

POLUIÇÃO SONORA EM AMBIENTES DA UNICAMP

ANDERSON CLEYTON BRAVALHERI¹, LUIZ ALFREDO BERNARDO¹, MARCO ANTONIO MIGUEL MIRANDA¹, TIAGO NOVAES ANGELO¹, VICTOR EMANUEL SARAIVA PARAHYBA^{*1}

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

*E-mail do autor correspondente: victor.parahyba@gmail.com

RESUMO: Este estudo tem por objetivo criar um mapa de risco para a poluição sonora a que são expostos diariamente os alunos e trabalhadores do campus principal da Unicamp através da análise dos níveis de ruído em locais com grande movimentação de pessoas, automóveis e/ou onde maquinaria pesada é utilizada. Foi realizada uma análise do ruído nestes lugares a partir dos dados obtidos e foi feita a verificação quanto à obediência das normas nacionais que estabelecem limites para esse ruído. Por fim, foram discutidas as principais causas dessa poluição sonora e quais são seus impactos na saúde dos estudantes e trabalhadores.

PALAVRAS-CHAVE: poluição sonora, ruído, saúde, trabalhadores

NOISE POLLUTION AT UNICAMP ENVIRONMENTS

ABSTRACT: This study aims to create a risk map for the noise pollution that students and employees are exposed daily at the main campus of Unicamp through the analysis of noise levels in areas with high movement of people, automobiles and / or where heavy machinery is used. The noise in these places was analysed from the data obtained and was verified on the compliance of national standards that set limits to this noise. Finally, we discussed the main causes of noise pollution and what are its impacts on the health of students and workers.

INTRODUÇÃO

Todos os dias, milhares de pessoas ao redor do planeta sofrem os efeitos da mudança de comportamento observada na espécie humana após a Revolução Industrial. O atual ritmo frenético de produção e consumo foi estabelecido às custas da introdução de substâncias e liberação de diversas formas de energia em inúmeros ambientes.

Essas substâncias e energias, ou por não serem comuns aos ambientes em que são introduzidas e/ou por estarem em quantidades excessivas, acabam por induzir alterações nas relações entre os seres vivos, inclusive entre os próprios indivíduos da espécie humana. Algumas dessas alterações são sentidas quase que

imediatamente, principalmente quando relacionadas à poluição do ar e à poluição da água. Entretanto, existem outras alterações mais sutis, que podem influenciar de maneira muito negativa os seres vivos, como por exemplo a poluição sonora. Este tipo de poluição é caracterizada por ruídos que afetam as atividades e o equilíbrio da vida humana ou animal.-

O ruído já faz parte do cotidiano de grande parte da população e a exposição a ele começa cada vez mais cedo. É possível observar em gestantes que trabalham expostas a níveis elevados de ruído, desde lesões auditivas irreversíveis no feto (Lalande *et al*, 1986) até problemas na gestação, como hipertensão, hiperemese gravídica, parto prematuro e bebês

de baixo peso (Nurminen & Kurpa, 1989; Nurminen, 1995; Hartikainen *et al.*, 1994). Na escola, onde as crianças permanecem em média cinco horas por dia, o ruído pode atingir até 94,3dB(A), com a média 70dB(A) (Celani *et al.*, 1994; França, 2000). Conforme o indivíduo cresce, serão agregados a essa exposição seus hábitos de lazer (fones de ouvido, apresentações musicais, estádios de futebol, etc.) e o ruído urbano. Este estilo de vida moderno, nem sempre opcional, leva à aceitação do ruído em nossas vidas, como se fosse algo natural e seu perigo se torna menos aparente. Entretanto, atividades rotineiras, como estudos (Colito *et al.*, 2008) e até trabalho (Damasceno *et al.*, 2008), sofrem o grande impacto dessa forma de poluição, pois está relacionada tanto a problemas de ordem clínica - como por exemplo perda auditiva e hipertensão - como a diferentes tipos de complicações psicológicas, como estresse e depressão (Nudelmann *et al.*, 2001).

