



AVALIAÇÃO DA POLUIÇÃO SONORA NA UNICAMP.

RHENAN GIORGIANI DO NASCIMENTO¹, RAFAEL MARTINS BUCK DE GODOY¹, CARLOS ALBERTO SOUTO JUNIOR¹, GUSTAVO TOSHIHIDE UEHARA¹

¹Curso de Graduação em Engenharia de Computação – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação/UNICAMP

RESUMO: O *campus* da UNICAMP já proporciona ambientes com grande concentração de pessoas e, portanto, com significativas fontes de ruído. Assim sendo, esta pesquisa procurou determinar se os ambientes na UNICAMP sofrem de poluição sonora, ou seja, se os níveis de ruído destes estão acima dos determinados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Este tema é de uma grande importância, uma vez que danos causados ao aparelho auditivo são irreversíveis e de sérias conseqüências para saúde física e mental das pessoas por eles afetadas. Foram coletados dados de ruídos em determinados ambientes, freqüentados principalmente por alunos, mas também de acesso aos professores e funcionários. Com estes dados, fez-se uma análise da intensidade da poluição sonora presente nestes ambientes, além de uma análise acerca dos problemas que eles podem causar às pessoas que os freqüentam. O trabalho experimental desenvolvido demonstrou os níveis de poluição sonora presentes nas dependências do *campus* da UNICAMP, explicitando assim valores acima dos recomendados pela OMS e pela ABNT.

PALAVRAS-CHAVE: medicina preventiva, níveis audíveis, poluição sonora.

INTRODUÇÃO

A poluição sonora, diferentemente dos outros tipos de poluição, não deixa traços visíveis de sua influência no ambiente. Segundo a *World Health Organization* (WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO, 2003), a poluição sonora é, depois da poluição do ar e da água, o problema ambiental que afeta o maior número de pessoas. Além disso, o ruído é um dos agentes

físicos nocivos mais comuns encontrados em ambientes de trabalho.

Este tipo de poluição é produzido por ruídos aos quais o aparelho auditivo fica sujeito, e a velocidade que estes ruídos podem causar danos ao homem depende, além dos níveis de intensidade destes ruídos, de fatores como: tempo de exposição, condições gerais de saúde, idade, acústica do ambiente etc. Quando combinados e ao



longo do tempo de exposição aos ruídos, estes fatores podem produzir no homem efeitos como surdez, desequilíbrios psíquicos (como insônia ou até mesmo perda de capacidade intelectual) e muitas vezes complicações físicas no organismo (como o trauma acústico) (SOUZA, 2006).

Contudo, o que muitas pessoas não percebem é que são os níveis de ruídos moderados os responsáveis pela maior parte dos problemas auditivos. Isso porque eles, embora possam ser percebidos, são toleráveis e aparentemente adaptáveis pela audição humana, devido ao ritmo frenético da vida moderna. Como forma de exemplificar este fato em uma pesquisa realizada por YORG & ZANNIN (2003), quando os indivíduos foram questionados se sentiam-se incomodados pelos níveis de ruído vigentes em seu ambiente laboral e/ou em seu ambiente urbano, a resposta freqüente foi: *"...Nós já estamos acostumados a estes ruídos, com o tempo a gente se acostuma..."*. Estas respostas demonstram claramente que a exposição contínua e repetida ao ruído não é mais percebida de uma maneira consciente ou incômoda. Porém, os autores enfatizam que os efeitos desta exposição continuam a atuar danosamente contra a saúde destes indivíduos.

A exposição ao ruído esta associada a várias manifestações sistêmicas, como o aumento no nível geral de vigilância, aceleração nas

freqüências cardíacas e respiratórias, alteração da pressão arterial e das funções gástricas e intestinais, dilatação das pupilas, aumento do tônus muscular, aumento da produção de hormônios tireoidianos, da secreção de adrenalina, e estresse. Além disso, a exposição contínua a estes ruídos age negativamente com relação à motivação e disposição do indivíduo. A capacidade de concentração e aprendizagem são afetadas, e o nervosismo e a agressividade sofrem um aumento. Quando neste estado de perturbação, mesmo em ambiente residencial o indivíduo tem dificuldades em relaxar e descansar (SOUZA, 2006).

