



FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Ações de intervenção no ambiente sonoro em centro de criação de animais de laboratório

Jorge, P. R. L.¹; Gama, A. P.¹; Macedo, M. R.V.¹; Silva, S. L. S.¹; Soalheiro, M.¹

¹ Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, ambiencias@fiocruz.br.

Resumo

Este trabalho aborda a avaliação do ambiente sonoro do Serviço de Criação de Roedores e Lagomorfos (SCRL) de um centro de criação de animais de laboratório brasileiro. Objetiva-se compreender o processo de trabalho e os fatores que interferem no ambiente sonoro, bem como propor ações de controle de ruído, atuando preventivamente na saúde dos trabalhadores. Realizou-se avaliação do ambiente sonoro do SCRL, utilizando métodos de observação, como percurso comentado, registros fotográficos, croquis e anotações em planilhas de campo, bem como medições do nível de pressão sonora em 7 áreas. Uma vez que não há referência nas normas brasileiras para essa tipologia de ambiente, os dados levantados in loco e os resultados das medições foram analisados e comparados com os valores recomendados pela Organização Mundial de Saúde (50 e 55 dB(A)), pois estes são mais restritivos que os adotados pela Norma Regulamentadora nº 17 do Ministério do Trabalho (65 dB(A)), nos casos não citados pela Norma ABNT NBR 10.152. A partir dos dados levantados verificou-se que as áreas de lavagem e esterilização do SCRL apresentam níveis sonoros de até 109 dB(A) durante o período de atividades. Mesmo na ausência de atividades, o ruído ambiente chegou a 82 dB(A), já que alguns equipamentos funcionam continuamente e as superfícies dos ambientes são altamente refletoras. Conclui-se que a implantação de medidas de controle de ruído em tais ambientes deve ser considerada durante a elaboração dos projetos de engenharia e arquitetura, a construção e da sua vida útil, a fim de eliminar fontes sonoras ou controlá-las. Na época, constatou-se haver uma carência de materiais absorventes sonoros resistentes à limpeza e higienização no Brasil, dificultando a adoção de medidas de tratamento acústico para esses tipos de ambiente.

Palavras-chave: Requalificação do Ambiente Sonoro; Saúde do Trabalhador; Centros de pesquisa biomédica.

PACS: 43.50.Jh.; 43.50.-x; 43.55.-n; 43.50. Qp

Abstract

This work approaches the evaluation of the sound environment of the Rodent and Lagomorph Breeding Service (SCRL) of a Brazilian laboratory animal breeding center. The objective is to understand the work process and the factors that interfere in the sound environment, as well as to propose noise control actions, acting preventively in the health of workers. An evaluation of the SCRL's sound environment was carried out, using observation methods, such as commented route, photographic records, sketches and notes on field worksheets, as well as measurements of the sound pressure level in 7 areas. Since there is no reference in Brazilian standards for this type of environment, the data collected in loco and the measurement results were analyzed and compared with the values recommended by the World Health Organization (50 and 55 dB(A)), as these are more restrictive than those adopted by Regulatory Standard nº 17 of the Ministry of Labor (65 dB(A)), in cases not mentioned by Standard ABNT NBR 10.152. From the data collected, it was found that the SCRL washing and sterilization areas present sound levels of up to 109 dB(A) during the period of activities. Even in the absence of activities, the ambient noise reached 82 dB(A), as some equipment works continuously, and the surfaces of the environments are highly reflective. It is concluded that the implementation of noise control measures in such environments must be considered during the elaboration of engineering and architectural projects, construction, and its useful life, in order to eliminate noise sources or control them. At the time, it was found that there was a lack of sound absorbent materials resistant to cleaning and sanitizing in Brazil, making it difficult to adopt acoustic treatment measures for these types of environments.

Keywords: Requalification of the Sound Environment; Worker's health; Biomedical Research Centers.



1. INTRODUÇÃO

No ambiente de criação de animais de laboratório, a introdução das novas tecnologias e a organização do processo de trabalho, requer atenção especial com relação aos riscos ambientais, pois há exposição a agentes biológicos, químicos, físicos e riscos por inadequação ergonômica, que podem ocasionar acidentes e doenças relacionadas ao trabalho. Também, deve-se levar em conta que, muitas das doenças com possível associação ao ambiente são de etiologia multicausal, ou seja, podem estar associadas a vários fatores e suas inter-relações, o que implica na criação de ambientes bem planejados, adequadamente projetados e dimensionados [1, 2].

Considerando o ruído no ambiente de trabalho um agente de risco físico, este trabalho tem por objetivo avaliar o ambiente sonoro do Serviço de Criação de Roedores e Lagomorfos (SCRL) do Instituto de Ciência e Tecnologia em Biomodelos (ICTB) da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz). O trabalho foi empreendido buscando compreender a organização do processo de trabalho, os diversos fatores que interferem na qualidade acústica do ambiente e contribuir para a prevenção dos efeitos do ruído sobre a saúde auditiva e extra auditiva dos trabalhadores, através da proposição de ações de intervenção nos processos e ambientes de trabalho desenvolvidos na área objeto de estudo.

Embora os impactos do ruído na saúde dos trabalhadores sejam amplamente conhecidos, ainda é incipiente a adoção de medidas para o seu controle coletivo nos ambientes de trabalho. Com relação aos aspectos referentes ao ambiente construído, observa-se que os projetos arquitetônicos, muitas vezes, consideram os aspectos térmicos, ergonômicos e de iluminação, muito mais do que os aspectos voltados ao tratamento acústico [3].

