



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

RUÍDO AMBIENTAL EM REGIÃO DE OCUPAÇÃO MISTA COM ENFOQUE NO DESCONFORTO EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL: ESTUDO DE CASO

Éder Leite de Brito (1); Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira (2); Márcio de Lara Pinto (3); Ivan Julio Apolonio Callejas (4); Fernanda Miguel Franco (5); Luciane Cleonice Durante (6)

(1) Engenheiro Civil e de Segurança do Trabalho, UNIVAG, ebph@hotmail.com

(2) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, mcjanp@gmail.com

(3) Professor do Departamento de Engenharia Civil, marciolara@globo.com

(4) Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ivancallejas@ig.combr

(5) Doutoranda em Física Ambiental; fermifran@hotmail.com

(6) Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, luciane.durante@hotmail.com

Universidade Federal de Mato Grosso, Laboratório de Conforto Ambiental, Av. Fernando Corrêa da Costa, 2367. Bairro Boa Esperança, Cuiabá - MT, 78060-900, Tel.: (65) 3615-8976

RESUMO

Este estudo teve por objetivo avaliar o incômodo provocado aos moradores de um edifício residencial pelo ruído oriundo de condensadores de ar de grande porte, instalados em estabelecimentos comerciais do entorno, em região de ocupação mista da cidade de Cuiabá/MT. A metodologia consistiu de avaliação quanti-qualitativa. Como técnica para coleta de dados, aplicou-se questionários aos moradores do edifício e realizou-se medições de nível de pressão sonora. Buscou-se avaliar o ruído oriundo de todas as fontes sonoras intervenientes no local, identificando as contribuições dos condensadores e do tráfego de veículos. Os resultados mostraram a contribuição dos condensadores no ruído ambiental na geração de um nível de ruído residual, que causa a elevação dos níveis de ruído mínimos e do nível de ruído equivalente contínuo. A minimização ou eliminação do ruído dos condensadores não garante a adequação ao nível critério normativo, tendo em vista que a contribuição do tráfego de veículos é intensa e ocorre de forma intermitente no local. Esta pesquisa, embora constituída de um estudo de caso, pode contribuir para o planejamento urbano da cidade, uma vez que revela um conflito originado nas diretrizes urbanísticas estabelecidas pela legislação municipal, na qual é importante que a variável poluição sonora seja inserida no contexto de suas definições.

Palavras-chave: poluição sonora, nível de ruído equivalente contínuo, ruído urbano.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the discomfort of the building's inhabitants in the city of Cuiabá/MT caused by noise from the air's condensers installed at commercial establishments in the surrounding areas. The method applied consisted in quantitative and qualitative evaluations. As technique for collecting data, it was used questionnaire and ambient noise's measurements using simplified method. The research evaluated the noise of all the sonorous sources, identifying the contributions of the condensers and the vehicles traffic. The results showed that the contribution of the condensers raised the minimum levels of ambient noise. When the condensers are set, they don't raise the maximum noise levels, but they elevated the minimum noise levels and, consequently, the equivalent continuous noise level. Minimizing or eliminating the condenser's noise does not guarantee the adequacy to the criterion code because the contribution of vehicle traffic is intense and occurs intermittently. This research, a case study, contributed to the city's urban planning, since it revealed a conflict originated in the urban guidelines established by municipal legislation. So it is important that the noise variable must be introduced as part of municipal legislation definitions.

Keywords: noise pollution, equivalent continuous noise level, urban noise.

1. INTRODUÇÃO

Define-se ruído ambiente como sendo o ruído global observado em dada circunstância e em determinado instante, devido ao conjunto de todas as fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua de um local considerado.

Vários estudos têm sido realizados no sentido de estabelecer uma relação entre o ruído ambiental e o incômodo gerado na saúde pública, inclusive com a criação de indicadores. No entanto, verifica-se que a determinação dessa relação é complexa, devido não só às diversas situações acústicas como, também, à resposta subjetiva de cada indivíduo face aos níveis de ruído, não obstante a consideração do ruído como um problema grave de saúde pública.

Segundo WHO (2009), o ruído até 50 dB(A) pode perturbar, mas é adaptável. A partir de 55 dB(A) a poluição sonora provoca estresse, causando dependência e gerando durável desconforto. Efetivamente, o estresse inicia-se em torno de 65 dB(A) com o desequilíbrio bioquímico, elevando o risco de enfarte, derrame cerebral, infecções, osteoporose e outros. Em torno de 80 dB(A) o organismo já libera morfina biológica no corpo, provocando prazer e completando o quadro de dependência. Por volta de 100 dB(A) pode ocorrer perda imediata da audição.

A problemática do ruído urbano foi citada por Lacerda (1976), que afirmou que dela graves prejuízos poderiam advir para a audição e a saúde em geral de milhares de pessoas. Sabe-se que a exposição contínua da população ao ruído urbano pode levar a problemas físicos, como perda gradativa da audição, enxaquecas, insônia e, também, a comprometimentos da saúde emocional, como estresse, falta de concentração, irritabilidade, entre outros (FERNANDES, 2010).

Pimentel-Souza (2000) destaca que, para a maioria dos habitantes das cidades mais ruidosas do Brasil, há um agravamento ou aparecimento de arteriosclerose, problemas de coração e de doenças infecciosas, devido à queda da resistência imunológica do organismo, além de problemas mentais e psicológicos oriundos da exposição a altos níveis de ruídos. Por isso, faz-se necessária a análise de ruídos em uma determinada região sempre que seus moradores queixam-se do desconforto gerado por uma fonte de ruído.

