



IMPACTO DE REFORMA ARQUITETÔNICA EM UNIDADE DE TRATAMENTO
INTENSIVO NEONATAL NO RUÍDO SONORO

Aline Silva da Cruz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientadores: Roberto Macoto Ichinose
Eloane Gonçalves Ramos

Rio de Janeiro
Setembro de 2014

IMPACTO DE REFORMA ARQUITETÔNICA EM UNIDADE DE TRATAMENTO
INTENSIVO NEONATAL NO RUÍDO SONORO

Aline Silva da Cruz

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO
LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA DA
(COPPE) UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA BIOMÉDICA.

Examinada por:

Prof. Roberto Macoto Ichinose, D.Sc.

Prof. Carlos Julio Tierra Criollo, D.Sc.

Profª Lolita Dopico da Silva, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
SETEMBRO DE 2014

Cruz, Aline Silva da

Impacto de reforma arquitetônica em unidade de tratamento intensivo neonatal no ruído sonoro / Aline Silva da Cruz.-Rio de Janeiro: UFRJ/ COPPE, 2014.

XI, 76p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Roberto Macoto Ichinose

Eloane Gonçalves Ramos

Dissertação (Mestrado) - UFRJ/COPPE/
Programa de Engenharia Biomédica, 2014.

Referências Bibliográficas: p. 62-65.

1. ruído. 2. reforma. 3. UTIN I. Ichinose, Roberto Macoto *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia Biomédica. III. Título

Dedicatória

Dedico este trabalho a minha mãe, meu anjo da guarda na terra.

Agradecimentos

Aos meus orientadores Roberto Macoto Ichinose e Eloane Gonçalves Ramos, pela presença constante e pelos ensinamentos prestados durante esses dois anos e meio, que certamente contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional. Obrigada por terem sido amigos, além de orientadores. Obrigada por me tratarem sempre com muito respeito, compreensão e carinho.

À Fátima, por toda orientação e treinamentos prestados, fundamentais para realização deste trabalho.

À equipe de profissionais da unidade neonatal que além de se deixarem observar durante as sessões de identificação de fontes, sempre foram solícitos para me ajudar e retirar dúvidas.

À todos os professores do PEB que contribuíram em meu aprendizado.

Aos amigos do LESS pela agradável convivência no decorrer do curso.

Aos amigos do meu antigo laboratório, LBMEC, que me introduziram a vida científica e estão sempre presentes na minha jornada.

À querida Ándrea, que dividiu seu lar doce lar comigo, seu gatinho lindo, muitos momentos de alegria, muitos momentos de choro e por ter se tornado uma grande amiga. Obrigada por ter me dado a oportunidade de conhecer a pessoa incrível que você é!

Às queridas amigas “xuxuzetes” por todo incentivo, apoio e amizade. Levo vocês da graduação para o resto da vida!

À todos os meus amigos! Obrigada por sempre me darem forças para caminhar e sempre estarem dispostos a me ajudar nesta caminhada, e pela imensa contribuição para a realização deste mestrado, seja com auxílio no Photoshop, Access, planta-baixa, revisão de texto, tradução ou até mesmo com uma palavra de consolo e um ombro amigo. Obrigada por sempre poder contar com vocês. Obrigada por todo carinho, solidariedade, compreensão e amizade! Vocês são a família que eu escolhi!

Agradeço, principalmente, todas as “pebetes” do meu coração por todas as lágrimas e risos compartilhados. Agradeço também a todos os amigos feitos no mestrado, que apesar de serem menos dramáticos, participaram igualmente deste momento. Obrigada por serem sempre tão generosos, amigos e amáveis! Vocês

foram essenciais para que este mestrado fosse concluído. Eu tenho muita sorte por ter encontrado vocês, uma família querida!!

Aos meus amigos caninos, Charlie e Clarinha, que por muitas vezes quase comeram a minha dissertação e se enfiaram entre eu e o computador, mas foram essenciais para me lembrar de que a felicidade é feita de pequenas coisas.

Aos meus afilhados, Giovana e Bernardo, por sempre me mostrarem que a vida é doce!

A toda a minha família pela torcida, apoio e incentivo a mim dedicados

Ao meu irmão Hugo, que mesmo sem saber, me ensina a ser uma pessoa melhor a cada dia!

Aos meus pais, Teresa e Valdinei, por toda a educação a mim proporcionada, por sempre serem a minha base sólida, meus grandes exemplos.

Ao Marco, meu namorado! Agradeço-te imensamente por me ensinar o que é a PAZ. Agradeço também por todo amor, dedicação, companheirismo, incentivo, compreensão e palavras doces a mim doados! Sem você ao meu lado, tudo teria sido mais difícil!

E por ultimo e mais importante, eu agradeço a DEUS por estar sempre ao meu lado me guiando pelos bons caminhos, me abençoando e me protegendo todos os dias. Obrigada Deus pelo dom de fazer tantos amigos!

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

IMPACTO DE REFORMA ARQUITETÔNICA EM UNIDADE DE TRATAMENTO
INTENSIVO NEONATAL NO RUÍDO SONORO

Aline Silva da Cruz

Setembro/2014

Orientadores: Roberto Macoto Ichinose
Eloane Gonçalves Ramos

Programa: Engenharia Biomédica

A exposição dos recém-nascidos ao ruído ambiental pode alterar a resposta fisiológica do bebê e constitui fator de risco para o desenvolvimento de distúrbios auditivos. Entretanto, a maioria das unidades de tratamento intensivo (UTIN) excedem o nível de ruído sonoro recomendado. Para tentar reduzir o nível de ruído nesses ambientes, estudos sugerem intervenções na infraestrutura e arquitetura e a adoção de programas educacionais. Este estudo teve como objetivo quantificar o nível de ruído sonoro e identificar as fontes sonoras após a reforma física em uma UTIN. Após a reforma, houve redução significativa do ruído sonoro nas três áreas assistenciais da unidade, com diminuição de 3,08 dB(A) (intervalo de confiança de 95%: 3,04 - 3,11) no L_{eq} para a área A, 1,46 dB(A) (1,43 – 1,49) para a área B e 2,25 dB(A) (2,22 - 2,28) para a área C. Todavia, a UTIN não atendeu às recomendações dos limites de nível sonoro da *American Academy of Pediatrics* e do *Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design* ($L_{eq} < 45$ dB(A), $L_{10} < 55$ dB(A)). Conversação, alarme contínuo, atividades na pia e manuseio de materiais foram as fontes de ruído mais presentes. As fontes porta, manuseio lixeira e manuseio de material ocorreram com maior frequência quando o ruído de pico estava acima de 90dB. Os resultados permitem concluir que o planejamento e a implementação da reforma foram adequados para se obter a redução do ruído sonoro, além de possibilitar a identificação de oportunidades de melhoria com a identificação das fontes.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

THE IMPACT OF ARCHITECTURAL REMODELING IN NEONATAL INTENSIVE
CARE UNIT ON ACOUSTIC NOISE

Aline Silva da Cruz

September/ 2014

Advisors: Roberto Macoto Ichinose
Eloane Gonçalves Ramos

Department: Biomedical Engineering

Newborn exposure to environmental noise can alter baby's physiological response and constitutes a risk factor for the development of hearing impairment. Nevertheless, most neonatal intensive care units (NICU) exceed guidelines for recommended acoustic noise level. In order to reduce the acoustic noise level of these environments most studies suggest changes in infrastructure and architecture and the adoption of educational programs. This study aimed to quantify the acoustic noise level and to identify the sound sources after architectural remodeling in a NICU. After the intervention, there was a significant acoustic noise reduction in the three care areas of the unit, a decrease of 3.08 dB(A) (confidence interval of 95%: 3.04 - 3.11) in L_{eq} for area A, 1.46 dB(A) (1.43 - 1.49) for area B and 2.25 dB(A) (2.22 - 2.28) for area C. However, the NICU did not comply with the recommendations of sound level limits of the American Academy of Pediatrics and the Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design ($L_{eq} < 45$ dB(A), $L_{10} < 55$ dB(A)). Conversation, continuous alarm, activities in the sink and manipulation of materials were the most prevailing sources. The sources door, manipulation of trash and manipulation of materials occurred more frequently when the noise peak was above 90dB. The results show that the planning and the implementation of the architectural remodeling were adequate to obtain effective acoustic noise reduction and enable the identification of improvement opportunities due to the sources identification.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	8
2.1 Objetivo geral	8
2.2 Objetivos específicos	8
3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	9
3.1 Acústica: conceitos básicos	9
3.1.1 Pressão sonora	9
3.1.2 Propriedades da onda sonora	10
3.1.3 O espectro sonoro.....	11
3.1.4 Fontes sonoras	13
3.1.5 Propagação das ondas sonoras.....	13
3.1.6 Quantificação do Som.....	14
3.1.5.1 Intensidade e potência sonora.....	14
3.1.7 Escala decibel	15
3.1.8 Influência do ambiente na transmissão e propagação do som	17
3.2 Psicoacústica.....	18
3.2.1 Audibilidade (Loudness).....	19
3.2.2 Tonalidade	20
3.2.3 Mascaramento	20
3.3 Ruído.....	20
3.3.1 Tipos de ruído	20
3.3.2 Medição de ruído	21
3.3.3 Medidor de nível de pressão sonora	22

3.3.4	Filtros de ponderação de frequência	24
3.3.5	Ponderação temporal	25
3.3.6	Níveis de exposição ao ruído ambiental	26
3.3.7	Níveis de exposição ocupacional	27
3.3.8	Estratégias para redução e controle do ruído	29
3.3.9	Estratégias de redução do ruído em ambientes fechados	30
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1	O estudo.....	32
4.2	Design UTIN antes da reforma	32
4.3	Design UTIN após a reforma	33
4.4	Medição do ruído sonoro	35
4.5	Ruído de fundo	36
4.6	Ruído sonoro na UTIN em funcionamento	37
4.7	Fontes sonoras.....	38
4.8	Questões Éticas.....	42
5.	RESULTADOS.....	44
5.1	Ruído de fundo	44
5.2	Ruído sonoro na UTIN em funcionamento	44
5.3	Fontes sonoras.....	52
6.	DISCUSSÃO.....	56
6.1	Ruído de fundo	56
6.2	Redução do ruído sonoro na UTIN	56

6.3 Fontes sonoras.....	58
7. CONCLUSÃO	61
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
APÊNDICE A- PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA A GRAVAÇÃO	
DO RUÍDO NA UTIN	66
APÊNDICE B- PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO	
DE FONTES	72

1. INTRODUÇÃO

Desde antes de nascer, a partir da 26^a semana de gestação, os bebês são capazes de detectar ruídos de baixa frequência que influenciam em suas respostas fisiológicas (HALL, 2000). Contudo, devido à estrutura uterina, durante a fase gestacional os bebês são menos vulneráveis aos ruídos sonoros. O nascimento prematuro, no entanto, expõe bebês que não possuem o sistema auditivo completamente desenvolvido a ruídos constantes sem nenhuma proteção (GERHARDT e ABRAMS, 2000).

O ruído sonoro pode causar diversos malefícios à saúde de neonatos prematuros, como surdez infantil, distúrbio do sono (WEICH *et al.*, 2011; WACHMAN e LAHAV, 2011), agitação, choro, irritabilidade, fadiga, perda de peso (WEICH *et al.*, 2011), estresse, danos na cóclea, atraso no crescimento e desenvolvimento (COMMITTEE ON ENVIRONMENTAL HEALTH, 1997), aceleração da frequência cardíaca, aceleração da frequência respiratória, diminuição na saturação de oxigênio (LONG, 1980; ZAHR AND BALIAN, 1995; WILLIAMS *et al.*, 2009) e alterações nas atividades motoras (GADEKE *et al.*, 1969; ZAHR E BALIAN, 1995; ZAHR E TRAVERSAY, 1995; ZAHR, 1998). Acredita-se que crianças recém-nascidas, submetidas ao ruído em unidades de tratamento intensivo neonatal (UTIN) podem apresentar dificuldades no processo de aprendizagem ao longo da vida (MARLOW *et al.*, 2005; KELLAN AND BATHIA, 2008; WACHMAN e LAHAV, 2011).

Todavia, muitos estudos mostram que os níveis sonoros variam de 58 a 90 dB(A) durante o horário de rotina nas UTIN (DEPAUL e CHAMBERS, 1995; GRAY *et al.*, 1998; STRAUCH, 1993; THOMAS, 1989, NZAMA *et al.*, 1995; ROBERTSON *et al.*, 1998 e 1999; CHANG *et al.*, 2001 e 2006; HOLSBACH *et al.*, 2001; JOHNSON, 2003; ICHISATO, 2004; KRUEGER *et al.*, 2005; ICHISATO e SCOCHI, 2006 (A); THEAR e

WITTMANN-PRICE, 2006; ZAMBERLAM, 2006; ICHISATO E SCOCHI, 2006 (B); KAKEHASHI *et al.*, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2011;), excedendo o limite de nível de ruído sonoro recomendado pela *American Academy of Pediatrics* (AAP) (COMMITTEE ON ENVIRONMENTAL HEALTH NOISE, 1997) e pelo *Committee to Establish Recommended Standards for Newborn ICU Design* (CERSNICUD) (WHITE, 2007).

As principais fontes geradoras de ruídos nesses ambientes são: os alarmes (CHANG *et al.*, 2006; HOLSBACH *et al.*, 2001; ICHISATO, 2004; ICHISATO E SCOCHI, 2006 (A); JOHNSON, 2003; KAKEHASHI *et al.*, 2007; NZAMA *et al.*, 1995; THOMAS, 1989 e 2007); a conversação (CHANG *et al.*, 2001; HOLSBACH *et al.*, 2001; ICHISATO, 2004; ICHISATO E SCOCHI 2006 (A); KAKEHASHI *et al.*, 2007; KRUEGER *et al.*, 2005; NZAMA *et al.*, 1995; ROBERTSON *et al.* 1998 e 1999); campanha de telefone (CHANG *et al.*, 2001; NZAMA *et al.*, 1995;); manuseio de gavetas, portas, armários, pias, 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; ZAMBERLAM, 2006); 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, 2008).

Estudos sugerem alterações operacionais e físicas para redução do ruído sonoro em UTIN. Os programas educacionais de conscientização da equipe e familiares e a reforma física do ambiente são as principais estratégias descritas na literatura (ZAMBERLAN-AMORIM *et al.*, 2012; WANG *et al.*, 2014; JOHNSON, 2003; MILETTE, 2010). Os programas educacionais proporcionam aumento da sensibilização da equipe e dos familiares referentes a conversação e as fontes geradoras de ruído.

JOHNSON (2003) descreveu um protocolo de um programa educacional de cinco passos para a redução de ruído que pode ser adotado em todas as UTIN. O primeiro passo consistiu em conhecer o nível sonoro da UTIN e as fontes de ruído. Os demais passos consistiram em utilizar esses achados para desenvolver seu próprio protocolo. Desse modo, foi realizado um programa educacional com os funcionários, conscientizando-os sobre os malefícios acarretados pelo ruído e tornando-os atentos às fontes que ocasionam o ruído, por meio de reuniões e cartazes fixados nas UTIN. Após a implementação do protocolo, o progresso foi avaliado através de mensuração do nível de ruído.

O autor supracitado avaliou ainda a eficácia do protocolo em uma unidade de nível III, com setenta leitos, localizado em Atlanta nos Estados Unidos da América, que havia sido recentemente redesenhada para ajudar na interação pais e recém-nascidos. Foram adicionadas características que contribuíam para o ambiente global de som, tais como portas e padrões de tráfego. Seguindo o primeiro passo de seu protocolo, JOHNSON (2003) identificou que as principais fontes contribuintes de ruído foram: fechamento da porta, alarmes de oximetria de pulso, exames de raios X portáteis, conversação e tráfego de visitantes. Um protocolo foi desenvolvido para delinear como poderia ser reduzido o ruído dessas fontes, lembretes foram adicionados para alertar a equipe e visitantes, sessões educacionais foram fornecidas e o nível de ruído foi mensurado. O nível sonoro reduziu uma média de 7,82 dB(A) mensurados durante o período de 14 meses, após a implementação do protocolo.

ZAMBERLAN-AMORIM *et al.* (2012) criaram seu programa educacional de redução de ruído, juntamente com a equipe neonatal, que continha pelo menos um representante de cada categoria profissional, mães acompanhantes e pesquisadores reunidos em círculos de discussões semanais, em que foram discutidos os malefícios e as principais fontes do ruído sonoro, bem como propostas e ações para a sua

redução. As ações desenvolvidas implicaram na diminuição da intensidade vocal, em fixação de bilhetes nas lixeiras e incubadoras (chamar atenção para o manejo cuidadoso), na utilização de adesivos anti-impacto nos armários e gavetas, na redução do volume do telefone, discussão do problema do ruído em grupo e tentativa de passagem de plantão em conjunto com toda a equipe de enfermagem. Além disso, foi realizado um levantamento de opiniões e sugestões da equipe para redução do ruído por meio de um questionário e um concurso de frases para fixar cartazes na UTIN. O programa foi avaliado durante 2 semanas consecutivas em uma unidade neonatal da escola de enfermagem em Ribeirão Preto, e foi observado a redução de 3,7 dB(A) do L_{eq} médio, 7,1 dB(A) do L_{max} médio e 30,6 dB(A) do L_{peak} médio.

