

# **IPT**

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas**

**RELATÓRIO TÉCNICO Nº 66 519  
Cancela e Substitui o Relatório Técnico Nº 66 232**

**- Final -**

**MEDIÇÃO DE RUÍDO DE IMPACTO DE CHUVA EM TELHADOS**

**DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL  
AGRUPAMENTO DE COMPONENTES E SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
LABORATÓRIO DE ACÚSTICA**

**CLIENTE: EMC DO BRASIL REVESTIMENTOS E CONSTRUÇÕES LTDA.**

**Julho/2003**

# **IPT**

Instituto de Pesquisas Tecnológicas

**RELATÓRIO TÉCNICO Nº 66 519  
Cancela e Substitui o Relatório Técnico Nº 66 232**

**- Final -**

**MEDIÇÃO DE RUÍDO DE IMPACTO DE CHUVA EM TELHADOS**

**DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL  
AGRUPAMENTO DE COMPONENTES E SISTEMAS CONSTRUTIVOS  
LABORATÓRIO DE ACÚSTICA**

**CLIENTE: EMC DO BRASIL REVESTIMENTOS E CONSTRUÇÕES LTDA.**

**Julho/2003**

## RESUMO

Este trabalho apresenta a avaliação comparativa do desempenho acústico de coberturas. Foram efetuadas medições com base nos níveis de ruído de impacto de chuva em dois tipos de telhado, sendo um deles construído com telhas metálicas trapezoidais e outro com as mesmas telhas metálicas revestidas com um produto aplicado pelo Cliente. Os resultados demonstram que o produto do Cliente apresenta melhoria nas condições de conforto e de comunicação.

## SUMÁRIO

	Pg
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 DESCRIÇÃO DO ENSAIO .....	1
3 CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS.....	3
4 INSTALAÇÕES E INSTRUMENTAÇÃO.....	4
5 RESULTADOS.....	5
6 AVALIAÇÃO .....	7
7 OBSERVAÇÕES.....	7
EQUIPE TÉCNICA.....	8
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	8

## RELATÓRIO TÉCNICO N° 66 519 Cancela e Substitui o Relatório Técnico N° 66 232

### MEDIÇÃO DE RUÍDO DE IMPACTO DE CHUVA EM TELHADOS

#### 1. INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho consiste na medição e na comparação do desempenho acústico de dois tipos de coberturas, conforme previsto no orçamento DEC/LAC 20/03, aceito em 20/02/2003. As coberturas foram escolhidas e montadas pelo Cliente, sendo uma delas formada por telhas metálicas trapezoidais, e a outra, pelas mesmas telhas tratadas com o produto "MAXTHERM #2000" aplicado pelo Cliente. As medições foram feitas com base nos níveis de ruído de impacto de chuva gerada por um sistema de chuva artificial.

#### 2. DESCRIÇÃO DO ENSAIO

Em essência, o método consiste em produzir, de forma padronizada, uma chuva com características semelhantes a uma chuva natural, de forte intensidade, que cai sobre um telhado. No recinto imediatamente abaixo deste telhado, são feitas medições dos níveis de ruído provocado pelo impacto da "chuva".

Este ruído é caracterizado pela potência sonora por área de telhado, gerado dentro do recinto, grandeza essa que foi determinada a partir dos níveis de pressão sonora e da absorção sonora do ambiente, tendo como base os procedimentos da norma ISO 3741<sup>(1)</sup>.

O nível de potência foi calculado de acordo com a equação da norma ISO 3741, acrescentada por um termo representando a área do telhado, definindo assim um novo parâmetro, o *Nível de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*<sup>(2)</sup>,  $L_R$ , dado, em dB referente a 1 pW, pela seguinte relação:

$$L_R = \bar{L}_p - 10 \log\left(\frac{T}{T_0}\right) + 10 \log\left(\frac{V}{V_0}\right) + 10 \log\left(1 + \frac{S\lambda}{8V}\right) + 10 \log\left(\frac{B}{1000}\right) - 14 - 10 \log\left(\frac{S_R}{S_0}\right)$$

na qual

$\bar{L}_p$  = nível de pressão sonora média no recinto (dB referente a 20  $\mu$ Pa);

$T$  = tempo de reverberação (s);

$T_0$  = tempo de reverberação de referência (= 1 s);

$V$  = volume do recinto ( $m^3$ );  $V_0$  = volume de referência (= 1  $m^3$ );

$S$  = área total do recinto (solo+paredes+cobertura) ( $m^2$ );

$\lambda$  = comprimento de onda da frequência central da faixa de frequências (m);

$B$  = pressão atmosférica (hPa);

$S_R$  = área do telhado ( $m^2$ );  $S_0$  = área de referência (= 1  $m^2$ );

O tempo de reverberação do recinto foi determinado pelo método do som interrompido, da norma ISO 354<sup>(3)</sup>.

