

SILVANA BASTOS STUMM

**A INFLUÊNCIA DO ARRANJO FÍSICO NOS NÍVEIS DE RUÍDO EM
CANTEIROS DE OBRAS - UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE
CURITIBA, PARANÁ**

CURITIBA

2006

SILVANA BASTOS STUMM

**A INFLUÊNCIA DO ARRANJO FÍSICO NOS NÍVEIS DE RUÍDO EM
CANTEIROS DE OBRAS - UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE
CURITIBA, PARANÁ**

**Dissertação apresentada ao
programa de Pós-graduação em
Construção Civil, Departamento de
Construção Civil, Universidade
Federal do Paraná, como requisito
parcial para obtenção do grau de
Mestre em Construção Civil.**

**Orientador: Prof. Dr. José Adelino
Krüger**

**CURITIBA
2006**

TERMO DE APROVAÇÃO

SILVANA BASTOS STUMM

A INFLUÊNCIA DO ARRANJO FÍSICO NOS NÍVEIS DE RUÍDO EM CANTEIROS DE OBRAS - UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE CURITIBA, PARANÁ

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal do Paraná, pela comissão formada pelos professores:

Orientador: Prof. Dr. José Adelino Krüger
Departamento de Engenharia Civil - UEPG
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - PPGCC

Prof. Dr. Aloísio Leoni Schmid
Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFPR
Programa de Pós-Graduação em Construção Civil - PPGCC

Prof. Dra. Leila Amaral Gontijo
Departamento de Engenharia de Produção de Sistemas - UFSC
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE

Curitiba, 07 de Dezembro de 2006

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu pai Orcy Stumm e ao meu avô Dr. Elvino de Oliveira Bastos (*in memoriam*), pelo exemplo de Professores renomados e dedicados ao mundo acadêmico desta Universidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus, certamente, por sempre mostrar-me o caminho a seguir. A minha família, pais, irmãs e marido pelo amor, apoio e incentivo nos momentos de maior dificuldade.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Adelino Krüger porque acreditou na minha capacidade e fez-me acreditar na realização desta pesquisa, apoiando-me em todos os momentos, principalmente naqueles que aparentavam não ter solução.

Às queridas amigas Daniele Zwirtes, pela presença e força diária e pela participação em tantas tarefas, e Caroline Bollmann que além de todo o apoio foi responsável pelos desenhos dos canteiros de obras. Ao amigo Prof. MSc. Hamilton Costa Junior pelo incentivo e as queridas amigas Janilce Negrão Messias e Elma Romanó que sempre me motivaram a seguir em frente.

À grande e querida amiga Edna Wilck pelo carinho e enorme apoio, fundamentais para a conclusão deste trabalho. Ao Dr. Niazzy Ramos Filho pelo profissionalismo, incentivo e amizade, ao Dr. Rogério Ciolli pelo brilhantismo e eterna presença, a especial amiga Valéria Ramos (*in memorian*), sempre um exemplo admirável de força e alegria sem nunca deixar de sorrir e transmitir uma palavra de carinho apesar das circunstâncias da vida.

Aos queridos amigos Nilson Ubirajara Almeida, por estar sempre ao meu lado e Cláudia Michelin Horta na cessão de alguns canteiros de obra para pesquisa. Às amigas Carolina Marcon, Andressa Ferreira, Suzana Fonseca e Gladis Furlan pelo apoio diário.

Agradeço a Fundacentro, de forma carinhosa a grande amiga Evelyn Albizu, a quem devo o sucesso das medições realizadas nos canteiros de obra e ao Marcos Fernando Piai da Brüel & Kjaer pelo treinamento no uso do equipamento de medição.

Ao Programa de Pós-Graduação em Construção Civil – PPGCC, em especial ao Profº. Dr. Ney Nascimento, ao Profº. Dr. Aloísio Schmid, ao Profº. Dr. Sérgio Scheer e a Ziza Nichele, sem os quais esta pesquisa jamais seria realizada.

Aos engenheiros, construtores, mestres-de-obras e operários da construção civil pela colaboração e participação na pesquisa.

