

ISOLAÇÃO SONORA EM PAREDES, DIVISÓRIAS E ATENUADORES: VALORES TEÓRICOS VERSUS VALORES PRÁTICOS

**Paulo Fernando SOARES (1); Carlos Augusto de Melo TAMANINI (2);
Aline LISOT (3); João Gualberto de Azevedo BARING (4)**

(1, 2 e 3) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, Brasil
e-mail: pfsoares@uem.br; camtamanini@uem.br; alisot2@uem.br

(4) Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil; e-mail: jbaring@uol.com.br

Resumo

O presente artigo traz os resultados parciais de um trabalho que visa determinar as isolações sonoras de paredes, divisórias e atenuadores de diversas naturezas, através de aplicação prática numa casa noturna. O intuito é estabelecer uma comparação entre os valores aferidos nos laboratórios com a situação real de aplicação. Os materiais foram determinados a partir de uma simulação de funcionamento da casa noturna sem isolamento acústico, estabelecendo uma relação entre os valores medidos com os que a legislação permite. Posteriormente, realizaram-se cálculos da perda na transmissão ideal para obter a isolação recomendada, determinando as soluções de materiais para a isolação. Desta forma, realizou-se um estudo comparativo entre os valores medidos na casa noturna, nas situações “sem isolamento” e “com isolamento”, verificando o desempenho quanto à Lei da Massa, uso de painéis duplos e a necessidade de cuidados com os detalhes construtivos.

Palavras-chave: Acústica; isolamento; desempenho acústico

Abstract

The present paper brings the partial results of a study that it seeks to determine the walls sound insulation, partitions and dissipation of several natures, through practical application in a night house. The goal is to compare the checked values at the laboratories with the real situation. The materials were determinate from a simulation of the night house in operation without acoustic isolation, establishing a relationship among the measured values with the ones that allowed in the legislation. After that, were made calculations of the ideal loss in the transmission to obtain the recommended insulation. With this result was determined the solutions of materials for its application. This way, were made a comparative study among the measured values in the night house, in the situations "without isolation" and "with isolation", verifying the performance about the Mass Law, use of double panels and the cares needed with the constructive details.

Keywords: Acoustics; sound insulation; acoustic efficiency

1 Introdução

Ações integradas e interdisciplinares nas atividades a que se destinam são opções que visam a qualidade total e ambiental. Assim, ressaltam-se as influências que as variáveis ambientais exercem nos usuários, podendo causar poluição sonora. Este tipo de poluição é classificado pela Organização Mundial de Saúde como o tipo de poluição que atinge o maior número de pessoas no planeta, depois da poluição do ar por emissões gasosas e da poluição da água.

As cidades através das reformulações dos seus planos diretores, baseados em premissas definidas pelo Ministério das Cidades do Governo Federal, buscam um planejamento e organização do crescimento das cidades, diminuindo a poluição sonora. Esse planejamento refere-se desde ao uso e ocupação do solo até o impacto sobre a vizinhança que uma nova edificação causará. A cidade de Maringá, entra nesse contexto e apresenta procedimento específico para alguns usos de edificações, denominado Relatório de Impacto de Vizinhança – RIV, presente também em outras cidades do país.

O RIV torna-se um importante instrumento do poder público, pois antecipa problemas, diagnosticando os impactos que a nova edificação causará e as soluções que deverão ser aplicadas pelo proprietário, minimizando gastos públicos, ou seja, trata-se de uma argumentação de todas as possibilidades de impactos (positivos ou negativos) relacionados à atividade proposta e análise das interferências de transformação com a estrutura urbana da cidade (bens e serviços urbanos) e adjacências ao empreendimento (questões ambientais, de sistema viário, de oferta de serviços urbanos, etc.)

O presente estudo refere-se a uma casa noturna, tipo de edificação que requer o RIV. Essa caracteriza-se como um pavilhão fechado para confraternização, festas e eventos, para a finalidade de fala e música, utilizando-se de som eletrônico. Através do diagnóstico, uma das soluções é isolar o ruído, reduzindo sua entrada nas edificações circunvizinhas, proporcionando à população maior conforto acústico no interior das mesmas.