Isso posto, a gestão do ruído não é trivial. Necessita de planejamento e deve ter início desde a fase mais incipiente da elaboração do programa espacial das edificações, sejam estas obras novas ou de reforma. Envolve desde aspectos relacionados aos processos de trabalho e de produção das edificações, fluxos,

necessidades de manutenção e de utilização de equipamentos e ações de vigilância em saúde do trabalhador.

A partir da proposição de medidas de tratamento acústico da edificação e controle de ruído, o presente trabalho pretende auxiliar na prevenção dos riscos decorrentes da exposição ao ruído e proteção da saúde auditiva e extra auditiva dos trabalhadores do SCRL.

Em 2016, 22 trabalhadores do SCRL foram encaminhados pelo Serviço de Gestão do Trabalho (SGT) do ICTB à Coordenação de Saúde do Trabalhador (CST) com queixas de incômodos provocados por ruído. Desta forma, recomendou-se a realização de exames audiológicos pelo ambulatório de Audiologia do Centro de Pesquisa em Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana (CESTEH). Destes, somente 18 trabalhadores compareceram, dois não puderam realizar o exame por apresentarem problemas de saúde e apenas 16 realizaram os exames. Em 15 foi identificada alteração auditiva e normalidade em apenas um.

Em vista da situação, foi solicitada a avaliação do ambiente sonoro a fim de verificar os níveis de pressão sonora a que os trabalhadores se encontravam expostos.

O tema abordado tem sido pouco recorrente nas pesquisas no âmbito da produção científica acadêmica, tanto no exterior quanto no Brasil. Segundo Randolph, Hill e Randolph [4] e Souza [5], existe uma carência de literatura sobre exposição ao ruído ou suas consequências quando relacionada à perda auditiva induzida por ruído em técnicos de manejo de animais de laboratório. A literatura atual destaca principalmente os efeitos deletérios do ruído em animais de pesquisas.

2. METODOLOGIA

Este trabalho apresenta propostas de ações de intervenção nos processos e ambientes de trabalho do SCRL, de modo a reduzir a exposição dos trabalhadores ao ruído ocupacional, contribuindo para a prevenção dos efeitos deletérios do ruído sobre a saúde auditiva e extra auditiva dos trabalhadores.

Em consonância com as ações de Vigilância em Saúde do Trabalhador definidas pela Portaria n.º 3.120, de 1º de julho de 1998, do Ministério da Saúde [6], na pesquisa adotaram-se os seguintes procedimentos:

- Visitas técnicas para reconhecimento do território estudado e processos de trabalho.
- Medições em campo para avaliação e caracterização do ambiente sonoro do SCRL, conforme o estabelecido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 10.151:2000¹ [7].
- Comparação dos níveis de pressão sonora medidos nos ambientes com os níveis de conforto e aceitabilidade estabelecidos pela ABNT na NBR 10.152:1987[8].
- Proposição de ações de intervenções nos processos e ambientes de trabalho.

Para embasar o referencial teórico, o trabalho de campo e a proposição de ações de intervenção, foram realizadas pesquisas em diversas fontes bibliográficas.

No primeiro momento, foi consultada a Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e o vocabulário estruturado DeCS - Descritores em Ciências da Saúde, a fim de verificar qual era o descritor exato em português, inglês e espanhol.

As buscas ocorreram utilizando as bases de dados LILACS (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), MEDLINE (Sistema Online de Busca e Análise de Literatura Médica), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e literatura cinza².

Como critérios de inclusão foram analisados somente os artigos disponíveis com texto completo, de acesso gratuito, nos idiomas português, inglês e espanhol, de qualquer ano de

publicação, que apresentassem as ideias relacionadas com as seguintes questões: ruído em ambientes de criação e manutenção de animais de laboratório; trabalhadores expostos a ruído em laboratórios de animais; perda auditiva provocada por ruído em técnicos de manejo de animais devido à exposição ocupacional.

Foram excluídos resumos de artigos, artigos em outros idiomas e artigos não disponíveis eletronicamente, como também as publicações que tratavam de questões relativas à perda auditiva em animais, trabalhadores expostos a alérgenos ou outros patógenos em laboratórios de experimentação animal e perda auditiva sem relação com à exposição ao ruído ocupacional e acidentes de trabalho, sem relação com ruído e com técnicos de manejo de animais.

Foram encontrados na LILACS: uma Dissertação de Mestrado [5], um artigo na SciELO [9] e um artigo na MEDLINE [4]. As referidas publicações abordam a temática do trabalho e são categóricas em afirmar a escassez de artigos que tratam da exposição ao ruído ocupacional e as possíveis implicações à saúde do trabalhador, em ambientes de criação de animais de laboratório.

3. DESENVOLVIMENTO

A área objeto de estudo é responsável pelas seguintes atribuições: criação, manutenção e fornecimento de roedores, camundongo *swiss*, rato *wistar*, cobaia, hamster e lagomorfos (coelho), controlados genética e sanitariamente. O SCRL é dividido em dois grupos distintos de animais de acordo com seu *status* sanitário: Animais Livres de Germes Patogênicos Específicos (*Specific Pathogen Free* – SPF) e Animais Convencionais [10].

A criação de animais SPF é realizada em ambientes protegidos por barreiras sanitárias e em gaiolas individualmente ventiladas (IVCs) de forma a garantir que o microambiente onde está a colônia seja livre de patógenos

¹ Na época em que as avaliações do ambiente sonoro foram realizadas as normas NBR 10.151:2019 e NBR 10.152:2017, ainda não estavam em vigor.

