

POTENCIAL DAS SOBRAS DE PORONGOS DA FABRICAÇÃO DE CUIAS COMO ABSORVENTES SONOROS

Getúlio de Souza Picada (1); Jorge Luiz Pizzutti dos Santos (2); Marco Aurélio de Oliveira (3)

(1) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Prédio 30, Campus, Bairro Camobi – Santa Maria, RS CEP 97105-900, Telefone: 0xx55.220-8606, Fax: 0xx55.220-8772
e-mail: gpicada@ct.ufsm.br

(2) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Departamento de Estruturas e Construção Civil, Prédio 7, Campus, Bairro Camobi – Santa Maria, RS CEP 97105-900, Telefone: 0xx55.220-8144, Fax: 0xx55.220-8608
e-mail: lmcc@ct.ufsm.br

(3) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia Civil, Campus, Bairro Camobi – Santa Maria, RS CEP 97105-900, Telefone: 0xx55.220-88461, Fax: 0xx55.220-8608
e-mail: lata@ct.ufsm.br

RESUMO

Este trabalho demonstra o potencial das sobras de porongos utilizados na fabricação de cuias de chimarrão como material alternativo para a correção acústica de ambientes fechados. O aproveitamento destas sobras que são jogadas fora se enquadra com propostas de sustentabilidade: racionalização do uso da energia, respeito ao meio ambiente e utilização de recursos renováveis, entre outras. Através de ensaios normalizados na câmara reverberante do Laboratório de Termo-Acústica (LaTA) da UFSM, das várias composições e arranjos das *bundas* de porongo, verificou-se a capacidade absorvente de cada configuração e sua potencialidade estética. Foram ensaiadas configurações com as peças desemborcadas e emborcadas com e sem a vedação da boca com filme de PVC; emborcadas e elevadas a várias alturas; abocadas (boca contra boca) juntas ou com espaçador; encaixadas, uma menor emborcada dentro de outra maior; e coladas em chapas de compensado com várias composições de furos. Baseando-se nos gráficos dos resultados, conclui-se que as sobras de porongo comportam-se como ressonadores de Helmholtz, absorvendo baixas e médias frequências com excelente *performance* absorvente, dependendo da composição adotada, capacidade difusora para altas frequências e agradável efeito estético-decorativo.

ABSTRACT

The present thesis shows the potential of leftovers from calabashes, used in mate gourds manufacture, as an alternative material to indoor acoustic correction. (A mate gourd is a container where the mate, a hot sugarless drink made of mate leaves, is made and served.) The use of calabash leftovers, which are thrown away, fits into the sustainability approach: energy rationalization, environment respect, renewable resources, among others. Through normative tests held in the reverberation chamber of the thermo-acoustic laboratory of UFSM, from the various compositions and arrangements of the bottom part of calabashes, it was possible to verify the absorbing capacity of each arrangement and its aesthetic potential. Several tests were carried out displaying the sets of calabash leftovers in various positions: upside down and vice-versa, with and without plastic wrapping foil; upside down and slightly raised to different heights; sets of two pieces of calabashes with and without space between them; encased, a smaller piece upside down inside a larger one; glued on sheets of plywood with

several combinations of holes. Based on the result graphics, it has been concluded that calabash leftovers work as Helmholtz resonators, absorbing low and medium frequencies with excellent absorbing *performance*, depending on the used composition, diffusion capacity for high frequencies and pleasing aesthetic-decorative effect.

1. INTRODUÇÃO

O homem moderno passa a maior parte do seu tempo confinado em “recintos fechados” e submetido aos mais variados níveis de pressão sonora (NPS) que, dependendo das circunstâncias, podem lhe causar desconforto e até lesões.

Na ausência de tratamento acústico, reduz-se a inteligibilidade em locais onde há intensa conversação em grupos separados, como em restaurantes ou festas ou o mascaramento do som em salas de aulas, conferências, concertos, etc.

Situações semelhantes de desconforto acústico ocorrem também em locais de trabalho, como oficinas e fábricas, que operam com equipamentos e máquinas que produzem ruídos que podem comprometer a saúde das pessoas a eles expostas.