Na maioria dos ambientes urbanos, o ruído caracteriza-se por conter um nível sonoro mínimo, o qual parece não se reduzir durante o tempo de medição ou avaliação do mesmo, denominado Ruído Residual, que pode ser devido ao tráfego de veículos, equipamentos que permanecem em funcionamento contínuo, ruído da vegetação causado pelo vento ou outras fontes, que quando combinadas geram um ruído estacionário básico a ser considerado nas avaliações de ruído ambiental. Ocorre, também, o Ruído de Fundo, definido como todo e qualquer som emitido durante o período de medições, que não aquele objeto da avaliação (PMC, 1999). BISTAFA (2006) define o Ruído de Fundo como uma superposição de ruídos, normalmente de naturezas diferentes e origens distintas, próximas ou remotas, nenhum deles, porém, sendo o objeto específico do estudo, em concordância com a NBR 10151 (ABNT, 2000) que o define como o nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A”, no local e horário considerados, na ausência do ruído gerado pela fonte sonora em estudo.

A avaliação do ruído de fundo é importante para determinação dos níveis de interferência de uma fonte considerada ou para fins de avaliação da incomodidade ou de conforto acústico. O ruído de fundo é a média dos níveis de ruído mínimos no local e no tempo previamente determinados e na ausência da fonte emissora em estudo. Pode ser obtido pela leitura dos níveis mínimos repetidamente no medidor de nível de pressão sonora e pode ser considerado como o nível que é superado em 90% do tempo de medição de no mínimo cinco minutos, definido como nível estatístico L90.

Níveis estatísticos são níveis de pressões sonoras que são ultrapassados durante uma determinada fração do tempo total de medição. Os níveis estatísticos de maior interesse para estudos são L10 e L90, que são os níveis excedidos durante, respectivamente, 10% e 90% do tempo de medição. O nível estatístico L10 pode ser aceito, aproximadamente, como valores de pico em estudos de ruído de tráfego rodoviário, pois ele indica valores que foram excedidos durante apenas 10% do tempo total de medição. Já o nível estatístico L90, pode ser aceito como sendo o ruído de fundo, posto que indica o nível de ruído que foi ultrapassado durante quase todo o tempo de medição (BISTAFA, 2006). A diferença entre L10 e L90 é um indicador da variabilidade do ruído durante o período de medição. Quanto mais afastado estiver o L90 do L10 maior será o incômodo devido à variações bruscas de nível.

Este estudo de ruído ambiental foi realizado em Cuiabá/MT, que conta atualmente com cerca de seiscentos mil habitantes (IBGE, 2010). A cidade apresentou um crescimento explosivo, ocorrido a partir da década de 70, devido à sua posição estratégica para a ocupação da Amazônia, no qual predominou a ocupação espontânea dos espaços urbanos, isenta de qualquer diretriz inicial e que acabou resultando em um sistema viário e processo de verticalização desordenado. O estabelecimento de diretrizes de zoneamento urbano aconteceu tardiamente em relação ao seu crescimento, sendo que somente em 1996, Cuiabá teve seu

primeiro Plano Diretor (Cuiabá, s/d), no qual se definiu hierarquização viária, potencial de adensamento construtivo e demais parâmetros urbanísticos, que em diversas situações entraram em conflito com a ocupação urbana que originalmente vinha sendo feita em algumas regiões da cidade. Inclui-se neste caso, o local de estudo, na qual o aspecto conflitante gira em torno do ruído ambiental oriundo de atividades comerciais próximas a uma zona urbana originalmente residencial.

O município possui legislação específica dispondo sobre padrões de emissão de ruídos (Tabela 1), que estabelece os limites de acordo com o zoneamento urbano por meio da Lei Municipal nº 3.819 (PMC, 1999). Recomenda que as medições dos níveis sonoros sejam efetuadas de acordo com as instruções da NBR10151 da ABNT (1987), que estabelece a reação pública esperada quando o nível sonoro corrigido ultrapassar o nível-critério de ruído em determinado valor (Tabela 2). Embora, a NBR 10151 já tenha sofrido atualização no ano de 2000, cita-se aqui a Tabela 2 da versão de 1987, pelo fato de que a Lei Municipal nº 3.819 (PMC, 1999) remeter-se à mesma.

Tabela 1 - Limites de tolerância para ruído ambiental em Cuiabá/MT.

Tipo de Área	Período do Dia		
	Matutino	Vespertino	Noturno
Residencial (ZR)	55 dB (A)	50 dB(A)	45 dB(A)
Diversificado(ZD)	65 dB(A)	60 dB(A)	55 dB(A)
Industrial (ZI)	70 dB(A)	60 dB(A)	60 dB(A)

Fonte: Lei Municipal nº 3.819 (PMC, 1999).

Tabela 2 - Respostas estimadas da comunidade ao ruído.

Valor em dB(A) pelo qual o nível sonoro corrigido ultrapassa o nível critério	Resposta da comunidade	
	Categoria	Descrição
0	Nenhuma	Não se observa reação
5	Pouca	Queixas esporádicas
10	Média	Queixas generalizadas
15	Enérgicas	Ação comunitária
20	Muito Enérgicas	Ação comunitária vigorosa

Fonte: NBR 10151 (ABNT, 1987).