Em função da atividade a ser desenvolvida na edificação, é necessário calcular a isolamento para uma frequência representativa das faixas dos graves, médios e agudos, adotando o cálculo para as faixas de oitava audíveis.

A Norma brasileira ABNT 10151 (1999) [01], Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade, fornece o Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos e a lei complementar n° 218/97[02], que dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora foram utilizadas como referências para a determinação dos valores do isolamento. O isolamento, neste caso, depende da relação entre som gerado no interior do ambiente e o som na área externa. Por exemplo, se o som no interior do ambiente for 100 dB(A), a área denominada estritamente residencial urbana, deve apresentar valores abaixo de 45dB(A) no período noturno, ou seja, o isolamento deve ser de 55dB(A).

2 Diagnóstico do impacto de poluição sonora na circunvizinhança

Deseja-se criar condições legais em áreas adjacentes a uma casa noturna. Os níveis de ruído, em bandas de oitava, na casa noturna são apresentados na tabela 01. A parede divisória das áreas adjacentes e a casa noturna tem comprimento de 20m e altura de 5,50m. As absorções totais, em bandas de oitava, encontram-se listados na mesma tabela. A perda na transmissão, em bandas de

oitava, requerida da parede divisória, a fim de atender à curva de avaliação de ruído NC 35 nas áreas adjacentes foi determinada através do seguinte procedimento (Bistafa, 2006) [03].

Tabela 01 – Perda na transmissão requerida da parede divisória

GRANDEZA	125	250	500	1000	2000	4000
L_{P1}	98,5	102,7	99,7	100	97,8	93
$A_s(m^2\text{-Sabine})$ (S/tratamento)	72,76	69,24	60,75	58,28	64,72	71,16
$A_s(m^2\text{-Sabine})$ (C/tratamento)	103,87	119,25	148,04	144,71	153,33	127,52
NC 35 = L_{P2}	52	45	40	36	34	33
NR = $L_{P1} - L_{P2}$	46,5	57,7	59,7	64	63,8	60
PT (S/tratamento)	48,29	59,71	62,27	66,75	66,1	61,89
PT (C/tratamento)	46,74	57,3	58,41	62,8	62,35	59,35

L_{P1} = nível de ruído da casa noturna

A_s = absorção sonora total

NC 35 = curva de avaliação de ruído

NR = redução de ruído

PT = perda na transmissão

$$PT = L_{P1} - L_{P2} + 10 \lg \left(\frac{S}{A_s} \right) dB$$

Através da tabela 01, determina-se a perda na transmissão necessária. Como já existe a edificação onde funcionará a casa noturna, realiza-se uma simulação da casa em funcionamento e mede-se o nível critério de avaliação NCA para ambientes externos nas circunvizinhanças, como pode ser visto na figura 01.



● PONTOS DE MEDIÇÃO: 01 - Residência
02 - Estacionamento

Figura 01: Pontos de medição

Para medir os níveis de pressão sonora utilizou-se o medidor de nível de pressão sonora da marca 01 dB – Stell, modelo MNS Integrado com módulo de filtro de oitavas, portátil para medidas do tempo de reverberação nas faixas de oitava audíveis. Na tabela 02, são apresentados os valores medidos, sem som e com som, no interior da casa noturna, no estacionamento e na área externa da residência. Com esses dados, verifica-se a situação real da perda na transmissão da edificação e o impacto negativo que esta geraria aos moradores próximos a casa noturna.

