



XII Encontro Nacional e  
VIII Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído

25 a 27 de Setembro

## A CONTAMINAÇÃO ACÚSTICA NA CIDADE UNIVERSITÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ EM BELÉM

**Elcione Moraes (1); Gustavo Melo (2); Denilson Ramos (3); Mindiyara Uakti (3)**

(1) Dra. Profa. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Pará, [elcione@ufpa.br](mailto:elcione@ufpa.br);

(2) Dr. Prof. Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Pará, [gmelo@ufpa.br](mailto:gmelo@ufpa.br);

(3) Estudantes e bolsistas do Laboratório de Análise e Desenvolvimento do Espaço Construído da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/UFPA, [deltetoramos@gmail.com](mailto:deltetoramos@gmail.com) e [mindiyarauakti@yahoo.com.br](mailto:mindiyarauakti@yahoo.com.br);

Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01 - Guamá. CEP 66075-110. Caixa postal 479. PABX +55 91 3201-7000. Belém - Pará - Brasil

### RESUMO

A exposição a elevados níveis de ruído é hoje um problema generalizado nas zonas urbanas, e até mesmo os espaços localizados em áreas institucionais sofrem com os incômodos gerados pelo ruído. As cidades universitárias, por sua importância no campo do aprendizado, necessitam ser preservadas de todo e qualquer tipo de poluente, porém, em muitos casos as edificações estão sob impacto direto da poluição sonora. A cidade universitária José da Silveira Netto, campus da Universidade Federal do Pará, na cidade de Belém, não é diferente nesse contexto. Apesar de sua localização privilegiada, longe do centro da cidade e, portanto, menos exposta ao tráfego intenso de veículos, os níveis de pressão sonora (NPS) nas principais vias do *campus* alcançam índices que se assemelham aos de vias urbanas comuns, especialmente no período da manhã (variando entre 56,7 dB(A) e 63,6 dB(A)); no período da tarde os NPS são menos intensos (variando entre 51,5 dB(A) e 59,6 dB(A)). Ainda assim, os NPS são superiores aos índices médios recomendados pela normativa brasileira para zonas educacionais. O objetivo deste trabalho é demonstrar os índices sonoros no interior do *campus*. Os resultados são ilustrados em forma de mapa acústico do *campus*, calculado através de modelo preditivo, que favorece as análises e serve de ferramenta para o processo de urbanização e conscientização da importância de preservação de um ambiente acusticamente saudável. O mapa acústico é, ainda, um importante subsídio para a elaboração de estratégias de gestão para o controle do ruído no *campus*, como resposta ao compromisso social e contribuição na defesa de índices de bem estar comunitário.

Palavras-chave: Mapa acústico, contaminação sonora, ruído urbano.

### ABSTRACT

Exposure to high noise levels is now a generalized problem in urban areas, even in educational institutions which are no longer free from disturbances generated by noise. University precincts, given their importance in the field of learning, need to be preserved from any and all type of pollutant, but in many cases their buildings are under direct impact of noise pollution. The *campus* of the Federal University of Pará, in Belém, is no different in this context. Although its prime location is far from the city center, and therefore less exposed to traffic noise, the noise levels throughout the precinct reach sound pressure levels (SPL) as high as those of common urban roads, especially in the morning (between 56.7 dB(A) and 63.6 dB(A)); in the afternoon the SPL are somewhat lower (ranging from 51.5 dB(A) and 59.6 dB(A)), yet the SPL are higher than those recommended by Brazilian standards related to educational areas. The aim of this work is to demonstrate the sound levels inside the campus. The results are illustrated in the form of acoustic map of the university precinct, obtained from numerical models, which favors the analysis and serves as a tool for the process of urbanization and awareness of the importance of preserving an acoustically healthy environment. The acoustic map is also an important subsidy for the development of management strategies regarding noise control on the university, as a response to social commitment and contribution to the achievement of community well-being indices.

Keywords: Acoustic map, noise contamination, urban noise.

## INTRODUÇÃO

No mundo moderno, muitos fatores criam condições que afetam em maior ou menor grau tanto a quantidade como a qualidade e disponibilidade dos recursos e, sobretudo, impactam na degradação ambiental do entorno de vivência cotidiana. Entre os efeitos mais evidentes sobre a condição e a qualidade ambientais estão a contaminação do ar, da água e do solo, a degradação das áreas verdes, a perda de ecossistemas e biodiversidade, e, em destaque, incremento nos níveis de ruído e, conseqüentemente, na poluição sonora.