Wang *et al.* (2014) adotaram um programa educacional de redução de ruído que propunha o horário do silêncio entre 13:30 horas e 15:00 horas, e todos os profissionais de saúde nesta UTIN foram orientados sobre os princípios e benefícios de um ambiente silencioso com auxílio de livretos informativos fornecidos para toda a família e visitantes. Foram fixados ainda, lembretes em toda UTIN para lembrar de manter o silêncio. A equipe de enfermagem foi alertada de que conversas próximas aos leitos devem ser evitadas, bem como as passagens de plantão. O programa foi avaliado dois meses após essas modificações e apesar de todas as melhorias, obteve-se uma redução significativa dos níveis de ruído apenas para uma (1.06 dB(A)) das quatro áreas de cuidados intensivos, sendo observado aumento significativo do nível de ruído em duas áreas.

A reforma física do ambiente, segundo PHILBIN (2004), é um fator independente e poderoso na estratégia de redução dos níveis sonoros de UTIN (PHILBIN, 2004). O autor sugere alterações físicas tais como: armazenar medicamentos e suplementos longes das áreas onde se localizam os leitos, manter materiais de escritório da equipe médica e enfermeiros também afastados, aumentar o

espaço entre os leitos, reduzir o número de leitos por área de cuidado intensivo, evitar ligação direta entre o *hall* de entrada e os leitos, substituir utensílios de metal por utensílios de plástico sempre que possível, utilizar pisos flutuantes, aumentar a absorção acústica da UTIN a fim de reduzir a reverberação e ruídos de impacto, dentre outras melhorias.

A maioria das UTIN tem suas áreas de cuidados delimitadas por paredes a meia altura, mas essas barreiras tem pouco efeito para reduzir o ruído. Assim, recomenda-se utilizar barreiras físicas até o teto, com comprimento de pelo menos dois metros. Quando não for possível a utilização dessas barreiras, recomenda-se, pelo menos, aumentar a altura da barreira que delimita essas áreas (EVANS E PHILBIN, 2000; PHILBIN, 2004).

Poucos estudos quantificam o efeito dessas alterações físicas. KRUEGER *et al.* (2007) realizaram uma mudança no *design* da UTIN e quantificaram seu impacto no nível de ruído. O design da UTIN era em formato de ferradura e foi modificada para o formato retangular. Além disso, instalaram painéis para absorver o som e sistemas mais silenciosos de ventilação e refrigeração. Também criaram uma central de monitorização e um espaço de reunião fora da área dos leitos, assim as discussões da equipe não eram mais realizadas próximas às crianças. Com todas essas mudanças, eles obtiveram uma redução de 4,04 dB(A) do L_{eq} médio, mas não conseguiram reduzir L_{10} e L_{max} . Apesar da redução de L_{eq} , seu valor continuou acima do recomendado pela AAP.

WALSH-SUKYS *et al.* (2001) elegeram dois quartos com configurações idênticas de sua UTIN para realizarem seus estudos. Um dos quartos foi escolhido para ser o controle, o outro sofreu modificações a fim de reduzir o nível de ruído e iluminação. As modificações realizadas incluíram a utilização de travas nas portas e gavetas para evitar ruídos de impacto, a substituição de todas as latas de lixo de metal

por borracha, a utilização de carpete no centro da sala, a instalação de material para absorção sonora em todo rebaixamento do teto e a implementação do controle individual de iluminação para cada leito. O nível de ruído no quarto que sofreu as modificações reduziu o L_{eq} em 7,6 dB(A), L_{max} em 6,3 dB(A) e L_{10} em 7,3dB(A) quando comparado ao quarto controle. Entretanto, estes valores continuaram acima do recomendado pelas normas da AAP e CERSNICUD.

PHILBIN e GRAY (2002) analisaram o efeito combinado da mudança física e programa educacional na UTIN. O estudo foi dividido em duas fases: a primeira chamada de “mudança da equipe” e a segunda de “mudança do espaço”. A “mudança da equipe” consistiu em um programa educacional aplicado à equipe, que alertava sobre o efeito deletério do ruído sonoro ao desenvolvimento dos neonatos e quais comportamentos poderiam mudar para reduzir o ruído sonoro. A “mudança do espaço” consistiu no aumento do comprimento da UTIN, aumentando a capacidade para mais 8 leitos, os dutos do ar condicionado foram reconfigurados para reduzir turbulência e ruído, o chão que era de vinil foi recoberto por um carpete, partes do teto que eram de gesso foram trocados por painéis de absorção de som e foram instalados controles de iluminação separados para central de recepção e cada área assistencial. Houve redução de L_{max} , L_{90} , L_{10} e L_{50} , mas esses parâmetros continuaram a exceder os critérios recomendados pelo CERSNICUD (PHILBIN e GRAY, 2002).

Em estudo realizado por NOGUEIRA (2010), em um Hospital Universitário no Rio de Janeiro, observou-se que os níveis de ruído sonoro no ambiente da UTIN estavam acima do recomendado pela AAP e CERSNICUD. Verificou-se ainda que as principais fontes sonoras foram a conversação, os alarmes contínuos, o choro dos neonatos e os alarmes intermitentes (NOGUEIRA *et al.*, 2011). Para reduzir o nível de ruído sonoro e a influência dessas fontes sonoras, uma reforma arquitetônica foi

realizada no ano de 2012 e 2013. Este estudo realizou uma nova mensuração do ruído sonoro após a reforma da UTIN avaliando seu impacto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto de reforma arquitetônica no ruído sonoro em unidade de tratamento intensivo neonatal.

2.2 Objetivos específicos

- Medir os níveis de ruído sonoro na UTIN após a reforma;
- Comparar os níveis de ruído sonoro da UTIN antes e após a reforma;
- Identificar as fontes de ruído sonoro da UTIN após a reforma;

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 Acústica: conceitos básicos

O som é uma onda mecânica, ou seja, necessita de um meio material para se propagar. No ar, à pressão de 1 atm e temperatura de 25°C, o som se propaga com velocidade média próxima a 340 m/s. O som pode ser dividido em 3 faixas: o infrassom, abaixo de 20 Hz, o som audível por humanos, que se encontra na faixa entre 20 Hz e 20.000 Hz e o ultrassom, acima de 20.000 Hz (BISTAFA, 2011; RAICHEL, 2006).

3.1.1 Pressão sonora

Os corpos elásticos transmitem vibrações mecânicas para as partículas de ar ao seu redor, e essas por sua vez, transmitem essas vibrações a outras partículas vizinhas por meio de colisões. Esse efeito acaba gerando localmente rarefações e concentrações cíclicas dessas partículas, com aumento e reduções locais da pressão ambiente, dita pressão sonora.

Tal comportamento da pressão sonora instantânea faz com que seu desvio médio sempre seja zero, uma vez que a rarefação média é igual à compressão média. Assim, para conhecer a magnitude é utilizado o valor RMS da pressão sonora, conhecido por pressão sonora eficaz, dado pela raiz quadrada da pressão ao quadrado em período T (Equação 1) (RAICHEL, 2006).

$$P_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad (1)$$

O aparelho auditivo humano é capaz de detectar uma variação de pressão atmosférica na ordem de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa, referida como limiar da audição. O limiar da dor varia entre a faixa de 20 a 200 Pa (BISTAFA, 2011).

3.1.2 Propriedades da onda sonora

As ondas sonoras audíveis, que se propagam no ar, são ondas compressoriais e periódicas. Possuem módulo da amplitude (A) maior que o limiar de audição e com período (T) de variação da pressão ambiente correspondente a frequências (f) dentro da faixa de áudio (Figura 1).

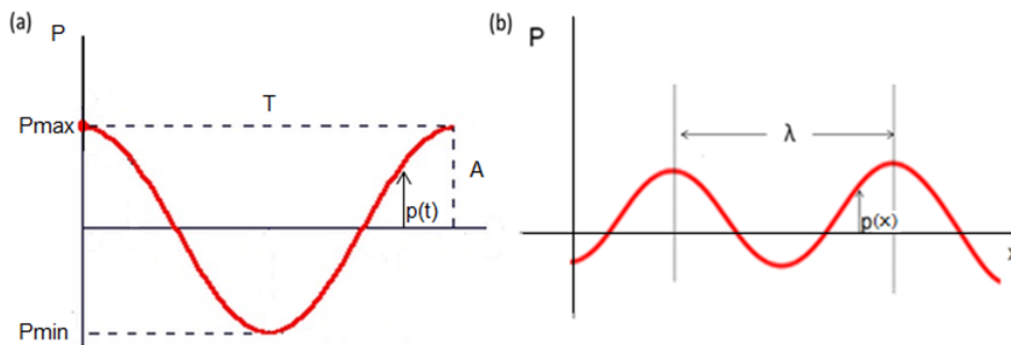


Figura 1- Representação de um ciclo de onda completo. (a) A onda está oscilando entre a pressão sonora máxima (P_{\max}) e mínima (P_{\min}), com amplitude (A) e período (T), em função do tempo (t). (b) Representação do comprimento de onda (λ), no gráfico pressão sonora (P) versus distância (x).

Na figura 1 (a) está contida a parte temporal da equação 2, ou seja, mantendo x constante. Esta mostra ainda que a pressão sonora em função do tempo tem um comportamento harmônico, ou seja, as oscilações das partículas são movimentos harmônicos simples (MHS).

Na figura 1 (b) percebe-se que o comprimento de onda representa a distância (λ) de uma oscilação completa (RAICHEL, 2006) e representa a parte espacial da equação 2.

$$p(x, t) = A \cos(\omega t \pm kx + \phi) \quad (2)$$

Sendo t = tempo, A = amplitude da pressão sonora e $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ = frequência angular, x =variável espacial e $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ = número de onda, onde λ = comprimento de onda, ϕ = ângulo de fase.

As ondas sonoras descritas pela equação 2 são chamadas de ondas sonoras planas. Nota-se que o argumento da função cosseno representa a equação da reta para um valor de tempo constante. Quando a mesma é generalizada para três dimensões ela representa a equação de um plano. Entretanto, ondas sonoras planas ocorrem em situações muito particulares, não sendo representativa das ondas sonoras mais comuns.

Na maioria das situações, a pressão sonora apresenta o mesmo valor em superfícies esféricas com centro na fonte sonora. Estas são chamadas de ondas esféricas, pois o argumento da função cosseno (Equação 3) é a equação de uma esfera. A frequência angular é dada por $\omega = 2\pi f$, a coordenada x é substituída pelo raio r , contada a partir do centro da esfera e a amplitude da onda é inversamente proporcional a r) (BISTAFA, 2011).

$$p(r, t) = \frac{A}{r} \cos(\omega t - kr + \phi) \quad (3)$$

Onde, A =amplitude, r =raio, $\omega = 2\pi f$, t = tempo, k = número de ondas ϕ é o chamado ângulo de fase.

3.1.3 O espectro sonoro

Os sons ouvidos no cotidiano são combinações de tons puros em diversas frequências, sendo uma soma de senóides harmonicamente relacionadas (Figura 2a). Eles podem ser analisados por meio do estudo de suas componentes de frequência,

chamados de espectros sonoros, aplicando a transformada direta de Fourier (BISTAFA, 2011, RAICHEL, 2006).

O espectro sonoro fornece o valor RMS da pressão sonora para cada componente de frequência presente no som, sendo que a mais baixa é chamada de frequência fundamental (f_0). Os múltiplos inteiros da frequência fundamental são sobretons, denominados harmônicos de f_0 (Figura 2b). Para recuperar a forma de onda a partir do espectro sonoro é necessário aplicar a transformada inversa de Fourier (BISTAFA, 2011).

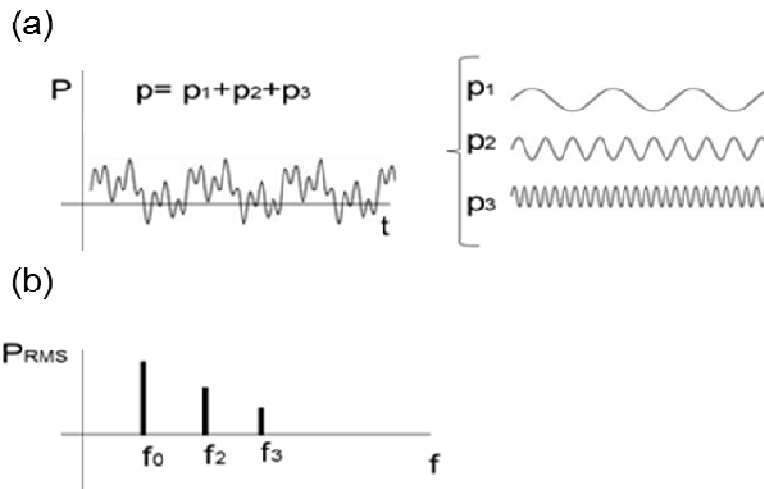


Figura 2- Ondas periódicas complexas e espectro sonoro. (a) Representação da forma de onda periódica complexa e sua decomposição em três ondas senoidais. (b) Representação do espectro sonoro, com a frequência fundamental (f_0), o segundo harmônico ($2f_0$) e o terceiro harmônico ($3f_0$).

Os sons aperiódicos não possuem um período definido e são compostos por senóides cujas frequências não são múltiplas inteiras da frequência fundamental (Figura 3) (RAICHEL, 2006).

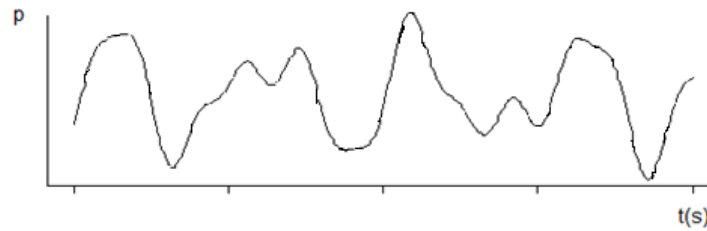


Figura 3- Representação de um som aperiódico, no gráfico pressão sonora versus tempo.

3.1.4 Fontes sonoras

As principais fontes sonoras são pontuais ou lineares. Fontes sonoras pontuais, em geral, emitem ondas sonoras esféricas. Essas ondas perdem a metade do valor inicial da pressão sonora após percorrerem o dobro da distância da fonte pontual que a emitiu, correspondendo a um decaimento de 6 dB para cada duplicação dessa distância.

As fontes sonoras lineares, em geral, emitem ondas sonoras planas. Neste tipo de fonte, após as ondas sonoras percorrerem o dobro da distância da fonte que a emitiu, a sua pressão sonora reduz em 3 dB.

3.1.5 Propagação das ondas sonoras

As ondas sonoras podem se propagar de forma direcional ou de forma omnidirecionais.

As ondas sonoras lineares tendem a se propagar de forma direcional, pois seu comprimento é da ordem da dimensão da fonte ou menor.

As ondas sonoras esféricas são geradas quando o comprimento da onda é muito maior que a dimensão da fonte, assim não apresentam direções preferenciais de radiação se propagando de forma omnidirecional (BISTAFA, 2011).

3.1.6 Quantificação do Som

3.1.5.1 Intensidade e potência sonora

A intensidade sonora média é definida como a energia sonora média transmitida por uma fonte, em uma área (A) perpendicular à direção de propagação da onda, durante um tempo (t) (Equação 4). Resumidamente, a intensidade sonora é a mensuração da quantidade de energia transportada em uma onda sonora (KUTTRUFF, 2009; BISTAFA, 2011).

$$I = \frac{E}{A\Delta t} \quad (4)$$

Onde, E = energia sonora e A = área e Δt = variação do tempo.

Considerando que essas ondas sonoras não sofram nenhuma interferência de outras ondas, a intensidade sonora pode ser escrita em termos do valor RMS da pressão sonora (Equação 5) (KUTTRUFF, 2009; BISTAFA, 2011; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001):

$$I = \frac{p_{rms}^2}{\rho c} \quad w/m^2 \quad (5)$$

Em que p é a pressão sonora e ρ é a densidade do ar ($\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$) e c é a velocidade da onda sonora ($c = 340 \text{ m/s}$). O produto de ρc é definido como impedância acústica (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). A intensidade sonora é, geralmente, utilizada na localização e quantificação de fontes (BISTAFA, 2011).

A potência sonora (W) é definida como a quantidade de energia total emitida por uma fonte a cada unidade de tempo (Equação 6).

$$W = \frac{E}{\Delta t} \quad (6)$$

Sendo W = potência sonora, E = energia sonora e Δt = variação do tempo.