Tabela 02 – Valores medidos através da simulação

	Casa Noturna - interior		Residência		Estacionamento	
	Sem Som	Com Som	Sem Som	Com Som	Sem Som	Com Som
A	51,3	104,3	50,6	67,3	48,5	73,3
C	65	116,4	67,7	83,1	62,7	93,2
Lin(dB)	69,3	117,7	70	84,5	66,5	94,2
S	71,8dB(A)	130,6dB(A)	92,9dB	108,8dB	89,7dB	118,1dB
L	53,5dB(A)	106,7dB(A)	70,4dB	86,3dB	67,2dB	95,6dB
M	64,5dB(A)	115,7dB(A)	80,2dB	91,8dB	79,3dB	104,2dB
L01	59dB(A)	111,6dB(A)	77dB	90dB	74dB	102dB
L10	54dB(A)	108,4dB(A)	73dB	89dB	69dB	99dB
L50	51dB(A)	105,6dB(A)	68dB	85dB	66dB	93dB
L90	49dB(A)	94,8dB(A)	66dB	72dB	63dB	82dB

Realizando uma análise mais detalhada por bandas de oitava, temos as seguintes Curvas NC:

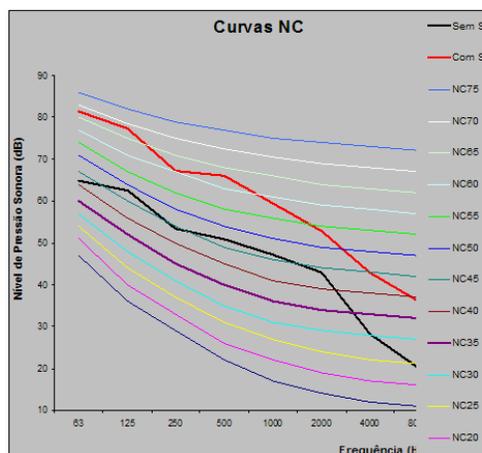


Figura 02 : Curvas NC Residência

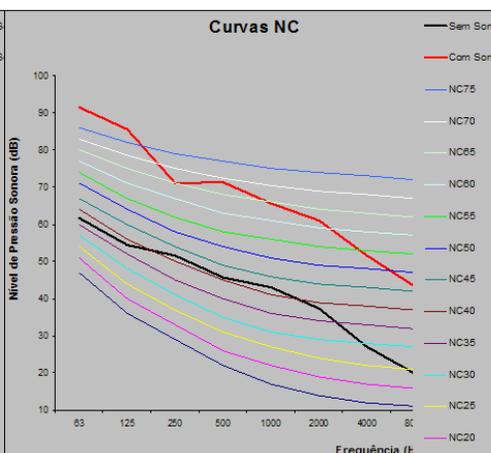


Figura 03: Curvas NC Estacionamento

Através desses valores, realiza-se uma comparação dos NC medidos nas áreas externas com o NC aceitável para esses tipo de área – NC 35, obtendo assim, os valores necessários para o efetivo isolamento da casa noturna.

Tabela 03 : Residência – NC 35

	Boate	NC	Residência	R-NC
125	98,5	52	77,3	25,3
250	102,7	45	67,2	22,2
500	99,7	40	66,1	26,1
1000	100	36	59,5	23,5
2000	97,8	34	52,8	18,8
4000	93	33	42,8	9,8

Tabela 04 : Esacionamento – NC

	Boate	NC	Estacionamento	E-NC
125	98,5	52	85,5	33,5
250	102,7	45	71,2	26,2
500	99,7	40	71,3	31,3
1000	100	36	65,7	29,7
2000	97,8	34	61,1	27,1
4000	93	33	51,5	18,5

3 Determinação de solução para o projeto de isolamento

Através da análise realizada, foram determinadas as seguintes soluções:

Fechamento lateral: o emprego somente da Alvenaria de Tijolos furados (15cm) apresenta Perda de Transmissão abaixo do desejado, sendo necessária a aplicação de novos materiais. Nesse caso, aplica-se colchão de ar de 10cm + gesso acartonado (9,5mm) + lâ de vidro de 5cm + colchão de ar de 10cm + gesso acartonado (9,5mm), em estruturas independentes, conforme podem ser visto nas figuras 04 e 05:

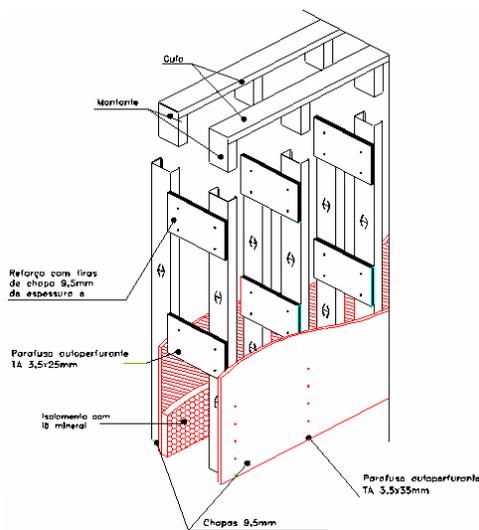
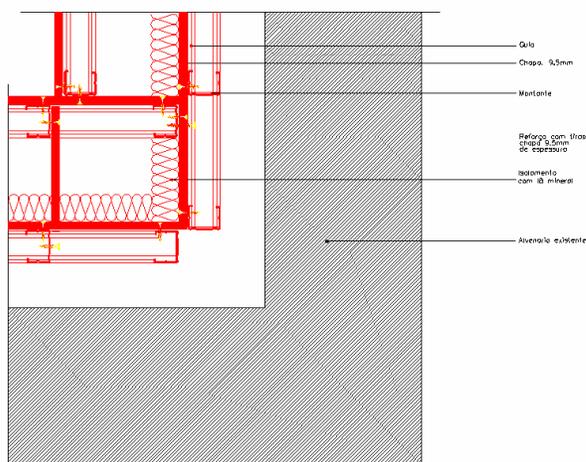


Figura 04 : Detalhe em planta baixa da parede de alvenaria (existente) e da parede dupla de gesso acartonado (solução)

Figura 05: Perspectiva da parede dupla de gesso acartonado montadas com estruturas independentes

Nas paredes da frente e dos fundos são aplicados dispositivos para minimizar a intensidade sonora, como o emprego de antecâmaras (figura 06). As janelas foram vedadas, as bordas foram seladas através de juntas flexíveis e fechadas com lâ de vidro e gesso acartonado de 9,5mm (figura 07).

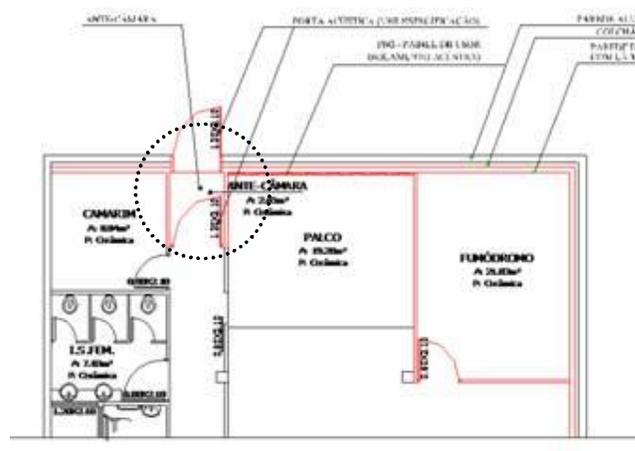


Figura 06: Detalhe da antecâmara



Figura 07: Janelas vedadas

Fechamento Cobertura: o emprego da telha metálica e laje são suficientes para obter a perda na transmissão desejada. O único inconveniente refere-se a uma abertura (figura 08) existente na laje, fechada com painel sanduíche de gesso acartonado e lã mineral (figura 09).



Figura 08: Detalhe da abertura na laje



Figura 09: Detalhe do fechamento da abertura

Com o tratamento e as especificações propostas, pretende-se atingir os valores de nível de pressão sonora descritos. Para a garantia dos níveis de pressão sonora definidos anteriormente, deve-se quanto à execução das paredes, pisos e lajes, evitar o surgimento de quaisquer tipos de fissuras que venham a comprometer o desempenho acústico previsto para o componente; quanto às ligações externas com o pavimento, devem ser executadas através das juntas flexíveis de baixa rigidez com o objetivo de não transmitir vibrações às tubulações ou à estrutura da edificação.

