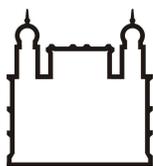


**Fundação Oswaldo Cruz
Instituto Fernandes Figueira
Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher**

**Mensuração e identificação de fontes de ruído sonoro
em unidade neonatal**

Maria de Fátima Hašek Nogueira

**Rio de Janeiro
Dezembro de 2010**



**Fundação Oswaldo Cruz
Instituto Fernandes Figueira
Pós-Graduação em Saúde da Criança e da Mulher**

**Mensuração e identificação de fontes de ruído sonoro
em unidade neonatal**

Maria de Fátima Hašek Nogueira

**Tese apresentada à Pós-
Graduação em Saúde da Criança
e da Mulher, como parte dos
requisitos para obtenção do
título de Doutor em Ciências**

**Orientador: Dr^a. Maria Virgínia Marques Peixoto
Co-Orientadora: Dr^a. Eloane Gonçalves Ramos**

**Rio de Janeiro
Dezembro de 2010**

**FICHA CATALOGRÁFICA NA FONTE
INSTITUTO DE COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO
CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM SAÚDE
BIBLIOTECA DO INSTITUTO FERNANDES FIGUEIRA**

N778 Nogueira, Maria de Fátima Hašek
Mensuração e identificação de fontes de ruído sonoro em unidade
nenatal / Maria de Fátima Hašek Nogueira. – 2010.

152f.; il.; tab.

Tese (Doutorado em Saúde da Criança e da Mulher) - Instituto
Fernandes Figueira, Rio de Janeiro, 2010.

Orientador: Maria Virgínia Marques Peixoto

Co-orientador: Eloane Gonçalves Ramos

Bibliografia: f. 115-120.

1. Medição de ruído. 2. Unidades de Terapia Intensiva.
3. Recém-nascido. I. Título.

CDD – 20^a ed. 615.6

Dedicatória

A José Álvaro de Barcellos Nogueira
e Laís Hasek Nogueira

Agradecimentos

“A interdisciplinaridade se deixa pensar, não apenas na sua faceta cognitiva - sensibilidade à complexidade, capacidade para procurar mecanismos comuns, atenção a estruturas profundas que possam articular o que aparentemente não é articulável – mas também em termos de *atitude* – curiosidade, abertura de espírito, gosto pela colaboração, pela cooperação, pelo trabalho em comum. Sem interesse real por aquilo que o outro tem a dizer não se faz a interdisciplinaridade. Só há interdisciplinaridade se somos capazes de partilhar o nosso pequeno domínio do saber, se temos coragem necessária para abandonar o conforto da nossa linguagem técnica e para nos aventurarmos num domínio que é de todos e do qual ninguém é proprietário exclusivo.”

Olga Pombo

A realização de um trabalho deste tipo traz muitos desafios. Neste o maior e o mais interessante foi a possibilidade do exercício da interdisciplinaridade, pelo qual agradeço às minhas orientadoras Dr^a. Maria Virgínia Marques Peixoto e Dr^a. Eloane Gonçalves Ramos. A Dr^a. Maria Virgínia agradeço também pela oportunidade de desenvolver um trabalho de pesquisa no campo quantitativo e a Dr^a. Eloane pelos muitos ensinamentos na área de informática, pelo apoio em todos os momentos difíceis e pelo extremo profissionalismo ao manter as atividades de orientação durante todo o período em que se encontrava licenciada para tratamento de saúde.

Ao Dr. José Luiz Muniz Bandeira Duarte pela participação e contribuição nas bancas de qualificação e defesa, e, pela colaboração e apoio durante todo o período de desenvolvimento do trabalho de campo.

Ao Dr. Márcio Nogueira de Souza pela avaliação criteriosa do projeto e do trabalho final nas bancas de qualificação e defesa, e pelo empréstimo do dosímetro utilizado durante o estudo piloto.

À Ms. Enf^a. Karina Chamma Di Piero pelo esforço durante a realização de seu trabalho de mestrado, ponto de partida para o desenvolvimento deste, pela amizade e por sempre atender prontamente as minhas solicitações.

À equipe de profissionais da unidade neonatal que além de se deixaram observar durante as sessões de identificação de fontes, muito ajudaram nos momentos de instalação, retirada do dosímetro e controle da sua permanência na unidade.

A Dr^a. Cyntia Magluta pela viabilização dos recursos necessários a compra dos equipamentos de mensuração de ruído.

A Dr^a. Laurinda Yoko Shinzato Higa por ter possibilitado a utilização de outros equipamentos necessários ao desenvolvimento da pesquisa, e pela forma amiga com que sempre me tratou.

Ao Dr. Roberto Macoto Ichinose pela contribuição como suplente da banca de defesa.

A minha irmã arquiteta, Izabela Maria Damazio Hasek, pela realização das medidas da unidade que permitiram a correta colocação do microfone para captação e registro do sinal sonoro.

A bibliotecária Giovania Santos de Jesus pelo valioso auxílio na obtenção dos artigos.

A Maíra Peixoto Timbó pelas versões para a língua inglesa dos resumos dos artigos e daqueles enviados para congressos.

A Ms. Enf^a. Luiza Mara Correia pelo apoio pessoal e institucional no momento de ingresso no curso de doutorado, cuja tensão normalmente associada foi aumentada devido a um grave problema de saúde.

A Dr^a. Kátia Silveira da Silva pela compreensão das minhas dificuldades decorrentes do problema de saúde pelo qual ainda estava passando quando cursei a disciplina de epidemiologia no primeiro semestre do programa.

As colegas, todas doutoras, Ana Maria Magalhães Costa, Carmem Viana Ramos, Cristina Pessoa dos Santos, Márcia Boechat, Maria de Marillac Lima Roiseman e Regina Elizabeth Muller pela agradável convivência no decorrer do curso.

Lista de abreviaturas e siglas

AAMI	<i>Association for the Advance of Medical Instrumentation</i>
AAP	Academia Americana de Pediatria
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	análise de variância
ANSI	<i>American National Standart</i>
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
dB	decibel
DP	desvio padrão
f	frequencia
F ₀	frequencia fundamental
HUPE	Hospital Universitário Pedro Ernesto
Hz	hertz
ICC	<i>Intraclass Correlation Coefficient</i>
KHz	kilohertz
L _{eq}	Nível equivalente de pressão sonora
L _{max}	Nível máximo de pressão sonora
L _{min}	Nível mínimo de pressão sonora
L _{peak}	Nível de pico de pressão sonora
MEDLINE	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
MHS	movimento harmônico simples
ms	milisegundos
NCBI	<i>National Center for Biotechnology Information</i>
NIS	nível de intensidade sonora
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
NPS	nível de pressão sonora

OMS	Organização Mundial de Saúde
Pa	Pascal
RN	recém-nascido
RSL	revisão sistemática de literatura
Scielo	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
SINASC	Sistema de Informação sobre Nascimentos
T	período
UERJ	Universidade do Estado do Rio de Janeiro
UN	Unidade Neonatal
UTIN	UTI neonatal
W/cm ²	Watt por centímetro quadrado
W/m ²	Watt por metro quadrado
WHOLIS	<i>World Health Organization's library database</i>

Lista de Figuras

Capítulo 3 - Referencial teórico

Figura 1 - Período T de duas ondas periódicas com amplitude A_0	25
Figura 2 - Diferença de fase entre duas ondas de mesma amplitude e frequência	25
Figura 3 - Representação gráfica do movimento harmônico simples (MHS) ...	27
Figura 4 - Exemplo de um som complexo periódico	27
Figura 5 - Espectro de frequências do som complexo	28
Figura 6 - Onda sonora composta pela soma de 3 senóides com frequências aleatórias	28
Figura 7 - Correspondência entre pressão sonora, intensidade do som, escala em decibel e alguns eventos comuns	29
Figura 8 - Comportamento do som frente a um anteparo	32
Figura 9 - Representação gráfica do nível equivalente de pressão sonora	37

Capítulo 4 - Artigo 1

Figura 1 - Processo de busca bibliográfica e número de artigos recuperados .	50
--	----

Capítulo 5 - Artigo 2

Figura 1 – Planta esquemática da Unidade neonatal com os locais de colcação do microfone	85
Figura 2 (a) – Valores medianos do nível sonoro que foi excedido em cada um dos n % do tempo de gravação L_n (dBA) por área assistencial	87
Figura 2 (b) – Valores medianos do nível sonoro que foi excedido em cada um dos n % do tempo de gravação L_n (dBA) por turnos do dia	87
Figura 3 (a) – Distribuição de L_{peak} por área assistencial	88
Figura 3 (b) – Distribuição de L_{peak} por turnos do dia	88
Figura 4 – Evolução temporal da mediana do L_{eq} e identificação dos horários de ocorrência das atividades de rotina da Unidade Neonatal	89

Capítulo 6 - Artigo 3

Figura 1 – Planta esquemática da Unidade Neonatal e locais de observação para identificação de fontes	93
Figura 2 – Distribuição do L_{eq} nos horários das sessões de identificação de fontes	99

Lista de Quadros

Capítulo 3 - Revisão Teórica

Quadro 1 – Unidades de medida de pressão e intensidade sonora	30
Quadro 2 – Estudos que identificaram fontes de alta e média frequência no ambiente das Unidades Neonatais	43

Lista de Tabelas

Capítulo 4 - Artigo 1

Tabela 1 - Percentual de estudos que atendeu aos critérios de qualidade de análise crítica 51

Capítulo 5 - Artigo 2

Tabela 1 - Valores de L_{eq} da Unidade Neonatal, por área assistencial, dia da semana e turno do dia 86

Capítulo 6 - Artigo 3

Tabela 1 - Média do número de leitos ocupados, equipamentos em uso e pessoas circulando na UN durante o período de gravação do ruído e durante as sessões de identificação de fontes 98

Tabela 2 - Percentual do tempo em horas no qual foram identificados os eventos provenientes das fontes emissoras de ruído, por turno e por área assistencial 100

Tabela 3 - Percentual do tempo de identificação das fontes emissoras de ruído segundo as faixas de L_{peak} durante as 70 horas das sessões 101

Tabela 4 - Percentual do tempo de identificação da conversação em seus diferentes níveis segundo os turnos e as faixas de L_{peak} 102

Tabela 5 - Distribuição dos valores de média e desvio padrão do L_{eq} de 5 s global segundo os níveis de conversação nos momentos em que todas as outras fontes estavam ausentes 104

Resumo

A OMS e os comitês de especialistas tem recomendado o estabelecimento de níveis máximos de ruído sonoro nas unidades neonatais e seu monitoramento e controle. As intervenções para redução e controle pressupõem o conhecimento dos níveis e das fontes de ruído sonoro nesses ambientes. Este trabalho aborda estas questões por três estudos. O primeiro objetivou avaliar a qualidade metodológica dos estudos que mediram ruído nas UN. O segundo mediu e analisou os níveis de pressão sonora (NPS) em uma UN de um hospital universitário do município do Rio de Janeiro. O terceiro identificou as fontes de ruídos responsáveis pelos NPS mensurados. Foi realizada uma revisão sistemática de literatura (RSL), sendo aplicado um instrumento de avaliação em 40 estudos incluídos por “mensurar ruído em UN e/ou incubadoras”, obtidos através de busca nas bases eletrônicas e manual. O ruído no ambiente da UN foi medido por um dosímetro Spark® 706 que coletou durante dez semanas quatro parâmetros de NPS, expressos em decibéis (dB): L_{eq} , $L_{máx}$, L_{min} e L_{peak} . Numa amostra de 70 sessões, realizadas em dez semanas, um único observador registrou os eventos sonoros num instrumento eletrônico, relacionando-os a fonte emissora, concomitantemente a mensuração dos NPS além de aferir o quantitativo de leitos ocupados, equipamentos em funcionamento e pessoas presentes. Os bancos de dados dos eventos sonoros e dos NPS correspondentes ao mesmo tempo calendário foram sincronizados. Os indicadores de qualidade da RSL foram 50% melhores nos estudos que mediram somente no ambiente da unidade ao associar as estratégias de mensuração à área física. A grande variabilidade metodológica, dificultou a comparabilidade e algumas vezes representou alta probabilidade de viés. O rigor necessário para garantir a validade interna e externa foi observado em poucos estudos. A associação destes resultados às normas brasileiras disponíveis foi fundamental para estabelecer a metodologia de mensuração do nível sonoro e de identificação das principais fontes emissoras de ruídos de média e alta frequência presentes no ambiente da UN estudada. Os resultados da mensuração mostraram que a UN é muito ruidosa. O L_{eq} médio global foi de 63,3 dB(A) e aproximadamente 90% dos ruídos de pico encontravam-se acima de 80 dB em uma das áreas assistenciais, enquanto que nas outras duas 70% mantiveram-se acima deste valor. Os maiores níveis registrados – 68 dB(A) – ocorreram no período da manhã e os menores - 59 dB(A) – durante a madrugada. Os NPS encontrados foram sempre superiores aos níveis recomendados (entre 35 e 40 dB(A)) pelas agências de proteção ambiental e pelas organizações de saúde. A conversação foi a fonte mais significativa, seguida pelos alarmes dos aparelhos de suporte vital e pelo choro dos recém-nascidos. Os resultados reiteram achados dos trabalhos encontrados na literatura, contudo, o presente estudo destaca-se por ter realizado a identificação das fontes associada à mensuração dos NPS, utilizando instrumento eletrônico para registro das fontes e sincronização eletrônica entre os níveis sonoros medidos e fontes identificadas. O tamanho das amostras de eventos sonoros identificados e de NPS registrados constitui também um diferencial de qualidade metodológica.

Abstract

The WHO and expert committees have established maximum levels of noise and recommended their monitoring and control in the NICUs. The movement for implementation of practices that encourage newborn neurodevelopment has endorsed such recommendations. Interventions to reduce and control noise imply the knowledge of noise levels and sources in these environments. This study addresses these issues through three studies. The first evaluated methodological quality of studies that measured noise in NICUs. The second measured and analyzed the levels of noise in the NICU of a university hospital in Rio de Janeiro, RJ, Brazil. The third identified the sources of noises and associated them with the measured sound pressure levels (SPL). A systematic literature review of 40 papers included for “measuring noise in NICU and/or incubators” was discussed through the application of a critical analysis instrument. The papers were retrieved from electronic databases and manual search. Noise in the NICU environment was measured by a Spark® 706 dosimeter that recorded, over 10 weeks, four SPL parameters expressed in decibels (dB): L_{eq} , L_{max} , L_{min} and L_{peak} . In a sample of 70 sessions carried out over 10 weeks, a single observer recorded the sound events relating them to an emitting source, concomitantly with the SPL measurement and also reported the number of beds and equipment in use and people present in the unit. The database of sound events and the corresponding SPL were synchronized. The quality indicators of the systematic review were 50% better for studies that measured the unit’s environment only and associated the measurement strategies to the physical area. The large methodological variability hindered comparison and also represented a high probability of bias. Few studies presented the necessary rigor to ensure internal and external validity. The association of these findings with Brazilian standards was essential to establish the methodology of measurement of sound levels and identifying the noise sources present in the environment of the studied NICU. The measurement results revealed that the NICU is very noisy. The global average L_{eq} was 63.3 dB(A) and approximately 90% of the peak noises were above 80 dB in one of the care delivery areas, while in the other two areas 70% were above this level. The highest levels recorded in the analysis of hourly average L_{eq} – 60 dB(A) – occurred in the morning and the lowest – 59 dB(A) – during the night. The SLP found were always above the levels recommended (between 35 and 40 dB(A)) by environmental protection agencies and health organizations. Conversation was the most significant source of noise followed by life support device alarms and newborns’ cries. These results corroborate the findings of other studies in the literature, though this study stands out for having identified the sources associated with the measurement of sound levels, using an electronic device to record sources and electronic synchronization between the measured sound levels and identified sources. The sample sizes of identified sound events and recorded SLP is also a differential of methodological quality.

Sumário

Apresentação.....	15
Capítulo 1 - Introdução	17
Capítulo 2 - Hipóteses, Objetivos e Aspectos Éticos.....	21
2.1 <i>Hipóteses.....</i>	21
2.2 <i>Objetivo Geral.....</i>	21
2.3 <i>Objetivos Específicos.....</i>	21
2.4 <i>Aspectos Éticos</i>	22
Capítulo 3 - Revisão Teórica	23
3.1 <i>Acústica: Conceitos básicos e aplicação na mensuração de ruído</i>	23
3.2 <i>Características dos fenômenos vibratórios.....</i>	24
3.3 <i>Propriedade das ondas sonoras</i>	26
3.4 <i>Escalas de medida em decibel</i>	29
3.5 <i>Ruído</i>	30
3.6 <i>Influência do ambiente na transmissão e propagação do som</i>	31
3.7 <i>Mensuração de Ruído.....</i>	33
3.8 <i>Mensuração de ruído nas unidades neonatais</i>	38
3.9 <i>Fontes de ruído no ambiente das unidades neonatais</i>	40
Capítulo 4. Artigo 1 - Mensuração de ruído sonoro em unidades neonatais e incubadoras com recém-nascidos: Revisão sistemática de literatura... 44	44
4.1 <i>Resumo / Abstract</i>	44
4.2 <i>Introdução.....</i>	45
4.3 <i>Metodologia</i>	47
4.4 <i>Resultados.....</i>	48
4.5 <i>Discussão</i>	52
4.6 <i>Considerações finais.....</i>	59
4.7 <i>Referências Bibliográficas</i>	60
Capítulo 5. Artigo 2 – Níveis de ruído sonoro no ambiente de uma unidade neonatal.....	66
5.1 <i>Resumo</i>	66
5.2 <i>Introdução.....</i>	67
5.3 <i>Material e Métodos</i>	69
5.5 <i>Discussão</i>	75

5.6 Referências Bibliográficas	82
5.7. Figuras e tabelas	85
Capítulo 6. Artigo 3 – Identificação de fontes de ruído sonoro em unidade neonatal.....	90
6.1 Resumo	90
6.2 Introdução.....	91
6.3 Material e Métodos	92
6.4 Resultados.....	97
6.5 Discussão	103
6.6 Referências Bibliográficas	108
Considerações Finais	111
Referências Bibliográficas	115
Apêndice 1 – Notas Metodológicas	121
Apêndice 2 – Procedimentos operacionais para a gravação do ruído na UN	133
Apêndice 3 – Instrumento eletrônico de identificação de fontes.....	142
Apêndice 4 – Procedimentos operacionais para identificação eletrônica de fontes	143
Anexo 1 – Parecer do comitê de ética	152

Apresentação

Esta tese aborda a questão do ruído no ambiente das unidades neonatais e suas fontes emissoras. Sua apresentação é composta por oito capítulos, um anexo e quatro apêndices. O Capítulo 1 contém a introdução onde se incluiu a justificativa. No Capítulo 2 estão descritas as hipóteses, os objetivos e os aspectos éticos envolvidos. O Capítulo 3 é composto por uma revisão teórica sobre acústica e por algumas questões relacionadas à mensuração de ruídos e identificação de fontes no ambiente das unidades neonatais.

Os capítulos 4, 5 e 6 são apresentados no formato de artigo científico.

O Capítulo 4 contém um artigo no qual parte dos resultados de uma revisão sistemática de literatura sobre mensuração de ruído no ambiente neonatal e nas incubadoras, desenvolvida numa dissertação de mestrado, foram revistos, sintetizados e discutidos. Este foi submetido à Revista Latino Americana de Enfermagem, cujas normas para publicação estão disponíveis no endereço eletrônico <http://ead.eerp.usp.br/rlae/>.

No Capítulo 5 o método e os resultados da mensuração dos níveis sonoros no ambiente de uma unidade neonatal são apresentados e discutidos em um artigo que deverá ser submetido à revista Cadernos de Saúde Pública. Foi portanto formatado de acordo com as normas de publicação desta, disponíveis no endereço eletrônico <http://www4.ensp.fiocruz.br/csp/>.

No Capítulo 6 encontram-se o método, os resultados e a discussão da identificação de fontes associada aos níveis de ruído. Embora o texto tenha sido organizado também na modalidade de artigo, como não foi decidido ainda

para qual periódico será submetido, sua formatação seguiu as normas do Programa de Pós – Graduação em Saúde da Criança e da Mulher do IFF.

No Capítulo 7 e no Capítulo 8 encontram-se respectivamente as considerações finais e todas as referências bibliográficas da tese, que incluem as dos três artigos.

No Anexo encontra-se a cópia do parecer do Comitê de Ética da instituição aonde o trabalho de campo foi desenvolvido.

No primeiro Apêndice são apresentadas notas metodológicas com detalhamentos dos métodos utilizados na mensuração e na identificação de fontes, que embora considerados importantes, não puderam ser incluídos no corpo da tese em função da limitação de páginas inerente a apresentação na modalidade de artigos. No segundo foram descritos os procedimentos operacionais empregados para a gravação dos níveis sonoros. O terceiro contém uma reprodução impressa das telas do instrumento eletrônico de identificação de fontes e o quarto os procedimentos operacionais empregados para sua utilização.

Capítulo 1 - Introdução

O ruído é um problema de saúde pública que na sua vertente ambiental urbana tem sido objeto de investigação e de atenção especial dos comitês europeus da Organização Mundial de Saúde (OMS). Se anteriormente a busca para conhecer os danos causados pela exposição ao ruído estava restrita aos ambientes de trabalho, atualmente ela foi estendida aos chamados ambientes não ocupacionais, envolvendo, além de trabalhadores, diferentes grupos populacionais. Tem se procurado estimar a contribuição da exposição ao ruído para a presença de alterações em diversos sistemas orgânicos, além evidentemente da contribuição para a deficiência auditiva (Graven, 2000).

No âmbito da saúde da criança os distúrbios orgânicos e auditivos no período neonatal são um importante problema de saúde pública (Berglund et al., 1999), principalmente nos países em desenvolvimento, cujo número de recém-nascidos (RN) com necessidade de tratamento intensivo é alto.

No Brasil a transição na mortalidade infantil vem se dando desde meados da década de 1980 devido ao aumento relativo do peso do componente neonatal. O Sistema de Informação sobre Nascimentos (SINASC) demonstra que o número de RN com baixo peso ao nascimento é elevado, estando incluídos nessa categoria os prematuros. Estes apresentam um alto nível de morbidade relacionado tanto a imaturidade dos seus sistemas orgânicos quanto às doenças ocorridas no período neonatal, que por sua vez podem comprometer o desenvolvimento, risco que pode ser potencializado por um ambiente e um cuidado desfavorável nas unidades neonatais (UN).

A partir da década de 1960 significativas mudanças ocorreram nestes locais com a incorporação de tecnologias para o cuidado neonatal. Os avanços incluíram o uso de diversos aparelhos, além das novas abordagens diagnósticas e terapêuticas instituídas por diferentes especialistas, os quais passaram a fazer parte da equipe. Esses aspectos contribuíram para a sobrevivência das crianças, porém transformaram as UN em locais ruidosos e estressantes.

Durante o período de internação os RN passam a ficar expostos aos níveis de ruído presentes nos ambientes das UN. Essa questão se torna mais crítica depois da década de 1990, quando as novas técnicas de suporte ventilatório e a administração do surfactante exógeno trouxeram como consequência o aumento da sobrevivência de crianças com extrema idade gestacional e peso, que permanecem internadas muitas vezes por períodos prolongados de tempo (Gorski, 1991).

Concomitantemente às modificações que tornaram as UN mais ruidosas começam a ser desenvolvidos diversos estudos relacionados a essa questão. Buscou-se associar a exposição aos níveis de ruídos nas UN aos efeitos mais imediatos sobre os neonatos, como as alterações das respostas fisiológicas e comportamentais. A referência mais citada neste campo é o estudo de Long e colaboradores (1980), que mediu os níveis de ruído nas UN e avaliou as respostas de recém-nascidos prematuros, constatando aumento na frequência cardíaca, na frequência respiratória, e queda na saturação periférica de oxigênio. Outros estudos mostraram que em função dos diferentes estímulos sonoros presentes no ambiente da UN, os recém-nascidos podem apresentar menor tempo de permanência nos estados de sono, dificuldade para manter o

sono profundo, além de alterações na sua atividade motora (Gadeke et al., 1969; Zahr e Balian, 1995; Zahr e Traversay, 1995; Zahr, 1998).

Outros autores se dedicaram a investigar os tipos e a extensão dos danos auditivos provocados pela exposição precoce aos níveis de ruídos. Recentemente a Academia Americana de Pediatria (AAP) reconheceu que a permanência superior a 48 h em UN constitui um fator de risco para deficiência auditiva na infância (*Joint Committee on Infant Hearing Position Statement, 2007*).

As organizações de saúde e de especialistas têm se preocupado em estabelecer parâmetros para os níveis de ruído nas UN e apontar padrões e especificações relacionadas à construção destas. Além disso recomendam a monitoração e controle dos níveis de ruído, mudanças de comportamento da equipe de profissionais e contato com os fabricantes de equipamentos utilizados no tratamento neonatal para que os mesmos sejam projetados de forma a produzir o menor ruído possível (*American Academy of Pediatrics, 1997; Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design, 2007; World Health Organization, 1999*)

As diretrizes das organizações são endossadas pelo movimento de implementação das boas práticas que favoreçam o neurodesenvolvimento dos RN. Estas incluem tanto ações assistenciais diretas como mudanças no ambiente físico das UN, entre elas o emprego de estratégias para monitoração e controle dos níveis sonoros (Laudert, 2007).

Face às razões expostas e com a compreensão que o conhecimento dos níveis do ruído sonoro no ambiente das UN assim como das suas respectivas fontes é pré-requisito para a elaboração, implantação e posterior avaliação de

intervenções que o diminuam, a pesquisa desenvolvida e descrita nesta tese de doutorado teve como objetivo mensurar os níveis de ruído presentes no ambiente de uma UN e associá-los à identificação das fontes emissoras.

Capítulo 2 - Hipóteses, Objetivos e Aspectos Éticos

2.1 Hipóteses

A observação empírica do ambiente da unidade neonatal onde o estudo foi desenvolvido permitiu o estabelecimento de duas hipóteses:

- O nível de ruído no ambiente da unidade é alto;
- Os ruídos provenientes da conversação e da aparelhagem são os eventos mais frequentes na análise das fontes responsáveis pelo alto nível de ruído na unidade.

2.2 Objetivo Geral

Quantificar os níveis de ruído sonoro e identificar as fontes emissoras no ambiente da unidade neonatal

2.3 Objetivos Específicos

- Rever, sintetizar e submeter como artigo científico uma revisão sistemática de literatura sobre mensuração de ruído em UN.
- Medir os níveis de ruído sonoro no ambiente de uma unidade neonatal
- Identificar as fontes responsáveis pela emissão dos ruídos de média e alta frequência
- Associar as principais fontes de ruído aos níveis de pressão sonora medidos.

Fornecer os fundamentos para a elaboração de um protocolo de mensuração de ruído sonoro para ser aplicado em unidades neonatais.

2.4 Aspectos Éticos

O projeto do estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário Pedro Ernesto – UERJ , já que a UN avaliada está situada no Núcleo Perinatal deste. As gravações dos níveis sonoros e as sessões de identificação de fontes só foram iniciadas após aprovação do projeto pelo referido comitê, cujo parecer encontra-se no anexo 1 . Os membros da equipe e os familiares das crianças internadas foram informados quanto à natureza da pesquisa e assegurados de que suas vozes não seriam registradas, bem como de que não haveria qualquer tipo de registro que possibilitasse identificá-los.

O projeto foi também encaminhado a chefia médica do serviço, a qual foi informada durante todo o período do trabalho de campo sobre o andamento do mesmo. A pesquisadora comprometeu-se a discutir os resultados obtidos com toda a equipe de profissionais e a participar de possíveis programas de intervenção e de reavaliação.

Capítulo 3 - Revisão Teórica

3.1 Acústica: Conceitos básicos e aplicação na mensuração de ruído

Na acústica, são estudadas as vibrações mecânicas contidas na faixa de frequência audível, ou seja, aquelas que podem dar a sensação subjetiva de ouvir na forma de som.

O som pode ser definido como um fenômeno físico e como uma resultante da sensação produzida no aparelho auditivo humano por este fenômeno físico.

Na física o som é definido como uma onda mecânica, ou seja, necessita de um meio material para se propagar. Este meio pode ser de natureza sólida, líquida ou gasosa.

O som origina-se pelo movimento vibratório de um corpo qualquer (fonte geradora) que, exercendo pressão sobre as moléculas do meio próximas a ela, faz com que sejam ligeiramente deslocadas e, em seguida, retornem à posição de equilíbrio, permanecendo nesse movimento de vai-e-vem enquanto durar a vibração da fonte. Tais movimentos são transmitidos às moléculas seguintes que, por sua vez, os transmitem às seguintes e assim sucessivamente até que a onda de pressão seja atenuada por absorção do meio e transformação de energia (Nepomuceno, 1977). Ao se propagar, essa onda de pressão atinge o ouvido e fornece a sensação auditiva.

A rapidez com que as vibrações da fonte ocorrem é caracterizada por sua frequência, que é definida como o número de vibrações completas em um segundo, sendo sua unidade de medida o “Hertz” (Hz). Dessa forma, se uma fonte vibrar a 1 Hz, estará executando um ciclo vibratório completo a cada 1 s.

A frequência (f) é, portanto, o número de vezes que o ciclo de um fenômeno periódico é repetido, numa unidade de tempo, medida em hertz (Hz), que equivale a um ciclo por segundo (Souza, 1998). A frequência sonora corresponde aos conceitos subjetivos de sons graves (baixa frequência) e agudos (alta frequência).

Somente as ondas de pressão que se encontram dentro da faixa de frequência audível para o ser humano são percebidas como sons e são, portanto, chamadas de ondas de pressão sonora audíveis. A faixa audível compreende as frequências a partir de 20 vibrações por segundo (20 Hz) até 20.000 vibrações por segundo (20.000 Hz ou 20 kHz). Vibrações de pressão com frequências acima (ultra-som) e abaixo dessa faixa (infra-som) não produzem no ser humano nenhuma sensação sonora.

3.2 Características dos fenômenos vibratórios

Movimento vibratório ou oscilatório consiste em um tipo de movimento repetitivo como o movimento das marés. Ondas de qualquer natureza executam movimentos oscilatórios e podem ser classificadas quanto à periodicidade. Ondas periódicas são aquelas que possuem ciclos idênticos se repetindo a intervalos de tempo (T) iguais. Na natureza são os movimentos mais comuns, e temos como exemplo, o movimento de um pêndulo, das cordas de um violão e da membrana de um bumbo. Ondas aperiódicas são aquelas em que não é possível identificar um período de repetição.

O período (T) é o inverso da frequência, ou seja, é o tempo necessário para que um ciclo completo torne a se repetir (Figura 1). Portanto, frequência e período se relacionam pela expressão $f=1/T$ (Nepomuceno, 1977).

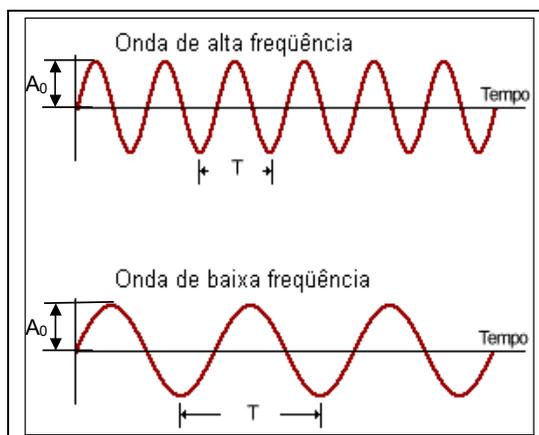


Figura 1: Período T de duas ondas periódicas com amplitude A_0 .