As últimas décadas demonstram fortes tendências da poluição sonora vir a converter-se em uma das fontes contaminantes mais importantes da vida moderna, causando de moléstias generalizadas por problemas físicos e psicológicos, até interferências no desenvolvimento natural das atividades essenciais da vida contemporânea, já que o ruído, como tal, está associado a essas atividades de vital importância para a vida nas cidades: transporte, construção, recreação, indústria, etc. (MARTÍNEZ; LÓPEZ; ORTÍZ, 2009).

Assim, o presente estudo consta de medições dos níveis de pressão sonora (NPS) e da elaboração do mapa acústico do *campus* da Universidade Federal do Pará (UFPA), em Belém, através de um software de predição acústica específico para esse fim. A partir da elaboração do mapa acústico é possível adotar medidas de controle da qualidade ambiental sonora, além de utilizá-lo como ferramenta básica na formulação de normas de controle ambiental, no planejamento urbanístico e na reordenação do sistema viário, em locais de grande geração de ruído (MORAES, LARA, 2004).

A relevância deste estudo está no pressuposto da importância da preservação da qualidade sonora de um ambiente, no qual as atividades predominantes demandam concentração e clareza na comunicação, para o processo de aprendizagem em sala de aula. Espera-se com ele fomentar subsídio à incorporação de critérios acústicos ao futuro plano diretor da cidade universitária da UFPA. Mostram-se aqui os primeiros resultados do mapeamento sonoro da cidade universitária como parte de um estudo maior que compreenderá todos os setores do *campus* e analisará a interferência do ruído na inteligibilidade da fala na sala de aula.

## 1. OBJETIVO

O objetivo primeiro deste artigo é conhecer com maior grau de detalhes como se distribuem os NPS nas vias de circulação interna dos setores Básico e Profissional da cidade universitária da UFPA, em Belém, expresso em forma de mapa acústico com auxílio de software de predição, para no futuro poder correlacioná-lo com os índices de inteligibilidade da fala em sala de aula.

## 2. MÉTODO

A execução desse trabalho desenvolveu-se em duas etapas:

1. Medição dos NPS: as medições foram realizadas nos dias 12, 14 e 15 de Março de 2013. O tempo de medição dos NPS e contagem dos veículos foi de cinco minutos em cada ponto e em dois períodos distintos: das 9:00 h às 12:00 h e das 15:00 h às 17:00 h. Para a coleta dos NPS utilizou-se o sonômetro de precisão Tipo 2260 *Investigator*, da Brüel & Kjær. Para tal, adotou-se o método das quadrículas para definição dos pontos de medição. Assim, sob a base cartográfica do *campus* definiram-se os pontos em função do uso do solo do *campus* dando prioridade para as principais vias de tráfego. Deste modo, foram determinados 15 pontos de medida, dos quais quatro localizam-se em áreas em que não há circulação de veículos; esses pontos foram utilizados como parâmetro de comparação para as análises e desconsiderados para a elaboração do mapa acústico. O sonômetro foi posicionado a 4 m de altura do solo, seguindo recomendação da ISO 1996-2 (ISO, 2007), com auxílio de um cabo de prolongamento de microfone e um tripé de mesma extensão. Utilizou-se como base um veículo particular no qual posicionou-se o tripé no seu interior e, através do teto solar, atingiu-se a altura desejada. A figura 1 mostra o sonômetro montado no veículo para a realização das medições. Paralelamente as medições de NPS, registraram-se os valores de temperatura do ar e umidade relativa, com uso de um termohigrômetro digital portátil com ponto de orvalho, *data logger* e RS-232 Modelo HTR-170 da marca *Instrutherm*.
2. Modelo de predição: iniciou-se a elaboração do modelo de predição com a montagem da base cartográfica. Foram introduzidos em um modelo virtual 3D todos os elementos relevantes para a propagação do som na área em estudo. Para isso, foi importada a base de dados cartográfica, no formato CAD, para o software *Predictor V. 8* da Brüel & Kjær, considerando os elementos cartográficos: topografia, largura das vias, distância e alturas das edificações, fonte de ruído por categoria de veículo (quatro categorias), além dos demais fatores relevantes, tais como: tipo de asfalto, áreas verdes, rios,

