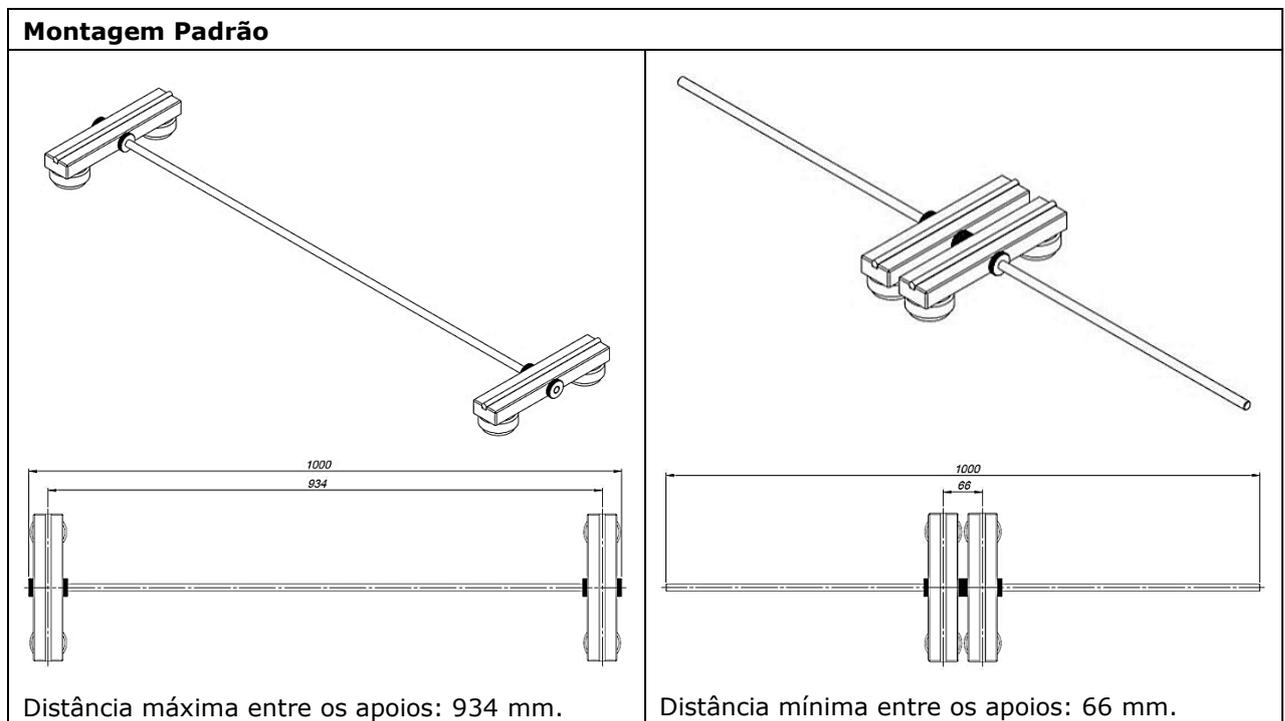
### 8.1 Requisitos

- Espaço plano e nivelado para a colocação do suporte com área livre compatível com o porte dos corpos de prova que serão ensaiados.
- Bancada plana e nivelada com espaço livre de pelo menos 60 x 120 cm (profundidade x largura). Este espaço é suficiente para o computador e para os eventuais opcionais que serão utilizados em conjunto com o Suporte SA-AG.
- Tomada de energia elétrica 127 ou 220 VAC com sistema de aterramento. Essa tomada é necessária para a alimentação do computador.