2. OBJETIVO

Este artigo teve como objetivo avaliar os níveis de ruído a que estão submetidos os moradores no interior de suas unidades habitacionais, pertencentes a um edifício residencial localizado em região de ocupação mista da cidade de Cuiabá/MT, com enfoque no ruído oriundo de condensadores de ar de grande porte instalados em estabelecimentos comerciais do entorno, por ser esta a fonte percebida e apontada pelos condôminos como causadora de incômodo.

3. MÉTODO

3.1. Objeto do estudo

Após a breve retrospectiva do crescimento histórico da cidade, torna-se mais fácil compreender e justificar o objeto deste estudo de caso, que consiste de um edifício residencial, construído em um bairro originalmente residencial unifamiliar, cuja avenida principal, no processo de criação e evolução das legislações urbanísticas municipais, teve limites de adensamento aumentados, permitindo a construção de edifícios residenciais multifamiliares. Posteriormente, esta via passou a corredor comercial com tráfego intenso, permitindo, também, o estabelecimento de atividades comerciais na região.

Neste contexto, construiu-se um edifício residencial multifamiliar de quatro unidades por pavimento, em um total de treze pavimentos e, após isso, uma pequena galeria do lado oposto da via, que em função da valorização comercial da área expandiu-se para um *shopping center* e ocupou o terreno vizinho ao edifício, através da interligação de blocos por meio de uma passarela sobre a rua. Ocorreram, então, aos moradores da região e, especificamente, deste edifício, diversos impactos tais como o relativo à poluição sonora do sistema de condicionamento de ar do *shopping center*. Alguns moradores do edifício, cujos apartamentos possuem a fachada voltada para o referido estabelecimento comercial, revelaram queixas e incômodo quanto ao ruído, relacionando-os aos condensadores de grande porte instalados externamente ao *shopping*. Para avaliação do incômodo foi escolhido como objeto de estudo, a unidade 704, tomada como referência para a amostra constituída de todas as unidades habitacionais com fachada voltada para o sistema de condicionamento de ar (Figura 1).

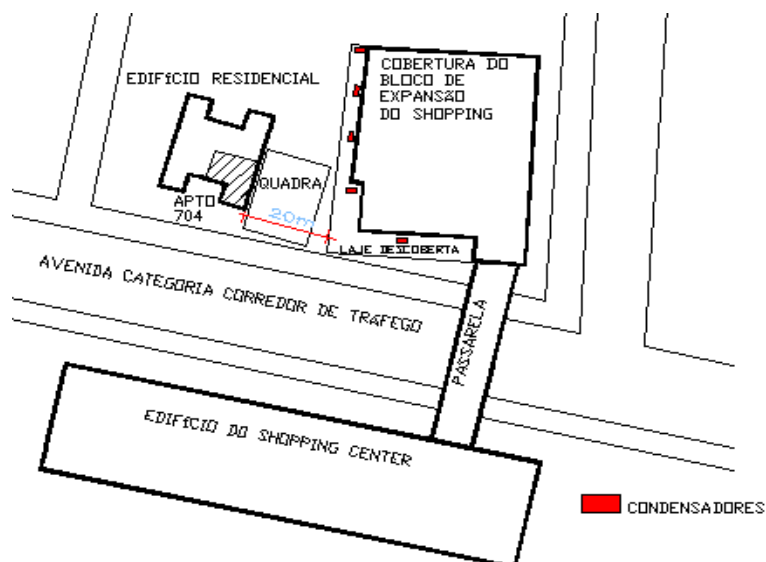


Figura 1 – Expansão do bloco do shopping center para área vizinha ao edifício residencial por meio de passarela, localização dos condensadores de ar e unidade residencial avaliada.

3.2. Procedimentos

As variáveis da pesquisa foram Nível de Pressão Sonora (NPS) do ambiente, obtido por meio de medições “*in loco*” e Nível de Ruído Equivalente Contínuo (Leq), calculado a partir das medições de NPS, ambos expressos em dB(A).

As medições de NPS foram realizadas no dia 29/07/2009, iniciaram-se às 11h:00min e encerraram-se às 24h:00min. Os ambientes selecionados para o estudo foram a sacada e um dos quartos do apartamento, que possui janela voltada para os condensadores. A sacada possui peitoril de alvenaria de 1,20m de altura e os dois ambientes foram considerados para fins de medição como ambientes internos.

Sendo o objeto deste estudo o do nível ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas, para avaliação do ruído adotou-se os procedimentos da norma CETESB L11.032 (1992), cujos critérios foram seguidos nos procedimentos de medição. Na sacada do apartamento, o equipamento foi posicionado na altura de uma pessoa sentada à mesa, de forma similar a que os moradores costumam utilizar o ambiente (Figura 2). O microfone não foi protegido, pois não havia presença de vento no local. As leituras do NPS foram feitas a cada intervalo de 10 segundos até completar 60 leituras (10 minutos de medição), sendo que a próxima medição foi precedida de um intervalo de cinco minutos. Esse procedimento foi seguido durante toda a medição. No dormitório, as medições do NPS foram feitas em ponto central do mesmo (Figura 3) em intervalos de 10 segundos até completar 60 leituras (10 minutos de medição) com as janelas abertas, realizando-se então um intervalo de 5 minutos, após o que se procedeu à leitura com as janelas fechadas.

Foram utilizados dois medidores de pressão sonora de mesmo modelo, MSL 1325, da marca Minipa (Figura 4), conformidade IEC-651, tipo 2, devidamente calibrados.



Figura 2 - Medição na sacada.



Figura 3 - Medição no dormitório.