Fase (ϕ) é o deslocamento, em graus, a partir de uma referência arbitrária que corresponde a 0° , assumindo que um ciclo completo é dividido em 360° . Duas ondas de igual frequência e amplitude podem diferir quanto à fase, se forem iniciadas em momentos diferentes (Figura 2).

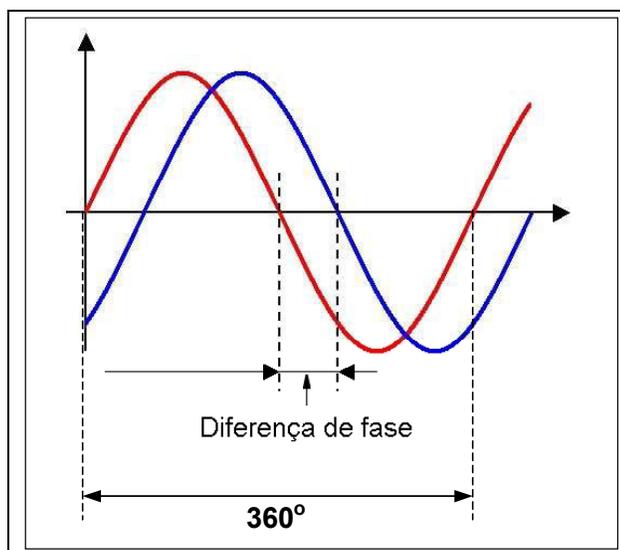


Figura 2: Diferença de fase entre duas ondas de mesma amplitude e frequência.

3.3 Propriedade das ondas sonoras

Pressão sonora é uma medida da força que as moléculas do meio aplicam umas sobre as outras, como consequência da perturbação exercida pela fonte. A unidade utilizada para a pressão sonora é o Pascal (Pa). A sensibilidade do ouvido humano para a faixa de pressão sonora é de 2×10^{-5} Pa (limiar de audição) a 2×10 Pa (limiar de dor).

A intensidade do som é uma medida da energia sonora transmitida pela fonte, por unidade de tempo e por unidade de área perpendicular à direção de propagação. É medida em W/m^2 ou W/cm^2 . A faixa de intensidade sonora à qual o ouvido humano é sensível é de 10^{-12} a 1 (10^0) W/m^2 (ou 10^{-16} a 10^{-4} W/cm^2). A intensidade depende da pressão exercida sobre as moléculas do meio, das características do próprio meio, da direção de propagação e da distância da fonte. Por exemplo, um som pode ser mais intenso se o ouvinte encontra-se na frente da fonte ao invés de atrás dela. Mantendo a mesma direção, a intensidade diminui à medida que o ouvinte se afasta da fonte. O *loudness* ou audibilidade é a sensação subjetiva de intensidade do som. Sons de baixa intensidade são conhecidos como de “baixo volume” e os de alta intensidade como de “alto volume”.

Os sons podem também ser classificados quanto à complexidade das ondas em puros e complexos. Os sons puros obedecem ao movimento harmônico simples (MHS), que é uma forma particular do movimento vibratório periódico sendo, portanto, aqueles que podem ser representados por uma senóide simples (Figura 3) e que são raramente encontrados na natureza.

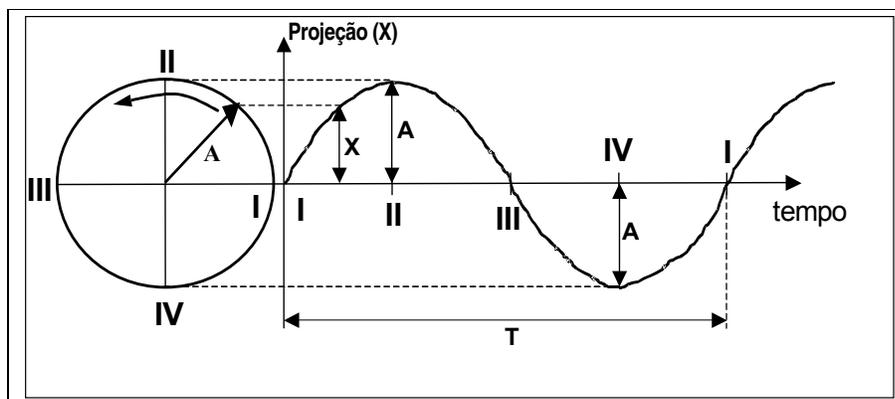


Figura 3: Representação gráfica do movimento harmônico simples (MHS). O **MHS** equivale ao movimento ao redor de um círculo de raio A , projetado numa reta vertical. O tamanho dessa projeção vertical (x) em função do tempo é representado por uma senóide simples. No instante I, a projeção $x = 0$. No instante II, $x = A$. No instante III, novamente $x = 0$. E no instante IV, $x = -A$.

A onda sonora complexa é composta por uma soma de senóides simples que podem diferir em amplitude, frequência ou fase (Figura 4). Um som pode, portanto, ser analisado por meio do estudo das frequências que o compõem, o que constitui a Análise Espectral de Fourier (Hsu,1973). O espectro de frequências é um gráfico que mostra o quanto cada senóide contribui para a energia total de onda complexa (Figura 5).

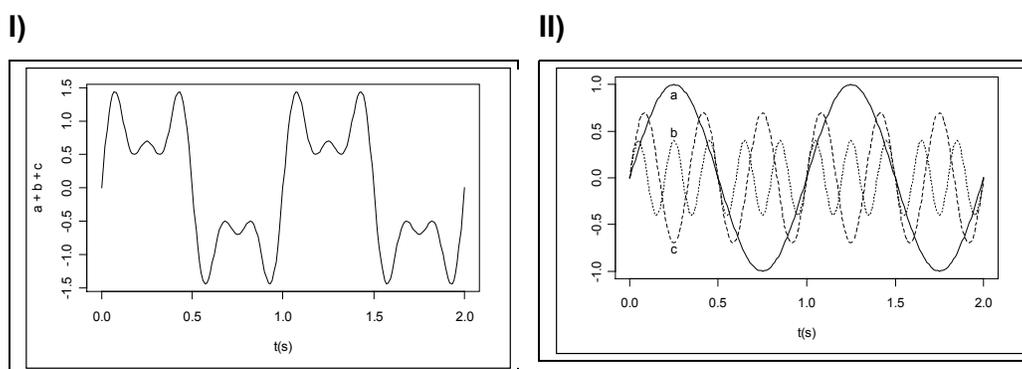


Figura 4: Exemplo de um som complexo periódico (I), composto pela soma de três senóides simples (a, b e c), com mesma fase, mas com frequências e amplitudes diferentes (II). Notar que a frequência da onda (b) é 3 vezes maior que a da onda (a) e que a da onda (c) é 5 vezes maior que a da onda (a).

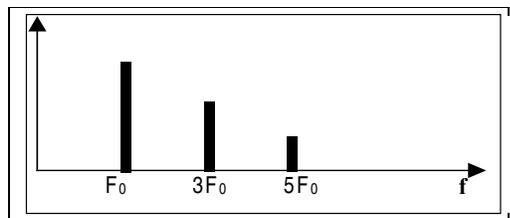


Figura 5: Espectro de frequências do som complexo.

As frequências das ondas senoidais que formam o espectro da figura 5 guardam uma relação numérica com a frequência mais baixa da série que, por este motivo, é chamada de frequência fundamental (F_0). As frequências que forem múltiplos inteiros da frequência fundamental, com valores iguais a $2 F_0$, $3 F_0$ e etc., são os sobretons de F_0 e são conhecidas como harmônicos. No caso do espectro da Figura 5, somente estão presentes a frequência fundamental (F_0), o terceiro harmônico ($3F_0$) e o quinto harmônico ($5F_0$).

Para que uma onda sonora complexa seja periódica, seus componentes senoidais devem obedecer a uma relação harmônica (Nepomuceno,1977), como é o caso do som representado nas Figuras 4 e 5. Deve-se notar também, que as senóides simples da Figura 4.II estão todas em fase. A relação harmônica também implica que as fases das senóides que compõem o som complexo guardem alguma relação determinística entre si. A onda sonora complexa não periódica (Figura 6) não possui um período definido e é composta por senóides simples cujas frequências não são múltiplas inteiras da frequência fundamental.

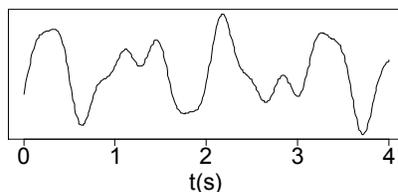


Figura 6: Onda sonora composta pela soma de 3 senóides simples, com frequências aleatórias.

3.4 Escalas de medida em decibel

A sensibilidade do ouvido humano para a faixa de frequência é de 20 a 20000 Hz, que resulta numa variação de 1000 vezes (10^3). Para a faixa de pressão (2×10^{-5} a 2×10 Pa) a variação é de 10^6 (1.000.000) e para a faixa de intensidade (10^{-16} a 10^4 W/cm²) é de 10^{12} (1.000.000.000.000). A utilização de uma escala em decibel (dB) para representar a ampla faixa da percepção do ouvido humano aos níveis sonoros mostra-se bastante apropriada, uma vez que esta, por ser de natureza logarítmica e adimensional, comprime todas as faixas de interesse em pouco mais de uma centena de decibéis (Espírito Santo, 2003).

Na Figura 7 pode ser observada a relação entre pressão, intensidade sonora e a escala em decibel, assim como os níveis sonoros de situações comuns.

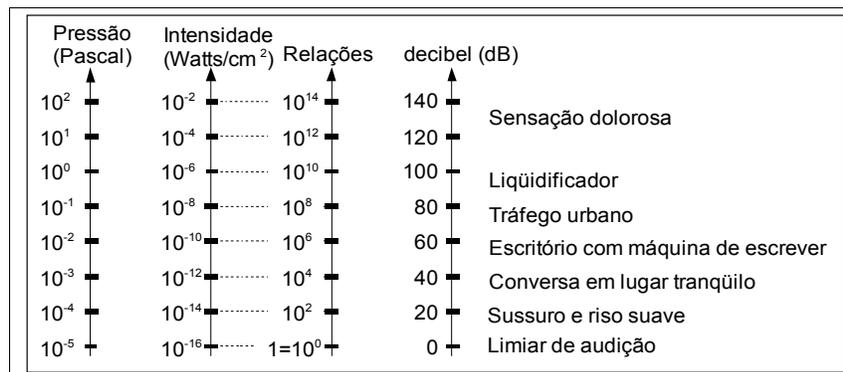


Figura 7. Correspondência entre pressão sonora, intensidade do som, escala em decibel e alguns eventos comuns. (adaptado de Nepomuceno, 1977 e Frota, 1998)

As medidas padrão de som em dB são chamadas de Nível de Intensidade Sonora (NIS) e Nível de Pressão Sonora (NPS). Tais medidas não são absolutas, estão sempre relacionadas a um valor de referência. Para a

intensidade sonora a referência é 10^{-16} W/cm^2 , que é o limiar de audição humana e equivale a 0 dB_{NIS} . Para a pressão, é $2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ ou $20 \text{ } \mu\text{Pa}$, que é o limiar de audibilidade do ouvido humano e equivale a 0 dB_{NPS} . Medidas em dB que não são explicitamente definidas como NIS ou NPS, devem vir acompanhadas do valor de referência utilizado.

Para calcular as medidas em dB, utiliza-se as expressões mostradas no Quadro 1. Se, por exemplo, a pressão que se deseja medir possui um valor eficaz absoluto de $2000 \text{ } \mu\text{Pa}$, a pressão sonora P em dB_{NPS} é:

$$P = 20 \log \left(\frac{2000 \mu\text{Pa}}{20 \mu\text{Pa}} \right) = 20 \log(100) = 20 * 2 = 40 \text{ dB}_{NPS}$$

Ou seja, um valor absoluto que é de 100 vezes o valor de referência, na escala em dB é representado como 40 unidades acima do valor de referência.

Quadro 1. Unidades de medida de pressão e intensidade sonora.

	Pressão	Intensidade
Unidade absoluta	Pa	W/cm^2 ou W/m^2
Unidade em dB padrão	dB_{NPS}	dB_{NIS}
Referência	$P_{\text{ref}} = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$	$I_{\text{ref}} = 10^{-16} \text{ W/cm}^2$
Cálculo	$P = 20 \log \frac{P_1}{P_{\text{ref}}} \text{ dB}_{NPS}$	$I = 10 \log \frac{I_1}{I_{\text{ref}}} \text{ dB}_{NIS}$

Onde:

P_1 é a pressão que deseja-se medir em unidades absolutas.

P_{ref} é a pressão de referência.

I_1 é a intensidade que deseja-se medir em unidades absolutas.

I_{ref} é a intensidade de referência.

3.5 Ruído

Os sons produzem diferentes efeitos sobre o ouvido humano, agradáveis ou desagradáveis dependendo da subjetividade da interpretação da onda

sonora pelo receptor e ainda por sua sensibilidade auditiva e preferências pessoais.

O ruído é um som complexo inarmônico, portanto aperiódico, constituído por uma infinidade de senóides simples cujas frequências não possuem nenhuma relação entre si. Além disso, as fases de cada senóide que o compõe são distribuídas aleatoriamente. Exemplos de ruído são o barulho do motor do avião, do tráfego de automóveis e o sibilar da chaleira. Todo som intenso, incluindo o ruído, pode provocar dano auditivo devido à agressão por alta intensidade sonora ou a agressões de menor intensidade com grande tempo de exposição (Nepomuceno, 1977).

3.6 Influência do ambiente na transmissão e propagação do som

O som, até chegar ao sistema auditivo do indivíduo, sofre inúmeras influências ambientais. Em um ambiente aberto, por exemplo, existem poucos obstáculos à transmissão e propagação do som. Já em ambientes fechados são encontrados inúmeros obstáculos, que podem provocar mudanças significativas na propagação do som até a chegada aos ouvidos do receptor (Frota, 1988). Por exemplo, na Figura 8 quando se interpõe uma superfície plana ao avanço de uma onda sonora, parte de sua energia será absorvida, parte será refletida e a restante será transmitida através do anteparo (Nepomuceno, 1977).

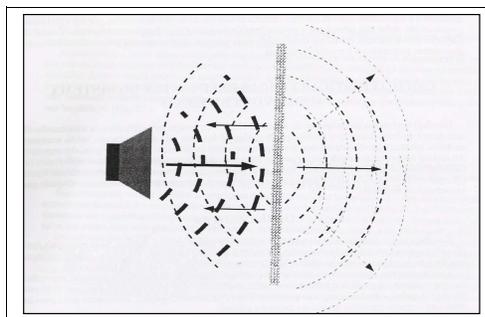


Figura 8: Comportamento do som frente a um anteparo. Parte da energia sonora é refletida, parte é absorvida e parte é transmitida (Frota, 1998).

Absorção é a propriedade que alguns materiais possuem de não permitir a reflexão do som por uma superfície (Fernandes, 2002). Caso as superfícies de um ambiente sejam completamente absorventes, toda a energia que incidir nas paredes será absorvida. Se, ao contrário, as superfícies forem totalmente refletoras, causarão o retorno da onda sonora ao meio, como se incidissem num espelho (Nepomuceno, 1977).

Os materiais absorventes acústicos são, portanto, de grande importância no tratamento de ambientes. A Norma Brasileira NBR 10152 (ABNT 1997) especifica os procedimentos para o tratamento acústico de ambientes fechados. Um ambiente que contenha paredes com muita reflexão sonora terá uma péssima inteligibilidade da linguagem. É o que acontece, geralmente, em grandes igrejas, salões de clubes, etc. As ondas refletidas se somam ao som ambiente, porém com fases e amplitudes diferentes, resultando numa sensação sonora confusa. A parte da onda sonora que foi refletida, irá eventualmente atingir outra superfície e novamente terá uma parte de sua energia absorvida e outra refletida, num processo que tende a continuar indefinidamente. A reflexão em uma superfície varia com a frequência e é diretamente proporcional à dureza do material. Paredes de concreto, mármore,

azulejos, vidro, etc. refletem quase 100% do som incidente em alta frequência (Fernandes, 2002).

Durante a reflexão da onda sonora podem ocorrer dois tipos de fenômenos: eco e reverberação (Frota, 1998). O eco é gerado quando o som retorna a fonte em um intervalo de tempo igual ou maior que 0,1 s ou 100 ms e o obstáculo está a uma distância superior a 17m (Frota, 1998). A reverberação ocorre quando o som volta à fonte em um intervalo de tempo menor que 100 ms, estando o obstáculo situado a uma distância menor que 17 m. Dentro de um ambiente fechado, a reverberação causa a sensação de sobreposição dos sons direto e refletido, dando a impressão de uma audição mais prolongada (Fernandes, 2002).

O tempo de reverberação é definido como o tempo que o som permanece no ambiente até que sua intensidade caia 1 milhão de vezes em relação à energia inicial (60 dB).

A transmissão é a propriedade sonora que permite que o som seja transmitido através de um obstáculo. Fisicamente, o fenômeno tem as seguintes características: ao atingir uma superfície a onda sonora faz com que ela vibre, transformando-a em uma fonte sonora. Assim, a superfície vibrante passa a gerar som em sua outra face. Portanto, quanto mais rígida e densa for a superfície, menor será a energia transmitida.

3.7 Mensuração de Ruído

A escolha do equipamento de mensuração adequado depende das características do ruído a ser analisado. Os três tipos de instrumentos mais

frequentemente utilizados são: medidor de nível de pressão sonora, dosímetro e analisadores de frequência (Souza, 1998).

3.7.1 Medidor de Nível de Pressão Sonora

Os medidores de NPS capturam a pressão sonora absoluta por meio de um microfone e convertem-na em um número relativo disposto em dBNPS de acordo com a expressão correspondente apresentada anteriormente no Quadro 1 (Souza, 1998).

Existem diferentes medidores de NPS que são classificados, de acordo com sua aplicação e precisão de resultados, em tipo 0, 1, 2 e 3. O tipo 2 apresenta variação de precisão de mais ou menos 1,0 dB e pode ser utilizado em aplicações gerais incluindo a medida de ruído nas unidades neonatais (Espírito Santo, 2003; Souza, 1998).

Os diferentes tipos de medidores, de acordo com particularidades de cada fabricante, apresentam frequência de calibração entre 200 a 1000 Hz, sendo a última mais adequada. Apresentam também nível de calibração que varia entre 74 a 94 dBNPS, sendo o mais alto o valor preferencial. Além de estarem relacionados com aplicações específicas, os medidores de NPS possuem diversas possibilidades quanto aos padrões de ponderação para frequência e características de tempo e resposta.

Como o ouvido humano responde de forma distinta às diferentes frequências que compõem o som, filtros de ponderação ou curvas de compensação devem ser utilizados para simular essa sensibilidade variável. As normas internacionais especificam 3 curvas de compensação: A, B e C. A curva A simula a resposta do ouvido humano quando o nível de pressão sonora

no ambiente é de 40 dB. A curva B simula o ouvido para um nível de 70 dB e a curva C para 90 dB. A pressão de referência para essas medições é 20 μ Pa e os resultados são expressos em dB(A), dB(B) e dB(C). Aconselha-se a utilização da curva A para medida do desconforto, pois é a que informa, com precisão satisfatória, o risco de lesão auditiva em função do nível de ruído. De maneira geral, a medida em dB(A) é aceita em âmbito universal, para determinar a necessidade ou não de alguma intervenção que reduza o ruído sonoro no ambiente. Existe ainda a curva que corresponde a ausência de compensação ou resposta linear (Nepomuceno, 1977).

Medidores de NPS devem apresentar pelo menos uma das 3 curvas de ponderação temporal, nomeadas “*slow*” ou lenta, “*fast*” ou rápida, e “*impulse*” ou impulsiva, utilizadas em medições contínuas (NBR 10151/ABNT,2000). A ponderação temporal é o resultado de uma média exponencial do sinal sonoro onde os sinais que aconteceram num passado recente têm mais peso, enquanto os sinais de um passado mais distante são mais atenuados (Espírito Santo, 2003). O parâmetro que define a ponderação temporal é a constante de tempo que assume o valor de 1 s para a curva *slow*, 125 ms (milisegundos) para a *fast* e 35 ms para *impulse*.

Para medir de forma precisa os valores de pico dos ruídos é necessário que os equipamentos de medida possuam a função “*Hold*”, responsável pelo fornecimento do valor máximo de pressão atingido pela onda sonora (Nepomuceno, 1977).

Outro parâmetro fornecido pelos medidores de NPS é o nível de pressão sonora equivalente (L_{eq}), que representa uma integração do sinal sonoro, durante um período de tempo específico (Espírito Santo, 2003). O L_{eq} é o nível

que, na hipótese de poder ser mantido constante durante o período de medição, acumularia a mesma energia acústica que os diversos níveis variáveis acumulam naquele período (ABNT, 1992), como é ilustrado na Figura 9. A medida em L_{eq} é indicada por possibilitar o conhecimento da média da energia sonora presente nos ambientes (Gray e Philbin, 2000). Alguns equipamentos e *softwares* permitem armazenar sequencialmente os níveis equivalentes a intervalos pequenos de tempo, usualmente de 1 s a 1 min. Posteriormente, é construído um histograma e diferentes percentis, são calculados. Cada um desses percentis, chamados de L_n , representa o limiar de ruído excedido durante diferentes períodos de tempo nos quais a captação do sinal sonoro foi realizada. Assim, o L_{10} , por exemplo, representa o limiar de ruído excedido durante o período de tempo correspondente a 10% do tempo total de captação do sinal sonoro, e o L_{90} o limiar de ruído excedido durante o período de tempo correspondente a 90% do tempo total de captação. Idealmente quanto maior o percentil, menor o nível de ruído. Outros parâmetros comumente calculados são o L_{min} , L_{max} e L_{peak} . O L_{min} e L_{max} são o menor e o maior valor medidos no intervalo de tempo especificado, após a aplicação da escala temporal e do filtro de compensação. L_{peak} é o maior valor de pressão sonora encontrado sem aplicação de nenhum tipo de ponderação. Dessa forma, o L_{peak} é o registro do valor máximo que realmente ocorreu, enquanto o L_{max} é o registro do valor máximo mais próximo de como é percebido pelo ouvido humano.

Caso o aparelho de medida não forneça o resultado em L_{eq} , pode ser utilizado um método para a sua determinação (NBR 10.151/ABNT, 2000).

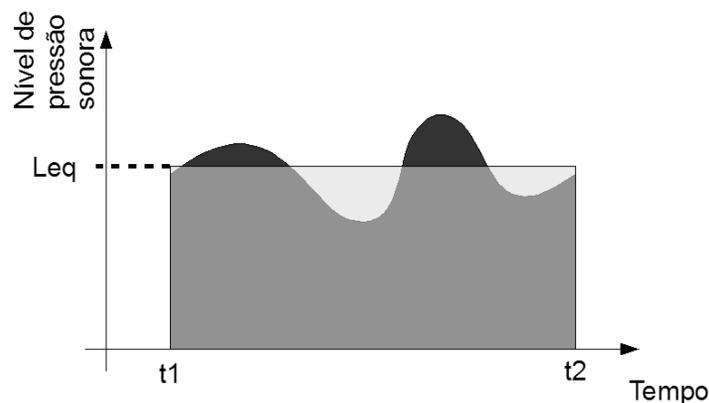


Figura 9: A energia acumulada por uma onda sonora equivale à área abaixo da curva que descreve os níveis de pressão sonora ao longo do tempo. O nível sonoro equivalente (L_{eq}) é o nível de pressão constante que acumularia a mesma energia sonora (área retangular) que os níveis variáveis (área escura) num período de tempo determinado. Na figura, a área retangular seria numericamente equivalente à área escura irregular.

3.7.2 Dosímetro

Os medidores de NPS que utilizam uma integração temporal são denominados de dosímetros (Souza, 1998). Além de medirem a intensidade sonora fornecem a dose acumulada durante o seu tempo de funcionamento (Nepomuceno, 1977). Os equipamentos mais modernos fornecem também resultados em L_{eq} .

3.7.3 Analisadores de frequência

São instrumentos que fornecem a contribuição de cada faixa de frequência para a energia total da onda sonora, sendo o tipo mais comum o analisador de banda de oitava. Uma oitava é o intervalo entre duas frequências f_1 e f_2 , tal que f_2 é o dobro de f_1 . Cada banda é expressa no valor central do intervalo (ex.: intervalo de 354 a 708 Hz, frequência central de 500 Hz). Quando se deseja uma informação mais detalhada, usa-se o filtro de 1/3 de oitava onde

cada banda passa a ser igual a um terço de uma oitava. Nos analisadores de 1/3 de banda de oitava cada banda é dividida por 3.

3.8 Mensuração de ruído nas unidades neonatais

A incorporação crescente de tecnologia na assistência neonatal e o conseqüente aumento na sobrevivência dos RN prematuros fez com que as UN passassem a ser estruturadas sob a ótica da vigilância permanente. Anteriormente recomendava-se para a configuração física um ambiente revestido de material liso com superfícies de fácil limpeza e portanto muito refletoras das ondas sonoras, de preferência um espaço único, fortemente iluminado, com áreas de trabalho próximas das áreas assistenciais para facilitar a presença constante da equipe de saúde. Depois surgem as preocupações em relação ao ruído e ao estresse provocados por esses ambientes e os pesquisadores vão se preocupar com o estudo dos níveis de ruído e com as formas mais adequadas de mensurá-los (Gray e Philbin, 2000), assim como com as recomendações para adequar a planta física, instalações e equipamentos com a finalidade de reduzir o ruído (Evans e Philbin, 2000). Todavia, apenas alterações no ambiente físico não tem sido suficientes para reduzir o nível de ruído ambiental, vários autores apontam que conhecer os níveis sonoros presentes no ambiente, assim como suas respectivas fontes emissoras, é fundamental para a elaboração, implantação e posterior avaliação de estratégias que os diminuam (Byers et al., 2006; Johnson, 2003; Philbin e Gray, 2003). O desenvolvimento destas linhas de investigação ao longo do tempo, associado ao conhecimento produzido em áreas conexas (acústica,

saúde do trabalhador, saúde ambiental), foi consolidando uma outra vertente desse campo de saber que se traduz em algumas recomendações.

3.8.1 Recomendações para os níveis sonoros

Diferentes organizações de saúde e de especialistas têm buscado estabelecer parâmetros para os níveis sonoros nos ambientes neonatais. A OMS recomenda 30 dB (A) como valor máximo para facilitar o repouso em ambientes hospitalares. No que se refere ao estabelecimento de valores para as áreas específicas de tratamento, e afirma apenas que os mesmos devem ser os menores possíveis a fim de não interferir na recuperação (*World Health Organization*, 1999).

Já a AAP estabelece 45 dB como valor máximo a ser mantido nas UN, recomendando a monitoração e controle dos níveis de ruído nesses locais (*American Academy of Pediatrics*, 1997).

Por outro lado a ANSI/AAMI (*American National Standard / Association for the Advance of Medical Instrumentation*) estabelece que o nível máximo de ruído interno das incubadoras no modo normal de operação não deve ultrapassar 60 dB(A) (Robertson et al., 1999, apud ANSI/AAMI).

No Brasil, limites de níveis de ruído, embora não específicos para as UM, foram estabelecidos em 1987 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da NBR 10152 que, ao tratar dos níveis de ruído para conforto acústico, aponta como aceitáveis para apartamentos, enfermarias, berçários e centros cirúrgicos valores até 45 dB (A) (ABNT, 1987).

Como uma das vertentes da pesquisa voltada para a busca de intervenções que diminuam os níveis de ruído nas UN está relacionada às

modificações na área física, desde 1992 foi criado nos Estados Unidos um comitê interdisciplinar cuja finalidade principal é apontar padrões e especificações relacionadas à construção de unidades neonatais. No relatório da sétima reunião de consenso são encontradas recomendações quanto ao tipo de material utilizado a fim de que o ruído habitual da UTIN não exceda os parâmetros: L_{eq} de 45 dB (A), L_{10} de 50 dB (A) e $L_{máx}$ de 65 dB(A), todos na resposta *slow* (*Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design*, 2007).

3.9 Fontes de ruído no ambiente das unidades neonatais

A abordagem das fontes de ruído nas UN precisa ser precedida por uma definição sobre os diferentes tipos de ruído sonoro que se encontram presentes nesses ambientes - ruído de fundo e ruído operacional – associadas aos tipos de fontes que são responsáveis por cada um deles.

3.9.1 Ruído de fundo

O ruído de fundo também denominado de estrutural refere-se ao ruído contínuo, presente nas UN em função de suas características físicas, incluindo localização em relação à área externa e sistemas mecânicos e elétricos das instalações. Fontes externas (tráfego de veículos, equipamentos de construção) e fontes internas (sistemas de ar condicionado e de ventilação, portas automáticas, elevadores) geram esse tipo de ruído. Como este tipo de ruído também é gerado em função das características da construção e instalações, pode ser minimizado pela redução do número de leitos e aumento do espaço entre os estes, modificação da área da unidade com afastamento da

área assistencial de espaços destinados a secretaria, posto de enfermagem e guarda de material e equipamentos, uso de materiais com capacidade de absorver o som em tetos, chão e paredes, instalação de sistemas de ventilação e ar condicionado silenciosos.

3.9.2 Ruído operacional

O ruído operacional é gerado pelos equipamentos e pelas pessoas na interação entre si e com os elementos da planta física, mobiliário e materiais.

As estratégias para redução do ruído nos ambientes assistenciais provenientes desse tipo de fontes envolvem adequação da área física, aperfeiçoamento dos equipamentos e principalmente a identificação das fontes emissoras de ruídos de média e alta frequência, como por exemplo volume dos alarmes, manuseio de objetos e o ruído provocado pelas pessoas nas interações já citadas.

3.9.3 Identificação de fontes

A associação entre níveis sonoros medidos e fontes emissoras através de seus eventos, mesmo sendo uma tarefa complexa, precisa ser realizada em cada unidade, devido às características físicas e de funcionamento próprias.

No Quadro 2 encontram-se resumidos alguns aspectos metodológicos e resultados parciais dos estudos que mediram o ruído nas UN, associando seus níveis às fontes de média e alta frequência. Embora a maioria dos trabalhos tenha feito essa associação, apenas uma parte destes utilizaram alguma forma de sincronização – entre o relógio dos observadores de campo e o relógio do equipamento utilizado para medir os NPS (Chang et al., 2001; Zamberlan,

2006). Este seria o método apropriado para discriminar quais fontes contribuem para os níveis presentes.

A forma utilizada, também pela maior parte dos trabalhos, para o registro da ocorrência dos eventos sonoros foi através de instrumento manual. Dois trabalhos fizeram a identificação de forma indireta (Krueger et al., 2005; Robertson et al., 1988), estabelecendo uma relação entre níveis sonoros em determinados horários e fontes presentes; ou entre níveis sonoros em determinadas áreas e as fontes que se encontravam no local.

Observa-se ainda grande variabilidade nos tamanhos das amostras de eventos sonoros identificados, e destaca-se a ausência desta informação em muitos estudos. As medidas usadas para registrar os níveis de pressão sonora também apresentaram variabilidade.

A conversação e os alarmes foram as fontes mais frequentemente identificadas, seguidas por manuseio de mobiliário e de materiais.

