



UNISUL

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

TIAGO BURGARDT

**PROJETO ACÚSTICO E MEDIÇÕES DE RUÍDO: ESTUDO DE CASO DE UMA
ACADEMIA DE MUSCULAÇÃO**

Florianópolis / SC

2017

TIAGO BURGARDT

**PROJETO ACÚSTICO E MEDIÇÕES DE RUÍDO: ESTUDO DE CASO DE UMA
ACADEMIA DE MUSCULAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho.

Orientador: Prof. Dr. José Humberto Dias de Toledo

Florianópolis / SC

2017

TIAGO BURGARDT

**PROJETO ACÚSTICO E MEDIÇÕES DE RUÍDO: ESTUDO DE CASO DE UMA
ACADEMIA DE MUSCULAÇÃO**

Esta Monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Engenheiro de Segurança do Trabalho e aprovada em sua forma final pelo Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Florianópolis, 02 de outubro de 2017.

Professor Dr. José Humberto Dias de Toledo
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico esta conquista a minha
companheira e esposa, minha amada
família e meus bons e velhos amigos.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer em primeiro lugar a Deus por me guiar ao longo desta jornada. Aos meus pais Olavo e Sueli, por me concederem o dom da vida e por me incentivarem em todos os momentos. Ainda, agradeço a minha esposa, Luíza, pelo carinho, companheirismo e dedicação desde que iniciamos nossa vida juntos. Agradeço também ao meu irmão Diego pelo companheirismo e amizade incondicional.

Agradeço também a Universidade do Estado de Santa Catarina pela formação em Engenharia Ambiental; e a Universidade do Sul de Santa Catarina pela minha segunda formação em Engenharia Sanitária e Ambiental e por esta especialização. Agradeço a todo corpo técnico da Pós em Segurança do Trabalho pelo conhecimento transmitido e principalmente ao Professor Humberto pela orientação neste trabalho.

Obrigado também aos meus bons e velhos amigos que tornam a vida sempre mais leve e divertida.

“Tudo o que temos que decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado”.
(J, R, R TOLKIEN).

RESUMO

A poluição sonora, apesar de parecer um simples problema de desconforto acústico, constitui-se atualmente como um dos principais problemas ambientais dos grandes centros urbanos. Além do desconforto causado pela poluição sonora, este fenômeno gera preocupação relacionada à saúde pública, pois além da saúde, afeta também o bem-estar das populações que habitam no entorno das fontes geradoras de ruído. Como forma de solucionar este problema, podem ser utilizadas algumas ferramentas como o zoneamento ambiental e os planos diretores municipais. Entretanto, mesmo se utilizando de tais instrumentos, por vezes a ocorrência de diversas atividades em um mesmo local acaba por impactar negativamente na geração de ruídos e conseqüentemente na saúde e bem-estar da população nas áreas de entorno. A presente monografia teve por objetivo avaliar o ruído proveniente de uma academia de musculação no município de Florianópolis, Santa Catarina. Após a quantificação do ruído oriundo da atividade foi realizado um projeto acústico com materiais isolantes adequados com o intuito de proporcionar o conforto acústico a todas as atividades desenvolvidas na mesma edificação.

Palavras-chave: Poluição sonora, isolantes acústicos, zoneamento ambiental, ruído.

ABSTRACT

Noise pollution, despite appearing to be a simple problem of acoustic discomfort, is currently one of the main environmental problems of large urban centers. In addition to the discomfort caused by noise pollution, this phenomenon generates concern related to public health, since in addition to health, it also affects the well-being of the populations that live in the surroundings of the sources generating noise. As a way of solving this problem, some tools such as environmental zoning and municipal master plans can be used. However, even if using such instruments, sometimes the occurrence of several activities in one place ends up having a negative impact on the generation of noise and consequently on the health and well-being of the population in the surrounding areas. The objective of this monograph was to evaluate the noise coming from a bodybuilding academy in the city of Florianópolis, Santa Catarina. After the quantification of the noise from the activity, an acoustic project was carried out with adequate soundproofing materials in order to provide the acoustic comfort to all the different activities developed in the same building.