Figura 4 - Medidor de nível de pressão sonora utilizado.

O cálculo do nível sonoro do ambiente (L_A) foi feito segundo a CETESB/L11.032 (1997), que estabelece as duas situações abaixo:

a) Se o ruído for contínuo e se o número de impactos e/ou tons puros ocorridos durante a medição for menor ou igual a 5 calcular L_A de acordo com a Equação 1, onde L_i é o nível pontual de ruído em dB(A) e n é o número de medições, desprezando os valores de ruídos de impactos e/ou tons puros. Se for utilizado equipamento com indicação automática do L_{eq} , o cálculo naturalmente não é necessário.

$$L_A = \frac{\sum L_i}{n} \quad \text{Equação 1}$$

b) Se o ruído for descontínuo ou se for contínuo e o número de impactos e/ou tons puros for maior que 5, calcular o L_{eq} considerando todos os valores lidos de acordo com a Equação 2, onde L_{eq} é o nível de ruído equivalente contínuo em dB(A), n é o número de medições válidas, f_i é a frequência relativa simples do ruído L_i e L_i é o nível pontual de ruído medido a cada 10 segundos, em dB(A).

$$L_{eq} = 10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_i} \right] \quad \text{Equação 2}$$

O cálculo do nível sonoro corrigido (L_c) deve ser feito conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Correção de L_{eq}

Nos casos de ruído constante e de ruído contínuo sem impactos o fator de correção é nulo	$L_c = L_A$
No caso de ruído contínuo com contribuição de até 5 ocorrências de ruído impulsivo (martelagens ou rebitagens) ou que contenham tons puros audíveis (apitos, chiados, zumbidos) durante o período de medição, o fator de correção é de +5 dB(A)	$L_c = L_A + 5$
No caso de ruído contínuo com mais de 5 ocorrências de impactos e/ou tons puros e no caso de ruído descontínuo com impactos e/ou tons puros o fator de correção é + 5 dB(A)	$L_c = L_A + 5$
No caso de ruído descontínuo sem impactos ou tons puros o fator de correção é nulo	$L_c = L_{eq}$

Fonte: Adaptado de CETESB/L11.032 (1992).

Para cálculo dos níveis estatísticos L10 e L90 adotou-se o método proposto pela CETESB/L11.033 (1992) que fixa um processo prático para calcular esses parâmetros a partir de uma série de níveis discretos de ruído medidos conforme a norma CETESB L11.032 (1992). Os procedimentos para tabulação e cálculo do L10 e L90 foram os abaixo descritos:

a) Utilizou-se uma planilha como a da Tabela 4, na qual anotou-se os valores lidos na coluna 1.

Tabela 4 – Planilha para cálculo de ruído conforme a CETESB L11.033(1992).

Valores lidos dB(A)	Valores ordenados dB(A)	Frequência absoluta (F)	Frequência absoluta acumulada (Fa)	Frequência relativa (Fr (%))	Frequência relativa acumulada Fra (%)
NPS1					
NPSn-1					
NPSn					

b) Ordenou-se de maneira decrescente os valores obtidos na coluna 2.

c) Preencheu-se as colunas 3, 4, 5 e 6 com a Frequência absoluta (F = o número de ocorrências do nível de ruído medido), Frequência absoluta acumulada (F_a = a soma das frequências absolutas de todos os valores maiores ou iguais ao valor considerado), Frequência relativa (Fr = a soma das frequências relativas de todos os valores maiores ou iguais ao valor considerado) e Frequências relativa acumulada (Fra = calculada conforme a Equação 3, onde n é o número de valores lidos.).

$$Fr_{\%} = \frac{100 \cdot F_a}{n} \quad \text{Equação 3}$$

d) Identificou-se quais os valores da coluna 3 correspondentes às Fra de 10% e 90%, considerando-se estes valores como sendo os ruídos L10 e L90, respectivamente.

A presente pesquisa também contou com uma avaliação qualitativa, na qual se utilizou de questionário aplicado aos moradores, com objetivo de identificar os aspectos da percepção do ambiente sonoro por parte dos moradores do edifício. Embora este instrumento não seja normatizado para avaliação do ruído ambiental,

optou-se por utilizá-lo como instrumento, pelo fato de que o ruído oriundo de condensadores de ar de grande porte instalados em estabelecimentos comerciais do entorno era apontado por alguns condôminos como uma fonte causadora de incômodo. Justifica-se, assim, a aplicação do questionário para conhecer a subjetividade da percepção das fontes de ruído local por parte dos mesmos.

Os questionários foram distribuídos em vinte e seis unidades habitacionais escolhidas intencionalmente dentro do grupo de elementos componentes da amostra, constituindo-se uma amostragem intencional, na qual se buscou a opinião do morador, de acordo com o critério de que sua unidade habitacional tivesse fachada voltada para o *shopping center*. As variáveis definidas para a pesquisa de aspecto qualitativo foram: sexo; idade; profissão, pavimento em que residem; tempo que residem no edifício; horário que costumam permanecer no prédio; há quanto tempo sentem-se incomodados com o ruído ambiente; hora do dia em que o incômodo é maior; hábitos que perderam em decorrência do ruído; ocorrência de problemas físicos que podem estar relacionados ao ruído; ruído que mais os incomodam; local do apartamento em que o incômodo é maior e se já cogitaram em mudar-se do prédio devido ao ruído.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1. Resultados das medições na sacada e quarto

Com base nos valores medidos, apresenta-se nas Tabelas 5 e 6, o ruído ambiental na sacada e no quarto, respectivamente, sendo que para este último os resultados foram apresentados considerando a situação de medição com janela aberta e fechada. Os níveis de ruído foram classificados como descontínuos, sem impactos ou tons puros, sendo, portanto, o fator de correção é nulo.