No trabalho de identificação de fontes é importante ainda associar os níveis medidos com outras circunstâncias que contribuem para os mesmos, como número de leitos ocupados, número e tipo de aparelhos em funcionamento e número de pessoas circulando no local, que só foram contempladas parcialmente por alguns estudos revistos no Quadro 2.

Cabe destacar que destes estudos, quatro foram realizados por pesquisadores brasileiros (Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi, 2006; Kakehashi et al., 2007; Zamberlan, 2006) demonstrando a preocupação presente em nosso meio no que se refere a redução da exposição dos neonatos ao ruído das UN.

Quadro 2 - Estudos que identificaram fontes de alta e média frequência no ambiente das Unidades Neonatais

Artigos	Associa	Registro	n eventos	Conversa	Alarmes	Telefone	Gavetas	Armários	Lixeiras	Trânsito	Manuseio
Ano	NPS	fontes					Portas	Pias		Pessoas	material
Nzama et al., 1995	dB(A)	manual	não informa	sim							
Robertson et al., 1998	dB Lpeak	relação indireta	não informa	sim							
Chang et al., 2001	dB(A)	manual sinc. relógio	4994	sim	sim	sim			sim	sim	sim
Johnson 2003	dB	manual	não informa		sim		sim			sim	
Krueger et al., 2005	dB(A)Leq L10 Lmax	relação indireta	não informa	sim			sim	sim			
Ichisato 2004	dB(A)Leq LminLmax Lpeak	manual	72 hs obs.	sim	sim	sim	sim	sim	sim		sim
Ichisato e Scochi 2006	dB(A)Leq	manual	710 min obs.	sim							
Chang et al., 2006	dB(A)	manual	2069	sim	sim	sim			sim	sim	sim
Zamberlan 2006	dB(A)Leq LminLmax Lpeak	manual sinc. relógio		sim	sim		sim	sim	sim		
Takehashi et al., 2007	dB(A)Leq Lpeak	manual	9hs obs 5760NPS	sim	sim		sim	sim	sim		sim

Capítulo 4. Artigo 1 - Mensuração de ruído sonoro em unidades neonatais e incubadoras com recém-nascidos: Revisão sistemática de literatura

4.1 Resumo / Abstract

Trata-se de uma revisão sistemática de literatura para avaliar a qualidade metodológica dos estudos que mediram ruído nas unidades neonatais. Após busca nas bases eletrônicas Medline, Scielo, Lilacs, BDEF, WHOLIS, BDTD, Science Direct, NCBI e Scirus, e busca manual, foram incluídos 40 estudos que atenderam ao critério “mensurar ruído em unidades neonatais e/ou incubadoras”. O instrumento de análise crítica foi validado por especialistas em neonatologia e acústica – nota média 7,9 (DP = 1,3) – e a confiabilidade inter-observador em 18 artigos resultou num ICC de 0,89 (IC95% 0,75-0,95). Os indicadores de qualidade foram 50% melhores para os estudos que mediram somente no ambiente da unidade ao associar as estratégias de mensuração a área física. Os resultados revelaram grande variabilidade metodológica, o que dificulta a comparabilidade e algumas vezes representa alta probabilidade de viés. O rigor necessário para garantir a validade interna e externa foi observado em poucos estudos.

Descritores: medição de ruído, unidade neonatal, revisão

Noise measurement in NICU and incubators with newborn: systematic review of literature

A systematic review of literature to evaluate methodological quality of studies which measured noise in neonatal units. After searching in electronic

databases such as Medline, Scielo, Lilacs, BDEF, WHOLIS, BDTD, Science Direct, NCBI and Scirus as well as manually, we included 40 studies, meeting the criteria “measuring noise in neonatal units and /or incubators”. The instrument of critical analysis was validated by specialists in neonatology and acoustics – mean 7.9 (SD=1.3) – and the inter-observer reliability in 18 articles resulted in an ICC of 0.89 (CI 0.75-0.95). Quality indicators were 50% better for those studies which measured noise only in the environment of the unit associated with measuring strategies for the physical area. The results showed great methodological variability, difficulting comparability and rising bias probability. The necessary strictness to guarantee internal and external validation was observed in a few studies.

Descriptors: noise measurement, neonatal intensive care unit, review

4.2 Introdução

A incorporação de tecnologias para o cuidado dos recém-nascidos (RN) contribuiu para o aumento da sua sobrevivência, porém transformou as unidades neonatais (UN) em locais muito ruidosos⁽¹⁻²⁾. Os ruídos presentes nesses ambientes podem afetar os RN desencadeando aumento nas frequências cardíaca e respiratória, queda na saturação periférica de oxigênio, menor tempo de permanência nos estados de sono e dificuldade para manter o estado de sono profundo, além de alterações na atividade motora⁽³⁻⁴⁾.

Organizações de saúde e de especialistas têm tentado estabelecer recomendações quanto aos níveis de ruído nas UN. A OMS recomenda que nos ambientes hospitalares estes não devam ultrapassar 30 dB(A)⁽⁵⁾. O Comitê interdisciplinar norte-americano indica tratamento acústico a fim de que o ruído

habitual não exceda os parâmetros recomendados: L_{eq} horário de 45 dB(A), L_{10} também horário de 50 dB(A) e L_{max} de 65 dB(A)⁽⁶⁾. No Brasil, a NBR 10152 aponta como aceitáveis para berçários níveis de até 45 dB(A), mas não especifica limites para as UN⁽⁷⁾.

Embora seja preciso ampliar o conhecimento sobre os danos provocados pela exposição precoce a níveis elevados de ruído, a permanência na UN por um período maior que 48 horas é considerada fator de risco para déficit auditivo⁽⁸⁻⁹⁾. Além disso, alterações observadas no desenvolvimento dos prematuros tem estimulado a implantação de novas abordagens de cuidado que incluem modificações no ambiente físico das UN, com especial atenção para a monitoração e controle dos níveis de ruído, questão na qual os profissionais de enfermagem têm desempenhado um papel fundamental tanto internacional^(1,4) quanto nacionalmente⁽¹⁰⁾.

Pelo risco potencial que o ruído representa para a clientela assistida nas UN é preciso que os níveis sonoros presentes nesses locais sejam conhecidos, já que esse conhecimento é fundamental para a implantação de mudanças que possibilitem o seu controle e redução. Devido às características físicas, quantidade de equipamentos e movimentação de pessoal, medir ruído em UN é uma tarefa complexa e um grande desafio. Alguns autores⁽¹¹⁻¹²⁾ e organizações⁽¹³⁾ têm estudado os conceitos teóricos da acústica e questões metodológicas que atendem a especificidade desta mensuração. Além disso, desde a década de 70, diversos pesquisadores têm se dedicado a avaliar os níveis sonoros no ambiente e nas incubadoras de diferentes UN. Conhecer como a mensuração foi por eles realizada pode proporcionar uma base mais sólida para o desenvolvimento de novas pesquisas. Dessa forma o presente

trabalho apresenta uma revisão sistemática de literatura (RSL) para avaliar a qualidade metodológica dos estudos que mediram ruído sonoro no ambiente e nas incubadoras das unidades neonatais.

4.3 Metodologia

Realizou-se uma RSL com busca bibliográfica nas bases eletrônicas Medline, Scielo, Lilacs, BDNF, WHOLIS, BDTD, Science Direct, NCBI e Scirus, sem delimitação temporal, através de múltiplas combinações das palavras chave em português, espanhol e inglês: ruído, neonatal, ambiente, unidade de cuidados intensivos neonatais, incubadora, recém-nascidos, mensuração, nível sonoro, nível de pressão sonora, metrologia, poluição sonora. Realizou-se também levantamento de teses e dissertações além das referências citadas nos artigos selecionados, procura manual e consulta a especialistas.

Sobre os estudos recuperados através das estratégias de busca, uma primeira seleção foi realizada por meio de leitura de seus títulos, formando-se o conjunto de estudos identificados. A partir da leitura dos resumos dos estudos identificados aplicou-se o critério de inclusão “mensurar ruído no ambiente das unidades neonatais e/ou incubadoras”, resultando nos estudos selecionados que foram lidos na íntegra, sendo incluídos aqueles em que se confirmou o critério estabelecido. Além dos estudos que não atenderam ao critério, foram excluídos artigos de revisão de literatura, notas de pesquisa, notas editoriais e cartas ao leitor.

Foi elaborado um instrumento para avaliar a qualidade metodológica⁽¹⁴⁾ dos estudos, o qual baseou-se em revisão de literatura sobre acústica, nas

normas brasileiras e citações das normas internacionais pertinentes, assim como em discussões com especialistas em neonatologia, epidemiologia e engenharia acústica.

A validação de conteúdo, feita por três especialistas em neonatologia e três em acústica através de um questionário, avaliou os itens do instrumento quanto a sua aplicabilidade, clareza na formulação, especificidade das instruções, potencialidade de viés, redundância e incompletude. Cada um desses conceitos foi relacionado a uma escala numérica - tipo Likert - onde a escolha da maior pontuação correspondia ao melhor julgamento⁽¹⁴⁾. Foram descritas as seguintes medidas resumo das notas finais da validação: amplitude, mediana, média e desvios padrão.

A confiabilidade interobservador do instrumento foi avaliada por três pesquisadores em uma amostra aleatória de 43% dos artigos incluídos com mascaramento. Para a sua análise foi utilizado o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) com limite de confiança de 95%.

Cada item do instrumento foi considerado um critério de qualidade de mensuração de ruído em ambiente neonatal, sendo calculado o percentual de estudos que atendeu a cada critério.

4.4 Resultados

A busca bibliográfica para esta RSL ocorreu entre Julho de 2005 e Agosto de 2006 e entre Dezembro de 2007 e Março de 2008. O processo de busca e o número de artigos nas fases de recuperação, identificação e seleção podem ser visualizados na Figura 1.

A versão final do instrumento de avaliação dos artigos compõe-se por 5 módulos: Módulo I - identificação do estudo; Módulo II – caracterização dos ambientes neonatais; Módulo III – metodologia de mensuração; Módulo IV - mensuração no interior das incubadoras com RN; Módulo V - desenho do estudo. As notas finais da validação de conteúdo variaram de 6,3 a 9,9, com mediana de 7,6 e média 7,9 (DP=1,3). As médias das avaliações por módulo variaram de 7,6 (DP=1,2) a 8,1 (DP=1,6), e foram muito próximas das medianas. O módulo II obteve o conceito médio mais elevado (8,1), seguido dos módulos III com 7,9, IV com 7,8 e V com 7,6. A nota média obtida por cada pergunta do questionário de validação apresentou maior variabilidade: entre 6,0 a 9,6. Dentre as contribuições significativas dos especialistas ressalta-se a inclusão de item sobre calibração dos instrumentos e a retirada de alguns itens pertinentes à área arquitetônica.

A avaliação da confiabilidade interobservador em 18 artigos resultou num ICC global de 0,89 (intervalo de confiança 0,75 - 0,95). Para o módulo II foi 0,28 (-0,58 - 0,71), para o módulo III foi 0,89 (0,76 - 0,96), para o módulo IV foi 0,65 (0,22 – 0,86) e para o módulo V foi 0,83 (0,63 - 0,93).

Os 40 estudos incluídos foram divididos em Grupo A, com 24 estudos⁽¹⁵⁻³⁸⁾ que realizaram medidas somente no ambiente da unidade neonatal e Grupo B, com 16 estudos⁽³⁹⁻⁵⁴⁾ que realizaram medidas tanto no ambiente quanto na incubadora. Os percentuais de adesão aos critérios de qualidade avaliados pelo instrumento estão na Tabela 1.

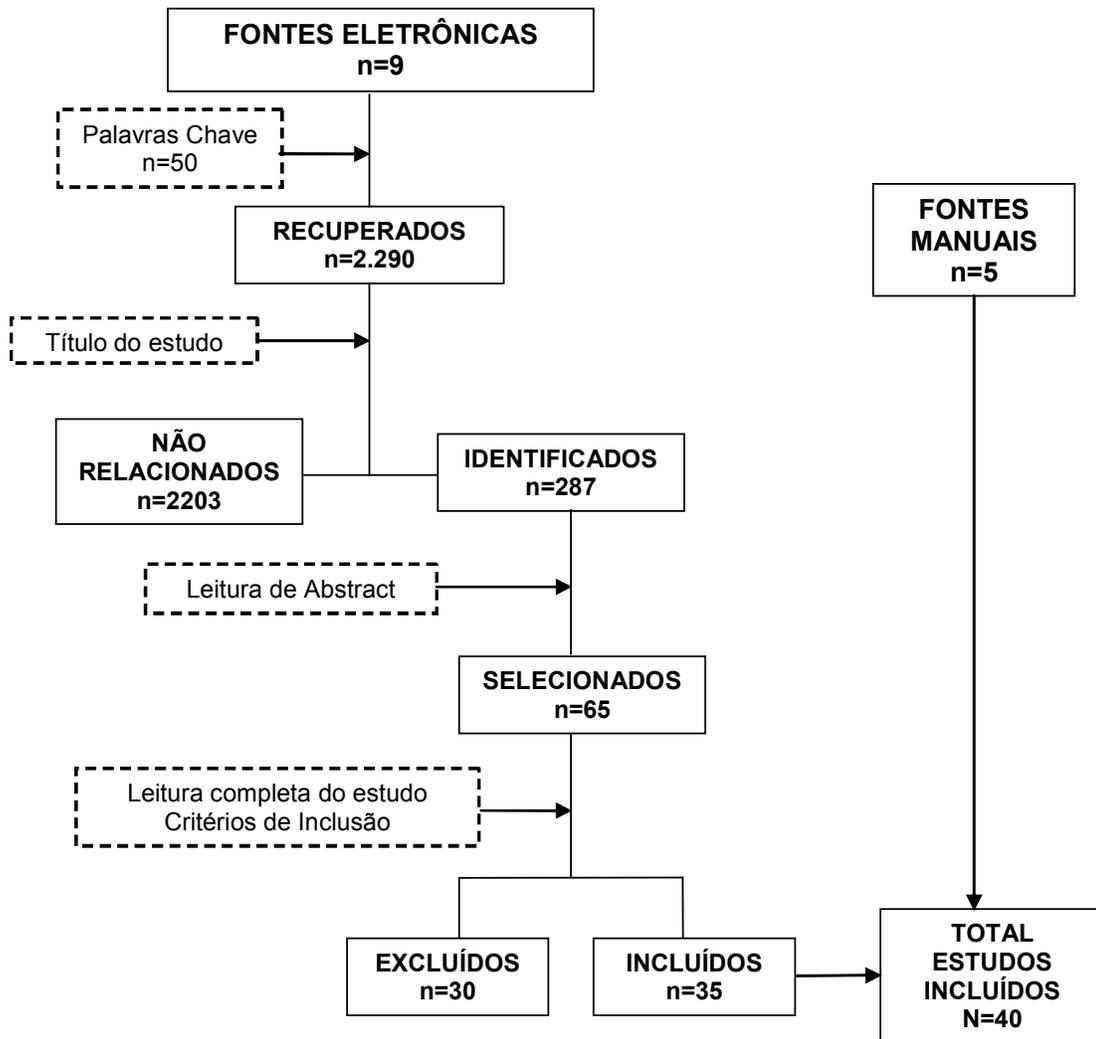


Figura 1 - Processo de busca bibliográfica e número de artigos recuperados.

Tabela 1 - Percentual de estudos que atendeu aos critérios de qualidade de análise crítica: Grupo A (n=24) mediram ruído sonoro no ambiente neonatal e Grupo B (n=16) mediram no ambiente e no interior da incubadora com recém-nascido presente

Crítérios de Qualidade por Módulo	A %	B %
Módulo II – Caracterização dos ambientes neonatais		
Referiu o nível de ruído na área externa	13	6
Descreveu as medidas da área física/planta	88	38
Relacionou as estratégias de mensuração à área física	83	44
Descreveu a presença/ausência de tratamento acústico	33	33
Descreveu a quantidade de leitos	67	44
Informou o número de leitos ocupados	25	6
Considerou os aparelhos em funcionamento	58	56
Módulo III - Metodologia de mensuração		
Informou a unidade de referência	100	100
Descreveu o equipamento de medida	100	100
Citou a utilização de normas	29	13
Descreveu o tempo de aquisição do sinal sonoro	100	63
Informou a utilização de filtro de compensação (A, B ou C)	88	88
Informou a forma de aquisição (intermitente ou contínua)	79	69
Informou a escala temporal utilizada	63	56
Informou posicionamento do microfone	75	63
Descreveu o n° de eventos sonoros registrados	29	31
Descreveu a posição do equipamento em relação às fontes	13	0
Realizou a medida em L_{eq}	71	44
L_{min}	8	13
L_{peak}	25	13
L_{max}	38	19
Associou medida em L_{eq} às fontes	46	31
Associou a medida em L_{eq} a diferentes períodos	54	13
Associou a medida em L_{eq} a diferentes eventos	33	0
Associou os valores de L_{peak} com as fontes	25	13
Discriminou as fontes de ruído	75	75
Utilizou diário de campo para identificar as fontes	33	44
Associou picos de ruído às fontes	46	38
Módulo IV - Mensuração nas incubadoras com RN		
Informou posicionamento do microfone na incubadora		81
Descreveu dispositivos de suporte vital em funcionamento		69
Descreveu exposição ao ruído ambiente da unidade		69
Associou picos de ruído com momentos de manuseio da incubadora		31
Módulo V - Desenho do estudo		
Realizou análise de confiabilidade	13	25
Descreveu a calibração do equipamento	67	56
Mascarou o momento real da medida	17	13
Informou a especialidade de quem manipulava o equipamento	13	13
Informou sobre teinamento	29	13
Utilizou amostra de ruído representativa de diferentes períodos	42	31
Utilizou amostra representativa de diferentes tipos de ruído	46	31
Descreveu a quantidade média de pessoas presentes	25	19
Grupo A ⁽¹⁵⁻³⁸⁾		
Grupo B ⁽³⁹⁻⁵⁴⁾		

4.5 Discussão

O instrumento de avaliação dos estudos incluídos alcançou um grau de validade⁽¹⁴⁾ de face satisfatório (79%). Também se revelou confiável no que se refere à variabilidade interobservador, conforme os valores de ICC, exceto no módulo II, onde foram observadas dificuldades na caracterização do ambiente neonatal.

Os critérios de qualidade avaliados foram mais atendidos nos estudos que mensuraram o ruído sonoro somente no ambiente da UN (Grupo A) do que naqueles que realizaram a medida também na incubadora (Grupo B). Tal fato demonstra a complexidade dessa tarefa, que exige projetos específicos e detalhados.

4.5.1 Caracterização dos ambientes neonatais

Devido à forma de propagação das ondas sonoras, a aferição das dimensões físicas e a avaliação detalhada da arquitetura dos locais onde o ruído é medido são etapas que possibilitam um planejamento adequado das estratégias de mensuração⁽¹³⁾. Nesta revisão a maioria dos estudos do Grupo A⁽¹⁵⁻³⁴⁾ teve maior rigor em relação a esses aspectos do que os do Grupo B⁽³⁹⁻⁴²⁾.

O número de leitos ocupados nos momentos da medida é outro aspecto que precisa ser considerado, pois circunstâncias que interferem nos níveis sonoros tais como o nível de atividade, o número de pessoas circulando e de equipamentos de suporte vital em funcionamento, são diretamente proporcionais à taxa de ocupação⁽¹²⁾. Essa informação foi localizada em

apenas 25% dos estudos do Grupo A^(28-29,31-34) e em 6% dos estudos do Grupo B⁽⁴³⁾.

Os equipamentos de suporte vital em uso constituem uma das principais fontes de ruído nas UN⁽¹²⁾. Uma proporção de 57% dos estudos considerou a presença de tais equipamentos nas estratégias de mensuração. Os que mais detalhadamente abordaram esta questão foram aqueles cujo objetivo estava relacionado à identificação das fontes^(19,24,28-30,33-34,35-36), associada à adoção de intervenções para a redução do ruído ambiental^(20,23,41,44).

A utilização nas UN de materiais com capacidade de absorção sonora surge e se consolida recentemente^(6,12). Anteriormente, utilizavam-se revestimentos e pisos de fácil limpeza, devido à necessidade de prevenção e controle de infecções, porém com alto grau de reflexão das ondas sonoras⁽¹²⁾. Tal fato pode explicar que a descrição de tratamento acústico tenha sido encontrada apenas em 33% dos estudos de ambos os grupos^(23-25,27,31,41,44-45), realizados a partir do ano 2000, em unidades que efetuaram mudanças estruturais para diminuir os níveis de ruído.

A NBR 10.151⁽¹³⁾ estabelece que no levantamento de níveis de ruído deve-se medir também externamente aos limites do local que contém as fontes. Um número mínimo de estudos (10% do total) fez referência ao nível de ruído na área externa próxima ao ambiente neonatal, sendo maior no Grupo A^(15,20,33) do que no Grupo B⁽⁴⁰⁾.

4.5.2 Metodologia de mensuração

A descrição do equipamento de medida foi encontrada na totalidade dos estudos, tendo sido observada a utilização principalmente de medidores de

NPS, como recomendado pela NBR 10.151⁽¹³⁾. Destacam-se em estudos mais recentes^(23,27,31,33,37,44) o uso de sistemas computacionais, com programas de aquisição e de processamento do sinal sonoro, que permitem maior tempo de captação e maior flexibilidade na análise do sinal. A análise de diferentes frequências sonoras motivou o uso de bandas de oitava⁽⁴⁶⁻⁴⁸⁾.

Todos os estudos avaliados realizaram a medida em dB mostrando o seguimento das recomendações encontradas nas normas e na literatura específica^(11,13). Contudo, a citação das normas utilizadas foi encontrada num número reduzido de estudos tanto do Grupo A^(20,22-24,29,33-34) quanto do Grupo B⁽⁴⁵⁻⁴⁶⁾. É importante ressaltar que tais recomendações são muitas vezes genéricas e podem não atender toda a complexidade específica da mensuração de ruídos nos ambientes neonatais, devido à diversidade das características físicas das unidades, das fontes emissoras e do tipo de assistência necessária. Um exemplo é a recomendação⁽¹³⁾ de medir em pelo menos três posições distintas, sempre que possível com afastamento de no mínimo 0,5 m entre elas e distância mínima de 1 m entre o microfone e qualquer tipo de superfície como parede, teto, piso e móveis para evitar interferências e reflexões. Embora o local de colocação do microfone tenha sido informado em 75% dos estudos do Grupo A, o detalhamento não o foi.

Ausência de descrição do tipo de filtro de compensação e do tipo de escala temporal utilizados impede a comparabilidade dos resultados e a sua inadequação leva a viés de medida. Uma alta proporção dos estudos (88%) informou o tipo de filtro de compensação. O filtro A, mais indicado para mensuração em ambiente com RN⁽¹¹⁾, foi o mais utilizado. Para a medida de ruídos intensos de curta duração é indicado o uso do filtro C ou do L⁽¹¹⁾. Dos

oito estudos que tinham como objetivo medir ruídos com essas características, três utilizaram o filtro C^(19,25,34) e dois o L^(27,49). Um pouco mais da metade dos estudos dos Grupos A^(16-17,21-25,27-28,30-34,36) e B^(40-42,44,46,49-51) informaram o tipo de escala temporal utilizada. Para avaliar o ruído nas UN a escala mais recomendada é a *slow*, mas determinadas situações de mensuração como a medida de picos de ruído demandam a utilização da escala *fast* ou da *impulse*⁽¹¹⁾.

A medida em L_{eq}^(11,13), fortemente recomendada, foi utilizada em 71% dos estudos no Grupo A^(16,20-21,23-25,27,29-34,36-38) e em 44% no Grupo B^(41-42,44,46,49-51). Vale ressaltar que uma maior frequência deste tipo de medida foi observada a partir da década de 90, talvez pelo desenvolvimento tecnológico dos equipamentos de mensuração e posterior disponibilidade de microcomputadores pessoais e *softwares*.

Identificar fontes de ruído impulsivo é um aspecto fundamental na decisão de quais intervenções serão necessárias para reduzir os níveis sonoros. Em 75% dos estudos de ambos os grupos houve discriminação desse tipo de fonte. No Grupo A foram identificados: alarmes dos aparelhos de suporte vital^(17,22,24,27-30,32,34-35), conversação da equipe^(19,21-22,24-25,28,30,32,34,37), manuseio de armários, gavetas, lixeiras e portas^(24,26-27,30,32), quedas de objetos^(24,30); movimentação de móveis e aparelhos^(17,22,30); campainhas de telefone^(28,30); manuseio de pias⁽²⁷⁾ e trânsito de profissionais⁽¹⁷⁾. No Grupo B, além dos alarmes dos aparelhos^(40-42,44,48,51-52) e da conversação^(41,43-44,49-51), também foram identificadas as atividades da equipe nas proximidades da incubadora^(41,50-51), a abertura e fechamento das portinholas⁽⁴⁹⁻⁵⁰⁾, os contatos voluntários ou involuntários com a cúpula⁽⁵⁰⁾ e o manuseio de portas e

gavetas⁽⁴⁹⁾. Para essas identificações a estratégia mais empregada foi o registro, em instrumentos específicos, dos momentos de emissão do ruído impulsivo e de suas respectivas fontes, com posterior associação aos níveis sonoros medidos^(17,24,28,30,32-34,37,40-41,43-44,49-50,52).

Outro aspecto importante consiste na associação dos níveis de ruído medidos com os dias da semana e períodos do dia devido às oscilações da rotina assistencial nas UN. Eventos frequentes que ocorrem em momentos aleatórios como discussões de caso, situações de urgência e admissões também devem ser considerados. Tal associação foi observada predominantemente nos estudos do Grupo A, entre níveis medidos e dias da semana ou períodos do dia^(16,19-21,23-24,27,30,32-34,37-38) e entre níveis medidos e diferentes eventos^(16,19-21,24,32-34,37-38). No Grupo B apenas dois estudos⁽⁵⁰⁻⁵¹⁾ associaram os níveis medidos a dias da semana ou períodos do dia.

A maior dificuldade desta revisão foi aferir o tempo de aquisição do sinal sonoro e avaliar a sua representatividade, exposta com clareza e concretude em apenas um estudo⁽²⁷⁾. A variabilidade relacionada aos diferentes períodos do dia, dias da semana e turnos de trabalho precisa ser considerada⁽¹⁹⁾, como também a frequência dos diferentes eventos que fazem parte da rotina assistencial das UN.

4.5.3 Aspectos específicos da mensuração no interior das incubadoras com RN

Devido ao espaço reduzido, o local de colocação do microfone nas incubadoras é uma questão ainda mais crítica do que no ambiente e não há nenhuma regulamentação específica. A maior parte dos estudos do Grupo B^(39,41-42,44-46,49-50,52-54) informou ter colocado o microfone próximo a um dos

ouvidos do recém-nascido sem descrever exatamente a posição. Para evitar interferência da vibração produzida pela incubadora, sugere-se manter o microfone suspenso sem contato com quaisquer superfícies^(11,47).

Dois terços dos estudos^(39,41-42,44-45,47,49,52-54) consideraram as situações que interferem diretamente nos níveis de ruídos captados no interior das incubadoras - utilização de dispositivos de suporte vital pelo neonato e exposição ao ruído da unidade através da posição da porta central e das portinholas da incubadora. No entanto, apenas um percentual pequeno^(40-41,49-50,54) descreveu associação entre o manuseio da incubadora e a ocorrência de picos de ruído no seu interior. Situações como abertura e fechamento das portinholas ou da porta de cuidados intensivos, movimentação da bandeja do colchão e colocação de objetos sobre a cúpula podem provocar ruídos que variam de 78 a 93 dB⁽¹⁰⁾.

Toda e qualquer exposição sonora contínua de baixa frequência, como motor da incubadora, média frequência (vozes humanas), alta frequência (alarmes dos aparelhos, campainhas dos telefones) e ainda os ruídos provenientes do manuseio das incubadoras deve ser considerada durante a mensuração no interior das mesmas, pois representam um risco potencial à saúde do RN⁽²⁾.

4.5.4 Desenho do estudo

O rigor metodológico necessário para garantir a validade interna e externa, assim como a confiabilidade dos resultados obtidos não foi observado na maioria dos estudos.

A calibração do equipamento, procedimento obrigatório antes da realização das medidas^(7,11,13), foi referida em 67% dos estudos do Grupo A e em 56% do grupo B.

O quantitativo de pessoas presentes na unidade durante a mensuração foi informado num número reduzido de estudos^(24,27,31-34,44,50-51). Esse indicador é considerado um importante determinante dos níveis de ruído^(30,32,44), devido às atividades desenvolvidas pelas pessoas^(30, 43), especificamente a conversação^(25,30,32,34,43-44).

Na maioria dos estudos não houve preocupação em mascarar o real momento de realização das medidas, o que pode causar viés nos resultados, já que o comportamento das pessoas em geral se altera durante a observação.

A informação sobre treinamento/sensibilização das pessoas antes da mensuração foi encontrada principalmente nos estudos cujo objetivo consistia em avaliar os níveis de ruído antes e depois de intervenções para modificar o comportamento da equipe^(17,23,26,29,37,43-44).

Verificar como foram amostrados os ruídos e a representatividade destas amostras foi outra grande dificuldade encontrada nessa revisão. Um importante obstáculo consiste no estabelecimento de um conceito de representatividade da amostra, já que os níveis de ruído oscilam de acordo com a realidade dinâmica de funcionamento das UN. Uma possibilidade seria considerar apenas os eventos passíveis de intervenção. Nos estudos analisados, 37% descreveram uma amostra considerada representativa pelo instrumento^(16-17,19,23-24,27,30,32-33,36,40-41,44,50-51). Nos demais não foi possível saber qual foi o desenho amostral, se este existiu ou se não foi descrito. Mesmo que o objetivo não seja o de intervir, um aspecto importante para a qualidade do

desenho do estudo é a descrição clara do desenho amostral. No tamanho da amostra ressalta-se que quanto maior o tempo de captação e menor o tempo de integração do sinal sonoro maior a possibilidade de que esta seja representativa.

São muitas e de natureza diversa as possíveis fontes de variabilidade de mensuração que seriam objeto de análise de confiabilidade. Destaca-se em alguns estudos^(24,30,32,41,49) a análise de confiabilidade dos registros de campo para identificar fontes de ruído e eventos relacionados. Os pesquisadores foram previamente treinados e os resultados da observação concomitante comparados para avaliar a reprodutibilidade.

4.6 Considerações finais

Essa revisão evidenciou grande variabilidade em relação aos métodos empregados para a mensuração dos níveis sonoros no ambiente das UN e nas incubadoras, com destaque para inconsistências no tamanho e representatividade das amostras, nas configurações dos aparelhos de medida, nos locais de captação do sinal sonoro e na avaliação das circunstâncias que contribuem para os níveis presentes. Mostrou também que ao longo do tempo ocorreram avanços e melhorias significativas na qualidade metodológica dos estudos, devido ao aprimoramento das tecnologias disponíveis para a mensuração do ruído e ao trabalho de estudiosos desse campo.