Um grave problema acarretado pela exposição contínua a ruídos excessivos é um tipo de surdez denominada Perda Auditiva Induzida pelo Ruído (PAIR). Essa doença caracteriza-se pela perda progressiva e irreversível da audição, pela lesão das células ciliares do órgão de Corti (pertencente ao aparelho auditivo). Um outro problema comum que esta mesma exposição aos ruídos pode causar é o zumbido, o que é definido por BENTO *et alli* (1998) como *"uma ilusão auditiva, isto é, uma sensação sonora não relacionada com uma fonte externa de estimulação"*. A fisiopatologia do zumbido é ainda controversa. Trata-se de um sintoma que produz extremo desconforto, de difícil tratamento, podendo, de acordo com sua gravidade, excluir do



convívio social e até levar ao suicídio aqueles acometidos.

Com o que foi exposto até este momento, pode-se ter uma idéia da gravidade que a poluição sonora do ambiente pode trazer aos indivíduos afetados por ela.

O *campus* da UNICAMP já proporciona ambientes com grande concentração de pessoas e, portanto, com significativas fontes de ruído como, por exemplo, refeitórios e salas de informática, além de suportar um tráfego de veículos considerável durante o dia, o que também é uma grande fonte de ruído. Assim sendo, esta pesquisa procurou determinar se os ambientes na UNICAMP sofrem de poluição sonora, ou seja, se os níveis de ruído destes estão acima dos determinados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), mais especificamente pelo NBR 10152 que consiste da Norma Brasileira para o Conforto Acústico (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 1987).

MATERIAL E MÉTODOS

Como foi dito na introdução deste artigo, o objetivo desta pesquisa foi o de identificar os ambientes mais ruidosos dentro da UNICAMP como, por exemplo, avenidas com grande tráfego de automóveis, principalmente de ônibus, áreas abertas ou fechadas de uso comum que sejam

freqüentadas por um grande número de pessoas, como praças, refeitórios, salas de informática, salas de aula, e ambientes sujeitos a aparelhos ruidosos, como por exemplo ar condicionado.

Identificados estes ambientes numa análise mais superficial, por apresentarem níveis consideráveis de ruído, partiu-se para uma análise mais exata. A metodologia para se determinar se um ambiente possui ou não níveis aceitáveis de ruído, primeiramente parte dos valores apropriados, determinados para cada tipo de ambiente, pela NBR 10152 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 1987). Os valores publicados nesta norma estão calculados em nível de pressão sonora equivalente, $L_{ra}(A)$ [dB(A)], calculados no local e horários considerados e na ausência do ruído gerado por fonte sonora interferente. Uma fonte sonora interferente é aquela de ocorrência alheia, ou temporária, em relação à finalidade mais característica da utilização do recinto em que se avalia o ruído ambiente.

Para se medir estes valores utilizou-se um aparelho medidor de nível de pressão sonora. Como se tem que calcular o nível de pressão sonora equivalente, com o objetivo de se comparar com os valores da NBR 10152, a fórmula para se obter este valor é a seguinte:

$$L_{ra} = 10 \cdot \log_{10} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (1)$$

onde L_i é o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida (*fast*) a cada 10 segundos, durante pelo menos 5 minutos, e n é o número total de leituras. Este cálculo também é informado na Norma Brasileira para o Conforto Acústico.

Assim, montou-se uma tabela com os ambientes selecionados e seus respectivos níveis de pressão sonora equivalente. Em seguida, estes valores foram comparados com os níveis determinados pela ABNT. Todos estes resultados estão apresentados na seção seguinte, acompanhados de comentários sobre os níveis de ruídos obtidos para cada ambiente, em especial para os que apresentaram níveis acima dos apropriados.