As medições foram relacionadas ao funcionamento dos condensadores, calculando-se o Leq para a situação de condensadores desligados (ruído de fundo) e em funcionamento. Calculou-se a média nos períodos matutino, vespertino e noturno e também, conforme PMC (1999) que considera período diurno (até às 22h:00min) e noturno (após às 22h:00min).

Tabela 5 – Ruído ambiental na sacada.

Situação de medição	Hora	Leq dB(A)	Média no período do dia dB(A)		Média no período dB(A)	
Condensadores desligados $Leq=63,53$ dB(A)	10:50-11:00	64,07	matutino	63,61	diurno	63,29
	11:05-11:15	63,14				
	11:20-11:30	63,62				
	11:35-11:45	64,48				
	11:50-12:00	62,76				
	12:05-12:15	63,07	vespertino	63,54		
	12:20-12:30	63,41				
	12:35-12:45	63,28				
	12:50-13:00	64,12				
	13:05-13:15	63,38				
Condensadores em funcionamento $Leq=63,13$ dB(A)	13:20-13:30 *	66,17	noturno	59,49	noturno	59,49
	13:35-13:45	64,48				
	13:50-14:00	63,67				
	14:20-14:30	63,67				
	14:35-14:45	64,25				
	19:24-19:34	64,07				
	19:39-19:49	63,20				
	19:54-20:04	63,32				
	20:09-20:19	62,27				
	20:24-20:39	63,89				
	21:35-21:45	62,45				
	22:10-22:20	62,55				
	22:25-22:35	62,55				
22:40-22:50	62,90					
Condensadores desligados $Leq= 58,47$ dB(A)	22:55-23:05**	60,46				
	23:10-23:20	60,20				
	23:25-23:35	62,62				
	23:40-23:50	57,37				
	23:55-00:05	58,08				

Tabela 6 – Ruído ambiental no quarto.

JANELA ABERTA					JANELA FECHADA								
Situação de medição	Hora	Leq dB(A)	Média no período	Média no período	Situação de medição	Hora	Leq dB(A)	Média no período	Média no período				
Condensadores desligados Leq=52,79 dB(A)	11:05-11:15	52,78	manhã	53,16	diurno	53,88	Condensadores desligados Leq=46,01 dB(A)	11:20-11:30	45,24	manhã	44,94		
	11:35-11:45	53,54						11:50-12:00	44,64				
	12:05-12:15	51,93	12:20-12:30	43,90				vespertino	46,86				
	12:35-12:45	52,91	12:50-12:55	52,13									
	13:13-13:23	54,21	12:58-13:08	44,13									
13:43-13:53 ^a	54,99	13:28-13:38 ^a	46,36										
14:13-14:23	55,12	13:58-14:08	45,86										
Condensadores ligados Leq=54,11 dB(A)	14:43-14:53	55,02	tarde	54,01			diurno	53,88	Condensadores ligados Leq=46,47 dB(A)	14:28-14:38	46,44	vespertino	46,86
	18:35-18:40	53,17								18:50-19:00	46,98		
	19:05-19:15	54,62								19:20-19:30	47,92		
	19:35-19:45	53,65			19:50-20:00	47,70							
	20:05-20:15	47,71			20:20-20:30	47,21							
	21:35-21:45	54,23			noturno	49,95				noturno	49,95		
22:25-22:35	51,86	22:40-22:50 ^b	44,96										
Condensadores desligados Leq=49,32 dB(A)	22:55-23:05 ^b	53,66	noturno	49,95	noturno	49,95	Condensadores desligados Leq=41,75(A)	23:10-23:15	42,95	noturno	44,21		
	23:25-23:40	49,37						23:40-23:50	40,55				
	23:50-24:00	44,93											

^a Os condensadores foram ligados.^b Os condensadores foram desligados.

4.2. Resultado do Ruído de fundo

O ruído de fundo foi calculado como o ruído correspondente à média dos Lmin que ocorrem na sacada, com os condensadores desligados (antes das 13h00min e após as 22h55min). Considerou-se o ruído de fundo para os períodos diurno e noturno, separadamente (Tabela 7).

Tabela 7 – Ruído de fundo nos períodos de funcionamento dos condensadores.

Hora	Lmin dB(A)	Ruído de fundo médio no período diurno dB(A)	Hora	L90 dB(A)	Ruído de fundo médio no período noturno dB(A)
10:50-11:00	58,80	58,34	22:55-23:05	59,90	53,30
11:05-11:15	58,70		23:10-23:20	54,10	
11:20-11:30	58,10		23:25-23:35	50,80	
11:35-11:45	60,00		23:40-23:50	51,00	
11:50-12:00	57,40		23:55-00:05	50,70	
12:05-12:15	57,90				
12:20-12:30	58,30				
12:35-12:45	57,20				
12:50-13:00	58,70				

