



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA – PÓS ARQ
Comportamento Ambiental e Eficiência Energética em Edificações
Aluna: Gianni Cornacchia
Orientador: Prof Elvira Viveiros

AVALIAÇÃO DO ISOLAMENTO SONORO DE RUÍDO DE IMPACTO ENTRE UNIDADES HABITACIONAIS

→ A vida nas grandes cidades têm se deparado com o excesso de ruído de forma cada vez mais freqüente. Já é uma realidade para quem more em apartamentos a presença do ruído no dia-a-dia seja do vizinho do lado, do de cima ou da rua.

→ O QUE É RUÍDO?



Ruído → qualquer som que causa uma sensação auditiva desagradável. Ruído é um som sem harmonia, em geral com conotação negativa (BISTAFA, 2006).

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
 10. Referências



Para Viveiros (2007) é contraditório que a moradia, que surgiu para dar abrigo e proteção ao homem, seja tão ineficiente quando se trata da proteção contra o ruído, justamente quando se vive em aglomerados urbanos com altos níveis de ruído.

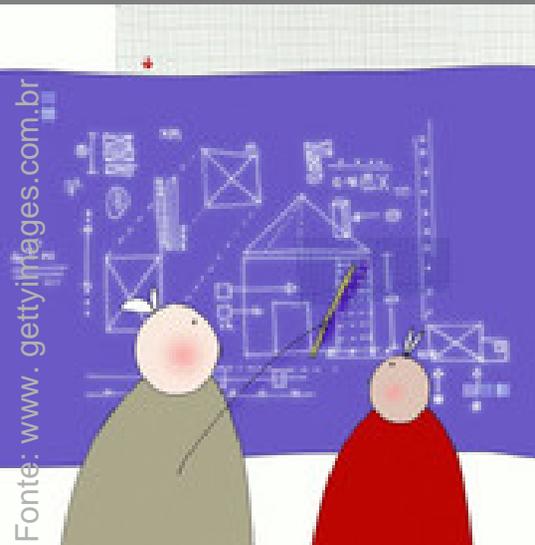


→ A qualidade acústica nunca mereceu atenção por parte dos projetistas → falta de isolamento sem precedentes

Uma das possíveis causas para esta realidade →

→ **desempenho acústico é um atributo invisível da edificação** - o isolamento é fruto do sistema construtivo e dos materiais empregados na edificação, e estes não elementos “ocultos” aos olhos dos moradores (DUARTE e VIVEIROS, 2005).

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências



PAPEL DO ARQUITETO E DO PROJETISTA!!!

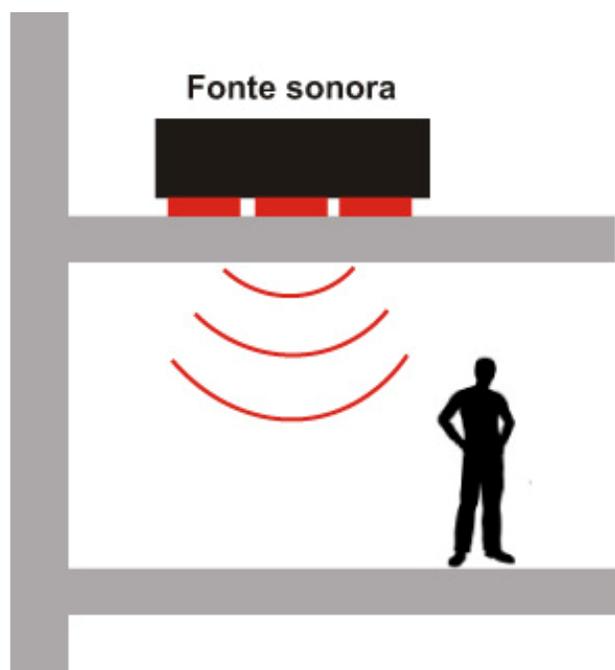


Entretanto é na fase de projeto de um edifício que o arquiteto determina ou não a qualidade do seu isolamento !!!

→ O fato da acústica não ser levada em conta nos projetos **NÃO** significa que não haverá um desempenho acústico específico, mas sim que o fenômeno irá acontecer fora do controle do projetista.