² A Quarta Conferência Internacional sobre Literatura Cinza (GL '99), realizada em Washington, DC, em

outubro de 1999 definiu literatura cinza como: "Aquela que é produzida por todos os setores governamentais, acadêmicos, de negócios e indústrias, em formatos impressos e eletrônicos, mas que não são controlados por editoras comerciais



específicos e reduzir a exposição humana aos alérgenos. Já o macroambiente deve ser suficientemente ventilado para permitir a remoção da carga térmica, partículas, odores e resíduos de gases liberados pelo microambiente [11].

A criação dos animais convencionais, ou seja, daqueles que podem, ou não, ser espontaneamente infectados por alguns microrganismos patogênicos [10], encontra-se dividida em três setores. No de animais não infectados, setor de camundongos e setor de Lagomorfos (coelhos), os ambientes estão protegidos por barreiras sanitárias. No setor dos animais infectados (cobaias e hamsters) não há barreiras sanitárias.

A estrutura física do SCRL está distribuída em duas áreas: área de criação de animais (área limpa) e área de higienização e esterilização de materiais (área suja). Para evitar a contaminação dos animais, esses ambientes são separados por barreiras sanitárias físicas (autoclaves de dupla porta, ar-condicionado com sistema de pressão positiva, filtros para ar) e químicas (porto de passagem), que tem a função de impedir que agentes indesejáveis, presentes no meio ambiente, tenham acesso às áreas bioprotetidas [11].

O fluxo de pessoal para a área limpa é feito em um único sentido, através de sanitários/vestiários que funcionam como barreiras, onde os técnicos fazem a higienização (corporal, bucal e das mãos) e colocam uniformes (macacão, luvas, meias, gorros e calçados) esterilizados. Após o término do trabalho, para sair da área de criação, deve se utilizar o vestiário de barreira, para o descarte do uniforme antes de acessar o ambiente externo.

Todas as salas da área de criação têm duas portas, sendo uma para acesso de material limpo e esterilizado e outra que permite o acesso ao corredor para fluxo de material sujo. As salas possuem visores para o corredor limpo, de forma a facilitar a observação dos funcionários e evitar que as portas sejam abertas constantemente preservando o seu macroambiente. O balanceamento do ar nas

salas de criação é mantido com pressão positiva em relação aos corredores, para evitar contaminação. A temperatura ambiente é mantida em 22 ± 2 °C e umidade relativa (UR) do ar em $50\pm 10\%$.

As paredes do SCRL são em alvenaria, estando adequadas como divisão de ambientes, devido a sua densidade e por terem propriedades de isolamento sonoro. Os pisos são monolíticos e tem um número mínimo de juntas, o que favorece as questões de biossegurança. Os tetos, são em concreto, pintados com tinta epóxi.

Na seleção da equipe para trabalhar em biotérios, devem ser realizados exames médicos, “a fim de identificar algum tipo de doença como alergias (respiratórias e de contato), doenças de pele, ou doenças respiratórias crônicas” [12]. Também devem ser realizados exames audiométricos, principalmente nas pessoas que irão trabalhar nas áreas de lavagem e esterilização, devido ao alto nível de exposição sonora. Nesses ambientes o nível de ruído ultrapassa 85 dB(A), nível limite recomendado para uma exposição de 8 horas diárias pela NR 15[13].

Tanto macroambiente quanto o microambiente possuem um espectro de riscos ambientais, físicos, químicos e biológicos e precisam ser controlados para garantir os resultados de uma pesquisa, assegurar o alto padrão sanitário e genético e promover o bem-estar dos animais, bem como da equipe de técnicos que nele trabalha [11].

Os riscos físicos ambientais (ruído, vibração, radiação ionizante, temperaturas extremas, umidade, pressões anormais e iluminação) são os que mais influenciam as respostas biológicas dos animais [12] e atuam direta ou indiretamente no processo de trabalho, afetando a saúde dos técnicos e o resultado do trabalho.

As atividades diárias dos biotérios são caracterizadas pela presença de diversas fontes sonoras que constituem o ruído de fundo, tais como: o sistema de condicionamento de ar (HVAC) e as gaiolas ventiladas, que permanecem em funcionamento e nunca devem ser desligados. Estes ruídos podem ser irritantes

e prejudiciais à saúde dos animais e humanos [11].

Durante as atividades, o ambiente sonoro na área de lavagem e esterilização é caracterizado pela presença de ruídos emitidos por vozes, movimentação de carrinhos de transporte, vários exaustores, ventiladores, autoclaves, máquina de lavar gaiolas, jatos de água, manuseio de frascos de vidro e utensílios metálicos. As principais fontes de ruído no local são as autoclaves e a máquina de lavar gaiolas, sendo esta última a mais ruidosa.

Na área de criação, o ambiente sonoro é caracterizado pela presença de ruídos gerados no manejo de animais, emitidos por vozes, movimentação de carros de transporte de materiais e insumos, motores responsáveis pelo insuflamento e a exaustão do ar por meio de ductos com orifícios para as estantes com microisoladores (gaiolas ventiladas), capela de fluxo laminar para o manejo dos animais, sistema de condicionamento de ar (HVAC), autoclaves de porta dupla e outros equipamentos e acessórios necessários à criação dos camundongos e ratos de laboratório. As principais fontes de ruído no local são as gaiolas ventiladas e o sistema de condicionamento de ar.

Os efeitos do ruído nos animais de laboratório e nos humanos estão relacionados com a sua intensidade, frequência, intermitência e duração. Portanto, o nível de ruído acima de 85 dB(A) é nocivo tanto aos animais de laboratório quanto aos técnicos.

As cobaias, por serem mais sensíveis ao ruído constante, podem tolerar um nível de ruído máximo de 60 dB(A) [11]. Nas salas de criação de animais de laboratório, o nível máximo de pressão sonora deve ser entre 50 a 60 dB(A) [14].