Assim, “a adição de absorção num ambiente melhora suas características acústicas internas, tais como redução da reverberação e aumento da inteligibilidade, que são fatores ligados à qualidade do som e sua distribuição em salas” (GERGES, 1992, p. 282).

A correção acústica de uma sala permite resolver, principalmente, dois problemas:

- obter um ambiente sonoro agradável, ajustando o tempo de reverberação da sala à sua utilização, e
- reduzir o nível sonoro devido a fontes de ruídos incômodos, para aliviar as pessoas que se encontram na sala. (MEISSER, 1973, p. 55)

O elevado custo de materiais acústicos industrializados tem inviabilizado projetos de correção acústica de ambientes e induzido o Laboratório de Termo-Acústica da UFSM – LaTA a desenvolver pesquisas com materiais alternativos com potencial para absorção sonora.

Como cultuadores das tradições gaúchas, apreciadores do chimarrão e freqüentadores assíduos de fábricas de cuias em Camobi, tivemos nossa atenção voltada para o aproveitamento das sobras dos porongos utilizados na fabricação de cuias.

Da sua forma e textura, a indagação:

- Não teriam, porventura, potencial como absorventes sonoros?

1.1 Objetivos

Investigar o potencial da parte posterior dos porongos utilizados na fabricação de cuias, como absorvente acústico para a correção sonora de ambientes fechados, e com isto:

- Determinar as freqüências com melhor *performance* na redução do “tempo de reverberação” e apresentar a potencialidade estética das alternativas de configurações com seus respectivos desempenhos como absorventes sonoros.
- Motivar técnicos e indústrias da área da correção acústica a investirem no aproveitamento de um material ecológico, de baixo custo e com tendência de crescimento (cultura do porongo e fabricação de cuias).

1.2 Justificativas

A cultura do porongo vem se destacando como uma alternativa viável para as pequenas propriedades, devido a sua adaptação às condições de solo, pouca exigência em máquinas especializadas e seu baixo custo de produção. Na região de Santa Maria e Vicente Dutra (RS), o porongo já se confirma como uma importante cultura (BISOGNIN, 1996).

O fruto do porongo, ou simplesmente porongo, utilizado na fabricação de cuias tem um formato característico: uma parte anterior ou cabeça, da qual se faz a cuia, e uma parte posterior (conhecida por *bunda* do porongo entre os fabricantes de cuias) que é jogada fora. É sobra, rejeito.

Estas sobras são amontoadas aos milhares, próximas aos locais onde são serrados os porongos ou, na seqüência do processo, transportadas para locais afastados de moradias e abandonadas, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 – Sobras de porongos amontoadas e abandonadas no campo.

Ao direcionar a atenção para este material, e à medida que aumenta o conhecimento a seu respeito, constata-se que, além de ser ecologicamente correto o seu aproveitamento, abrem-se outras perspectivas econômicas na cultura do porongo. Não só pela mão-de-obra adicional, necessária na limpeza e preparação das peças, então jogadas fora, como também, pelo aproveitamento daqueles frutos descartados cujas cabeças são impróprias para cuias.

A demonstração do potencial das *bundas* de porongo como material alternativo para correção acústica, objeto deste trabalho, se enquadra perfeitamente com a proposta de sociedades auto-sustentáveis, cujos grandes desafios são a racionalização do uso da energia, o respeito ao meio ambiente e a utilização de recursos renováveis nos processos de industrialização.

O trabalho propõe também dar uma destinação mais nobre a um material que, embora rejeito num processo, não é considerado lixo nem poluente e, como adubo, pouco aproveitado.

Além de economicamente ser um material de baixo custo, as *bundas* de porongo têm na forma, cor e textura, elementos aguçadores da criatividade de arquitetos e outros técnicos envolvidos no trato das questões acústicas.

2. METODOLOGIA

A metodologia adotada constou da aquisição de duas mil e quinhentas (2500) *bundas* de porongo e de outros materiais e componentes necessários para o desenvolvimento do experimento; classificação, seleção e tratamento das peças e montagem dos arranjos para as alternativas de ensaios; realização de ensaios laboratoriais no Laboratório de Termoacústica da Universidade Federal de Santa Maria (LaTA), de acordo com os procedimentos especificados pela norma internacional ISO-354, Acústica – Determinação da absorção sonora em câmaras reverberantes.

