

RELATÓRIO TÉCNICO Nº 97 129-205**MEDIÇÃO DE RUÍDO DE IMPACTO DE CHUVA EM TELHADOS****CENTRO TECNOLÓGICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL E
SUSTENTABILIDADE DOS EDIFÍCIOS****CLIENTE: TETRA PAK LTDA.****OUTUBRO/2007**

RESUMO

Neste trabalho foram realizadas medições comparativas dos níveis de ruído de impacto de chuva proporcionado pelo impacto de uma “chuva artificial” em três tipos de telhados, a saber, um composto por telhas metálicas trapezoidais (telhado T1), um composto por telhas onduladas de fibrocimento (telhado T2) e outro composto por telhas “telhas de polietileno/alumínio” (telhado T3). Para a realização do ensaio foram utilizados método e instalações desenvolvidos no IPT. Os telhados T2 e T3 apresentaram comportamentos semelhantes entre si, sendo que os valores do *Nível Ponderado de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado* obtidos para estes telhados foram, respectivamente, 11dB e 13dB menores do que aquele obtido para o telhado T1.

SUMÁRIO

| | Pag. |
|----------------------------------|------|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 MÉTODO E PROCEDIMENTOS | 1 |
| 3 INSTALAÇÕES | 2 |
| 4 INSTRUMENTAÇÃO | 4 |
| 5 TELHADOS ENSAIADOS | 4 |
| 6 RESULTADOS | 6 |
| 7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS | 8 |
| EQUIPE TÉCNICA | 8 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 9 |



RELATÓRIO TÉCNICO Nº 97 129-205**MEDIÇÃO DE RUÍDO DE IMPACTO DE CHUVA EM TELHADOS****1 INTRODUÇÃO**

Neste trabalho foram realizadas medições dos níveis de ruído provocado pelo impacto de chuva em três tipos de telhados, conforme descrito no item 5. Para realizar as medições foi utilizado um sistema de “chuva artificial”, desenvolvido pelo IPT. O serviço foi feito conforme orçamento CETAC/LCA 054/07 e aceite recebido em 17.04.2007.

2 MÉTODO E PROCEDIMENTOS

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 e, no recinto imediatamente abaixo deste telhado, realizar medições dos níveis de ruído provocado pelo impacto da “chuva”.

A partir desses valores de nível medidos e do tempo de reverberação do recinto, são determinados os valores do *Nível de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*⁽¹⁾, L_R , por faixas de frequências de terço de oitava. Posteriormente, esses valores são ponderados em um único resultado, o *Nível Ponderado de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*, $L_{R,A}$. Quanto menor é o valor do $L_{R,A}$, melhor é o desempenho acústico do telhado ensaiado.

Os valores de L_R , em dB referente a 1 pW, são dados pela seguinte equação:

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



na qual:

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

T = tempo de reverberação (s);

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

V = volume do recinto (m^3);

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

S = área total do recinto (piso, paredes e cobertura) (m^2);

λ = 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 (= $1m^2$);

No recinto, foram escolhidas quatro posições para o microfone e foi medido, em cada posição, o nível sonoro contínuo equivalente do ruído, durante trinta segundos, calculando-se, em seguida, o valor médio das leituras das quatro posições. O tempo de reverberação do recinto foi determinado pelo método do som interrompido conforme a norma ISO 354⁽²⁾.

As medições foram feitas nas faixas de terço de oitava, de 100 Hz a 10000 Hz.

Todos os procedimentos e cálculos foram desenvolvidos e realizados no IPT, com base na norma ISO 3741⁽³⁾.

3 INSTALAÇÕES

O ensaio foi feito utilizando-se instalações desenvolvidas no IPT especificamente para o ensaio de ruído de impacto de chuva em telhados⁽¹⁾. 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 é composto por um conjunto de tubos com furos de 1mm, instalados em uma altura média de aproximadamente 3,5m acima do telhado. O nível de precipitação correspondente ao “índice pluviométrico” é de aproximadamente 80mm/h, o que equivale a uma chuva de grande intensidade.

O recinto onde são realizadas as medições é uma câmara reverberante com volume de 38,5m³ e com área de piso de 12m².