"Ajuntei todas as pedras que vieram sobre mim. Levantei uma escada muito alta e no alto subi. Teci um tapete floreado e no sonho me perdi. Uma estrada, um leito, uma casa, um companheiro. Tudo de pedra. Entre pedras cresceu a minha poesia. Minha vida... Quebrando pedras e plantando flores. Entre pedras que me esmagavam, levantei a pedra rude dos meus versos."

(CORALINA, Cora)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA.....	3
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.2.1 OBJETIVO PRINCIPAL.....	3
1.2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS.....	3
1.3 HIPÓTESE.....	4
1.4 JUSTIFICATIVA.....	4
1.5 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO.....	6
1.6 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 CANTEIRO DE OBRA E LEIAUTE.....	8
2.2 HISTÓRICO DO RUÍDO.....	10
2.3 EXPOSIÇÃO AO RUÍDO.....	11
2.4 O TRABALHADOR E A PERDA AUDITIVA.....	12
2.5 ERGONOMIA E AUDIÇÃO.....	14
2.6 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	17
2.7 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL - ENFOQUE INTERNACIONAL....	19
2.8 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL - ENFOQUE NACIONAL.....	23
2.9 EQUIPAMENTOS.....	25
2.10 NORMAS REGULAMENTADORAS.....	29
2.11 NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL - NHO 01 – FUNDACENTRO.....	34
2.12 MAPAS COGNITIVOS.....	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS	40
3.1 DEFINIÇÃO DE MÉTODO.....	40
3.2 CRITÉRIO DE SELEÇÃO DOS CANTEIROS.....	40
3.3 CRITÉRIO DE AVALIAÇÕES.....	41
3.4 CARACTERÍSTICAS DOS CANTEIROS DE OBRAS.....	42
3.4.1 Construtora "A".....	42
3.4.2 Construtora "B".....	43
3.4.3 Construtora "C".....	43

3.4.4 Construtora "D".....	44
3.4.5 Construtora "E".....	44
3.4.6 Construtora "F".....	45
3.5 DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS AVALIADOS.....	46
3.6 MATERIAL.....	49
3.7 MAPAS COGNITIVOS.....	52
3.7.1 Obtenção dos mapas cognitivos.....	52
3.7.2 Elaboração dos mapas cognitivos.....	53
3.7.3 Curvas de ruído.....	53
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	55
4.1 EQUIPAMENTOS DA PRIMEIRA ETAPA.....	55
4.1.1 Construtora "A".....	56
4.1.1.1 Serra Circular Manual.....	56
4.1.1.2 Guincho.....	57
4.1.2 Construtora "B".....	60
4.1.2.1 Furadeira.....	60
4.1.2.2 Serra Circular de Bancada.....	60
4.1.3 Construtora "C".....	61
4.1.3.1 Furadeira.....	61
4.1.3.2 Betoneira.....	62
4.1.3.3 Serra Circular de Bancada.....	63
4.1.4 Construtora "D".....	64
4.1.4.1 Máquina de Projetar.....	64
4.1.4.2 Betoneira.....	64
4.1.4.3 Guincho.....	66
4.1.4.4 Serra Policorte.....	66
4.1.5 Construtora "E".....	67
4.1.5.1 Betoneira.....	67
4.1.5.2 Serra Circular de Bancada.....	68
4.1.6 Construtora "F".....	69
4.1.6.1 Guincho.....	69
4.1.6.2 Betoneira.....	71

4.1.6.3 Betoneiras.....	72
4.1.6.4 Serra Circular de Bancada.....	73
4.2 EQUIPAMENTOS DA SEGUNDA ETAPA.....	74
4.2.1 Construtora "A".....	74
4.2.1.1 Betoneira.....	74
4.2.1.2 Guincho.....	76
4.2.2 Construtora "B".....	79
4.2.2.1 Serra Circular de Bancada.....	79
4.2.2.2 Serra Circular Manual.....	81
4.2.3 Construtora "C".....	83
4.2.3.1 Betoneira.....	83
4.2.3.2 Serra Circular de Bancada.....	86
4.2.4 Construtora "D".....	88
4.2.4.1 Betoneira.....	88
4.2.4.2 Serra Circular Manual.....	90
4.2.5 Construtora "E".....	92
4.2.5.1 Betoneira.....	92
4.2.5.2 Guincho.....	95
4.2.5.3 Serra Circular de Bancada.....	97
4.3 MAPAS COGNITIVOS.....	100
4.3.1 Construtora "A".....	100
4.3.2 Construtora "B".....	101
4.3.3 Construtora "C".....	103
4.3.4 Construtora "D".....	104
4.3.5 Construtora "E".....	105
4.3.6 Análise dos Mapas Cognitivos.....	105
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
5.1 CONCLUSÃO.....	109
5.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	111
REFERÊNCIAS.....	112