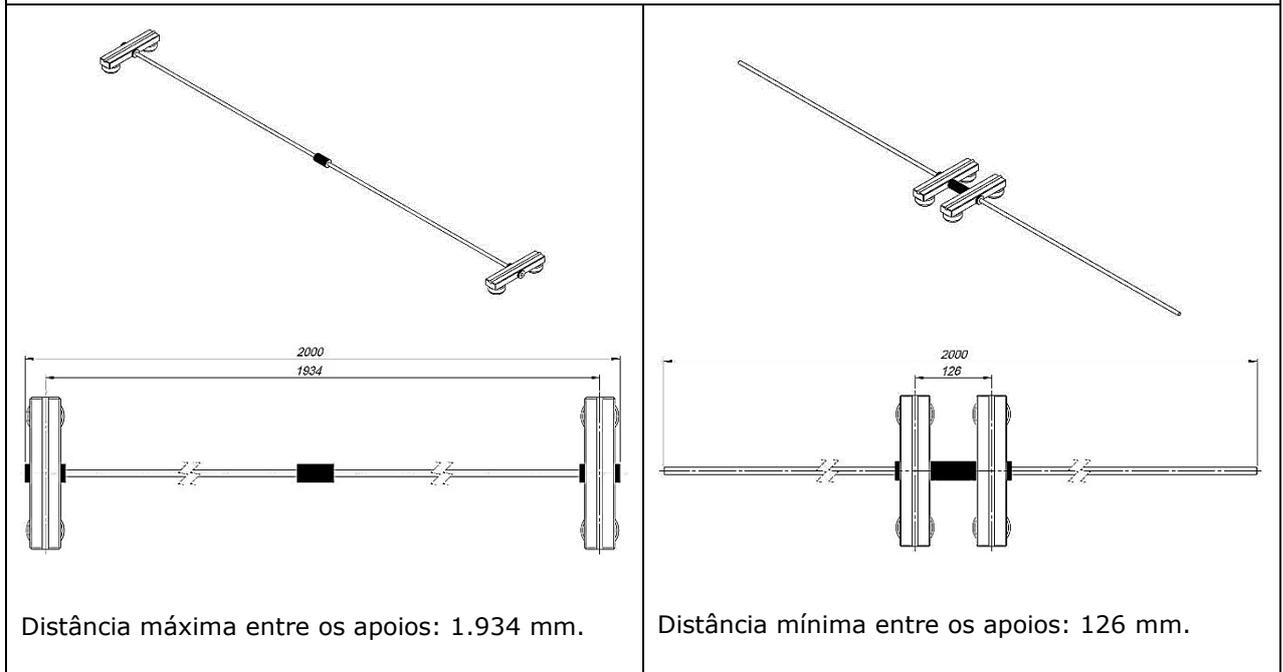
A instalação do suporte consiste essencialmente em montá-lo e posicioná-lo sobre o piso, acoplar o Captador Acústico Ca-DP no Pedestal Robusto e ajustar o espaçamento entre os apoios de acordo com o comprimento do corpo de prova.