Em relação aos ruídos de impacto é necessário agir diretamente nessa superfície; usando superfícies macias que possam absorver o impacto: placas de borracha, ou realizar uma separação entre as superfícies do piso e do teto, seja através de estruturas independentes ou, o que é mais comum, com o chamado piso flutuante.

Estas soluções, devido à vedação das aberturas comprometem a ventilação e para propiciar salubridade e melhorar o conforto térmico é necessário o emprego de ventilação mecânica: ventiladores, circuladores, exaustores e condicionadores de ar, que deverão atender algumas recomendações, como atenuadores de ruído nas saídas de renovação de ar e fumaça, e isolamento acústico na casa de máquinas, onde ficarão os condensadores. Surgem então os maiores problemas. A edificação teve no passado uso como casa noturna, contando com um sistema de condicionamento de ar que integra o condicionador e evaporador num mesmo equipamento (figura 10) e um sistema de exaustão bastante ruidosos (figura 11).



Figura 10 : Máquina do ar condicionado



Figura 11: Exaustor

Estes equipamentos são mantidos pelo proprietário, ocasionando problemas. Um dos problemas podem ser observadas na figura 10, o equipamento impede a construção do painel duplo de gesso acartonado, sendo fundamental a sua retirada para a eficiência do isolamento da parede. Na figura 11, observa-se a “tentativa” de um atenuador, com aplicação incorreta de materiais e executado de maneira precária

4 Determinação de solução para o projeto de condicionamento

O principal parâmetro objetivo que permite a caracterização de uma sala é o tempo de reverberação. Este pode ser definido como o tempo que a energia de um campo sonoro reverberante estacionário leva a decair 60 dB após a extinção da fonte sonora (figura 12).

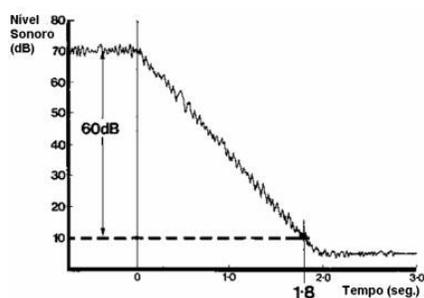


Figura 12: Tempo de Reverberação (obtido da integral de Schröder)

O tempo de reverberação depende do volume do ambiente, da frequência do som, do revestimento da envolvente e dos detalhes (poltrona, móveis, quadros, tapetes) existentes no interior do compartimento. O tempo de reverberação ótimo é determinado em função do volume da sala (m^3), variando conforme o tipo de atividade a ser realizada no ambiente (figura13).

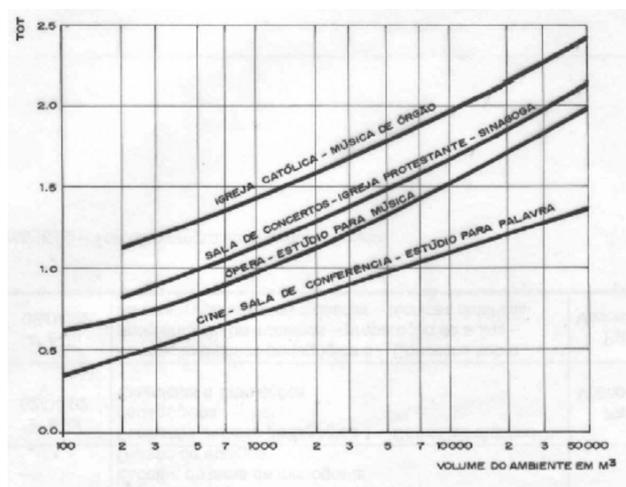


Figura 13: Gráfico para determinação do tempo ótimo de reverberação

Quando se avalia a acústica de uma sala, analisam-se algumas características do ambiente interno, como geometria – forma e volume; revestimentos – absorção e reflexão; e espalhamento – irregularidade. As duas primeiras características determinam o tempo de reverberação da sala. Na tabela 05, apresentam-se os valores dos tempos de reverberação medido, simulado e pós-tratamento

Tabela 05: Valores dos tempos ótimos de reverberação: medido, simulado e pós-tratamento