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – BETONEIRA.....	46
FIGURA 2 – SERRA CIRCULAR DE BANCADA.....	46
FIGURA 3 - SERRA CIRCULAR MANUAL.....	47
FIGURA 4 - FURADEIRA ELÉTRICA.....	47
FIGURA 5 – GUINCHO.....	48
FIGURA 6 - MÁQUINA DE PROJETAR.....	48
FIGURA 7 - SERRA POLICORTE.....	49
FIGURA 8 - MEDIDOR ACÚSTICO.....	49
FIGURA 9 – CALIBRADOR.....	49
FIGURA 10 - TELA DO PROGRAMA <i>NOISE EXPLORER 7815</i>	50
FIGURA 11 A – BETONEIRA – CONSTRUTORA "D".....	65
FIGURA 11 B – BETONEIRA - CONSTRUTORA "D".....	65
FIGURA 12 -SERRA POLICORTE - CONSTRUTORA "D".....	67
FIGURA 13 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "E".....	68
FIGURA 14 - SALA DO GUINCHO - CONSTRUTORA "F".....	70
FIGURA 15 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "F".....	71
FIGURA 16 - BETONEIRAS – CONSTRUTORA "F".....	73
FIGURA 17 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "A".....	74
FIGURA 18 - CURVAS DE RUÍDO - BETONEIRA - CONSTRUTORA "A".....	76
FIGURA 19 - GUINCHO - CONSTRUTORA "A".....	77
FIGURA 20 - CURVAS DE RUÍDO - GUINCHO - CONSTRUTORA "A".....	78
FIGURA 21 - SERRA CIRCULAR DE BANCADA - CONSTRUTORA "B".....	79
FIGURA 22 - CURVAS DE RUÍDO – SERRA CIRC DE BANC - CONSTR "B".....	81
FIGURA 23 - SERRA CIRCULAR MANUAL - CONSTRUTORA "B".....	82
FIGURA 24 - CURVAS DE RUÍDO –SERRA CIRC MANUAL – CONSTR “B”.....	83
FIGURA 25 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "C".....	84
FIGURA 26 - CURVAS DE RUÍDO – BETONEIRA - CONSTRUTORA "C".....	85
FIGURA 27 - SERRA CIRCULAR DE BANCADA - CONSTRUTORA "C".....	86
FIGURA 28 - CURVAS DE RUÍDO – SERRA CIRC DE BANC – CONSTR “C”...	88

FIGURA 29 - CURVAS DE RUÍDO – BETONEIRA - CONSTRUTORA "D".....	89
FIGURA 30 - CURVAS DE RUÍDO – BETONEIRA - CONSTRUTORA "D".....	90
FIGURA 31 - SERRA CIRCULAR MANUAL - CONSTRUTORA "D".....	91
FIGURA 32 - CURVAS DE RUÍDO – SERRA CIRC MANUAL - CONSTR "D"....	92
FIGURA 33 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "E".....	93
FIGURA 34 - CURVAS DE RUÍDO – BETONEIRA - CONSTRUTORA "E".....	94
FIGURA 35 - CABINE DO GUINCHO - CONSTRUTORA "E".....	95
FIGURA 36 - GUINCHO - CONSTRUTORA "E".....	95
FIGURA 37 - CURVAS DE RUÍDO – GUINCHO - CONSTRUTORA "E".....	97
FIGURA 38 - SERRA CIRCULAR DE BANCADA - CONSTRUTORA "E".....	98
FIGURA 39 - CURVAS DE RUÍDO – SERRA CIRC DE BANC - CONSTR "E".....	99
FIGURA 40 - MAPA COGNITIVO DO RESPONSÁVEL PELA OBRA.....	100
FIGURA 41 - MAPA COGNITIVO DO ENGENHEIRO DE OBRAS.....	101
FIGURA 42 - MAPA COGNITIVO DO MESTRE DE OBRAS.....	102
FIGURA 43 - MAPA COGNITIVO DO RESPONSÁVEL PELA OBRA.....	103
FIGURA 44 - MAPA COGNITIVO DO ENGENHEIRO DE OBRAS.....	104
FIGURA 45 - MAPA COGNITIVO DO MESTRE DE OBRA.....	105
FIGURA 46 – CARTAZ EDUCATIVO.....	108