Keywords: Noise pollution, soundproofing, environmental zoning, noise.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Lã de vidro aplicada ao tratamento acústico	31
Figura 2 - Lã de Rocha aplicada como isolante acústico	32
Figura 3 - Dry-wall aplicado no teto como isolante acústico.....	33
Figura 4 - Localização do empreendimento	34
Figura 5 - Quadro de aulas desenvolvidas no primeiro pavimento do empreendimento	35
Figura 6 - Localização do empreendimento de acordo com o Zoneamento urbano município de Florianópolis.....	36
Figura 7 - Sistema de som utilizado no pavimento térreo	37
Figura 8 - Amplificador de som utilizado no pavimento térreo.....	38
Figura 9 - Caixas de som utilizadas na sala de spinning e sala de ginástica 1 do 1º pavimento.....	39
Figura 10 - Amplificador de som utilizado na sala de spinning e sala de ginástica 1 do 1º pavimento	39
Figura 11 - Caixas de som utilizadas na recepção e banheiros	40
Figura 12 - Fachada Frontal do empreendimento e pontos de medição	41
Figura 13 - Atividades de musculação desenvolvidas no andar térreo	41
Figura 14 - Sala de ginástica e spinning localizadas 1º pavimento	41
Figura 15 - Área P1 e P2 - Local onde foram efetuadas as medições internas.....	43
Figura 16 - Área P3 e P4 - Local onde foram efetuadas as medições internas.....	43
Figura 17 - Área P5 - Local onde foram efetuadas as medições internas.....	43
Figura 18 - Decibelímetro Instrutherm modelo DEC-500 utilizado nas medições	44
Figura 19 - Medições realizadas na parte exterior frontal do empreendimento no período diurno - Dia: 01/09/2016 Horário: 07:15 – 07:45	45
Figura 20 - Medições realizadas na parte exterior frontal do empreendimento no período vespertino - Dia: 01/09/2016 Horário: 19:00 – 19:30.....	46
Figura 21- Medições realizadas na parte exterior frontal do empreendimento no período noturno - Dia: 01/09/2016 Horário: 22:00 – 22:30	46
Figura 22 – Medição 1 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 01/09/2016 Horário: 08:10 – 08:40.....	47

Figura 23 - Medição 1 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 20/09/2016	
Horário: 08:00 – 08:30.....	47
Figura 24 - Medição 3 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 01/09/2016	
Horário: 12:20 – 12:40.....	48
Figura 25 - Medição 4 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 20/09/2016	
Horário: 12:15 – 12:35.....	48
Figura 26 - Medição realizadas na parte interna no período vespertino - Dia:	
01/09/2016 Horário: 18:40 – 19:10.....	49
Figura 27 - Portas das salas de spinning e sala de ginástica 1.....	51
Figura 28 - Janelas das salas de spinning e sala de ginástica 1.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores típicos de emissão sonora das principais fontes em grandes centros urbanos.....	19
Tabela 2 - Valores máximos permissíveis de dB(A) e níveis de conforto (NC) de acordo com a NBR 10.152	25
Tabela 3 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A) de acordo com a NBR 10.151	26
Tabela 4 - Limites máximos permissíveis de ruído por zona de uso no Município de Florianópolis, Santa Catarina.	29
Tabela 5 - Limites máximos permissíveis para ruído de acordo com a Legislação CMF 003/99.....	36

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	TEMA E DELIMITAÇÃO	15
1.2	PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DE PESQUISA	15
1.3	ESTRUTURA	16
2	OBJETIVOS	17
2.1	OBJETIVO GERAL	17
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	POLUIÇÃO AMBIENTAL	18
3.2	VARIÁVEIS ACÚSTICAS	20
3.3	ASPECTOS LEGAIS	22
3.3.1	Política Nacional do Meio Ambiente (6.938/1981)	22
3.3.2	Resolução CONAMA nº 001 de 1990	23
3.3.3	Norma Brasileira Regulamentadora 10.152 – Níveis de ruído para conforto acústico	24
3.3.4	Norma Brasileira Regulamentadora 10.151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento	25
3.3.5	Plano Diretor e zoneamento ambiental	27
3.3.6	Lei Complementar CMF nº 003/99 – Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem-estar e do sossego público no município de Florianópolis	28
3.4	MATERIAIS DE ISOLAMENTO ACÚSTICO	30
3.4.1	Lã de Vidro	31
3.4.2	Lã de Rocha	31
3.4.3	Dry-Wall	33
4	METODOLOGIA	34
4.1	CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	34
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA ZONA E CATEGORIA DE USO DO LOCAL	36
4.3	CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS SONOROS UTILIZADOS	37
4.3.1	Equipamentos sonoros andar térreo	37
4.3.2	Equipamentos sonoros 1º pavimento	38
4.4	MEDIÇÕES EXTERNAS	40

4.4.1 Procedimentos efetuados para medição externa do ruído.....	42
4.5 MEDIÇÕES INTERNAS.....	42
4.6 EQUIPAMENTO UTILIZADO NA MEDIÇÃO DE RUÍDOS.....	44
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
5.1 MEDIÇÕES EXTERNAS.....	45
5.2 RESULTADO DAS MEDIÇÕES INTERNAS.....	47
5.3 CARACTERIZAÇÃO ISOLAMENTO ACÚSTICO.....	49
5.3.1 Isolamento acústico entre lajes	50
5.3.2 Isolamento acústico forro das salas de spinning e sala de ginástica.....	50
5.3.3 Isolamento acústico paredes das salas de spinning e sala de ginástica 1.....	50
5.3.4 Isolamento acústico portas/janelas das salas de spinning e sala de ginástica 1	51
6 CONCLUSÕES.....	53
7 REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