Devido à vulnerabilidade da clientela assistida o controle do nível do ruído ambiental deve ser uma prática adotada por todas as UN. Como cada unidade possui características físicas e de funcionamento próprias, a mensuração deste, mesmo sendo uma tarefa complexa, precisa ser realizada

em cada uma delas. Além disso, mais investigações são necessárias para que sejam estabelecidos os níveis sonoros que não coloquem em risco a saúde dos RN, principalmente dos prematuros. O primeiro passo para conduzir essas investigações é o conhecimento, de forma acurada, dos níveis de ruído presentes tanto no ambiente das unidades quanto nas incubadoras. As recomendações apontadas na discussão do presente trabalho podem contribuir para a estruturação de novas pesquisas nas quais a mensuração dos níveis sonoros seja realizada com a maior qualidade possível em relação ao estágio atual do conhecimento nesse campo.

Foi possível observar que a produção nacional de trabalhos na área temática em questão é ainda incipiente, já que a maioria dos estudos foi realizada em outros países. Contudo, é importante ressaltar que dos sete trabalhos brasileiros analisados, seis foram desenvolvidos com a participação direta de enfermeiros pesquisadores. Tal fato mostra que a enfermagem brasileira, em consonância com as novas abordagens do cuidado neonatal, está preocupada em adequar o ambiente das UN a permanência dos RN, particularmente no que se refere aos níveis do ruído sonoro. Este trabalho pode ser uma importante fonte de consulta para o desenvolvimento desta tarefa.

4.7 Referências Bibliográficas

1. Zahr L. Two contrasting NICU environments. MCN Am J Matern Child Nurs. 1998;23:28-36.
2. Morris BH, Philbin MK, Bose C. Physiological effects of sound on the newborn. J Perinatol. 2000;20 Suppl:S 54-9.

3. Long JG, Lucey JF, Philip AGS. Noise and hypoxemia in the intensive care nursery. *Pediatrics*. 1980;65(1):143-5.
4. Zahr L, Balian S. Responses of premature infants to routine nursing interventions and noise in the NICU. *Nurs Res*. 1995;44(3):179-85.
5. World Health Organization (WHO). Guidelines for Community Noise. Noise sources and their measurement. 1999. [acesso em: 10 ago 2005]. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>.
6. Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of seventh census conference on newborn ICU design; 2007. [acesso em: 06 nov 2008]. Disponível em: <http://www.nd.edu/~nicudes/>.
7. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152 - Avaliação do ruído para o conforto acústico (1987). Rio de Janeiro; 1987.
8. Joint Committee on Infant Hearing Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. *Pediatrics* 2007;120 (4): 898-921.
9. Uchoa NT, Procianoy RS, Lavinsky L, Sleifer P. Prevalência de perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. *J Pediatr. (Rio J)*. 2003;79 (2):123-8.
10. Rodarte MDO, Scochi CGS, Leite AM, Fujinaga CI, Zamberlam NE, Castral TC. O ruído gerado durante a manipulação das incubadoras: Implicações para o cuidado de enfermagem. *Rev Latino-am Enfermagem*. 2005;13(1):79-85.
11. Gray L, Philbin MK. Measuring sound in hospital nurseries. *J Perinatol*. 2000;20 Suppl:S 99-103.
12. Evans JB, Philbin MK. Facility and operations planning for quiet hospital nurseries. *J Perinatol*. 2000;20 Suppl:S105-12.
13. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade (2000). Rio de Janeiro; 2000.

14. Streiner DL, Norman GR. Health Measurement Scale: A practical guide to their development and use. 3th.ed. Oxford: Oxford University Press; 2003. 283 p.
15. Gädeke R, Döring B, Keller F, Vogel A. The noise level in a childrens hospital and the wake-up threshold in infants. *Acta Paediatr Scand.* 1969;58:164-70.
16. Robertson A, Kohn J, Vos P, Cooper-Peel C. Establishing a noise measurement protocol for neonatal intensive care units. *J Perinatol.* 2001;18(5):126-30
17. Johnson A. Adapting the neonatal intensive care environment to decrease noise. *J Perinat. Neonat Nurs.* 2003;17(4):280-8.
18. Levy GD, Woolston DJ, Browne JV. Means noise amounts in level II vs level III neonatal intensive care units. *Neonat Netw.* 2003;22(2):33-8.
19. Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Peak noise distribution in the neonatal intensive care nursery. *J Perinatol.* 1998;18(5):361-4.
20. Guimarães H, Oliveira AM, Spratley J, Mateus M, d' Orey C, Coelho JL, et al. Le bruit dans une unité de soins intensifs néonataux. *Arch Pédiatr.* 1996;3:1065-8.
21. Krueger C, Wall S, Parker L, Nealis R. Elevated sound levels within a busy NICU. *Neonat Netw.* 2005;24 (6):33-7.
22. Holsbach L , De Couto JA, Godoy PCC. Avaliação dos níveis de ruído ocupacional em unidades de tratamento intensivo [internet]. Proceedings; 23-25 maio 2001; Cuba. II Congresso Latino de Engenharia Biomédica. [acesso em: 16 abr 2006]. Disponível em <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00208.pdf>
23. Philbin MK, Gray L. Changing Levels of Quiet in an Intensive Care Nursery. *J Perinatol.* 2002;22(6):455-60.
24. Ichisato S.M. Ruído em unidade de cuidado intensivo neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [tese de doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP; 2004. 170 p.

25. Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Contribution of heating, ventilation and air conditioning airflow and conversation to the ambient sound in a neonatal intensive care unit. *J Perinatol*. 1999;19(5):362-6.
26. Thear G , Wittmann-Price RA. Project noise buster in the NICU. *AJN Am J Nurs*. 2006;106 (5):64AA-64EE.
27. Williams AB, Drongelen Wvan, Lasky RE. Noise in contemporary neonatal intensive care. *J Acoust Soc Am*. 2007;121(5):2681-90.
28. Nzama NPB, Nolte AGW, Dörfling CS. Noise in a neonatal unit: Guidelines for the reduction or prevention of noise. *Curationis*. 1995;18(2):16-21.
29. Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2007;32:250-3.
30. Chang YJ, Lin CH, Lin LH. Noise and related events in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Taiwan*. 2001;42(4):212-7.
31. Krueger C, Schue S, Parker L. Neonatal intensive care unit sound levels before and after structural reconstruction. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2007;32(6):358-62.
32. Ichisato SMT, Scochi CGS. Ruídos na unidade de cuidado intensivo neonatal durante as passagens de plantão (enfermagem e/ou médica) e visita médica. *Ciênc Cuidado Saúde*. 2006;5 Suppl:127-33.
33. Zamberlan NE. Ruído na unidade de cuidado intermediário neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [dissertação de mestrado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP; 2006. 96 p.
34. Kakehashi TY, Pinheiro EM, Pizzaro G, Guilherme A. Nível de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal. *Acta Paul Enferm*. 2007;20(4):404-9.
35. Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 1989;14(4):249-5.
36. Brandon DB, Ryan DN, Barnes AH. Effect of environmental changes on noise in the NICU. *Neonat Netw*. 2007;26(4):213-8.

37. Laroche C, Fournier P. Study of noise levels in a neonatal intensive care units. 1998. [acesso em: 28 mar 2006]. Disponível em <http://viola.usc.edu/paper/acoustic>.
38. Ardura J, Andrés J, Aldana J, Revilla MA, Cornélissen G, Halberg F. Computer analysis of environmental temperature, light and noise in intensive care: Chaos or chronome nurseries? *Med Hypotheses*. 1997;49:191-202.
39. Laura P, Lamalfa S, Besendo AR, Alvarez R. Los ruidos em neonatologia: Riesgos y precauciones. *Arch Arg Pediatr*. 1986;84:243-8.
40. Saraiva C.A. Fatores físico-ambientais e organizacionais em uma unidade de terapia intensiva neonatal: Implicações para a saúde do recém-nascido [dissertação de mestrado profissional]. Porto Alegre (RS):Escola de Engenharia/UFRGS; 2004. 99 p.
41. Chang YJ, Pan YJ, Lin YJ, Chang YZ, Lin CH. A noise – sensor light alarm reduces noise in the newborn intensive care unit. *Am J Perinatol*. 2006;23(5):265-71.
42. Gädeke R, Petersen P, Liddle IW. Studies on noise stress caused by infant incubators. *Monatsschr Kinderheilkd*. 1979;127(3):144-8.German.
43. Elander G, Hellström G. Reduction of noise levels in intensive care units for infants:Evaluation of an intervention program. *Heart & Lung*. 1995;24(5):376-9.
44. Byers JF, Waugh WR, Lowman LB. Sound level exposure of high-risk infants in different environmental conditions. *Neonat Netw*. 2006;25(1):25-32.
45. Johnson A. Neonatal response to control of noise inside the incubator. *Pediatr Nurs*. 2001;27(6):600-5.
46. Carvalho A, Pereira LF. Ruído em incubadoras e unidades de cuidados intensivos em neonatologia [internet]. Proceedings; 4-8 abr 1998; Florianópolis. I Congresso Ibero-Americano de Acústica; [acesso em: 14 abr 2006]. Disponível em:<http://paginas.fe.up.pt>.

47. Blennow G, Svenningsen NW, Almquist B. Noise levels in infant incubators: Adverse effects? *Pediatrics*. 1974;53(1):29-32.
48. Vietor KW, Manzke H. Development of noise and decrease of noise in intensive – care deirces. *Monatsschr Kinderheilkd*. 1997;125(5):439-40. German.
49. Rodarte MDO. Exposição e reatividade do prematuro ao ruído intenso durante o cuidado em incubadora [tese de doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP; 2007. 204 p.
50. Benini F, Magnavita V, Lago P, Arslan E, Pisan P. Evaluation of noise in the neonatal intensive care unit. *Am J Perinatol*. 1996;13(1):37-41.
51. Kent W, Tan AKW, Clarke MC, Bardell T. Excessive noise levels in the neonatal ICU:Potential effects on auditory system development. *J Otolaryngol*. 2002;31(6):355-60.
52. Saunders A. Incubator noise: A method to decrease decibels. *Pediatr Nurs*. 1995; 21(3):265-8.
53. Anagnostakis D, Petmezakis J, Messaritakis J, Matsaniotis N. Noise pollution in neonatal units:A potential health hazard. *Acta Paediatr Scand*. 1980;69(6):771-3.
54. Parrado M, Costa AO Filho. O berçário de alto risco e o ruído das incubadoras. *Pró-Fono*. 1992;4(1):31-4.

Capítulo 5. Artigo 2 – Níveis de ruído sonoro no ambiente de uma unidade neonatal

5.1 Resumo

A exposição dos recém-nascidos ao ambiente ruidoso das unidades neonatais pode alterar a sua fisiologia, além de ser um fator de risco para o desenvolvimento de distúrbios auditivos. Para controlar e diminuir o ruído sonoro nesses ambientes é preciso conhecê-lo. Assim realizou-se um estudo com o objetivo de medir e analisar os níveis deste na unidade neonatal de um hospital universitário do município do Rio de Janeiro. Através da utilização de um dosímetro Spark® 706 foram calculados e gravados, a intervalos de 5s, quatro tipos de níveis equivalentes de pressão sonora, expressos em decibéis (dB): L_{eq} , $L_{máx}$, L_{min} e L_{peak} . A amostra foi composta por registros obtidos em 10 semanas de gravação distribuídas de junho a novembro de 2009. Os resultados mostraram que a unidade avaliada é muito ruidosa. O L_{eq} médio global foi de 63,3 dB(A) e aproximadamente 90% dos ruídos de pico encontravam-se acima de 80 dB em uma das áreas assistenciais, enquanto que nas outras duas 70% mantiveram-se acima deste valor. Na análise do L_{eq} mediano horário os maiores níveis registrados – 68 dB(A) – ocorreram no período da manhã e os menores – 59 dB(A) – durante a madrugada. O L_{90} no período da manhã se manteve em 61,5 dB(A) e no da madrugada em 56 dB(A). Os níveis sonoros encontrados foram sempre superiores aos níveis recomendados pelas agências de proteção ambiental e pelas organizações de saúde. Esses achados apontam a necessidade de identificar as fontes sonoras responsáveis pelos níveis encontrados, a fim de que sejam aplicadas medidas que os diminuam.

5.2 Introdução

A exposição dos seres humanos ao ruído ambiental definido pelas diferentes formas de ruído nos locais onde vivem e convivem, como casa, escola, transporte e áreas de lazer das cidades modernas, constitui um problema de saúde pública que vem sendo trabalhado pelos grupos responsáveis por ambientes saudáveis de desenvolvimento sustentável do Departamento de Proteção ao Ambiente Humano da Organização Mundial de Saúde (OMS). Documentos que datam de uma década ¹, explicitam a preocupação com os efeitos deletérios advindos da exposição ao ruído ambiental e atualmente os comitês especializados se debruçam em identificar danos específicos e quantificar sua carga de doença ². A OMS ressalta que os grupos mais vulneráveis e mais sujeitos ao estresse, como pacientes internados, geralmente não compõem a população selecionada para os estudos das normas e padrões de níveis sonoros ¹.

A incorporação de tecnologias e conseqüente transformação do ambiente das unidades neonatais (UN) trouxeram à tona a preocupação com a vulnerabilidade dos recém-nascidos (RN) à estimulação presente nesses locais ³. Os RN expostos ao ambiente das UN e das incubadoras compõem um grupo de risco para o desenvolvimento de distúrbios auditivos ¹. O *Joint Committee on Infant Hearing* ⁴ refere que a permanência superior a dois dias em uma UN constitui um fator de risco para a perda auditiva. Outros estudos têm confirmado nas crianças com perda auditiva, verificada ao final do primeiro ano de vida, a presença de exposição a ruídos em UN ⁵. Alterações no desenvolvimento dos prematuros, como retardo do crescimento, distúrbios cognitivos, déficit de atenção e problemas de fala, têm estimulado a

implantação de boas práticas e novas abordagens de cuidado que incluem modificações no ambiente físico das UN, com especial atenção para a monitoração e controle dos níveis de ruído ⁶.

Embora os níveis sonoros seguros para os RN sejam desconhecidos, organizações de saúde e de especialistas têm tentado estabelecer recomendações relacionadas ao ruído nas UN. A OMS recomenda níveis até 30 dB(A) para ambientes hospitalares em geral, sem estabelecer limites para as áreas específicas de tratamento ¹. A Academia Americana de Pediatria (AAP) aconselha que nas UN os níveis de ruído sejam mantidos em até 45 dB(A). Recomenda ainda sua monitoração, controle e mudanças de comportamento da equipe de profissionais ⁷. O comitê interdisciplinar, criado nos Estados Unidos com a finalidade de apontar padrões e especificações para o ambiente físico das UN, indica tratamento acústico a fim de que o ruído habitual não exceda os parâmetros: L_{eq} horário de 45 dB(A), L_{10} também horário de 50 dB(A) e $L_{máx}$ de 65 dB(A) ⁸. Os valores limite no Brasil, embora não específicos para as UN, foram estabelecidos em 1987 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) através da NBR 10152 que aponta como aceitáveis para berçários valores até 45 dB(A) ⁹.

A mensuração do ruído é um primeiro passo fundamental para a implantação de mudanças que possibilitem controlar e diminuir seus níveis. Uma revisão sistemática de literatura ¹⁰, desenvolvida para avaliar os estudos que realizaram essa atividade nas UN, evidenciou grande variabilidade em relação aos métodos empregados: inconsistências no tamanho e representatividade das amostras, nos equipamentos utilizados, nos locais de captação e nas formas de processamento e análise. Mostrou também que ao

longo do tempo ocorreram avanços e melhorias significativas na qualidade metodológica dos estudos, devido ao aprimoramento das tecnologias disponíveis para a mensuração e ao trabalho de estudiosos desse campo. Assim, com base no conhecimento acumulado até o momento atual, nas prescrições presentes nas normas específicas e nas recomendações apontadas na referida revisão sistemática, realizou-se um estudo com o objetivo de medir e analisar os níveis de ruído sonoro no ambiente de uma UN pública.

5.3 Material e Métodos

5.3.1 Local de estudo

O estudo foi desenvolvido na UN de um hospital universitário do município do Rio de Janeiro. Referência para atendimento terciário na rede estadual, possui 22 leitos distribuídos em três áreas assistenciais: área mista com 8 leitos de tratamento intensivo, área de prematuros extremos com 5 leitos destinados aos prematuros com peso ao nascimento inferior a 1500 g e área intermediária com 9 leitos destinados ao atendimento dos RN após estabilização do quadro clínico. Dispostas em um salão único essas áreas são separadas por meia parede a qual se sobrepõe uma estante vazada. As paredes são de alvenaria pintada, o chão é de cimento e o teto é rebaixado com gesso. As superfícies do balcão central bem como das portas e divisórias que separam as demais áreas de trabalho são revestidas com fórmica. A disposição das áreas assistenciais bem como a das demais estruturas que compõem a unidade pode ser vista na planta esquemática apresentada na Figura1.

A equipe profissional é composta por médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e fisioterapeutas distribuídos em turnos de 6 h e plantões de 12 h. Trabalham também na UN fonoaudiólogos, psicólogos e nutricionistas, em horários variados. À equipe se agregam residentes de medicina, enfermagem e alunos de graduação das categorias profissionais já referidas. Para minimizar os efeitos provocados pelas alterações de comportamento das pessoas foram realizadas três semanas gravações em condições idênticas aquelas empregadas durante a coleta, cujos dados foram descartados. Os fatores que possivelmente influenciaram os níveis sonoros durante a mensuração, como quantitativo de leitos ocupados, de aparelhos em funcionamento e de profissionais presentes, foram registrados.

5.3.2 Materiais

Para o registro e gravação do ruído sonoro foi utilizado um dosímetro modelo Spark® 706 com seu respectivo calibrador modelo CAL 150, ambos da Larson Davis (Utah, EUA). Para a transferência e armazenamento utilizou-se o *software* Blaze® fornecido pelo fabricante e um computador portátil. O calibrador e o dosímetro foram calibrados de acordo com certificado emitido pelo fabricante em 12/01/2009 e 21/12/2009, respectivamente, com padrão rastreável pelo *U.S. National Institute of Standards and Technology (NIST)*.

Precedendo a coleta de dados, mediu-se a dimensão física de cada uma das três áreas assistenciais, para determinação do seu ponto central, onde foi afixado um gancho no teto para colocação do dosímetro ¹¹. Esse posicionamento do aparelho garantiu que o microfone ficasse afastado a pelo menos 1m do chão, paredes e demais anteparos ¹². Devido ao rebaixamento

do teto o microfone foi mantido a uma distância de 70 cm do mesmo, impedindo que alguns equipamentos muito altos (berço de calor radiante e aparelho portátil de raio X) atingissem esse dispositivo durante a gravação.

5.3.3 Amostra

A mensuração foi realizada por um período de dez semanas - 4 na área mista, 4 na área de prematuros e 2 na área Intermediária - distribuídas de junho a novembro de 2009. A cada semana a gravação era feita de forma contínua por dois períodos de 48 h, de segunda a quarta e de quarta a sexta, e por um período de 72 h, de sexta a segunda. Nas segundas, quartas e sextas no horário entre 9 e 10 h a gravação era interrompida sendo o dosímetro retirado para troca das pilhas e realização da transferência dos dados armazenados para o computador. Nesses momentos procedia-se também a limpeza da memória do aparelho, conferência das suas configurações, calibração e contagem dos leitos ocupados, equipamentos em funcionamento e profissionais presentes.

O dosímetro foi programado para calcular e registrar a intervalos de 5s quatro tipos de níveis equivalentes de pressão sonora, expressos em decibéis (dB): nível sonoro equivalente- L_{eq} , nível sonoro máximo- $L_{máx}$, nível sonoro mínimo- L_{min} e picos sonoros- L_{peak} . Para os três primeiros foi utilizado o filtro A e a escala temporal lenta. O L_{peak} foi medido sem filtro e sem ponderação temporal. O dosímetro foi programado também para calcular a intervalos de 5min os diferentes valores de L_n , que representam o nível sonoro que foi excedido em n por cento (%) do tempo ¹³.

5.3.4 Questões éticas

As gravações só foram iniciadas após aprovação do projeto pelo comitê de ética da instituição. Os membros da equipe e os familiares das crianças internadas foram informados quanto à natureza da pesquisa e assegurados de que suas vozes não seriam registradas.

5.3.5 Análise estatística

Foi utilizado o programa R versão 2.9.2¹⁴. As medições de L_{eq} , $L_{máx}$ e L_{min} foram descritas por médias e desvios padrão para toda UN, por área assistencial, por dia da semana e por turno. A ANOVA foi utilizada para verificar as diferenças das médias entre os grupos. Para a análise da frequência percentual dos picos de ruído sonoro, medidos por L_{peak} , foram utilizadas tres categorias de NPS: abaixo de 80 dB, entre 80 e 90 dB e acima de 90 dB¹⁵.

Para avaliar o cumprimento das normas das diferentes organizações^{7,8,9} em relação aos níveis máximos de ruído recomendados, foi calculado o percentual de amostras que se encontravam de acordo com cada uma delas. Como em 2 recomendações os parâmetros encontram-se estabelecidos em L_{eq} horário os valores de L_{eq} de 5 s foram transformados para valores absolutos em Pascal, para então serem transformados em L_{eq} horário.

A exploração gráfica do L_{eq} mediano a cada hora dos diversos períodos de 24h de gravação pretendeu identificar a associação de picos e vales dos NPS com os momentos que caracterizam a dinâmica assistencial da unidade. Foi avaliada a evolução temporal mediana do L_{eq} integrado a cada 5 min em todos os períodos de 24 h.

5.4 Resultados

Foram verificados os elementos que contribuíram para o ruído nas 10 semanas de gravação por área específica e globalmente. O número médio de bombas infusoras em funcionamento na UN foi de 12, 8 e 6, e o número médio de profissionais foi de 44, 41 e 38, quando se gravou nas áreas intermediária, de prematuros e mista respectivamente. Não houve diferença entre as médias dos outros elementos presentes nas circunstâncias de gravação, em relação aos leitos cerca de 17 estavam ocupados, quanto aos aparelhos 3 a 4 respiradores, 5 oxímetros e 10 monitores multiparamétricos encontravam-se em funcionamento.

As médias e desvios padrão dos valores de L_{eq} global, por área assistencial, por dia da semana e por turno do dia podem ser visualizados na Tabela 1. A UN apresentou um L_{eq} médio global de 63,3 dB(A), e mesmo existindo diferenças significativas entre as três áreas, apenas a área mista apresentou-se um pouco menos ruidosa. Observa-se também variação nos níveis sonoros em função do dia da semana, sendo que de segunda a sexta os níveis ficaram mais próximos da média global com tendência a reduzirem durante o final de semana. Os níveis sonoros foram mais elevados nos turnos da manhã e da tarde, na madrugada diminuem bastante e apenas no turno da noite se mantém próximos da média global. Ressalta-se que a análise da diferença entre os turnos também foi estatisticamente significativa (Tabela1).

Esses achados foram confirmados pelos resultados de L_n por área e por turno. A área de prematuros apresenta níveis sonoros mais elevados em todos percentuais do tempo de gravação, seguida da área intermediária. Os menores níveis, também em todos percentuais do tempo, são observados na área mista

(Figura 2a). No que se refere aos níveis sonoros nos diferentes turnos, observa-se uma diferença de aproximadamente 5 dB entre o turno da manhã e a madrugada e uma variação decrescente na seqüência manhã, tarde, noite e madrugada (Figura 2b).

A análise de L_{peak} por área assistencial mostra que a área intermediária apresentou maiores níveis de ruído de pico (Figura 3a), mesmo não sendo aquela com maiores níveis de L_{eq} e de L_n . Aproximadamente 90% dos ruídos de pico estão acima de 80 dB nesta área, enquanto nas outras duas encontrou-se valores em torno de 70%. Em relação ao turno do dia, aproximadamente 92% dos ruídos de pico estiveram acima de 80 dB no turno da manhã, 90% no turno da tarde, 80% no turno da noite e 52% durante a madrugada (Figura 3b), seguindo o mesmo comportamento do L_{eq} e do L_n .

Não foram obtidas amostras que atendessem as recomendações da AAP ⁷ e da ABNT ⁹ quanto à manutenção dos níveis do L_{eq} em até 45 dB. Também não foram observados L_{eq} horário igual ou menor que 45 dB(A) e L_{10} horário igual ou menor que 50 dB(A), conforme recomendado pelo Comitê Interdisciplinar ⁸. Este último recomenda ainda que os níveis de $L_{máx}$ devem ser mantidos em até 65 dB(A), o que foi observado em 48,8%, 45,4% e 39,9% das amostras obtidas nas áreas mista, intermediária e de prematuros.

Além da confirmação do padrão de variação dos níveis sonoros nos diferentes turnos, o gráfico apresentado na Figura 4 possibilita uma análise da variação dos mesmos em função das atividades rotineiramente realizadas na UN. Os níveis ascendentes que se iniciam por volta de 6:00 h e que se acentuam a partir de 7:00 h coincidem com a primeira alimentação das crianças, administrações de medicações e com a passagem de plantão da

equipe de enfermagem da noite para a equipe do dia. No intervalo de tempo entre 8:00 h e 12:00 h, durante o qual são observados os maiores níveis sonoros, normalmente ocorrem as seguintes atividades: verificação do peso, cuidados de higiene, alimentação, exame clínico, discussão de casos clínicos e administração de medicações. A partir das 12:00 h há uma diminuição nos níveis que se acentua no horário correspondente ao almoço da equipe de profissionais. Durante os turnos da tarde e da noite observam-se alguns picos de ruído que se repetem de forma cíclica, a intervalos regulares de 3 h, coincidindo com os horários de administração de alimentação e realização de cuidados. A partir meia-noite os níveis de ruído entram em curva descendente e durante a madrugada os níveis registrados são inferiores aos dos demais turnos. Destaca-se que os maiores níveis, registrados chegaram até 68 dB(A) e ocorreram no período da manhã. Por outro lado os menores níveis registrados, em torno de 59 dB(A), ocorreram na madrugada, entre 3:00 h e 5:00 h, horário que em geral é caracterizado por um volume mínimo de atividades e circulação reduzida de pessoas.

5.5 Discussão

Os resultados encontrados evidenciam que a unidade avaliada é bastante ruidosa, o que é reforçado pela comparação com a literatura. Os níveis obtidos em diversos estudos - 54,1-55,6 dB(A)¹⁶; 61,4 e 62 dB(A)¹⁷; 60,4 dB(A)^{18,19}; 60,8 dB(A)²⁰ - foram inferiores as médias dos valores de L_{eq} calculados globalmente e por área assistencial. Níveis mais próximos foram encontrados em dois estudos, 62-70 dB(A)²¹ e 63,2 dB(A)²², sendo o segundo desenvolvido também em hospital universitário brasileiro. No que se refere a

metodologia de mensuração em todos estes estudos foram utilizados medidores de pressão sonora ou dosímetros, programados para captar os NPS com filtro de compensação A, escala temporal *slow*, e para calcular os resultados em L_{eq} . Contudo, aspectos metodológicos importantes como o posicionamento do microfone e o tamanho da amostra de ruídos, apresentaram variações que podem interferir na comparabilidade dos resultados.

Em relação ao posicionamento do microfone Robertson et al ¹¹, experientes na mensuração de ruídos em UN, sugerem especificamente a colocação de um único microfone no ponto central quando a área tiver dimensões reduzidas, enquanto que, em áreas maiores, sugerem a divisão em quadrantes e a colocação do microfone no ponto central de cada um deles. A norma brasileira recomenda a realização da medida em pelo menos três posições distintas, sempre que possível com afastamento de no mínimo 0,5 m entre elas, mantendo a distância de pelo menos 1 m entre o microfone e qualquer tipo de superfície como parede, teto, piso e móveis para evitar interferências e reflexões ¹². Dos estudos usados para comparação alguns informaram a colocação no ponto central, porém sem apresentar as dimensões físicas da UN, outros referem ter colocado em local próximo aos leitos (berços aquecidos). Apenas dois informaram a distância do microfone em relação aos diferentes obstáculos. Nas UN esse posicionamento pode ser dificultado devido à grande quantidade de anteparos e equipamentos e às distâncias reduzidas entre eles.

A representatividade da amostra de ruídos está diretamente relacionada ao tempo de aquisição e de integração do sinal sonoro. Na determinação do tempo de aquisição Robertson et al ¹¹ destacam que a variabilidade

relacionada aos diferentes dias da semana, períodos do dia e turnos de trabalho precisa ser considerada. Ressalta-se que quanto maior o tempo de captação do sinal sonoro maior a possibilidade de que a amostra seja representativa. Por outro lado quanto menor o tempo de integração dos NPS maior a possibilidade de que não sejam alterados. O tempo máximo de aquisição do sinal sonoro nos estudos utilizados para comparação foi de 22 dias, gravados seqüencialmente em um estudo (três semanas e um dia) e de forma intercalada ao longo de 22 semanas em outro. Ambos integraram o sinal sonoro a intervalos de 1 min.

Além dos aspectos metodológicos equivalentes, enumerados no primeiro parágrafo da discussão, um estudo ²³ se destaca pela representatividade da sua amostra ao medir os NPS de forma contínua por várias semanas e por integrá-los a intervalos de 5 s. As mensurações foram feitas em UN de 2 hospitais, sendo que uma delas, que doravante passa a ser chamada de UN de referência²³, por ter as mesmas características, pode ser comparada com a UN aqui avaliada. As áreas de prematuros e mista da UN estudada correspondem à área de tratamento intensivo da UN de referência, sendo que as primeiras se mostraram mais ruidosas por apresentarem média do L_{eq} de 63,7 dB(A) e 62,7 dB(A) respectivamente, enquanto a área de tratamento intensivo da UN de referência apresentou média do L_{eq} de 61 dB(A). Além disso em 90% do tempo de gravação (L_{90}) os níveis sonoros ficaram acima de 54,5 dB(A) na UN de referência²³, enquanto que nas áreas de prematuros e mista da UN estudada este valor foi maior em aproximadamente 5 dB(A). Na comparação entre as áreas intermediárias das duas UN as diferenças foram menos acentuadas, uma vez que a média do L_{eq} encontrada em ambas foi de 64 dB(A), o L_{10} se

manteve acima de 66 dB(A) também em ambas as UN e apenas o L_{90} foi 5 dB(A) mais elevado na UN estudada do que na UN de referência²³.

De acordo com Evans e Philbin²⁴ os ruídos presentes no ambiente das UN são classificados em dois tipos: ruído de fundo e ruído operacional. O primeiro refere-se ao ruído contínuo originado por fontes externas e pelos sistemas mecânicos e elétricos que integram a estrutura física onde a UN está situada. O ruído operacional é gerado pelas pessoas e pelos equipamentos em funcionamento.

As características da estrutura física e da clientela que permanece internada em cada uma das áreas assistenciais da UN podem ter contribuído para as diferenças observadas nos níveis sonoros do L_{eq} e do L_n . A área de prematuros é a menor em tamanho, na sua parte da frente existe grande circulação de pessoas para acesso a área mista, a estação central de trabalho e a sala de preparo de medicamentos. Os RN pré-termo nela permanecem durante o período mais crítico da sua internação quando são necessários diversos procedimentos e o uso de aparelhos de suporte vital. A área intermediária além de estar situada em frente ao local de acesso a todas as demais dependências da UN, fica imediatamente ao lado do espaço aonde a equipe médica se reúne para prescrever e discutir condutas. É ocupada por RN mais estáveis clinicamente, com maior idade gestacional, os quais muitas vezes apresentam choro bastante alto, que não é atenuado pelas paredes das incubadoras, pois em geral são mantidos em berços comuns. Na área mista, onde foram observados níveis menores, também são internadas crianças graves, contudo, sua localização na parte dos fundos da UN, a mantém mais

afastada dos locais de maior atividade – área de reunião da equipe médica e balcão central de trabalho -, além de desestimular a circulação de pessoas.