O ensaio foi feito utilizando instalações desenvolvidas no IPT especificamente para esta finalidade<sup>(2)</sup>.

No recinto, foram escolhidas três posições para o microfone e foi medido, em cada posição, o nível sonoro contínuo equivalente do ruído, durante um minuto, calculando-se, em seguida, o valor médio das leituras das três posições. Também, foi registrado o tempo de reverberação em cada posição do microfone, obtendo-se o valor médio dos três registros. Todas as medições e cálculos foram feitos nas faixas de terço de oitava de 100 Hz a 10000 Hz.

Finalmente, calculou-se o índice único desse conjunto de dados, somando logaritmicamente todos os valores, com o valor de cada faixa de frequência já ponderado pela curva "A". Este índice é denominado o *Nível Ponderado de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*,  $L_{R,A}$ .

Todos os cálculos foram feitos com a precisão de décimos de dB e os resultados arredondados para o decibel inteiro mais próximo de acordo com a norma NBR 5891/77<sup>(4)</sup>.

### 3. CARACTERIZAÇÃO DAS COBERTURAS

Foram feitas medições em dois tipos de cobertura, a seguir descritos:

#### 3.1 Telha metálica

Descrição: Chapa metálica, de perfil trapezoidal, com espessura de 1,0 mm. A Figura 1, abaixo, apresenta um corte ilustrativo deste material.

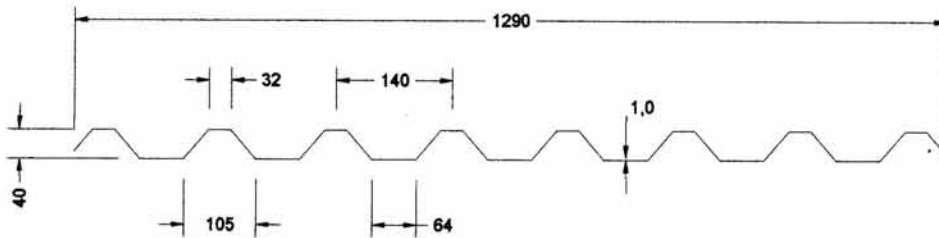


Figura 1 - Telha metálica.

#### 3.2 Telha metálica com o produto "MAXTHERM #2000" aplicado.

Descrição: A mesma telha do item anterior, sobre a qual foi aplicada, mecanicamente, em duas demãos, uma película do produto "MAXTHERM #2000". Anteriormente à aplicação, as juntas superiores entre as telhas foram vedadas com uma tela plástica embebida em líquido dito pelo cliente como impermeabilizante. Os parafusos e as porcas de fixação das telhas também foram tratados com o mesmo líquido.

Em todos os casos, as telhas foram fixadas a vigas metálicas formando um telhado com aproximadas de 4,80 m x 3,60 m e com a inclinação em relação a horizontal de 14°.

#### 4. INSTALAÇÕES E INSTRUMENTAÇÃO

As instalações de ensaio consistem essencialmente de:

- Dispositivo para gerar uma chuva padronizada, com características semelhantes às de uma chuva natural;
- Uma estrutura para a instalação e modificação de telhados;
- Um ambiente acústico definido para fazer as medições.

O sistema de chuva foi gerado por um conjunto de tubos com furos de 1 mm, instalados em uma altura média de aproximadamente 3,5 m acima do telhado. O "índice pluviométrico" foi de aproximadamente 80 mm/h, o que corresponde a uma chuva de grande intensidade.

O ambiente acústico é uma pequena câmara reverberante com volume de 38,5 m<sup>3</sup> e com área de piso de 12 m<sup>2</sup>.

Uma visão ilustrativa do sistema é apresentada na Figura 2, a seguir:

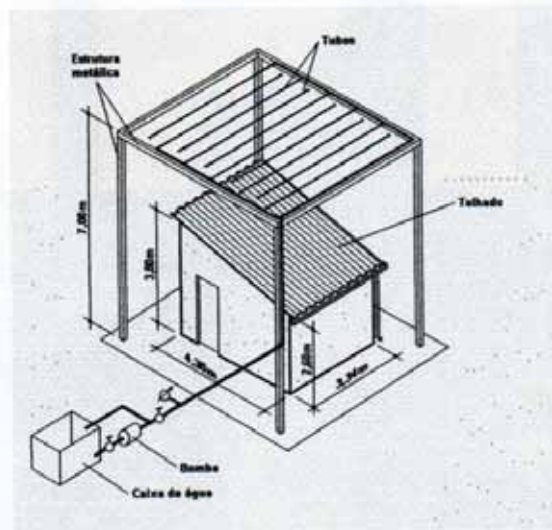


Figura 2 - Esquema da instalação de ensaio.