As visitas ao SCRL, ocorreram no período matutino, das 8h às 12h, e teve por objetivo identificar os elementos que contribuem para o incômodo sonoro nos ambientes de trabalho. Posteriormente realizaram-se medições para

levantamento dos níveis superiores e inferiores a 85 dB(A).

Foram utilizados os seguintes equipamentos: Medidor Integrador de Nível Sonoro Larson Davis modelo LxT1, Tipo 1, número de série 0003013; calibrador acústico Larson Davis modelo CAL 200, Tipo1, número de série 8984; Microfone capacitivo, PCB, modelo 377B02, número de série 116173. Todos os equipamentos foram calibrados, de acordo com as normas internacionais e nacionais, e possuem certificados emitidos pelo Laboratório de Calibração e Ensaio.

Apesar da correlação entre a perda de audição e a utilização de substâncias ototóxicas tais como: solventes; tolueno, xileno, estireno, tricloroetileno, e o dissulfeto de carbono [16, 17], foi constatado, após levantamento, que as substâncias químicas utilizadas no processo de trabalho do SCRL não pertencem ao grupo de agentes químicos ototóxicos. Por esse motivo, não foram realizadas medições da concentração de substâncias químicas no ar.

Além das medições dos níveis de pressão sonora, no estudo foram analisados os processos de trabalho e identificados os grupos expostos ao ruído através de: observação direta, registros fotográficos, anotações em planilha de campo, entrevistas informais, análise dos projetos e elementos construtivos das edificações para verificação da sua adequação ao uso.

De acordo com a NR-17³ [18], as áreas onde são desenvolvidas atividades que exigem solicitação intelectual e atenção constantes devem seguir os níveis critério estabelecidos pela NBR 10.152 [8], cujo método de avaliação baseia-se na comparação entre LAeq com o nível de conforto e os procedimentos de medição estabelecidos na NBR 10.151[7].

Como não há equivalência ou correlação entre áreas de criação de animais de laboratório com aquelas relacionadas na NBR 10152 [8], o nível de ruído aceitável para efeito de conforto pela

³ Em janeiro de 2022 foi publicada uma atualização da NR17.



NR 17 [18] seria de até 65 dB(A), com curva (NC) de valor não superior a 60dB(A).

Entretanto, no presente estudo, por se tratar prevenção dos efeitos deletérios do ruído sobre a saúde auditiva e extra auditiva dos trabalhadores, foram adotados os níveis de 50 e 55 dB(A) como níveis de conforto e aceitabilidade, respectivamente, já que a World Health Organization (WHO) [19], define-os como níveis diurnos pressão sonora, para que a maioria da população adulta esteja protegida e não venha a sofrer de incômodo sonoro de moderado a grave. Além disso, níveis acima dessa faixa podem comprometer a inteligibilidade da fala que é essencial nos locais de trabalho onde são executadas atividades que exijam solicitação intelectual e atenção constantes. Nas demais áreas, tais como na circulação, foram seguidos os critérios estabelecidos pela NBR 10152[8]. Os valores medidos foram também comparados com os

limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, constantes da NR-15 [13].

4. RESULTADOS

Em decorrência das visitas técnicas foram escolhidos 7 locais, conforme Figura 1, para avaliação do ambiente sonoro no SCRL. As Tabelas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 apresentam os resultados das medições de ruído realizadas nos seguintes ambientes: Lavagem/Esterilização SPF, Área de Criação de Animais SPF, Área de Criação de Animais Convencional, Área de Lavagem /Esterilização Convencional, Área de criação de Lagomorfos, Área de Lavagem Lagomorfos e Cobaias e Área de Criação de Cobaias e Hamsters. Em cada local foram selecionados 3 pontos de medição distribuídos no ambiente de acordo com a NBR 10.151[7].



Figura 1: Planta geral do SCRL – (1) Lavagem/Esterilização SPF, (2) Área de Criação de Animais SPF, (3) Área de Criação de Animais Convencional, (4) Área de Lavagem /Esterilização Convencional, (5) Área de criação de Lagomorfos, (6) Área de Lavagem Lagomorfos e Cobaias e (7) Área de Criação de Cobaias e Hamsters.

Tabela 1 – Nível de pressão sonora equivalente LAeq – Lavagem / Esterilização SPF

SPF	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			LAeq Total	Condição
Lavagem/ Esterilização	101,2	104	104,5	103,23	Equipamentos* e Exaustores ligados
Lavagem/ Esterilização	81,7	76,6	79,1	79,13	Ruído Ambiente (apenas exaustores ligados)

Nota*: Máquinas de lavar gaiolas, autoclaves, ventiladores

Tabela 2 – Nível de pressão sonora equivalente LAeq – Área de Criação de Animais SPF

Ambientes	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			LAeq Total	Condição
Área de preparo	71,78	74,05	71,08	72,30	Rotina diária
Sala A7	72,51	73,42	75,23	73,72	Rotina diária
Sala A6	64,43	64,50	67,15	65,36	Rotina diária
Sala A1	70,41	70,39	71,41	70,74	Rotina diária
Corredor	70,89	71,92	70,03	70,95	Rotina diária

Tabela 3 – Nível de pressão sonora equivalente LAeq – Área de Criação de Animais Convencional.