canais, etc. Foi feita a contagem dos veículos circundantes na via na qual as medições estavam sendo realizadas, em quatro categorias: veículos leves, caminhão pesado, caminhão leve e moto, para alimentação no modelo. Os cálculos matemáticos foram feitos através do método ISO 9613 1/2 *Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere e Part 2: General method of calculation (Road Traffic)* por ser o que melhor se adapta às necessidades do estudo, além de permitir a introdução dos valores das variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade relativa e pressão atmosférica), fator importante no caso deste projeto. Foram adotados os períodos de cálculo *Lde* (considerando para o dia, o intervalo das 9 às 12 h e, para a tarde, o intervalo das 12 às 18 h). As medições *in situ* foram utilizadas como parâmetro de ajuste e validação dos valores calculados pelo software de predição.



Figura 1 – Adaptação do sonômetro no momento dos testes para a medição de campo.

### 3. CARACTERÍSTICAS DA CIDADE UNIVERSITÁRIA

O *campus* universitário do Guamá foi inaugurado oficialmente no dia 13 de Agosto de 1968, com a denominação de Núcleo Pioneiro da UFPA, no terreno situado às margens do rio Guamá a 10 km do centro da cidade de Belém, em uma área de aproximadamente 471 ha. O espaço estava inserido dentro da filosofia adotada nas universidades federais brasileiras, na década de 1960, de criar um território universitário capaz de centralizar as atividades administrativa, de ensino, pesquisa e extensão. O projeto urbano do *campus* de Belém da UFPA, dirigido pelo engenheiro e arquiteto Alcyr Meira, representa uma proposta inovadora na época, sugerindo a adesão de um padrão de arquitetura regional, com o propósito de unir princípios construtivos representativos do local e soluções arquitetônicas, dentro dos princípios denominados “ecológicos”, com técnicas que favorecem ao conforto térmico, ventilação cruzada, adequada orientação das fachadas protegidas da insolação direta, uso de venezianas, grandes beirais, coberturas de telha de barro, etc. (XIMENES, 2011).

Ainda segundo Ximenes (2011), a criação dos *campus* seguiu a carta de Atenas de 1933: “o espaço físico do *campus* deveria estar distanciado do estresse cotidiano, garantindo a tranquilidade do trabalho intelectual, e os volumes edificadas deveriam ser harmoniosos com os espaços livre”. De modo específico, o partido geral do *campus* deveria apresentar vias exclusivas para o uso de automóveis e as circulações de pedestres deveriam estar separadas do tráfego de veículos e localizadas nos miolos das quadras, com ausência de passeios adjacentes ao leito carroçável. O desenho urbano teria um anel viário periférico sem ramificações. As edificações seriam localizadas voltadas para o centro das quadras e não alinhadas ao longo das vias de circulação e longe das vias de tráfego de veículo, separadas por áreas vegetadas, intercaladas com os bolsões de estacionamento. A Figura ilustra a vista geral da cidade universitária da UFPA em Belém.



Figura 2– Vista aérea da cidade universitária da UFPA em Belém.

Fonte: Google Earth, 2013.

### 3.1. Características geográficas

O terreno da UFPA fazia parte do chamado “cinturão institucional” formado a partir da década de 1960 ao redor da Primeira Léguas Patrimonial da cidade. O terreno era constituído, sobretudo, por áreas verdes remanescentes e solo alagadiço. Para a implantação do *campus* foi necessário o desmatamento e aterramento do solo, o que resultou na retirada de parte da vegetação local, embora ainda seja possível encontrá-la nas partes mais distantes do *campus* Básico e Profissional onde estão sendo implantadas novas edificações. Essas características geográficas dos terrenos justificam a configuração urbanística delimitada por igarapés, separando setores distintos e bem definidos.

### 3.2. Característica da ocupação da cidade universitária

Dentro da lógica urbanística moldada nos padrões modernistas de outros *campi*, a ocupação do *campus* aconteceu de maneira rarefeita, com baixa densidade construída e sob uma estrutura de maior espaçamento. Atualmente, a cidade universitária é parcelada em quatro setores: Básico, Profissional, Esporte e Saúde. Este estudo foi desenvolvido com objetivo de analisar a distribuição do ruído em todo o *campus*, e nessa primeira fase, foram analisados exclusivamente os setores Básico e Profissional.