Uma vez que a exposição dos indivíduos em ambiente de trabalho à poluição sonora pode gerar condições de insalubridade, a legislação brasileira, de forma a definir os níveis de intensidade sonora potencialmente prejudiciais à saúde, apresenta alguns instrumentos para regulamentar essa exposição. Um destes instrumentos é a NR-15 do Ministério do Trabalho e Emprego. Esta norma define, dentre outros pontos relevantes, o tempo de exposição máximo a diversos valores de intensidade sonora a que um trabalhador pode ser exposto sem que haja risco de perda auditiva. Isto é importante, dado que são apresentados critérios objetivos

para esta avaliação, já que, diferentemente de alguns outros tipos de poluição, a sonora não deixa rastros visíveis e fatores subjetivos dificultam sua identificação no cotidiano. Por exemplo, o volume com que um indivíduo ouve música muitas vezes é inadmissível para aqueles ao seu redor.

Motivado pelos riscos apresentados por este tipo de poluição e, tendo em vista este tipo de caracterização objetiva, este trabalho visa avaliar os níveis de intensidade sonora em diferentes locais distribuídos pelo campus principal da Universidade Estadual de Campinas e analisá-los quanto aos riscos potenciais à saúde humana.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo, inicialmente levantaram-se os locais de maior circulação diária de pessoas no campus principal da Universidade Estadual de Campinas, bem como os locais potencialmente agressivos ao sistema auditivo humano (estes últimos, indicados pelo professor Dr. Reinaldo Gusmão do departamento de Oftalmo-Otorrinolaringologia da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp). Foram então escolhidos cinco dentre estes locais, que podem ser visualizados na figura abaixo, para a realização das medições do nível de pressão sonora a fim de caracterizar de maneira objetiva a poluição sonora presente nos mesmos.

Tais medições foram realizadas com o aparelho BK2238 (Mediator) da empresa Bruel & Kjaer, devidamente ajustado para a escala

dB(A) - circuito de compensação A e resposta lenta, segundo especificado em Ministério do Trabalho e Emprego, 1990 - durante as faixas de horário de maior movimentação para cada um dos locais, indicadas na tabela 1.

Tabela 1. Faixas de horário de maior movimentação para os locais estudados

Local	Horário
Portarias	Início dos turnos
Restaurante Universitário	Durante as refeições
Ciclo Básico	Intervalo entre as aulas
Gráfica	Pleno expediente



Figura 1. Distribuição e Vista dos locais avaliados

Para cada um dos locais estudados, uma série de 10 medições espalhadas uniformemente em 10 minutos consecutivos de observação foi tomada durante três dias, distribuídos entre 24 e

28 de maio de 2010. A partir dessas séries calculou-se o nível de pressão sonora médio para cada local e o desvio padrão associado como forma de estabelecer parâmetros para a análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cada local estudado foi analisado, levando-se em consideração o nível de pressão sonora médio obtido através das medições. Uma vez que as atividades desenvolvidas nesses locais durante esses horários não têm como objetivo final a produção de sons, podemos considerar que esse nível médio calculado representa o nível de ruído do ambiente, de forma a poder utilizá-lo como quantificador para a poluição sonora.

Tabela 2. Medições do nível de ruído do restaurante universitário

Dia:	25/05	25/05	25/05
Início:	12:02	12:00	12:00
Término:	12:13	12:10	12:13
Medição	Nível de Pressão Sonora [dB(A)]		
1	68,1	81,7	76,1
2	75,5	75,2	70,2
3	73,5	80,5	71,2
4	75,2	81,3	71,9
5	70,2	68,7	70,4
6	69,1	75,5	77,8
7	71,9	77,0	71,1
8	74,9	80,7	72,3
9	70,3	75,0	71,3
10	67,1	79,9	69,7
Média:	74		
Desvio padrão:	4		

Restaurante Universitário: Durante os três dias de medições realizadas no Restaurante Universitário (RU), as médias se mantiveram acima dos 70 dB, como pode ser visto na tabela 2. Isto mostra que, independentemente do dia da semana, o local apresenta um nível de ruído sonoro acima daqueles estabelecidos pela norma

NBR 10.151 (2000) como admissíveis para áreas escolares, hospitalares ou residenciais, uma vez que o nível permitido para esses ambientes em período diurno é de 50 dB. Ainda assim, os níveis mais elevados (74 dB) estão abaixo do nível máximo de exposição ao ruído estabelecido pelo Ministério do Trabalho e Emprego, que é de 85 dB, para um período de 8 horas (Nagem *et al*, 2009). Desta forma, não se pode afirmar categoricamente que o mesmo provoque danos de ordem física nos estudantes; no entanto, a exposição diária a essa atividade sonora pode gerar problemas psicológicos, como aumento do nível de stress (levando a outros problemas, como aumento da pressão arterial) e baixa na produtividade.

Tabela 3. *Medições do nível de ruído do Ciclo Básico I*

Dia:	24/05	25/05	26/05
Início:	09:50	09:45	09:50
Término:	10:01	09:55	10:00
Medição	Nível de Pressão Sonora [dB(A)]		
1	68,5	76,9	68,0
2	71,0	67,5	62,2
3	63,1	69,7	68,4
4	77,4	67,3	77,9
5	68,6	62,4	79,3
6	70,8	74,7	73,9
7	66,0	73,9	79,8
8	72,6	64,5	76,7
9	71,3	76,4	73,9
10	77,8	68,1	68,4
Média:	71		
Desvio padrão:	5		

Ciclo Básico 1: No caso do Ciclo Básico, foram escolhidos horários por volta das 10:00 (10 horas), devido ao pico de movimentação de alunos provocado pelo término da primeira aula e início da segunda aula do turno da manhã. Neste ambiente as médias para o ruído acústico se mantiveram abaixo dos dois casos anteriores

(71 dB) e com alto desvio padrão (devido a altas variações no número de pessoas presentes no local), permanecendo aqui a característica padrão dos ambientes estudados: níveis elevados de ruído, porém abaixo da norma estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Tabela 4. *Medições do nível de ruído da portaria da Av. Érico Veríssimo*

Dia:	27/05	28/05	31/05
Início:	05:30	05:30	05:30
Término:	05:40	05:40	05:41
Medição	Nível de Pressão Sonora [dB(A)]		
1	59,1	62,7	67,0
2	64,9	63,4	64,3
3	57,3	58,5	59,2
4	68,8	56,7	55,7
5	65,2	53,2	65,4
6	62,6	60,5	58,4
7	57,3	54,4	66,4
8	57,0	53,4	55,7
9	63,5	61,7	67,6
10	63,9	59,7	66,3
Média:	61		
Desvio padrão:	5		

Tabela 5. *Medições do nível de ruído da portaria da Av. Albert Einstein*

Dia:	31/05	02/06	03/06
Início:	12:00	12:00	12:00
Término:	12:10	12:10	12:10
Medição	Nível de Pressão Sonora [dB(A)]		
1	70,7	68,5	68,0
2	72,3	74,5	73,5
3	68,4	64,5	74,8
4	66,1	73,5	62,7
5	67,4	73,0	64,5
6	61,3	64,0	62,9
7	73,9	65,7	65,7
8	60,6	73,1	59,1
9	67,0	73,0	64,1
10	62,5	72,6	69,9
Média:	68		
Desvio padrão:	5		

Portarias das Av. 1 e Av. 2: Nas duas entradas principais da Unicamp foram observados as menores médias de intensidade de ruído sonoro (68dB e 61dB, respectivamente). Neste caso podemos observar que os fatores

provocadores de ruído são os automóveis que entram e saem da Universidade, diferentemente dos outros casos. Aqui, mais uma vez, o padrão se repete e temos intensidade de ruído elevada o suficiente para provocar desconforto acústico, mas abaixo da norma estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego.

Tabela 6. Medições do nível de ruído da gráfica da Unicamp

Dia:	26/05	27/05	28/05
Início:	15:00	15:00	15:05
Término:	15:11	15:10	15:15
Medição	Nível de Pressão Sonora [dB(A)]		
1	74,6	78,7	77,0
2	73,4	78,6	75,4
3	76,7	76,3	79,0
4	78,3	77,9	75,5
5	79,5	77,0	79,6
6	77,4	76,5	73,5
7	76,3	78,9	75,6
8	75,2	76,7	73,3
9	76,9	76,2	79,4
10	77,8	76,6	75,1
Média:	77		
Desvio padrão:	2		

Gráfica da Unicamp: As medições realizadas na Gráfica da Unicamp apresentaram, em média, valores superiores àqueles observados no Restaurante Universitário e com um desvio padrão consideravelmente menor. Podemos atribuir esse fato à constante operação de maquinário no local e à ausência de picos de movimentação de pessoas, que provocam o alto desvio padrão observado no RU. Apesar das médias mais acentuadas, os valores ainda encontram-se abaixo da norma estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego; no entanto, assim como observado no RU, os valores encontram-se bem acima dos 50 dB máximos de conforto acústico estabelecidos pela norma.

Com base nos valores médios de ruído encontrado em cada lugar, foi montado o Mapa de Risco abaixo:

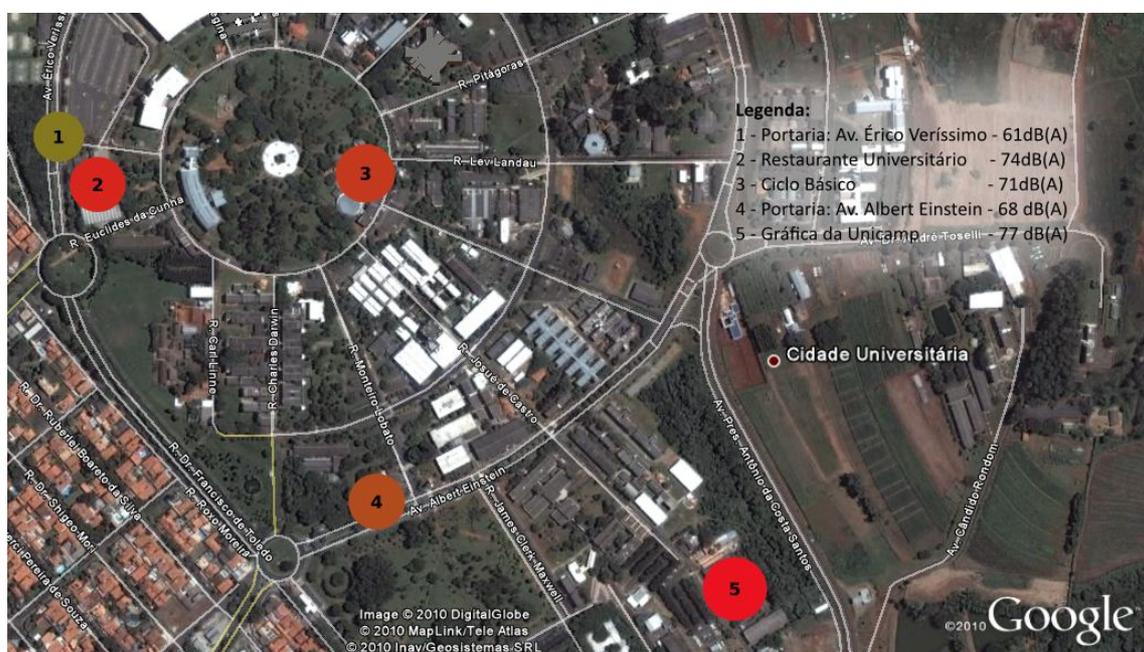


Figura 2: Mapa de risco dos locais avaliados

CONCLUSÃO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o nível de poluição sonora em lugares de

grande circulação de pessoas ou de risco eminente no campus da Universidade Estadual de Campinas. Os resultados encontrados



mostraram que nenhum lugar avaliado superou o valor estabelecido pelas normas brasileiras. No entanto, o resultado não deve ser analisado apenas pela comparação dos mesmos com a norma.

Como já citado, os vários tipos de ruído a que as pessoas são expostas diariamente variam em frequência, intensidade e duração e, portanto, podem exercer diferentes tipos de influências negativas sobre o organismo humano, mesmo com intensidade inferior ao máximo permitido, desde danos diretos ao sistema auditivo até efeitos mais generalizados.