O adensamento populacional em grandes centros urbanos, é um dos desafios a ser enfrentado no século XXI. O crescimento desenfreado da população, o êxodo rural e a migração populacional em busca de novas oportunidades contribuíram para a formação de grandes núcleos urbanos. Segundo dados das Organizações das Nações Unidas - ONU, 80% da população da América Latina encontra-se situada dentro de grandes adensamentos urbanos, exemplos das cidades de São Paulo, Buenos Aires, Santiago, entre outras. Os adensamentos populacionais se não planejados de maneira correta, podem ocasionar diversos problemas, como: Intenso fluxo de veículos, aumento na geração de resíduos sólidos, consumo desenfreado de recursos hídricos, poluição ambiental e poluição sonora. Assim, a concentração populacional em regiões metropolitanas, é um dos grandes desafios a ser superado, uma vez que, o adensamento não pode comprometer o funcionamento da região (ONU, 2012).

Dentro deste contexto, o Brasil encontra-se em situação semelhante a América Latina, uma vez que a população urbana representa 84% da população brasileira e encontra-se concentrada nas regiões, sul, sudeste e nordeste do país. A região Sul do país apresenta 14% da população nacional com densidade populacional média 47,8 hab/km². A densidade populacional de uma região, representa o número de habitantes por quilômetro quadrado. Quanto maior a densidade populacional de uma localidade, maior será o número de variáveis a serem observadas para reduzir os impactos negativos que esses grandes centros urbanos possam gerar. Dessa forma, como maneira de adequar o desenvolvimento de atividades a uma determinada localidade, são necessárias estratégias e ferramentas de planejamento urbano. Entre estas ferramentas destacam-se os planos diretores de uso e ocupação do solo (IBGE, 2015).

O plano diretor visa estabelecer condições e restrições para o desenvolvimento de diferentes atividades dentro de um mesmo espaço territorial, ou seja, organizar a ocupação de uma determinada área territorial de forma a proporcionar o desenvolvimento de atividades sem impactar negativamente a qualidade de vida da população. Entretanto, mesmo com a adoção de estratégias e a aplicação correta dos planos diretores, além da poluição do ar e da água, a poluição

sonora é o problema ambiental que mais afeta as pessoas, especialmente no meio ambiente urbano (ONU, 2003).

A poluição sonora, apesar de parecer um simples problema de desconforto acústico, é uma situação que se agrava cada vez mais, uma vez que o ruído se constitui atualmente como um dos principais problemas ambientais dos grandes centros urbanos e predominantemente, é na zona urbana onde predominam os registros sobre a produção de ruído ambiental. Além do desconforto causado pela poluição sonora, este fenômeno gera preocupação relacionada a saúde pública, pois além da saúde, afeta também o bem-estar das populações que habitam no entorno das fontes geradoras de ruído (MACHADO, 2004; ONU, 2003). Entre as principais fontes geradoras de ruídos em grandes centros urbanos, destacam-se os cultos religiosos, bares, restaurantes, casas noturnas, aeroportos, indústrias, veículos automotores, eletrodomésticos e o meio ambiente de trabalho (MACHADO, 2004). O aumento do número de veículos automotores nos grandes centros urbanos e os congestionamentos enfrentados diariamente pela população, afetam de maneira direta a qualidade de vida e o bem-estar da população (GERGES, 2004).

Geralmente, a delimitação do zoneamento por meio de planos diretores é uma maneira eficaz no controle da poluição sonora. Este instrumento se enquadra como um instrumento de gestão de competência do município. Deve-se levar em conta os hábitos de vida da população, características geográficas e populacionais, natureza das atividades econômicas desenvolvidas, além da abrangência e distribuição espacial da população. Dessa forma, com base em diversas características, é responsabilidade do próprio município a definição das áreas e horários nos quais se permite a realização de determinadas atividades ou eventos em uma determinada localidade que se encontra dentro de seu território espacial (SANTOS, 2010).

Mesmo com a adoção de planos diretores municipais, em algumas situações é necessário que se realize algumas mudanças físicas no ambiente para que se atinja o nível de conforto acústico adequado. Estas adequações estruturais são denominadas de tratamento acústico. O tratamento acústico tem por objetivo a escolha de materiais isolantes que possam atenuar o ruído proveniente de fontes geradoras. A escolha do material a se empregar e a disposição estrutural irá depender do nível de redução que se deseja atingir, ou seja, corrigir, reduzir ou eliminar o ruído proveniente da fonte geradora (NAKAMURA, 2006).