### 8.2 Disposições típicas

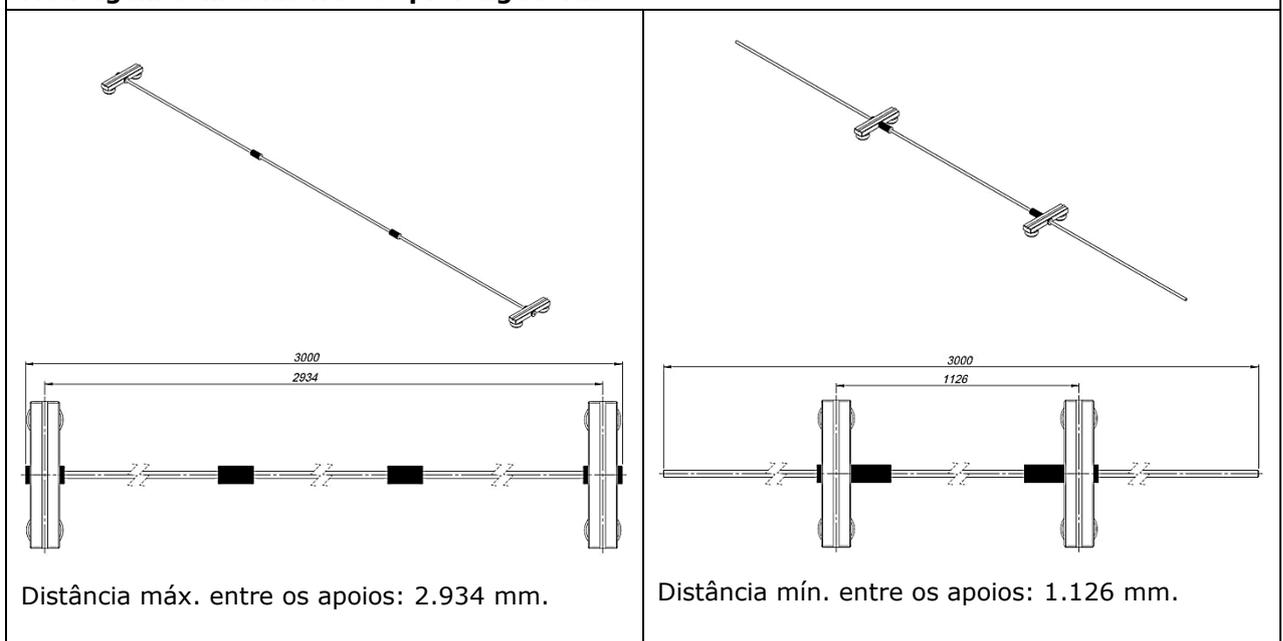
A seguir são apresentadas as disposições típicas do Suporte SA-AG.



### Montagem com uma Haste prolongadora



### Montagem com duas Hastes prolongadoras

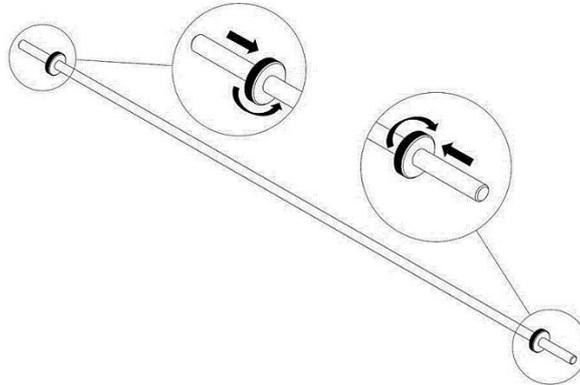


#### Notas:

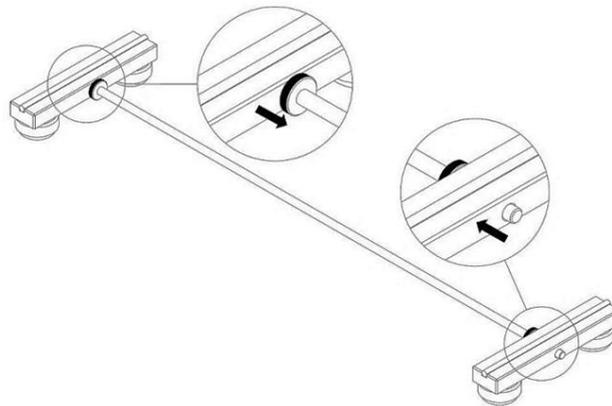
- Os comprimentos máximos e mínimos para os quais é possível detectar as frequências de ressonância do corpo de prova também dependem das propriedades elásticas do material. Para madeiras, é recomendável realizar a caracterização empregando o modo longitudinal, que apresenta frequência mais elevada que o modo flexional.
- O Suporte SA-AG é fornecido parcialmente desmontado para facilitar o transporte. Para utilização do suporte, realize a montagem conforme os passos descritos no tópico "8.3 Montagem do Suporte na configuração de tamanho padrão" observando a descrição das partes indicadas no tópico "5. Identificação das partes".