O setor Básico, início do processo de construção do *campus*, possui menos da metade de sua área total (471 ha) ocupada (270 ha). Nele concentram-se várias seções importantes da universidade (biblioteca central, restaurante universitário, bancos, reitoria, etc.), o que provoca maior centralização e fluxo de pessoas nesse setor, seja para permanecer por todo o período laboral como para ter acesso temporário aos serviços localizados no setor. Os edifícios do setor Básico estão posicionados no eixo Leste-Oeste, o que favorece a ventilação predominante (Nordeste) e a maior proteção das fachadas da radiação solar direta no período da tarde. Nesse setor há uma grande quadra central, que concentra a maior parte dos edifícios (cerca de 80%), com um sistema viário circundante tipicamente modernista, resultando em uma baixa capilaridade na quadra, que implica em caminhos mais extensos (hoje transformados em passarelas) e pouca capacidade de integrar acessos, aspecto que caracteriza toda a urbanização do *campus*. Historicamente, na cidade universitária a urbanização se apresenta desta maneira. Deste modo, a penetração nas quadras é feita quase que exclusivamente por pedestres. (XIMENES, 2011).

O setor Profissional, segundo maior do *campus*, está estruturado em torno de uma única grande quadra que apresenta proporções típicas de uma quadra de um bairro de classe média, com densidades moderadas. A área do setor profissional é visivelmente a menos extensa dentro do *campus*. Assim como no setor Básico, seus edifícios também estão locados no sentido Leste-Oeste e conectados por um sistema viário periférico com poucas possibilidades de penetração por veículos motorizados e grandes extensões de passarelas para os acessos de pedestres. A implantação dos prédios e as configurações do setor criaram uma situação de paralelismo no miolo de quadra, que colaborou na criação e no reforço de áreas negativas, ou áreas vazias. Os bolsões de estacionamento do setor têm certa regularidade e geram certa dispersão na relação entre os edifícios, de modo que os lotes dentro das quadras não apresentam delimitações claras. Este setor apresenta áreas verdes em maior quantidade que no setor Básico, porém esses espaços verdes não proporcionam integração relevante com os edifícios do setor (XIMENES, 2011). A Figura 3 mostra os setores Básico e Profissional do *campus*.



Figura 3 – Vista aérea dos setores Básico e Profissional do *campus* com os pontos de medida.  
 Fonte: Google Earth, 2013.

#### 4. MAPA ACÚSTICO

Os procedimentos preditivos que se utilizaram para a elaboração do mapa acústico estão desenhados fundamentalmente para o ruído de tráfego de veículos. Por este motivo, retiraram-se os pontos 1, 5, 11 e 15 da simulação, por se encontrarem em zonas distantes das vias de tráfego. Portanto, os NPS medidos correspondem ao ruído gerado pelos usuários e maquinários do local. Embora o procedimento a partir exclusivamente de medidas *in situ* seja, no caso da cidade universitária da UFPA por sua extensão, totalmente viável, a representação da propagação dos NPS fica melhor visualizada e mais fácil de ser interpretada a partir da cartografia acústica gerada pelo modelo preditivo. As Figuras 4 e 5 ilustram o mapa acústico preditivo da área de atuação em 2D e 3D. O mapa foi elaborado para todo o período de medição (manhã e tarde), considerando que o período da manhã corresponde à faixa horária das 9 às 12 h ( $L_{day}$ ) e que o período da tarde corresponde ao intervalo das 15 às 18 h ( $L_{evening}$ ), determinando-se, assim, o nível sonoro do período  $L_{de}$  (day/evening).