Ambientes	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			Média dB(A)	Condição
Área de Preparo	72,20	70,25	69,14	70,53	Rotina diária
Sala A09	70,81	70,76	72,15	71,24	Rotina diária
Corredor Interno	74,84	73,59	67,91	72,10	Rotina diária
Corredor de Acesso	68,99	69,83	68,74	69,18	Rotina diária
Sala A10	69,75	69,70	71,95	70,46	Rotina diária

Tabela 4 – Nível de pressão sonora equivalente LAeq - Área de Lavagem /Esterilização Convencional

Convencional	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			Média dB(A)	Condição
Lavagem/ Esterilização	112,0	110,1	108,2	110,1	Equipamentos **e Exaustores ligados
Lavagem/ Esterilização	70,7	74,0	72,5	72,4	Ruído Ambiente (apenas exaustores ligados)

Nota**: Máquinas de lavar gaiolas, autoclaves, ventiladores

Tabela 5– Nível de pressão sonora equivalente LAeq – Área de Criação de Lagomorfos

Ambientes	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			Média dB(A)	Condição
Área de Preparo	78,18	80,67	61,28	73,38	Rotina diária
Sala C2	70,79	68,48	64,90	68,06	Rotina diária
Corredor de acesso	63,66	61,36	61,30	62,11	Rotina diária

Tabela 6 – Nível de pressão sonora equivalente LAeq – Área de Lavagem Lagomorfos e Cobaias

Ambientes	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			Média dB(A)	Condição
Lavagem	108,8	108,0	110,5	109,1	Lavadora de gaiolas e Exaustores ligados
Lavagem	81,5	83,6	82,1	82,4	Ruído Ambiente (apenas exaustores ligados)

Tabela 7 – Nível de pressão sonora equivalente LAeq – Área de criação de Cobaias e Hamsters

Ambientes	Pontos de medição P1, P2, P3 dB(A)			Média dB(A)	Condição
Sala B4	62,21	59,11	58,56	59,96	Rotina diária
Corredor	65,78	65,37	65,61	65,58	Rotina diária
Sala B7	60,66	67,83	67,83	65,44	Rotina diária



5. DISCUSSÃO

A implantação de medidas de controle de ruído em biotério de criação animal deveria ser iniciada durante a elaboração do projeto de arquitetura e engenharia, bem como considerada durante a construção e ao longo da vida útil da edificação. Além disso, as fontes de ruído e vibração, externas e internas à edificação, devem ser conhecidas, a fim de eliminá-las ou controlá-las, de forma a minimizar os seus efeitos [11, 20].

Os trabalhadores do SCRL estão submetidos a várias fontes de ruído, entre as quais, as produzidas durante a operação das atividades, acarretando incômodo devido às suas características acústicas, principalmente nas áreas de lavagem e esterilização.

Durante a realização da avaliação do ambiente sonoro, foi relatado que os técnicos, antes de trabalharem no setor de criação e produção animal, passam por um período de três meses de treinamento nas áreas de lavagem e esterilização de gaiolas.

Comparando os níveis de conforto e aceitabilidade adotados no presente estudo, de

50 dB e 55 dB, respectivamente, com os níveis medidos nas áreas de lavagem e esterilização do SCRL, quando os equipamentos e exaustores estão em funcionamento, pode-se verificar que os níveis se encontram muito acima do nível máximo de pressão sonora, conforme Tabela 8.

Quando os equipamentos estão desligados e somente os exaustores em funcionamento, os níveis medidos caem. Todavia, continuam acima dos níveis de conforto e aceitabilidade conforme demonstra a Tabela 9.

Com relação aos valores dos níveis de pressão sonora equivalente (L_{Aeq} , 5min) encontrados nas áreas de criação de animais durante o período de atividades, (Tabela 10), percebe-se que os técnicos de manejo de animais estão submetidos a elevada exposição ao ruído ocupacional, em razão dos equipamentos e das práticas de cuidados com animais. Embora, não haja risco de perda auditiva segundo as normas trabalhistas, pois os níveis de ruído produzidos nesses ambientes são em média de 70 dB(A), encontram-se superiores aos níveis de conforto e aceitabilidade adotados no presente estudo (50 dB e 55 dB, respectivamente).

Tabela 8 – Áreas de Lavagem e Esterilização - Valores L_{Aeq} comparados com os níveis de conforto e aceitabilidade, com todos os equipamentos ligados.

Equipamentos em funcionamento	L_{Aeq} (5min)	Conforto - 50 dB	Aceitabilidade - 55 dB
SPF	103,23 dB	$\Delta=52,23$ dB	$\Delta=48,23$ dB
Convencional	110,1 dB	$\Delta=60,10$ dB	$\Delta=55,10$ dB
Coelhos e Cobiias	109,1 dB	$\Delta=59,10$ dB	$\Delta=54,10$ dB

Tabela 9 – Áreas de Lavagem e Esterilização - Valores L_{Aeq} comparados com os níveis de conforto e aceitabilidade, com todos os equipamentos desligados exceto exaustores.

Apenas exaustores em funcionamento	L_{Aeq} (5min)	Conforto - 50 dB	Aceitabilidade - 55 dB
SPF	79,13 dB	$\Delta=29,13$ dB	$\Delta=24,13$ dB
Convencional	72,4 dB	$\Delta=22,40$ dB	$\Delta=17,40$ dB
Coelhos e Cobiias	82,4 dB	$\Delta=32,40$ dB	$\Delta=27,40$ dB

Tabela 10 – Criação animal - Valores LAeq comparados com os níveis de conforto e aceitabilidade