Em relação aos turnos do dia a diferença dos níveis sonoros, observada de forma consistente através da análise do L_{eq} , do L_n , do L_{peak} e do L_{eq} mediano horário, é bem mais evidente entre o turno da manhã e o turno da madrugada. Os maiores níveis observados no turno da manhã podem estar relacionados ao desenvolvimento das diversas atividades assistenciais e a maior circulação de pessoas, uma vez que os valores medianos horários do L_{eq} nos diversos períodos de 24 h foram muito mais elevados entre 8 e 12 h, momento que concentra a realização de vários procedimentos, atividades docentes e discussão de casos clínicos. O menor valor desse mesmo tipo de L_{eq} foi registrado durante o turno da madrugada, entre 3 e 4:30 h, quando em geral nenhuma atividade rotineira é realizada e o número de pessoas circulando na UN é reduzido. É importante destacar que mesmo os níveis observados nos momentos de menor atividade e circulação de pessoas são elevados, indicando que o ruído de fundo contribuiu de forma significativa para os níveis sonoros da UN.

Para confirmar as suposições feitas até agora é necessário desenvolver uma investigação sobre os diferentes tipos de fontes de ruído sonoro que existem na UN. Essa investigação envolve a identificação de fontes de alta e média frequência e sua associação com os níveis sonoros, assim como o desenvolvimento de análise espectral para avaliar a contribuição dos ruídos de baixa frequência.

Um resultado preocupante foram os níveis dos sons de curta duração encontrados, maior percentual de picos de ruído acima de 80 dB nas três áreas

assistenciais da unidade e nos diferentes turnos, devido à possibilidade de acarretarem efeitos adversos nos RN. No estudo desenvolvido por Long et al ²⁵ níveis acima de 70 dB foram relacionados a alterações nas frequências cardíaca e respiratória, além de queda na saturação de oxigênio. Em outro estudo ²⁶ foi observada correlação entre aumento do nível de ruído no interior das incubadoras e alterações na frequência cardíaca de RN prematuros, e em menor intensidade, correlação com alterações na pressão arterial. Efeitos imediatos dos ruídos sobre os neonatos incluem ainda menor tempo de permanência nos estados de sono, dificuldade para manter o sono profundo, além de alterações na sua atividade motora ^{27,28,29}. Mais uma vez observou-se uma diferença em relação a UN avaliada no estudo de Williams et al ²³, onde os maiores percentuais de amostras desse tipo de ruído encontram-se na faixa abaixo de 80 dB, tanto na área de tratamento intensivo quanto na área intermediária.

Não são apenas os efeitos imediatos que trazem preocupação relativa as consequências do ruído para a saúde dos RN. Sabe-se que entre 2 e 4% dos egressos de UN nos Estados Unidos apresentam déficit auditivo bilateral significativo, o que representa uma prevalência 10 vezes maior em comparação com os RN saudáveis ³⁰. No Brasil, um estudo ³¹ constatou uma prevalência de 6,35% de déficit auditivo em RN prematuros egressos de UN. O uso no período neonatal de determinados medicamentos com efeito ototóxico, como os antibióticos aminoglicosídeos, já foi claramente associado à presença de déficit auditivo. na infância (AAP, 1997) Em relação à exposição aos níveis de ruídos presentes nas UN, é preciso ainda ampliar o conhecimento sobre os tipos e a extensão dos danos auditivos associados.

Muito ainda precisa ser feito para que os níveis de ruído das UN atendam as recomendações das organizações de saúde e de especialistas. Na UN aqui estudada foi atendida apenas a recomendação do comitê interdisciplinar norte-americano quanto ao nível do $L_{\text{máx}}$ ⁸, sendo que o percentual de amostras abaixo de 65 dB(A) não correspondeu nem a metade das amostras desse tipo de medida. Na UN de referência²³, usada nas comparações anteriores, os resultados não foram muito diferentes. No tratamento intensivo não foram obtidas amostras que atendessem ao parâmetro estabelecido pela AAP para os níveis de L_{eq} ⁷ e nem aos parâmetros estabelecidos pelo já referido comitê para os níveis do L_{eq} e L_{10} ⁸ horários. Na área intermediária obteve-se um percentual reduzido destes mesmos parâmetros. Ainda em relação ao mesmo estudo, até na UN planejada para redução dos níveis sonoros os percentuais de amostras obtidos para todos os parâmetros citados anteriormente não foram expressivos.

É importante destacar que os parâmetros estabelecidos pelo comitê interdisciplinar utilizados por Williams et al²³ eram maiores em 5 dB do que os utilizados neste estudo. Tal fato se deve as mudanças no consenso do comitê quanto aos mesmos, apresentadas no relatório da reunião mais recente.

O presente trabalho destaca-se por ter sido precedido por uma RSL que possibilitou a aplicação dos conhecimentos acumulados em estudos anteriores e pelos estudiosos desse campo, permitindo maior consistência dos resultados. Permitiu também que estes fossem comparados com um estudo onde as possibilidades de viés dos valores obtidos eram bastante reduzidas. Ressalta-se que a amostra de ruídos foi a maior obtida em estudos desenvolvidos no Brasil com a mesma finalidade.

Aspectos importantes relacionados aos níveis sonoros nas UN não foram abordados neste estudo. Um primeiro aspecto refere-se a identificação das fontes sonoras responsáveis pelos resultados encontrados, etapa fundamental para a adoção de intervenções que proporcionem a diminuição dos níveis do ruído. Outro aspecto está relacionado aos efeitos dos diferentes ruídos presentes nas UN sobre os RN. Estudos que avaliem os níveis nas incubadoras são uma primeira etapa a ser cumprida, para que posteriormente possam ser conhecidos aqueles capazes de alterar a fisiologia dos neonatos.

5.6 Referências Bibliográficas

1. Berglund B, Linvall T, Schwela DH (eds). Guidelines for Community Noise. Noise sources and their measurement. World Health Organization. 1999. [acesso em 10 ago 2005]. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html>.
2. WHO: Regional Office for Europe. Quantifying burden of disease from environmental noise: Second technical meeting report World Health Organization. 2007. [acesso em 15 de dezembro de 2009] Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise.html>
3. Kent WDT, Tan AKW, Clarke MC, Bardell T. Excessive noise levels in the neonatal ICU: potencial effects on auditory system development. The Journal of Otolaryngology 2002; 31(6): 355-360.
4. Joint Committee on Infant Hearing Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. Pediatrics 2007;120 (4): 898-921
5. Tiensoli LO, Goulart LMHF, Resende LM, Colosimo EA. Triagem auditiva em hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: deficiência auditiva e seus fatores de risco em neonatos e lactentes. Cad Saúde Pública. 2007; 23(6): 1431-1441.
6. Laudert S, Liu WF, Blackington S, Perkins B, Martin S, MacMillan-York E, Graven S, Handyside J. Physical Environment Exploratory Group Implementing potentially better practices to support the neurodevelopment of infants in the NICU. J Perinatol. 2007; 27(Supp1): S75-S93

7. American Academy of Pediatrics (AAP). Noise: A hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics*. 1997; 100 (4): 724-27.
8. Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of seventh census conference on newborn ICU design; 2007. [acesso em 06 nov 2008]. Disponível em : <http://www.nd.edu/~nicudes/> .
9. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152-Avaliação do ruído para o conforto acústico (1987).
10. Nogueira MFH, Piero KC, Ramos EG, Souza MN, Peixoto MVM. Mensuração de ruído sonoro em unidades neonatais e incubadoras com recém-nascidos: Revisão sistemática de literatura (in press)
11. Robertson A, Kohn J, Vos P, Cooper-Peel C. Establishing a noise measurement protocol for neonatal intensive care units. *J Perinatol*. 1998; 18 (5): 126-30
12. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10151-Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade (2000).
13. Gray L., Philbin MK. Measuring sound in hospital nurseries. *J Perinatol*. 2000; 20 Suppl: S 99-103.
14. R Development Core Team, 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org>, acessado em setembro de 2009.
15. Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Peak noise distribution in the neonatal intensive care nursery. *J Perinatol*. 1998; 18 (5): 361-4.
16. Brandon DB, Ryan DN, Barnes AH. Effect of environmental changes on noise in the NICU. *Neonatal Netw*. 2007; 26 (4): 213-8.
17. Chang YJ, Lin CH, Lin LH. Noise and related events in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Taiwan*. 2001; 42 (4): 212-7.
18. Krueger C, Wall S, Parker L, Nealis R. Elevated sound levels within a busy NICU. *Neonatal Netw*. 2005; 24 (6): 33-7.
19. Krueger C, Schue S, Parker L. Neonatal intensive care unit sound levels before and after structural reconstruction. *MCN Am J Matern Child Nurs*. 2007; 32 (6): 358-62.
20. Zamberlan NE. Ruído na unidade de cuidado intermediário neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [dissertação de mestrado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2006. 96 p.
21. Philbin MK, Gray L. Changing Levels of Quiet in an Intensive Care Nursery. *J Perinatol*. 2002; 22 (6): 455-60.

22. Ichisato S.M. Ruído em unidade de cuidado intensivo neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [tese de doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2004. 170 p.
23. Williams AB, Drongelen Wvan, Lasky RE. Noise in contemporary neonatal intensive care. *J Acoust Soc Am.* 2007; 121 (5): 2681-90.
24. Evans JB, Philbin MK. Facility and operations planning for quiet hospital nurseries. *J Perinatol.* 2000; 20 Suppl: S105-112.
25. Long JG, Lucey JF, Philip AGS. Noise and hypoxemia in the intensive care nursery. *Pediatrics.* 1980; 65 (1): 143-5.
26. Williams AL, Sanderson M, Lai D, Selwyn BJ, Lasky RE. Intensive care noise and mean arterial blood pressure in extremely low-birth-weight neonates. *Am J Perinatol.* 2009; 26 (5): 323-329.
27. Gädeke R, Döring B, Keller F, Vogel A. The noise level in a childrens hospital and the wake-up threshold in infants. *Acta Paediat. Scand.* 1969; 58: 164-70.
28. Zahr L, Balian S. Responses of premature infants to routine nursing interventions and noise in the NICU. *Nursing Research.* 1995; 44 (3): 179-85.
29. Zahr LK, Traversay J. Premature infant responses to noise reduction by earmuffs: Effects on behavioral and physiologic measures. *J Perinatol.* 1995; 15 (6): 448-55.
30. American Academy of Pediatrics. Newborn and Infant Hearing Loss: Detection and Intervention. *Pediatrics.* 1999; 103 (2): 527-530.
31. Uchoa NT, Procianoy RS, Lavinsky L, Sleifer P. Prevalência de perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. *J. Pediatr (Rio J).* 2003; 79 (2): 123-8.

5.7. Figuras e tabelas

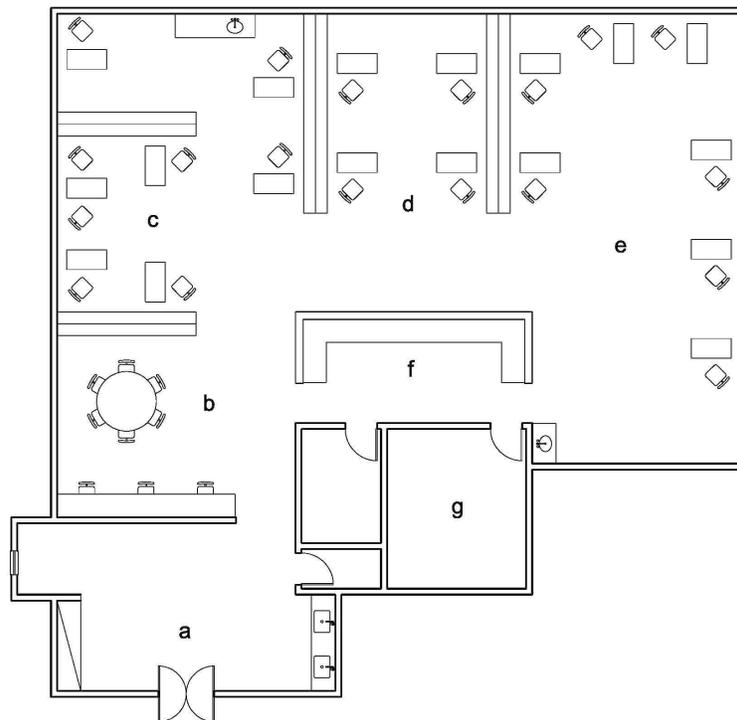


Figura 1 – Planta esquemática da UN: a) área de entrada e lavagem das mãos; b) área de reunião da equipe médica; c) local de colocação do microfone na área intermediária; d) local de colocação do microfone na área de prematuros extremos; e) local de colocação do microfone na área mista; f) posto de enfermagem; g) sala de preparo de medicamentos.

Tabela 1 - Valores de L_{eq} da Unidade Neonatal, por área assistencial, dia da semana e turno do dia.

	Número de amostras de 5 s	Tempo (h)	L_{eq} (dB(A))		p valor ANOVA
			Média	DP	
Global	1.219.170	1693	63,3	4,5	
Por área assistencial					< 0,001
área mista	463.873	644	62,7	4,7	
área de Prematuros	463.690	644	63,7	4,5	
área intermediária	291.607	405	63,5	4,2	
Por dia da semana					< 0,001
segunda-feira	168.876	234	63,3	4,4	
terça-feira	182.160	253	63,7	4,4	
quarta-feira	182.305	253	63,6	4,8	
quinta-feira	182.160	253	63,6	4,7	
sexta-feira	172.469	239	63,6	4,6	
sábado	165.600	230	62,7	4,3	
domingo	165.600	230	62,3	4,3	
Por turno do dia					< 0,001
manhã	262.346	364	65,7	3,9	
tarde	319.680	444	64,6	3,9	
noite	319.680	444	63,0	4,0	
madrugada	317.464	440	60,2	4,2	

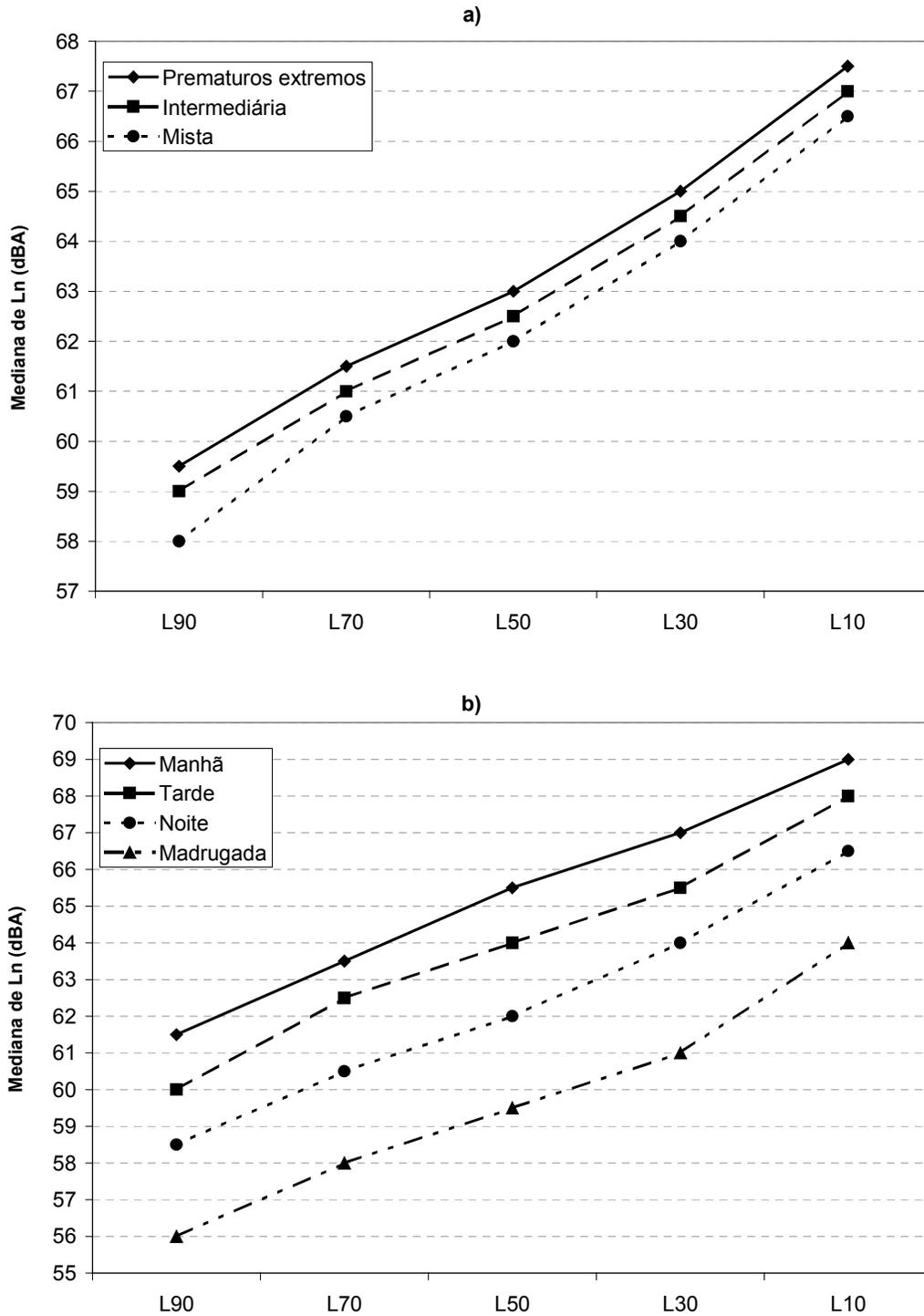


Figura 2 – Valores medianos do nível sonoro que foi excedido em cada um dos n % do tempo de gravação L_n (dBA) por área assistencial (a) e por turnos do dia (b).

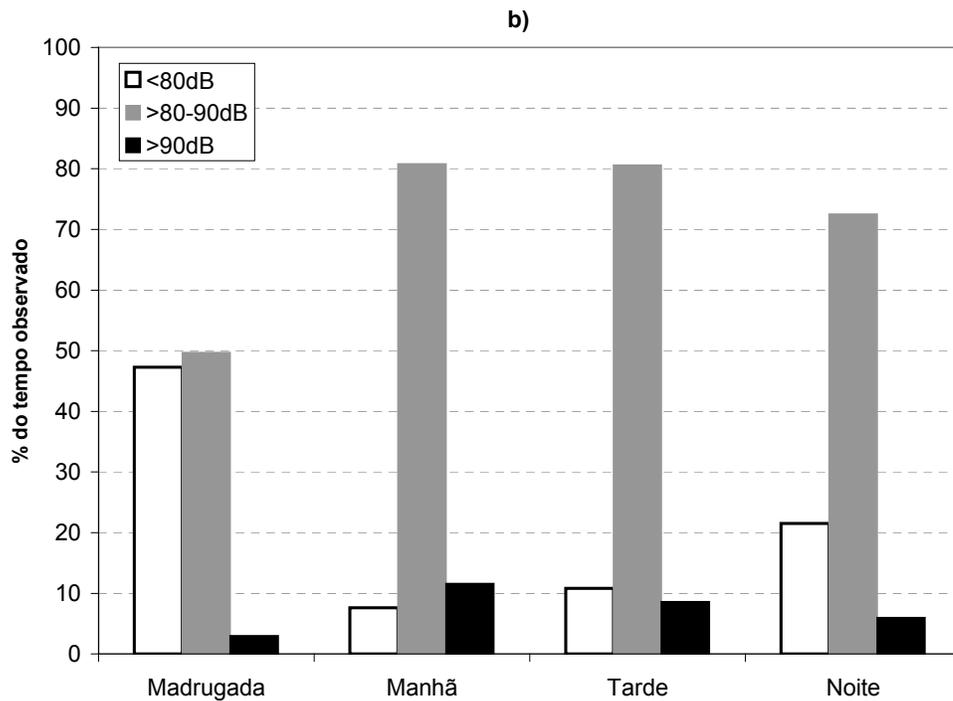
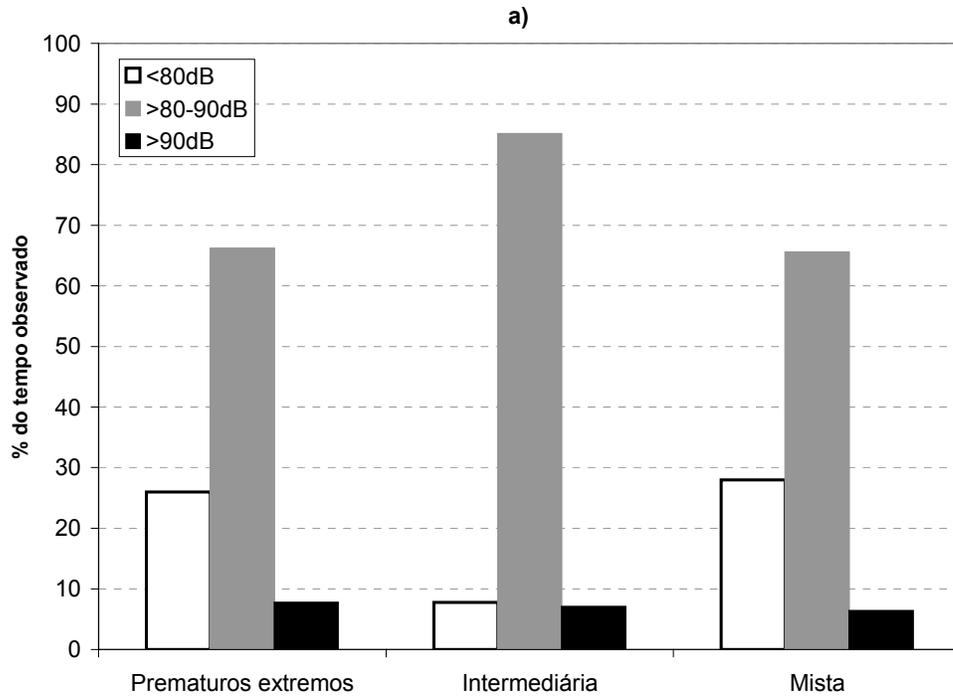


Figura 3 – Distribuição de L_{peak} por área assistencial (a) e por turnos do dia (b).

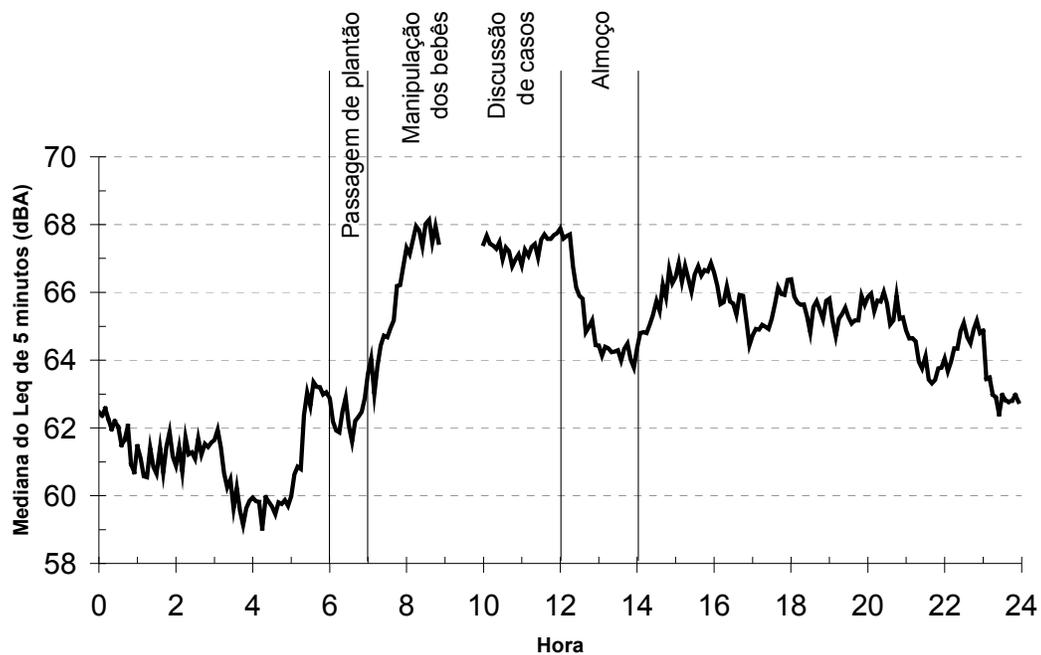


Figura 4 – Evolução temporal da mediana do L_{eq} , integrado a intervalos de 5 minutos e identificação dos horários de ocorrência das atividades de rotina da Unidade Neonatal das 10 semanas de gravação.

Capítulo 6. Artigo 3 – Identificação de fontes de ruído sonoro em unidade neonatal

6.1 Resumo

Estudo desenvolvido na unidade neonatal (UN) de um hospital universitário do município do Rio de Janeiro com o objetivo de identificar as fontes de ruídos e associá-las aos níveis de pressão sonora (NPS) medidos. Foi elaborado instrumento eletrônico para aquisição de dados relativos aos eventos sonoros emitidos pelas fontes. A amostra foi composta por 70 sessões realizadas em dez semanas, nas quais os NPS foram gravados por um dosímetro Spark® 706 que calculou e registrou a intervalos de 5 s os valores em dB do L_{eq} , $L_{máx}$, L_{min} e L_{peak} . Um único observador aferiu o quantitativo de leitos ocupados, equipamentos em funcionamento e pessoas presentes, e registrou os eventos sonoros, relacionando-os a fonte emissora, concomitantemente a mensuração dos NPS. Os bancos de dados dos eventos sonoros e dos NPS correspondentes ao mesmo tempo calendário foram sincronizados. A análise de ambos mostrou que na unidade estudada a conversação é a fonte mais significativa, seguida pelos alarmes dos aparelhos de suporte vital e pelo choro dos recém-nascidos. Estes achados foram confirmados em outros trabalhos; contudo, o presente estudo destaca-se dentre os encontrados na literatura por ter realizado a identificação das fontes associada aos níveis sonoros, utilizando instrumento eletrônico para registro das fontes e sincronização eletrônica entre os níveis sonoros medidos e fontes identificadas. O tamanho das amostras de eventos sonoros identificados e de NPS registrados constitui também um diferencial de qualidade metodológica.

6.2 Introdução

O nível do ruído sonoro nas UN vem sendo avaliado há pelo menos três décadas. Avanços nos recursos tecnológicos para mensurá-lo e a contribuição de estudiosos dessa questão permitiram que estudos realizados mais recentemente atendessem não apenas aos aspectos técnicos da mensuração, mas também tivessem a consistência dos resultados garantida por um desenho amostral adequado. Estes, por sua vez, reforçam a constatação de que o ambiente das UN é muito ruidoso (Ichisato, 2004; Kakehashi et al., 2007; Krueger et al., 2005; Robertson et al., 1998; Robertson et al., 1999; Zamberlan, 2006 e Williams et al., 2007).

Os ruídos ambientais nas UN dividem-se em ruído de fundo e ruído operacional. O primeiro, relaciona-se ao ruído contínuo originado por fontes externas e pelos sistemas mecânicos e elétricos que integram a estrutura física onde a UN está situada, e, é composto principalmente por sons de baixa frequência. O ruído operacional, composto por sons de média e alta frequência, é gerado pelas pessoas e pelos equipamentos em funcionamento (Evans e Philbin, 2000).

Dentre os estudos que mediram ruído na UN alguns se preocuparam também em investigar as suas fontes produtoras. Conhecer quais as fontes presentes na unidade e suas respectivas contribuições para os níveis sonoros, são etapas fundamentais no direcionamento das intervenções que podem ser empregadas para diminuí-los. Para saber a contribuição de cada uma das fontes na composição do nível sonoro, além de identificá-las, é preciso também associá-las aos eventos sonoros.

O presente trabalho tem como objetivo identificar as fontes de ruído operacional de média e alta frequência, e associá-las aos NPS presentes durante a rotina de funcionamento de uma UN.

6.3 Material e Métodos

6.3.1 Local de estudo

O estudo foi desenvolvido na UN de um hospital universitário do município do Rio de Janeiro que é referência para atendimento terciário na rede estadual. Sua estrutura física inclui três áreas assistenciais dispostas em um salão único separadas parcialmente por meia parede: área mista com 8 leitos de tratamento intensivo, área de prematuros extremos (peso ao nascimento inferior a 1500g) com 5 leitos e área intermediária com 9 leitos destinados ao atendimento dos RN após estabilização do quadro clínico. A disposição das áreas e das demais estruturas físicas que compõem a unidade pode ser vista na planta esquemática apresentada na Figura1.

6.3.2 Instrumento de identificação de fontes

A identificação proposta envolve a percepção dos eventos sonoros e sua associação com as fontes emissoras correspondentes. Devido à presença de várias fontes a ocorrência dos eventos sonoros é bastante dinâmica, com muitos eventos acontecendo de forma sucessiva e simultânea nesses locais. Nesta circunstância o uso de um instrumento eletrônico possibilita maior agilidade dos registros, aumentando a fidedignidade das informações. A aquisição eletrônica de dados facilita ainda o seu armazenamento,

processamento e análise. Foi elaborado um instrumento composto por dois módulos desenvolvidos em ambiente *Microsoft Access*.

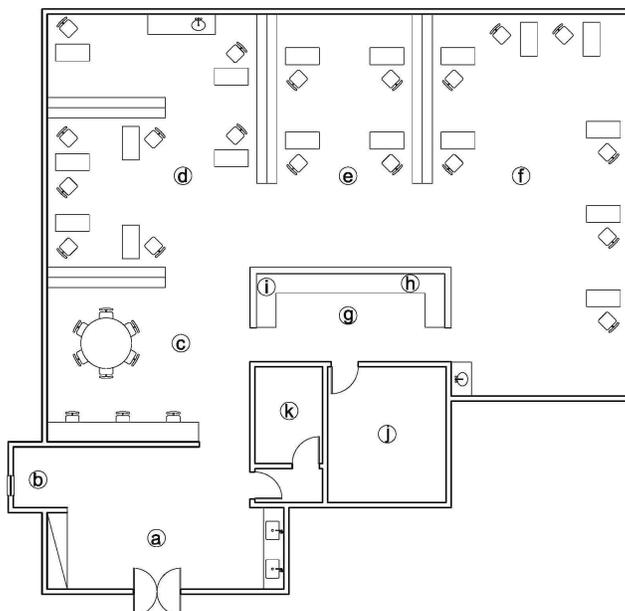


Figura 1 – Planta esquemática da UN: a) área de entrada e lavagem das mãos; b) acesso ao expurgo; c) área de reunião da equipe médica ; d) área intermediária; e) área de prematuros extremos; f) área mista; g) posto de enfermagem; h) local de observação para identificação de fontes; i) local de observação para identificação de fontes; j) sala de preparo de medicações e k) depósito de material

No primeiro módulo foram registradas as circunstâncias presentes na UN imediatamente antes e após a identificação das fontes, tais como o número e tipo de leitos ocupados, de aparelhos em funcionamento, o quantitativo de pessoas circulando, além da data, hora, dia da semana e área da unidade onde a mensuração dos níveis sonoros estava sendo realizada. No segundo módulo registrou-se a ocorrência dos eventos sonoros emitidos pelas fontes de ruídos de alta e média frequência relatadas na literatura e presentes na unidade: alarmes (Chang et al., 2007; Holsbach et al., 2001; Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi, 2006; Johnson, 2003; Kakehashi et al., 2007; Nzama et al., 1995; Thomas, 1989, 2007); conversação (Chang et al., 2001; Holsbach et al., 2001; Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi, 2006; Kakehashi et al., 2007; Krueger et al.,

2005; Nzama et al.1998, Robertson et al., 1999); campanha de telefone (Chang et al., 2001; Nzama et al., 1995;); manuseio de gavetas, portas, armários, pias e lixeiras (Chang et al., 2001; Ichisato, 2004; Thear e Wittmann-Price, 2006); deslocamentos de cadeiras, berços, balança (Chang et al., 2001; Holsbach et al., 2001; Johnson, 2003); manuseio de material (Chang et al., 2001, Chang et al., 2006; Ichisato, 2004; Kakehashi et al., 2007; Zamberlan, 2006). Este módulo foi programado de forma que cada evento sonoro ao ser registrado no instrumento e armazenado no banco recebia automaticamente um número de ordem e o horário da sua ocorrência.