2.1 Preparação e Montagem dos Arranjos

O processo de elevação das peças “emborcadas” foi resultado da aplicação de pregos gabaritados em suas bordas como “tripés”. Uma peça menor emborcada dentro de outra maior, gerou a composição “abocadas encaixadas” e atilhos de borracha (borrachinhas de dinheiro) foram o elemento mantenedor do arranjo “abocadas com e sem espaçador” (boca contra boca sem a rebarba do corte). Como uma das montagens a ser ensaiada seria a de peças coladas sobre chapa de madeira (Figura 7), tomou-se esta como referência para a definição da área de amostra e a respectiva quantidade de peças. Assim, com nove chapas de compensado marítimo nas dimensões de 1,10x1,10m, formou-se uma área de 10,89m²,

correspondente a um quadrado com 3,30m de lado. Cada chapa comportando 56 unidades (8 filas de 7 unidades), totalizando-se 504 unidades, que foi a quantidade de peças (ou conjuntos) adotada em todos os ensaios.

2.2 Grupos de Ensaios

De acordo com o posicionamento das peças na área de amostra e, em função dos arranjos e tratamentos, pode-se classificar os ensaios em quatro grupos, excetuando-se os dos porongos inteiros:

A – Desemborcadas (de boca para cima)

- A-1 – Sem película; A-2 – Com película.

B – Emborcadas

- B-1 – Sem película; B-2 – Com película; B-3 – Elevadas a 1,5mm (com rebarba); B-4 – Elevadas a 5,0mm; B-5 – Elevadas a 10,0mm; B-6 – Elevadas a 20,0mm.

C – Abocadas

- C-1 – Encaixadas; C-2 – Sem espaçador; C-3 – Com espaçador.

D – Coladas em painéis

D-1 – Sem furos; D-2 – 1 furo de 2,5mm; D-3 – 1 furo de 5,0mm; D-4 – 1 furo de 10mm; D-5 – 2 furos (1 de 5,0mm e 1 de 10,0mm); D-6 – 3 furos (2 de 5,0mm e 1 de 10mm); D-7 – 4 furos (3 de 5,0mm e 1 de 10mm); D-8 – 3 furos de 5mm; D-9 – 1 furo de 15mm; D-10 – 1 furo de 20mm.

3. RESULTADOS

Dos ensaios realizados, cujos resultados geraram gráficos comparativos de *performances* entre as diversas composições e grupos de ensaios, destacam-se para este artigo apenas os mais representativos da capacidade absorvente das *bundas* de porongo, como ressonadores.

- As peças “emborcadas elevadas” (Figura 2) têm um comportamento absorvente em função desta elevação, conforme pode ser observado no gráfico da Figura 3, onde o melhor desempenho ($0,7\alpha_s$ em 250Hz) corresponde a de 1,5mm.



Figura 2 – Peças emborcadas elevadas.

À medida que se elevam as peças, reduz-se o coeficiente de absorção com o aumento da frequência de ressonância, confirmando a relação direta desta com a área de entrada do ar nos ressonadores, conforme a clássica fórmula de Helmholtz.

- As peças abocadas, se observadas no gráfico como um grupo ou família de ressonadores (Figura 4), absorvem praticamente ao longo de todo o espectro ensaiado.

Destacam-se nestes arranjos: - a manutenção da absorção das encaixadas (C-1) entre 315 e 630 Hz e, entre 2000 e 4000 Hz; - a melhor *performance* em baixas frequências (100 a 200 Hz) de todo o experimento das sem espaçador (C-2); - e o coeficiente de absorção mais elevado de todos os ensaios ($0,76\alpha_s$ em 250 Hz) das com espaçador (C-3), cujas configurações podem ser observadas nas fotos da Figura 5.

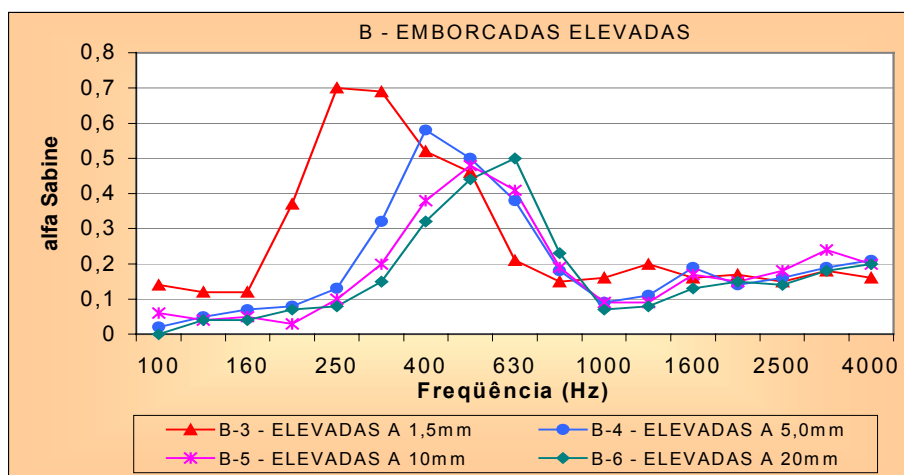


Figura 3 - Gráfico do desempenho das peças emborcadas elevadas.

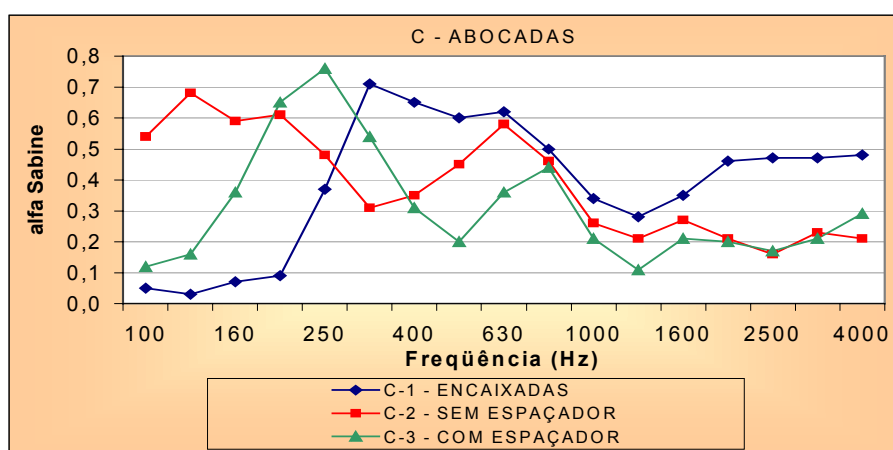


Figura 4 – Gráfico do desempenho das peças abocadas.

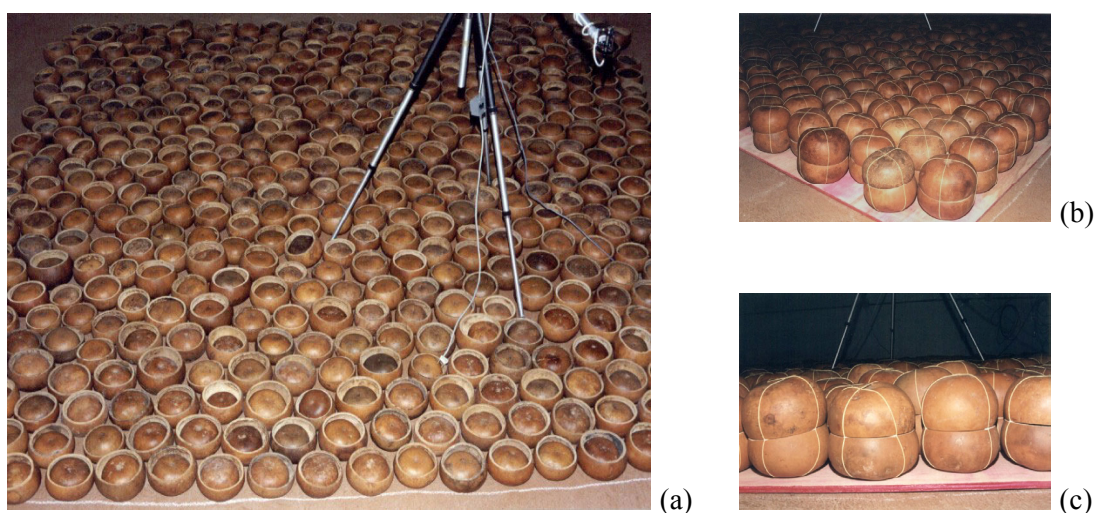


Figura 5 – Peças abocadas dispostas para o ensaio na câmara reverberante: a) encaixadas (C-1); b) sem espaçador (C-2) e c) com espaçador (C-3).

