



FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Níveis de pressão sonora em áreas habitadas, no entorno de espaços destinados a esportes e lazer, na região do conjunto moderno da Pampulha, em Belo Horizonte – MG

Almeida, C.G.¹; Rezende, V. M.¹; Silva, J. G.¹; Andrade, L. H. M.¹; Castro, L. A.¹; Dias, L. S.¹; Mota, L. C. C.¹; Cavalcante, K. V. S. M.¹; Marques, H. F. M.²

¹ dB Laboratório de Engenharia Acústica, Belo Horizonte, MG, Brasil, [\[carolina, vanessa, junior, luishenrique, laboratorio, lucas, loren, krisdany}@dbacustica.com.br](mailto:{carolina, vanessa, junior, luishenrique, laboratorio, lucas, loren, krisdany}@dbacustica.com.br)

² Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte, Belo Horizonte, MG, Brasil, hmarques@pbh.gov.br

Resumo

Este artigo apresenta os resultados de estudos de identificação e monitoramento sonoro decorrente de empreendimentos e atividades desportivas e de lazer, desenvolvidas na região do Conjunto Moderno da Pampulha, em Belo Horizonte/MG, em 2019. Esta região teve seu tombamento pela UNESCO como patrimônio cultural da humanidade, em 2016. Os estudos compreenderam a execução de medições de níveis de pressão sonora, conforme ABNT NBR 10151, o registro em áudio da paisagem sonora e o georreferenciamento de empreendimentos e áreas utilizadas para atividades desportivas (competitivas e de lazer), situados em região predominantemente residencial. Os resultados expressam comparativamente as características sonoras, com e sem as atividades citadas. Este trabalho de pesquisa foi financiado com recursos do Fundo Municipal de Defesa Ambiental - FMDA, através do chamamento público FMDA/BH nº 01/2018.

Palavras-chave: paisagem sonora; poluição sonora; ruído.

PACS: 43.50.Sr; 43.50.Yw.

Abstract

This article presents the results of studies of identification and sound monitoring resulting from undertakings and sports and leisure activities, developed in the region of the Pampulha Modern Ensemble, in Belo Horizonte/MG, Brazil, in 2019. This region was declared by UNESCO in 2016 at World Heritage List. The studies comprise the execution of measurements of sound pressure levels, according to ABNT NBR 10151:2019, the soundscape's audio recording and geofencing of enterprises and public areas frequently used for sports activities (competitive and leisure), located in a predominantly residential region. The results express comparatively the acoustic characteristics with and without mentioned activities. This research work was funded with resources from the Environmental Defense Municipal Fund, through public call FMDA/BH nº 01/2018.

Keywords: soundscape; noise pollution; noise.

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é um grande problema ambiental e de saúde pública em áreas urbanas. A exposição a ruídos pode levar a distúrbios no sono, problemas cardiovasculares, redução do desempenho profissional e escolar dentre outros

sintomas decorrentes do estresse (PIMENTEL-SOUZA, 2000) [1]. A Organização Mundial de Saúde – OMS [2] defini saúde como sendo "um estado de completo bem-estar físico, mental e social" e reconhece que a exposição ao ruído pode levar à morte prematura. A poluição sonora é classificada como a segunda maior



causa de doenças que levam à redução da expectativa de vida das pessoas que vivem em grandes cidades. A poluição do ar está em primeiro lugar [2].

Situada em Belo Horizonte – MG, a região da Pampulha possui área de 33 km², compreendendo 34 bairros e 10 vilas, agrupados em cinco microrregiões, as chamadas Unidades de Planejamento. De acordo com o censo do IBGE de 2010, a população da região era de 145.262 habitantes [3].

A região também abriga edifícios e espaços de reconhecido valor cultural, histórico, arquitetônico, documental e estético. Em 2016, o Conjunto Moderno da Pampulha foi declarado como patrimônio mundial pela UNESCO. Fazem parte do conjunto a Igreja São Francisco de Assis, Casa do Baile, Iate Tennis Clube, Museu de Arte da Pampulha (antigo Cassino). Destaca-se o fato de que os elementos do conjunto estão completos e intactos, apresentando suas características e materiais originais e ainda mantêm o uso para atividades de cultura, esporte e lazer [4].