Durante estudo piloto foram realizadas 15 sessões de identificação de fontes para adaptar o instrumento as condições de medida em relação ao registro de intensidade, simultaneidade, inclusão de eventos e composição do ruído de fundo. Além disto também serviram para minimizar os efeitos provocados pelas alterações de comportamento dos membros da equipe, já que foram realizadas em condições idênticas as empregadas durante a coleta.

6.3.3 Amostra

A amostra foi composta por 70 sessões de identificação de fontes com 1 h de duração, realizadas por um período de 10 semanas, distribuídas entre os meses de junho a novembro de 2009, sempre as segundas, quartas e sextas, nos horários de 10:30 h as 11:30 h e de 13:00 h as 14:00 h. Tais horários foram selecionados a fim de permitir a identificação das fontes emissoras em momentos com características distintas. A observação empírica e as gravações de NPS durante estudo piloto mostraram que no horário da

manhã os níveis sonoros eram bem mais elevados do que no horário de almoço da equipe.

No mesmo período o ruído sonoro da unidade foi registrado e gravado - 4 semanas na área mista, 4 na área de prematuros e 2 na área intermediária - utilizando-se um dosímetro modelo Spark® 706 com seu respectivo calibrador modelo CAL 150 (Larson Davis, EUA). Para a transferência e armazenamento dos registros das gravações foram utilizados o software Blaze® fornecido pelo mesmo fabricante e um computador portátil. O calibrador e o dosímetro foram calibrados de acordo com certificado emitido também pelo fabricante em 12/01/2009 e 21/12/2009, respectivamente, com padrão rastreável pelo *U.S. National Institute of Standards and Technology* (NIST). O dosímetro foi programado para calcular e registrar a intervalos de 5 s quatro parâmetros de NPS, expressos em decibéis (dB): nível sonoro equivalente (L_{eq}), nível sonoro máximo ($L_{máx}$), nível sonoro mínimo (L_{min}), e picos sonoros (L_{peak}). Para os três primeiros foi utilizado o filtro A e a escala temporal lenta. O L_{peak} foi medido sem filtro e sem ponderação temporal. O dosímetro foi programado também para calcular a intervalos de 5 min os diferentes valores de L_n , que representam o nível sonoro que foi excedido em n por cento (%) do tempo (Gray e Philbin, 2000).

Todos os registros foram feitos por um único observador que antes e após cada sessão preenchia as informações do módulo de circunstâncias. Durante o tempo de duração de cada uma das sessões o observador se concentrava em perceber os eventos sonoros, relacioná-los à fonte emissora e imediatamente registrá-los no módulo de eventos sonoros. Como a associação entre os eventos e as fontes poderia ser facilitada pela visualização, o

observador se posicionou em um ponto para a área de prematuros e área mista (Figura 1 letra h) e em outro ponto para a área intermediária (Figura 1 letra i), situados atrás do balcão central de trabalho.

A realização concomitante de identificação de fontes e mensuração dos níveis sonoros da unidade possibilitou sincronizar o banco de dados dos eventos sonoros com o banco que continha os NPS correspondentes no mesmo tempo calendário.

6.3.4 Questões éticas

As sessões de identificação de fontes e as gravações de NPS só foram iniciadas após aprovação do projeto pelo comitê de ética da instituição. Os membros da equipe e os familiares das crianças internadas foram informados quanto à natureza da pesquisa e assegurados de que suas vozes não seriam registradas, bem como de que não haveria qualquer tipo de registro que possibilitasse identifica-los.

6.3.5 Análise

Os eventos discretos foram registrados e contados em cada intervalo de 5s. Os eventos contínuos, caracterizados pelo início e fim, foram registrados nos mesmos intervalos de NPS. A conversação que tem sido apontada como uma das principais fontes de ruído contínuo nas UN (Robertson et al., 1999), foi identificada através de quatro categorias – níveis 0 (silêncio), 1, 2 e 3 - porque além da ocorrência, o estudo piloto mostrou ser necessário registrar os seus diferentes níveis de intensidade. O ruído proveniente de operações simultâneas de no mínimo dez monitores multiparamétricos, que alarmavam aleatoriamente,

e a intervalos inferiores a 5 s, além dos motores dos equipamentos, constituíam o ruído de fundo cuja presença permanente foi registrada durante todo o tempo de identificação de fontes.

As 70h da amostra de identificação corresponderam a 50.400 intervalos de 5s que compuseram o denominador para o cálculo das frequências relativas dos eventos identificados.

Nos bancos sincronizados a análise combinada de fontes identificadas e NPS gravados foi feita de duas formas:1) associação das fontes identificadas expressas em frequência relativa com os níveis de ruído de pico categorizados em faixas de decibéis já utilizadas na literatura (Williams et al., 2007); 2) associação dos valores médios do L_{eq} com os quatro níveis de conversação.

As diferenças entre valores médios foram tratadas pela análise de variância e entre proporções pelo qui-quadrado assumindo-se um nível de significância de 0,05 para os valores de p.

6.4 Resultados

Foram identificados e registrados 53.877 eventos provenientes das diferentes fontes durante as 70 h de identificação, assim distribuídas: 36 h no horário da manhã (12 h na área de prematuros, 12 h na mista e 12 h na intermediária) e 34 h no horário da tarde (12 h na área de prematuros, 11 h na mista e 11h na intermediária).

As circunstâncias presentes na unidade por ocasião da gravação do ruído e das sessões de identificação das fontes encontram-se descritas na Tabela 1. O quantitativo médio de pessoas que se encontravam circulando na unidade no horário da manhã foi mais de duas vezes maior do que no horário

da tarde. Embora a média de leitos ocupados tenha se mantido semelhante nas três áreas assistenciais, o quantitativo de aparelhos em funcionamento apresentou alguma variação, estando em maior número na unidade durante o período em que a gravação e a identificação de fontes foram realizadas na área intermediária.

Tabela 1 Média do número de leitos ocupados, equipamentos em uso e pessoas circulando na UN durante o período de gravação do ruído e durante as sessões de identificação de fontes

Local e Nº Semanas /Sessões	Leitos	Respiradores	Oxímetros	Monitores	Bombas Infusoras	Nº pessoas	
						Manhã	Tarde
Mista 4/23	16,5	3	5	9,2	5,7	x	x
Prematuros 4/24	16,5	3,1	4,8	9,9	8,0	x	x
Intermediária 2/23	17	4,4	5,1	10,5	12,3	x	x
Global 10/70	16,7	3,4	5	9,9	8,7	36,7(5,8)	16,5(4,0)

Os valores dos NPS foram mais elevados no turno da manhã (Figura 2). Neste período a média (desvio padrão) global do L_{eq} na unidade foi de 66,7(3,5) dB(A), enquanto que no período da tarde foi de 63,1(3,7) dB(A). Esta diferença foi estatisticamente significativa ($p < 0,001$).

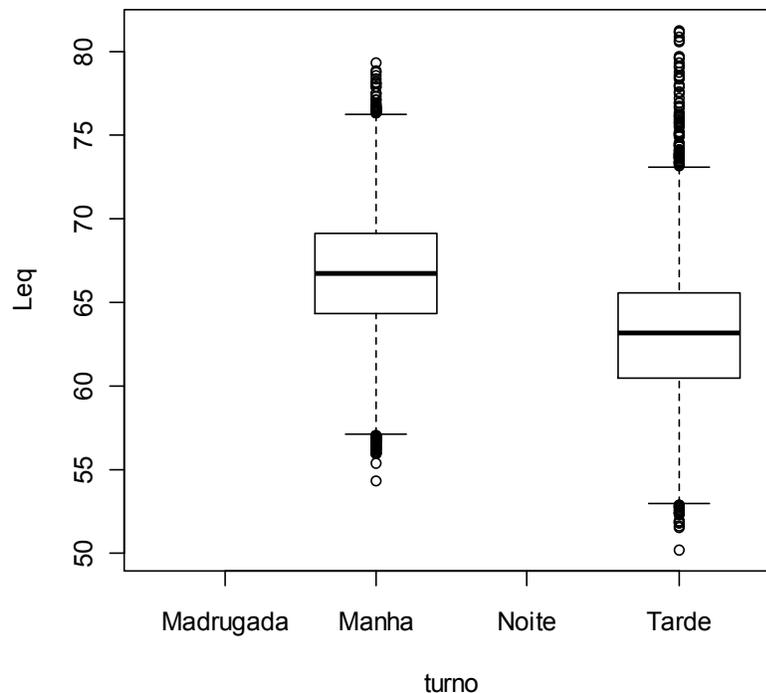


Figura 2 – Distribuição do L_{eq} nos horários das sessões de identificação de fontes – manhã de 10:30 às 11:30 e tarde de 13:00 às 14:00

Na análise da frequência dos eventos sonoros ocorridos durante o tempo das diferentes sessões (Tabela 2), destacam-se aqueles emitidos pelos alarmes e pelo choro. A distribuição entre os turnos foi semelhante, com exceção dos eventos provenientes dos alarmes intermitentes, e do choro, que ocorreram mais vezes durante a tarde. Na análise por área, merecem destaque as diferenças em relação à frequência dos alarmes entre as áreas intermediária e mista, assim como maior frequência de eventos sonoros pelo deslocamento de pessoas na área intermediária e a menor frequência de eventos sonoros devido as atividades no balcão central na área mista.

Tabela 2 Percentual do tempo em horas no qual foram identificados os eventos provenientes das fontes emissoras de ruído, por turno e por área assistencial

Fontes	Turno da manhã	Turno da tarde	Área de prematuros	Área intermediária	Área mista
Tempo em horas	36h	34h	24h	23h	23h
Alarme contínuo	29,2	29,8	31,1	34,7	26
Alarme intermitente	17,0	25,8	18,5	37,1	16,8
Choro	17,8	20,0	22	15,8	17,6
Atividades no balcão*	8,2	6,9	9,2	9,0	5,6
Manuseio de material**	5,3	5,6	6,8	8	3,2
Deslocamento de cadeira	5,3	5,0	5,9	5,0	4,6
Deslocamento de pessoas	4,6	5,4	4,9	7,3	4,1
Telefone	2,8	2,8	2,4	2,3	3,4
Porta	1,9	1,1	1,8	1,4	1,3
Deslocamento das lixeiras	1,2	0,9	1,0	1,2	1,0
Gaveta	0,8	0,7	0,6	1,8	0,6
Outros deslocamentos	0,5	0,9	0,8	0,8	0,5
Deslocamento de carrinho***	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4
Pia	0,5	0,3	0,1	2,2	0,1
Rede de gases	0,5	0,7	0,6	0	0,8
Armário	0,4	0,3	0,6	0,2	0,3
Deslocamento de berço	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
Queda de objeto	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Manuseio lixeira	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Incubadora de transporte	0,1	0,1	0,1	0	0,1
Gritos	0,1	0,1	0,1	0	0,1

*atividades no balcão central de trabalho (bater com materiais diversos sobre o balcão, bater com o telefone, bater com as mãos, uso de furador e de grampeador, manuseio dos prontuários).

**manuseio de material (pacotes de material esterilizado, instrumental cirúrgico, equipamentos de suporte vital localizados nas prateleiras próximas aos leitos);

***deslocamentos de carrinho (usados para transportar a balança e para auxiliar em procedimentos);

A sincronização dos bancos de eventos sonoros e de níveis de pressão sonora permitiu observar, durante as 70 h das sessões, a frequência de ocorrência (Tabela 3) dos diferentes eventos dentro de três faixas de ruído de pico pré-estabelecidas. Nesta análise chama a atenção que 57,6% dos registros de eventos provenientes dos alarmes contínuos, 39,8% dos registros de choro e 36,8% daqueles provenientes dos alarmes intermitentes tenham ocorrido quando os valores dos ruídos de pico encontravam-se acima de 80 dB. Ressalta-se também a ocorrência de eventos relativos ao desenvolvimento de

atividades no balcão de trabalho e de deslocamento de cadeiras associadas aos maiores valores dos ruídos de pico.

Tabela 3 Percentual do tempo de identificação das fontes emissoras de ruído segundo as faixas de L_{peak} durante as 70h das sessões

Fontes	L_{peak} por faixa		
	< 80 dB	80-90 dB	> 90 dB
Alarme contínuo	23,9	30,4	27,2
Alarme intermitente	21,8	21,4	15,4
Choro	18,2	19	20,8
Atividades no balcão*	4,4	7,4	12,9
Deslocamento de cadeira	2,2	4,8	11,8
Manuseio de material**	4,3	5,4	7,0
Deslocamento de pessoas	4,8	5,1	3,2
Telefone	0,9	3	3
Porta	0,6	1,3	4,7
Deslocamento das lixeiras	0,5	0,9	1,8
Gaveta	0,1	0,7	2,2
Outros deslocamentos	0,4	0,6	0,9
Deslocamento de carrinho***	0	0,4	0,6
Pia	0,2	0,5	0,2
Rede de gases	0,1	0,6	1,3
Armário	0,1	0,3	0,9
Deslocamento de berço	0,1	0,1	0,2
Queda de objeto	0	0,05	0,2
Manuseio lixeira	0,1	0,1	0,4
Alarme da incubadora de transporte	0	0,1	0,2
Gritos	0	0,1	0,1

*atividades no balcão central de trabalho (bater com materiais diversos sobre o balcão, bater com o telefone, bater com as mãos, uso de furador e de grampeador, manuseio dos prontuários).

**manuseio de material (pacotes de material esterilizado, instrumental cirúrgico, equipamentos de suporte vital localizados nas prateleiras próximas aos leitos);

***deslocamentos de carrinho (usados para transportar a balança e para auxiliar em procedimentos);

A identificação dos eventos sonoros provenientes da conversação pode ser visualizadas na tabela 4. A análise da frequência dos diferentes níveis da conversação, mostrou que esta fonte esteve ausente em apenas 1,3% do tempo de identificação pela manhã e, em 9,8% do tempo de identificação à tarde. A análise por turno mostrou que, durante a manhã os níveis mais altos

foram observados com maior frequência do que os níveis mais baixos. No horário da tarde observou-se o inverso. Estas diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$). A maior frequência de identificação dos níveis 0 e 1 ocorreu quando os ruídos de pico estavam na faixa inferior a 80 dB, em contrapartida os níveis mais elevados de conversação foram registrados em 69% do tempo de identificação quando os ruídos de pico se encontravam acima de 90 dB. Ambas as diferenças de proporções foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$).

Tabela 4: Percentual do tempo de identificação da conversação em seus diferentes níveis segundo os turnos e as faixas de L_{peak} .

Nível de Conversação	Turno		L_{peak} por faixa (70h)		
	Manhã (36h)	Tarde (34h)	< 80 dB	80-90 dB	>90 dB
0	1,3	9,8	19,1	3,9	2,2
1	35,8	57,9	68,8	45	28,8
2	43,7	28,1	11,8	39	41,2
3	19,2	4,2	0,3	12,1	27,8

Nas amostras de 5 s dos NPS analisados nos momentos em que apenas a conversação foi registrada a sincronização permitiu verificar a existência de diferenças também entre os valores médios do L_{eq} de cada nível (Tabela 5). As diferenças em dB, que aumentaram do nível 0 ao nível 3, foram estatisticamente significativas (Anova, p valor < 0,001).

Tabela 5 Distribuição dos valores de média e desvio padrão do L_{eq} de 5s global segundo os níveis de conversação nos momentos em que todas as outras fontes estavam ausentes.

Conversação	Número de Amostras de 5s	Leq dB(A)	
		Média	dp
Ausência	1885	60,2	3,5
Nível 1	17042	63,3	3,4
Nível 2	13787	66,4	3,1
Nível 3	4732	69,4	2,7

A metodologia de identificação de fontes foi validada ao se verificar que os níveis mais altos da conversação foram identificados nos momentos em que também foram registrados em L_{eq} os maiores valores de NPS.

6.5 Discussão

As fontes responsáveis pela emissão de ruídos de alta e média frequência no ambiente da UN identificadas neste estudo também foram observadas em outros trabalhos, tanto aquelas que ocorreram em maior frequência - conversação (Chang et al., 2001; Chang et al., 2006; Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi 2006; Kakehashi et al., 2007; Krueger et al., 2005; Robertson et al., 1998; Zamberlam, 2006) e alarme (Chang et al., 2001, 2006; Kakehashi 2007; Ichisato 2004; Zamberlam 2006; Johnson, 2003), como as que ocorreram menos frequentemente - manuseio de material (Chang et al., 2001, Chang et al., 2006; Ichisato, 2004; Kakehashi et al., 2007; Zamberlam, 2006), deslocamento de mobiliário, de equipamento e de pessoas (Chang et al., 2001, Chang et al., 2006; Johnson, 2003), campanha de telefone (Chang et al., 2001, Chang et al., 2006; Ichisato, 2004), ruídos provenientes da abertura e fechamento de portas (Johnson, 2003; Kakehashi et al., 2007; Zamberlan, 2006), manuseio de lixeiras (Chang et al., 2001, Chang et al., 2006; Kakehashi

et al., 2007; Zamberlan, 2006), abertura e fechamento de gavetas e de armários (Chang et al., 2001; Kakehashi et al., 2007; Johnson 2003; Krueger 2005), e manuseio de pias (Ichisato, 2004; Kakehashi et al., 2007; Krueger, 2005; Zamberlan, 2006).

Durante as 70 h de identificação de fontes, os níveis mais elevados da conversação ocorreram predominantemente quando os ruídos de pico encontravam-se acima de 90 dB, além de estarem presentes com maior frequência no turno da manhã, quando os níveis sonoros eram significativamente mais altos. Dois outros aspectos observados reforçam a contribuição dessa fonte para esses elevados níveis sonoros. Um deles é relativo as circunstâncias presentes por ocasião da realização da gravação e identificação. No turno da manhã o número de pessoas circulando na unidade era mais que o dobro do número de pessoas presentes no turno da tarde, uma vez que neste período do dia concentram-se além de diversas atividades assistenciais, atividades didáticas características de um hospital de ensino. O outro se refere aos níveis médios do L_{eq} quando apenas a conversação estava presente, que aumentaram de forma significativa à medida que também aumentavam os diferentes níveis de intensidade da conversação, chegando até 69,4 dB(A). Constatou-se também que durante as sessões da manhã a soma dos percentuais de tempo de identificação dos eventos provenientes dos dois tipos de alarme e do choro (63%) foi inferior ao percentual de tempo no qual o nível mais elevado da conversação esteve presente (67%).

Quanto aos eventos sonoros provenientes dos alarmes observou-se que aqueles com sons contínuos estiveram associados aos ruídos de pico acima de 80 dB em 57,6% do tempo total das sessões de identificação, e aqueles com

sons intermitentes em 36,8%. Diferente da conversação, não houve predomínio destes eventos no turno da manhã, e essa diferença pode ser devida ao fato que no turno da tarde estes ruídos tenham sido mais bem percebidos, já que os níveis de intensidade da conversação eram menores. O tempo no qual os alarmes contínuos permaneceram acionados, 30% do tempo total das sessões, merece ser destacado.

Para comparar adequadamente, os níveis sonoros associados às fontes obtidos nesse estudo, com os encontrados em outros trabalhos é preciso que nestes tenham sido utilizados métodos semelhantes, não apenas para a identificação de fontes, mas, também para a mensuração dos NPS. Os estudos desenvolvidos por Kakehashi et al., (2007) e por Robertson et al., (1998) se enquadram nessa categoria e os seus achados endossam as constatações feitas aqui com relação à conversação. Ambos apontam essa fonte como significativa para os níveis de ruído presentes no ambiente das UN. O primeiro obteve valores de pico de 99,9 dB nos momentos em que apenas a conversação estava presente. O segundo encontrou uma associação significativa entre a presença de conversação intensa e picos de ruído acima de 90 dB.

Nos trabalhos citados anteriormente os eventos provenientes das fontes foram registrados manualmente, efetuando-se em alguns o registro concomitante da hora em que ocorreram os eventos, para posterior associação com a média dos NPS registrados nos mesmos momentos (Chang et al., 2001, Chang et al., 2006; Ichisato e Scochi, 2006; Kakehashi et al., 2007; Zamberlan, 2006). A sincronização, quando presente, foi feita entre os relógios do observador de campo e do computador que armazenava os registros das

gravações do sinal sonoro (Chang et al., 2001; Zamberlan, 2006). Apenas um trabalho informou que a amostra de eventos sonoros provenientes das fontes foi constituída por 4994 eventos (Chang et al., 2001). Desta forma o presente estudo destaca-se dentre os encontrados na literatura por ter elaborado um instrumento eletrônico para o registro das fontes e associá-lo ao banco de NPS. Pôde-se assumir uma sincronização eletrônica entre os níveis sonoros medidos e fontes identificadas. O tamanho das amostras de eventos sonoros identificados e de NPS registrados constitui também um diferencial de qualidade metodológica.

O instrumento construído pode servir como base para o desenvolvimento de outras investigações do mesmo tipo. Como cada unidade possui características físicas e operacionais próprias serão sempre necessárias adaptações para exclusão de fontes que, embora relatadas na literatura, não estejam presentes, e inclusão de outras, específicas da unidade onde se pretende realizar a identificação. Neste trabalho observou-se no início da investigação que seria preciso registrar os ruídos provenientes da realização de atividades no balcão central de trabalho. Esta é uma fonte específica da unidade avaliada e os resultados mostraram que os ruídos provenientes da mesma contribuem significativamente para o nível sonoro da unidade.

O tamanho das amostras de eventos sonoros identificados, de NPS registrados e a metodologia empregada na análise destas garantem a consistência necessária para afirmar que na unidade estudada a conversação é a fonte mais significativa, seguida pelos os alarmes dos aparelhos de suporte vital e pelo choro dos recém-nascidos.

Os achados da avaliação dos níveis sonoros apontam para a necessidade de se adotar estratégias para diminuí-los e controlá-los. Fontes significativas de ruído precisam ser objeto de análise para determinar possibilidades de modificação, incluindo avaliação de custo, das implicações para a prática e de outras barreiras.

A necessidade de tornar o ambiente das UN mais favorável ao neurodesenvolvimento dos neonatos inclui a adequação dos níveis sonoros (Laudert et al., 2007), conduzindo a busca por intervenções capazes de diminuí-los. Essas intervenções podem ser divididas em duas vertentes, uma relacionada ao fator humano envolvendo basicamente mudanças comportamentais estimuladas por programas de treinamento (Graven, 2000), e a outra relacionada à estrutura física das unidades, englobando características arquitetônicas e o uso de revestimentos apropriados para tratamento acústico (*Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design*, 2007).

A maior parte das fontes identificadas neste estudo e corroboradas pelos achados de outros autores está relacionada ao comportamento e as atitudes da equipe de profissionais. Além de a conversação gerar níveis intensos de pressão sonora, a programação dos alarmes para soarem de forma elevada, demora no seu atendimento quando acionados, bem como o manejo brusco de materiais, equipamentos e mobiliário contribuem para intensificá-los ainda mais. Serviços que empregaram como estratégia programas de treinamento envolvendo discussão dos níveis sonoros e conscientização da equipe sobre mudanças comportamentais necessárias, conseguiram diminuí-los (Johnson, 2003; Thear e Wittmann-Price, 2006; Thomas, 2007).

A análise dos resultados e as observações feitas durante o trabalho de campo nos levam a pensar na possibilidade de mais uma vertente, relacionada ao uso da tecnologia, que pode contribuir para diminuição dos níveis sonoros. Monitores são programados para emitirem sons intermitentes a intervalos periódicos regulares, além do alarme sonoro nos momentos em que ocorrem alterações nos parâmetros vitais. Oxímetros de pulso cujos sensores apresentam uma captação deficiente do sinal muitas vezes alarmam sem que os níveis de saturação de oxigênio ou a frequência cardíaca do RN estejam realmente alterados. A fragilidade dos cabos dos sensores dos berços de calor radiante faz com que alguns destes leitos sejam usados sem acionamento do sistema de autocontrole de temperatura o que provoca constantes disparos do seu mecanismo de alarme. Esses aspectos levam aos seguintes questionamentos: as pessoas usam um tom de voz mais elevado para conseguirem se comunicar adequadamente? Os acionamentos frequentes dos alarmes sem necessariamente significarem alterações que necessitem de atendimento levam a sua banalização e demora no atendimento?

6.6 Referências Bibliográficas

Chang YJ, Lin CH, Lin LH. Noise and related events in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Taiwan* 2001; 42 (4): 212-7.

Chang YJ, Pan YJ, Lin YJ, Chang YZ, Lin CH. A noise – sensor light alarm reduces noise in the newborn intensive care unit. *Am J Perinatol* 2006; 23 (5): 265-71.

Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of seventh census conference on newborn ICU design; 2007. <http://www.nd.edu/~nicudes/> (acessado em 06/Nov/2008).

Evans JB, Philbin MK. Facility and operations planning for quiet hospital nurseries. *J Perinatol*.2000; 20 Suppl: 105-112.

Graven S N. Sound and the developing infant in the NICU: Conclusions and recommendations for care. *J Perinatol* 2000; 20 Suppl: 88-93.

Gray L., Philbin MK. Measuring sound in hospital nurseries. *J Perinatol* 2000; 20 Suppl: S 99-103.

Holsbach L , De Couto JA, Godoy PCC. Avaliação dos níveis de ruído ocupacional em unidades de tratamento intensivo [internet]. Proceedings; 23-25 maio 2001; Cuba. II Congresso Latino de Engenharia Biomédica. (acessado em 16/Abr/2006).

Ichisato S.M. Ruído em unidade de cuidado intensivo neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2004.

Ichisato SMT, Scochi CGS. Ruídos na unidade de cuidado intensivo neonatal durante as passagens de plantão (enfermagem e/ou médica) e visita médica. *Ciência Cuidado e Saúde* 2006; 5 Suppl: 127- 133.

Johnson A. Adapting the neonatal intensive care environment to decrease noise. *J Perinat Neonatal Nurs* 2003; 17 (4): 280-8.

Kakehashi TY, Pinheiro EM, Pizzaro G, Guilherme A. Nível de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal. *Acta Paul Enferm* 2007; 20 (4): 404-9.

Krueger C, Schue S, Parker L. Neonatal intensive care unit sound levels before and after structural reconstruction. *MCN Am J Matern Child Nurs* 2007; 32 (6): 358-62.

Laroche C, Fournier P. Study of noise levels in a neonatal intensive care units [Conferência] 1998. <http://viola.usc.edu/paper/acoustic> (acessado em 28/Mar/2006).

Laudert S, Liu WF, Blackington S, Perkins B, Martin S, MacMillan-York E et al. Physical Environment Exploratory Group Implementing potentially better practices to support the neurodevelopment of infants in the NICU. *J Perinatol* 2007; 27(Supp1): S75-S93

Nzama NPB, Nolte AGW, Dörfling CS. Noise in a neonatal unit: guidelines for the reduction or prevention of noise. *Curationis* 1995; 18 (2): 16-21.

Philbin MK. Planning the acoustic environment of a neonatal intensive care unit. *Clin Perinatol* 2004; 31: 331-52.

Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Contribution of heating, ventilation and air conditioning airflow and conversation to the ambient sound in a neonatal intensive care unit. *J Perinatol* 1999; 19 (5): 362-6.

Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Peak noise distribution in the neonatal intensive care nursery. *J Perinatol* 1998; 18 (5): 361-4.

Thear G, Wittmann-Price RA. Project noise buster in the NICU. *AJN Am J Nurs* 2006; 106 (5): 64AA-64EE.

Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs* 1989; 14 (4): 249-5.

Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs* 2007; 32: 250-3.

Williams AB, Drongelen Wvan, Lasky RE. Noise in contemporary neonatal intensive care. *J Acoust Soc Am* 2007; 121 (5): 2681-90.

Considerações Finais

Proporcionar aos RN de risco condições que contribuam para aumentar as possibilidades de uma vida futura com maior qualidade, constitui hoje um dos maiores desafios no campo da neonatologia. Este inclui além de aspectos relacionados à assistência clínica, questões ligadas ao ambiente das UN a fim de torná-lo o mais favorável ao neurodesenvolvimento das crianças, particularmente dos prematuros.

A estimulação sonora presente nesses locais certamente está entre estas questões, sendo uma das que primeiro chamou a atenção e sobre a qual diversos estudos foram realizados. Os resultados mostram que uma grande parte das UN, independente do país onde estão situadas, apresentam níveis excessivos de ruído. O cuidado neonatal incorporou inúmeros recursos tecnológicos e o mundo da alta tecnologia é ruidoso.

Transformar essa realidade não é uma tarefa fácil, já que requer mudanças culturais para as quais é preciso tempo, paciência e trabalho de equipe. A implantação de estratégias para diminuir a produção e/ou atenuar o ruído demanda mudanças no conhecimento, nas atitudes, comportamentos e nas práticas dos profissionais. Atitudes e comportamentos arraigados podem representar grandes obstáculos para a adoção de programas de intervenção.

Ao se discutir esse assunto é comum ouvir que o ruído ambiental das UN é uma consequência inevitavelmente ligada aos recursos tecnológicos utilizados no cuidado intensivo, e que até o momento ainda não foi estabelecida claramente uma relação entre exposição a esses níveis e déficit auditivo. Os tipos e níveis de ruído que causam alterações ainda não são conhecidos, assim como o grau em que estas ocorrem. Contudo, a

permanência dos neonatos nas UN é reconhecidamente um fator de risco para deficiência auditiva.

Os resultados desta pesquisa confirmaram a hipótese de que o nível de ruído na unidade avaliada é muito elevado, precisando portanto ser controlado e minimizado. Por outro lado os resultados da identificação de fontes associada à mensuração dos níveis sonoros apontam alguns caminhos.

A diminuição dos ruídos provenientes das fontes identificadas, tanto daquelas presentes em maior frequência, quanto das menos frequentes, envolve mudanças de atitude e de comportamento da equipe. É necessário diminuir o tom de voz, evitar ao máximo falar desnecessariamente nas áreas próximas aos leitos, diminuir o volume dos alarmes e atendê-los com presteza. O manuseio cuidadoso de materiais, aparelhos e mobiliário, bem como o uso de calçados que provoquem menos ruído durante o ato de caminhar, também podem tornar a unidade mais silenciosa. Discussões com a equipe que englobem os resultados obtidos neste trabalho e o estágio atual do conhecimento sobre o assunto talvez possam interferir positivamente no processo de mudança.

Os resultados da identificação mostraram ainda que a troca e lubrificação periódica das rodas dos carrinhos e dos berços, o uso de proteção de feltro nos pés de cadeiras e bancos, a instalação de válvulas nas saídas da rede de gases e a mudança do local do telefone são ações simples e de baixo custo que devem ser adotadas.