- As *bundas* de porongo coladas em chapas de compensado formando painéis (Figura 6), apresentam alguma resposta como absorventes sonoros somente a partir da furação de 10mm. Sem furos, com

um furo de 2,5mm e com um furo de 5mm, os comportamentos são praticamente nulos nas frequências medidas, como se pode observar no gráfico da Figura 8. A partir do furo de 10mm e das demais conjugações de furos, as peças reagem como o ressonador de Helmholtz, porém até 250 Hz, o que é motivador enquanto especulação científica, já que as baixas frequências são as de mais difícil absorção.



Figura 6 – Peças coladas em painéis com configurações de furos.

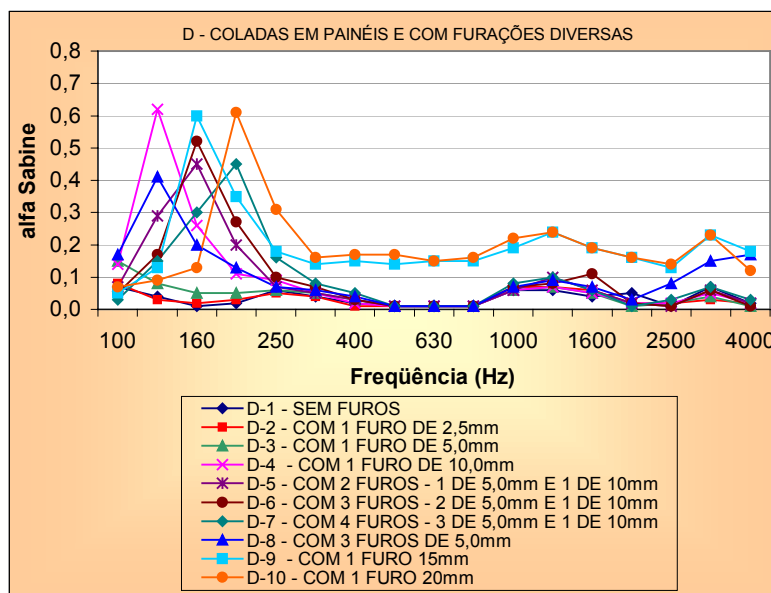


Figura 7 – Gráfico do desempenho das peças coladas em painéis e com furações diversas.

Os melhores desempenhos ocorrem com apenas um furo em cada peça. Com um furo de 10,0mm, em 125 Hz o coeficiente de absorção atinge 0,62 alfa Sabine; com 15,0mm, um alfa Sabine de 0,60 em 160 Hz e, com 20mm, em 200 Hz o alfa Sabine é de 0,61. Aqui também se confirma, experimentalmente, no gráfico da Figura 8, o que a fórmula do ressonador expressa. Ou seja, aumenta a frequência de ressonância à medida que cresce o furo por onde penetra o som, enquanto o volume interno das peças se mantém constante.

Embora comparações com outros materiais não seja objetivo do trabalho, a título de ilustração, ao se comparar alguns dos resultados mais expressivos do experimento, com os coeficientes de absorção sonora de alguns dos conhecidos produtos “SONEX” fabricados pela ILLBRUCK (2003), reafirma-se o potencial absorvente das *bundas* de porongo nas baixas frequências. Na Figura 9 observa-se a comparação entre o desempenho de alguns arranjos do experimento e algumas versões do citado produto disponível no mercado.