O sistema de chuva e a câmara reverberante foram devidamente qualificados antes dos ensaios<sup>(2)</sup>.

## Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Foram usados os seguintes equipamentos de medição:

- a) Analisador sonoro, Norsonic SA110; Certificado de Calibração, INMETRO LAETA 0146/2001 de 16/04/2001; validade 16/04/2004.
- b) Calibrador Acústico - Brüel & Kjaer Tipo 4230, Número de Patrimônio 34241; Certificado de Calibração: INMETRO LAETA Nº 148/2001 de 16/04/2001; validade 16/04/2004.
- c) Amplificador de Potência - Brüel & Kjaer Tipo 2706, Número de Patrimônio 34279.

## 5. RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados, para cada faixa de terço de oitava e para cada corpo de prova, os valores do Nível de Potência Sonora de Impacto de Chuva por Área,  $L_R$ . Também são apresentados os valores do Nível Ponderado de Potência Sonora de Impacto Chuva por Área, ponderado em A,  $L_{R,A}$ , para cada corpo de prova (ver item 3).

**Tabela 1 - Nível de potência sonora  
de impacto de chuva por área.**

Frequência (Hz)	$L_R$ (em dB, re 1 pW)	
	Metálica	"MAXTHERM #2000"
100	52	41
125	54	44
160	57	49
200	57	50
250	59	55
315	64	59
400	66	59
500	64	60
630	66	61
800	66	61
1000	66	62

Continua



Continuação da Tabela 1

Frequência (Hz)	$L_R$ (em dB, re 1 pW)	
	Metálica	"MAXTHERM #2000"
1250	69	64
1600	69	61
2000	67	62
2500	68	61
3150	65	55
4000	62	55
5000	64	53
6300	63	51
8000	60	49
10000	57	46
$L_{R,A}$ - Metálica		<b>78</b>
$L_{R,A}$ - "MAXTHERM #2000"		<b>72</b>

A repetibilidade das medições é estimada em  $\pm 1$  dB.

Na Figura 3 abaixo são apresentados os mesmos dados da Tabela 1, em forma gráfica.

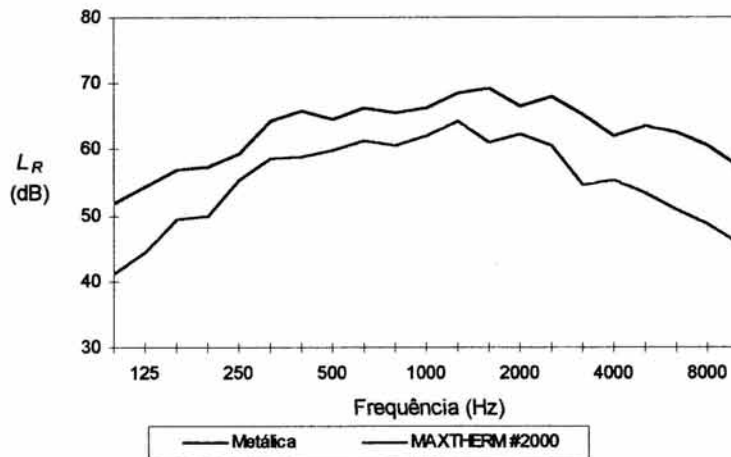


Figura 3: Nível de Potência Sonora de Impacto de Chuva por Área,  $L_R$

PJB

## 6. AVALIAÇÃO

A redução do Nível Ponderado de Potência Sonora de Impacto Chuva por Área ponderado em A,  $L_{R,A}$ , para o produto "MAXTHERM #2000" em relação à telha metálica, é de 6 dB, o que representa uma melhoria mediana.

A utilização do produto "MAXTHERM #2000" é indicada para casos em que os níveis de ruído excedem em uma pequena margem os níveis adequados para o conforto acústico e para a inteligibilidade da fala.

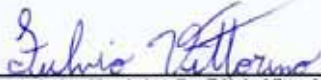
## 7. OBSERVAÇÕES

Os valores de  $L_R$  aqui apresentados tem validade somente para o telhado, montagem e instalações deste ensaio e não se aplicam necessariamente a outras condições. Também, o valor da melhoria obtida pelo uso do material é meramente indicativo do resultado que seria obtido em outra situação.

Relatório originalmente emitido em 02 de julho de 2003.

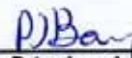
São Paulo, 29 de julho de 2003.

**DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL**  
Agrupamento de Componentes e Sistemas Construtivos



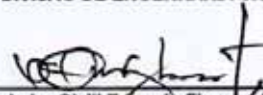
Engenheiro Mecânico Dr. Fúlvio Vittorino  
Chefe do Agrupamento  
CREA 177.763/D - RE 8261.0

**DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL**  
Agrupamento de Componentes e Sistemas Construtivos  
Laboratório de Acústica



Físico Peter Joseph Barry  
Responsável pelo Laboratório  
RE nº 1163.5

**DIVISÃO DE ENGENHARIA CIVIL**



Engenheiro Civil Eduardo Figueiredo Horta  
Ótor  
CREA-139.065/D - RE nº 4441.2

## EQUIPE TÉCNICA

- |                        |            |
|------------------------|------------|
| - José Paulo da Silva: | Técnico    |
| - Marcelo de Godoy:    | Engenheiro |
| - Paulo Carnio:        | Técnico    |
| - Peter Joseph Barry:  | Físico     |

### Apoio Administrativo

- |                   |            |
|-------------------|------------|
| - Roseli Moreira: | Secretária |
|-------------------|------------|

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. International Organization for Standardization, Standard ISO 3741 "Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms, International Organization for Standardization", Geneva, 1988.
2. Barry, P.J. "Measurement of noise generated by simulated rain on roofs", Anais XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Belo Horizonte, 2000.
3. International Organization for Standardization, Standard ISO 354 "Measurement of sound absorption in a reverberation room", Geneva, 1985.
4. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Norma NBR 5891 "Regras de arredondamento na numeração decimal", Rio de Janeiro, 1977.

# IPT

## Instituto de Pesquisas Tecnológicas

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT - nasceu de um núcleo agregado à Escola Politécnica de São Paulo. Esse núcleo, sob a denominação de Gabinete de Resistência dos Materiais, foi criado pelo Prof. Francisco de Paula Souza, em 1899. No início, os objetivos principais eram de servir de apoio ao ensino dessa Escola e desenvolver um programa de ensaios, visando determinar as principais características físicas, químicas e mecânicas dos materiais em uso corrente nas construções. Em 1931, sob orientação do Prof. Ary Torres, o Gabinete passou a denominar-se oficialmente Laboratório de Ensaios de Materiais. Esse novo nome simbolizava uma significativa reestruturação do antigo Gabinete, caracterizada pela ampliação e renovação do aparelhamento técnico, pelo aumento e seleção do pessoal, pela divisão de trabalho por seções especializadas e, como fator dos mais importantes, pela aplicação progressiva de tempo integral aos seus funcionários.

A rápida expansão das atividades do Laboratório justificou a sua transformação em Instituto de Pesquisas Tecnológicas, anexo à Escola Politécnica, em 1934, quando também foi fundada a Universidade de São Paulo.

O IPT começou, então, a criar novas áreas de capacitação tecnológica, desempenhando um papel sempre crescente em diversos campos: no desenvolvimento da pesquisa tecnológica, na formação de recursos humanos, na organização de um sistema de metrologia legal e de sistemas de padrões industriais, na criação e desenvolvimento de um centro de documentação tecnológica, no controle e proteção de marcas e patentes e na captação e difusão da informação tecnológica.

O desenvolvimento da industrialização brasileira, acelerado pela II Guerra Mundial, conduziu o País a realizar pesados investimentos em grandes obras como barragens e usinas hidrelétricas, rodovias, pontes, edifícios públicos, conjuntos habitacionais, etc.

Todo esse esforço exigiu ampla participação do IPT e sua transformação em entidade autárquica do Estado de São Paulo, em 1944, possibilitando dinamizar significativamente essa participação, mantendo sempre estreitos vínculos culturais com a Escola Politécnica e a Universidade de São Paulo.

Em resumo, a história do IPT tem como característica marcante um processo de desenvolvimento natural, quer de instalações como de recursos humanos. Cada fase de sua existência significou, antes de mais nada, um processo de acompanhamento do desenvolvimento do País.

Em 1976, o IPT passou a ser uma Empresa Pública com a denominação de Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT. Atualmente, os seus recursos instrumentais e humanos distribuem-se por treze Unidades Técnicas: Divisão de Engenharia Civil, Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas, Divisão de Geologia, Divisão de Mecânica e Eletricidade, Divisão de Metalurgia, Divisão de Produtos Florestais, Divisão de Química, Divisão de Tecnologia de Transportes, Divisão de Informática e Telecomunicações, Centro Tecnológico de Couros e Calçados, Centro de Informação Tecnológica, Centro de Certificação Técnica e Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

Av. Prof. Almeida Prado, 532 - Cidade Universitária - Butantã  
CEP 05508-901 - São Paulo - SP

ou Caixa Postal 0141- CEP 01064-970 - São Paulo - SP

Telefone (0\*\*11) 3767-4000 - [www.ipt.br](http://www.ipt.br)

Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC

Tels.: (0\*\*11) 3767-4126 e 3767-4456 - Fax (0\*\*11) 3767-4002 - [sac@ipt.br](mailto:sac@ipt.br)

Secretaria da Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico