

CARACTERÍSTICAS DO ESPAÇO SONORO EM PÁTIOS INTERNOS

REIS-ALVES, Luiz Augusto dos (1) (2); PORTO, Maria Maia (1) (3); NIEMEYER, Maria Lygia Alves de (1) (4)

(1) Programa de Pós-graduação em Arquitetura – UFRJ/FAU/PROARQ

(2) Arquiteto e Urbanista M.Sc., pesquisador do PROARQ/FAU/UFRJ, reis_alves@yahoo.com.br

(3) Arquiteta D.Sc., Prof. Adjunto FAU/UFRJ, mariamaia@proarq.ufrj.br

(4) Arquiteta M.Sc., pesquisadora do PROARQ/FAU/UFRJ, lygia_n@terra.com.br

RESUMO

Este artigo é parte de uma dissertação de mestrado em que foram abordadas as interfaces das três áreas de conforto (higrotermia, visual e acústica) nos pátios internos, na tentativa de adequá-la às necessidades bioclimáticas impostas pelo clima tropical quente-úmido. A importância da utilização dos pátios internos, objetivando a proteção dos ambientes para eles voltados, com relação aos ruídos externos ao edifício é destacada neste trabalho. O pátio interno possui características acústicas particulares; configurando assim um espaço com ambiência sonora própria. Porém, fatores como, forma, dimensões, materiais de revestimento e inclusive as atividades a serem nele desenvolvidas, modificarão a qualidade do ruído percebido por seus usuários. O objetivo principal deste trabalho é propor soluções arquitetônicas para o clima tropical quente-úmido, interagindo com requisitos exigidos pelas outras áreas de conforto ambiental (visual e higrotérmico), projeto arquitetônico e paisagismo.

ABSTRACT

This article is part of a MSc. Dissertation dealing with interfaces of three comfort's areas (hygrothermal, visual and acoustic) in the open courtyard, for adapting it to the tropical hot-humid climate's necessities. The importance of utilization of the open courtyards is to keep out the ambients from the external noise. The open courtyard has own acoustic characteristics, so it is a space with a particular acoustical environment. But, factors like shape, dimensions, materials' general properties and the activities to be done, will modify the quality of the noise noticed by for the building occupants. The aim of this study is to develop architectural concepts for the tropical hot-humid climate, interacting with the requirements of the others comfort's areas (visual and hygrothermal), architectural project and landscaping.

1. INTRODUÇÃO

O pátio, como espaço de proteção acústica, possibilita ao homem simultaneamente estar ao ar livre e proteger-se contra as fontes de ruído externo, notadamente o ruído de tráfego. Embora o ruído produzido por diversas atividades (discotecas, indústrias, academias de ginástica) possa ser incômodo, é no tráfego de veículos que estão concentradas as queixas quanto à poluição sonora. Nas grandes cidades, cerca de 80% da energia acústica total provém da circulação de veículos automotores (CETUR, 1981).¹

¹ Este dado refere-se particularmente às cidades européias; contudo, de uma forma genérica, pode ser aplicado ao caso do Brasil.

Os povos de regiões tropicais costumam passar grande parte do dia ao ar livre e/ou em contato direto com a natureza; as atividades ao ar livre são freqüentes e desenvolvidas ao longo de todo o ano (FROTA & SCHIFFER, 1998). Nos trópicos, o homem está exposto ao ruído por períodos muito maiores que em climas temperados e frios. Todavia, as diretrizes de conforto higrotérmico no tropical quente-úmido induzirão à ‘abertura’ da edificação (MASCARÓ, 1989; KOENIGSBERGER *et al*, 1977) e, conseqüentemente, à permeabilidade ao ruído externo. Neste clima, os edifícios não são capazes de conciliar boas condições de isolamento acústico com as necessidades específicas de conforto higrotérmico por meios de climatização passiva, se comparados com os do quente-seco, o que nos indica o emprego de outras formas de controle do alcance de ruídos externos ao interior dos edifícios (NIEMEYER, 1998).

2. CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO QUANTO À FORMA E DIMENSÕES

O pátio interno pode ser caracterizado como um espaço acústico semi-fechado. Nele é estabelecido um campo sonoro parcialmente difuso, onde a onda sonora é refletida pelos fechamentos laterais e inferior várias vezes até a perda de sua energia ou que encontre um ângulo de escape (aberturas nos fechamentos laterais e/ou céu).

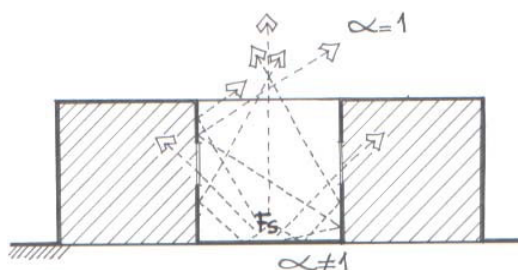
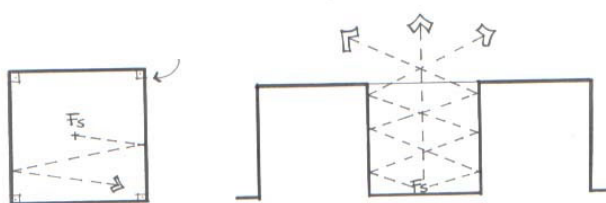
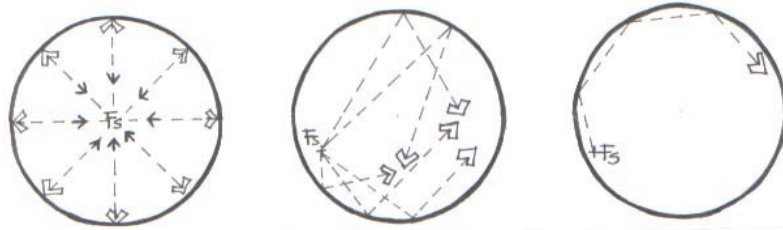


Figura 1: Campo sonoro do pátio. (Fs – Fonte sonora; alfa – Coeficiente de absorção acústica)

Em acústica, a forma tem um papel importante no tocante ao comportamento acústico do espaço. Tomemos como exemplo as formas mais empregadas na concepção do espaço do pátio, o quadrado ou retângulo (forma ortogonal) e o círculo. O quadrado, por apresentar ângulos retos, favorecerá, junto aos cantos/arestas internas, a concentração do som, tornando o ambiente acusticamente desagradável. Já o círculo tende a concentrar o som em seu centro, gerando o foco. Tais concentrações de energia fazem com que haja a superposição das ondas sonoras, sendo responsáveis pelo reforço do som em alguns pontos e em outros o enfraquecimento do mesmo. Tanto os pontos onde há excesso de intensidade sonora como aqueles onde há falta (pontos surdos) são prejudiciais à boa audição dos ambientes (SILVA, 1971).

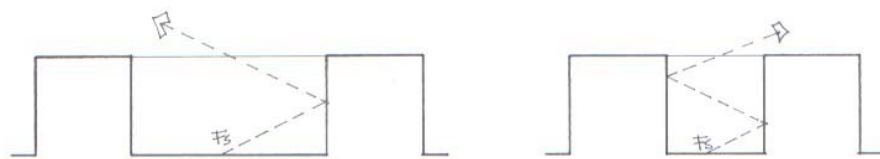


Figuras 2 e 3: O pátio quadrado, em planta e em corte, e as reflexões sobre as paredes laterais. (Fs – Fonte sonora; alfa – Coeficiente de absorção acústica)



Figuras 4, 5 e 6: O pátio circular e as reflexões sobre as paredes laterais.
(Fs – Fonte sonora; alfa – Coeficiente de absorção acústica)

Quanto às dimensões quanto maior for a altura do edifício que circunda o pátio, melhor será a proteção oferecida em relação ao ruído externo. Porém, à medida em que a altura do pátio cresce, sua largura também deve aumentar; caso contrário, será produzido um campo sonoro reverberante.

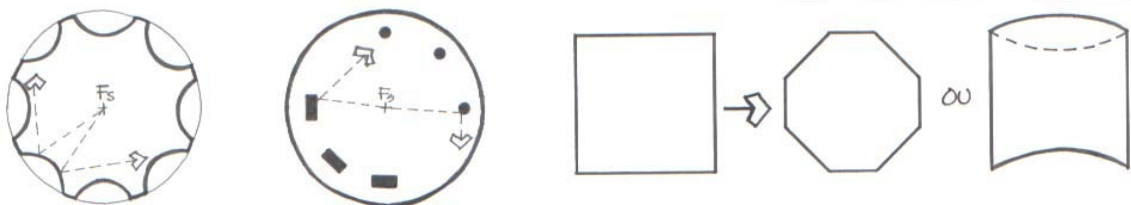


Figuras 7 e 8: Proporção altura do edifício/largura do pátio.
(Fs – Fonte sonora; alfa – Coeficiente de absorção acústica)

3. ELEMENTOS DE COMPOSIÇÃO

Podemos ainda utilizar elementos de composição como barreiras acústicas, escalonamento da forma, espaços de transição e hierarquização de usos, a fim de compor acusticamente o universo do pátio.

No caso da forma do pátio, o emprego de formas não-paralelas, com ângulos internos maiores que 90° , como o pentágono, hexágono etc., no que tangem à acústica, apresentam bom desempenho, pois evitam a concentração do som. Porém, nem sempre tais formas são as mais adequadas para o traçado do pátio. A adição de elementos como planos, pilares (de seções quadradas, retangulares, circulares etc.), criação de espaços de transição (varanda, por exemplo) entre o pátio e a edificação, etc., e emprego de materiais com índices satisfatórios de absorção sonora (grama e o saibro, por exemplo) amenizarão os problemas acústicos.



Figuras 9 e 10: Adição de elementos. Figuras 11, 12 e 13: Junção de formas.
(Fs – Fonte sonora; alfa – Coeficiente de absorção acústica)

Jardineiras, peitoris de sacadas, varandas podem ser úteis promovendo a difração e a difusão do som. Tais elementos devem ser executados em materiais pesados (princípio do isolamento) e não apresentarem frestas (elementos vazados), caso contrário não terão a mesma eficiência (NIEMEYER, 1998). Porém, elementos fechados podem significar barreira à ventilação natural, especialmente se o usuário estiver sentado próximo a ele, o que torna prejudicial no quente-úmido. Pode-se adotar a

combinação de um elemento parcialmente fechado e vazado. É evidente que em relação à acústica, principalmente se for usado voltado para o exterior, tal elemento não terá a mesma eficiência. Mas se usado no pátio, dependendo das funções ocorridas ali, não haverá problemas acústicos graves. Cabe aqui reforçar que cada caso deve ser analisado separadamente, onde as necessidades particulares deverão ser ponderadas (conforto higrotérmico X conforto acústico). Se ainda o nível do pátio for rebaixado em relação ao nível da edificação, o efeito barreira se mostrará mais eficiente, além de proteger a edificação da umidade do solo excessiva no quente-úmido (REIS-ALVES, 2003).

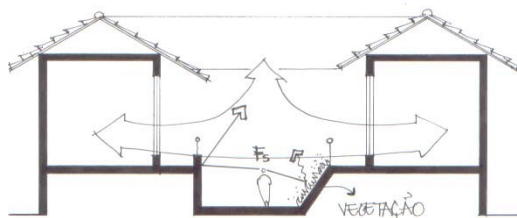


Figura 14: Integração entre os confortos higrotérmico e acústico no pátio, através do efeito barreira.

Semelhante ao princípio da barreira acústica, um pavimento pode ser utilizado como proteção ao seu imediatamente superior (escalonamento). Com um simples recuo ou avanço de uma das paredes de um pavimento, consegue-se a difração das ondas sonoras. Já os espaços de transição (varandas, arcadas, pórticos, escadas externas, etc.), dotados de ambiência sonora própria, não representam um corte brusco na propagação sonora. Eles atuam como uma espécie de filtro por onde o ruído passa sendo progressivamente atenuado. No caso do pátio e do ruído gerado nele, o uso desses elementos de transição acrescenta a ele uma espécie de duas fachadas separadas por um espaço intermediário. Essa quantidade de obstáculos favorece a um bom desempenho acústico, sendo por vezes desnecessário o uso de materiais pesados.



Figuras 15 e 16: Princípio do escalonamento e espaços de transição, respectivamente, no pátio. (Fs – Fonte sonora; α – Coeficiente de absorção acústica)

Em relação ao ruído externo, as edificações do quente-seco são mais privilegiadas acusticamente do que as do quente-úmido por apresentarem grande lei de massa nos seus fechamentos externos (alvenarias espessas e pesadas). Porém, o pátio e seus ambientes são protegidos do ruído externo não somente pelo fechamento da fachada em si, mas sim por todo o corpo do edifício, seja ele no quente-seco ou quente-úmido.

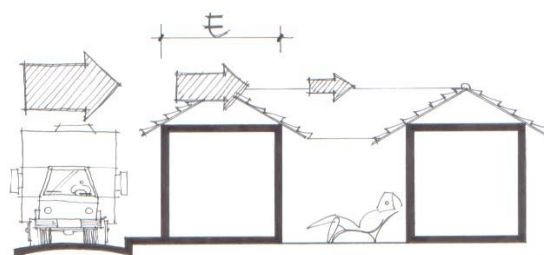


Figura 17: O espaço do pátio acusticamente protegido dos ruídos externos.

Hierarquizar o uso dos espaços de forma a localizar os mais sensíveis ao ruído afastados da fonte sonora é uma das muitas estratégias básicas da acústica. Espaços de transição e espaços menos sensíveis (escadas, circulações, banheiros etc.) podem estar mais expostos à fonte. Porém, tal atitude deve considerar não somente o aspecto acústico. Ao optar pelo partido da edificação com pátio, é do desejo do arquiteto, ou assim espera-se, que o máximo de espaços usufruam do microclima criado pelo pátio. Tal procedimento (hierarquização de uso) deve ser bem avaliado.

4. FECHAMENTOS

Os fechamentos compreendem tanto os elementos completamente fechados (paredes), parcial (cobogós, venezianas), quanto os móveis (esquadrias) que ora se apresentam fechados ora vazados. É através deles que o som se propaga para os ambientes adjacentes, por transmissão, reflexão e/ou difração.

Os elementos fechados tendem a isolar, de acordo com as características do material que compõe o fechamento, os ambientes contíguos. Um importante conceito que está diretamente ligado ao de isolamento acústico é a Lei de Massa (espessura por unidade de área). Quanto mais pesado for o elemento mais isolante será. Os parcialmente fechados como cobogós, peitoris abertos etc, permitem que o som, no caso o proveniente do pátio, ingresse diretamente na edificação, e também por difração. Contudo, tais elementos construtivos permeáveis são de extrema importância no quente-úmido, uma vez que não impedem a circulação dos ventos. Os elementos móveis (esquadrias), podem ser considerados o ponto fraco da edificação: é por onde o ruído externo ingressa. Tendo várias funções a desempenhar, sobretudo climáticas, as esquadrias podem apresentar dimensões, formatos, materiais e sistemas de abertura e vedações muito variados. Sua escolha deve ser extremamente ponderada, pois dependendo da utilização e características do pátio, o ruído ingressará por elas. É importante garantir a boa qualidade dos elementos de vedação nas esquadrias, a fim de adequá-las a cada situação.

5. MATERIAIS

De acordo com o materiais a serem utilizados no pátio, seu campo sonoro pode tornar-se mais ou menos reverberante. Os materiais absorventes apresentam baixa resistência às intempéries, devido às suas características porosas, o que dificulta seu uso no meio externo (ROSA, 1993).

Em se tratando do pátio, se suas superfícies forem revestidas por placas de mármore, por exemplo, elas absorverão somente 1% do som incidente (na frequência de 2000Hz), visto que seu coeficiente de absorção sonora (alfa) é de 0,01. Se compararmos o mesmo espaço revestido por tijolos estriados a absorção será de 21% para a mesma faixa de frequência (tabela 1b). O mesmo raciocínio serve para o tipo de piso: um solo “duro”(por exemplo água, pedra) será mais reflexivo, um solo mais “macio” (vegetação, saibro) mais absorvente (tabela 1a).

Tabela 1a: Coeficiente de Absorção Sonora. Fonte: EGAN (1994)

Material	(alfa)					
	Faixa de frequência (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Cascalho	0,25	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Gramma (vegetação rasteira)	0,11	0,26	0,60	0,69	0,92	0,99
Arbustos (vegetação mediana)	0,03	0,06	0,11	0,17	0,27	0,31
Solo áspero	0,15	0,25	0,40	0,55	0,60	0,60

Tabela 1b: Coeficiente de Absorção Sonora. Fonte: CETUR (1981)

Material	(alfa)					
	Faixa de frequência (Hz)					
	125	250	500	1000	2000	4000
Madeira envernizada	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
Reboco	0,01	0,03	0,03	0,04	0,05	0,05
Mármore	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Gesso	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,08
Tijolo aparente	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Água	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03
Argila expandida	0,4	0,9	0,9	0,8	0,75	0,85
Placas de pedra (esp.=100mm)	0,09	0,13	0,13	0,16	0,27	0,49
Laje de concreto	0,06	0,06	0,06	0,09	0,16	0,25
Parede de tijolos estriados	0,05	0,27	0,23	0,13	0,21	0,46
Concreto aparente	0,02	0,02	0,02	0,04	0,05	0,05
Blocos de concreto rugoso	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25
Blocos de concreto pintado	0,1	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08

Dentre os materiais mais comuns utilizados nos pátios temos a vegetação e a água. A vegetação somente não possui um efeito de barreira acústica significativo. A redução sonora é da ordem de 1dB(A) para cada 10 metros de vegetação densa, o que é incompatível com a nossa escala de estudo. Sua presença, no entanto, pode ter um efeito significativo na ambiência sonora de um espaço, conjuntamente pelo seu efeito de absorção e mascaramento. Em grande quantidade e agrupadas possuem a propriedade de absorver principalmente as ondas sonoras de alta frequência (acima de 2000Hz). Com a mesma função de um revestimento absorvente aplicado sobre o solo ou fachadas, elas deformam o espectro do ruído, atenuando os sons agudos, criando uma ambiência mais ‘surda’. Sob efeito do vento podem vir a tornarem-se fonte secundária de som, porém esse som a maioria das vezes é agradável, mascarando os indesejáveis.

A água, por ser uma material reflexivo, favorece a propagação sonora no ambiente. Se mecanismos para a sua circulação forem usados (chafariz, fonte, córrego etc), o som desse movimento criará uma ambiência sonora agradável e relaxante, podendo ser utilizado para mascarar também sons indesejáveis (ruído de fundo por exemplo).

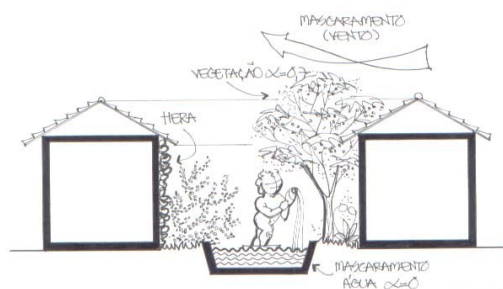


Figura 18: A água e vegetação como materiais/elementos acústicos. (Fs – Fonte sonora; alfa – Coeficiente de absorção acústica)

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O pátio interno do ponto de vista acústico é um espaço sonoro relativamente protegido do ruído externo, podendo ser utilizado para ventilar e iluminar naturalmente ambientes acusticamente sensíveis (REIS-ALVES, 2003).

Dependendo das funções/atividades ocorridas em seu espaço, poderão surgir fontes sonoras e, juntamente com características próprias desse espaço como forma, proporção entre suas dimensões, materiais etc, reflexões sonoras múltiplas ocorrerão, afetando os ambientes a ele adjacentes.

Em projetos residenciais unifamiliares, hospitais, museus, os pátios contemplam um espaço com características sonoras individuais, beneficiando a edificação no que se refere ao isolamento acústico.

Porém em programas como escolas, creches e residências multifamiliares, onde o pátio é utilizado como espaço de recreação, haverá uma grande produção e concentração de som em seu espaço físico. Medidas de proteção como distanciamento entre fonte sonora e receptor, efeito barreira, escalonamento, espaço de transição, hierarquização de usos, tipos de fechamentos, maior cuidado com a forma, proporção e materiais deverão ser analisadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETUR – Centre d’Etudes des Transportes Urbaines. (1981) *Propagation du Bruit Routier dans les Tissus Urbaines*. Ministère de l’Urbanisme et du Logement, França.
- EGAN, M David. (1994) *Concepts in Architectural Acoustics*. Mc GrawHill, USA.
- FROTA, Anésia B. e SCHIFFER, Sueli R. (1998) Manual de Conforto Térmico. Nobel, Brasil.
- KOENIGSBERGER, O. H., INGERSOLL, T. G., MAYHEW, Alan e SZOKOLAY, S. V. (1977) *Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales*. Paraninfo, Espanha.
- MASCARÓ, Lúcia R. de. (1989) Luz, Clima e Arquitetura. Nobel, São Paulo.
- NIEMEYER, Maria Lygia Alves de. (1998) Ruído Urbano e Arquitetura em Clima Tropical-úmido. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- REIS-ALVES, Luiz Augusto dos. (2003) Os Pátios Internos em Climas Tropicais à Luz do Conforto Ambiental. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- ROSA, Lourdes Zunino. (1993) Absorção Acústica na Qualidade do Ambiente Construído. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- SILVA, Péricles. (1971) Acústica Arquitetônica. Edições Engenharia e Arquitetura, Belo Horizonte.