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
 10. Referências

A proposta deste trabalho é desenvolver um estudo sobre o nível de isolamento sonoro para ruído de impacto entre unidades habitacionais da cidade de Florianópolis



Neste trabalho o foco do estudo será a questão do ruído de impacto em lajes para análise de conforto acústico entre unidades em edificações multifamiliares

Esquema da transmissão do ruído de impacto entre unidades habitacionais

1. Introdução

2. Relevância

3. Revisão de literatura

3.1. Conforto acústico

3.2. Transmissão

Sonora

3.3. Pisos e tetos

4. Pergunta da pesquisa

5. Hipótese

6. Perguntas secundárias

7. Objetivo

7.1. Geral

7.2. Específicos

8. Metodologia

8.1. Quadro metodológico

9. Cronograma

10. Referências

O estudo do isolamento sonoro de ruído de impacto é de grande importância, principalmente dentro do território nacional uma vez que **este campo específico do conhecimento não se aplica às informações e avanços tecnológicos advindos de outros países:**

International Conference on Noise Control Engineering/Internoise de 2005, por exemplo, tratavam de avaliação de desempenho de isolamento estrutural de partições piso/teto, típicas nos diferentes países:

- laje estrutural + camada de isolamento térmico + camada de acumulação de calor e acabamento, da **Korea** (SEO e JEON, 2005);
- piso + placa OSB + vigas de madeira + placas OSB, da **França** (KOUYOUUMJI, 2005);
- TCCF = piso + contra piso + isolamento vibração + laje concreto + estrutura em madeira + forro, da **Suíça** (SCHMID, 2005)
- piso + acabamento placa OSB + vigas madeira + placa gesso, dos **Estados Unidos** (GATLAND II, 2005). .



Fonte: www.sxc.com.br

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
 10. Referências

CONFORTO ACÚSTICO



O conceito de conforto acústico sugere uma sensação de bem-estar, de tranquilidade emocional e de satisfação em momentos de trabalho e lazer. É interessante salientar que em diversas vezes a sensação de conforto não é percebida pelas pessoas, mas o incômodo causado pela sua falta logo gera insatisfação (ORAL, et al, 2004)

Fonte: www.gettyimages.com.br

1. Introdução
2. Relevância
3. **Revisão de literatura**
 - 3.1. **Conforto acústico**
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
- 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

CONFORTO ACÚSTICO

Martins, et al. (2004) em pesquisa realizada em 110 apartamentos na região de Goiânia, obtiveram os seguintes resultados em relação ao conforto acústico das habitações:

- 73,40% → péssimo, ruim ou regular
- 26,60% → bons
- nenhum → ótimo

→ Os autores constataram que os ruídos eram em função:

- 47,68% → pavimento superior
- 34,44% → barulhos externos
- 12,58% → vizinhos laterais.

A conclusão foi que há uma insatisfação generalizada em relação ao conforto acústico



Fonte: www.gettyimages.com.br

1. Introdução
2. Relevância
3. **Revisão de literatura**
 - 3.1. **Conforto acústico**
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
 4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
 10. Referências

TRANSMISSÃO SONORA

O isolamento de ruído fornecido por paredes, pisos, divisórias ou partições, é apenas uma maneira de atenuar a transmissão sonora de um ambiente para outro (GERGES, 2000).

Propagação sonora
(SILVA, 2005)

Aérea → transmissão do som feita no ar

Estrutural → transmissão do som na estrutura (meio sólido ou líquido)

O ruído estrutural, geralmente, origina-se de impactos ou da vibração como o ‘socos’ de uma tubulação de água, do arrastar de móveis em um chão não acarpetado ou da trepidação de uma geladeira com motor desbalanceado.



Fonte: www.gettyimages.com.br

1. Introdução
2. Relevância
3. **Revisão de literatura**
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. **Transmissão Sonora**
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

RUÍDO DE IMPACTO

Uma medida da capacidade da laje em transmitir ruídos de impacto é dada pelo nível sonoro normalizado de impacto



Fonte: Bruel & Kjaer, 1980

Equipamento Tapping Machine ou Máquina de Percussão, Modelo 3207 da marca Brüel & Kjaer

Fonte: foto do autor

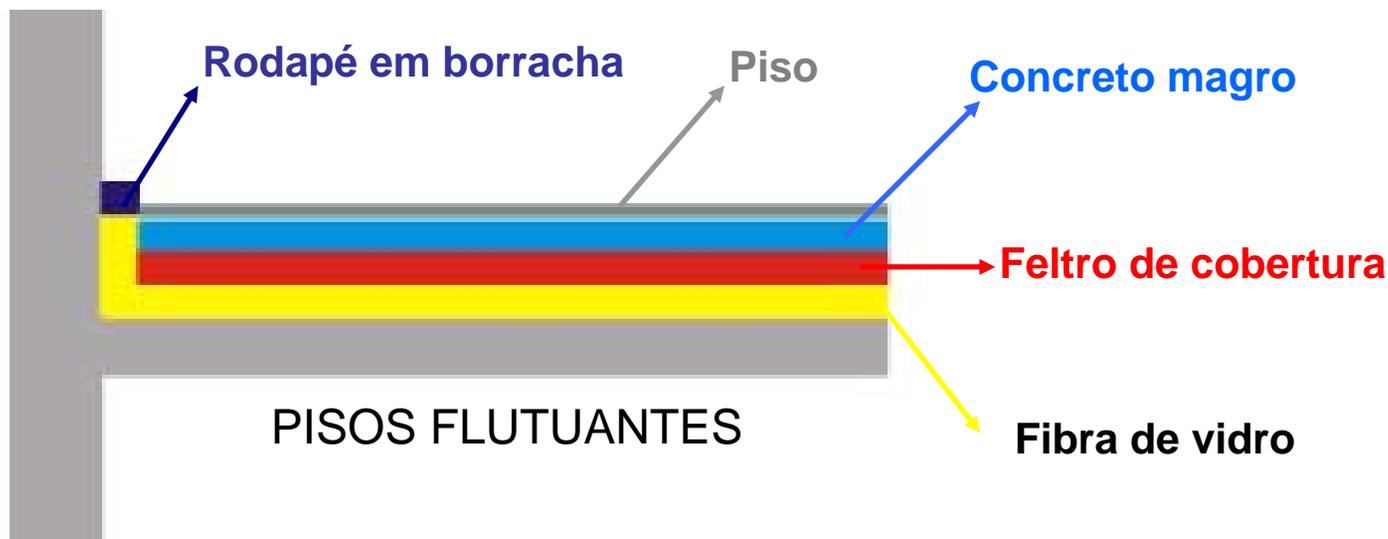


O ensaio, normalizado pela ISO 140 consiste basicamente em excitar a laje, na sala da fonte, com um aparato padronizado de ensaio de impacto, o qual contém cinco pequenos marteleiros de 0,5 Kg cada um, que são liberados em queda livre de uma altura de 4 cm, a uma taxa de dez impactos por segundo.

1. Introdução
2. Relevância
3. **Revisão de literatura**
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. **Transmissão Sonora**
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

PISOS E TETOS

Uma solução para o problema de isolamento de ruído estrutural é a redução do efeito do impacto sobre a estrutura principal através da aplicação de uma camada de material resiliente sobre o piso. A ação da camada resiliente é amortecer o golpe do impacto e, portanto reduzir a quantidade de energia transmitida para a estrutura. Estes requisitos podem algumas vezes ser obtidos na parte superior com uma camada resiliente por baixo (VIVEIROS, 1993).



1. Introdução
2. Relevância
3. **Revisão de literatura**
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. **Pisos e tetos**
4. Pergunta da pesquisa
5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

Qual o nível de isolamento sonoro para ruído de impacto entre unidades habitacionais?



Fonte: www.sxc.com.br

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

Qual o nível de isolamento sonoro para ruído de impacto entre unidades habitacionais?



Baixo Isolamento

- 1** - mas quanto baixo? Quantificar, medir
- 2** - vai existir cálculos analíticos? e medições *in situ*?
- 3** - por que o isolamento é baixo? Estudar a composição das lajes tipo existentes de edifícios de apartamentos em Florianópolis

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
- 5. Hipótese**
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
 10. Referências

1 – Os cálculos analíticos estão de acordo com as medições *in situ*?

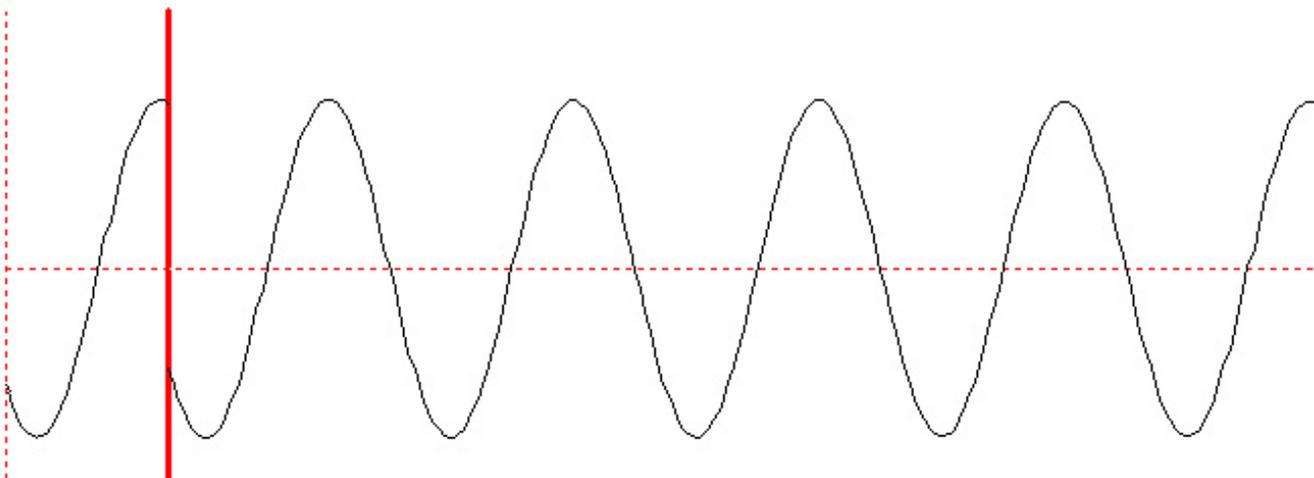
2 – Qual é a laje tipo para apartamentos na cidade de Florianópolis?

3 – É possível estabelecer um banco de dados sobre o comportamento acústico das lajes das edificações nacionais?

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
5. Hipótese
- 6. Perguntas secundárias**
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
 10. Referências

GERAL

Avaliar o nível de isolamento sonoro para ruído de impacto entre unidades habitacionais para a cidade de Florianópolis



1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

ESPECÍFICOS

1. Correlacionar as predições analíticas com as medições *in situ*;
2. Identificar e caracterizar a laje típica existente para edifícios de apartamentos em Florianópolis,
3. Formar um banco de dados dos materiais e do comportamento acústico das lajes de edificações nacionais

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

1. **Revisão de literatura;**
2. Levantamento sobre os principais processos construtivos atualmente utilizados em **lajes de edifícios** brasileiros. Os dados serão coletados junto às principais construtoras de Florianópolis e aos grupos de pesquisa de pós-graduação em engenharia civil;
3. Definição da **formulação matemática** para a redução do ruído de impacto;
4. Avaliação do **ruído de impacto de lajes de apartamentos através de métodos analíticos;**
5. **Medição do isolamento sonoro de impacto** das lajes através dos softwares e equipamentos;
6. Análise dos resultados: **comparação dos resultados medidos e calculados;**

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1 Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

Objetivos	Métodos	Ferramentas	Resultados Esperados
Construir uma base teórica sobre o tema ruído de impacto	Revisão bibliográfica	Livros, apostilas, sites de busca, periódicos, anais de congressos. Revisão das normas para a medição de ruído de impacto	Construir uma base teórica com definições e “estado da arte” sobre ruído de impacto e sua respectiva medição <i>in situ</i>
Identificar e caracterizar a laje típica existente para edifícios de apartamentos em Florianópolis	Pesquisa – tipos de lajes	Consulta a escritórios de arquitetura/de engenharia	Definir a laje tipo para apartamentos na cidade de Florianópolis
Correlacionar as predições analíticas com as medições <i>in situ</i>	Cálculos analíticos (formulações matemáticas) e medição <i>in situ</i>	Norma ISO 717-2 - Medições, Formulações matemáticas, Equipamentos de medições	Obter valores reais para o isolamento sonoro de ruído de impacto entre apartamentos e a comparação entre os dados calculados e medidos.

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1 Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

CRONOGRAMA

Tarefas / Ano	2007							2008							2009									
Mês	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
1. Disciplinas / Créditos	■	■	■	■	■	■	■																	
2. Revisão Bibliográfica					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■										
3. Pesquisa Lajes										■	■	■	■											
4. Definição estudo piloto											■	■												
5. Medição estudo piloto												■	■	■										
6. Redação Qualificação													■	■	■	■	■							
7. Qualificação																		■						
8. Medições finais																					■	■	■	
9. Tratamento dos dados																						■	■	
10. Redação final / defesa																						■	■	

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
9. Cronograma
10. Referências

BISTAFA, S. R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 1. ed. São Paulo: EDITORA EDGARD BLÜCHER LTDA, 2006.

BRÜEL & KJAEL. **Measurements in building acoustics**. Dinamarca, 1980.

DUARTE, E.A.C.; VIVEIROS, E. **Isolamentos acústico**: o atributo invisível na história da moradia brasileira. In: Anais do Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 8 e Encontro Latino-americano de conforto do ambiente construído, 4. Maceió, 2005.

GATLAND II, S.D. **Comparison of lightweight partition assemblies typical of american and european residential and commercial construction**. In: Proc. of 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Rio de Janeiro, 2005.

GERGES, S. **Ruído**: Fundamentos e controle. 2. ed. Florianópolis: NR Editora, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Part 2: Impact sound insulation**. ISO 717-2. 2.ed. 1996. 12p.

KOUYOUUMJI, J. L. **Reverse SEA used of characterization and prediction of flanking transmission in timber light weight construction**. In: Proc. of 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Rio de Janeiro, 2005.

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
10. Referências

MARTINS, L.A.C.; SAHB, C.A.S.; NETO, M.F.F. **Conforto acústico de apartamentos residenciais quanto ao ruído de impacto**. In: Anais da Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 1, Encontro Nacional do Ambiente Construído, 10. São Paulo, 2004.

ORAL, G.K.; YENER, A.K.; BAYAZIT, N. T. Building envelope design with the objective the ensure thermal, visual and acoustic comfort condicions. **Building and Enviroment**, 39, 281-287, 2004.

SCHMID, M. **Acoustic perfomance of timber concrete composite floor**. In: Proc. of 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Rio de Janeiro, 2005.

SEO, S.H.; JEON, J.Y. **Application of the finite element method for floor impact vibration analysis in apartment buildings**. In: Proc. of 2005 Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Rio de Janeiro, 2005.

SILVA, P. **Acústica arquitetônica e condicionamento de ar**. 5. ed. Belo Horizonte: EDITAL E. T. Ltda, 2005.

VIVEIROS, E. **Qualidade acústica do ambiente construído no Brasil**. Florianópolis, 2007. (Relatório técnico-científico enviado ao CNPq).

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
10. Referências

VIVEIROS, E. **Acústica**. Apostila do curso “Introdução à Acústica Arquitetônica” ministrado durante o II Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Florianópolis. 1993

REFERÊNCIA DAS IMAGENS

Disponível em: <www.gettyimages.com.br> acesso em 7 dez 2007

Disponível em: <www.sxc.com.br> acesso em 7 dez 2007

1. Introdução
2. Relevância
3. Revisão de literatura
 - 3.1. Conforto acústico
 - 3.2. Transmissão Sonora
 - 3.3. Pisos e tetos
4. Pergunta da pesquisa
 5. Hipótese
6. Perguntas secundárias
 7. Objetivo
 - 7.1. Geral
 - 7.2. Específicos
 8. Metodologia
 - 8.1. Quadro metodológico
 9. Cronograma
10. Referências