GRANDEZA	125	250	500	1000	2000	4000
T30 – Medido	1,77	1,86	2,12	2,21	1,99	1,81
T30 – Simulado	1,71	1,64	1,46	1,58	1,60	1,48
T30 – Pós-tratamento	1,42	1,49	1,51	1,64	1,56	1,36

O material sugerido para a obtenção do tempo ótimo de reverberação foi a colméia acústica, aplicada na parede dos fundos. A colméia consiste num grelha plástica aplicada sobre lã mineral e tecido preto (figura 14). Foram considerados também o número de usuários da casa para a obtenção do T30 ideal. Através dos dados levantados pós-tratamento, comprova-se a eficiência do tratamento.



Figura 14: Detalhe da colméia acústica

5 Diagnóstico do impacto de poluição sonora na circunvizinhança após tratamento acústico.

Após a execução de todas as soluções realiza-se uma nova medição, comparando os valores medidos na casa noturna, nas situações “sem isolamento” e “com isolamento”, verificando o desempenho quanto à Lei da Massa, uso de painéis duplos e a necessidade de cuidados com os detalhes construtivos.

Os valores medidos foram:

Tabela 06: Valores medidos após tratamento acústico

	Casa Noturna – interior Sem isolamento		Casa Noturna – interior Com isolamento	
	Sem som	Com som	Sem som	Com som
A	51,3	104,3	38,5	101
C	65	116,4	50,6	114
Lin(dB)	69,3	117,7	59	116,8
	Residência Sem isolamento		Residência Com isolamento	
	Sem som	Com som	Sem som	Com som
A	50,6	67,3	43,5	44,3
C	67,7	83,1	61,2	65,7
Lin(dB)	70	84,5	63	68,7
	Estacionamento Sem isolamento		Estacionamento Com isolamento	
	Sem som	Com som	Sem som	Com som
A	48,5	73,3	44,5	44,9
C	62,7	93,2	60,9	66,8
Lin(dB)	66,5	94,2	64,6	69,1

Percebe-se através dos valores medidos a eficiência do tratamento, relatando as seguintes considerações:

De acordo com Bistafa (2006) [03], o parâmetro que caracteriza a capacidade de uma parede transmitir som é o coeficiente de transmissão sonora, entretanto o mais utilizado é uma grandeza dele derivada, chamada de perda na transmissão – PT. A perda na transmissão é caracterizada por suas dimensões e suas características físicas (rigidez, elasticidade, densidade e espessura), ou seja, quanto mais pesado e espesso for o material, melhor será a PT.

Mas existe uma solução quando se almeja uma elevada perda na transmissão com menor peso e custo, refere-se à perda na transmissão de paredes duplas. Para se obter um melhor desempenho recomenda-se que os dois painéis da parede dupla sejam mecanicamente e acusticamente isolados. Esta recomendação foi considerada, conforme pode ser visto nas figuras 15 e 16.

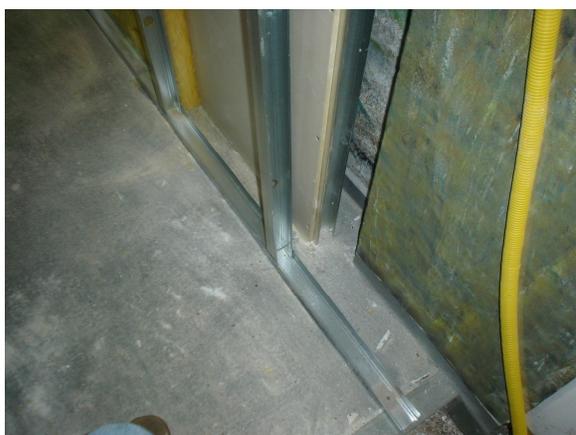


Figura 15 : Detalhe da estrutura da parede



Figura 16: Detalhe do fechamento da parede

Os detalhes como antecâmara, ruídos de impacto e fechamento das aberturas apresentaram algumas intercorrências.