3.1.7 Escala decibel

A sensação subjetiva da intensidade dos sons é preferencialmente mensurada pelo nível de pressão sonora (BISTAFA, 2011). Entretanto, o sistema auditivo é capaz de detectar a variação de pressão sonora em uma vasta ordem de grandeza ($2 \cdot 10^{-5}$ Pa a 200 Pa), tornando difícil a sua utilização para expressar tal sensação (RAICHEL, 2006). Logo, a utilização de uma escala em decibel (dB) para auxiliar na representação da sensação subjetiva da intensidade do som mostra-se bastante apropriada, já que é de natureza logarítmica e adimensional, comprime todas as faixas de interesse em pouco mais de uma centena de decibéis (BISTAFA, 2011). Assim, o nível de pressão sonora (NPS) em decibel (dB_{NPS}) é definida por (Equação 7):

$$L_p = 10 \log \left(\frac{p_{rms}}{p_0} \right)^2 = 20 \log \frac{p_{rms}}{p_0} \quad (7)$$

Onde, L_p = nível de pressão sonora (dB_{NPS}) , p_0 = pressão de referência ao limiar de audição $2 \cdot 10^{-5}$ Pa e o p_{rms} = Pressão sonora eficaz.

A vantagem de utilizar a escala com níveis logaritmos pode ser observada na tabela 1, a faixa de pressão sonora é comprimida em uma escala logarítmica que varia de 0 a $140 \text{ dB}_{\text{NPS}}$.

Tabela 1- Relação entre a sensação subjetiva da intensidade, pressões sonoras (Pa) e níveis de pressão sonora (dB_{NPS}) para sons do cotidiano (fonte: BISTAFA, 2011).

Sensação subjetiva de intensidade (audibilidade)	Descrição	Pressão Sonora (Pa)	Nível de pressão sonora (dB _{NPS})
Estrondoso	-Perigo de ruptura do tímpano Avião a jato a 1m	200	140
	-Limiar da dor Avião a jato a 5m	63	130
Muito barulhento	-Limiar do desconforto auditivo Avião de motor a pistão a 3 m	20	120
	Próximo a uma britadeira	6,3	110
	Dentro de um avião	2	100
Barulhento	Rua barulhenta OBS. <85dB ambientes considerados insalubres	0,63	90
	Dentro de um automóvel em alta velocidade	0,2	80
Moderado	Rua de barulho médio	0,063	70
	Rádio com volume médio	0,02	60
Tranquilo	Restaurante tranquilo	0,006	50
	Sala de aula (ideal)	0,002	40
Silencioso	Quarto de dormir	0,0006	30
	Estúdio de rádio e tv	0,0002	20
Muito silencioso	Respiração normal	0,00006	10
	-Limiar da audição	0,00002	0

O nível de intensidade sonora (NPI) também pode ser expresso em dB (Equação 8):

$$L_I = 10 \lim_{10} \frac{(intensidade\ do\ som)}{(intensidade\ de\ referência)} \quad (8)$$

Onde, L_I = nível de intensidade sonora (dB_{NPI}) e intensidade de referência = 10^{-2} W·m⁻².

E a expressão do nível de potência sonora é dada por (Equação 9):

$$L_W = 10 \lim_{10} \frac{(potência\ do\ som)}{(potência\ de\ referência)} \quad (9)$$

Onde, L_W = nível de potência sonora (dB_{PWL}) e potência de referência = 10^{-12} W.

3.1.8 Influência do ambiente na transmissão e propagação do som

Os sons podem ocorrer em campos livres ou em ambientes fechados. Os sons que ocorrem em campo livre, quase não sofrem influência de anteparos, e assim, se irradiam igualmente para todos os lados no formato de ondas esféricas (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; BISTAFA, 2011). Em ambientes fechados, o som gerado depende do tipo de fonte, da sua distância para o receptor e a natureza do ambiente (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). Nesses locais, a percepção do som sofre interferência dos efeitos de reflexão, difração e absorção devido aos limites da sala, gerando um campo sonoro difuso (RAICHEL, 2006).

A superfície lisa de uma parede, geralmente, reflete uma fração da energia sonora que colide com ela, com amplitude e a fase diferente das ondas incidentes, esse fenômeno é conhecido por reflexão (BISTAFA, 2011). Assim, o coeficiente de reflexão sonora é definido por (Equação 10):

$$Coeficiente\ de\ reflexão = \frac{E_{refletida}}{E_{incidente}} \quad (10)$$

Onde $E_{refletida}$ = energia sonora refletida e $E_{incidente}$ = energia sonora incidente.

A reflexão pode gerar ecos ou reverberação. A reverberação ocorre quando o som refletido atinge o observador no instante em que o som emitido pela fonte sonora está se extinguindo, ocasionando o prolongamento da sensação auditiva. A presença

de reverberação tende a mascarar a percepção imediata de uma nova fonte de som, sendo prejudicial à comunicação (RAICHEL, 2006).

A energia sonora que incide com a parede e não sofre reflexão, pode sofrer absorção pela mesma. O coeficiente de absorção sonora pode ser determinado por (Equação 11):

$$\text{Coeficiente de absorção} = \frac{E_{\text{absorvida}}}{E_{\text{Incidente}}} = \frac{E_{\text{incidente}} - E_{\text{refletida}}}{E_{\text{incidente}}} = 1 - \frac{E_{\text{refletida}}}{E_{\text{incidente}}} \quad (11)$$

Onde $E_{\text{absorvida}}$ = energia sonora absorvida, $E_{\text{refletida}}$ = energia sonora refletida e $E_{\text{Incidente}}$ = energia sonora incidente.

A absorção pode acontecer em forma de energia dissipada em calor ou energia transmitida a ambientes externos (Equação 12) (KUTTRUFF, 2009):

$$E_{\text{absorvida}} = E_{\text{dissipada}} + E_{\text{transmitida}} \quad (12)$$

Onde, $E_{\text{absorvida}}$ = energia sonora absorvida, $E_{\text{dissipada}}$ = energia dissipada em calor e $E_{\text{transmitida}}$ = energia transmitida a superfície oposta ao som incidente.

A difração acontece quando uma onda sonora sofre um desvio a passar por qualquer superfície irregular (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

3.2 Psicoacústica

Os humanos percebem a frequência sonora de maneira diferente da escala linear em hertz. As ondas sonoras são captadas em nível fisiológico pela orelha e enviadas ao cérebro, o qual determina seu significado e importância de modo subjetivo (BISTAFA, 2011). Assim, a psicoacústica relaciona as características físicas do som à sensação subjetiva de intensidade que ela provoca em humanos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

3.2.1 Audibilidade (*Loudness*)

Audibilidade é o nome dado à sensação subjetiva de intensidade do som e permite ordenar em uma escala de sons considerados muito silenciosos a estrondosos observados na tabela 1 (BISTAFA, 2011; KUTTRUFF, 2009; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). A unidade do nível de audibilidade é chamada de fone.

Os níveis de audibilidade são definidos a partir do nível sonoro do tom puro em 1000 Hz, e são expressos por diferentes curvas denominadas isoaudíveis ou isofônicas (Figura 4). Usando estas curvas, o nível de intensidade de qualquer tom puro pode ser determinado a partir da sua frequência e nível de pressão sonora. O limite inferior destas curvas é o limiar da audição (20 Hz) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; KUTTRUFF, 2009).

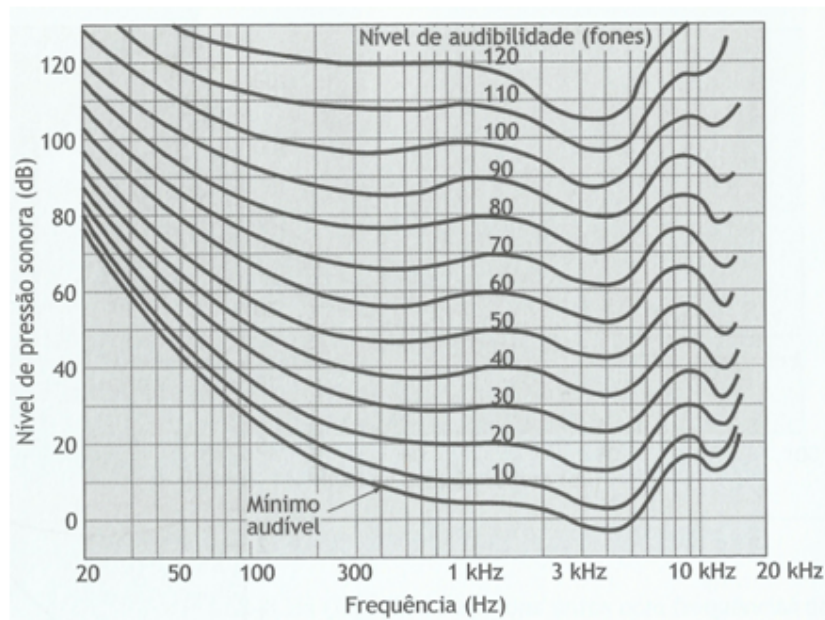


Figura 4- Curvas isoaudíveis (Fonte: BISTAFA, 2011).

3.2.2 Tonalidade

Tonalidade é a sensação subjetiva da frequência. Sons de baixa frequência são identificados como sons de baixo tom (graves) e sons de alta frequência são identificados como sons de alto tom (agudos) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

A tonalidade nos permite discernir, por exemplo, entre dois instrumentos musicais tocando a mesma nota, ou ainda diferentes sons da fala (RAICHEL, 2006).

3.2.3 Mascaramento

O mascaramento é a capacidade de um som de fundo interferir na audibilidade de outro som. Os tons graves possuem maior capacidade de interferir na percepção dos tons agudos (BISTAFA, 2011; RAICHEL, 2006; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). A implicação mais importante do mascaramento sonoro é na integridade da fala (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

3.3 Ruído

O ruído sonoro é um som considerado desagradável. Ele pode provocar danos ao sistema auditivo, como zumbido e perda de audição, além de doenças cardíacas e distúrbios do sono, sendo considerado um fator de estresse generalizado (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

3.3.1 Tipos de ruído

Os ruídos sonoros podem ser classificados em estacionários, não estacionários ou de impacto.

Ruídos estacionários são aqueles que contêm pequenas flutuações do nível de pressão sonora dentro do período de observação (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). O nível de ruído de fundo, que é o nível sonoro mínimo, o qual parece não

sofrer alteração durante o período de mensuração, é considerado um ruído estacionário (BISTAFA, 2011).

Ruídos não estacionários são aqueles que o nível de pressão sonora varia durante o intervalo de mensuração. Eles ainda podem ser classificados em dois subtipos: Ruído flutuante e ruído intermitente. A variação do nível de pressão sonora do ruído flutuante altera de forma contínua, diferente do ruído intermitente, que não ocorre continuamente.

Ruídos de impacto ou impulsivo são aqueles que apresentam picos de energia acústica, de duração inferior a um segundo (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001). Este tipo de ruído aumenta as chances de danos auditivos (RAICHEL, 2006).

3.3.2 Medição de ruído

O ruído pode ser medido por diferentes maneiras, de acordo com o que se deseja avaliar (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

Os analisadores de frequência determinam o nível global de ruído distribuído em faixas de frequências (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

Os dosímetros medem a dose de exposição ao ruído de trabalhadores durante o dia de trabalho normal. Eles devem ficar fixados ao corpo do trabalhador e devem ser calibrados de acordo com a norma NR-15 (1978), cuja a última atualização foi em 2001.

Os medidores de pressão sonora mensuram o nível de ruído em ambientes (BISTAFA, 2011) e são comumente utilizados para medir o nível de ruído ambiental.

Atualmente, existem equipamentos que são dosímetro e medidor integrador de nível de pressão sonora eficaz ao mesmo tempo.

3.3.3 Medidor de nível de pressão sonora

Os medidores de NPS captam, por meio de microfones, os ruídos sonoros, pré amplificam o sinal, filtram pelo filtro ponderador de frequência (tipo A, B, C, D ou Z), determinam o valor eficaz da pressão sonora e submetem-no a uma ponderação temporal (rápida, lenta ou impulsiva). Após todos esses passos, ele indica o valor do ruído, considerando a sensação subjetiva do som, dado em dB_{NPS} , comumente representado apenas por dB (Figura 5) (BISTAFA, 2011).

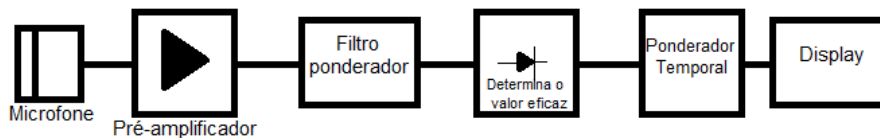


Figura 5- Representação do processamento do medidor de nível de pressão sonora. O processamento está dividido em 6 etapas, captar o som com microfone, pré amplificar o sinal, utilizar filtros de ponderação de frequência (A,B,C,D ou Z), determinar o valor eficaz da pressão sonora (P_{RMS}), utilizar uma ponderação temporal (lenta ou rápida) e depois apresentar o valor dado em dB_{NPS} no display.

Os medidores de NPS são classificados de acordo com sua aplicação e precisão, e podem ser definidos por tipo 0, 1, 2 ou 3. O tipo 2, com precisão de $\pm 1,5$ dB, é o mais indicado para medida de ruído em UTIN (ABNT- NBR 10151, 2000).

Atualmente, os medidores de NPS fornecem o nível médio de pressão sonora equivalente (L_{eq}). O L_{eq} é a mensuração do nível sonoro estacionário, obtido a partir da pressão sonora eficaz (com ponderação A), referente a todo o período T de medição (ABNT-NBR:10151, 2000; RAICHEL, 2009), definido por (Equação 13):

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{pa(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad (13)$$

Onde, L_{eq} = nível médio de pressão sonora, T = período, t = tempo, L_i = nível de pressão sonora, N = número total de leituras, p_0 = pressão sonora de referência = $20\mu\text{Pa}$, p_a = pressão sonora medida.

A medida em L_{eq} é indicada para medir o nível de pressão sonora média presente no ambiente, pois tem correlação com os efeitos psicoacústicos (BISTAFA, 2011; GRAY E PHILBIN, 2000; RAICHEL, 2006). Alguns medidores e *softwares* armazenam sequencialmente os níveis equivalentes a intervalos pequenos de tempo, usualmente de 1 segundo a 1 minuto.

A fim de considerar as flutuações nos níveis de pressão sonora e as características intermitentes de alguns ruídos, os medidores de NPS também medem os níveis sonoros percentuais (RAICHEL, 2006). O nível L_n representa o nível sonoro que excedeu $n\%$ do tempo e são usados internacionalmente como descritores de ruído da comunidade (RAICHEL, 2006; GRAY E PHILBIN, 2000). O L_{10} , por exemplo, é o limiar de ruído excedido por 10% do tempo de medição. O L_{50} representa o nível e ruído médio, porque a metade do tempo o nível de ruído excede o valor recomendado. O L_{90} é normalmente utilizado para indicar o nível mínimo de ruído ou nível de fundo (RAICHEL, 2006). Quanto maior o percentil, menor deve ser o nível de ruído.

Outros parâmetros comumente calculados são o L_{min} , L_{max} e L_{peak} , no intervalo de tempo considerado. O L_{min} é o menor valor e o L_{max} é o maior valor de pressão sonora medida, após a aplicação de um filtro ponderador de frequência e da ponderação temporal. O 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} está mais próximo da percepção do ouvido humano (BISTAFA, 2011).

3.3.4 Filtros de ponderação de frequência

Para avaliar a exposição humana ao ruído, filtros ponderados devem ser utilizados para simular a diferença de audibilidade das diferentes componentes de frequência do som (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; BISTAFA, 2011). Os filtros ponderadores de frequência extraem a energia sonora de um som em bandas de frequências e modifica-a, de acordo com as curvas isofônicas. (BISTAFA, 2011).

Existem cinco tipos de filtros de ponderação de frequência: O filtro A simula a resposta do ouvido humano quando a curva isofônica é de 40 fones; O filtro B simula a resposta do ouvido humano quando a curva isofônica é de 70 fones; O filtro C simula a resposta do ouvido humano quando a curva isofônica é de 100 fones; O filtro D foi desenvolvido especificamente para avaliar ruídos de sobrevoos de aeronaves e o filtro Z corresponde à ausência de compensação ou resposta linear (Figura 6). No resultado da medição em dB é indicado o tipo de filtro entre parênteses, por exemplo, quando utilizado o filtro de ponderação de frequência A o resultado é dado em dB(A).

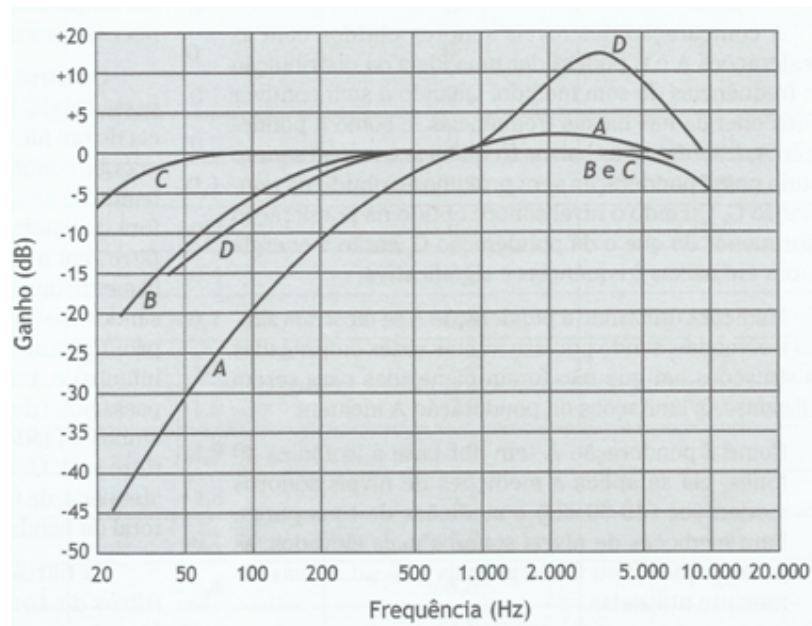


Figura 6- Filtros de Ponderação de frequência- Representação dos filtros de ponderação de frequência A, B, C e D. (Fonte: BISTAFA, 2011).