Para realizar as medidas de pressão sonora equivalente, utilizou-se um Medidor de Nível de Pressão Sonora, modelo 2238D da marca Brüel&Kjaer, compatível com a NBR 10152. Este aparelho foi fornecido pela professora doutora Stelamaris Rolla Bertoli, do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil (FEC/UNICAMP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os diversos ambientes do *campus*, escolheu-se principalmente aqueles mais

freqüentados pelos alunos do curso de Engenharia de Computação, mais especificamente as salas do Instituto de Computação (IC) e da Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC). Foram também selecionados outros ambientes de uso comum, como a Guarita da Av. 1 (Av. Albert Einstein) e o Bandeirão (Restaurante Universitário), além da República de um dos integrantes do grupo. O tempo de amostragem foi fixado em 5 minutos, o que é suficiente para se ter uma boa medida do ruído existente nos ambientes selecionados, e assim, os resultados obtidos são mostrados na Tabela 1.

O nível apropriado pela NBR 10152 para salas de computadores é entre 45 a 60 dB(A) de pressão sonora equivalente. Observa-se que no laboratório de informática IC3, os níveis obtidos estão acima do limiar definido pela supracitada norma. Dado que, usualmente, a permanência de um aluno em tal recinto é da ordem de 3 horas ou mais, há uma superexposição a níveis estressantes, podendo causar vários danos, tanto de ordem física quanto psicológica. Nos laboratórios de informática da FEEC, nota-se que os valores medidos estão em cima do limiar, exceto para dois casos especiais; o alto nível de ruído obtido foi devido a grande conversação em alto tom de voz, explicitando assim a necessidade de se instalar a cultura de se conversar em um tom mais baixo.

Tabela 1. Níveis de pressão sonora equivalente em diferentes ambientes do campus da UNICAMP.

Local	Horário	$L_{ra}(A)$ [dB(A)]	L_{fmax} [dB(A)]
Sala 303 – IC3	11h20m	67.2	78.2
Sala 303 – IC3	11h30m	66.5	76.4
Sala 303 – IC3	11h38m	67.6	77.3
Sala 303 – IC3	11h45m	69.0	82.8
Sala 303 – IC3	11h55m	69.6	88.7
Bandejão	12h35m	76.1	83.4
Bandejão	13h00m	75.9	83.5
Sala 20 - FEEC	13h30m	61.7	76.7
Sala 20 - FEEC	13h40m	64.4	92.9
Sala 20 - FEEC	13h50m	64.5	77.9
Sala 22 - FEEC	14h00m	67.4	77.3
Sala 22 - FEEC	14h10m	71.8	83.4
República	15h30m	36.2	65.2
República	15h40m	31.6	42.0
República	15h50m	42.3	45.6
Guarita da Av. 1	17h50m	74.8	88.6
Guarita da Av. 1	17h56m	75.4	95.9
Guarita da Av. 1	18h02m	73.5	87.5
Guarita da Av. 1	18h10m	72.0	86.3
Guarita da Av. 1	18h16m	78.1	100.1
Guarita da Av. 1	18h22m	76.7	104.4

No Restaurante Universitário (“Bandejão”), o limite de pressão sonora se encaixa na classificação de restaurantes populares, ou seja o nível deve estar entre 50-60dB(A). Os resultados foram especialmente altos, novamente devido ao alto nível de conversação no recinto. No entanto, devido ao baixo tempo de exposição a tal situação, o risco de lesão é minimizado, mas uma cultura de

menor ruído na conversação seria benéfica e vantajosa.

Na guarita da portaria, os resultados experimentais se adequaram aos estabelecidos pela norma NBR 10152 em valor, pois estes, na média, exibem valores abaixo de 85 dB(A). Entretanto, os níveis de estresse adquiridos laboralmente podem levar a graves problemas físicos como psicológicos, pois, segundo a OMS, níveis acima de 70dB(A) já levam o corpo humano a um estado de alerta e estresse degenerativo, causando assim as doenças relacionadas usualmente ao estresse.

Finalmente, na República o nível de ruído, que segundo a norma é entre 45-55dB(A), está aceitável, não representando nenhum risco aos alunos que nela residem.

Com base nestes resultados, procuramos a professora Stelamaris para sugerir soluções para se evitar ou no mínimo amenizar os ruídos produzidos nas salas de informática. Segundo ela, para se prevenir de ruídos, a atuação deve-se dar em uma ou mais das seguintes partes envolvidas: o transmissor, a trajetória e o receptor. O ideal e mais correto é tentar atuar no transmissor, que é o responsável pela produção do ruído. Contudo, se não for possível ou viável, então a atuação na trajetória do ruído é uma alternativa, porém mais difícil de ser realizada e com menos eficiência uma vez que o ruído já foi gerado. Em último caso, resta atuar no receptor, que é o menos



recomendado, pois ele já recebeu a influência do ruído e a eficiência desta atuação é menor que as citadas anteriormente.

Assim, para o caso das salas de informática, uma das soluções propostas pela professora para que se amenizasse o ruído produzido pelos *coolers* dos computadores foi o de colocar algum tipo de material abafador no teto, para diminuir a reflexão do ruído, que assim se distribui em todo o ambiente. Poder-se-iam também usar mesas projetadas de forma que o ruído que vem dos *coolers*, situado na parte traseira do computador, não fosse rebatido para o próprio usuário ou passado para o usuário que estivesse posicionado a favor desta parte do computador. Para se conseguir isso bastaria projetar mesas com divisórias traseiras compostas de algum tipo de material abafador. Com estas medidas pode-se diminuir significativamente o ruído produzido nestes tipos de ambientes.

Com relação aos ruídos observados no Bandeirão, a idéia de se colocar o material abafador no teto reduziria sim o ruído neste ambiente, mas provavelmente ele ainda se manteria perto do limiar estimado pela NBR 10152, então o melhor seria não ficar sujeito por muito tempo ao ruído deste ambiente.

CONCLUSÃO

O trabalho experimental desenvolvido serviu para demonstrar, de forma preocupante, os níveis de poluição sonora presentes nas dependências do *campus* da UNICAMP, explicitando assim valores acima dos recomendados pela OMS e pela ABNT, mostrando o grande nível de estresse que os corpos docente e funcional da instituição estão submetidos somente em decorrência da poluição sonora. Apontaram-se também possíveis soluções para tais mazelas, diminuindo assim o nível de estresse e tornando os ambientes mais aprazíveis e adequados para o estudo e o desenvolvimento intelectual, que é o objetivo principal de uma instituição superior de ensino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS– ABNT. NBR-10152. **Níveis de conforto acústico para o ambiente construído**, Rio de Janeiro: ABNT; 1987.

BENTO RF, MINITI A, MARONE SAM. Doenças do ouvido interno. In: Bento RF, Miniti A, Marone SAM, organizadores. **Tratado de Otologia**. São Paulo: Edusp; 1998. p. 322-31.

SOUZA, F. P. A poluição sonora ataca traiçoeiramente o corpo. Disponível em: <<http://www.icb.ufmg.br/lpf/2-14.html>>. Acesso em: 14 fevereiro 2006.



YORG C.M., ZANNIN P.H.T. Noise evaluation in the Itaipu Binacional Hydroelectric Power.

In: 27^o International Congress on Occupational Health. Iguassu Falls, Brazil, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO).
Résumé D'orientation Des Directives De l'oms
Relatives Au Bruit Dans l'environnemental
[documentos on line] 2003. Disponível em:
<<http://www.who.int/homepage/primers>>. Acesso
em: 19 setembro 2006.