Entre os principais materiais empregados no tratamento acústico destacam-se as lãs minerais, como lã de rocha e de vidro, as quais possuem entre suas características a de possuírem um alto coeficiente de absorção sonora. Geralmente os materiais isolantes são utilizados com placas de gesso acartonado denominadas de *dry-wall*. Essa estrutura tem por objetivo o revestimento e contenção do material isolante. Geralmente o material isolante é inserido entre duas placas de *dry-wall*. A escolha do revestimento precisa levar em conta a taxa de ocupação do ambiente de manutenção, durabilidade, estabilidade e resistência ao fogo (NAKAMURA, 2006). Neste sentido, o presente trabalho teve por finalidade realizar uma obra de adequação acústica em uma academia de atividades físicas localizada no município de Florianópolis, Santa Catarina. O empreendimento localiza-se em uma edificação comercial de cinco andares aonde são realizadas diversas atividades econômicas. Dessa forma, diversos materiais isolantes e alterações físicas foram realizadas para se atingir um nível de conforto acústico para as diversas atividades econômicas desenvolvidas neste empreendimento comercial.

1.1 TEMA E DELIMITAÇÃO

Este estudo de caso subsidia a elaboração de um Projeto acústico ambiental, em concordância com as Normas Brasileiras Regulamentadoras NBR 10.151:2000 e NBR 10.152:1987 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, cuja a aplicação de desenvolveu em uma academia de atividades físicas, localizada no Município de Florianópolis, Santa Catarina.

1.2 PROBLEMA E JUSTIFICATIVA DE PESQUISA

Devido a crescente exposição da população de grandes centros urbanos a ruídos provenientes de fontes geradoras, a poluição sonora cada vez mais aparece como um dos desafios a ser solucionado. Dessa forma, em cumprimento com o Plano Diretor Municipal e as Normas Brasileiras Regulamentadoras (10.151 e 10.152) comprova-se a aplicabilidade do desenvolvimento e adequação o Projeto Acústico para uma academia de atividades físicas localizada um empreendimento que desenvolvem outras atividades econômicas.

1.3 ESTRUTURA

Este estudo de caso está dividido em seis capítulos: introdução, objetivos, referencial teórico, metodologia, resultados e discussões e conclusões. No primeiro capítulo foi realizada uma introdução sobre o tema pesquisado, levando em consideração a área delimitada e a problemática do estudo de caso. No segundo capítulo foram levantados o objetivo geral do estudo de caso e os objetivos específicos. No terceiro capítulo foi realizada uma referência bibliográfica, contendo o histórico, materiais utilizados, normas aplicáveis na realização de projetos acústicos. No quarto capítulo, foi apresentada a metodologia empregada neste estudo de caso para medição dos ruídos e desenvolvimento do projeto. No quinto capítulo, é descrito todo o Projeto de adequação acústico implantado, apresentando todos os materiais utilizados e a descrição de cada etapa de elaboração do documento. O sexto e último capítulo traz a considerações finais e recomendações relacionadas com o estudo de caso.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este estudo de caso teve como objetivo geral desenvolver um Projeto Acústico em uma academia de atividades físicas localizado no município de Florianópolis / SC, de acordo com as Normas Brasileiras Regulamentadoras 10.151 e 10.152.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Este estudo de caso deve como objetivos específicos:

- Avaliar pontualmente por meio de medições os ruídos provenientes da atividade econômica.
- Identificar os materiais isolantes a serem empregados no projeto;
- Identificar os limites de Tolerância em concordância com o Plano Diretor Municipal;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O ruído sempre foi caracterizado como um poluente ambiental para o homem. Na Roma antiga, existiam regras sobre o ruído proveniente de rodas de vagões que derrubavam as pedras no pavimento, causando perturbação do sono e aborrecimento aos romanos. Na Europa medieval, as carruagens a cavalo e a equitação não eram permitidas durante a noite em algumas cidades para assegurar um sono tranquilo aos habitantes (HWO, 1999).

No entanto, os problemas de ruído do passado são incomparáveis com os da sociedade moderna. Atualmente, o aumento no número de veículos e demais transportes em grandes centros urbanos, atividades industriais e comerciais são as principais fontes de emissão. Em comparação com outros poluentes, demorou-se para reconhecer o ruído ambiental como um poluente. Isto se deve ao fato do conhecimento insuficiente que a exposição ao ruído poderia ocasionar na saúde das populações sujeitas a este fenômeno. Atualmente a poluição sonora é considerada umas principais formas de poluição ambiental, juntamente com a poluição de água e do ar. Esta forma de poluição diferentemente das outras formas de poluição afeta o maior número de pessoas e não deixa traços visíveis de sua influência no ambiente (HWO, 2011).

3.1 POLUIÇÃO AMBIENTAL

Embora, durante muito tempo, apontou-se a poluição sonora como um problema de "luxo" exclusivo apenas aos países desenvolvidos, não se pode ignorar que a exposição é frequentemente maior nos países em desenvolvimento em virtude à falta de planejamento, principalmente em grandes centros urbanos. Dessa forma, são essenciais ações práticas para limitar e controlar a exposição ao ruído ambiental. Essa ação deve basear-se na avaliação científica adequada dos dados disponíveis sobre os efeitos e, em particular, as relações dose-resposta (WHO, 1999).