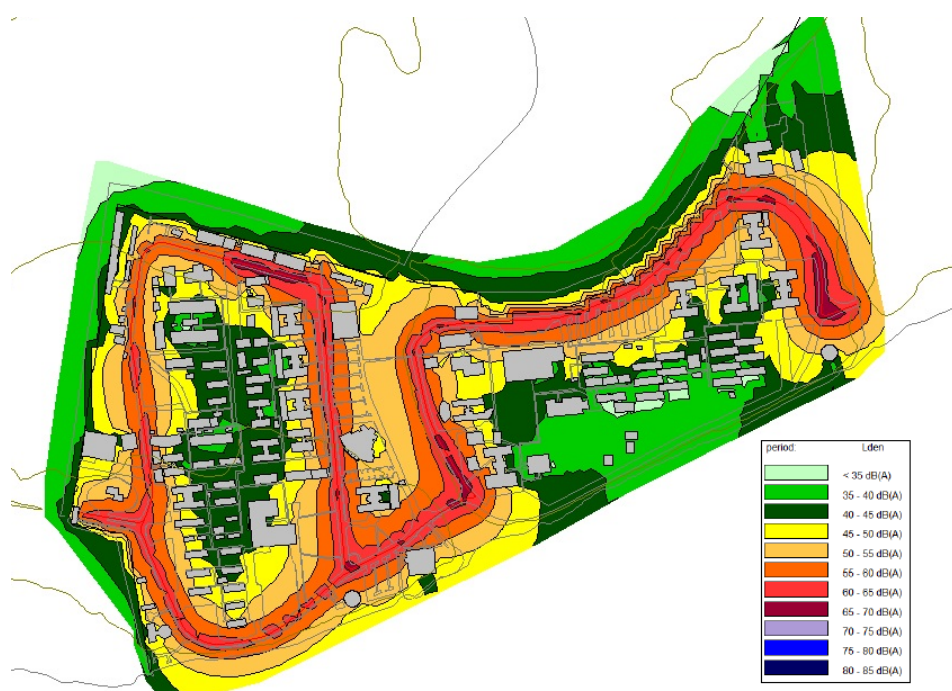


Figura 4 – Mapa acústico calculado dos setores Básico e Profissional do *campus* da UFPA em Belém, com base nos valores calculados de  $L_{de}$ .

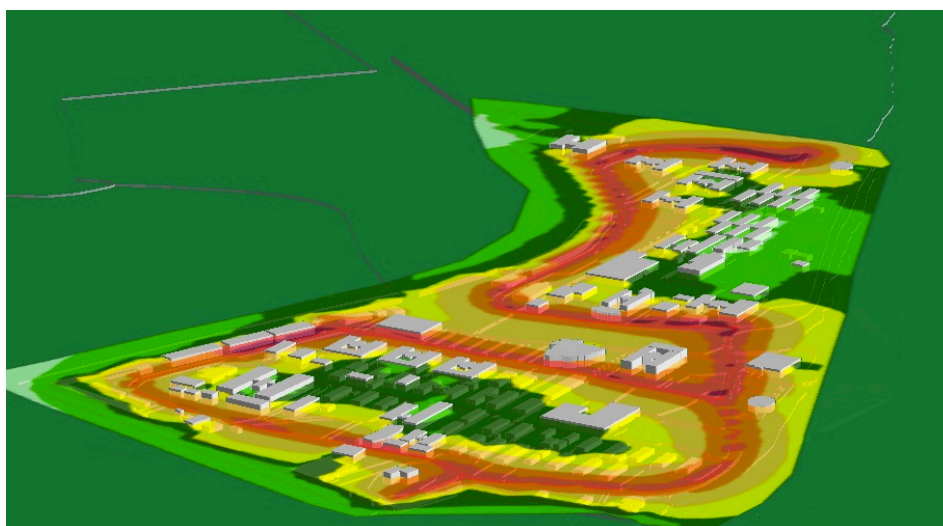


Figura 5 – Imagem em 3D do mapa acústico calculado dos dois setores do *campus*.

Os valores medidos de nível de ruído equivalente,  $L_{Aeq}$ , foram utilizados como parâmetro de ajuste para a simulação preditiva. Assim, os valores medidos e calculados foram comparados entre si, onde se observou que a máxima diferença entre os dois valores foi de apenas 3,1 dB(A) nos pontos 4 e 7 e de 0,1 e 0,4 dB(A) nos pontos 5 e 11, respectivamente, como mostra a Tabela 2 Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Valores de  $L_{de}$  medidos e calculados pelo software de predição.