Ambientes	LAeq (5min)	Conforto - 50 dB	Aceitabilidade - 55 dB
SPF			
Área de preparo	72,3 dB	$\Delta=22,3$ dB	$\Delta=17,3$ dB
Sala A7	73,72 dB	$\Delta=23,72$ dB	$\Delta=18,72$ dB
Sala A6	65,36 dB	$\Delta=15,36$ dB	$\Delta=10,36$ dB
Sala A1	70,74 dB	$\Delta=20,74$ dB	$\Delta=15,74$ dB
Corredor	70,95 dB	$\Delta=20,95$ dB	$\Delta=15,95$ dB
Convencional			
Área de Preparo	70,53 dB	$\Delta=20,53$ dB	$\Delta=15,53$ dB
Sala A09	71,24 dB	$\Delta=21,24$ dB	$\Delta=16,24$ dB
Corredor Interno	72,11 dB	$\Delta=22,11$ dB	$\Delta=17,11$ dB
Corredor de Acesso	69,18 dB	$\Delta=19,18$ dB	$\Delta=14,18$ dB
Sala A10	70,46 dB	$\Delta=20,46$ dB	$\Delta=15,46$ dB
Lagomorfos			
Área de Preparo	73,38 dB	$\Delta=23,38$ dB	$\Delta=18,38$ dB
Sala C2	68,06 dB	$\Delta=18,06$ dB	$\Delta=13,06$ dB
Corredor de Acesso	62,11 dB	$\Delta=12,11$ dB	$\Delta=7,11$ dB
Cobaias			
Sala B4	59,96 dB	$\Delta=9,96$ dB	$\Delta=4,96$ dB
Corredor	65,58 dB	$\Delta=15,58$ dB	$\Delta=10,58$ dB
Sala B7	65,44 dB	$\Delta=15,44$ dB	$\Delta=10,44$ dB

Estudos [21, 22] apontam que os trabalhadores expostos a médias de ruído inferiores a 80 dB(A) por oito horas diárias na presença de substâncias potencializadoras dos efeitos do ruído tais como: substâncias ototóxicas, vibração e temperaturas elevadas podem vir a ter perda auditiva de origem ocupacional. Por esse motivo, nas áreas objeto de estudo e, principalmente, na lavagem e esterilização, onde a exposição ao ruído excede os valores superiores a 80dB(A), devem ser adotadas medidas para evitar os riscos decorrentes da exposição ao ruído.

Segundo Beranek [23], a melhor forma de se obter a redução do nível de pressão sonora é atuar diretamente sobre a fonte, substituindo-a, eliminando-a ou tratando-a para modificar a emissão de ruído. Em algumas situações, é necessário acrescentar a esta medida o tratamento acústico dos meios de propagação das ondas sonoras, ou seja, dos elementos construtivos (paredes, pisos, tetos e estruturas), conforme a situação exigir.

A Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho [24] recomenda que os equipamentos ruidosos devem ser tratados acusticamente ou substituídos por outros menos ruidosos. Deve ser implementada uma política de aquisições de máquinas e equipamentos “sem ruído ou com pouco ruído”, a qual é a forma mais adequada de prevenir ou controlar o ruído. Neste sentido, para a prevenção da exposição do trabalhador ao ruído, devem ser adotados equipamentos automatizados nos locais onde há desenvolvimento de atividades mais ruidosas, por exemplo, nas áreas de lavagem e esterilização.

Assim sendo, é necessário colocar em prática medidas de controle de ruído nas fontes sonoras e de tratamento acústico da edificação. Estas serão mais eficazes, quanto maior for o empenho por parte da gestão do SCRL na eliminação de fontes de ruído, na substituição dos equipamentos ruidosos por outros mais silenciosos, na engenharia de controle de ruído, nas medidas administrativas e, em último caso,



na utilização equipamentos de proteção individual – EPIs.

Como medida de engenharia de controle, destaca-se que o tratamento acústico da edificação está entre as ações globais para reduzir a poluição sonora no ambiente de trabalho. O espaço construído assume um papel preponderante na exposição dos trabalhadores ao ruído, pois devido à reverberação pode aumentar o ruído de máquinas e equipamentos e afetar todo o ambiente de trabalho [25].

Em geral, os pisos e tetos são as superfícies mais refletoras, sendo apropriada a utilização de materiais absorventes sonoros no teto e amortecedores de ruído de impacto no piso. Todavia, os materiais utilizados para o tratamento acústico de paredes e tetos são geralmente porosos, constituídos de fibras minerais ou mantas sintéticas, não sendo recomendados pelo National Research Council [20], por apresentarem problemas para saneamento e controle de pragas.

Desta forma, poucos materiais absorventes sonoros podem ser empregados nas paredes, pisos e tetos do SCRL, de forma satisfatória, tendo em vista a necessidade de resistirem à limpeza com detergentes e desinfetantes, ao impacto da água sob alta pressão, à temperatura, a umidade relativa do ar e a proliferação de microrganismo. Outrossim, somente após a situação pandêmica acarretada pela Covid-19 surgiram no mercado brasileiro materiais acústicos que resistam a limpeza e higienização.

Destaca-se que, para a área objeto de estudo, os pisos de poliuretano ou de agregados à base de borracha especial endurecida, de acordo com a National Research Council [20], são os mais adequados para a redução de ruído, desde que observada a sua correta instalação para garantir a estabilidade da superfície, a longo prazo.

As portas devem ser de madeira maciça e fechar hermeticamente [26], para atenuar o ruído transmitido ao longo dos corredores. O emprego de antecâmara, com portas duplas, no hall de acesso na área de lavagem e esterilização, também pode ajudar a controlar a transmissão de som ao longo dos corredores [11, 20].

Deve-se evitar espaçamento superior a 3,0 mm na parte inferior das portas, impedindo a passagem de ruído pela fresta entre a soleira e a porta [20]. Já as janelas e visores deverão ter vidros duplos, compostos de dois vidros laminados com espessuras diferentes a fim de evitar o efeito de coincidência com as suas frequências críticas, sendo o mais fino voltado para a fonte sonora [26].