Uma visão ilustrativa do sistema é apresentada na Figura 3.1, a seguir:

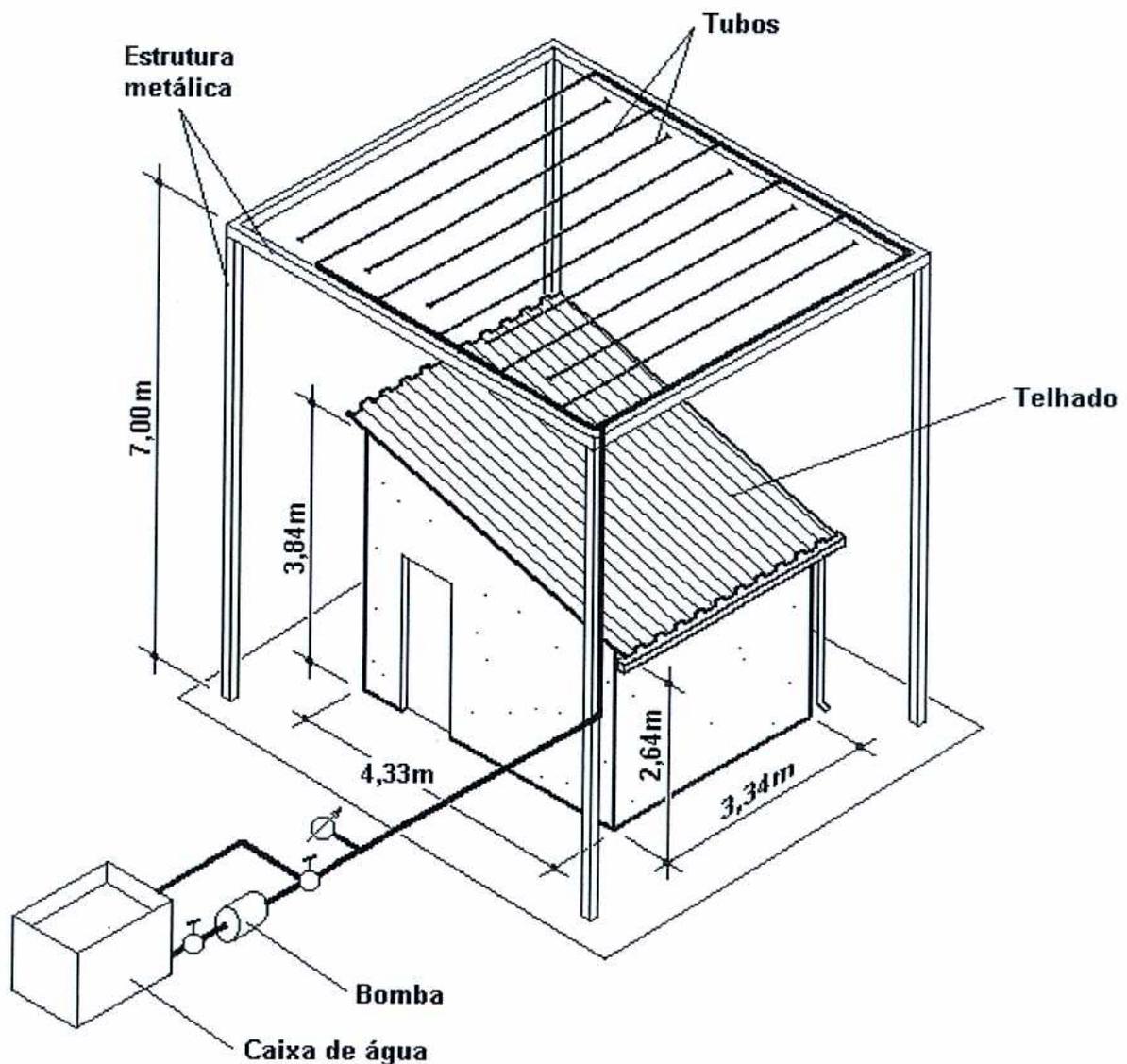


Figura 3.1: Esquema da instalação de ensaio.

O sistema de chuva e a câmara reverberante foram devidamente qualificados antes dos ensaios⁽¹⁾.



4 INSTRUMENTAÇÃO

Foram usados os seguintes equipamentos na medição:

- a) Medidor Integrador de Nível Sonoro SVANTEK modelo SVAN 949, Nº de Série: 9711; Certificado de Calibração: INMETRO DIMCI 0547/2007; calibração válida até 19.03.2009.
- b) Microfone Capacitivo SVANTEK; modelo SV22; Número de Série: 4011740. Certificado de Calibração: INMETRO DIMCI 0457/2007; calibração válida até 07.03.2009.
- c) Calibrador de Nível Sonoro SVANTEK, modelo SV30A; Número de Série 10510; Certificado de Calibração: INMETRO DIMCI 0532/2007; calibração válida até 14.03.2009.
- d) Termohigrômetro Almemo modelo 2390-3 - Número de Série H04020152, com sensor de temperatura e umidade Almemo modelo FH A646-1 - Número de Série 03040229; Certificado de Calibração: IPT-CMF-LMA Nº 62191-101; calibração válida até 25.11.2007.
- e) Instrumento universal de medição Almemo modelo 2390-3, Número de Série H04020152, com transdutor de pressão barométrica Almemo modelo FDA612-MA, Número de Série 04050259; Certificado de Calibração, INMETRO DIMCI 2020/2005; calibração válida até 09.11.2007.
- f) Amplificador de Potência - Brüel & Kjaer Tipo 2706; Número de Patrimônio 34279.
- g) Gerador de Ruído Aleatório - General Radio, modelo 1382; Número de Série: 1641.

5 TELHADOS ENSAIADOS

Os telhados ensaiados têm as seguintes características:

- T1 – telhado composto por telhas metálicas trapezoidais de aproximadamente 0,5mm de espessura, com dimensões aproximadas de 1090mm x 3560mm. Este telhado se encontrava previamente instalado e foi ensaiado a pedido do cliente. Na Foto 1 é apresentado um detalhe em que podem ser visualizados o perfil e a superfície da telha.



Foto 1: Perfil de uma telha que compõe o telhado T1.

T2 – telhado composto por telhas onduladas de fibrocimento de aproximadamente 5mm de espessura, com dimensões aproximadas de 1940mm x 2400mm. Este telhado foi montado pelo cliente. Na Foto 2 é apresentado um detalhe em que podem ser visualizados o perfil e a superfície da telha.



Foto 2: Perfil de uma telha que compõe o telhado T2.

T3 – telhado composto por “telhas de polietileno/alumínio” (“telhas produzidas a partir da reciclagem do polietileno/alumínio presentes nas embalagens Tetra Pak”) de aproximadamente 7mm de espessura, com dimensões aproximadas de 1940mm x 2200mm. Este telhado foi montado pelo cliente. Na Foto 3 é apresentado um detalhe em que podem ser visualizados o perfil e a superfície da telha.



Foto 3: Perfil de uma telha que compõe o telhado T3.

6 RESULTADOS

Na Tabela 6.1 e na Figura 6.1, são apresentados os valores do *Nível de Potência Sonora de Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*, L_R , por faixa de terço de oitava, proporcionados pelos três tipos de telhado, cujas características foram apresentadas no item 5. Apresenta-se também, como último item da tabela, o valor do *Nível Ponderado de Potência Sonora de Ruído de Impacto Chuva por Área de Telhado*, $L_{R,A}$.

Tabela 6.1: Valores de L_R obtidos para os telhados T1, T2 e T3

| Frequência do centro da banda de terço de oitava Hz | L_R em dB, referente a 1 pW | | |
|--|-------------------------------|-------------|-------------|
| | T1 | T2 | T3 |
| 100 | 49,9 | 42,5 | 44,6 |
| 125 | 52,0 | 46,2 | 46,7 |
| 160 | 53,1 | 45,0 | 45,0 |
| 200 | 55,3 | 45,4 | 45,2 |
| 250 | 56,3 | 45,5 | 45,0 |
| 315 | 57,5 | 47,1 | 46,0 |
| 400 | 59,6 | 49,0 | 46,5 |
| 500 | 60,8 | 50,9 | 47,5 |
| 630 | 62,0 | 52,3 | 48,2 |
| 800 | 61,3 | 53,4 | 50,6 |
| 1000 | 62,2 | 52,8 | 49,9 |
| 1250 | 62,8 | 51,7 | 49,1 |
| 1600 | 63,6 | 50,6 | 48,6 |
| 2000 | 62,7 | 49,4 | 47,9 |
| 2500 | 61,0 | 48,3 | 46,9 |
| 3150 | 60,8 | 47,5 | 47,5 |
| 4000 | 59,7 | 46,4 | 47,6 |
| 5000 | 55,6 | 44,1 | 44,7 |
| 6300 | 52,2 | 43,0 | 42,4 |
| 8000 | 49,8 | 42,4 | 40,5 |
| 10000 | 47,2 | 37,6 | 38,2 |
| $L_{R,A}$ em dB(A), referente a 1 pW | 72,4 | 61,1 | 59,2 |