### 8.3 Montagem do suporte na configuração padrão

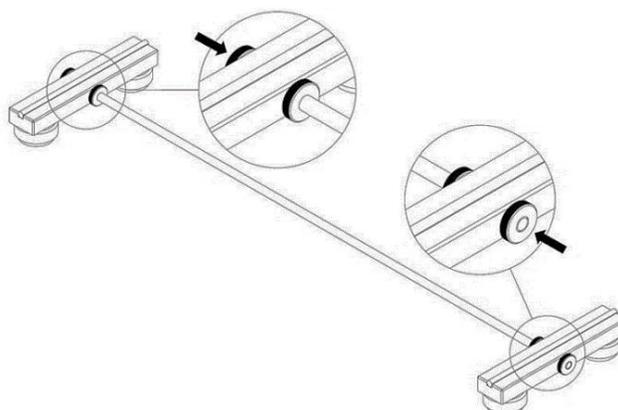
*Passo 01* - Pegue a Haste roscada [01] e insira a porca-trava do bloco de apoio [02] em cada uma de suas extremidades, e posicione-as no mínimo à distância de 60 mm da ponta da haste conforme imagem a seguir:



*Passo 02* - Em seguida, insira os blocos de apoio [03] nas extremidades da haste pelo orifício central existente em sua lateral até que os mesmos fiquem totalmente encostados nas porcas inseridas no passo anterior, conforme imagem a seguir. *Observação: para realização desse passo com maior facilidade, apoie o suporte sobre uma superfície rígida e plana.*



*Passo 03* - Finalize a montagem inserindo as outras duas porcas-travas nas extremidades da haste e aperte-as o suficiente para que os blocos de apoio fiquem fixamente posicionados na haste conforme imagem a seguir.

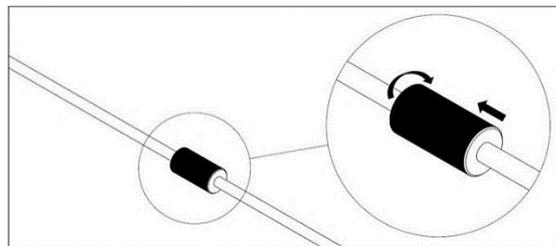


*Passo 04* – Para ajustar a distância entre os blocos de apoio, solte e posicione as porcas-travas na haste roscada juntamente com os blocos de apoio até obter a distância desejada entre os frisos de apoio [04]; em seguida, fixe os Blocos de apoio apertando as porcas-trava contra os mesmos. O tópico 8.2 deste manual apresenta as distâncias máximas e mínimas dos apoios para cada uma das montagens possíveis do Suporte SA-AG.

**Nota:** Após posicionar os blocos de apoio na distância desejada, sempre realizar o travamento dos mesmos por meio das porcas-trava para que o suporte tenha a rigidez necessária para os ensaios.

#### 8.4 Montagem do suporte com a haste prolongadora

*Passo 01* - Caso o suporte já esteja montado conforme descrito no tópico anterior, retire as porcas-travas e o bloco suporte de uma das extremidades da haste roscada e monte a haste prolongadora na respectiva extremidade [06] rosqueando até o seu curso final e certificando-se que a mesma está completamente travada conforme ilustrado na imagem a seguir:

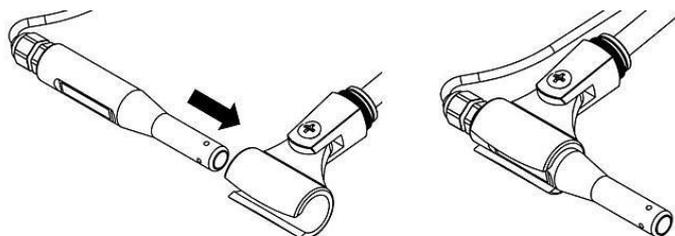


*Passo 02* - Em seguida, realize a montagem do Bloco de apoio [03] e as respectivas porcas-trava na extremidade da haste prolongadora conforme descrito anteriormente no tópico 11.1.

**Nota:** Dependendo do comprimento do corpo de prova, o Suporte SA-AG pode ser ainda mais prolongado com a utilização de uma segunda haste (opcional).

#### 8.5 Acoplamento do captador acústico

*Passo 01* – Insira o Captador Acústico CA-DP no cachimbo do Pedestal Robusto conforme mostrado a seguir:



*Passo 02* – Empurre o captador acústico até que todo o seu corpo esteja no interior do cachimbo e em seguida, acomode adequadamente o fio sobre a haste do Pedestal Robusto.

*Passo 03* – Conecte o captador acústico a entrada de áudio da placa de aquisição de som.

## 9. Operação do suporte

Após seguir os passos descritos no tópico 8. *Instalação do Suporte*, o suporte estará pronto para o início dos trabalhos de caracterização.

### 9.1 Posicionamento do corpo de prova

Para que a caracterização dos corpos de prova empregando o Suporte SA-AG seja rápida e precisa, siga cuidadosamente os passos a seguir:

*Passo 01* – Prepare o suporte de acordo com as dimensões do corpo de prova a ser caracterizado, conforme as informações descritas no tópico 8. *Instalação do Suporte* deste manual;

*Passo 02* – Utilizando um lápis e uma fita métrica ou uma trena, marque as linhas nodais na face de apoio e nas laterais do corpo de prova. Estas linhas ocorrem a uma distância de  $0,224L$  das extremidades, sendo  $L$  o comprimento do corpo de prova (veja o tópico 7.2 *Apoio no suporte*);

*Passo 03* – Desloque os blocos de apoio conforme descrito no tópico 8.3 de forma que a distância de abertura entre eles seja a mesma definida e marcada anteriormente no corpo de prova;

*Passo 05* – Apoie cuidadosamente o corpo de prova sobre os frisos de apoio observando atentamente para que as marcas da posição  $0,224L$  no corpo de prova coincidam com os frisos.

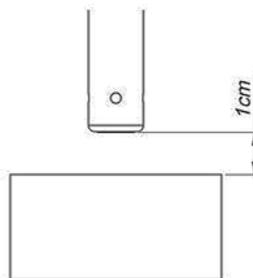
Após a realização dessa sequência de passos, o corpo de prova estará corretamente apoiado e posicionado para ser caracterizado.

**Nota:** para a realização de caracterização no modo torcional, será necessário também marcar o corpo de prova com as distâncias de  $0,32L$  como local ideal de captação e excitação. Para maiores detalhes consultar o tópico 10. *Modos de captação e excitação*.

### 9.2 Posicionamento do captador acústico

*Passo 01* – Instale o captador acústico no pedestal conforme descrito nos itens 8.5 *Acomplamento do captador acústico*.

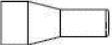
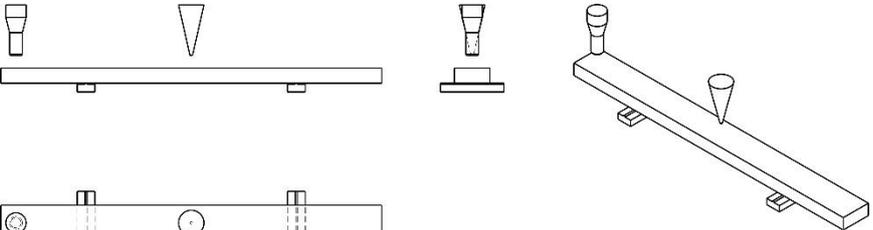
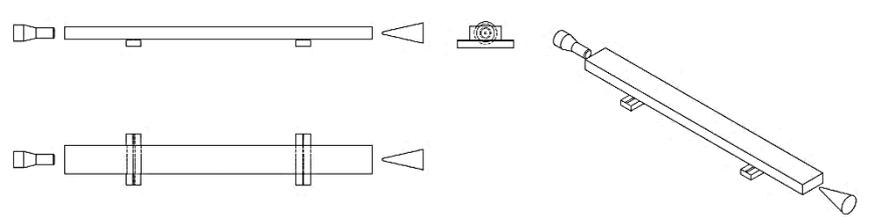
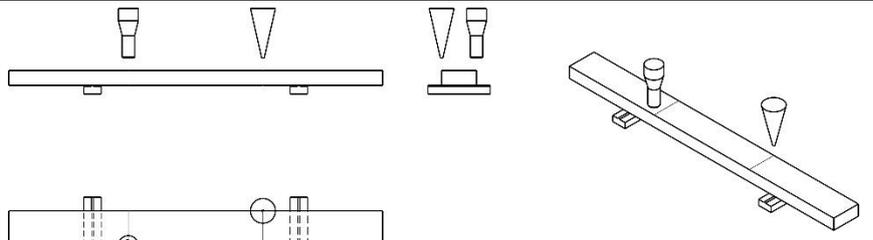
*Passo 02* – Regule a distância do captador acústico para que a sua face fique a aproximadamente 01 cm da face do corpo de prova. Esta distância não é crítica para o resultado do ensaio.



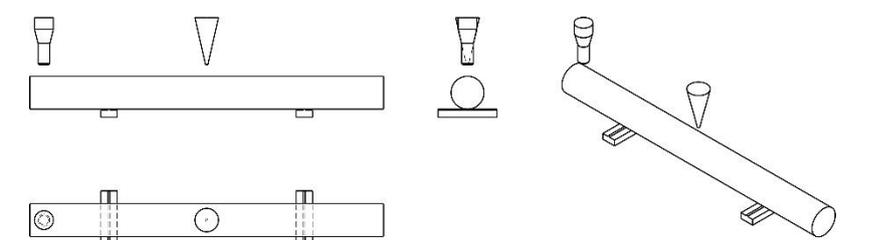
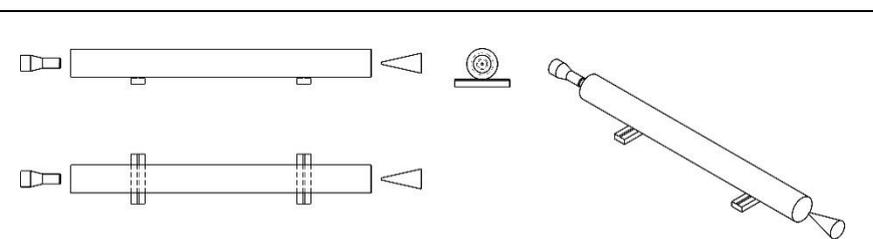
*Passo 03* – Posicione o Captador Acústico CA-DP conforme orientações do tópico 10. *Modos de captação e excitação*. Após finalizar os posicionamentos, iniciar o processo de caracterização utilizando o Pulsador Manual Médio.

## 10. Modos de captação e excitação

A tabela a seguir detalha as formas de posicionamento do captador acústico e da excitação (Pulsador Manual Médio) para a caracterização de corpos de prova retangulares empregando os modos de vibração flexional, torcional e longitudinal.

Excitação: 	Captação: 
<p><b>Modo flexional p/ barras</b></p> <p><i>Excitação no centro c/ captação na extremidade, ambas centralizadas com relação à largura.</i></p> <p><i>Apoios na posição 0,224L.</i></p>	
<p><b>Modo longitudinal p/ barras</b></p> <p><i>Excitação e captação centradas nos topos e contrapostas.</i></p> <p><i>Apoios na posição 0,224L.</i></p>	
<p><b>Modo flexional + torcional</b></p> <p><i>Excitação e captação por cima em laterais opostas na posição 0,32L.</i></p> <p><i>Apoios na posição 0,224L.</i></p>	

A tabela a seguir detalha as formas para a caracterização de corpos de prova cilíndricos empregando os modos de vibração flexional e longitudinal.