O presente estudo apresenta o levantamento dos empreendimentos desportivos e de lazer que compõem a paisagem sonora nas áreas residenciais do entorno do Conjunto Moderno da Pampulha e apresenta os níveis de pressão sonora resultantes das atividades de esporte e lazer nesses empreendimentos.

2. MATERIAL E MÉTODO

Nessa seção são apresentados o material e a metodologia adotados nas medições de níveis de pressão sonora, no registro em áudio da paisagem sonora e no tratamento dos resultados.

2.1 Conjunto Moderno da Pampulha

“O Conjunto Moderno da Pampulha é conformado por uma situação paisagística que agrega quatro edifícios articulados em torno do espelho d’água de um lago urbano artificial e por uma orla paisagisticamente trabalhada (...)” [5]. O conjunto inclui a Igreja São Francisco de Assis, o Cassino (atual Museu de Arte da Pampulha), a Casa do Baile (atual Centro de Referência em Urbanismo, Arquitetura e

Design de Belo Horizonte) e o Iate Tênis Clube, construídos entre 1942 e 1943, projetados pelo arquiteto Oscar Niemeyer sob encomenda do então prefeito de Belo Horizonte, Juscelino Kubitschek.

Foi concebido para formar uma “obra de arte total” na qual as obras de arte se integram aos edifícios e à paisagem com o espelho d’água, reforçando as relações visuais entre os elementos.

O conjunto reúne características de conceitos-chave da arquitetura moderna, tais como: estrutura em concreto armado; planta livre; amplas janelas e fachadas de vidro [6].

“Recebeu o título de Patrimônio Mundial durante a 40ª Reunião do Comitê do Patrimônio Mundial, que aconteceu em Istambul (Turquia), no dia 16 de julho de 2016”. “Para a UNESCO, representa uma obra-prima do gênio criativo humano, e o próprio Oscar Niemeyer o considerou uma de suas obras mais importantes” [6]. É um marco autêntico da história da arquitetura mundial, de produção brasileira.

2.2 Área de Pesquisa

Durante o projeto foi realizado o levantamento dos principais emissores sonoros registrados na área de pesquisa. A Tabela 1 apresenta os resultados. É possível observar que o comércio é muito atuante, representando 37,6 % dos empreendimentos identificados.

Tabela 1: Identificação e quantificação de empreendimentos

Categoria	Quantidade	Categoria	Quantidade
Academia	6	Hotel/pousada	24
Bar	15	Templo religioso	19
Centro comercial	31	Lanchonete/food truck	13
Clubes	19	Oficina	6
Comércio	216	Parque	1
Delegacia	4	Posto de combustível	7
Escola	25	Quadra	12
Espaço público	12	Restaurantes	25
Estacionamento	26	Salão de festas	40

Categoria	Quantidade	Categoria	Quantidade
Estádio	1	Supermercados	7
Ginásio	1	Outros	39
Hospital/Casa de repouso	26		

As residências foram quantificadas quanto à tipologia (unifamiliar ou multifamiliar), conforme apresentado na Figura 1. É possível observar que são predominantemente unifamiliares.

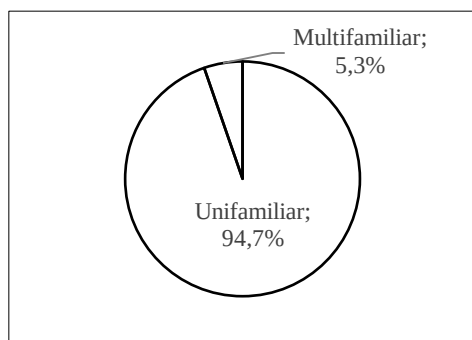


Figura 1: Residências unifamiliares e multifamiliares

A quantidade de pavimentos das residências na área de pesquisa foi avaliada (Figura 2). A maioria possui até 2 pavimentos.