Aconselha-se, para evitar ruído e vibração nos ambientes de criação de animais de laboratório, o uso de rodízios e para-choques acolchoados nos carrinhos de transporte de materiais, bem como a manutenção adequada desses equipamentos com utilização lubrificação com óleo de mamona [20].

Ruídos excessivos e intermitentes também podem ser minimizados com o emprego de medidas administrativas, através do treinamento dos técnicos de manejo de animais, orientando no emprego de práticas menos ruidosas, de modo a evitar a produção de ruído desnecessário [20].

Em vista disso, todos os trabalhadores envolvidos no cuidado e uso de animais devem receber informação e formação adequada, que lhes permitam compreender e se prevenir dos riscos e agravos à saúde auditiva.

O uso de dispositivos de proteção auditiva é a medida menos eficaz de controle de ruído, pois seu efeito depende significativamente do comportamento do usuário, que é influenciado por alguns efeitos colaterais dos dispositivos (por exemplo, percepção de sinais e comunicações faladas, desconforto e isolamento). Aparentemente, os trabalhadores tendem a subestimar o ruído como um risco para a audição, pois como a perda auditiva se desenvolve gradualmente ao longo de um período de anos, o ruído não é considerado algo sério [27].

Desse modo, deve-se conduzir a escolha dos protetores auriculares, selecionados para eliminar ou reduzir o risco de perda auditiva e assegurar que os valores-limite de exposição não sejam excedidos. A escolha do tipo de protetor deve ser realizada com a ajuda de

profissionais da área de segurança do trabalho, cabendo à administração empregar todos os esforços para garantir o uso e verificar a eficácia dos mesmos [27].

Entende-se que a escolha da melhor estratégia de controle de ruído envolve aspectos econômicos e sociais, e deve ser efetuada para buscar encontrar a solução que resulte no melhor custo-benefício.

6. CONCLUSÕES

As atividades desenvolvidas no SCRL apresentam um conjunto de características que podem desencadear doenças ocupacionais, principalmente as de cunho auditivo e extra-auditivo, pois diariamente os funcionários operam, em caráter contínuo, equipamentos que podem produzir níveis de pressão sonora acima dos limites de tolerância. A ação deletéria do ruído interfere na qualidade de vida do trabalhador, merecendo maior atenção por parte dos profissionais da equipe de saúde.

Considera-se, que a perda auditiva ocupacional aumenta lentamente e muitos indivíduos só percebem sua deficiência após muitos anos de exposição. Acarreta danos permanentes, isto é, não pode ser restaurada através de tratamento médico ou cirúrgico.

Os resultados apresentados no presente trabalho confirmam a importância do processo de projeto de centros de criação de animais de laboratório para a proteção coletiva dos trabalhadores e demais usuários.

Algumas situações de trabalho aparentemente não constituíam um risco de perda auditiva; elas simplesmente causavam desconforto. Entretanto, somente após a realização dos exames audiométricos nos trabalhadores que procuram a CST foi possível identificar a elevada exposição sonora no local. O fato de os testes auditivos do exame clínico não serem administrados durante o processo de contratação dos trabalhadores dificulta o estabelecimento de umnexo de causalidade.

Espera-se que esse estudo possa colaborar para a conscientização de gestores e trabalhadores de

biotérios de criação animal sobre os riscos aqui identificados e que as propostas de ações de intervenção nos processos e ambientes de trabalho, sejam implementadas de modo a contribuir para prevenção dos efeitos do ruído sobre a saúde auditiva e extra-auditiva dos trabalhadores do SCRL.

Conclui-se que o elevado número de trabalhadores com comprometimento da saúde auditiva, requer a implantação de um programa de prevenção dos efeitos do ruído sobre a saúde auditiva e extra-auditiva e indica, também, a necessidade da realização de outras pesquisas que efetivamente estabeleçam umnexo causal decorrente da perda auditiva e a exposição dos trabalhadores ao ruído em biotérios de criação animal.

7. REFERÊNCIAS

- [1] Hirata, Mario H. O Laboratório de Ensino e Pesquisa e Seus Riscos. In: Hirata, M.H. & Filho, J.M. (Org). 1a Ed. Manual de Biossegurança. São Paulo: Ed. Manole, 1-19, 2002. ISBN: 978-85-204-4781-9.
- [2] Rigotto, Raquel M. Saúde Ambiental & Saúde dos Trabalhadores: uma aproximação promissora entre o Verde e o Vermelho. Rev. Bras. Epidemiol, Vol. 6, Nº 4, 488: 388-403, 2003.
- [3] Ornstein, Sheila; ROMÉRO, Marcelo. Avaliação Pós-Ocupação do Ambiente Construído. São Paulo: Livros Studio Nobel Ltda, 223, 1992. ISBN: 8531400740, 9788531400742.
- [4] Randolph, Mildred M.; Hill, William A.; Randolph, Bruce W. Noise Monitoring Establishment of a Comprehensive Hearing Conservation Program. Journal of the American for Laboratory Animal Science. Vol. 46, No 1. January, 42-44, 2007. PMID: 17203915.
- [5] SOUZA, Gabriele F. de. Fatores de riscos ocupacionais e implicações à saúde do trabalhador em biotérios da Fiocruz – Rio de Janeiro/RJ. Dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 131, 2015. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/14057>.
- [6] Ministério da saúde, Portaria Federal Nº 3120, de 1o de julho de 1998. Aprovar a Instrução Normativa de Vigilância em Saúde do Trabalhador no SUS, na forma do Anexo a esta Portaria, com a finalidade de definir procedimentos básicos para o desenvolvimento das ações correspondentes. 1998. Disponível em: www.cvs.saude.sp.gov.br/pdf/98port3120.pdf
- [7] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10.151:2000: Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro, 2000.