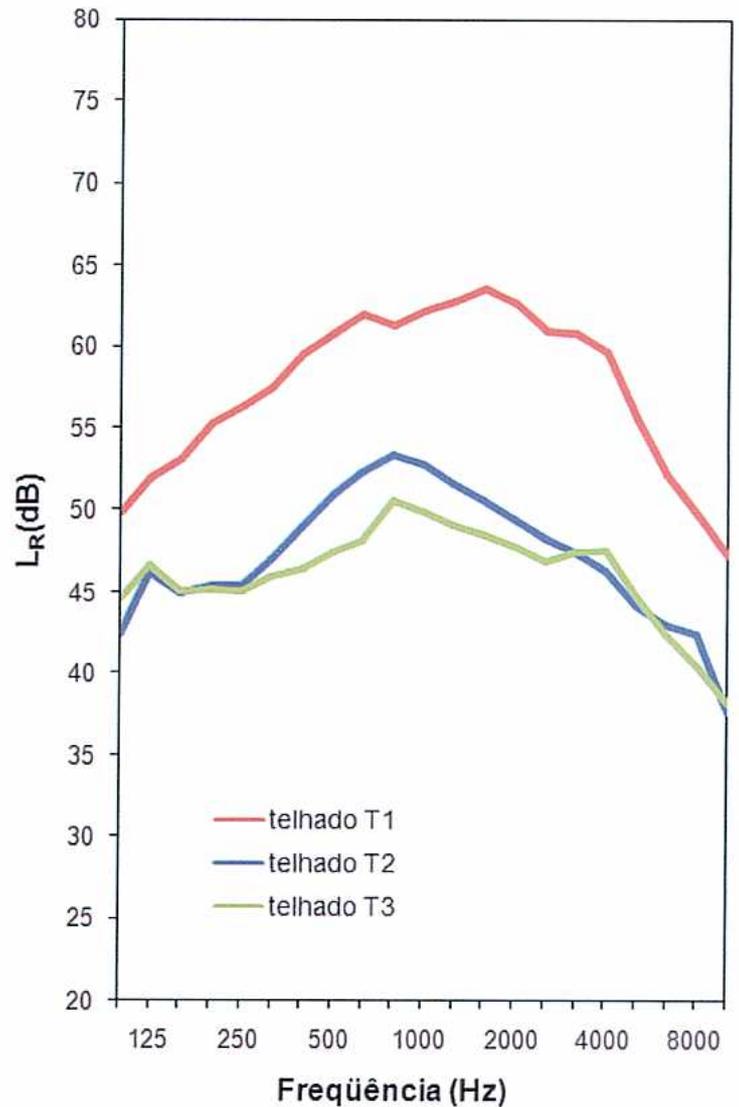


Figura 6.1: Valores de L_R , por faixa de terço de oitava, obtidos para os telhados T1, T2 e T3.



7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Observando-se os resultados apresentados na Tabela 6.1 e na Figura 6.1, verifica-se que o comportamento do telhado T2 é semelhante ao do telhado T3 em todas as faixas de frequências. Os valores do *Nível de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*, L_R , obtidos para o telhado T2 e para o telhado T3 são significativamente menores do que aqueles obtidos para o telhado T1, em todo o espectro.

Os valores do *Nível Ponderado de Potência Sonora do Ruído de Impacto de Chuva por Área de Telhado*, $L_{R,A}$, obtidos para os telhados T2 e T3 foram, respectivamente, 11dB e 13dB menores do que aquele obtido para o telhado T1. Portanto, dos três telhados ensaiados, o telhado T3 foi o que apresentou o melhor desempenho.

São Paulo, 15 de outubro de 2007.

CENTRO TECNOLÓGICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Laboratório de Conforto Ambiental e
Sustentabilidade dos Edifícios



Elaine Lemos Silva
Física

CENTRO TECNOLÓGICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO



Engº Civil Mestre José Carlos Tomina
Diretor do Centro
CREA nº 158.614/D - RE nº 1231.0

EQUIPE TÉCNICA

Centro Tecnológico do Ambiente Construído

Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios

Gerente do Projeto: Fúlvio Vittorino, Engenheiro Mecânico, Doutor

Elaine Lemos Silva – Física

José Paulo da Silva – Técnico

Mitsuo Yoshimoto – Físico

Paulo Carnio – Técnico

Apoio Administrativo: Vera Lúcia Assaiante de Souza – Secretária

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barry, P.J. "*Measurement of noise generated by simulated rain on roofs*", Anais XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Belo Horizonte, 2000.
2. International Organization for Standardization, Geneva, 2003: Standard ISO 354 "*Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room*".
3. International Organization for Standardization, Geneva, 1988: Standard ISO 3741 "*Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources - Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms*".