Pontos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$L_{Aeq}$ médio medido	61,4	62,3	62,8	60,1	60,9	63,6	60,2	62,5	60,6	61,0	62,1
$L_{Aeq}$ médio calculado	59,8	63,8	63,9	63,2	61,0	65,4	63,3	63,0	59,3	63,7	62,5
Diferença	1,6	-1,5	-1,1	-3,1	-0,1	-1,8	-3,1	-0,5	1,3	-2,7	-0,4

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

As Tabela 2 e Tabela 3 contêm os valores médios das medições dos níveis acústicos ( $L_{Aeq}$ ,  $L_{max}$  e  $L_{min}$ ) e níveis estatísticos ( $L_{10}$  e  $L_{90}$ ) nos períodos da manhã e tarde.

Tabela 2 – Valores medidos (médios) dos níveis acústicos  $L_{Aeq}$ ,  $L_{min}$  e  $L_{max}$ , níveis estatísticos  $L_{10}$  e  $L_{90}$ , em dB(A), temperatura e umidade no período da manhã.

Pontos	Hora	$L_{Aeq}$ médio	$L_{min}$ médio	$L_{max}$ médio	$L_{10}$ médio	$L_{90}$ médio	Temperatura Média em °C	Umidade média em %
1	8:40	58,8	57,3	68,9	59,5	58,0	28,7	79,8
2	8:58	61,4	45,1	77,0	64,5	49,2	30,1	74,3
3	9:09	62,3	53,7	75,5	65,1	56,8	30,8	70,4
4	9:19	62,8	54,5	77,2	64,7	57,4	31,1	70,3
5	9:29	62,1	56,5	72,4	64,5	57,8	32,6	62,1
6	9:39	60,1	46,3	77,0	63,6	50,5	29,9	73,2
7	9:49	60,9	47,1	75,8	64,3	51,7	31,9	66,5
8	9:57	63,6	53,7	75,8	66,3	57,6	30,9	68,9
9	10:06	60,2	50,8	73,9	63,4	52,7	31,9	65,8
10	10:15	62,5	52,9	76,1	64,9	56,6	31,4	68,4
11	10:29	56,7	51,7	73,6	63,8	52,9	32,8	63,5
12	10:40	60,6	49,4	77,3	62,6	51,8	32,8	64,0
13	10:58	61,0	53,2	76,9	64,0	55,5	32,8	50,1
14	11:05	62,1	54,5	75,0	75,0	64,6	31,8	31,8
15	11:12	63,5	59,3	70,5	70,5	65,8	32,4	32,4

Tabela 3 – Valores medidos (médios) dos níveis acústicos  $L_{Aeq}$ ,  $L_{min}$  e  $L_{max}$ , níveis estatísticos  $L_{10}$  e  $L_{90}$ , em dB(A), temperatura e umidade no período da tarde.

Pontos	Hora	$L_{Aeq}$ médio	$L_{min}$ médio	$L_{max}$ médio	$L_{10}$ médio	$L_{90}$ médio	Temperatura Média em °C	Umididade média em %
1	14:50	61,6	55,1	68,2	58,7	55,8	31,0	72,7
2	14:45	54,6	50,5	82,2	55,9	51,2	29,4	75,4
3	15:00	59,2	51,8	76,5	62,0	54,4	29,5	75,4
4	15:10	57,6	48,6	70,9	59,9	51,8	29,9	74,4
5	15:20	49,5	46,4	61,0	51,1	47,3	30,1	73,8
6	16:25	54,9	45,7	73,4	58,0	48,6	28,9	78,1
7	16:51	55,7	41,3	69,9	64,8	56,6	29,0	76,2
8	16:59	58,3	44,0	71,8	69,3	57,4	29,2	75,0
9	17:07	57,3	47,1	72,5	68,6	58,9	28,4	74,3
10	17:17	59,6	52,1	72,8	69,8	62,1	29,4	76,7
11	17:26	53,7	47,1	73,9	62,5	57,0	29,9	75,1
12	17:35	56,6	48,2	81,5	66,5	57,6	28,8	76,9
13	17:43	57,3	44,0	75,6	69,5	57,3	29,0	76,3
14	17:52	58,5	46,5	74,0	67,4	58,6	27,7	77,6
15	18:01	51,5	45,2	64,9	63,1	53,8	28,4	78,4

Com base nos resultados dos valores medidos, observa-se que os níveis de pressão sonora médio equivalentes ( $L_{Aeq}$ ) nos 15 pontos de medição variam entre 56,7 dB(A) e 63,6 dB(A) durante o período da manhã. A pouca variação registrada nos pontos situados nas vias de circulação de veículos (pontos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13 e 14) demonstra claramente que o ruído se distribui uniformemente nessas vias, as quais se comportam como vias de tráfego nas zonas urbanas das cidades, ou seja, vias com fluxo constante e permanente nos horários laborais.