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - EQUIPAMENTOS, NÍVEIS SONOROS E USO.....	28
QUADRO 2 - EQUIPAMENTOS AVALIADOS.....	45
QUADRO 3 – ELEMENTOS PRIMÁRIOS.....	105

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – N. ESTIMADO DE TRABALHADORES EXPOSTOS – 1995.....	20
TABELA 2 – EQUIPAMENTOS E NÍVEIS SONOROS.....	26
TABELA 3 - LT PARA RUÍDO CONTÍNUO OU INTERMITENTE.....	31
TABELA 4 – TEMPO MÁX DIÁRIO DE EXP PERM EM FUNÇÃO DO NR....	35
TABELA 5 – COMPARAÇÃO DOS TEMPOS DE EXP – NR 15 E NHO 01...	35
TABELA 6 - EQUIPAMENTOS E NÍVEIS DE RUÍDO OBTIDOS.....	55
TABELA 7 - NHO 01 x NR 15 - SERRA CIRC MANUAL - CONSTR "A".....	57
TABELA 8 - NHO 01 x NR 15 - GUINCHO - CONSTRUTORA "A".....	58
TABELA 9 - NÍVEL DE RUÍDO E MÁXIMA EXPOSIÇÃO DIÁRIA.....	59
TABELA 10 - NHO 01 x NR 15 - FURADEIRA - CONSTRUTORA "B".....	60
TABELA 11 - NHO 01 x NR 15 – SERRA CIRC DE BANC - CONSTR "B"....	61
TABELA 12 - NHO 01 x NR 15 - FURADEIRA - CONSTRUTORA "C".....	62
TABELA 13 - NHO 01 x NR 15 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "C".....	63
TABELA 14 - NHO 01 x NR 15 – SERRA CIRC DE BANC - CONSTR "B"....	63
TABELA 15 - NHO 01 x NR 15 - MÁQ DE PROJETAR - CONSTR "C".....	64
TABELA 16 - NHO 01 x NR15 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "D".....	66
TABELA 17 - NHO 01 x NR 15 - GUINCHO - CONSTRUTORA "D".....	66
TABELA 18 - NHO 01 x NR 15 – SERRA POLICORTE - CONSTR "D".....	67
TABELA 19 - NHO 01 x NR 15 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "E".....	68
TABELA 20 - NHO 01 x NR 15 – SERRA CIRC DE BANC - CONSTR "E"....	69
TABELA 21 - NHO 01 x NR 15 - GUINCHO - CONSTRUTORA "F".....	70
TABELA 22 - NHO 01 x NR 15 - BETONEIRA - CONSTRUTORA "F".....	71
TABELA 23 - NHO 01 x NR 15 - BETONEIRAS - CONSTRUTORA "F".....	72
TABELA 24 - NHO 01 x NR 15 – SERRA CIRC DE BANC – CONSTR "E".....	73
TABELA 25 – NÍVEIS DE RUÍDO – BETONEIRA CONSTRUTORA “A”.....	75
TABELA 26 – NÍVEIS DE RUÍDO – GUINCHO CONSTRUTORA “A”.....	77
TABELA 27 – NÍVEIS DE RUÍDO – SERRA CIRC DE BANC – CONSTR “B”.....	80
TABELA 28 – NÍVEIS DE RUÍDO – SERRA CIRC MANUAL - CONSTR “B”.....	82
TABELA 29 – NÍVEIS DE RUÍDO - BETONEIRA CONSTRUTORA “C”.....	84
TABELA 30 – NÍVEIS DE RUÍDO – SERRA CIRC DE BANC – CONSTR “C”.....	87