4.3. Cálculo dos níveis estatísticos L10 e L90

A Figura 5 apresenta os níveis estatísticos L10 e L90, o Lmax, o Lmin e nível critério para os ambientes da sacada, onde observa-se que:

a) antes do início do funcionamento dos condensadores (antes das 13h:20min) o Lmin não ultrapassa o nível critério. O Leq fica dentro dos limites do nível critério, embora o Lmax e o L10 o ultrapassem. Isso significa que o ruído no local já é elevado, mesmo sem os condensadores, devido ao tráfego de veículos, caracterizado pelo L10;

b) no instante em que os condensadores entram em funcionamento, às 13h20min, há um acréscimo no Lmin e L90 e, no instante em que os mesmos são desligados, às 22h55min, o Lmin e o L90 diminuem significativamente. Isso significa que o ruído dos condensadores contribui para um acréscimo no ruído residual, que é o nível sonoro mínimo e contínuo, que se mantém durante toda a medição, já que é causado pelos condensadores, que são motores estacionários;

c) após a entrada em funcionamento dos condensadores, ao ruído de fundo (L90) soma-se o ruído residual dos condensadores, elevando o Lmin. O Leq ultrapassa o nível crítico, caracterizando ruído ambiental excessivo.

d) quando os condensadores são desligados, após as 22h55min, o ruído de fundo (L90) e o Lmin ficam abaixo do nível crítico. Neste período, o Leq é elevado devido a contribuição do ruído e tráfego, que é intenso (L10), elevando inclusive, o Lmax.

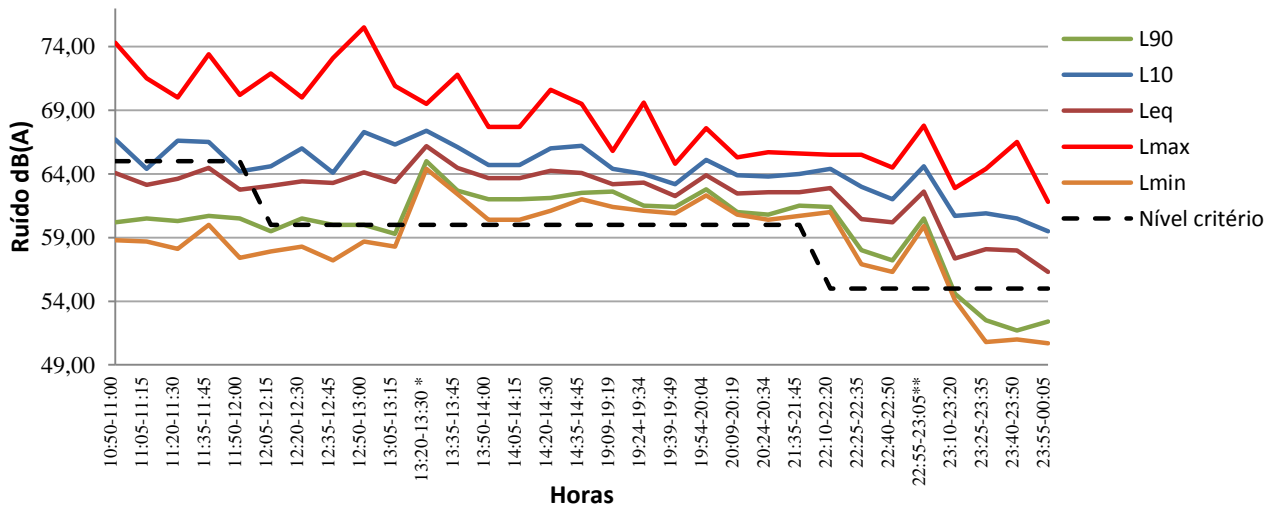


Figura 5 - L10, L90, Leq, Lmax, Lmin e nível crítico-sacada. (*Os condensadores foram ligados. ** Os condensadores foram desligados).

As Figuras 6 e 7 apresentam os níveis estatísticos, o Lmax, o Lmin e nível crítico para os ambientes do quarto com janela aberta e do quarto com janela fechada, respectivamente, nas quais se pode observar os mesmos padrões ocorridos na sacada, acrescido do fato de que mesmo com a janela fechada, os níveis de ruído no interior do quarto são excessivos, pois o Leq encontra-se acima do nível crítico para ambientes internos com janelas fechadas.

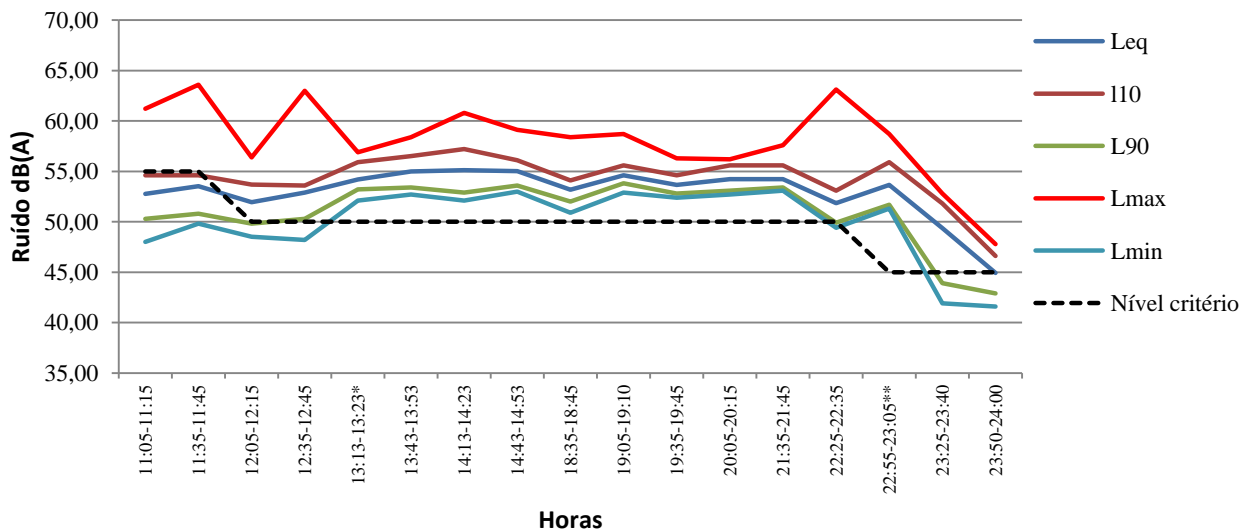


Figura 6 - L10, L90, Leq, Lmax, Lmin e nível crítico - quarto com janela aberta. (*Os condensadores foram ligados. ** Os condensadores foram desligados).