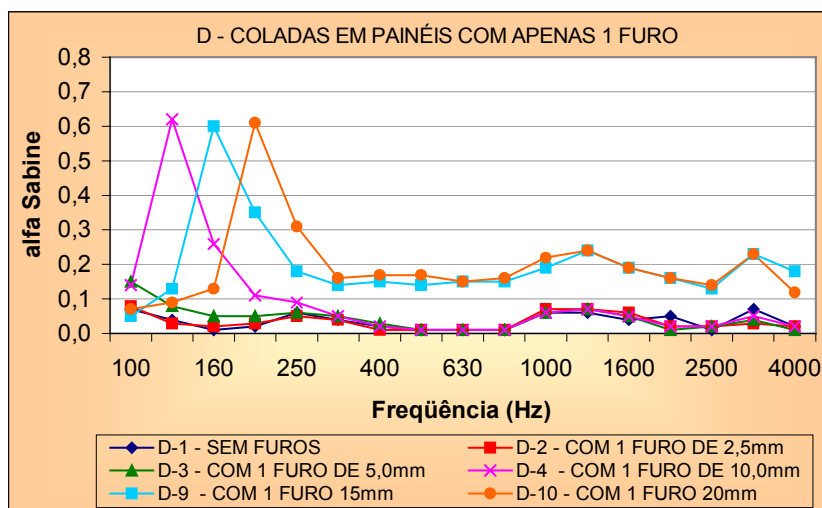


Figura 8 – Gráfico do desempenho das peças coladas em painéis com apenas 1 furo de tamanhos variados.

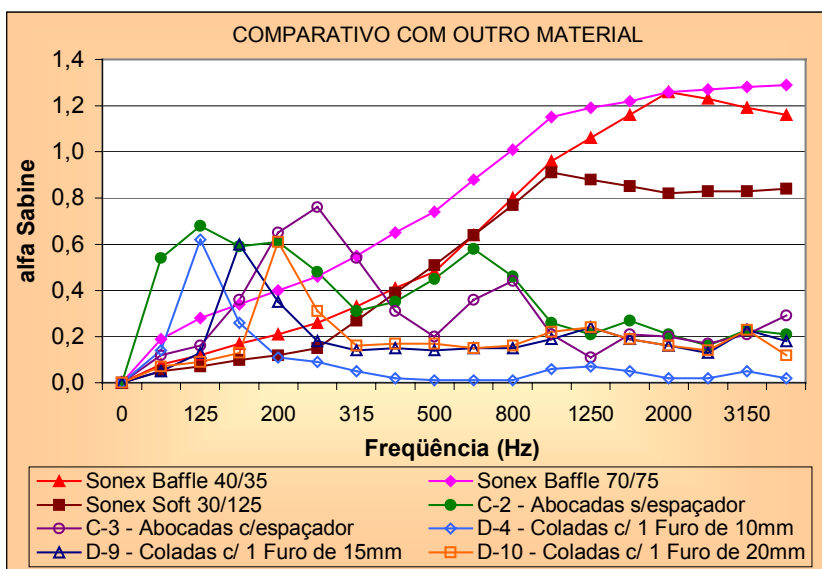


Figura 9 – Gráfico comparativo entre o desempenho de alguns arranjos do experimento e algumas versões de produtos disponíveis no mercado.

4. CONCLUSÕES

Analisando-se os resultados, conclui-se que as sobras de porongos da fabricação de cuias comportam-se como ressonadores de Helmholtz, capazes de absorverem freqüências baixas e até mesmo médias, dependendo do tipo de composição adotada.

Relativamente às peças emborcadas e elevadas, cuja capacidade absorvente varia em função do quanto estão elevadas, pode-se concluir que é possível “calibrar” a altura (afastamento) em função das freqüências que se pretende corrigir. Como no ensaio desta configuração as peças foram simplesmente apoiadas sobre o piso da câmara reverberante, um outro tipo de fixação deverá ser buscado para viabilizar sua aplicação em paredes e/ou tetos. Isto oportunizará também, como nos outros arranjos, o aproveitamento da característica de grande difusor acústico para as altas freqüências, própria da forma das *bundas* de porongo.

As peças abocadas encaixadas apresentam um dos mais elevados coeficientes de absorção e amplitude em baixas freqüências e até uma razoável absorção em altas freqüências. Apesar deste desempenho e do agradável efeito visual resultante do contraste de forma, cor e textura de uma peça emborcada dentro de

outra, este arranjo é o de mais difícil implementação, tendo em vista a disposição do arranjo em outra situação, que não a de um plano horizontal como a do piso da câmara reverberante.