Diversos estudos já comprovaram os efeitos maléficos que a exposição ao ruído contínuo nas faixas de 85-90 dBA pode causar. Entretanto, esta situação ocorre particularmente em ambientes industriais e pode levar a uma perda progressiva de audição, com aumento no limiar de sensibilidade auditiva. As deficiências auditivas decorrentes do ruído nas faixas de 85-90 dBA são uma consequência direta dos

efeitos da energia sonora na parte interna do órgão auditivo do ser humano. No entanto, os níveis de ruído ambiental, em oposição ao ruído proveniente de fontes industriais, são muito menores e os efeitos sobre a saúde não podem ser explicados como consequência da energia sonora. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, 10% da população mundial está exposta a níveis de pressão sonora que potencialmente podem causar perda auditiva induzida por ruído (WHO, 2011). Dados contendo valores típicos de emissões sonoras produzidos em centros urbanos pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1 - Valores típicos de emissão sonora das principais fontes em grandes centros urbanos

Fonte	dB(A)
Trânsito de veículos leves	70-80
Trânsito de veículos pesados	80-90
Conversação normal de pessoas	65-70
Templos religiosos	75-80
Bares e restaurantes	70-75
Construção civil	Até 120

Fonte: WHO, (1999).

De acordo com Fernandes (2005), os ruídos podem ser classificados de três formas distintas, ruído contínuo, ruído flutuante e ruído impulsivo. O ruído contínuo é caracterizado como uma forma de energia sonora na qual a variação do nível da intensidade sonora é muito pequena ao longo do tempo, como é o caso de motores elétricos, bombas hidráulicas. Por sua vez, o ruído flutuante é aquele cuja a energia sonora apresenta grande variação de nível ao longo do tempo, caso do ruído proveniente do trânsito de veículos, trabalhos manuais. O ruído impulsivo ou de impacto é caracterizado pelo alto nível de intensidade sonora num intervalo de tempo muito pequeno. Como fontes de ruído de impacto pode-se citar atividades com britadeiras, prensas, disparos de armas de fogo entre outros.

Segundo Machado (2004), a exposição contínua aos ruídos, provocam perturbação da saúde mental. Além do que, poluição sonora ofende o meio ambiente e, conseqüentemente afeta o interesse difuso e coletivo, à medida em que os níveis excessivos de sons e ruídos causam deterioração na qualidade de vida, na relação

entre as pessoas, sobretudo quando acima dos limites suportáveis pelo ouvido humano ou prejudiciais ao repouso noturno e ao sossego público, especialmente em grandes centros urbanos. Acredita-se que o ruído ambiental, perturba atividades e comunicação, causando irritação entre a população que convive em áreas com essas características.

De acordo com Fernandes (2005), a exposição contínua ao ruído ambiental pode afetar o bem-estar do ser humano ou causar danos ao aparelho auditivo. Em relação ao bem-estar do indivíduo, quando uma pessoa é submetida a altos níveis de ruído, existe uma resposta do organismo a estes estímulos. Entre os problemas que a exposição ao ruído pode gerar destacam-se a dilatação das pupilas, hipertensão sanguínea, mudanças gastrointestinais, reação da musculatura do esqueleto, vasoconstricção, hipertensão arterial, distúrbios de sono, estresse entre outros. Por sua vez, quando o ruído age causando danos ao aparelho auditivo, pode ocasionar a mudança temporária do limiar auditivo, mudança permanente do limiar auditivo ou o trauma acústico (Roncolato et al., 2016).

Nos últimos anos o ruído ambiental, ou comumente denominado de poluição sonora, deixou de ser um simples problema de desconforto acústico, para ser caracterizado como um grande problema ambiental, principalmente em grandes centros urbanos. A caracterização do ruído nem sempre consiste em medições simples, uma vez que a amplitude e frequência do ruído variam em função do tempo e local. Dessa forma, faz-se necessário a caracterização de algumas variáveis acústicas, as quais são utilizadas na avaliação dos principais efeitos causados pelo ruído aos seres humanos, tanto o incômodo, quanto os riscos de danos auditivos e relacionados ao bem-estar citados anteriormente (Stansfeld; Matheson, 2003).

3.2 VARIÁVEIS ACÚSTICAS

Para se caracterizar um ruído, faz-se necessário a avaliação de algumas características. Entre essas características destacam-se:

- Frequência: Consiste no número de vibrações completas em um segundo, tendo sua unidade de medida expressa em Hertz (Hz).

- Intensidade: É a quantidade de energia vibratória que se propaga nas áreas próximas a partir da fonte emissora, tendo sua unidade de medida expressa em (watt/m^2) (Gerges, 1992).
- Nível de pressão sonora máximo ($L_{A\text{max}}$): Consiste no descritor acústico que representa o nível sonora máximo ponderado em “A”, tido como o nível de ruído ambiental mais alto, que ocorre em uma determinada posição, durante um certo período de tempo. É, frequentemente, utilizado com outro parâmetro acústico, por exemplo, o $L_{A\text{eq}}$ para garantir que um evento único de ruído não exceda um limite, sendo essencial especificar a ponderação no tempo (lenta, rápida ou impulsiva) (Fernandes, 2005).
- Nível de pressão sonora mínimo ($L_{A\text{min}}$): Consiste no descritor acústico que representa o nível sonoro mínimo ponderado em “A”, caracterizado como o nível de ruído ambiental mais baixo que ocorre numa determinada posição, durante certo período de tempo. Para esta variável também é importante especificar a ponderação no tempo que foi utilizada (Fernandes, 2005).
- Nível de pressão sonora equivalente contínuo ($L_{A\text{eq}}$): Consiste na obtenção de um nível de ruído contínuo que possui a mesma energia acústica que os níveis flutuantes originais, durante um determinado período de tempo. O princípio da mesma energia assegura que a precisão do método para avaliação dos efeitos do ruído sobre o aparelho auditivo. Este método destaca-se como parâmetro de ruído, adotado inclusive por organizações internacionais (International Organization for Standardization – ISSO) como medida de exposição do ruído em comunidades e dos riscos relacionados a danos na audição (Fernandes, 2005).
- Tempo de reverberação: Tempo necessário para que um som deixe de ser ouvido, após a extinção da fonte sonora, e expressão em segundos. O tempo de reverberação é medido como o tempo necessário para que o som sofra um decréscimo de 60 dB (Gerges, 1992).

- Nível total de pressão sonora: É caracterizado como uma grandeza que fornece apenas um nível em dB ou dB “A” sem informações sobre a distribuição deste nível nas frequências. Constitui-se de uma medida global (RMS) simples, que pode ser efetuada com um medidor de nível sonoro (Gerges, 1992).

3.3 ASPECTOS LEGAIS

Apesar da Política Nacional do Meio Ambiente 6.931 de 1981 fazer considerações importantes que caracterizam a poluição sonora como uma fonte de poluição, não existe uma legislação federal que seja destinada exclusivamente a poluição sonora. Assim, existem outros instrumentos norteadores utilizados quanto a este assunto. Entre estes instrumentos destacam-se a Resolução do CONAMA nº 01/90, que estabelece os critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas; A NBR 10.151/2000 que se refere a avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da sociedade; A NBR 10.152 que se refere a níveis de ruído para o conforto acústico; A legislação municipal de Florianópolis 003/99 (utilizada neste estudo de caso) que dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público, conforme será abordado a seguir.

3.3.1 Política Nacional do Meio Ambiente (6.938/1981)

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), o meio ambiente é caracterizado como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas. Esse princípio é inicialmente abordado pela Constituição Federal em seu art 225, aonde cita que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Inclusive em face da poluição sonora, para que a vida se desenvolva com qualidade. Esse requisito é imprescindível especialmente no meio ambiente urbano, onde se desenvolvem diferentes atividades simultaneamente, degradadoras potenciais do meio ambiente sonoro (ZAJARKIEWICCH, 2010).

Ainda seguindo com as definições da PNMA, a poluição é definida como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981)

Dessa forma, o som é caracterizado como uma forma de energia sonora, que se propaga por meio de ondas, ou seja, um fenômeno ondulatório transmitido por vibrações de um meio elástico, sólido, líquido ou gasoso. Portanto, a poluição sonora pode ser classificada como poluição uma vez que se classifica como uma forma de degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente lancem energia em desacordo com os padrões ambientais pré-estabelecidos.

3.3.2 Resolução CONAMA nº 001 de 1990

A resolução do CONAMA, foi a primeira resolução a tratar exclusivamente da problemática da poluição sonora. Esta resolução é um instrumento norteador que define a poluição sonora como um agente causador da deterioração da qualidade de vida da população, principalmente agravada nos grandes centros urbanos. A resolução também considera que os problemas dos níveis de ruído excessivos estão inclusos entre os sujeitos ao controle de Poluição de Meio Ambiente (Brasil, 1990).

Além de definir o ruído como um agente poluidor, o principal objetivo desta resolução é estabelecer normas, critérios e padrões que devem ser instrumentos utilizados na limitação e quantificação de ruídos em todo o território nacional. Entre os segmentos emissores a qual está resolução destina-se estão as atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política (Brasil, 1990).

Outro ponto importante definido pela resolução é referente a indicação de Normas Brasileiras Regulamentadoras que definem padrões e níveis aceitáveis que não prejudiquem à saúde e ao sossego público. Também estabelece que na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar níveis estabelecidos, visando o conforto das comunidades onde estes projetos são

desenvolvidos. A resolução também indica a norma que define como devem ser realizadas as avaliações de ruídos em áreas habitadas. Cabe ressaltar que esta resolução não contempla a emissão de ruídos por veículos automotores. A esta fonte de ruídos, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho (Brasil, 1990).

3.3.3 Norma Brasileira Regulamentadora 10.152 – Níveis de ruído para conforto acústico

Esta norma tem por objetivo estabelecer níveis de ruído compatíveis para o conforto acústico de diversos ambientes. Como se sabe, dependendo da localidade ou exigência de uma determinada atividade pode requerer níveis maiores ou menores de sonoridade. Como exemplo desta afirmação pode-se comparar um hospital e uma casa noturna, ambas as atividades tem exigência distintas relacionadas ao ruído. Dessa forma a norma apresenta uma tabela com níveis máximos permissíveis para determinada atividade conforme pode ser observado na tabela 2.

Tabela 2 - Valores máximos permissíveis de dB(A) e níveis de conforto (NC) de acordo com a NBR 10.152

Locais		dB(A)	NC
Hospitais	Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
	Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
	Serviços	45 - 55	40 - 50
Escolas	Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35-45	30-40
	Salas de aula	40-50	35-45
	Laboratório	45-55	40-50
Hotéis	Apartamentos	35-45	30-40
	Restaurantes, Sala de estar	40-50	35-45
	Portaria, Recepção, Circulação	45-55	40-50
Residências	Dormitórios	35-45	30-40
	Salas de estar	40-50	35-45
Auditórios	Salas de concertos, Teatros	30-40	25-30
	Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35-45	30-35
Restaurante		40-50	35-45
Escritórios	Salas de reunião	30-40	25-35
	Salas de gerência, Salas de projetos e administração	35-45	30-40
	Salas de computadores	45-65	40-60
	Salas de mecanografia	50-60	45-55
	Igrejas e Templos (Cultos mediativos)	40-50	35-45
Locais para esporte			
	Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45-60	40-55

Fonte: ABNT (1987).

Dessa forma, se ultrapassados os limites indicados na tabela 2, já pode ser caracterizada uma situação de desconforto, sem necessariamente estar implicando em risco a saúde.

3.3.4 Norma Brasileira Regulamentadora 10.151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento

A NBR 10.151 tem por objetivo principal fixar as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independentemente da existência de reclamações. A norma também se refere qual o tipo de aparelho adequado para se realizar tais avaliações. Para este caso a norma determina que

deve ser utilizado um medidor de nível de pressão sonora ou o sistema de medição que atenda às especificações da IEC 60651 para tipo 0, tipo 1 ou tipo 2. Recomenda-se que o equipamento possua recursos para medição de nível de pressão sonora equivalente ponderado em “A” (L_{Aeq}), conforme a IEC 60804.

A norma também cita que as medições devem ser realizadas após calibração do instrumento com equipamento denominado de calibrador. O medidor de nível de pressão sonora e o calibrador acústico devem ter certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), renovado no mínimo a cada dois anos. Uma verificação e eventual ajuste do medidor de nível de pressão sonora ou do sistema de medição deve ser realizada pelo operador do equipamento, com o calibrador acústico, imediatamente antes e após cada medição, ou conjunto de medições relativas ao mesmo evento.

Outro ponto importante levantado pela norma refere-se aos procedimentos de medição para pontos internos ou externos ao local determinado. Algumas recomendações, critérios de correção e contraindicações devem ser utilizadas em determinadas situações, como é o caso de aferições com precipitações, uma vez que não devem ser efetuadas medições na existência de interferências audíveis advindas de fenômenos da natureza. A norma também se refere de maneira diferenciada ao período do dia em que as medições forem realizadas como período diurno e noturno. Além desses pontos, a norma também define valores de tolerância máximo por localidade que se deseja avaliar conforme pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A) de acordo com a NBR 10.151

Tipos de área	Diurno	Noturno
Área de sítios e fazendas	40	35
Áreas estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45

Tipos de área	Diurno	Noturno
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

Fonte: ABNT (1999).

Se a medição for realizada em algum ponto interno, os valores apresentados na tabela X deve ser utilizados com critério de correção de: - 10 dB(A) para janela aberta e - 15 dB(A) para janela fechada. Por sua vez, os limites de horário para o período diurno e noturno da tabela X podem ser definidos pelas autoridades de acordo com os hábitos da população. Porém, o período noturno não deve começar depois das 22 h e não deve terminar antes das 7 h do dia seguinte. Se o dia seguinte for domingo ou feriado o término do período noturno não deve ser antes das 9 h (ABNT, 1999).

3.3.5 Plano Diretor e zoneamento ambiental

O plano diretor é uma ferramenta instituída pela Lei nº 10.257/2001 denominada de “Estatuto da cidade”. Esta lei veio para regulamentar os artigos 182 e 183 da constituição federal, que tratam da política urbana. O plano diretor tem por objetivo sintetizar e tornar explícitos os objetivos consensuados para o Município e estabelece princípios, diretrizes e normas a serem utilizadas como base para que as decisões dos atores envolvidos no processo de desenvolvimento urbano convirjam, tanto quanto possível, na direção desses objetivos (Saboya, 2007).