<p><b>Modo flexional p/ cilindros</b></p> <p><i>Excitação no centro c/ captação na extremidade, ambas centralizadas com relação à largura.</i></p> <p><i>Apoios na posição 0,224L.</i></p>	
<p><b>Modo longitudinal p/ cilindros</b></p> <p><i>Excitação e captação centradas nos topos e contrapostas.</i></p> <p><i>Apoios na posição 0,224L.</i></p>	

**Nota:** Nas disposições típicas apresentadas, a forma de apoio ótima para o modo flexional também é proposta para o modo torcional e longitudinal. As linhas nodais e o apoio ideal para estes modos de vibração não coincidem com as do modo flexional, porém o modo longitudinal é pouco sensível aos locais de apoio desde que as faces estejam livres e a sensibilidade do modo torcional é inferior a 1%. Em função disso, é possível empregar as condições de contorno do modo flexional para caracterizar os modos de vibração longitudinal e torcional de forma prática e sem comprometer os resultados.

## 11. Advertências e transporte do suporte

- ▲ A leitura de todas as informações contidas neste manual de instalação e operação é indispensável para a correta utilização do suporte;
- ▲ A rede de energia elétrica onde serão conectados os acessórios e opcionais para uso com o suporte deverá possuir obrigatoriamente um sistema de aterramento funcional;
- ▲ Não utilizar o suporte para outras finalidades que não sejam as indicadas;
- ▲ O não cumprimento das instruções descritas neste manual durante a utilização do suporte poderá fazer com que o período de garantia seja reduzido ou cancelado.

Transporte do suporte:

- O suporte deve ser transportado com cuidado;
- Evitar impactos e quedas do suporte durante o seu transporte;
- Não transportar o suporte sob chuva ou neve mesmo em sua embalagem original.

## 12. Manutenção e solução de problemas

- Dependendo do material do corpo de prova, poderá ocorrer o desprendimento de resíduos do mesmo durante o seu manuseio. Para evitar riscos e possíveis danos, faça frequentemente uma limpeza geral utilizando um pano ligeiramente umedecido em água.
- Para manter o bom funcionamento do suporte e prolongar sua vida útil mantenha sempre limpos os acessórios e os opcionais.

Problema	Possível Causa	Solução
O suporte fica manco ao ser montado sobre uma superfície.	A superfície não se encontra totalmente plana ou apresenta irregularidades.	Encontrar uma região no local de montagem que possua uma superfície mais plana.
Corpo de prova não se posiciona adequadamente sob o Captador Acústico.	Dimensões do corpo de prova fora do especificado.	Consultar os limites de dimensões no tópico 8. <i>Especificações</i> .

## 13. Simbologia



**Atenção! Risco de perigo.**

---

#### **14. Assistência técnica e termo de garantia**

---

Caso o suporte apresente alguma anormalidade, verifique se este está relacionado com algum dos problemas listados no quadro do tópico 18. *Solução de Problemas*. Se mesmo assim não for possível solucionar o problema, entre em contato com a ATCP.

A ATCP Engenharia Física oferece para este suporte a garantia de 12 meses, a partir da data de compra, contra defeitos de material e/ou fabricação que nele se apresentar. Fatores que implicam na perda da garantia:

- 1 - Inobservância dos cuidados recomendados neste manual com relação à instalação e operação do suporte.
- 2 - Acidente, queda, instalação inadequada ou qualquer outro dano provocado por uso incorreto ou ação de agentes naturais.
- 3 - Violação, conserto ou qualquer outra modificação ou alteração executadas no suporte ou em suas partes por pessoal não autorizado pela ATCP Engenharia Física.

Após o vencimento do período de garantia, as peças, despesas e serviços serão cobrados.

---

#### **15. Termo de responsabilidade**

---

A empresa ATCP Engenharia Física assume a total responsabilidade técnica e legal pelo produto Suporte SA-AG e afirma que todas as informações aqui prestadas são verdadeiras.