Quanto às peças abocadas com e sem espaçador, por possuírem o dobro do volume interno dos outros arranjos, apresentam, em determinadas frequências, os maiores coeficientes de absorção de todo o experimento. Este tipo de arranjo, cujos atilhos certamente, terão de dar lugar a outros materiais no processo de montagem, oportunizando-se novos trabalhos, pode gerar um dinâmico efeito visual se utilizado na forma de móbile.

As peças furadas e coladas em chapas de compensado formando painéis funcionam como o clássico ressonador de Helmholtz, tendo sua frequência e valor de alfa Sabine, variando em função da bitola e do número de furos. Este tipo de arranjo é o de mais fácil e rápida execução pois, selecionada a frequência a ser tratada, formam-se painéis com o volume e a área de furo, determinados pela fórmula tradicional. As peças podem ser coladas diretamente nas superfícies a serem tratadas com liberdade de desenhos ou composições, ou também fixadas em painéis transportáveis ou em elementos tridimensionais.

Como se trabalhou com as peças em condições naturais, apenas com a mesma limpeza convencional das cuias, o uso da cor, brilho e efeitos de luz e sombra podem criar infinitas alternativas de aplicação com todas as configurações.

Com alguma limitação para as peças abocadas, as demais configurações das *bundas* de porongo como ressonadores, podem compor absorventes conjugados, aplicando-as, por exemplo, sobre superfícies porosas ou fibrosas ou, ainda, sobre painéis vibrantes, entre outros, oportunizando, inclusive, novos experimentos.

O material estudado, por ser um produto natural e, em virtude de sua constituição lenhosa, necessitará de tratamentos específicos para protegê-lo não só do ataque de insetos, como também do fogo e da decomposição, conferindo-lhe de certa forma, uma durabilidade semelhante a das madeiras usuais em estruturas de “forros” e “telhados” da construção civil.

Ao se demonstrar o potencial das *bundas* de porongos utilizados na fabricação de cuias de chimarrão como absorventes sonoros, bem como ao se apresentar a potencialidade estética de suas diversas configurações, atinge-se o objetivo de aproveitar um rejeito abundante na região, enquadrado com os novos conceitos de sustentabilidade. E contribui-se, desta forma, para o desenvolvimento de alternativas de baixo custo para a correção acústica de ambientes fechados, motivando profissionais e empresas da área a investirem neste material, não só em novas pesquisas, mas também na implementação de sua utilização.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, E. *Construction – Como funciona un edificio – Principios elementales*. Barcelona: Gustavo Gili, 1997. 290p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Acústica – Medição da absorção sonora em câmaras reverberantes – Método de ensaio: Projeto nº 02:135:01-002*. Rio de Janeiro, 1999. 15p.
- BISOGNIN, D. A. (1996) *Cultura do Porongo*, UFSM - Informe Técnico, CCR, Santa Maria, nº 2. 7p.
- CARVALHO, B. *Acústica aplicada à arquitetura*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1967. 101 p.
- DE MARCO, C. S. *Elementos de acústica arquitetônica*. São Paulo: Noel, 1986. 129p.
- GERGES, S. N. Y. (1992) *Ruído: fundamentos e controle*, S. N. Y. Gerges. Florianópolis. 600 p.
- MEISSER, M. (1973) *Acústica de los edificios*, Técnicos Asociados, Barcelona. 253p.
- MÉNDEZ, A., STORNINI, A. J., SALAZAR, E. B. et al. *Acustica arquitectonica*. Buenos Aires: UMSA, 1991. 238 p.
- PICADA, G. S. *Potencial das sobras de porongos da fabricação de cuias como absorventes sonoros*. 2002. 170f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- SILVA, P. *Acústica arquitetônica & condicionamento de ar*. Belo Horizonte: EDTAL, 1997. 277 p.
- ILLBRUCK. *Sonex*. Disponível em: <http://www.illbruck.com.br/produtos.htm>. Acesso em: 09 jun. 2003.