Conforme Bodin *et al.* (2010), Field (1993), Kryter (1985) e Olin & Rosen (1965) ruídos acima de 60dB(A) podem causar alguns efeitos como o aumento da pulsação e contração dos vasos sanguíneos. Segundo estas mesmas fontes, para período longos de exposição a níveis elevados de ruído, há ainda relatos de queda de tensões musculares e produção de hormônios da tireóide acima do normal, levando a nervosismo, fadiga mental, queda de desempenho no trabalho, dilatação da pupila, aumento do ritmo do batimento cardíaco e contração do estômago e abdômen.

Desta forma, todos os locais avaliados são potenciais locais de risco para a saúde humana, o que mostra a necessidade de se debater a questão da poluição sonora dentro do *campus*, já que esta se torna um fator de risco eminente na qualidade de vida dos trabalhadores e estudantes da Unicamp.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos inicialmente ao Prof. Dr. Carlos Fernando S. Andrade pela oportunidade que nos deu em fazer este trabalho. Agradecemos também ao Prof. Dr. Reinaldo Gusmão do Departamento de Oftalmo-Otorrinolaringologia da FCM da Unicamp e à Profa. Dr. Stelamaris Bertoli do Departamento de Arquitetura e Construção da FEC da Unicamp pelos esclarecimentos e contribuições prestadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTUCCI, W. Níveis Sonoros e Exposição ao Ruído em Malharias. Estudos de Caso: Região de Jacutinga, MG. 120p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

BODIN, T. et al. Roadtraffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. *Environmental Health Journal* 2009 v8 n38. Disponível em: <http://www.ehjournal.net/content/8/1/38>. Acesso em: maio de 2010.

CELANI, A. C.; BEVILÁCQUA, M. C.; RAMOS, C. R. Ruído em escolas. *Fono: Rev. Atual. Cient*, [S. I.] v. 6, n. 2, p. 1-4, 1994.

COLITO, A. H. G.; TELES, B.; GOMES, C. S. Ruído em ambientes de estudo e sua influência sobre desempenho acadêmico de estudantes de computação da UNICAMP. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, Campinas, v.4. Agosto,



2008. Disponível em:
<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/include/getdoc.php?id=377&article=127&mode=pdf>. Acesso em: maio de 2010.

DAMASCENO, F. A. *et al.* Avaliação do nível de ruído produzido por caminhões de ração no município de Itaberaí (GO). *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, Campinas, v. 4. Agosto, 2008. Disponível em:
<http://sistemas.ib.unicamp.br/be310/include/getdoc.php?id=400&article=133&mode=pdf>. Acesso em: maio de 2010

FIELD, J.M., 1993. Effect of personal and situational variables upon noise annoyance in residential areas, *Journal of the Acoustical Society of America*, p. 2753-2763.

HARTIKAINEN, A. L. *et al.*, 1994. Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy. *Scand. J. Work Environ. Health*, [S. l.], v. 20, n. 6, p. 444-450.

HUNGRIA, H. Manual de Otorrinolaringologia. 4 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A., 1978. 356p.

KRYTER, K. D., 1985. The Effects of Noise on Man, *Academic Press*.

LALANDE, N. M.; HETÚ, R.; LAMBERT, J., 1986. Is occupational noise exposure during pregnancy a risk factor of damage to the auditory system of the fetus?, *American Journal of Industrial Medicine*, Quebec, Canadá.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Normas Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho: Atividades e Operações Insalubres - Anexo nº 01. NR-15. Brasília, 1990. Disponível em:

http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_reguladoras/nr_15_anexo1.pdf. Acesso em: maio de 2010.

NAGEM, M. Mapeamento e Análise do Ruído Ambiental: diretrizes e metodologia. 133p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

NUDELMANN, A. A.; COSTA, E. A.; SELIGMAN, J.; IBAÑEZ, R. N. PAIR - Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, v. 2. Rio de Janeiro: Livraria e Editora RevinteR Ltda., 2001. 241p.

NURMINEN, T., 1995 Female noise exposure, shift work and reproduction. *J. Occup. Environ. Med.*, [S. l.], v. 37, n. 8, p. 945-950.

NURMINEN, T.; KURPA, K., 1989. Occupational noise exposure and course of pregnancy. *Scand. J. Environ. Health*, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 117-124.

OLIN, P.; ROSEN, S., 1965. Hearing Loss and Coronary Heart Disease, *Archives of Otolaryngology*, p. 82-236.