Já os pontos situados fora das vias de tráfego de veículos (pontos 1, 5, 11 e 15) apresentam comportamentos diferentes. O ponto 1 está localizado no espaço aberto entre dois blocos de salas de aula. Portanto, registra exclusivamente o ruído produzido pela comunidade acadêmica e equipamentos de ar condicionado que possuem compressores e unidades condensadoras posicionadas externamente aos blocos. Os demais pontos estão localizados em áreas de estacionamentos, nos quais, a circulação de veículos é intermitente e de baixo fluxo. Portanto, os valores registrados representam, também, o ruído produzido pela circulação de pessoas e equipamentos.

As atividades administrativas e operacionais da universidade concentram-se, prioritariamente, no período investigado (particularmente no ponto 8), e mesmo em zonas mais distantes do centro administrativo/pedagógico/financeiro do *campus*, os valores medidos são semelhantes, fortalecendo a tese da forte influência do fluxo de veículos nas vias medidas.

No período da tarde, de forma geral, os valores são inferiores aos do período da manhã. A variação é de 49,5 dB(A) a 61,6 dB, porém atinge níveis máximos médios de até 81,5 dB(A) e os níveis médios mínimos não são inferiores a 41 dB(A) em nenhum dos pontos medidos. Excepcionalmente no ponto 1, os valores registrados correspondem aos níveis sonoros produzidos pelas centrais de ar condicionado que aumentam em número e volume devido à subida da temperatura nesse período e nesse local, e ao início das aulas, fatos que podem justificar o aumento do NPS médio do local.

Esses níveis são elevados se comparados com os valores recomendados pela normativa brasileira, na qual a NBR 10151/2000 (ABNT, 2000) recomenda para área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas, níveis equivalentes médios de até 40 dB(A) à noite e 50 dB(A) durante o dia.

## 5.1. Fundamentos sobre a relação entre o ruído de tráfego e a inteligibilidade da fala

A voz do professor é um assunto de real interesse quando se pensa em percepção da fala, pois dela depende a grande tarefa de transmissão do conhecimento, tendo a exigência de ser clara, harmoniosa, inteligível e sobrepôr-se a todo e qualquer tipo de ruído competitivo, caso contrário o aluno não acompanhará seus ensinamentos (DREOSSI; MOMENSOHN-SANTOS, 2005 apud COSTA; QUERIDO, 2009).

Para ganhos substanciais nos índices de inteligibilidade de fala, na presença do ruído de tráfego urbano, deve-se ampliar significativamente o nível do sinal de voz (gritar ou utilizar amplificação sonora) ou reduzir fortemente o nível de pressão do ruído através de isolamento acústico. Em uma sala de aula, se o nível de ruído de tráfego é dominante (60 dB(A), por exemplo) a relação sinal/ruído de 25 dB(A) é inviável,

pois o sinal de voz deveria ser superior a 85 dB(A), acima dos níveis admissíveis antes de causar lesões ao sistema auditivo dos alunos e professores, além dos danos às pregas vocais dos professores. (ARAÚJO, 2009). Com os níveis de ruído externo identificados com as medições, em médias em torno de 60 dB(A), os professores da UFPA que atuam no *campus* de Belém podem estar sofrendo danos auditivos irreparáveis. Essa hipótese será investigada, através de medições dos níveis de pressão sonora no interior das salas de aula, na segunda etapa deste estudo.

Salas de aula, assim como qualquer local em que se realizem atividades que exijam atenção e solicitação intelectual constante, devem obedecer às recomendações da NR 17 (ergonomia), em conformidade com a NBR 10151/2000 (ABNT, 2000). Pesquisas revelam que nos séculos XX e XXI evidenciou-se uma espécie de culto ao ruído, de forma que criam laços emocionais com o mesmo e que, por este motivo, os malefícios da exposição ao som elevado passam despercebidos, uma vez que o fenômeno da habituação leva à acomodação (LACERDA *et al.*, 2005; BARING, 2006 apud SILVA, 2009).