Para análise comparativa do Leq com os níveis críticos, a Tabela 8 apresenta o Leq total aproximado para número inteiro, na sacada e no quarto para a situação de medição de janela aberta e fechada, nos períodos matutino, vespertino e noturno. O Leq total ultrapassa os limites estabelecidos na Lei 3819 (PMC, 1999) no ambiente da sacada, nos períodos vespertino e noturno, em 4dB(A). No período noturno não foi

ultrapassado o nível de controle. No quarto, o Leq também ultrapassa o nível crítico nos períodos vespertino e noturno, em até 5dB(A).

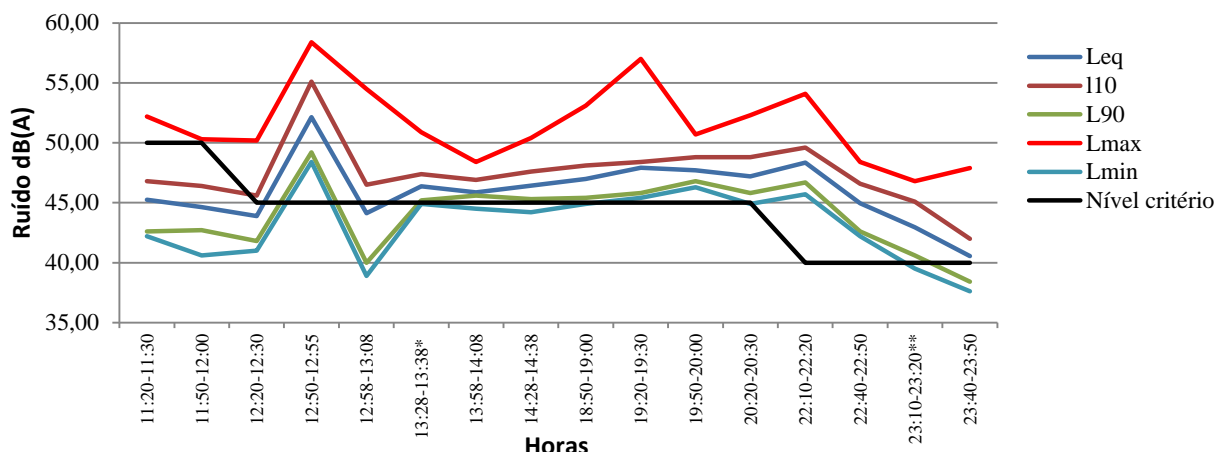


Figura 7 - L10, L90, Leq, Lmax e Lmin e nível crítico - quarto com janela fechada. (*Os condensadores foram ligados. ** Os condensadores foram desligados).

A Tabela 9 apresenta a comparação entre o Leq total, aproximado para número inteiro, na sacada e no quarto, classificando os períodos de funcionamento e não funcionamento dos condensadores em matutino, vespertino e noturno. Observou-se que o Leq total se mantém acima do nível crítico nos períodos vespertino e noturno, na sacada e no quarto. No período matutino não foi ultrapassado o nível de controle.

Em ambos os casos, a expectativa de reclamações, segundo a Tabela 2, é de que haja pouca ou nenhuma reclamação da comunidade, caracterizada por queixas esporádicas.

Tabela 8: Comparativo do Leq total com os limites da Lei 3819 (1999), por período.

Ambiente	Período	Leq total dB(A)	Nível crítico da Lei dB(A)	Ultrapassa o nível crítico?	Nível crítico - Leq dB(A)
SACADA	MATUTINO	64	65	Não	-
	VESPERTINO	64	60	Sim	4
	NOTURNO	59	55	Sim	4
QUARTO JANELA ABERTA	MATUTINO	53	55	Não	-
	VESPERTINO	53	50	Sim	3
	NOTURNO	50	45	Sim	5
QUARTO JANELA FECHADA	MATUTINO	45	50	Não	-
	VESPERTINO	47	45	Sim	2
	NOTURNO	44	40	Sim	4

Tabela 9: Comparativo do Leq total com os limites da Lei 3819 (1999), com os condensadores ligados e desligados.