Em relação as antecâmaras, temos a primeira (figura 17), que em função da legislação sobre saídas de emergência, que não permite a colocação de nenhum tipo de fechadura, abria quando o som da casa noturna era ligado, diminuindo o desempenho. Assim, foram colocadas borrachas em toda a extremidade, minimizando o problema. A antecâmara da saída de emergência foi executada em chapas metálicas, compensado e lã mineral com todas as bordas seladas (figura 18).



Figura 17: Antecâmara da entrada



Figura 18: Antecâmara saída de emergência

Em relação aos ruídos de impacto aplicou-se diretamente nas superfícies, placas de borracha para diminuir o impacto, destacando ações nas caixas acústicas dos graves (figura 19).



Figuras: Placas de borracha – ruídos de impacto

Em relação ao fechamento das aberturas, verificou-se aberturas na casa de máquinas e no duto de ventilação dos banheiros (figura 20 e 21), contribuindo para o incremento dos níveis medidos nas circunvizinhanças. Optou-se pelo fechamento do duto e da abertura da casa de máquinas, solucionando a influência negativa dessas aberturas (figura 22 e 23).

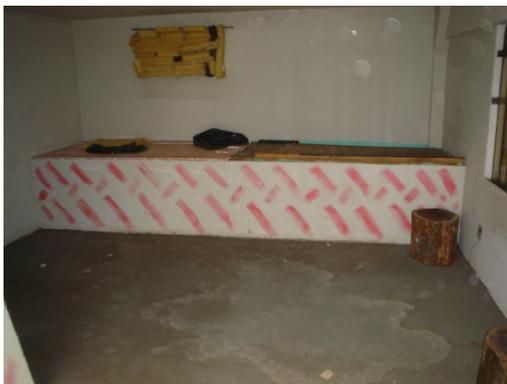


Figura 20: Situação antes do fechamento da casa de máquinas



Figura 21: Duto de ventilação dos banheiros



Figura 22: Situação após o fechamento da casa de máquinas



Figura 23: Duto de ventilação dos banheiros após fechamento

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou avaliar a relação projeto-execução. Não foi possível a comparação entre os valores medidos de desempenho da parede dupla e da porta, pois a confiabilidade nos resultados que seriam emitidos na casa noturna não seguem as diretrizes que envolvem esse levantamento.

Fica claro a complexidade num tratamento acústico, que envolve um correto isolamento de som aéreo e de impactos, exigindo experiência sobre a estratégia correta para cada faixa de frequência, enfatizando a dificuldade de isolamento para as baixas frequências.

O que se pode constatar foi que a realização correta do diagnóstico contribuiu também para a determinação de soluções corretas para o isolamento e condicionamento da casa noturna, entretanto, o acompanhamento durante a execução do projeto, muitas vezes dispensados, são fundamentais para

auxiliar em novas situações. Durante este trabalho essas situações foram apresentadas, como a remoção do sistema de condicionamento de ar, fechamento das aberturas, execução da antecâmara e do atenuador do exaustor.

Deve-se enfatizar também as legislações vigentes que tratam sobre o bem-estar da comunidade em relação a poluição sonora estão ultrapassadas. A Norma ABNT 10151[02] encontra-se em discussão, e pelo que pode ser observado nas mudanças, não contribui para a disseminação, dificultando ainda mais a sua aplicação, desde o tipo de equipamento e a linguagem adotada, favorecendo somente os “especialistas”. As normas internacionais, como a europeia e a australiana, poderiam ser uma ótima referência, pois são extremamente claras e de fácil entendimento. A Lei complementar n° 218/97 [01] apresenta terminologias incorretas e não esclarece dúvidas provenientes da NBR 10151[02]. Sugere-se que com a aprovação da norma 10151, a prefeitura de Maringá a adote, visto que os limites máximos de sons e ruídos permissíveis são os mesmos.

Referências

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151: Acústica - Avaliação do ruído em área habitadas, visando o conforto da comunidade, 1999
- [2] Câmara Municipal de Maringá – PR. Lei complementar n°218. Dispõe sobre o controle e a fiscalização das atividades que gerem poluição sonora, impõe penalidades e dá outras providências, 1997.
- [3] BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.