TABELA 31 – NÍVEIS DE RUÍDO - BETONEIRA CONSTRUTORA “D”.....	89
TABELA 32 – NÍVEIS DE RUÍDO – SERRA CIRC MANUAL - CONSTR “D”.....	91
TABELA 33 – NÍVEIS DE RUÍDO - BETONEIRA CONSTRUTORA “E”.....	93
TABELA 34 – NÍVEIS DE RUÍDO - GUINCHO CONSTRUTORA “E”.....	96
TABELA 35 – NÍVEIS DE RUÍDO – SERRA CIRC DE BANC – CONSTR “E”.....	98

RESUMO

Esta pesquisa apresenta um estudo qualitativo de ruído realizado na indústria da construção civil, em duas etapas, na cidade de Curitiba, estado do Paraná. Seu objetivo é estudar a importância e a influência do arranjo físico. A primeira etapa trata da medição do nível de ruído contínuo e intermitente emitido por equipamentos elétricos em nove canteiros de obra. Para essa situação mediu-se o nível de pressão sonora total existente em determinada atividade, mantendo-se o nível limiar de integração no medidor acústico igual a zero dB. A segunda etapa aborda cinco canteiros dos nove inicialmente mensurados, com o intuito de fazer uma análise da situação acústica traçando uma malha dos níveis de ruído contínuo e intermitente medidos no entorno de alguns equipamentos. Foram elaborados mapas cognitivos para captar as percepções dos responsáveis sobre o problema e abrangendo, também, o leiaute do canteiro. Para essa avaliação o nível limiar de integração foi alterado para 80 dB no medidor acústico. As duas etapas estão focadas na saúde ocupacional do trabalhador e os resultados alcançados foram confrontados com as normas NR 15 e NHO 01. A NR 15 é a legislação válida no Brasil para avaliação do ruído quanto à saúde ocupacional. A NHO 01 é uma recomendação técnica da Fundacentro baseada em normas internacionais. As obras analisadas na etapa um estavam na fase estrutural e as cinco obras da etapa seguinte estavam concluindo a fase estrutural, iniciando o acabamento. Muitos dos resultados obtidos com as medições apresentaram valores acima do permitido pela norma, caracterizando o ruído da construção civil como perturbador e incômodo. Outro fato merecedor de atenção diz respeito à localização dos equipamentos alocados na obra, sem haver preocupação com a emissão sonora. Esta pesquisa sugere, também, a revisão da NR 15 a fim de adaptar-se aos padrões internacionais e o planejamento efetivo do canteiro ainda na fase de projeto, avaliar se é e como é possível minimizar o desconforto e os possíveis riscos capazes de comprometer a saúde auditiva do trabalhador.

Palavras-chave: ruído, construção civil, equipamento, canteiro de obra, leiaute.

ABSTRACT

This study presents a two-stage qualitative research on continuous noise, made in the Construction Industry, in the City of Curitiba, Paraná State, Brazil. The first stage deals with the measurement of noise levels emitted by electrical equipment in nine construction sites. In this case, the total sound pressure level existing on a particular activity was measured keeping the threshold level of integration, on the acoustic meter, equal to zero dB. The second stage approaches five from the nine initially measured sites, aiming to make an analysis of the acoustical situation by means of a mesh tracing the measured continuous noise levels elaborating cognitive maps so as to capture the perception of workers on the problem including, also, the site's layout. For this evaluation, the threshold level of integration, on the acoustic meter was altered to 80 dB. The two stages are focused on the workers occupational health and the results reached were compared with NR15 and NHO 01 Regulations. NR15 is a valid legislation in Brazil for evaluation of noise related to occupational health. NHO 01 is a technical recommendation from Fundacentro, based on International Regulations, used in this study. The construction sites, surveyed on stage one, were at structural stage and the remaining five, in stage two, were due for completion. Many of the results acquired with measurements produced values above those allowed by regulation, characterizing noise in the Construction Industry as troublesome and discomforting. Another matter deserving attention is concerned with the allocation of equipment in the site without preoccupation with noise emission. This research suggests a review on NR 15 in order to adapt it to international standards and to effective planning of the construction site still in the draft stage, minimizing, thus, possible risks capable of compromising the worker's hearing health.

Keywords: noise, construction industry, equipment, construction site, layout.