- [8] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 10.152:1987: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- [9] Souza, Gabriele F. de; Ferreira Aldo P.; Moreira, Maria de F. R.; Portela, Luciana F. Fatores de riscos ocupacionais e implicações à saúde do trabalhador em biotérios. *Saúde Debate*, v. 41, n. especial, Rio de Janeiro, 188-199, 2017. doi: 10.1590/0103-11042017S216
- [10] Couto, Sebastião E. R. Classificação dos Animais de Laboratório quanto ao Status Sanitário. In: Andrade, Antenor; Pinto, Sergio C.; Oliveira, Rosilene. S. de. (Org). *Animais de Laboratório: criação e experimentação*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 388: 59-64, 2002. ISBN: 85-7541-015-6.
- [11] Brasil. Ministério das Ciências, Tecnologia e Inovação (MCTI). Resolução Normativa CONCEA n.º 15, de 16.12.2013. Baixa a Estrutura Física e Ambiente de Roedores e Lagomorfos do Guia Brasileiro de Criação e Utilização de Animais para Atividades de Ensino e Pesquisa Científica. In: Normativas do Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal-CONCEA. Para Produção, Manutenção ou Utilização de Animais em Atividades de Ensino ou Pesquisa Científica. Leis, Decretos, Portarias, Resoluções Normativas, Orientações Técnicas. 2. ed. Brasília. 2015. Disponível em: [MCTI Normativas do CONCEA Ebook.indd \(cruzeirosdueducacional.edu.br\)](http://MCTI.Normativas.do.CONCEA.Ebook.indd/cruzeirosdueducacional.edu.br)
- [12] Marques, Marcos A. P. Saúde e Bem-Estar Social. In: Andrade, Antenor; Pinto, Sergio C.; Oliveira, Rosilene. S. de. (Org). *Animais de Laboratório: criação e experimentação*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 388: 369-374, 2002. ISBN: 85-7541-015-6.
- [13] Norma Regulamentadora NR-15. Atividades e Operações Insalubres. Brasília, 8 de junho de 1978. *Segurança e Medicina do Trabalho*. v. 16. 43. ed. São Paulo: Atlas S.A, 1112: 127-209, 1999.
- [14] POLITI, Flavio A.S. et al. Caracterização de biotérios, legislação e padrões de biossegurança. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*. v. 29, n.1, 17-28, 2008.
- [15] Couto, Sebastião E. R. Instalações e barreiras sanitárias In: Andrade, Antenor; Pinto, Sergio C.; Oliveira, Rosilene. S. de. (Org). *Animais de Laboratório: criação e experimentação*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 388: 33-44, 2002. ISBN: 85-7541-015-6.
- [16] Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho (EU-OSHA). O impacto do ruído no trabalho. Factsheet 57, 2005. Disponível em: <https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheet-57-impact-noise-work>.
- [17] Institut National de Recherche et de Sécurité - INRS. Bruit et agents ototoxiques. In: *Le point des connaissances sur*. ed5028, 2005.
- [18] Norma Regulamentadora NR 17. Ergonomia. Portaria n.º 3.751, de 29 23-11-1990. *Segurança e Medicina do Trabalho*. v. 16. 43 ed. São Paulo: Atlas S.A, 1112: 217-220, 1999.
- [19] World Health Organization (WHO). *Community Noise*. Center for Sensory Research. Stockholm: Ed. Brigitta Berglund & Thomas Lindvall, 1995. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/a68672>
- [20] NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. 8a ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 246: 50-146, 2011. ISBN 13: 978-0-309-15401-7 (PDF).
- [21] Boger, Marlene E; Mitre, Edson I. Análise do desencadeamento de perda auditiva por exposição a níveis de intensidade sonora menores que 85db. *Revista de Medicina e Saúde de Brasília, Brasília*, v. 1, n. 2, 71-79, 2012.
- [22] Campo, Pierre. et al. Combined exposure to Noise and Ototoxic Substances. Ed. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA), Luxembourg, 62: 15, 2009. <https://osha.europa.eu/en/publications/combined-exposure-noise-and-ototoxic-substances>
- [23] BERANECK, Leo L. *Noise and Vibration Control*. New York, Mac Graw Book Company, 1971. ISBN 1682512207 (ISBN13: 9781682512203).
- [24] Agência Europeia para a Segurança e a Saúde no Trabalho (EU-OSHA). Redução e controle do ruído. Factsheet 58, 2005. Disponível em: <https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheet-57-impact-noise-work>.
- [25] Institut National de Recherche et de Sécurité -INRS. *Traitement acoustique des locaux de travail*. Ed. 6103, 2019. [Traitement acoustique des locaux de travail - Brochure - INRS](https://osha.europa.eu/pt/publications/factsheet-57-impact-noise-work).
- [26] Méndez, Antonio M.; Stornini, Alberto J.; Salazar, Estela B.; Giuliano, Gustavo; Velis, Ariel G.; Amarilla, Beatriz C. *Acústica Arquitectónica*. Buenos Aires: Universidad del Museo Social Argentino, 238: 123-124, 1994. ISBN 950-99514-5-5.
- [27] Institut National de Recherche et de Sécurité -INRS. Report - Reducing the risks from occupational noise. European Agency for Safety and Health at Work, Luxembourg, 88: 44-54, 2005. ISBN 92-9191-167.