Ambiente	Horário	Condensadores	Período	Leq dB(A)	Nível crítico da Lei dB(A)	Ultrapassa o nível crítico?	Nível crítico - Leq dB(A)
SACADA	10:50-13:15	desligados	matutino	64	65	Não	-
	13:20-22:50	ligados	vespertino	63	60	Sim	3
	22:55-00:05	desligados	noturno	58	55	Sim	3
QUARTO JANELA ABERTA	11:05-13:23	desligados	matutino	53	55	Não	-
	13:43-22:35	ligados	vespertino	53	50	Sim	3
	22:55-24:00	desligados	noturno	49	45	Sim	4
QUARTO JANELA FECHADA	11:20-13:08	desligados	matutino	46	50	Não	-
	13:28-22:20	ligados	vespertino	46	45	Sim	1
	22:40-23:50	desligados	noturno	42	40	Sim	2

4.4. A percepção da comunidade

Na verificação da percepção da comunidade sobre ruído do local, apenas dez condôminos retornaram o questionário dos vinte seis entregues na pesquisa, o que representa cerca de 39% do total, porcentagem esta que não garante a representatividade do total dos moradores cujas fachadas são voltadas para o *shopping center*. No entanto, as respostas obtidas do questionário apresentam coerência com a avaliação quantitativa das medições. Constatou-se que no período noturno os moradores permanecem em seus apartamentos, sendo assim, é neste período que mais se sentem incomodados com o ruído. Quanto aos dias da semana, 50% dos entrevistados responderam que não percebem variação do ruído em função do dia da semana e 50%

afirmaram perceber aumento do ruído nos finais de semana. Esse aumento tem relação com o funcionamento pleno dos condensadores, uma vez que os mesmos atendem as salas de cinema, muito frequentadas nos finais de semana.

Foram questionados também se perderam hábitos em função do ruído e as respostas também foram coerentes. Em resposta livre, 80% dos moradores responderam que não permanecem na sacada do apartamento, 50% afirmaram que não abrem mais as janelas do apartamento, 30% afirmaram que perderam o hábito da leitura e 20% afirmaram que tem dificuldades em receber visitas na sala e sacada. Na sacada, o ruído é percebido claramente pelos moradores, pois para 80% dos entrevistados, é neste local do apartamento em que o ruído mais os incomoda; 60% queixaram-se também do ruído no quarto.

Quanto aos possíveis problemas físicos relacionados ao ruído, 90% relataram que já sentiram e ainda sentem irritações e nervosismo, 70% sofrem com insônia e 60% afirmaram se sentir intolerantes com ruídos mais elevados. Relataram, também, casos de tonturas, zumbido no ouvido e dores de cabeça, atribuindo esses sintomas ao ruído local. Quando perguntados sobre a fonte de ruídos que mais os incomodavam, foram unânimes em atribuir os condensadores de ar como a fonte mais incômoda. Além disto, 40% dos moradores também citaram o tráfego de veículos como fonte de ruído incômoda. Perguntou-se, também, se já haviam cogitado em se mudar do prédio por causa do ruído e a metade dos entrevistados respondeu afirmativamente.

5. CONCLUSÕES

O objetivo deste estudo foi avaliar os níveis de ruído a que estão submetidos os moradores no interior de suas unidades habitacionais com enfoque no ruído oriundo de condensadores de ar de grande porte instalados em estabelecimentos comerciais do entorno, por ser esta a fonte percebida e apontada pelos condôminos como causadora de incômodo.

Buscou-se avaliar o ruído do local oriundo de todas as fontes sonoras em cada horário: o nível de ruído equivalente contínuo (Leq) oriundo da contribuição dos condensadores; o nível de ruído de fundo (L90) e o nível de ruído oriundo da contribuição do tráfego (L10), concluindo-se que:

- a) o ruído ambiental, no período matutino, não é excessivo, ficando o Leq dentro do nível critério;
- b) o ruído ambiental, nos períodos vespertino e noturno, é excessivo e se deve ao tráfego de veículos (L10) e ao ruído dos condensadores, ficando o Leq acima do nível critério;
- c) a contribuição do ruído dos condensadores ao ruído ambiental está na geração de um nível de ruído residual, que causa a elevação dos níveis de ruído mínimos (Lmin). Quando os motores, que são fontes de ruído estacionário, entram em funcionamento, não se elevam os níveis de ruído máximos, mas eleva-se o ruído de fundo (L90) e o Leq;
- d) a minimização ou eliminação do ruído dos condensadores não garante a adequação do Leq ao nível critério, tendo em vista que a contribuição do tráfego de veículos é intensa e, também, ininterrupta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 1987.
- _____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151**: Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.
- _____. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- BISTAFA, S. R. Acústica aplicada ao controle de ruído. São Paulo: Edgard Blucher, 2006.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria n° 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. NR 17 – Ergonomia.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Norma L11.032**: Determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos em áreas habitadas. São Paulo, 1992.
- _____. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Norma L11.033**: Processo prático para calcular o nível equivalente contínuo. São Paulo, 1997.
- Cuiabá. Prefeitura Municipal de Cuiabá. **Caderno do IPDU**. Diretoria de Projetos Especiais/Diretoria do Plano Diretor. s/d.
- FERNANDES J. C. Acústica e Ruídos. Apostila. Bauru: UNESP, 2002. Disponível em: <http://wwwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica>. Acesso em 2010.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em mar/2010.
- LACERDA, A. P. de. **Audiologia Clínica**. Rio de Janeiro. Ed. Guanabara. 1976. 199 p.
- PMC. PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ. **Lei Municipal n.º 3.819**. Cuiabá: Janeiro, 1999.
- SILVA, P. **Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar**. Belo Horizonte: Editora Termo Acústica, 1997.
- PIMENTEL-SOUZA, F. **Efeito do ruído no homem dormindo e acordado**. XIX ESBA, SOBRAC-2000, Belo Horizonte.
- WHO. World Health Organization. **Night Noise Guidelines For Europe**. WHO Regional Office for Europe. Copenhagen, 2009.