Os filtros A e C são comumente utilizados para mensurar níveis de ruído em ambientes. O filtro A aproxima a resposta da sensação subjetiva do som ao nível de audibilidade moderado (tabela1), por isso é aconselhável utilizá-lo para medidas de desconforto, pois informa o risco de lesão auditiva em função do nível de ruído. De maneira geral, a medida em dB(A) é indicado pela maioria das normas e legislações relativas ao ruído. A medida em dB(C), aproxima a resposta do sistema auditivo para sons com nível de audibilidade barulhento (tabela1), descreve melhor a intensidade do ruído industrial que contribui de forma significativa para os danos de audição e é utilizado nas medidas de exposição total ao ruído. O filtro Z é utilizado para avaliação do ruído de pico (BISTAFA, 2011; WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

3.3.5 Ponderação temporal

Devido ao formato de onda irregular do ruído, é necessário utilizar uma ponderação temporal para minimizar as flutuações do nível de pressão sonora medida (BISTAFA, 2011). As curvas de ponderação temporal são denominadas: rápida (R), lenta (L) ou de impacto (I). Estas diferem entre si pela constante de tempo (Figura 7). A configuração da curva rápida tem tempo de integração de 125 ms, e é utilizada para medir ruídos estacionários. A configuração da curva lenta tem tempo de integração de 1 s e é utilizada para medir ruídos não estacionários em ambientes dinâmicos, gerando leituras mais consistentes e estáveis. A curva de impacto é utilizada na captura de sons de impacto e o tempo de integração é de 35 ms (WEBSTER, 2000). Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibéis (dB) com instrumento de nível de pressão sonora (NPS) operando no circuito de compensação "A" e circuito de resposta lenta (NR15: 1978).

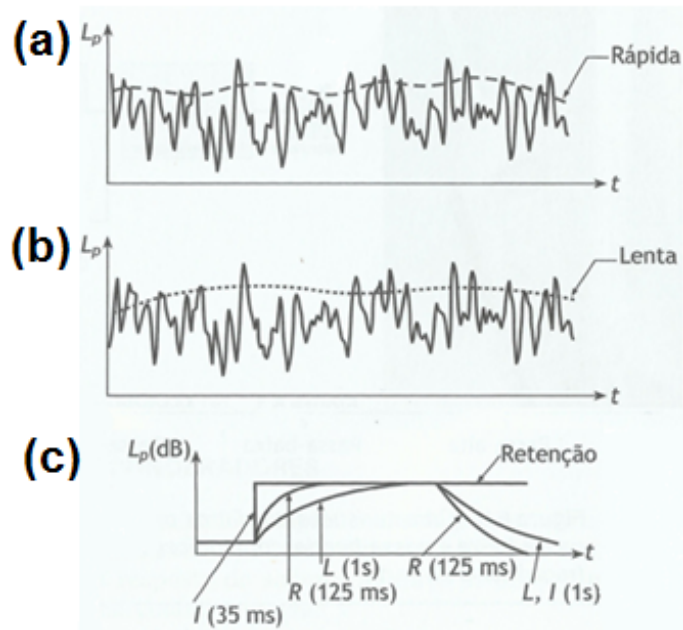


Figura 7- Ponderador Temporal. a) Representa a ponderação temporal na resposta rápida b) Representa a ponderação temporal na resposta lenta c) Representação da ponderação para a resposta rápida (R), lenta (L) e de impacto (I) (Fonte: BISTAFA, 2011).

3.3.6 Níveis de exposição ao ruído ambiental

O ruído ambiental foi definido no *Guidelines for Community Noise- WORLD HEALTH ORGANIZATION* (1999) como: “O ruído emitido por todas as fontes exceto o ruído industrial no local de trabalho”. Este tipo de ruído é considerado um dos maiores problemas ambientais em todo mundo (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY; 2014).

As principais fontes de ruído ambiental são o tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, construções, indústrias, ruídos comunitários (vizinhos, rádio, televisão, bares e restaurantes) e fontes sociais ou de lazer (fogos de artifício, brinquedos, shows de rock, armas de fogo, etc.) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

Para tentar conter esse problema no Brasil, a ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT NBR 10151:2000) realizou a avaliação do ruído em

áreas habitadas, visando o conforto da comunidade e estabeleceu os níveis de ruído desejáveis nesses ambientes, observados na tabela 2.

O nível sonoro não deve ultrapassar os valores estipulados na tabela 2 entre 22 horas e 7 horas da manhã seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ocorrer antes das 9 horas.

Para ambientes internos, o nível sonoro indicado na tabela 2 deve ser corrigido em - 10 dB(A) para janela aberta e - 15 dB(A) para janela fechada.

O nível de ruído ambiental deve ser mensurado em dB ponderado em A (ABNT- NBR 10151:2000).

Tabela 2- Níveis de ruído recomendados para ambientes externos (Fonte: ABNT- NBR 10151:2000).

Tipos de áreas	Diurno dB(A)	Noturno dB(A)
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residencial urbana, ou de hospitais, ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

3.3.7 Níveis de exposição ocupacional

Locais de trabalho, principalmente indústrias e construções, são ambientes ruidosos. Assim, os trabalhadores ficam expostos ao ruído e a todos os riscos associados a ele diariamente.

As principais fontes de ruído nestes locais provêm de ventiladores, exaustores, compressores de ar, ferramentas pneumáticas, motores elétricos, máquinas para trabalhar madeira, dentre outras (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; BISTAFA, 2011).

A redução da capacidade de audição é a doença ocupacional mais comum no Brasil (SANTOS e SANTOS, 2000). Devido a isso, o limite de tolerância para ruído contínuo ou intermitente (Tabela 3) para saúde do trabalhador no Brasil foi definido pela norma atividades e operações insalubres (NR-15:1978).

Níveis de ruído acima de 115 dB(A) não são permitidos para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. Os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em dB com filtro de ponderação "A" e ponderação temporal lenta (SLOW). As leituras devem ser feitas próximas à orelha do trabalhador.

Tabela 3- Máxima exposição diária ao ruído contínuo e intermitente durante o período de trabalho no Brasil (Fonte: NR15: 1978):

Nível de ruído dB(A)	Máxima exposição diária permissível
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	1 hora e 45 minutos
96	1 hora e 15 minutos
98	1 hora
100	45 minutos
102	35 minutos
104	30 minutos
105	25 minutos
106	20 minutos
108	15 minutos
110	10 minutos
112	15 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

O limite de tolerância para ruídos de impacto é de 130 dB, à ausência de compensação ou resposta linear (filtro de ponderação de frequência Z). Em caso de não se dispor de medidor do nível de pressão sonora com circuito de resposta para

impacto, será válida a leitura feita no circuito de resposta rápida (*FAST*) e circuito de compensação "C". Neste caso, o limite de tolerância será de 120 dB(C). As leituras devem ser realizadas próximas à orelha do trabalhador.

As atividades ou operações que exponham os trabalhadores, sem proteção adequada, a níveis de ruído contínuo, intermitente ou de impacto superiores aos estabelecidos, oferecerão risco grave e iminente à saúde dos trabalhadores (NR15-1978).

3.3.8 Estratégias para redução e controle do ruído

Para desenvolver estratégias para a redução do nível de ruído, primeiro é necessário conhecer os níveis de ruído, as fontes de ruído, seu caminho de propagação e a acústica da sala (reverberação) (BISTAFA, 2011).

A principal parte do processo é identificar e quantificar as fontes de ruído e suas contribuições para o ruído global existente. Só após esta etapa, será possível considerar diferentes opções para o controle do ruído e determinar soluções e custos das várias opções. O controle de ruído na fonte é o método mais eficaz de reduzir os níveis de ruído. Quando ele não pode ser controlado na fonte, deve ser atenuado no caminho de propagação (ar ou estrutura). Para isso, é preciso levar em consideração a acústica da sala (BISTAFA, 2011).

Além desses procedimentos, podem ser adotados programas de educação ao controle do ruído, desenvolvendo métodos de trabalhos que geram menos ruído. Para isso, é necessário que os trabalhadores recebam informações e treinamento que lhes permitam compreender e enfrentar os riscos relacionados com o ruído (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; BISTAFA, 2011).

Quando todas essas tentativas não são suficientes, a exposição ao ruído pode ser reduzida através de medidas como: proteção auditiva, mudanças ou redução no horário de trabalho (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001).

Todavia, as melhores estratégias na redução do ruído sempre serão as realizadas diretamente no projeto original (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2001; BISTAFA, 2011).

3.3.9 Estratégias de redução do ruído em ambientes fechados

Mudanças no caminho de transmissão do som podem reduzir o ruído (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1999). Em ambientes fechados é muito comum que o som sofra reflexões, que dificultam a inteligibilidade da fala. Assim, salas destinadas à comunicação devem ser projetadas com tempos de reverberação relativamente curtos.

Os problemas de reverberação em salas podem ser resolvidos através da utilização de materiais absorventes acústicos. A utilização de materiais fibrosos (lã de vidro) e porosos (esponjas de poliuretano) em paredes é uma ótima estratégia para minimizar o ruído de uma sala, porque esses materiais permitem que as partículas do ar ao penetrarem em seu interior e dissipem a energia sonora por atrito.

Caso haja necessidade de aumentar ainda mais a absorção sonora, dispositivos especializados de absorção como os painéis ressonantes podem ser utilizados. Estes tipos de sistemas ressonantes dissipam a energia sonora em baixas frequências por absorção mecânica.

Os painéis ressonantes são constituídos por um painel flexível montado próximo a uma parede ou teto, com uma pequena cavidade de ar no espaço entre eles. O som incide sobre o painel e faz com que ele vibre, dissipando desta forma parte da energia incidente (BISTAFA, 2011).

A isolação de ambientes também é uma estratégia importante para reduzir a transmissão do ruído através de uma sala para outra (RAICHEL, 2006, BISTAFA, 2011). Materiais de isolamento de som são, em geral, herméticos, formando assim estruturas eficazes de isolamento de som entre a fonte de ruído e o receptor, por exemplo, paredes (RAICHEL, 2006).

Paredes de alvenaria permitem pouca transmissão do som, devido à sua alta massa por unidade de área. Paredes formadas por duas placas de gesso, com um espaço entre elas, também proporcionam um isolamento eficaz contra a transmissão de som entre dois ambientes, pois a energia do som se perde na mudança do meio de propagação ar-sólido, sólido-ar e ar-sólido, novamente (RAICHEL, 2006, BISTAFA, 2011).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 O estudo

Este estudo foi realizado na Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal de um Hospital Universitário, na cidade do Rio de Janeiro, após uma reforma física, que tinha como um de seus objetivos reduzir o nível de ruído sonoro. O estudo foi dividido em três etapas: a primeira etapa consistiu em mensurar o ruído de fundo da UTIN inoperante, a segunda etapa consistiu em mensurar o ruído sonoro da UTIN em funcionamento e a terceira etapa consistiu em observar as principais fontes sonoras desta UTIN. Todas as etapas foram realizadas entre 2013 e 2014.

Este estudo seguiu a mesma metodologia utilizada no estudo de Nogueira (2010), o qual mediu o ruído e fontes sonoras desta mesma UTIN anteriormente a reforma arquitetônica.

4.2 Design UTIN antes da reforma

A UTIN possuía três áreas assistenciais: área A de nível III, com capacidade para até 8 leitos; área B de nível III, com capacidade de até 5 leitos destinados aos prematuros com peso ao nascimento inferior a 1500 g; e área C de nível II, com capacidade de até 9 leitos. Havia um posto de enfermagem que permitia a visão das três áreas assistenciais (H), uma área para reunião da equipe médica (D), uma sala para preparo de medicamentos (G), uma sala para armazenamento de material de consumo (F). No *hall* de entrada havia duas pias para fazer a higienização das mãos (E). A sala de convivência da equipe multiprofissional (I) se localizava atrás das áreas G e F, separada por divisórias revestidas de fórmica (Figura 8).

As três áreas assistenciais eram separadas por paredes de alvenaria a meia altura (96 cm), sobrepostas por estantes vazadas. O chão era de granilite e o teto rebaixado com gesso (pé direito de 2,72 m). A área de reunião da equipe médica (D),

localizada na entrada da unidade era aberta e separada da área C apenas por uma meia parede sobreposta também por uma estante vazada. O balcão do posto de enfermagem era revestido em fórmica (H). As áreas de medicação (G) e depósito (F) eram separadas do balcão do posto de enfermagem por divisórias de fórmica.

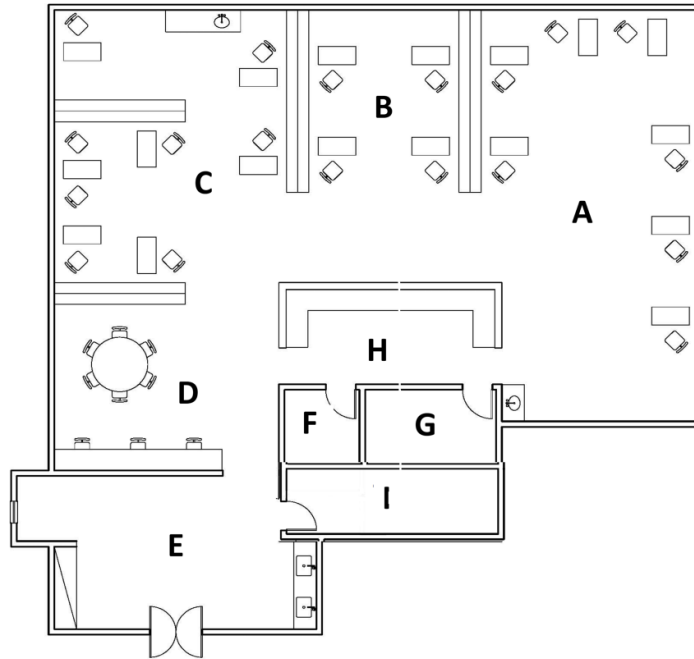


Figura 8- UTIN antes da reforma. A) Área de nível III, com capacidade de 8 leitos; B) Área de nível III, com capacidade de 5 leitos destinados a prematuros; C) área de nível II com capacidade de até 9 leitos; D) Área de reunião dos médicos; E) Hall de entrada; F) sala de armazenamento de material de consumo; G) sala de preparo de medicamento; H) Posto de enfermagem; I) Área de convivência da equipe multiprofissional.

4.3 Design UTIN após a reforma

Após a reforma, para separação das áreas B e C, as estantes vazadas foram fechadas com madeira náutica revestida de fórmica, para tentar reduzir a transmissão de ruído e aumentar a absorção sonora entre essas áreas (EVANS e PHILBIN, 2000). As estantes que separam as áreas A e B foram parcialmente fechadas, permanecendo um espaço aberto (32 cm) para permitir a visualização entre elas. PHILBIN (2004) descreve que quando não há possibilidade de utilizar barreiras entre as áreas, se deve

aumentar a barreira, para que a transmissão sonora seja reduzida. As pias de aço inoxidável da área C foram substituídas por outras de Corian®, objetivando a redução do ruído emitida por esse material. A área de reunião de médicos (D) foi isolada por paredes de fórmica e dois visores de vidro, com acesso pelo corredor de entrada da UTIN, reduzindo a transmissibilidade entre as áreas e mantendo os materiais de escritório afastados dos leitos. As áreas de preparo de medicação (G), de depósito de material (F) e de convivência da equipe multiprofissional (I) foram reconstruídas em alvenaria. O depósito (F) teve o seu acesso modificado com o deslocamento da porta para o corredor de entrada da UTIN, seguindo as recomendações EVANS E PHILBIAN (2000). Uma porta secundária foi instalada para separar as áreas assistenciais (A, B e C) do *hall* de entrada (E) e acesso ao espaço de convivência da equipe (I), assim evita o acesso direto aos leitos conforme sugerido por EVANS E PHILBIAN (2000). O piso de toda a UTIN foi recoberto por uma manta vinílica (PVC), que possui absorção de som de impacto de até 4dB. Uma porta de saída de emergência foi aberta na área C (Figura 9).

O número de leitos manteve-se constante e houve pouca variação no número de profissionais na UTIN considerando antes da reforma.

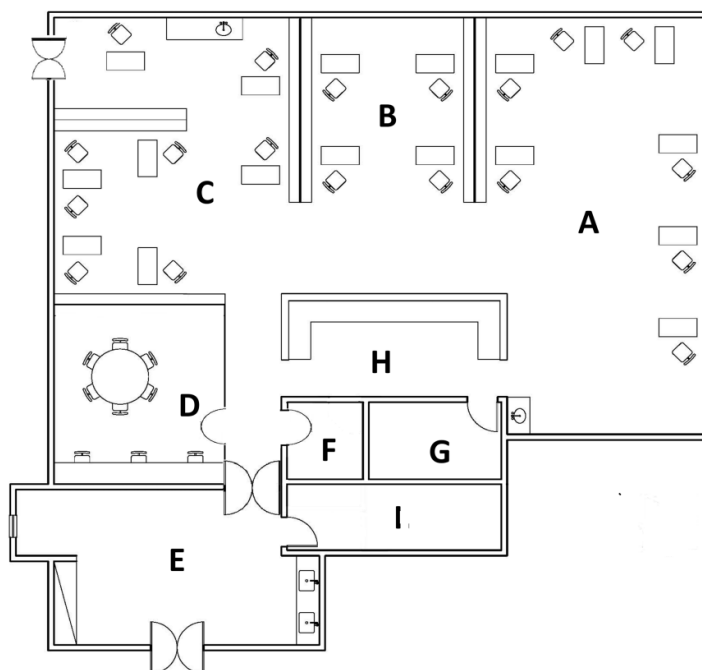


Figura 9- UTIN após a reforma. A) Área de nível III, com capacidade de 8 leitos; B) Área de nível III, com capacidade de 5 leitos destinados a prematuros; C) área de nível II com capacidade de até 9 leitos; D) Área de reunião dos médicos; E) Hall de entrada; F) Sala de armazenamento de material de consumo; G) Sala de preparo de medicamento; H) Posto de enfermagem; I) Área de convivência da equipe multiprofissional.

4.4 Medição do ruído sonoro

O ruído foi medido utilizando-se um dosímetro e medidor integrador de nível de pressão sonora modelo Spark® 706 com seu respectivo calibrador modelo CAL 150, ambos da Larson Davis (Utah, EUA). O calibrador e o medidor de NPS 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).

Ganchos foram fixados nos pontos centrais de cada uma das três áreas assistenciais, onde foi pendurado o medidor de NPS de forma que o microfone ficasse afastado 70 cm do teto e no mínimo 100 cm do piso, paredes e demais anteparos (ABNT - NBR 10151:2000).

Para análise, os dados foram transferidos do medidor de NPS para um computador portátil pelo *software Blaze*® fornecido pelo fabricante e analisados no ambiente R para análise estatística, versão 3.0.1.

Os procedimentos operacionais para fixação e utilização do medidor de NPS se encontram detalhadamente descritos no apêndice A.

4.5 Ruído de fundo

Para medição do ruído da UTIN inoperante, denominado ruído de fundo, foi realizada uma mensuração de 24 horas em cada área. O nível de pressão sonora médio (L_{eq}) foi registrado a intervalos de 5 segundos cada, com filtro A e ponderação temporal lenta.

O L_{eq} foi descrito por médias, desvio padrão e intervalo de confiança para todas as áreas assistenciais em conjunto (A+B+C), chamados de valor global e por cada área assistencial. Os valores de L_{eq} de 5 s foram primeiro transformados para valores absolutos em Pascal e, então, para L_{eq} horário no R. O teste ANOVA e o teste de Tukey foram utilizados para verificar as diferenças das médias entre os grupos das variáveis estudadas. Os valores de P foram considerados significativos quando $p < 0.05$.

Na área A as medições foram realizadas sexta e sábado, continuamente. Na área B as medições foram divididas em 2 sessões: o período noturno foi registrado de quarta-feira para quinta-feira e o período da tarde foi registrado no domingo. Na área C as medições também foram divididas em 2 sessões: o período noturno foi registrado de quarta-feira para quinta-feira e o período da tarde foi registrado no sábado. A divisão em duas sessões foi necessária, pois era preciso que o observador (autor deste trabalho) estivesse presente durante todas as medições, já que a UTIN estava inoperante devido a reforma.

4.6 Ruído sonoro na UTIN em funcionamento

A análise do ruído sonoro na UTIN em funcionamento foi realizada antes e após a reforma física. Para melhor entendimento, a fase pré reforma será denominada como fase 1 e a pós reforma será denominada fase 2.

A fase 1 refere-se a coleta de dados realizada por Nogueira (2010), antes da reforma arquitetônica, no ano de 2009, utilizados em sua tese de doutorado. Os dados nesta fase, foram coletados ao longo de um período de 10 semanas, sendo 4 semanas na área A, 4 na área B e 2 na área C. Esses dados somente serão utilizados neste trabalho para comparação do impacto da reforma arquitetônica no ruído sonoro, da UTIN deste estudo.

A fase 2 refere-se a coleta de dados que foi realizado pelo autor deste trabalho e foi iniciada no final de 2013 e terminou em 2014, após a execução da reforma arquitetônica. Os dados foram coletados durante três semanas, sendo uma semana em cada área assistencial.

Em ambas as fases, o ruído foi medido a intervalos de 5 segundos, sendo registrados quatro parâmetros referentes ao nível de pressão sonora, expressos em decibéis (dB): L_{eq} , nível sonoro máximo (L_{max}), nível sonoro mínimo (L_{min}) e nível de pico sonoro (L_{peak}). Para os três primeiros parâmetros foram utilizados o filtro A e a escala temporal lenta. O L_{peak} foi medido sem filtro e sem ponderação temporal. Os níveis L_n , que representam o nível sonoro que foi excedido em n por cento (%) do tempo, foram registrados a cada 5 minutos (GRAY e PHILBIN, 2000). Todas as gravações foram realizadas de forma contínua, sendo interrompidas no horário entre 9-10 horas para a troca de pilhas, transferência dos dados para o computador e calibração do medidor de NPS as segundas, quartas e sextas.

Na fase 2, O L_{eq} , $L_{máx}$ e L_{min} foram descritos por média, desvio padrão e intervalo de confiança para análise global , por área assistencial, por dia da semana e

por turno. Os turnos do dia considerados foram: manhã (6:00 às 12:00), tarde (12:00 às 18:00), noite (18:00 às 00:00) e madrugada (00:00 às 6:00). O L_{peak} foi caracterizado por $>80\text{dB}$, $80\text{-}90\text{dB}$ e $<90\text{dB}$. O teste ANOVA e o teste de Tukey foram utilizados para verificar as diferenças das médias entre os grupos das variáveis estudadas.

Para realizar a comparação entre a fase 1 e 2, testes t foram utilizados para verificar as diferenças entre as médias de L_{eq} nas fases 1 e 2.

Calculou-se também o percentual do tempo em que o ruído sonoro esteve abaixo do limite recomendado pela AAP (L_{eq} horário $< 45\text{ dB(A)}$) e pelo CERSNICUD ($L_{10} < 50\text{ dB(A)}$ e $L_{máx} < 65\text{ dB(A)}$) em ambas as fases (COMMITTEE ON ENVIRONMENTAL HEALTH NOISE, 1997; WHITE, 1999). Os valores de L_{eq} de 5 s foram primeiro transformados para valores absolutos em Pascal e, então, para L_{eq} horário.

Realizou-se uma análise visual do padrão de variações temporais do L_{eq} mediano em 24 horas, na fase 1 e 2, para identificar a associação de picos e vales de ruído com os momentos que caracterizam a dinâmica assistencial da UTIN.

Foram realizadas três semanas de gravações, em cada fase, cujos dados foram descartados, com o objetivo de evitar o período em que os frequentadores da UTIN alteram seu comportamento habitual devido ao fato das medições estarem ocorrendo.

4.7 Fontes sonoras

O trabalho de campo para a identificação de fontes sonoras foi realizado três vezes na semana (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), duas vezes ao dia: 1 hora de gravação durante o turno da manhã (10:30 às 11:30h) e 1 hora de gravação durante o turno da tarde (13:00 às 14:00h), durante uma semana em cada área assistencial, totalizando três semanas.

No horário de 10:30 às 11:30 ocorriam as discussões de casos, a alimentação dos neonatos, dentre outras atividades e geralmente, havia um número maior de pessoas na UTIN. No turno da tarde, entre 13:00 hora e 14:00 horas, ocorria o horário de almoço da equipe e a UTIN se encontrava com um número menor de pessoas presentes. Tais horários foram selecionados a fim de permitir a identificação das fontes sonoras em momentos com características sonoras distintas (Nogueira *et al.*, 2011).

Foi utilizado um instrumento eletrônico desenvolvido no Microsoft Access® 2010 para o registro manual de eventos em um computador portátil, dividido em duas seções: Circunstâncias e Eventos. Este instrumento já havia sido utilizado no estudo de Nogueira *et al.*(2011).

Na seção de Circunstâncias foram registrados a data do trabalho de campo, a hora de início, o turno, dia da semana, área assistencial, quantidade de leitos ocupados, número de pessoas circulantes, número de equipamentos em funcionamento e observações sobre as circunstâncias presentes na UTIN. Esse registro foi realizado imediatamente antes da identificação de eventos (Figura 10).

O número de pessoas, leitos e equipamentos foram descritos pela média. O número global ou em cada área de pessoas, leitos ou equipamentos foram somados e divididos pela quantidade de coletas de dados realizadas, sendo 6 coletas em cada área, totalizando 18.

Figura 10- Seção de Circunstâncias do instrumento eletrônico para registro dos eventos sonoros.

A seção de Eventos foi utilizada para registro dos eventos sonoros de fontes descritas na literatura como as mais frequentes e intensas no ambiente da UTIN (CHANG *et al.*, 2001; HOLSBACH *et al.*, 2001; ICHISATO, 2004; ICHISATO E SCOCHI 2006 (A); KAKEHASHI *et al.*, 2007; KRUEGER *et al.*, 2005; NZAMA *et al.*, 1995; ROBERTSON *et al.* 1998 e 1999). Nesta seção há um botão para cada fonte que, ao ser clicado, gera o registro automático no banco de dados do horário de ocorrência do evento (Figura 11).

As fontes sonoras foram divididas em dois tipos: fontes sonoras contínuas e fontes sonoras instantâneas.

- **Fontes sonoras contínuas:** conversação, alarme contínuo, choro, rede de gases, incubadora de transporte, discussão de casos e admissão.

Com exceção da conversação, cada uma dessas fontes possuía dois botões, para registro do início e fim do evento.

Para o registro da conversação havia quatro botões, de forma a permitir o registro de quatro níveis de intensidade: 0 (silêncio), 1 (tranquilo), 2 (moderado) e 3 (barulhento), observados subjetivamente pelo observador (Figura 12).

Fontes sonoras instantâneas: alarme intermitente, atividades no balcão, manuseio de material, deslocamento de cadeira, deslocamento de pessoas, telefone, porta, deslocamento de lixeiras, deslocamento de carrinho, gaveta, pia, outros deslocamentos, armário, manuseio lixeira, deslocamento de berço, queda de objeto e gritos.

A fonte atividades no balcão referia-se a bater com a mão, telefone e outros objetos no balcão, o uso de furadores e grampeadores e manuseio de prontuários. A fonte manuseio de material referia-se ao manuseio de material esterilizado, instrumental cirúrgico, equipamentos de suporte vital localizados próximo aos leitos.

Os procedimentos para reconhecimento de fontes se encontram detalhadamente descritos no apêndice B.

Cada uma dessas fontes possuía um único botão identificado com o seu nome que, ao clicar, gerava o registro da hora de ocorrência do evento.

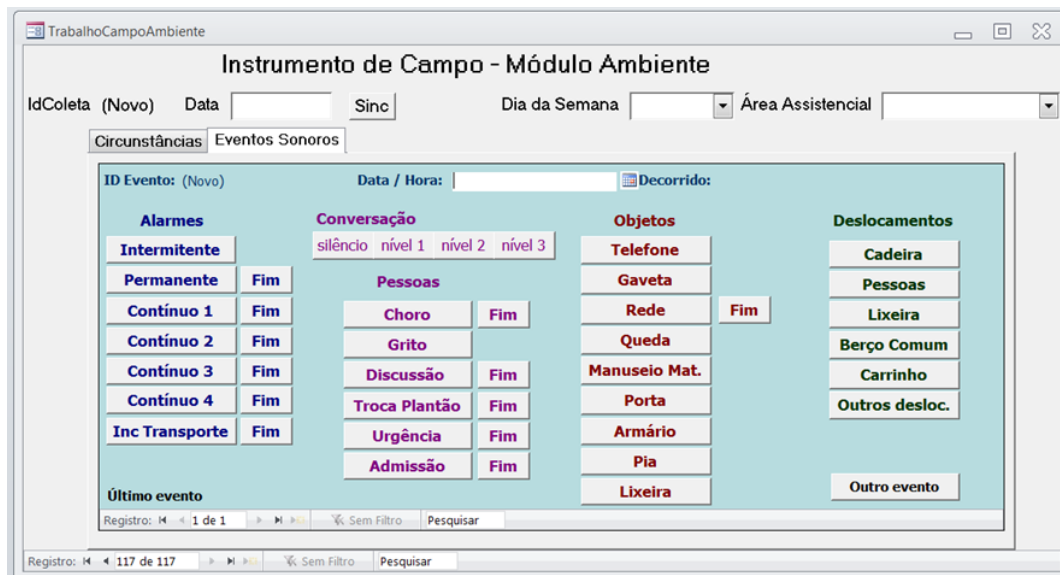


Figura 11- Seção Eventos Sonoros do instrumento eletrônico.

Todo o trabalho de campo foi realizado por um único observador (o autor deste material). 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. O observador ficava posicionado no posto de enfermagem (Figura 9-H), que permitia a visão de toda UTIN.

Concomitantemente ao registro manual de eventos sonoros, também foi realizada a gravação de L_{eq} (filtro A e ponderador temporal lenta) e L_{peak} (sem filtro e sem ponderação temporal) pelo medidor de NPS, em cada área assistencial, com intervalos de 1 segundo.

Os dados do medidor de NPS e do instrumento de registro de eventos foram sincronizados no ambiente R versão 3.0.1. Os eventos sonoros provenientes das fontes analisadas foram descritos por tempo de emissão percentual para as fontes contínuas e número de eventos por hora para as fontes instantâneas, por área assistencial, turno e por faixas de L_{peak} : <80 dB , 80-90dB e >90 dB (WILLIAMS *et al.*, 2007).

O observador passou um período de dois meses apenas observando a UTIN, para se habituar às fontes sonoras decorrentes da rotina da UTIN e, além disso, foi realizado três semanas de treinamento para identificação das fontes e utilização do instrumento com a pesquisadora que realizou as medições antes da reforma, já que foi utilizado o mesmo protocolo e instrumento. Os dados adquiridos durante o período de treinamento foram descartados.

4.8 Questões Éticas

Todas as coletadas de dados na fase 1 e 2 só foram obtidas após aprovadas pelo Comitê de Ética , projeto 2239 e CAAE 14400113.2.3001.525, respectivamente.

Todos 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 gravadas.

5. RESULTADOS

5.1 Ruído de fundo

O tempo total de medição do ruído de fundo foi de 72 horas, sendo 24 horas em cada área assistencial. Na Tabela 4 são descritos os valores do ruído de fundo global e por área. O ruído de fundo global foi de 50,8 dB(A). A área A apresentou o menor nível de ruído de fundo ($p < 0.001$).

Tabela 4- Valores de L_{eq} do ruído de fundo da UTIN. Todos os valores de p foram menores que 0,001.

	Ruído de Fundo dB(A)		Intervalo confiança 95%
	Média	Desvio- padrão	
Global	50,8	1,60	
Por área			
Área A	50,37	1,35	50,35-50,38
Área B	50,83	1,70	50,79-50,86
Área C	51,81	1,43	51,77-51,84

5.2 Ruído sonoro na UTIN em funcionamento

O tempo total de medição do ruído na UTIN em funcionamento na fase 1 foi de 1693 horas, sendo 644 na área A, 644 na área B e 405 na área C. Na fase 2, o ruído foi medido por 500 horas, 168 horas na área A, 164 horas na área B e 168 horas na área C.

Na fase 2, o L_{eq} global foi de 61,2 dB(A). A área A obteve o menor nível de L_{eq} quando comparado as outras áreas ($p < 0,001$), assim como o turno da noite ($p < 0,001$) (Tabela 5).

Tabela 5- Valores de L_{eq} por área assistencial, dia da semana e turno do dia após a intervenção na UTIN (fase 2). Todos os valores de p foram menores que 0,001.

	Tempo (h)	L_{eq} dB(A)		
		Média	Desvio padrão	Intervalo confiança (95%)
Global	500	61,2	4,80	
Por área				
A	168	59,74	3,83	59,71-59,77
B	164	62,39	5,33	62,36-62,41
C	168	61,35	4,65	61,33-61,37
Por dia da semana				
segunda-feira	68	61,43	4,48	61,39-61,46
terça-feira	72	60,5	4,30	60,45-60,52
quarta-feira	71	61,41	5,00	61,36-61,45
quinta-feira	72	61,62	5,02	61,57-61,66
sexta-feira	72	61,24	4,86	61,19-61,28
sábado	72	61,3	4,67	61,25-61,33
domingo	72	60,6	4,90	60,54-60,63
Por turno do dia				
manhã	123	62,48	4,32	62,45-62,50
tarde	126	62,31	4,22	62,28-62,33
noite	126	59,13	4,25	59,09-59,16
madrugada	125	60,71	4,88	60,67-60,74

Em nenhum momento as recomendações da AAP e do CERSNICUD foram atendidas para L_{eq} (< 45 dB(A)) e L_{10} horário (≤ 50 dB(A)). O L_{max} global médio de 63,3 dB(A) foi menor que o limite recomendado pelo CERSNICUD de 65 dB(A), entretanto, o percentual de tempo em que L_{max} se manteve abaixo desse limite variou entre as áreas assistenciais e turnos conforme é descrito na tabela 6. A área B e o turno da noite passaram maior parte do tempo com L_{max} dentro das recomendações. O L_{min} foi de 58,6 dB(A).