Observações feitas durante o trabalho de campo, associadas à análise dos resultados, nos levaram a discutir que aspectos ligados ao uso adequado da tecnologia podem estar relacionados aos níveis sonoros obtidos. Nesse

questo a unidade estudada apresenta algumas particularidades. A programação dos monitores multiparamétricos inclui, além do acionamento de alarme nos momentos em que ocorrem alterações nos parâmetros vitais, a emissão de sons intermitentes a intervalos periódicos regulares. O quantitativo médio de aparelhos desse tipo em funcionamento faz com que esses ruídos, embora classificados como operacionais se transformem em ruído de fundo da unidade. O uso continuado dos sensores dos oxímetros de pulso sem a sua adequada reposição prejudica a captação do sinal, fazendo com que esses aparelhos alarmem muitas vezes, sem que os níveis de saturação de oxigênio ou a frequência cardíaca do RN estejam realmente alterados. A fragilidade dos cabos dos sensores dos berços de calor radiante provoca constantes disparos do seu mecanismo de alarme.

Em relação à adequação da tecnologia sugere-se: avaliar a possibilidade de modificar a programação dos monitores multiparamétricos; levantar o custo de reposição periódica dos cabos dos oxímetros de pulso e buscar os recursos financeiros necessários junto às instâncias administrativas; fazer contato com o fabricante dos berços de calor radiante para discutir a possibilidade de aperfeiçoamento dos cabos com os sensores para controle da temperatura.

Apesar da unidade ter sido construída mais recentemente o seu *design* foi planejado sob a ótica da vigilância, do aproveitamento de espaço e do controle de infecções, que por sua vez influenciou na escolha de materiais para revestimento de superfícies com grande capacidade de reverberação. Todos esses aspectos contribuem para aumentar o nível do ruído. Reformas maiores que tornem o *design* mais adequado incluem a separação das áreas assistenciais com acessos independentes a cada uma delas, o afastamento

dos locais de atividades e reunião da equipe das áreas assistenciais e o uso de revestimentos para tratamento acústico. Essas mudanças estruturais têm um custo elevado e demandam planejamento e execução de longo prazo. Inicialmente poderiam ser feitas modificações menores como a colocação de uma divisória para separar a área de reunião da equipe médica da área intermediária, e a mudança dos acessos ao depósito de material e a da sala de preparo de medicamentos.

Dando continuidade as atividades de pesquisa os dados colhidos e os bancos já montados permitem que sejam feitos estudos de modelagem tendo as fontes de ruído como variáveis independentes e os NPS como variável resposta. A implantação das intervenções sugeridas vai requerer uma avaliação posterior dos níveis sonoros para verificar a sua efetividade. O conhecimento adquirido com esse trabalho proporciona uma base sólida para o desenvolvimento de uma linha de pesquisa que investigue também os níveis sonoros nas incubadoras e os seus efeitos sobre os neonatos.

Finalizando, por se tratar de um hospital universitário não se pode deixar de considerar o seu papel na formação de novos profissionais. É de fundamental importância que alunos e residentes aprendam que o ambiente no qual os RN são mantidos durante o seu tratamento precisa também ser terapêutico.

Referências Bibliográficas

American Academy of Pediatrics (AAP). Noise: A hazard for the fetus and newborn. *Pediatrics* 1997; 100(4): 724-7.

American Academy of Pediatrics. Newborn and Infant Hearing Loss: Detection and Intervention. *Pediatrics* 1999; 103(2): 527-30.

Anagnostakis D, Petmezakis J, Messaritakis J, Matsaniotis N. Noise pollution in neonatal units: A potential health hazard. *Acta Paediatr Scand* 1980; 69(6): 771-3.

Ardura J, Andrés J, Aldana J, Revilla MA, Cornélissen G, Halberg F. Computer analysis of environmental temperature, light and noise in intensive care: Chaos or chronome nurseries? *Med Hypotheses* 1997; 49: 191-202.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10151-Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade (2000).

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10152-Avaliação do ruído para o conforto acústico (1987).

Bartko JJ, Carpenter WT. On the methods and theory of reliability. *J Nerv Ment Dis* 1976; 163(5): 307-17.

Benini F, Magnavita V, Lago P, Arslan E, Pisan P. Evaluation of noise in the neonatal intensive care unit. *Am J Perinatol* 1996; 13(1): 37-41.

Berglund B, Linvall T, Schwela DH (eds). Guidelines for Community Noise. Noise sources and their measurement. World Health Organization 1999; <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> (acessado em 10/Ago/2005).

Blennow G, Svenningsen NW, Almquist B. Noise levels in infant incubators: Adverse effects? *Pediatrics* 1974; 53(1): 29-32

Brandon DB, Ryan DN, Barnes AH. Effect of environmental changes on noise in the NICU. *Neonat Netw* 2007; 26 (4): 213-8.

Byers JF, Waugh WR, Lowman LB. Sound level exposure of high-risk infants in different environmental conditions. *Neonat Netw* 2006; 25 (1): 25-32

Carvalho A, Pereira LF. Ruído em incubadoras e unidades de cuidados intensivos em neonatologia [internet]. Proceedings; 4-8 abr 1998; Florianópolis. I Congresso Ibero-Americano de Acústica; 1998. <http://paginas.fe.up.pt>. (acessado em 14/Abr/2006).

Chang YJ, Lin CH, Lin LH. Noise and related events in a neonatal intensive care unit. *Acta Paediatr Taiwan* 2001; 42(4): 212-7.

Chang YJ, Pan YJ, Lin YJ, Chang YZ, Lin CH. A noise – sensor light alarm reduces noise in the newborn intensive care unit. *Am J Perinatol* 2006; 23 (5): 265-71.

Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of fifth census conference on newborn ICU design; 2002. <http://clinicalresearchplanning.ucsf.edu/> (acessado em 12/June/2005).

Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design. Report of seventh census conference on newborn ICU design; 2007. <http://www.nd.edu/~nicudes/> (acessado em 06/Nov/2008).

Elander G, Hellström G. Reduction of noise levels in intensive care units for infants: Evaluation of an intervention program. *Heart & Lung* 1995; 24 (5): 376-9.

Espírito Santo, N. Calibração de audiômetros utilizando instrumentação baseada em conversões A/D e D/A Ruído em unidade de cuidado intensivo [Dissertação de Mestrado]. Rio de Janeiro (RJ): Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro; 2003.

Evans JB, Philbin MK. Facility and operations planning for quiet hospital nurseries. *J Perinatol* 2000; Suppl 20: 105-12.

Fernandes JC. Acústica e Ruídos. Apostila do curso de pós –graduação em engenharia mecânica- Faculdade de Engenharia da UNESP. São Paulo: 2002. <http://www.audicenter.com.br/uploads/docs/Acustica1.html> (acessado em 25/Set/2005).

Frota S. Fundamentos em Fonoaudiologia-Audiologia. São Paulo: Guanabara Koogan; 1998.

Gädeke R, Döring B, Keller F, Vogel A. The noise level in a childrens hospital and the wake-up threshold in infants. *Acta Paediatr Scand* 1969; 58: 164-70.

Gädeke R, Petersen P, Liddle IW. Studies on noise stress caused by infant incubators. *Monatsschr Kinderheilkd* 1979; 127(3): 144-8. German.

Graven S N. Sound and the developing infant in the NICU: Conclusions and recommendations for care. *J Perinatol* 2000; Suppl 20: 88-93.

Gray L, Philbin MK. Measuring sound in hospital nurseries. *J Perinatol* 2000; Suppl 20: 99-103.

Gorski PA. Developmental intervention during neonatal hospitalization-critiquing the state of the science. *The Pediatrics Clinics of North America* 1991; 38 (6): 1469-79

Guimarães H, Oliveira AM, Spratley J, Mateus M, d' Orey C, Coelho JL, et al. Le bruit dans une unité de soins intensifs néonataux. *Arch Pédiatr* 1996; 3: 1065-8.

Hsu PH. Análise de Fourier. Rio de Janeiro: Editora LCT; 1973.

Holsbach L , De Couto JA, Godoy PCC. Avaliação dos níveis de ruído ocupacional em unidades de tratamento intensivo [internet]. Proceedings; 23-25 maio 2001; Cuba. II Congresso Latino de Engenharia Biomédica. <http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00208.pdf> (acessado em 16/Abr/2006).

Ichisato S.M. Ruído em unidade de cuidado intensivo neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo; 2004.

Ichisato SMT, Scochi CGS. Ruídos na unidade de cuidado intensivo neonatal durante as passagens de plantão (enfermagem e/ou médica) e visita médica. Ciênc Cuidado Saúde 2006; Suppl 5: 127-33.

Johnson A. Adapting the neonatal intensive care environment to decrease noise. J Perinat Neonat Nurs 2003; 17(4): 280-8.

Johnson A. Neonatal response to control of noise inside the incubator. Pediatr Nurs 2001; 27(6): 600-5.

Joint Committee on Infant Hearing Year 2007 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Intervention Programs. Pediatrics 2007; 120 (4): 898-921

Kakehashi TY, Pinheiro EM, Pizzaro G, Guilherme A. Nível de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal. Acta Paul Enferm 2007; 20 (4): 404-9.

Kent W, Tan AKW, Clarke MC, Bardell T. Excessive noise levels in the neonatal ICU: Potential effects on auditory system development. J Otolaryngol 2002; 31(6): 355-60.

Krueger C, Schue S, Parker L. Neonatal intensive care unit sound levels before and after structural reconstruction. MCN Am J Matern Child Nurs 2007; 32 (6): 358-62.

Krueger C, Wall S, Parker L, Nealis R. Elevated sound levels within a busy NICU. Neonat Netw 2005; 24 (6): 33-7.

Laroche C, Fournier P. Study of noise levels in a neonatal intensive care units 1998. <http://viola.usc.edu/paper/acoustic> (acessado em 28/Mar/2006).

Laroche C, Fournier P. Study of noise levels in a neonatal intensive care units. [Conferência] 1998. <http://viola.usc.edu/paper/acoustic> (acessado em 28/Mar/2006).

Laudert S, Liu WF, Blackington S, Perkins B, Martin S, MacMillan-York E et al. Physical Environment Exploratory Group Implementing potentially better practices to support the neurodevelopment of infants in the NICU. J Perinatol 2007; 27 (1 Suppl): 75-S93

Laura P, Lamalfa S, Besendo AR, Alvarez R. Los ruidos em neonatologia: Riesgos y precauciones. Arch Arg Pediatr 1986; 84: 243-8.

Levy GD, Woolston DJ, Browne JV. Means noise amounts in level II vs level III neonatal intensive care units. Neonat Netw 2003; 22(2): 33-8.

Long JG, Lucey JF, Philip AGS. Noise and hypoxemia in the intensive care nursery. Pediatrics 1980; 65(1): 143-5.

Morris BH, Philbin MK, Bose C. Physiological effects of sound on the newborn. J Perinatol 2000; Suppl 20: 54-9.

Nepomuceno LX. Acústica. São Paulo: Edgar Blucher; 1977.

Nogueira MFH, Piero KC, Ramos EG, Souza MN, Peixoto MVM. Mensuração de ruído sonoro em unidades neonatais e incubadoras com recém-nascidos: Revisão sistemática de literatura (in press)

Nzama NPB, Nolte AGW, Dörfling CS. Noise in a neonatal unit: Guidelines for the reduction or prevention of noise. Curationis 1995; 18(2): 16-21.

Parrado M, Costa AO Filho. O berçário de alto risco e o ruído das incubadoras. Pró-Fono 1992; 4(1): 31-4.

Philbin MK, Gray L. Changing Levels of Quiet in an Intensive Care Nursery. J Perinatol 2002; 22(6): 455-60.

Philbin MK. Planning the acoustic environment of a neonatal intensive care unit. Clin Perinatol 2004; 31: 331-52.

R Development Core Team, 2009. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, ISBN 3-900051-07-0, <http://www.R-project.org> (acessado em setembro de 2009).

Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Contribution of heating, ventilation and air conditioning airflow and conversation to the ambient sound in a neonatal intensive care unit. J Perinatol 1999; 19(5): 362-6.

Robertson A, Cooper-Peel C, Vos P. Peak noise distribution in the neonatal intensive care nursery. J Perinatol 1998; 18 (5): 361-4.

Robertson A, Kohn J, Vos P, Cooper-Peel C. Establishing a noise measurement protocol for neonatal intensive care units. J Perinatol 1998; 18 (5): 126-30

Rodarte MDO, Scochi CGS, Leite AM, Fujinaga CI, Zamberlam NE, Castral TC. O ruído gerado durante a manipulação das incubadoras: Implicações para o cuidado de enfermagem. Rev Latino-am Enfermagem 2005; 13(1): 79-85

Rodarte MDO. Exposição e reatividade do prematuro ao ruído intenso durante o cuidado em incubadora [Tese de Doutorado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP; 2007.

Saraiva C.A. Fatores físico-ambientais e organizacionais em uma unidade de terapia intensiva neonatal: Implicações para a saúde do recém-nascido [Dissertação de Mestrado Profissional]. Porto Alegre (RS): Escola de Engenharia/UFRGS; 2004.

Saunders A. Incubator noise: A method to decrease decibels. *Pediatr Nurs* 1995; 21 (3): 265-8.

Souza HMMR. Análise experimental dos níveis de ruído produzido por peça de mão de alta rotação em consultórios odontológicos: Possibilidade de humanização do posto de trabalho do cirurgião dentista [Tese de Doutorado]. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública-Fundação Oswaldo Cruz; 1998.

Streiner DL, Norman GR. *Health Measurement Scale: A practical guide to their development and use*. 3th.ed. Oxford: Oxford University Press; 2003. 283 p.

Thear G , Wittmann-Price RA. Project noise buster in the NICU. *AJN Am J Nurs* 2006; 106 (5): 64AA-64EE.

Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs* 2007; 32: 250-3.

Thomas K. How the NICU environment sounds to a preterm infant. *MCN Am J Matern Child Nurs* 1989; 14 (4): 249-5.

Tiensoli LO, Goulart LMHF, Resende LM, Colosimo EA. Triagem auditiva em hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: deficiência auditiva e seus fatores de risco em neonatos e lactentes. *Cad Saúde Pública* 2007; 23(6): 1431-1441.

Uchoa NT, Procianoy RS, Lavinsky L, Sleifer P. Prevalência de perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. *J Pediatr (Rio J)* 2003; 79 (2): 123-8.

Vietor KW, Manzke H. Development of noise and decrease of noise in intensive – care deirces. *Monatsschr Kinderheilkd* 1997; 125(5): 439-40. German.

WHO: Regional Office for Europe. Quantifying burden of disease from environmental noise: Second technical meeting report World Health Organization 2007. <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environmental-health/noise.html> (acessado em 15/Dez/2009).

Williams AB, Drongelen Wvan, Lasky RE. Noise in contemporary neonatal intensive care. *J Acoust Soc Am* 2007; 121(5): 2681-90.

Williams AL, Sanderson M, Lai D, Selwyn BJ, Lasky RE. Intensive care noise and mean arterial blood pressure in extremely low-birth-weight neonates. *Am J Perinatol* 2009; 26 (5): 323-329.

World Health Organization (WHO). Guidelines for Community Noise. Noise sources and their measurement 1999. <http://www.who.int/docstore/peh/noise/guidelines2.html> (acessado em 10/Ago/2005).

Zahr L, Balian S. Responses of premature infants to routine nursing interventions and noise in the NICU. *Nurs Res* 1995; 44(3): 179-85.

Zahr L. Two contrasting NICU environments. *MCN Am J Matern Child Nurs* 1998; 23: 28-36

Zahr LK, Traversay J. Premature infant responses to noise reduction by earmuffs: Effects on behavioral and physiologic measures. *J Perinatol* 1995; 15(6): 448-55.

Zamberlan NE. Ruído na unidade de cuidado intermediário neonatal de um hospital universitário de Ribeirão Preto – SP [Dissertação de Mestrado]. Ribeirão Preto (SP): Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP; 2006.

Apêndice 1 – Notas Metodológicas

O método empregado para a mensuração do nível sonoro na UN foi baseado nas normas brasileiras (ABNT, 1987; ABNT, 2000) e numa revisão sistemática dos estudos publicados que realizaram a mesma tarefa (Cap 4 Artigo1). Esta última possibilitou também reconhecer quais e como foram identificadas as principais fontes emissoras de ruídos de média e alta frequência presentes no ambiente das UN.

a) Determinação das áreas onde a mensuração foi realizada e dos locais de colocação do microfone

Os níveis sonoros das UN podem ser compostos por ruídos provenientes de áreas externas próximas, principalmente se estes forem muito intensos (Evans e Philbin, 2000), situação na qual é indicado medir externamente aos limites do local que contém as fontes (ABNT, 2000). A unidade onde o estudo foi desenvolvido fica localizada em um prédio independente do hospital, com pouca presença de ruídos intensos nas áreas externas próximas, sendo a medição feita apenas em suas dependências internas. Entre estas foram selecionadas as áreas de atendimento, uma vez que se desejava conhecer a intensidade do ruído nos locais aonde os recém-nascidos permanecem.

A realização da mensuração no ponto central da unidade é utilizada em diversos trabalhos, contudo, esta opção pode gerar alguns problemas. Em áreas físicas grandes a medida no ponto central pode ser menos representativa. As diferentes fontes de ruído em geral não se encontram distribuídas de forma equidistante em relação ao ponto central. O tipo de material usado no revestimento de parede, piso e teto devido as suas

propriedades de reflexão do som muitas vezes contribuem para que a distribuição dos níveis sonoros seja desigual (Robertson et al., 1998a).

Embora a unidade seja subdividida em áreas assistenciais distintas, de acordo com as características da clientela, estas fazem parte de um salão único com separação parcial, feita por meia parede de concreto com uma estante vazada sobreposta. Pelas razões expostas realizar a medida apenas no ponto central deste salão amplo, poderia não proporcionar uma adequada captação do nível sonoro global da unidade. De acordo com Robertson et al. (1998a) o tamanho da área é um fator que precisa ser considerado ao serem estabelecidas as estratégias de mensuração. Se a unidade é muito grande, o método de amostragem por áreas deve ser a estratégia de preferência. Assim optou-se por medir o nível do ruído sonoro nas três áreas assistenciais. As dimensões físicas de cada uma delas foram aferidas por uma arquiteta que também realizou os cálculos necessários para determinar a localização dos três pontos centrais.

Para evitar interferências na captação do sinal sonoro é indicado que o microfone seja mantido a uma distância de no mínimo 1m do chão, paredes, teto e demais anteparos (ABNT, 2000). No ambiente das UN essa é uma exigência difícil de ser cumprida, em função dos inúmeros equipamentos e do mobiliário presentes. Na unidade avaliada, além de manter a distância exigida entre os anteparos, o microfone precisaria estar localizado no ponto central de cada uma das áreas. Uma possibilidade, para contemplar esses dois aspectos, seria colocá-lo em um móvel especialmente projetado para essa finalidade. Contudo, a sua permanência no centro das áreas interferiria na circulação dos profissionais, além de expor o equipamento a avarias por queda. Optou-se

então pela colocação do microfone suspenso no teto, no ponto central das três áreas, onde foi afixado um gancho de metal. Além de medir a distância do microfone em relação às paredes, prateleiras e estantes, foi verificado se os aparelhos com maior altura poderiam colidir com este equipamento quando deslocados pela unidade. Como o teto é rebaixado, observou-se que seria necessário manter o microfone a uma distância de 70cm do mesmo, para impedir que os berços de calor radiante e os aparelhos radiológicos portáteis atingissem esse dispositivo e interferissem na gravação.

As condições anteriores foram fundamentais na escolha do aparelho utilizado para captação e registro dos NPS.

b) Seleção do aparelho de medida

O aparelho selecionado além de atender a critérios técnicos precisava adequar-se as condições do ambiente. Optou-se então pela utilização de um dosímetro (Cap 3.7.1).

O modelo utilizado, Spark® 706 da Larson Davis (Utah, EUA), é capaz de medir os NPS em intervalos seqüenciais de tempo – amostras de 5s – armazenar, e calcular por integração os níveis equivalentes de pressão sonora L_{eq} , L_{min} , L_{max} (Cap 3.7.1), com o filtro de compensação A e escala temporal *slow* (Gray e Philbin, 2000). Permite também que seja empregada a medida em L_{peak} com filtro de compensação C e escala temporal *fast* ou *impulse* para identificar ruídos intensos de curtíssima duração (Gray e Philbin, 2000; Robertson et al., 1998). Além dessas medidas um histograma é construído e os diferentes percentis - L_n - calculados (Cap 3.7.1).

As características micro eletrônicas, dimensões, peso e facilidade operacional também influenciaram na escolha deste dosímetro.

c) Processo amostral

Vários são os elementos capazes de influenciar no tamanho e na escolha dos períodos de gravação: a) o tamanho dos intervalos de integração, que podem variar de 1s a 1min, configuração que vai determinar o período total de gravação do dosímetro em função da capacidade de armazenamento da memória; b) o período calendário (ano, mês, dia da semana, turnos do dia). Neste trabalho a gravação do ruído da UN foi realizada em 10 semanas - 4 na área mista, 4 na área de prematuros e 2 na área intermediária – distribuídas entre junho e novembro de 2009, que representam cerca de 20% das 52 semanas anuais. Por intenção e por problemas operacionais com o aparelho e com o sistema de transferência de dados, estas semanas se distribuíram aleatoriamente em 8 meses (36 semanas de campo). Esta aleatoriedade permitiu que fossem contornados os vieses decorrentes da sazonalidade de uma amostragem seqüencial influenciada por períodos de férias de alunos e professores, greves ou baixa taxa de ocupação.

A memória do dosímetro não trouxe restrições ao trabalho de campo e a bateria fornecia uma autonomia de gravação de 100h. A cada semana a gravação foi feita de forma contínua por dois períodos de 48h, de segunda a quarta e de quarta a sexta, e por um período de 72h, de sexta a segunda. As segundas, quartas e sextas no horário entre 9 e 10h a gravação era interrompida sendo o dosímetro retirado para troca das pilhas e realização da transferência dos dados armazenados para o computador. Também se realizava a limpeza da memória do aparelho, conferência das suas configurações e a calibração.

Na determinação dos períodos de gravação, a necessidade de sincronização do relógio do dosímetro com o relógio do computador portátil foi mais importante do que os aspectos anteriores. Esta precisava ser feita por exigência da pesquisa antes de cada sessão de identificação de fontes, e, por característica do aparelho no momento da transferência de dados.

Os resultados das gravações durante o projeto piloto evidenciaram a manhã e a tarde como os períodos mais ruidosos e o horário de almoço e a madrugada como os períodos de menor ruído. Por isto foram escolhidos para as sessões de identificação de fontes os horários - de 10:30 as 11:30h e de 13:00 as 14:00h – e os dias da semana - segundas, quartas e sextas. Desta forma procurava-se manter as mesmas circunstâncias em todas as sessões que foram realizadas por apenas um observador.

d) Aquisição do sinal sonoro

O dosímetro foi programado para calcular e registrar a intervalos de 5s os quatro tipos de NPS, citados no item b destas notas, que foram expressos em dB: L_{eq} , $L_{máx}$, L_{min} e L_{peak} . Para os três primeiros foi utilizado o filtro A e a escala temporal lenta. O L_{peak} foi medido sem filtro e sem ponderação temporal. Foi programado também para calcular a intervalos de 5min os diferentes valores de L_n (Gray e Philbin, 2000).

Estes dados eram transferidos do dosímetro para o computador portátil através do software Blaze® (Larson Davis), onde ficavam armazenados até serem lidos e gravados em arquivos do programa R versão 2.9.2 (R Development Core Team, 2009), durante a etapa de processamento e análise.

Os procedimentos operacionais empregados para a instalação do dosímetro, programação da gravação e transferência dos arquivos encontram-se detalhados no Apêndice 2.

e) Observador responsável pelo trabalho de campo

Todas as atividades de campo foram realizadas por apenas um observador que é também o autor desse material. Dessa forma sua preparação incluiu: participação no desenvolvimento de revisão sistemática sobre o assunto e elaboração de um artigo com os resultados desta; treinamento para operação do dosímetro e utilização do software associado orientado por engenheiro eletrônico; construção do instrumento de identificação de fontes; realização do estudo piloto; elaboração dos procedimentos operacionais para mensuração dos ruídos e identificação de fontes.

f) Identificação de fontes

Os estudos que identificaram fontes de ruído de média e alta frequência nas UN, em sua grande maioria, utilizaram instrumentos manuais. A dinâmica dos eventos sonoros nesses locais, ocorrência sucessiva e simultânea, aponta para a necessidade de um instrumento que permita maior agilidade dos registros. A aquisição eletrônica de dados contribui para aumentar a fidedignidade das informações e facilita o seu armazenamento, processamento e análise.

Com base nessas constatações foi elaborada uma primeira versão de um instrumento composto por dois módulos associados a um banco de dados relacional na plataforma Access® (Microsoft). O primeiro módulo (Apêndice 3 Módulo 1) foi desenhado para possibilitar o registro e armazenamento das circunstâncias presentes na UN nos momentos de realização da identificação

das fontes, além da data, hora, dia da semana e área da unidade. O desenho do segundo módulo (Apêndice 3 Módulo 2) objetivou o registro e armazenamento da ocorrência dos eventos sonoros emitidos pelas fontes identificadas na literatura e que se verificou estarem presentes na unidade, assim como de situações assistenciais rotineiras apontadas como responsáveis por aumentos nos níveis de ruído. As fontes incluídas foram: alarmes (Chang et al., 2007; Holsbach et al., 2001; Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi, 2006; Johnson, 2003; Kakehashi et al., 2007; Nzama et al., 1995; Thomas, 1989, 2007); conversação (Chang et al., 2001; Holsbach et al., 2001; Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi 2006; Kakehashi et al., 2007; Krueger et al., 2005; Nzama et al., 1995; Robertson et al. 1998, 1999); campainha de telefone (Chang et al. 2001; Nzama et al., 1995;); manuseio de gavetas, portas, armários, pias e lixeiras (Chang et al., 2001; Ichisato, 2004; Thear e Wittmann-Price, 2006); deslocamentos de cadeiras, berços, balança (Chang et al., 2001; Holsbach et al., 2001; Johnson, 2003); manuseio de material (Chang et al., 2001; Chang et al., 2006; Ichisato, 2004; Kakehashi et al 2007; Zamberlan 2006). Quanto às situações assistenciais incluiu-se: discussão de casos clínicos, trocas de plantão, urgências e admissões (Ichisato, 2004; Ichisato e Scochi 2006; Kakehashi et al., 2007; Krueger et al., 2005; Zamberlan, 2006).

Os testes dessa primeira versão realizados durante estudo piloto mostraram serem necessárias diversas modificações para aumentar a agilidade dos registros e melhorar a qualidade das informações:

- inclusão de eventos sonoros provenientes do manuseio da rede de gases e do deslocamento de pessoas, lixeiras e mesas auxiliares, que embora não referidos na literatura foram observados na UN avaliada;

- criação de variáveis para os diferentes tipos de alarme emitidos pelos equipamentos em uso na unidade – intermitentes, contínuos e da incubadora de transporte ;

- organização da disposição das variáveis na tela em 4 colunas distintas de acordo com o tipo de evento: 1) alarmes; 2) conversação, choro, situações assistenciais, grito; 3) ruídos relacionados ao manuseio de objetos e mobiliário; 4) ruídos provenientes dos deslocamentos de mobiliário e equipamentos.

O estudo piloto mostrou também ser necessário registrar todo o período de tempo durante o qual eventos sonoros contínuos ocorriam, o que permitiu uma adequada avaliação da sua contribuição e possibilitou que o observador registrasse outros eventos concomitantes. Assim para as fontes que emitiam ruído com essa característica como alguns alarmes, choro e rede de gases, criou-se a possibilidade de registrar os momentos de início e fim dos eventos.

Inicialmente pensou-se em registrar a conversação de forma dicotômica, com anotação da sua presença ou da sua ausência. Porém se assim fosse feito haveria grande possibilidade de viés dos resultados. Observou-se que esta fonte variava de intensidade, estando presente em diferentes graus, o que certamente contribuiria de forma distinta para o nível sonoro. Para a identificação dessa variável foram criadas 4 categorias de respostas, mutuamente excludentes, que possibilitaram associá-la aos seus diferentes níveis de intensidade.

Os monitores multiparamétricos em uso na UN são programados para emitirem sons de curta duração a intervalos regulares. Devido ao número de monitores em funcionamento, os eventos sonoros decorrentes são muito frequentes, assíncronos, além de apresentarem intervalos pequenos entre si.

Inicialmente tentou-se registra-los a cada vez que ocorriam, como foi feito com todos os sons intermitentes provenientes dos alarmes dos aparelhos de suporte vital. Contudo, sua elevada frequência associada ao fato de que apenas um observador efetuava os registros, fez com que fossem considerados como ruído de fundo, evitando assim que eventos provenientes de outras fontes não fossem registrados.

Na segunda tela do instrumento (Apêndice 3 Módulo 2) foi programado um campo livre, para o registro de eventos provenientes de fontes não previstas. Contudo, desde o início da investigação, foram registrados nesse local os ruídos associados a ações e atividades realizadas no balcão central de trabalho, pois se observou que mesmo não previstos estes ocorriam frequentemente. As ações e atividades incluem: bater sobre o balcão com materiais e equipamentos diversos, com o telefone ou com as mãos; usar furador ou grampeador de papel; manusear prontuários.

Nas 70 sessões realizadas, antes de iniciar a identificação de fontes propriamente dita, o quantitativo de leitos e de aparelhos em funcionamento na unidade e por área era contado e registrado no módulo 1 (Apêndice 3), além do número de profissionais escalados.

Para maior precisão dos resultados da contagem e classificação dos leitos e aparelhos observou-se que estas deveriam ser feitas em cada uma das áreas e não no balcão central de atendimento, apesar do mesmo possibilitar uma visão geral da unidade.

O quantitativo de profissionais registrado por categoria representa o número de profissionais escalados na unidade no dia em que a identificação estava sendo feita. Todavia, como a circulação de profissionais e de familiares

na unidade é muito dinâmica, imediatamente antes e depois de cada uma das sessões de identificação de fontes o número de pessoas presentes na unidade era contado e registrado, com as devidas especificações, no campo destinado a observações.

As atividades de identificação e registro dos eventos sonoros eram iniciadas nos horários estabelecidos, tendo como referência a hora marcada no relógio do computador portátil. Nesses momentos o módulo 2 (Apêndice 3) era acessado e os registros dos eventos feitos de acordo com a percepção do observador quanto ao momento da sua ocorrência.

Os procedimentos empregados para o levantamento do quantitativo de leitões, aparelhos e profissionais, e, para a identificação e registro dos eventos sonoros provenientes das diferentes fontes encontram-se descritos no Apêndice 4.

f) Análise estatística

Foram calculadas as medidas resumo de tendência central (média e mediana), de variabilidade (intervalo, desvio padrão, quartis) e verificada a distribuição de todos os NPS registrados em L_{eq} , L_{min} , L_{max} e L_{peak} . Foi utilizada a ANOVA para verificar a diferença entre as médias dos parâmetros com distribuição normal - L_{eq} , L_{min} , L_{max} - pelas co-variáveis área da unidade, turnos do dia, dias da semana.