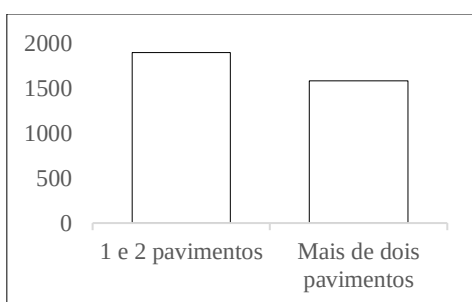


Figura 2: Quantidade de pavimentos das residências

2.2 Instrumentação

Neste trabalho foram utilizados instrumentos eletroacústicos em conformidade com as normas da International Electrotechnical Commission – IEC, para Classe I, calibrados por laboratório acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro – Cgcre, pertencente à Rede Brasileira de Calibração – RBC.

As medições de níveis de pressão sonora foram realizadas com sonômetro Brüel&Kjaer modelo 2270, com filtros de 1/3 de oitavas, microfone

modelo 4189 e calibrador de nível sonoro modelo 4231, calibrados e em conformidade para Classe 1.

O sonômetro foi configurado para correção da influência do protetor de vento, modelo UA-1650, condição de campo livre e medição simultânea dos descritores globais $L_{Aeq,1s}$, $L_{Ceq,1s}$, L_{ASmax} , L_{AFmax} e $L_{Zeq,1s}$ nas bandas de 1/3 de oitavas compreendidas entre 12,5 Hz e 20 kHz. Além dos registros dos resultados nos domínios do tempo e da frequência, foram registrados os áudios das medições em formato .wav, gravados em padrão de 24 bits.

O tempo de integração, para medição e registro dos descritores, foi ajustado para 1 s. O tempo médio de medição foi de 10 minutos, podendo variar para mais ou para menos, dependendo das características ambientais e do ruído observado durante as medições em cada um dos pontos de medição. O tempo de integração final de cada medição variou em função das ocorrências de sons intrusivos.

Considerado o ruído autogerado, informado no certificado de calibração do sonômetro, tomou-se como faixa dinâmica útil, para aceitação dos resultados, a faixa de 20 dB a 139 dB no espectro global e de 15 dB a 139 dB nas bandas de 1/3 de oitavas.

2.3 Procedimento de medição

Adotou-se como procedimento de medição as especificações da norma brasileira ABNT NBR 10151:2000, vigente no início dos trabalhos em campo e o método detalhado da edição 2019 desta mesma norma, publicada em 31 de maio do mesmo ano.

As medições de níveis de pressão sonora foram realizadas para três condições ambientais típicas do local de estudo. Considerou-se como condição típica: dias de semana em período letivo; dias de semana em período de férias escolares; e dias do final de semana, com e sem ocorrência de atividades festivas ou culturais.

As condições meteorológicas registradas nos dias das medições em campo variaram entre 18 °C e 28 °C de temperatura do ar; entre 35 % e 85 % de umidade relativa do ar e sem



ocorrências de ventos, chuvas e trovoadas que pudessem influenciar ou prejudicar as medições.

O sonômetro foi ajustado com o calibrador sonoro acoplado ao microfone, antes e após cada série de medições. O valor adotado corresponde ao valor indicado no certificado de calibração do calibrador sonoro, aplicada a correção para microfone de campo livre, conforme instrução do fabricante. Considerou-se válidos os resultados cujo ajuste final tenha indicado variação entre - 0,5 dB e 0,5 dB em relação ao ajuste inicial.

2.4 Pontos de medição

Os pontos de medição correspondem aos locais onde os microfones foram posicionados.

Os pontos de medição foram distribuídos no entorno dos principais clubes identificados em regiões residenciais próximos ao Conjunto Moderno da Pampulha, sendo estes: Clube Choppana, APCEFMG (Associação do Pessoal da Caixa Econômica Federal em Minas Gerais), Clube do Ipê, PIC (Pampulha Iate Clube) e Iate Tennis Clube. Também foram definidos pontos no entorno do principal parque de diversões permanente da região, o Parque Guanabara.

Ao todo foram 25 pontos de medição, sendo 21 no entorno dos clubes e 4 no entorno do Parque Guanabara.

A Figura 3 ilustra a localização dos principais clubes e do parque Guanabara.



Figura 3: Localização dos clubes e parques (Fonte: Google Earth)

A Figura 4 exemplifica a distribuição dos pontos de medição nas imediações de um dos clubes.



Figura 4: Localização dos pontos de medição no entorno do PIC (Pampulha Iate Clube) (Fonte: Google Earth)

2.5 Tratamento de dados

Os resultados registrados pelo sonômetro foram exportados, através do software da B&K BZ 5503, para planilha eletrônica elaborada para esta finalidade.

Foram validados os resultados decorrentes apenas das fontes sonoras específicas resultantes de atividades desportivas e de lazer no interior dos empreendimentos e descartados os resultados devidos aos sons intrusivos tais como a passagem de veículos automotivos próximos ao microfone durante as medições.

Para cada medição realizada foi gerado um relatório, contendo resultados dos descritores de espectro global e em bandas de 1/3 de oitavas, além de descrição textual das fontes sonoras identificadas como residuais e intrusivas que compuseram a paisagem sonora.

Os resultados de L_{Zeq} em 1/3 de oitavas foram utilizados para identificação de sons tonais, conforme ABNT NBR 10151:2019. Os resultados dos demais descritores foram arquivados para futura análise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta e discute os resultados dos níveis de pressão sonora específicos medidos em áreas residenciais, na região do Conjunto Moderno da Pampulha, próximas a

empreendimentos destinados a atividades desportivas e de lazer.

3.1 Níveis de pressão sonora específicos

Foram realizadas mais de 60 medições no entorno dos clubes durante a realização de atividades desportivas e de lazer, e seus resultados estão apresentados nesta seção.

Nas Tabelas 2 a 6 são apresentados os resultados dos níveis de pressão sonora específicos, medidos nos pontos de medição em áreas públicas externas aos clubes (1. Choppana, 2. APCEFMG, 3. Ipê, 4. PIC, 5. Iate Tennis Clube). A Tabela 7 apresenta os resultados dos níveis de pressão sonora medidos no entorno do Parque Guanabara.

Nas tabelas, a sigla N.P. foi utilizada para informar que não foi possível determinar o $L_{Aeq,especifico}$ em dB. Esta condição ocorreu sempre que o ruído das atividades no interior dos clubes e do parque não foi audível ou, sendo audível, não foi predominante sobre o ruído residual, oriundo das demais fontes que compõem a paisagem sonora.

Tabela 2: Clube Choppana

Pontos de medição	Período letivo		Período de férias		Finais de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
LAN-1549	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	65,5	1,8
LB-560	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	51,4	1,8
LF-670	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	57,0	1,8

Tabela 3: APCEFMG (Associação do Pessoal da Caixa Econômica)

Pontos de medição	Período letivo		Período de férias		Finais de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
AONL-165	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Pontos de medição	Período letivo		Período de férias		Finais de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
CECR-165	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	52,7	2,0
LEJAA-62	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
LENMP-165	55,5	1,8	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Tabela 4: Clube do Ipê

Pontos de medição	Período letivo		Período de férias		Finais de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
CAP-33	N.P.	N.P.	53,3	1,8	N.P.	N.P.
LAIA-1155	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	49,8	1,8

Tabela 5: PIC (Pampulha Iate Clube)

Pontos de medição	Período letivo		Período em férias		Fim de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
CONL-555	N.P.	N.P.	48,0	2,0	N.P.	N.P.
LG-555	52,6	1,9	N.P.	N.P.	60,4	2,0
LGa-555	49,0	1,9	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
LIG-400	47,9	1,8	57,6	1,8	45,3	1,8
LIG-580	N.P.	N.P.	46,0	1,8	44,7	1,8

Tabela 6: Iate Tênis Clube

Pontos de medição	Período letivo		Período em férias		Fim de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
CONL-	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.