## 6. CONCLUSÕES

A importância de estudos que identifiquem os níveis de pressão sonora em locais com atividades intelectuais e exigências de concentração elevada está cada dia mais evidente. O adensamento construtivo, a necessidade de instrumentação específica em grande escala, as atividades extraclasse e o fluxo intenso de veículos, está transformando os *campi* universitários em fortes centros de atividades ruidosas. Os danos que esse acelerado contaminante pode gerar ao aprendizado e à saúde dos estudantes e professores, por exemplo, são a principal preocupação a ser combatida e/ou minimizada pelas ações de controle e prevenção contra o ruído externo.

A cidade universitária José da Silveira Netto da Universidade Federal do Pará não foge a esse contexto. Os níveis de pressão sonora medidos nos setores Básico e Profissional do *campus* mostram, com clareza, que se necessita acelerar as ações para conter o avanço dos níveis sonoros a que está exposta a população usuária, especialmente no período matutino. NPS médios que ultrapassam os valores recomendados pelas normativas nacionais indicam que o local pesquisado já está no patamar de alerta. É importante ressaltar que o tempo de exposição a níveis sonoros elevados acarreta maior fragilidade no sistema auditivo do indivíduo exposto, de modo que, o tempo de aulas diárias (hoje superior a cinco horas, em média), somado às horas trabalhadas em atividades extraclasse no *campus*, contribui para o agravamento do problema. Essa condição poderá piorar, com velocidade extremada, caso não haja a adoção de um instrumento eficiente de controle. O instrumento mais norteador para essa intervenção não pode ser outro senão o Plano Diretor do *Campus* da UFPA.

As novas etapas deste trabalho incluirão as medições dos níveis de pressão sonora no setor de Saúde (o setor de Esportes foi desativado e será ocupado por outro tipo de atividade), nos blocos de sala de aula, nas áreas de lazer noturno (atividades esporádicas) e nos restaurantes universitários. O mapeamento sonoro poderá subsidiar o desenvolvimento sustentável do *campus* através dos parâmetros acústicos, por meio de uma releitura técnica da morfologia urbanística e tipologia edíficas, assim como para a identificação das diretrizes do desenho urbano e do sistema viário e a quantificação objetiva do grau e intensidade de ocupação do ambiente construído (taxa de ocupação e índice de aproveitamento).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, F. **Inteligibilidade de fala em sala de aula e o ruído de tráfego urbano: modelagem e interrelações**. Dissertação de Mestrado, Núcleo de Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, UNAMA, Belém, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMA TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151**: Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.
- COSTA, R.; QUERIDO, J. G. A qualidade acústica ambiental nas salas de aula das escolas públicas, sua influência na processo ensino-aprendizagem e na qualidade de vida do professor. **Acústica e Vibração**, Rio de Janeiro, n.40, p. 10-20, março. 2009.
- MARTÍNEZ, J.; LÓPEZ, J.; ORTÍZ, J. El entorno acústico en los centro universitario: análisis y propuesta. In: 7TH LACCEI LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN CONFERENCE FOR ENGINEERING AND TECHNOLOGY, 2009. São Cristóbal. **Proceedings...** São Crsitóbal: 2009.
- MORAES, E. LARA, N. **Mapa acústico de Belém**. Relatório Final de Pesquisa – Curso de Arquitetura e Urbanismo, UNAMA, Belém, 2004.
- SILVA, H. **Urbanização, aumento de ruído e problemas de voz: a interferência de ruídos produzidos em espaços abertos na produção vocal de professores**. Dissertação de Mestrado, Núcleo de Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, UNAMA, Belém, 2009.
- XIMENES, J.; et alli. Plano director do *campus* Belém da UFPA. In: XIV ENCONTRÓ NACIONAL DA ANPUR, 2011. Rio de Janeiro. **Proceeding...** Rio de janeiro, 2011.



## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao Laboratório de Análise e Desenvolvimento do Espaço Construído (LADEC) da FAU/UFPA, ao Grupo de Vibrações e Acústica (GVA) da FEM/UFPA. E aos alunos Lilian Kobayashi, Bruna Magalhães e Danilo Braga, pela ajuda nas medições de campo.