Tabela 6- Percentual do tempo em que L_{max} se encontra dentro das normas estipuladas pela CERSNICUD (<65dB(A)).

	Percentual do tempo que L_{max} foi < 65 dB(A)
Por área assistencial	
A	68,6%
B	51,9%
C	67,6%
Por turno	
Manhã	53,3%
Tarde	55,1%
Noite	78,2%
Madrugada	64,4%

Na Tabela 7 foi realizado uma comparação entre a UTIN na fase 1 e 2. Todos os valores de L_{eq} tiveram redução significativa quando comparado as duas fases ($p < 0,001$), exceto o turno da madrugada que apresentou um aumento significativo de - 0,47 dB(A) L_{eq} após a reforma ($p < 0,001$). O ruído médio global teve redução significativa de 2,14 dB(A) na fase 2. A área A era a menos ruidosa na fase 1 (62.82 dB(A)), manteve este comportamento na fase 2 (59,74 dB(A)), e além disso , foi a área que apresentou a maior redução de L_{eq} quando comparada as duas fases. Na fase 1, os menores valores de L_{eq} foram observados aos fins de semana, na fase 2 não houve grande variação.

Os valores de L_{max} e L_{min} sofreram redução de 2,4 dB(A) e 2,9 dB(A), respectivamente, quando comparados fase 1 e 2.

Tabela 7- Valores de L_{eq} da UTIN na fase 1 e redução do L_{eq} após a reforma (fase 2), por área assistencial, turno e dia da semana. Todos os valores de p foram menores que 0,001.

	L_{eq} na fase 1 (dB A)		Diferença L_{eq} entre fase 1 e 2 (dB A)	
	Média	Desvio padrão	Média	Intervalo confiança 95%
Global	63,34	4,60	2,14	2.23-2.26
Área				
A	62,82	4,77	3,08	3.04-3.11
B	63,85	4,47	1,46	1.43-1.49
C	63,60	4,24	2,25	2.22-2.28
Dia da semana				
Segunda-feira	63,40	4,46	1,97	1.92- 2.01
Terça-feira	63,94	4,47	3,44	3.40-3.48
Quarta-feira	63,70	4,77	2,29	2.23- 2.33
Quinta-feira	63,72	4,60	2,10	2.05- 2.15
Sexta	63,71	4,69	2,47	2.42- 2.51
Sábado	62,82	4,31	1,40	1.48-1.57
Domingo	62,40	4,33	1,80	1.76-1.85
Turno				
Manhã	65,84	4,24	3,36	3.32-3.39
Tarde	64,57	3,98	2,26	2.22-2.28
Noite	63,03	4,07	3,90	3.86-3.93
Madrugada	60,24	3,91	-0,47	-0.51-0.44

Os valores de L_n são mostrados na figura 12. O valor global de L_{10} e de L_{90} reduziram em 2 dB(A) quando comparado as duas fases. A área A, que apresentou maior redução de L_{eq} , também apresentou maior redução nos valores de L_n : 3.5 dB(A) para L_{90} e 2 dB(A) para L_{10} (Figura 12). O turno que teve maior redução dos valores de L_n foi o da tarde (Figura 13).

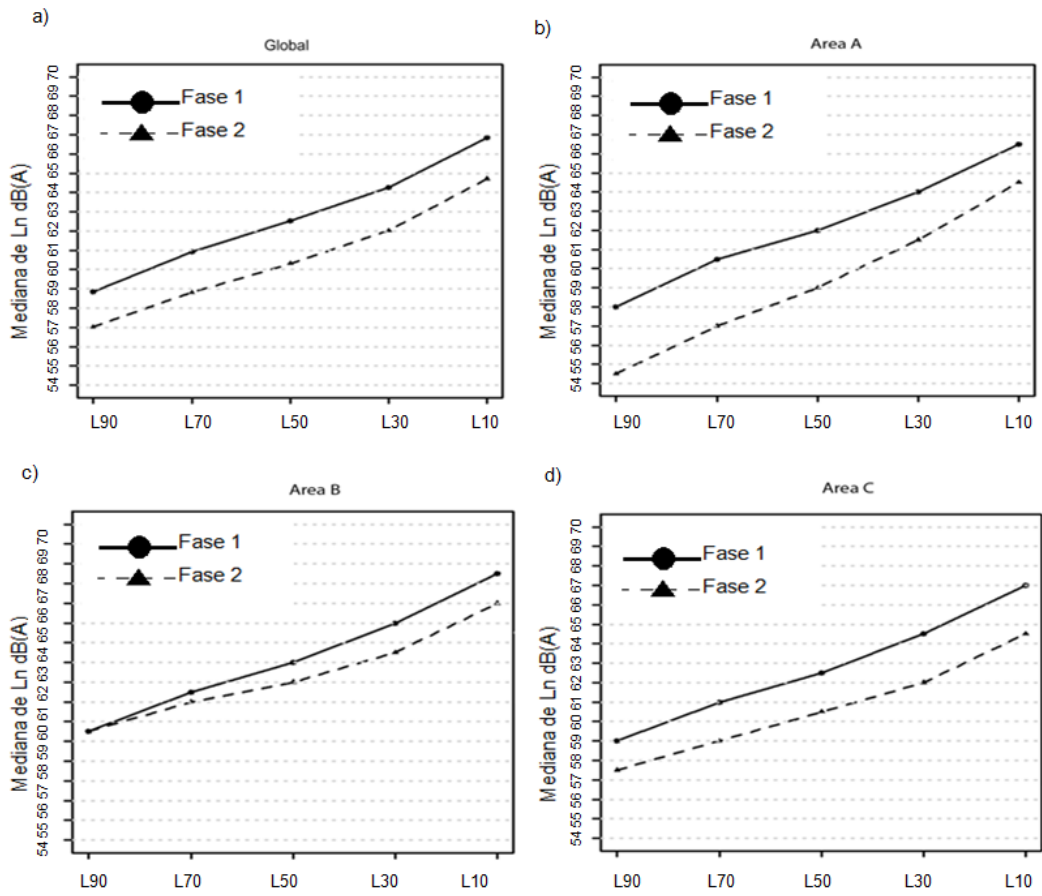


Figura 12- Mediana de L_n dB(A). a) Global, b) Área A, c) Área B, d) Área C, antes da reforma.

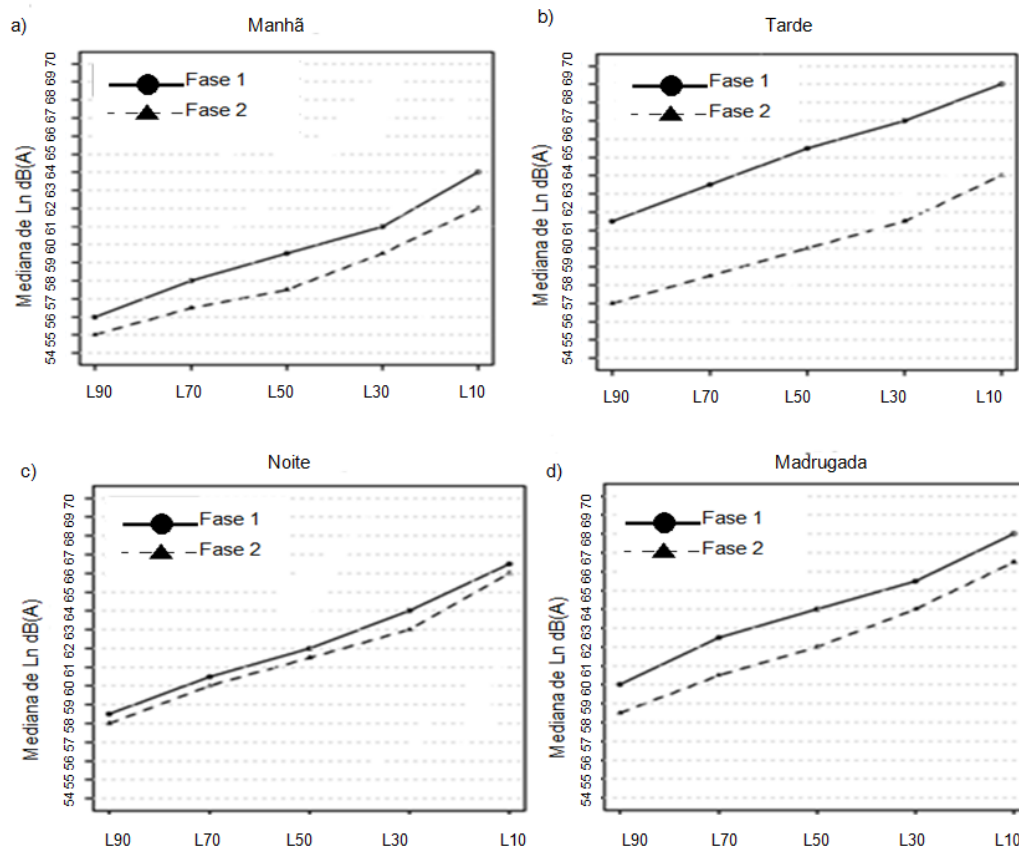


Figura 13- Mediana de L_n dB(A).a)Turno manhã, b) Turno tarde, c) Turno noite, d)Turno madrugada, antes e após a reforma.

Em geral, o nível de ruído pico se manteve mais tempo abaixo de 80dB na fase 2, quando comparado a fase 1, entretanto, o mesmo não foi observado na área B e no turno da madrugada (Figura 14).

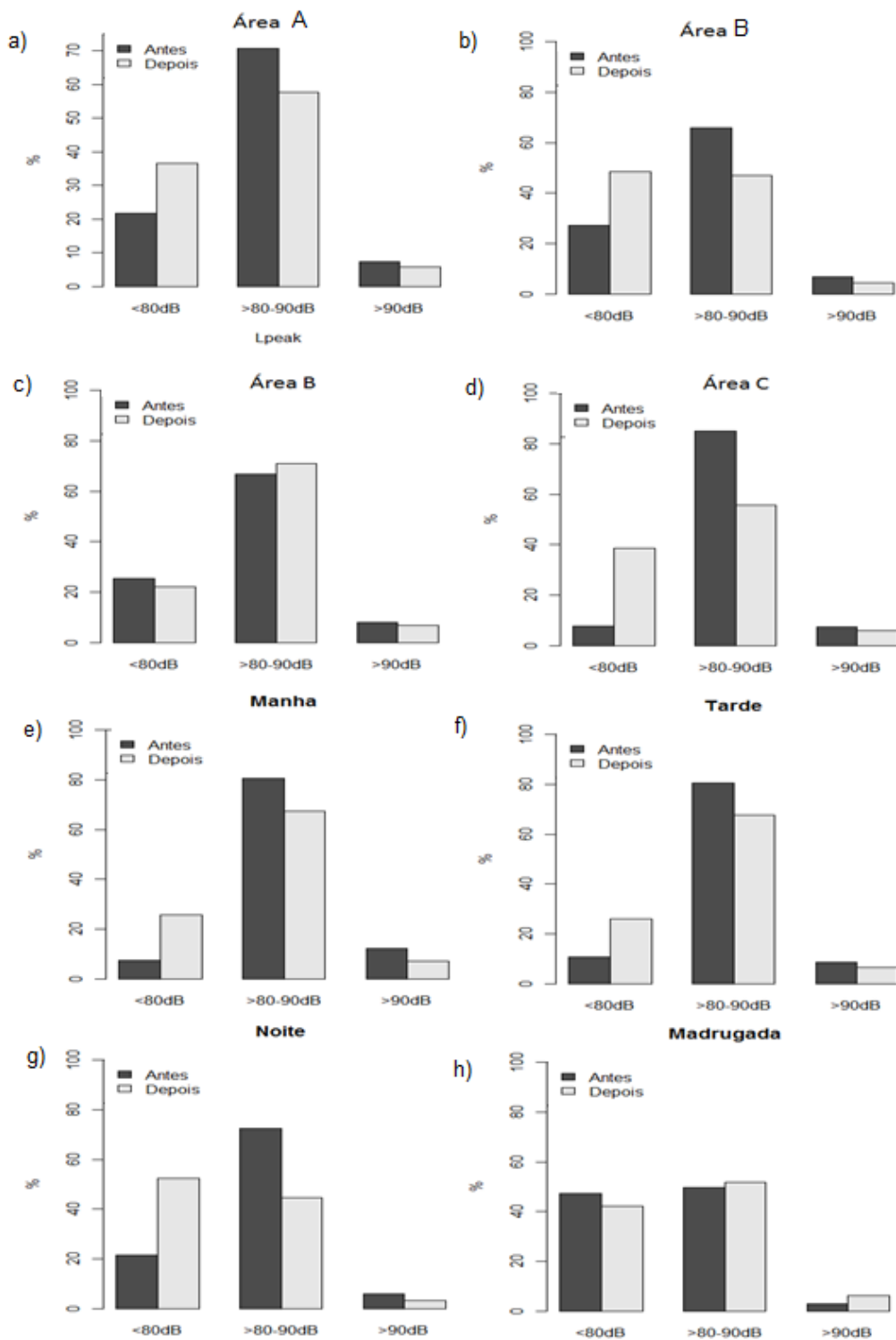


Figura 14- Percentual do tempo em que L_{peak} permaneceu < 80 dB, entre 80-90 dB e >90 dB. a) Global, b) Área A, c) Área B, d) Área C, e) Turno manhã, f) Turno tarde, g) Turno noite, h) Turno madrugada.

A figura 15 ilustra a evolução temporal da mediana do L_{eq} ao longo do dia na UTIN. Observam-se padrões semelhantes de oscilação nas fases 1 e 2, com a curva da fase 2 abaixo da fase 1. Há um pico de ruído logo antes do período da passagem de plantão, que ocorre de 6 às 7 horas. O maior pico do dia coincide com o período de manipulação dos bebês, de 8 às 9 horas. Depois disso, há um período de alto ruído até aproximadamente 12 horas (aproximadamente 67 dB(A) na fase 1 e 65 dB(A) na fase 2). Dentro deste período ocorre a discussão de casos, de 11 às 12 horas. Há uma queda, de aproximadamente 2dB(A) na fase 1 e 4 dB(A) na fase 2, entre 12 e 14 horas, coincidindo com o horário de almoço. Na parte da tarde, o ruído volta a aumentar, aproximadamente 67dB(A) na fase 1 e 64 dB(A) na fase 2, e decai a noite. O período de menor ruído ocorreu durante a madrugada (aproximadamente 59dB(A) na fase 1 e 57 dB(A) na fase 2), quando a UTIN funciona com o mínimo de atividades e tem circulação reduzida de pessoas.

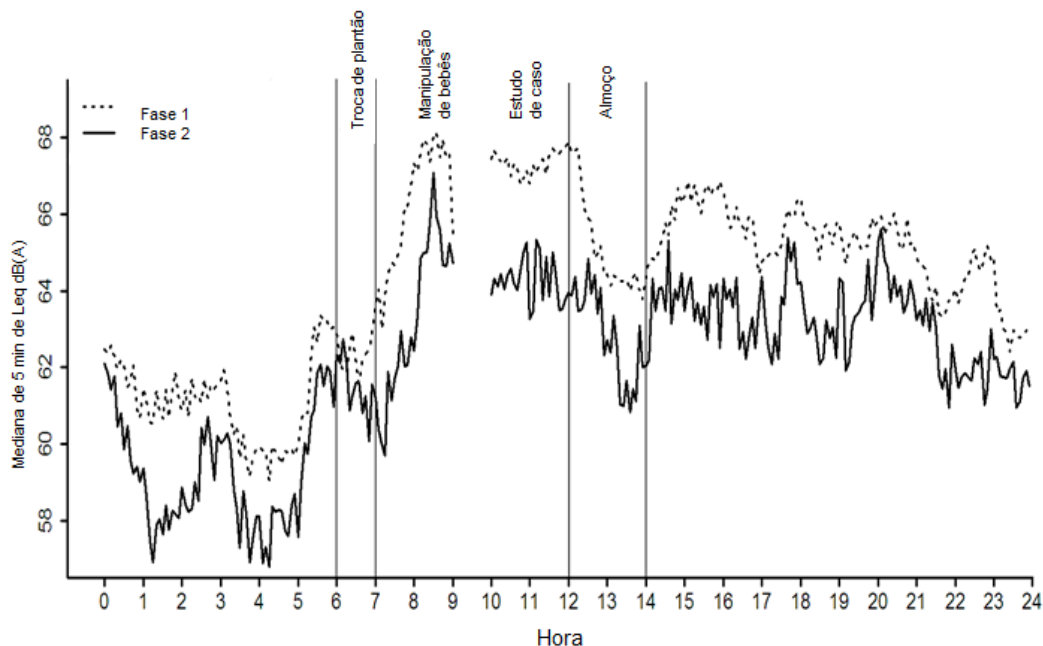


Figura 15- Evolução temporal da mediana do L_{eq} global de 5 minutos, em 24 horas na fase 1 e 2.