Pontos de medição	Período letivo		Período em férias		Fim de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
1350						
CONL-1541	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
CONL-1624	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.

Tabela 7: Parque Guanabara

Pontos de medição	Período em férias		Fim de semana	
	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)	$L_{Aeq,T}$ (esp.) (dB)	U (dB)
AONL-133 a	67,0	3,0	66,0	2,0
AONL-133 b	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
LEBBL-133	67,4	2,0	59,0	1,8
LEMAO-133	65,8	1,9	66,9	1,9

3.2 Discussão dos resultados

No entorno do Clube da Choppana, em dias úteis, nos períodos letivo e de férias escolares, o ruído residual foi predominante. Os níveis de pressão sonora específicos, originados no interior do clube, só foram audíveis nos finais de semana.

No entorno do clube APCEFMG predomina o próprio ruído residual. Este clube está situado ao lado do parque Guanabara e próximo às praças Geralda da Mata Pimentel e Praça São Francisco de Assis. Esses ambientes concentram grande número de pessoas em visitação turística e atividades de lazer.

No entorno do Clube do Ipê, os níveis de pressão sonora não predominaram sobre o ruído residual durante o período letivo. Mesmo no período de férias e aos finais de semana o ruído residual tende a ser predominante.

No entorno do Pampulha Iate Clube, predomina o próprio ruído residual. Quando audíveis, os níveis sonoros específicos são relativamente baixos.

No entorno do Iate Tênis Clube todos os pontos de medição apresentaram predominância do próprio ruído residual. Este fato se justifica em função das características construtivas deste clube, situado à margem da lagoa e à influência do trânsito na av. Otacílio Negrão de Lima, que circunda a lagoa da Pampulha.

No entorno do Parque Guanabara foram registrados os níveis de pressão sonora mais elevados dentre as áreas residenciais. Apenas um dos pontos de medição apresentou ruído residual predominante sobre os ruídos das atividades do parque. Esse resultado é coerente com as características do parque, que concentra grande número de crianças nos brinquedos instalados ao ar livre.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desses resultados se conclui que a realização de atividades desportivas e de lazer nos limites dos clubes analisados não produziram níveis de pressão sonora específicos significativos, em comparação aos níveis de pressão sonora residuais, que compõe a paisagem sonora da região.

De modo geral, todos os clubes apresentaram resultados inferiores aos 65 dB admitidos para o período diurno em áreas habitadas de características de uso misto, entre residencial e de lazer e turismo.

Apenas as imediações do Parque Guanabara apresentaram resultados superiores aos limites da Tabela 3 da ABNT NBR 10151:2019 para áreas mistas, seja em períodos letivos ou de férias escolares e finais de semana.

5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado com financiamento do Fundo Municipal de Defesa Ambiental – FMDA de Belo Horizonte, conforme Edital nº 01/2018. Os autores agradecem à equipe e aos colaboradores deste projeto, em especial ao dB Laboratório de Acústica, à Secretaria



Municipal de Meio Ambiente e aos gestores do Fundo Municipal de Defesa Ambiental – FMDA.

REFERÊNCIAS

[1] Pimentel-Souza, F. Efeito do ruído no homem dormindo e acordado. Anais da XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica, Belo Horizonte, Brasil, 15-19 abril, 2000.

[2] World Health Organization – WHO. Environmental Health Criteria 12 – Noise. ISBN 92 4 154072 9, Geneva, 1980. Disponível em: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/>. Acesso em: 10/6/2022.

[3] Instituto Brasileiro de Geografia e estatística – IBGE. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

[4] Barato, Romullo. Como a Pampulha se tornou Patrimônio Cultural da Humanidade - Belo Horizonte (MG). 2016. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/799922/como-a-pampulha-se-tornou-patrimonio-cultural-da-humanidade>. Acesso em: 10 jun. 2022.

[5] Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). Conjunto Moderna da Pampulha. Brasília/D, Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Livreto_conjunto_moderno_pampulha.pdf. Acesso em: 10 jun. 2022.

[6] Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (Iphan). Brasília/D, Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/820/>. Acesso em: 10 jun. 2022.