O NPS medido em L_{peak} foi descrito da mesma forma, todavia para a análise da frequência percentual dos picos de ruído sonoro foram utilizadas três categorias de NPS: abaixo de 80 dB, entre 80 e 90 dB e acima de 90 dB (Robertson et al, 1998b).

Foi avaliada a evolução temporal mediana do L_{eq} integrado a cada 5min em todos os períodos de 24h. A exploração gráfica do L_{eq} mediano horário dos diversos períodos de gravação pretendeu identificar a associação de picos e vales dos NPS com os momentos que caracterizam a dinâmica assistencial da unidade.

Em algumas recomendações normativas os parâmetros encontram-se estabelecidos em L_{eq} horário por conseguinte os valores de L_{eq} de 5s foram transformados para valores absolutos em Pascal, para então serem transformados em L_{eq} horário. Tal procedimento possibilitou avaliar o cumprimento das normas das diferentes organizações (AAP, 1997; ABNT, 1987; Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design, 2007) em relação aos níveis máximos de ruído recomendados, pelo cálculo do percentual de amostras que se encontravam de acordo com cada uma delas.

Em relação à identificação de fontes inicialmente as circunstâncias do ambiente presentes nesses momentos (Apêndice 3 Módulo 1) foram descritas por médias e desvio padrão.

A aquisição eletrônica dos registros dos eventos sonoros em um banco de dados relacional da plataforma Access® (Microsoft) facilitou a sua sincronização com os dados de NPS extraídos do dosímetro pelo software Blaze®.

No banco de NPS com as amostras de 5s foi feito um recorte nos horários de 10:30 as 11:30h e de 13:30 as 14:30h. Estes registros foram sincronizados com as planilhas do banco de identificação de fontes. Várias etapas foram feitas para verificar a correção do processo de sincronização.

Neste novo banco sincronizado todos os dados preenchidos de forma dicotômica foram transformados em fatores. Uma primeira análise mostrou a frequência relativa de cada fonte no tempo total de trabalho de campo. Analisou-se depois a frequência relativa de cada fonte pelos dois turnos de identificação - manhã e tarde - e pelas três áreas assistenciais.

Também foi analisada a frequência relativa dos eventos (fontes emissoras) dentro das faixas de L_{peak} durante as 70h de identificação de fontes.

Os valores médios do L_{eq} de 5s foram comparados entre os diferentes níveis de conversação (silêncio, nível1, nível 2 e nível 3), quando todas as outras fontes estavam ausentes, por meio da ANOVA.

Apêndice 2 – Procedimentos operacionais para a gravação do ruído na UN

As etapas abaixo descritas referem-se aos procedimentos necessários para: calibração, instalação e troca de bateria do dosímetro; transferência dos dados da sua memória e cópia de segurança dos mesmos ao final de cada período de mensuração.

1. Calibração

A calibração do dosímetro deve ser obrigatoriamente feita, antes de cada um dos períodos contínuos de gravação, utilizando-se o calibrador Cal 150 (Larson Davis). Para a calibração inicial e para aquelas realizadas quando ocorrerem interrupção dos períodos programados para gravação, ou seja sem medição em andamento e com o aparelho desligado e o microfone desconectado, observar as instruções dos sub-itens a e b e depois do sub-item d em diante. Quando houver uma medição em andamento observar as instruções a partir do sub-item c.

a) Adaptar o microfone na parte superior do Dosímetro

- Alinhar o ponto vermelho do conector do microfone ao ponto vermelho do local de inserção desse dispositivo localizado no Dosímetro. Certificar-se que os pontos vermelhos estão adequadamente alinhados e empurrar cuidadosamente o conector do microfone.

b) Ligar o Dosímetro

- Acionar o botão *on / off*.

c) Interromper a medição em andamento.

- Pressionar no Dosímetro os botões *run/stop*, *reset* e *enter*. Observar se a tela registra apenas o nível de pressão sonora (L_{as}) sem mostrar o L_{eq} (L_{ASeq}).

d) Acessar a função calibração.

- Pressionar o botão ferramentas no teclado frontal do Dosímetro. Utilizando as setas de rolagem, procurar no *display* a função calibrar.

e) Acionar o comando de calibração e conferir o nível da mesma.

- Pressionar o botão *enter* quando a palavra *calibrate* estiver selecionada na tela (marcada com a faixa escura e as letras em branco). Observar o nível de calibração registrado que deve ser de 94dB.

f) Adaptar o microfone do Dosímetro ao calibrador

- Inserir o microfone na abertura localizada na parte inferior do calibrador.

g) Verificar o valor em dB para o qual o calibrador está ajustado.

- Observar o pino de ajuste de valor localizado na lateral do calibrador, que deve estar alinhado com o mesmo valor registrado no Dosímetro – 94dB.

h) Ligar o calibrador.

- Acionar o botão on localizado também na lateral do calibrador.

i) Iniciar a calibração.

- Pressionar o botão *enter* no teclado frontal do Dosímetro. Observar o andamento do procedimento através do círculo que vai progressivamente se formando no canto superior esquerdo do *display*. Ao término, o círculo se transforma numa marca semelhante à letra V.

j) Confirmar a calibração.

- Pressionar o botão *enter* após o término da calibração. O *display* vai mostrar a pergunta *Keep a new value?* (Manter novo valor?) seguida das palavras *yes* e *no*. Para confirmar observar se a palavra *yes* está marcada com a faixa escura e então pressionar o botão *enter*. A tela irá retornar ao sub-menu de calibração (palavra *calibrate* marcada com a faixa escura). Pressionar *reset* para retornar a tela com o registro do nível de pressão sonora (L_{as}).

2.Instalação do Dosímetro

As etapas para instalação serão realizadas no início do trabalho de campo, entre os períodos contínuos programados para gravação, e no reinício das gravações após períodos de interrupção .

a) Conferir as configurações

- Com o dosímetro ligado e conectado ao microfone conferir se as configurações para a gravação e registro dos níveis de pressão sonora, previamente ajustadas de acordo com as instruções do manual do aparelho, não foram modificadas. No teclado do aparelho pressionar a seta de rolagem para a direita e conferir se as configurações apresentadas na tela são:

Gain (ganho) – 30;

Weight (ponderação de frequência) – **A**;

Peak Weight (ponderação da medida de pico) – **U**;

Detector (integração do detector ou escala temporal) – **S**.

- Retornar a tela que mostra o nível de pressão sonora, pressionando no teclado a seta de rolagem para a esquerda.

b) Sincronizar o relógio do dosímetro com o relógio de pulso da pessoa responsável pela sua instalação

- Acessar a função *Timers* através do botão ferramentas. Observar a hora registrada e conferir com a que está registrada no relógio do responsável pela instalação do aparelho. Caso haja diferença, esperar um momento com minuto cheio, sem o marcador de segundo ter iniciado, por exemplo 14:10 ou 15:20h, e acertar a hora do relógio de pulso de acordo com o relógio do dosímetro.

c) Colocar a capa protetora e o dispositivo de segurança

d) Ajustar a altura do fio do microfone

- Prender o fio desse dispositivo ao dosímetro com um elástico, de forma que o ponto previamente marcado fique alinhado com a extremidade inferior do aparelho.

e) Preparar a instalação

- Colocar uma escada embaixo do gancho de metal preso no teto da área onde será realizada a mensuração.

f) Iniciar a gravação e colocar o aparelho no teto.

- Subir na escada, acionar o botão *run* imediatamente antes de colocar o Dosímetro no gancho, e verificar o horário que o botão foi acionado. Certificar-se do início da gravação observando o display do aparelho que deverá mostrar um gráfico de barras na sua parte superior e o registro do L_{eq} .

- Colocar o dosímetro no gancho afixado no teto utilizando para isso a alça de cabo de aço do dispositivo de segurança.

g) Conferir a distância entre a ponta do microfone e o teto.

- Ainda na escada e com o auxílio de uma trena confirmar a distância entre o teto e a extremidade distal do microfone que deve ser de 70 cm. Ao término dessa conferência verificar o horário.

3. Troca de bateria

A troca de bateria deve ser realizada entre cada um dos períodos programados para gravação – 72h e 48h -, imediatamente antes da transferência dos dados armazenados na memória do dosímetro para o computador portátil.

a) Retirar o Dosímetro do gancho instalado no teto e interromper a gravação em andamento.

- Acionar os botões *run/off*, *reset* e *enter*, imediatamente após a retirada do aparelho do gancho.

b) Observar o horário exato da retirada do aparelho e da interrupção da gravação.

- Usar obrigatoriamente o mesmo relógio utilizado no momento de instalação do aparelho.

c) Desligar o Dosímetro

- Acionar o botão *on / off*.

d) Retirar o microfone

e) Retirar o dispositivo de segurança e a capa protetora.

f) Remover a tampa do compartimento de pilhas localizada na parte posterior do dosímetro

- Deslizar a trava da tampa para baixo, no sentido oposto ao microfone. Apertar as laterais da tampa e puxá-la para cima e para baixo, com movimentos cuidadosos a fim de não danificar as travas da parte inferior da tampa que se encaixam na parte inferior do aparelho.

g) Retirar as pilhas novas da embalagem.

h) Remover as pilhas e substituir por novas.

- Essa ação deve ser executada num tempo máximo de 2 minutos, a fim de manter na memória do aparelho as gravações já feitas.

i) Recolocar a tampa e fechar o compartimento de pilhas.

- Encaixar as travas inferiores da tampa no dosímetro, fechá-la e mover a aba corredeira para sua posição original.

j) Aguardar o tempo necessário para a reativação da memória e sistema durante o qual o aparelho também é ligado automaticamente

k) Recolocar o microfone.

- Alinhar o ponto vermelho do conector do microfone ao ponto vermelho do local de inserção desse dispositivo localizado no Dosímetro. Certificar-se que os pontos vermelhos estão adequadamente alinhados e empurrar cuidadosamente o conector do microfone.

l) Recolocar a capa protetora e o dispositivo de segurança.

- Certificar-se que o cabo de aço do dispositivo de segurança está sendo usado com uma extensão de 20 cm.

m) Instalar o dosímetro.

- Seguir as instruções de instalação já descritas no item 2.

4. Transferência dos dados do Dosímetro para o computador

Entre cada um dos períodos programados para gravação –72h e 48h-, ou ao término de qualquer um deles quando houver necessidade de interrupção da gravação, os dados armazenados na memória do dosímetro devem ser transferidos para um computador portátil .

a) Retirar o Dosímetro do gancho, interromper a gravação em andamento e trocar a bateria

- Seguir os procedimentos descritos no item 3

b) Preparar a conexão entre o Dosímetro e o computador portátil

- Utilizando um cabo para comunicação serial, conectar a sua extremidade usb na porta localizada na parte posterior superior esquerda do computador. Conectar a extremidade serial do mesmo cabo ao dispositivo infravermelho (IR) Jeteye PC. Colocar o Dosímetro em frente ao dispositivo IR, alinhando o sinal representativo de ondas sonoras, marcado na parte superior do aparelho, com a seta transparente existente no dispositivo IR.

c) Estabelecer conexão entre o Dosímetro e o computador portátil

- Na área de trabalho do computador abrir o software Blaze. Na barra de ferramentas do software acionar opções e em seguida conexão. Nas caixas de rolamento que aparecem na tela, selecionar o tipo de aparelho – Spark - e a porta de comunicação – com4. Confirmar essas opções. Novamente na barra de ferramentas do Blaze acionar o botão conectar e aguardar o aviso confirmando o estabelecimento da conexão.

d) Sincronizar os relógios do Dosímetro e do computador.

- Após o estabelecimento da conexão se os relógios do computador e do Dosímetro não estiverem em sincronia aparecerá uma tela perguntando se a sincronização é necessária.

- Confirmar a sincronização antes do descarregamento dos dados.

- Acionar o botão configurar relógio e a opção sincronizar.

- Conferir se a sincronização foi feita observando se o horário registrado nos campos hora do instrumento e hora do computador é o mesmo

e) Transferir os dados do Dosímetro para o computador e identificar o arquivo da gravação

- Iniciar a transferência acionando a função *download* na tela denominada gerenciador do instrumento que é aberta automaticamente após o estabelecimento da conexão.

- Marcar na tela pequena que aparece em seguida a opção adicionar informações gerais da gravação. Preencher os campos solicitados com as informações que identificam as gravações dos arquivos que estão sendo transferidos. Consultar o diário de campo e seguir o seguinte padrão:

Campo 1 Usuário – nome do responsável pela operação do aparelho;

Campo 2 Local / Empresa – Sigla do hospital, da unidade e nome da área assistencial onde a mensuração foi realizada – HUPE UN terciária mista/ terciária prematuros/ intermediária .

Campo 3 Descrição do serviço – deverá conter a indicação da área assistencial da unidade onde a mensuração foi realizada, seguida do período de duração no formato - ano.mês.dia de início-dia de término.Para identificar as áreas usar as abreviações: MAMIS para área mista; MAPRE para área de prematuros; MAINT para a área intermediária

Ex:1) MAMIS2009.07.15-17 Indica que o arquivo contém os dados da gravação realizada na área mista da unidade no período de 15 a 17 de julho de 2009.

2) MAPRE2009.08.14-17 Indica que o arquivo contém os dados da gravação realizada na área de prematuros da unidade no período de 14 a 17 de agosto de 2009.

3)MAINT2009.09.13-15 Indica que o arquivo contém os dados da gravação realizada na área intermediária da unidade no período de 13 a 15 de setembro de 2009.

- Acionar o botão iniciar *download*.

- Aguardar o término da transferência dos arquivos que é confirmada através de uma mensagem.

- Em seguida o *software* irá mostrar o relatório resumido dos resultados da mensuração do primeiro arquivo. Quando forem transferidos vários arquivos de gravação, o resumo de cada um deles poderá ser acessado na barra de rolamento localizada imediatamente acima do resumo do primeiro arquivo. Além do número de ordem, cada um será especificado pelo dia de início e término da gravação. Conferir com as informações registradas no diário de campo de gravação dos níveis de pressão sonora.

f) Armazenar o arquivo no formato do *software* e em outro formato que possibilite posteriormente a leitura por pacote estatístico

- Após o *download* os arquivos transferidos devem ser armazenados na memória do computador no formato do *software*, utilizando a função salvar (disquete) na barra de ferramentas. Optar por salvar todos os arquivos transferidos e nomear da mesma maneira que foi feita na descrição do serviço.

- Ao fechar a tela com o resumo do relatório do primeiro arquivo de gravação aparecerá outra tela perguntando se a memória do Dosímetro deve ser esvaziada. Informar que não, pois essa função só deve ser executada após o arquivo ser exportado para armazenamento no computador em outro formato, estando incluído no mesmo os dados com o histórico do tempo da gravação- relatório com a discriminação de cada um dos valores medidos a intervalos de 5s.

- Abrir o arquivo que foi salvo no formato do *software* Blaze.

- Na barra de ferramentas do gerenciador do instrumento acessar a função exportar dados.

- Na tela correspondente a essa função marcar as seguintes opções: exportar todos, sintético dos resultados, dados do histórico, dados, estatísticas, arquivo Ln.

- Acionar o botão com três pontos situado ao lado do campo para nomear o arquivo de saída, e nomeá-lo do mesmo modo já feito na etapa de transferência. Esta ação possibilitará salvar o relatório com todos os dados da gravação no formato texto, em uma pasta de arquivo do computador denominada pasta NPS Ambiente.

- Aguardar a exportação, abrir a pasta NPS Ambiente, conferir se o arquivo exportado encontra-se na pasta e abri-lo para checar se o relatório está completo.

g) Limpar a memória do dosímetro

- Interromper a conexão , fechar o software e limpar a memória do dosímetro utilizando para isso a função correspondente que pode ser acessada através do botão ferramentas no *display* do aparelho.

h) Fazer cópia de segurança dos arquivos

- Abrir a pasta NPS ambiente , copiar o arquivo nos formatos blaze e texto e transferi-lo para o cartão de memória destinado a essa finalidade.

i) Efetuar os registros pertinentes no diário de campo

- Imediatamente após a instalação do dosímetro (inicial, entre os períodos contínuos de gravação, ou por ocasião de nova instalação após interrupção destes) registrar na folha correspondente a semana de gravação: a data; o número do dia de mensuração (primeiro,segundo);o dia da semana; a área assistencial da unidade onde a gravação está

sendo feita; os procedimentos realizados (calibração, conferência das configurações); os horários de início da gravação (acionamento do botão run) e da colocação do dosímetro no teto; intercorrências durante a execução desses procedimentos

- Imediatamente após a retirada para troca de pilhas e transferência dos dados registrar: a data; a área assistencial onde a mensuração está sendo realizada; o horário de retirada do aparelho e de interrupção da mensuração; os procedimentos realizados (interrupção da gravação, troca de bateria, sincronização dos relógios, transferência do arquivo do dosímetro para o computador); o nome do arquivo com o relatório da gravação armazenado no computador.

Apêndice 3 – Instrumento eletrônico de identificação de fontes

Módulo 1 – Circunstâncias

Instrumento de Campo - [TrabalhoCampoAmbiente]

Arquivo Editar Inserir Registros Janela Ajuda

Instrumento de Campo - Módulo Ambiente

IdColeta (AutoNu Data Sinc Dia da Semana Área Assistencia

Circunstâncias **Eventos Sonoros**

Quantidades		Ocup	Vazio	Médicos		Lig	Deslig
Incubadora Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Enfermeiros	<input type="text"/>	Respiradores Total	<input type="text"/>
Berço Rad Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Téc. Enfermagem	<input type="text"/>	Oxímetros Total	<input type="text"/>
Berço Comum Total	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Fisioterapeutas	<input type="text"/>	Multiparam. Total	<input type="text"/>
Incubadora Área	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Fonoaudiólogos	<input type="text"/>	Bombas Inf. Total	<input type="text"/>
Berço Rad Área	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Psicólogos	<input type="text"/>	Respiradores Área	<input type="text"/>
Berço Comum Área	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	Residentes	<input type="text"/>	Oxímetros Área	<input type="text"/>
				Estudantes	<input type="text"/>	Multiparam. Área	<input type="text"/>
				Familiares	<input type="text"/>	Bombas Inf. Área	<input type="text"/>

Obs:

Módulo 2 – Eventos sonoros

Instrumento de Campo - [TrabalhoCampoAmbiente]

Arquivo Editar Inserir Registros Janela Ajuda

Instrumento de Campo - Módulo Ambiente

IdColeta (AutoNu Data Sinc Dia da Semana Área Assistencia

Circunstâncias **Eventos Sonoros**

ID Evento: (AutoNumera	Data / Hora:	Decorrido:
Alarmes	Conversação	Objetos
Intermitente	silêncio nível 1 nível 2 nível 3	Telefone
Permanente		Gaveta
Contínuo 1	Pessoas	Rede
Contínuo 2	Choro	Queda
Contínuo 3	Grito	Manuseio Mat.
Contínuo 4	Discussão	Porta
Inc Transporte	Troca Plantão	Armário
	Urgência	Pia
	Admissão	Lixeira
		Deslocamentos
		Cadeira
		Pessoas
		Lixeira
		Berço Comum
		Carrinho
		Outros desloc.
		Outro evento

Último evento 7/8/2010 4:44:47 PM

Registro: de 1

Apêndice 4 – Procedimentos operacionais para identificação eletrônica de fontes

Módulo 1 do instrumento – Circunstâncias

A primeira tela do instrumento eletrônico (Apêndice 3 Módulo 1), destina-se aos registros que caracterizam momento, local e circunstâncias presentes por ocasião da identificação de fontes. O preenchimento dos campos nela contidos precisa ser feito antes de cada uma das sessões. Inicialmente é obrigatório o registro da data de realização no campo localizado na parte superior esquerda da tela, no formato DD:MM:AAAA. Em seguida utilizando as caixas de rolamento posicionadas à frente desse campo registrar o dia da semana e a área assistencial onde a medida de ruído estiver sendo feita, e , em seguida efetuar os registros do quantitativo de leitos, pessoas e equipamentos nos campos dispostos nas cinco colunas existentes de acordo com os procedimentos descritos nos sub-itens a seguir.

a) Registro do quantitativo de leitos ocupados e vazios

Registrar o quantitativo de leitos ocupados e vazios na unidade e na área onde a medida de ruído estiver sendo feita nas duas primeiras colunas de campos à esquerda da tela. Os indicadores **Incubadora Total, Berço Rad Total e Berço Comum Total** referem-se ao número de incubadoras, berços de calor radiante e de berços comuns existentes nas três áreas da unidade – terciária mista, terciária para prematuros e intermediária. Na coluna **Ocup** registrar o quantitativo de leitos ocupados por tipo de leito e na coluna **Vazio** o quantitativo de leitos desocupados, também por tipo de leito. Os indicadores **Incubadora Área, Berço Rad Área e Berço Comum Área** referem-se ao número de incubadoras, berços de calor radiante e berços comuns existentes

na área da unidade onde a medida de ruído estiver sendo feita. Na coluna **ocup** registrar o quantitativo de leitos ocupados por tipo de leito e na coluna **vazio** o quantitativo de leitos desocupados, também por tipo de leito.

b) Registro do quantitativo de pessoas

Registrar na coluna de campos localizada no meio da tela o número de profissionais escalados e de familiares presentes na unidade no momento da identificação das fontes. Os campos são precedidos pela especificação das categorias profissionais, as quais foram reproduzidas na listagem que se segue, onde se encontra também a indicação do que registrar em cada uma delas e a forma de obtenção das informações.

Médicos – perguntar à equipe médica o número de médicos, residentes e alunos presentes. Registrar nesse campo apenas o quantitativo de médicos.

Enfermeiros – Consultar no livro de ordens e ocorrências o registro do quantitativo de profissionais de enfermagem feito no início do plantão. Incluir os professores da faculdade de enfermagem, quando presentes. Não incluir o número de residentes de enfermagem.

Téc. Enfermagem – Repetir os mesmos procedimentos utilizados para obter o quantitativo de enfermeiros. Incluir também os técnicos de enfermagem escalados para as funções de encaminhamento e manutenção de aparelhagem.

Fisioterapeutas – Perguntar à equipe de fisioterapia o número de fisioterapeutas presentes e o número de alunos. Registrar nesse campo apenas o quantitativo de fisioterapeutas.

Fonoaudiólogos – Perguntar à equipe o número de fonoaudiólogos presentes e o número de alunos. Registrar nesse campo apenas o quantitativo de fonoaudiólogos.

Psicólogos – Perguntar à equipe de psicologia o número de psicólogos presentes e o número de alunos. Registrar nesse campo apenas o quantitativo de psicólogos.

Residentes – Registrar o número de médicos residentes (informado pela equipe médica) somado ao número de residentes de enfermagem (obtido no livro de ordens e ocorrências).

Estudantes – Registrar o resultado da soma do quantitativo de alunos das diferentes categorias profissionais (medicina, fisioterapia, fonoaudiologia e psicologia) informado pelas respectivas equipes e número de alunos de enfermagem informado pelo professor da faculdade de enfermagem).

Familiares – Registrar após contagem o número de familiares presentes na unidade.

Além do quantitativo especificado por categoria, contar o número de pessoas presentes na unidade imediatamente antes e depois de cada uma das sessões de identificação de fontes e registrá-los, em seguida, no campo destinado a observações.

c) Registro do quantitativo de aparelhos

Registrar, nos campos dispostos nas duas últimas colunas à direita da tela, o quantitativo dos diferentes tipos de aparelhos que se encontrarem na unidade e na área onde a medida de ruído estiver sendo feita, assim como o seu respectivo status de funcionamento (ligado ou desligado). Os indicadores

Respiradores Total, Oxímetros Total, Multiparam. Total e Bombas Inf. Total referem-se ao número de respiradores, oxímetros de pulso, monitores multiparamétricos e bombas infusoras que se encontrarem nas três áreas da unidade. Na coluna **Lig** registrar o número de aparelhos em funcionamento por tipo de aparelho e na coluna **Deslig** o número de aparelhos desligados, também por tipo de aparelho. Os indicadores **Respiradores Área, Oxímetros Área, Multiparam. Área e Bombas Inf. Área** referem-se ao quantitativo de respiradores, oxímetros de pulso, monitores multiparamétricos e bombas infusoras que se encontrarem na área onde a medida de ruído estiver sendo feita. Na coluna **Lig** registrar o número de aparelhos em funcionamento por tipo de aparelho e na coluna **Deslig** o número de aparelhos desligados, também por tipo de aparelho.

Módulo 2 do instrumento – Eventos sonoros

A segunda tela do instrumento (Apêndice 3 Módulo 2) destina-se ao registro dos eventos sonoros, provenientes das diferentes fontes presentes na UN, que ocorrerem durante o período programado para a realização da identificação. Deve ser acessada nos dois horários estabelecidos para o início das sessões. Imediatamente após este acesso, deve-se efetuar os mesmos registros iniciais feitos na primeira tela - data, dia da semana, área assistencial onde a medida de ruído estiver sendo feita - que precisam ser repetidos nesta tela por conter os dados utilizados na sincronização. Os botões existentes nas 4 colunas representam as fontes a serem identificadas. Estes devem ser acionados com o botão esquerdo do mouse nos momentos em que o observador perceber os eventos sonoros correspondentes a cada uma delas

a) Registro dos eventos provenientes dos alarmes

Registrar nos botões da primeira coluna à esquerda da tela os eventos provenientes dos alarmes dos aparelhos em funcionamento na unidade da seguinte forma:

Intermitente – acionar toda vez que soar o alarme dos oxímetros de pulso e das bombas infusoras.

Permanente – acionar e manter acionado enquanto os monitores multiparamétricos emitirem sons intermitentes a intervalos regulares.

Contínuos – acionar no momento em que soar o alarme de incubadoras, berços de calor radiante, bombas infusoras ou respiradores. Manter assim até que o som proveniente destes aparelhos cesse, quando deve ser acionado o botão **Fim** localizado imediatamente à frente.

Inc. Transp. - acionar no momento em que soar o alarme da incubadora de transporte. Manter assim até que o som proveniente da mesma cesse, quando deve ser acionado o botão **Fim** localizado imediatamente à frente.

b) Registros dos eventos provenientes da conversação, choro, situações assistenciais e gritos

Na segunda coluna da tela encontram-se os botões cujo acionamento possibilita o registro dos eventos sonoros provenientes da conversação, do choro dos neonatos, de situações assistenciais rotineiras e de eventuais gritos.

Registrar a conversação através do acionamento dos quatro botões da primeira linha que indicam os seus diferentes níveis de intensidade:

Silêncio – acionar e manter assim na ausência de conversação;

Nível 1- acionar e manter assim durante o tempo no qual a conversação permanecer em tom baixo (murmúrio);

Nível 2 – acionar e manter assim durante o tempo no qual a conversação permanecer em tom moderado;

Nível 3 - acionar e manter assim durante o tempo no qual a conversação permanecer em tom alto (vozes mais elevadas).

O choro dos recém-nascidos precisa ser registrado durante todo o tempo em que estiver ocorrendo. O botão correspondente – **Choro** - deve ser acionado no momento em que esse evento tiver início e mantido nessa posição até o seu término, quando deve ser acionado o botão **Fim**, localizado imediatamente à frente.

As situações assistenciais rotineiras também precisam ser registradas da mesma forma que o choro. Os botões correspondentes a cada uma delas devem ser acionados no momento em que tiverem início e mantidos nessa posição. Ao terminarem o botão **Fim**, localizado imediatamente à frente de cada uma, deve ser acionado. Encontram-se discriminadas na tela do instrumento as seguintes situações:

Discussão – possibilita a identificação dos períodos nos quais são realizadas as reuniões diárias da equipe médica para discussão dos casos clínicos;

Troca Plantão - identifica os momentos de troca das equipes de enfermagem do turno do dia para o turno da noite e do turno da noite para o turno do dia;

Urgência – identifica a ocorrência de situações de agravamento da condição clínica dos recém-nascidos que requerem intervenção imediata (parada cardíaca –respiratória, insuficiência respiratória, etc.);

Admissão- identifica a internação dos recém-nascidos na unidade. Inclui além do momento de entrada das crianças, os procedimentos médicos e de enfermagem realizados em seguida.

Nos momentos em que os profissionais ou familiares falarem com tom muito elevado de voz acionar o botão denominado **Grito**. Ex: quando o técnico de raio X avisa a equipe sobre a realização deste exame.

c) Registro dos eventos provenientes do manuseio de objetos e mobiliário

A terceira coluna da tela destina-se ao registro dos eventos sonoros relacionados à utilização e manuseio de objetos e mobiliário que comumente fazem parte do ambiente físico das unidades neonatais. O botão correspondente a cada um deles deve ser acionado nas circunstâncias:

Telefone - a cada toque da campainha do aparelho;

Gaveta - percepção de ruído relativo à abertura ou fechamento das gavetas localizadas na parte interna do balcão central;

Rede - percepção de ruído provocado pelo manuseio da rede de gases e vácuo, quando não conectadas aos equipamentos (circuitos de dispositivos de assistência ventilatória, tubo de aspiração);

Queda - percepção de ruído provocado pela queda de objetos;

Manuseio Mat – percepção de ruídos provenientes de pacotes de material esterilizado, instrumental cirúrgico, equipamentos de suporte vital, recipientes, e outros utilizados na assistência às crianças, quando manuseados em qualquer local da unidade, incluindo as prateleiras de fórmica existentes ao seu

redor e nas separações entre as áreas, os leitos e os carrinhos auxiliares para a realização de procedimentos .

Porta - percepção de ruído provocado pela abertura ou fechamento das portas que dão acesso as áreas de preparo de medicamentos, de guarda de material e de localização da centrífuga;

Armário - percepção de ruído relativo à abertura ou fechamento dos armários localizados no balcão central de atendimento e daqueles destinados a reserva de material;

Pia - percepção de ruído provocado pelo uso das duas pias de aço inoxidável existentes no interior da unidade;

Lixeira - percepção de ruído provocado pelo manuseio da lixeira plástica localizada na parede do fundo da unidade, logo após o balcão central.

d) Registro dos eventos provenientes dos deslocamentos

A quarta coluna destina-se ao registro dos eventos sonoros provenientes do deslocamento de mobiliário, equipamentos e pessoas no ambiente da unidade neonatal. Foram incluídos os deslocamentos identificados durante o estudo piloto cujos botões devem ser acionados nas seguintes circunstâncias:

Cadeira - deslocamento de cadeiras e bancos de madeira;

Pessoas - movimentação de profissionais ou familiares, acompanhada de ruído de saltos no chão;

Lixeira - ruídos provenientes do ato de arrastar as lixeiras metálicas ou plásticas localizadas ao lado de cada um dos leitos.

Berço Comum - deslocamento desse tipo de leito neonatal;

Carrinho - deslocamento dos carrinhos de metal usados para movimentação da balança e para a acomodação de material durante a realização de procedimentos (cateterismo umbilical, colocação de cateter venoso central de inserção periférica, dissecação venosa);

Outros desloc. - deslocamento de incubadoras, berços de calor radiante, respiradores, aparelhos de fototerapia, aparelho de raio X;

e) **Outros eventos**

Campo livre onde devem ser registrados eventos provenientes de fontes não previstas

Anexo 1 – Parecer do comitê de ética



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
HOSPITAL UNIVERSITÁRIO PEDRO ERNESTO
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



Rio de Janeiro, 15 de outubro de 2008

Do: Comitê de Ética em Pesquisa
Profª. Patrícia Maria C. O. Duque
Para: Aut. Maria de Fátima H. Nogueira
Orient. Profª. Maria Virgínia R. Dutra