5.3 Fontes sonoras

Ao todo foram realizadas 18 seções do trabalho de campo para a identificação de fontes sonoras, com uma média de aproximadamente 56 minutos por seção.

O número de pessoas, leitos e equipamentos em funcionamento nos momentos do trabalho de campo são especificados na tabela 8 para cada área e turno. O número de pessoas na unidade no horário da manhã foi maior que no horário da tarde. A área A apresentou o maior número de leitos ocupados, de monitores multiparamétricos e bombas em funcionamento.

Tabela 8- Média do número de pessoas circulantes, leitos ocupados e equipamentos em funcionamento durante as sessões de identificação de fontes.

	Área assistencial						Global	
	A		B		C			
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Nº seções	6		6		6		18	
Nº de pessoas								
Manhã	-		-		-		17,87	7,84
Tarde	-		-		-		11,11	7,86
Leitos ocupados	6,00	0,89	2,50	1,22	3,83	1,47	10,50	2,68
Incubadoras	4,3	0,89	2,5	1,22	1,66	0,51	7,05	1,69
Berço Rad.	1,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	1,05	0,23
Berço Comum	0,0	0,00	0,0	0,00	2,16	1,83	2,38	1,94
Respiradores	1,16	0,40	1,16	0,40	0,0	0,00	1,55	0,61
Oxímetros	0,0	0,00	0,0	0,00	1,16	0,40	1,27	1,01
Monitores Multi-paramétricos	5,0	1,54	3,5	1,51	2,16	0,40	8,94	1,62
Bombas	3,0	1,09	2,0	0,89	0,1	0,40	1,72	1,44

Os valores de L_{eq} foram mais elevados no turno da manhã quando comparados ao turno da tarde. Neste período a média global do L_{eq} no período da manhã foi de 63,75 dB(A) [intervalo de confiança 95%-63,65-63,74] e da tarde foi de 59,3 dB(A) [59,25-59,34]. A área assistencial menos ruidosa foi a área A, com valor de L_{eq} de 59,7

dB(A) [59,64-59,75] mesmo apresentando maior número de leitos ocupados e equipamentos. A área B apresentou valor L_{eq} de 62,80 dB(A) [62,74-62,85] e a área C apresentou valor L_{eq} de 62,12 dB(A) [62,07-62,16] (Figura 16).

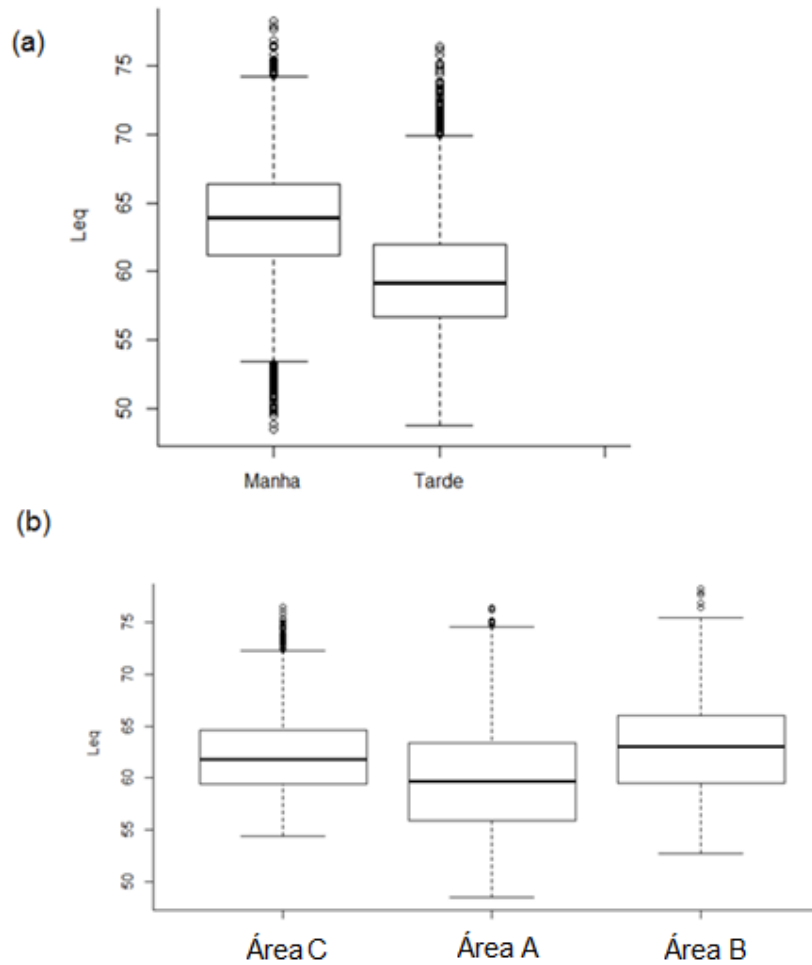


Figura 16- Valores de L_{eq} da UTIN por turno a) e por área assistencial b) durante a identificação de eventos (Todos os p valores <0,001).

Na análise do percentual de tempo em que as fontes contínuas emitiram ruído sonoro foram predominantes a conversação, o alarme contínuo e o choro (Tabela 9). A conversação no nível 3 e alarme contínuo estiveram presentes em maior percentual do tempo quando o L_{peak} era maior que 90 dB.

Tabela 9. Percentual do tempo em que as fontes contínuas emitiram ruído por turno, por área assistencial e por faixa de L_{peak}

Tempo de mensuração (% tempo)	Turno		Área			Faixa de L_{peak}		
	Manhã	Tarde	A	B	C	<80 dB	80dB-90dB	>90 dB
	9h	9h	6h	6h	6h	10.0h	7.8h	0.2h
Conversação								
Ausente	0,91	15,0	11,5	5,7	6,8	12,6	2,3	2,7
Nível 1	27,4	42,0	23,3	45,0	35,6	40,3	28,0	26,7
Nível 2	54,5	38,0	54,6	37,3	46,7	40,7	53,0	52,7
Nível 3	17,0	5,0	10,5	11,8	10,7	6,4	16,7	17,9
Alarme contínuo	80,8	72,6	100	30,5	99,0	71,2	83,4	85,6
Choro	23,4	21,1	13,9	34,1	18,7	16,3	29,7	28,5
Rede de gases	0,5	1,3	0,4	1,56	0,9	1,0	0,8	1,7
Incubadora de transporte	0,2	0,3	0,9	0,0	0,0	0,3	0,2	0,6
Discussão de casos	26,4	0,0	13,1	25,9	0,4	5,0	23,3	21,6
Admissão	0,0	5,4	0,0	8,1	0,0	3,2	2,1	1,7

As fontes sonoras instantâneas podem ser observadas na tabela 10. As fontes mais frequentes pia, manuseio de material e manuseio de lixeira foram mais presentes nos dois turnos e em todas as áreas assistenciais. O manuseio de material, manuseio de lixeira e porta ocorreram mais vezes quando o L_{peak} era maior que 90 dB. O evento atividade na pia esteve mais presente quando o L_{peak} se encontrava na faixa entre 80-90dB, mas também foi muito presente na faixa de L_{peak} acima de 90 dB.

Tabela 10- Número de eventos por hora para fontes sonoras instantâneas, distribuídos por turno, por área assistencial e por faixa de L_{peak} .

Fonte sonora (eventos/hora)	Turno		Área			Faixa de L_{peak}		
	Manhã	Tarde	A	B	C	<80 dB	80dB 90dB	>90 dB
Pia	409,7	219,4	243,5	374,0	324,3	252,3	395,0	260,6
Manuseio de material	165,0	167,7	290,0	115,9	94,4	178,0	150,8	191,4
Manuseio lixeira	6,4	1,1	5,2	2,3	3,8	25,1	53,0	244,0
Porta	35,7	18,3	16,2	30,0	35,0	16,5	37,5	118,0
Deslocamento de cadeira	36,2	28,3	35,4	23,7	37,7	22,8	43,9	65,1
Alarme intermitente	33,1	72,0	94,0	48,9	15,0	61,5	41,5	44,7
Telefone	18,9	20,4	16,9	23,7	18,5	19,1	20,5	16,2
Deslocamento de pessoas	10,7	23,3	18,7	24,6	7,8	20,7	12,8	0,0
Outros deslocamentos	9,1	7,7	4,1	5,7	15,3	6,12	11,3	8,1
Atividades no balcão	8,8	6,4	7,1	10,0	5,7	6,6	8,2	32,5
Gaveta	7,5	6,2	7,3	11,0	2,1	6,4	7,0	20,3
Deslocamento de carrinho	6,9	9,4	3,3	10,2	11,0	4,9	11,6	32,5
Deslocamento das lixeiras	6,4	1,1	5,2	2,3	3,8	2,2	5,3	16,2
Armário	3,7	4,0	4,8	4,2	2,6	3,4	4,6	4,0
Queda de objeto	1,3	0,8	1,8	1,1	0,3	1,2	0,9	4,0
Deslocamento de berço	2,3	0,5	2,3	0,6	1,3	0,7	2,4	0,0
Gritos	0,3	0,8	0,0	1,4	0,3	0,1	1,27	0,0

6. DISCUSSÃO

6.1 Ruído de fundo

O ruído de fundo neste estudo foi de 50,8 dB(A). A UTIN deste estudo possui L_{eq} superior do que é recomendado pelas normas da AAP (<45 dB(A)), mesmo não estando em funcionamento. Esse ruído possui contribuição do sistema de ar condicionado e ventilação, encanamento e elevadores, além de fatores externos como trânsito, etc.(WHITE *et al.*, 2007; EVANS E PHILBIAN, 2000; ROBERTSON *et al.*, 1999). Todavia, na reforma da UTIN não foi realizada nenhuma intervenção nos fatores que influenciam diretamente o ruído de fundo.

PHILBIN e GRAY (2002) descreveram que o ruído de fundo era de 51 dB(A) na UTIN de seu estudo, e também se encontrava acima das normas da AAP, antes da reforma. Após a reforma, os autores não avaliaram este ruído.

6.2 Redução do ruído sonoro na UTIN

Após a reforma da UTIN foi observada redução do L_{eq} global de 2,14 dB (A) e reduções significativas em todas as áreas assistenciais (área A=3,08 dB(A), área B=1,46 dB(A) e área C=2,25 dB(A)). KRUEGER *et al.*(2007) obtiveram uma redução de L_{eq} global superior a observada no presente estudo (4,04 dB(A)), porém, suas intervenções incluíram o uso de painéis que absorvem o som, instalação de sistemas mais silenciosos de ventilação e refrigeração e central de monitorização externa a área dos leitos. WALSH-SUKYS *et al.*(2001) obtiveram uma redução de L_{eq} de 7,6 dB(A), após utilizarem travas para portas e gavetas, substituírem todas as latas de lixo de metal por borracha, instalarem um tapete no centro da sala e instalarem material para absorção sonora no teto. A limitação de recursos não permitiu utilizar a maioria dessas estratégias na UTIN deste estudo.

PHILBIN e GRAY (2002) analisaram a mudança do nível de ruído devido a implementação de estratégias de treinamento e sensibilização da equipe e, posteriormente, mudanças na estrutura física da UTIN. Não foram observadas alterações significativas de L_{max} após as mudanças de comportamento da equipe. Entretanto, assim como no presente estudo, houve redução de L_{max} (2,4 dB(A)) após as mudanças na estrutura física. WALSH-SUKYS *et al.*(2001) também observaram redução de L_{max} (6,3 dB(A)) em seu estudo, por outro lado, KRUEGER *et al.*(2007) observaram aumento deste valor.

Neste estudo, foi observado redução dos valores de L_{min} (de 60,6 para 58,6 dB (A)) na fase 2. PHILBIN e GRAY (2002) após mudanças comportamentais na UTIN observaram redução de L_{min} , que era na faixa de 60 a 65 dB(A) e reduziu para 56 dB(A)). Após mudanças físicas foi observado outra redução de L_{min} , que ficou entre a faixa de 47 a 51 dB(A).

Os valores de L_n obtidos neste estudo também foram reduzidos quando comparados a fase 1. O L_{10} e o L_{90} global tiveram redução de 2 dB(A). WALSH-SUKYS (2001) conseguiu uma redução de 7,3 dB(A) em L_{10} , no entanto, KRUEGER *et al.* (2007) não observaram redução deste valor.

O L_{peak} global observado em nosso estudo se manteve mais tempo abaixo de 80 dB na fase 2 (36,5% do tempo), quando comparado com a fase 1 (21,8% do tempo). ZAMBERLAM-AMORIM *et al.*(2012), mesmo após implementação de programas educacionais, verificou que o L_{peak} ultrapassava 80 dB em todos os registros.

Após a reforma, foi observado que a UTIN avaliada neste estudo atendeu as normas para L_{max} (< 65 dB(A)) na maior parte do tempo (área A=68,6%, área B=51,9% e área C=67,6%). No entanto, os parâmetros recomendados para L_{eq} (< 45 dB(A)) e L_{10} (<50 dB(A)) não foram atingidos. Outros estudos que instalaram painéis para

absorver o som, sistemas menos ruidosos de ventilação e refrigeração, central de monitorização externa ou implementação de programas educacionais, também não conseguiram atingir esses parâmetros (WANG *et al.*, 2014; PHILBIN e GRAY (2012); KRUEGER *et al.*, 2007; WILLIAMS *et al.*, 2007). Mesmo UTIN construídas seguindo todas ou a maior parte das recomendações existentes na literatura, não conseguem alcançar os níveis de ruído estabelecidos (WILLIAMS *et al.*, 2007). Manter o ruído dentro dos limites exigidos pelas normas é dificultado nesses ambientes em função do ruído de fundo, do fluxo de pessoas e número de equipamentos.

6.3 Fontes sonoras

Após a reforma, as fontes sonoras mais frequentes na UTIN foram a conversação, o alarme contínuo, as atividades na pia e o manuseio de materiais. As fontes conversação, alarme contínuo, porta, manuseio lixeira e manuseio de material ocorreram principalmente quando o ruído de pico estava acima de 90 dB. NOGUEIRA *et al.*, (2011) em seu estudo apontaram que a conversação, os alarmes contínuos, o choro e os alarmes intermitentes foram predominantes na UTIN quando os valores dos ruídos de pico se encontravam acima de 90 dB (antes da reforma). Ao comparar o presente estudo e o desenvolvido por NOGUEIRA *et al.*, (2011), pode-se constatar que as fontes que se mantiveram na UTIN foram a conversação e os alarmes, tanto os contínuos quanto os intermitentes, oriundo de aparelhos de suporte vital. A fonte sonora choro foi menos presente na fase 2, este fato pode ter ocorrido devido ao aumento do uso de incubadoras de paredes duplas na UTIN após a reforma.

No trabalho supracitado, a média do número de pessoas no turno da tarde (16,5) foi superior ao do presente estudo (11,1), bem como a média do número de pessoas (36,7) no turno da manhã, maior que o dobro (17,9). Todavia, antes da reforma a área de reunião dos médicos não tinha nenhum isolamento da área C, logo o número de pessoas nesta área também era contabilizado. Após a reforma, não foi

considerado a contribuição do número de pessoas presentes nesta área, cuja foi isolada da área C. Além disso, este número era medido imediatamente antes da coleta, mas o número de pessoas dentro da UTIN alterava-se todo tempo. A média do número de leitos ocupados (16,7) também foi superior a este estudo (10,50).

Os níveis de ruído global no estudo de Nogueira *et al.*(2001) foram 66,7 dB(A) no turno da manhã e 63,1 dB (A) no turno da tarde, superiores aos encontrados neste estudo (63,75dB(A) no turno da manhã e 59,3dB(A) no turno da tarde).

Outros estudos também identificaram os alarmes (JOHNSON, 2003; WILLIAMS *et al.*, 2007; NZAMA *et al.*, 1995; THOMAS, 2007; CHANG *et al.*, 2001; ICHISATO, 2006; KAKEHASHI *et al.*, 2007) como uma importante fonte de ruído sonoro. Uma central de monitorização fora das áreas dos leitos na UTIN poderia contornar o problema dos alarmes oriundos de monitores multiparamétricos, como proposto por KRUEGER *et al.*(2007) em seu estudo.

Na reforma descrita neste trabalho, a pia de aço inoxidável foi substituída por uma de Corian®, entretanto, esta fonte instantânea foi muito frequente na faixa acima de 90 dB de L_{peak} (260,6 eventos/hora), assim, a substituição do material da pia parece não ter contribuído na redução do nível de ruído. O mesmo ocorreu na mudança do acesso ao depósito de material, cujo parece não ter contribuído para a redução da fonte manipulação de material (191,4eventos/hora na faixa 90dB de L_{peak}).

No presente trabalho houve um alto número de eventos porta (118 eventos/hora), ocorridos na faixa acima de 90 dB de L_{peak} . WALSH-SUKYS (2001) utilizou travas nas portas, com o objetivo de reduzir a ocorrência desta fonte, considerada ruído de impacto.

A conversação é a fonte mais apontada na literatura como a principal causa de ruído em unidades neonatais (CHANG *et al.*, 2001; GRAY e PHILBIN, 2000, ROBERTSON *et al.*, 1999; KRUEGER *et al.*, 2005, ICHISATO, 2006; WILLIAMS *et al.*,

2007; NZAMA *et al.*, 1995; KAKEHASHI *et al.*, 2007). Neste estudo esta fonte contínua esteve presente em 99% do tempo, entretanto, o nível moderado (nível 2) foi o que esteve presente 52,7% do tempo (7.8 horas) na faixa de 80-90 dB. Assim, os níveis sonoros desta UTIN possam ser mais reduzidos com o desenvolvimento de um programa educacional sobre os malefícios que o ruído sonoro pode causar às crianças e à própria equipe, e ainda orientar a equipe como reduzi-lo.

Após a implementação de programas educacionais para a equipe, a fim de reduzir o ruído sonoro, JOHNSON (2003) observou uma redução de 7,82 dB(A) por um período de 14 meses na UTIN de seu estudo, ZAMBERLAM-AMORIM *et al.* (2012) também obtiveram uma redução de 3,7 dB(A) em toda UTIN e WANG *et al.* (2014) observaram redução significativa de L_{eq} de 1,06 dB(A), apenas para uma das quatro áreas.

Contudo, a redução do ruído através de programas educacionais é uma tarefa complexa, que precisa ser acompanhada diariamente e, apesar de todos os esforços algumas pessoas podem permanecer resistentes e incapazes de adotar um protocolo que limite a conversa pessoal (PHILBIN, 2004).

7. CONCLUSÃO

Este estudo mostra o impacto na redução do nível de ruído que uma reforma arquitetônica bem projetada pode trazer para uma UTIN. No caso específico do presente trabalho, a reforma resultou em uma redução significativa dos níveis de ruído sonoro, mesmo que ainda não se encontrem dentro dos níveis estabelecidos pela AAP e CERSNICUD. Concluiu-se ainda que, as fontes sonoras conversação, alarme contínuo e manuseio de materiais merecem atenção para que o nível de ruído possa ser mais atenuado.

Apesar de todas as recomendações para reformas físicas que objetivam a redução do ruído sonoro em UTIN relatadas na literatura serem de fato efetivas, a adoção combinada de todas elas acarretaria um alto custo. E ainda assim não garantiriam o atendimento do nível de ruído recomendado pelas organizações envolvidas com o tema. Logo, são necessários estudos que avaliem o efeito combinado de reforma física, melhora do sistema de ventilação, monitorização externa e programas educacionais para a equipe e visitantes.

Ademais, é necessário ainda avaliar o efeito do ruído sonoro na resposta fisiológica dos neonatos e o nível de ruído sonoro a que eles estão diretamente submetidos no interior das incubadoras, afinal, todas essas iniciativas para reduzir o ruído nas UTIN são para preservar esses pacientes incapazes de se expressar.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS Guidelines for Perinatal Care, fourth edition, Elk Grove Village, Ill and American College of Obstetricians and Gynecologists, Washington, DC, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10151-**Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade**. Rio de Janeiro, 2000.
- BISTAFSA SR, Acústica aplicada ao controle do ruído, 2º edição, São Paulo: Blucher, 2011.
- CHANG YJ, LIN CH, LIN LH, “Noise and related events in a neonatal intensive care unit”, **Acta Paediatr Taiwan**; 42(4):212-7, 2001.
- CHANG YJ, PAN YJ, LIN YJ, CHANG YZ *et al.* “A noise – sensor light alarm reduces noise in the newborn intensive care unit”, **Am J Perinatol**; 23(5):265-71, 2006.
- COMMITTEE ON ENVIRONMENTAL HEALTH, “Noise: A Hazard for the Fetus and Newborn”, **Pediatrics**;100:724, 1997.
- DEPAUL D, CHAMBERS SE, “Environmental noise in the neonatal intensive care unit: implications for nursing practice”, **J Perinat Neonatal Nurs**,8(4):71–76, 1995.
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, Sobre o Ruído, Disponível em <<http://www.eea.europa.eu/pt/themes/noise/policy-context>>, Acesso em : 12/07/2014.
- EVANS JB, PHILBIN MK, “Facility and operations planning for quiet hospital nurseries”, **J Perinatol**;20 Suppl:S105-12, 2000.
- GÄDEKE R, DÖRING B, KELLER F, *et al.* “The noise level in a childrens hospital and the wake-up threshold in infants”, **Acta Paediatr Scand**; 58: 164-70,1969.
- GERHARDT KJ, ABRAMS RM, “Fetal exposures to sound and vibroacoustic stimulation”, **J Perinatol**; 20(8 Pt 2):S21-30, 2000.
- GRAY K, DOSTAL S, TERNULLO-RETTA C, ARMSTRONG MA, “Developmentally supportive care in a neonatal intensive care unit: a research utilization project”, **Neonatal Netw**; 17(2):33–38, 1998.
- GRAY L, PHILBIN MK, “Measuring sound in hospital nurseries”, **J Perinatol**; 20 Suppl:S 99-103, 2000.
- HALL JW , “Development of the ear and hearing”, **J Perinatol**; 20:S12–20,2000.

- HOLSBACH L , DE COUTO JA, GODOY PCC, “Avaliação dos níveis de ruído ocupacional em unidades de tratamento intensivo”,. *Memorias II Congresso Latino de Engenharia Biomédica*; La Habana, Habana, Cuba, 23-25 maio 2001
- 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, 170 p,63, 2004.
- ICHISATO, S,M,T,; SCOCHI, C,G,S, “Ruídos na Unidade de Cuidado Intensivo Neonatal”, **Maringá**; v, 5, Supl, p, 127-133, 2006 (A).
- 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**; 5 Suppl:127-33, 2006 (B).
- JOHNSON A, “Adapting the neonatal intensive care environment to decrease noise”, **J Perinat, Neonat Nurs**; 17(4):280-8, 2003.
- KAKEHASHI TY, PINHEIRO EM, PIZZARO G, *et al.*, “Nível de ruído em unidade de terapia intensiva neonatal”, **Acta Paul Enferm**; 20(4):404-9, 2007.
- KELLAM AND BATHIA, “Sound Spectral Analysis in the Intensive Care Nursery: Measuring High-Frequency Sound”, **Journal of Pediatric Nursing**; 23(4), 2008.
- KRUEGER C, WALL S, PARKER L, NEALIS R, “Elevated sound levels within a busy NICU”, **Neonat Netw**,; 24 (6):33-7, 2005.
- KRUEGER C, SCHUE S, PARKER L, “Neonatal intensive care unit sound levels before and after structural reconstruction”, **MCN Am J Matern Child Nurs**; 32(6):358-62, 2007.
- KUTTRUFF H, Room acoustics, 5ª edição, Londres e Nova York: Spon Press, 2009.
- LONG JOHN G, JEROLD F, LUCEY ALISTAIR G, S, PHILIP, “Noise and Hypoxemia in the Intensive Care Nursery”, **Pediatrics**; 65(1), pp, 143 -145,1980.
- MARLOW N, WOLKE D, BRACEWELL MA, “Neurologic and developmental disability at six years of age after extremely preterm birth,” **N Engl J Med**; 6;352(1):9-19,2005
- MILLETE I, “Decreasing noise level in our NICU, The impact of a noise awareness educational program”, **Advances in Neonatal Care**; 10(6): 343-351, 2010.
- NOGUEIRA MF, 2010, *Mensuração e identificação de fontes de ruído sonoro em unidade neonatal*. Tese* de Dsc, Fundação Oswaldo Cruz/Instituto Fernandes Figueira, Rio de Janeiro, RJ, Brasil:
- NOGUEIRA M,F, H,, RAMOS E,G,, DUTRA M,V, P, “Identificação de fontes de ruído e de pressão sonora em unidade neonatal”, **Rev, Enferm**; UERJ, Rio de Janeiro, 19(4):517-23, 2011.

- NORMA REGULAMENTADORA NR-15, **ATIVIDADES E OPERAÇÕES INSALUBRES**, Consolidação das Leis de Trabalho (CLT) Lei n, 6,514, de 22/12/1977, Portaria MTb n,º 3,214, de 08 de junho de 1978, Última atualização em: Portaria SIT n,º 291, de 08 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://www3.dataprev.gov.br/sislex/paginas/63/mte/1978/3214.htm> acessado em: 20/05/2014.
- NZAMA NPB, NOLTE AGW, DÖRFLING CS, “Noise in a neonatal unit: Guidelines for the reduction or prevention of noise”, **Curatationis**; 18(2):16-21,1995.
- PHILBIN MK, GRAY L, “Changing Levels of Quiet in an Intensive Care”, **Nursery, J Perinatol**; 22(6):455-60, 2002.
- PHILBIN MK, “Planning the acoustic environment of a neonatal intensive care unit”, **Clin Perinatol**; 31:331-52, 2004.
- RAICHEL DR, The Science and applications of acoustics, 2º edição, Nova York: Springer, 2006.
- ROBERTSON A, COOPER-PEEL C, VOS P, “Peak noise distribution in the neonatal intensive care nursery”, **J Perinatol**; 18(5):361-4,1998.
- 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**; 19(5):362-6,1999.
- SANTOS UP, SANTOS MP, Exposição ao ruído: Efeitos na saúde e como preveni-los, Caderno de saúde do Trabalhador, Kingraf - gráfica e editora, 2000.
- STRAUCH C, BRANDT S, EDWARDS-BECKETT J, “Implementation of a quiet hour: effect on noise levels and infant sleep states”, **Neonatal Netw**,;12(2):31–35, 1993.
- THEAR G, WITTMANN-PRICE RA, “Project noise buster in the NICU”, **AJN Am J Nurs**;106 (5):64AA-64EE, 2006.
- THOMAS K, “How the NICU environment sounds to a preterm infant”, **MCN Am J Matern Child Nurs**;14(4):249-5,1989.
- THOMAS K, Uran A, “How the NICU environment sounds to a preterm infant:update”, **MCN Am J Matern Child Nurs**; 32:250-3, 2007.
- WACHMAN AND LAHAV “The effects of noise on preterm infants in the NICU”, **Arch Dis Child Fetal Neonatal**; 96:F305–F309, 2011.
- WALSH-SUKYS M., REITENBACH M., HUDSON-BARR K, et al. “Reducing light and sound in the neonatal intensive care unit: An evaluation of patient safety, staff satisfaction and costs”, **Journal of Perinatology**; 21, 230- 235, 2001.

- WANG D, AUBERTIN C, BARROWMAN N *et al.* "Examining the effects of a targeted noise reduction program in a neonatal intensive care unit", **Arch Dis Child Fetal Neonatal**; 99:F203-08, 2014.
- WEBSTER, J, G, The Measurement Instrumentation and Sensors Handbook, **CRC Press LLC**; Corporate Blvd,, N,W,, Boca Raton, FL 33431, 2000.
- WEICH T M, OURIQUE A C, TOCHETTO T, *et al.* "Effectiveness of a noise control program in a neonatal intensive care unit," **Rev Bras Ter Intensiva**; 23(3):327-334,2011.
- WHITE RD, "Recommended standards for the newborn ICU", **J Perinatol**; vol,27, suppl, 2 pp, S4–19, 2007.
- WILLIAMS AB, DRONGELEN WVAN, LASKY RE, "Noise in contemporary neonatal intensive care", **J Acoust Soc Am**; 121(5):2681-90,2007.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Community Noise, Noise sources and their measurement, 1999.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION EUROPEAN, Burden of disease from environmental noise Quantification of healthy life years lost in Europe,JRC European Commission, 2011.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION: Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control / edited by Berenice Goelzer, Colin H, Hansen, Gustav A, Sehmdt, 2000.
- ZAHR L," Two contrasting NICU environments", **MCN Am J Matern Child Nurs**; 23: 28-36, 1998.
- ZAHR LK, BALIAN S, "Responses of premature infants to routine nursing interventions and noise in the NICU", **Nurs Res**; 44:179–85,1995
- ZAHR LK, TRAVERSAY J, "Premature infant responses to noise reduction by earmuffs: Effects on behavioral and physiologic measures", **J Perinatol**; 15(6): 448-55, 1995.
- ZAMBERLAN-AMORIM NE, FUJINAGA CI, HASS VJ *et al.* "Impacto de um programa participativo de redução do ruído em unidade neonatal," **Rev, Latino-Am Enfermagem**; 20 (1):8 telas,2012.
- ZAMBERLAN NE, ICHISATO SMT, RODARTE MDO, *et al.* "Ruído em unidade de cuidado intermediário neonatal" **Cienc Cuid Saude**; 7(4):431-438,2008.

APÊNDICE A- PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA A GRAVAÇÃO DO RUÍDO NA UTIN

As etapas abaixo descritas referem-se ao passo a passo a ser seguido no medidor de NPS para realizar a calibração, a configuração, a troca de bateria do, a transferência dos dados e sua cópia de segurança ao final de cada período de mensuração, segundo Nogueira (2010).

Calibração

É obrigatório a realização da calibração do dosímetro, antes de cada gravação, utilizando-se o calibrador Cal 150 (Larson Davis). Para realizar a calibração do dosímetro, é necessário:

1) 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.

2) Ligar o Dosímetro

Acionar o botão *on / off*.

3) Conferir se não há medição em andamento.

Pressionar no medidor de NPS os botões *run/stop*, *reset* e *enter*. Observar se a tela registra apenas o nível de pressão sonora (Las) sem mostrar o Leq (LASEq).

4) Acessar a função calibração.

Pressionar o botão ferramentas no teclado frontal e procurar no *display* a função calibrar.

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

Pressionar o botão *enter* quando a palavra *calibrate* estiver selecionada na tela. Observar o nível de calibração registrado que deve ser de 94dB.

6) Adaptar o microfone do medidor de NPS ao calibrador

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

7) 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 medidor de NPS – 94dB.

8) Ligar o calibrador.

Acionar o botão on localizado também na lateral do calibrador.

9) 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.

10) 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*. Selecionar *yes* e então pressionar o botão *enter*. A tela irá retornar ao sub-menu de calibração).

Pressionar *reset* para retornar a tela com o registro do nível de pressão sonora (Las).

Configuração e instalação do dosímetro

As etapas para a configuração serão realizadas após a calibração, antes das gravações.

1) Conferir as configurações do dosímetro

Com o medidor de NPS ligado e conectado ao microfone conferir se as configurações para o registro dos níveis de pressão sonora estão de acordo com as instruções do manual do aparelho. No teclado do aparelho pressionar a seta de rolamento 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 rolamento para a esquerda.

2) Verificar o relógio do medidor de NPS

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.

O relógio do medidor de NPS será sincronizado com o software Blaze, descrito mais a frente.

3) Colocar a capa protetora e o dispositivo de segurança

4) Ajustar a altura do fio do microfone

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

5) Preparar a instalação

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

6) Iniciar a gravação e pendurar o aparelho o gancho fixado ao teto.

Subir na escada, acionar o botão *run* imediatamente antes de colocar o medidor de NPS 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 Leq.

7) 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.

Troca de bateria

A troca de bateria deve ser realizada entre cada um dos períodos de para gravação, imediatamente antes da transferência dos dados armazenados na memória do medidor de NPS para o computador portátil.

1) Retirar o medidor de NPS 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.

2) 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.

3) Desligar o Dosímetro

Acionar o botão *on / off*.

4) Retirar o microfone

5) Retirar a capa protetora.

6) 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.

7) 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.

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

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

Transferência dos dados do medidor de NPS para o computador

1) Preparar a conexão entre o medidor de NPS 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 medidor de NPS 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.

2) Estabelecer conexão entre o medidor de NPS 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 rolagem 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.

3) Sincronizar os relógios do medidor de NPS e do computador.

Após o estabelecimento da conexão se os relógios do computador e do medidor de NPS 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.

4) Transferir os dados do medidor de NPS 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 – ■■■■■-área A/ B/ C.

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.

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. 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.

5) 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 medidor de NPS 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.

6) Armazenar o arquivo no formato que possibilite posteriormente a leitura por pacote estatístico.

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.

Aguardar a exportação, abrir a pasta e conferir se o arquivo foi exportado e checar se o relatório está completo.

7) Limpar a memória do dosímetro

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

8) Fazer cópia de segurança dos arquivos

APÊNDICE B- PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS PARA IDENTIFICAÇÃO DE FONTES

Descrição do instrumento para coleta de dados, segundo Nogueira (2010).

Módulo 1 do instrumento – Circunstâncias

A primeira tela do instrumento eletrônico (Figura 11) destina-se aos registros que caracterizam momento, local e circunstâncias na 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 posicionado 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

Registrar o quantitativo de leitos ocupados 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 áreas A, B e C da unidade. Na coluna Ocup registrar o quantitativo de leitos ocupados 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.

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.

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. 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.

Módulo 2 do instrumento – Eventos sonoros

A segunda tela do instrumento (figura 12) destina-se ao registro dos eventos sonoros, provenientes das diferentes fontes presentes na UTIN, 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 cardíaco-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 às 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.