Por sua vez, o zoneamento ambiental, apresenta como principal qualidade a viabilização da inserção da variável ambiental em diferentes momentos do processo

de tomada de decisão. Desde a formulação de estratégias de desenvolvimento setoriais (mais voltadas para o plano regional), até a decisão sobre a ocupação de um sítio específico para a implantação de uma determinada atividade, ou seja, a viabilização de uma determinada atividade em áreas especificada previamente. O zoneamento ambiental tem como objetivo a obtenção de respostas amplas com relação à viabilidade da ocupação do território, tanto em relação aos fatores ambientais a serem considerados como também na delimitação das áreas de influência ou identificação de conflitos. Dessa forma, o zoneamento ambiental surge como uma ferramenta para limitar o ruído permitido em diferentes localidades, contribuindo dessa forma para o sossego e bem-estar da população (Montanõ et al., 2007).

3.3.6 Lei Complementar CMF nº 003/99 – Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem-estar e do sossego público no município de Florianópolis

No caso do Município de Florianópolis, local onde foi realizado este estudo de caso, existe uma legislação específica que se refere aos ruídos urbanos. A legislação cita que é proibido perturbar o sossego e o bem-estar público com ruídos, vibrações, sons excessivos ou incômodos de qualquer natureza, produzidos por qualquer forma ou que contrariem os níveis máximos de intensidade fixados (Florianópolis, 1999).

Esta mesma legislação traz em seu conteúdo a definição da poluição sonora como toda emissão de som que, direta ou indiretamente, seja ofensiva ou nociva à saúde, à segurança e ao bem-estar da coletividade ou transgrida as disposições fixadas nesta Lei Complementar. A lei também trata de áreas especiais, denominadas de zona sensível a ruído ou zonas de silêncio. Estas zonas possuem como característica locais que, para atingir seus propósitos, necessita que lhe seja assegurado um silêncio excepcional. Define-se como zona de silêncio a faixa determinada pelo raio de 200,00m (duzentos metros) de distância de hospitais, maternidades, asilos de idosos, escolas, bibliotecas públicas, postos de saúde ou similares.

Outro ponto importante levantado por essa legislação é a definição dos horários diurnos e noturnos diferentes dos estipulados pela NBR 10.151. A Lei Complementar CMF nº 003/99, define como Diurno os horários compreendidos entre às 7h e 19h; vespertino compreendido entre às 19h e 22h; noturno compreendido entre às 22h e 7h. A lei também define que As atividades potencialmente causadoras de poluição sonora classificadas pelos Planos Diretores como Incômodas (I), Nocivas (NO) ou Perigosas (PE), dependem de prévia autorização da Fundação Municipal do Meio Ambiente, mediante licença ambiental, para obtenção dos alvarás de construção e localização. Ademias, a Lei estabelece os limites permissíveis por zona de uso conforme pode ser visualizado na tabela 4. Cabe ressaltar que esse zoneamento e limites de tolerância são específicos para o Município de Florianópolis e foram os dados utilizados neste estudo de caso.

Tabela 4 - Limites máximos permissíveis de ruído por zona de uso no Município de Florianópolis, Santa Catarina.

ZONAS DE USO	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
Todas as ARE, AER, AMR e APL	55 dB (A)	50 dB(A)	45 dB(A)
Todas as ARP, APT, ACI, AVL e AVP	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB(A)
Todas as AMC e ATR	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
Todas as AMS, AS e AIE	70 dB (A)	60 dB (A)	60 dB (A)

Fonte: Florianópolis (1999).

As zonas de uso definidas pelo Plano diretor do Município de Florianópolis estão definidas como:

ARE - Área Residencial Exclusiva

ARP - Área Residencial Predominante

ATR - Área Turística Residencial

AMC - Área Mista Central

AMR - Área Mista Rural

AMS - Área Mista De Serviço

AS - Área Serviço Exclusivo

AVL - Área Verde De Lazer
AVP - Área Verde De Uso Privado
AER - Área De Exploração Rural
ACI - Área Comunitária Institucional
APT - Área De Parque Tecnológico
APL – Área De Preservação Com Uso Limitado
AIE - Área Industrial Exclusiva.

Em algumas situações, mesmo com a aplicação de um zoneamento adequado, o desenvolvimento de diferentes atividades acaba por gerar conflitos em relação ao ruído desenvolvido por um dos estabelecimentos. Nestes casos, faz-se necessário a realização de um tratamento acústico. O tratamento acústico de uma edificação, residência ou estabelecimento é um projeto que tem por objetivo adequar dentro de padrões pré-estabelecidos o ruído desenvolvido por uma determinada atividade. Para se realizar o tratamento de forma eficiente é necessário se utilizar alguns materiais especialmente desenvolvidos para atenuação sonora, denominados de mateias de isolamento acústico.

3.4 MATERIAIS DE ISOLAMENTO ACÚSTICO

Atualmente, existe uma série de materiais que podem ser utilizados como isolantes acústicos. Esses materiais possuem diferentes características de atenuação sonora, custo financeiro, formas e aplicabilidade. O tipo de material a se utilizar dependerá do grau de atenuação que se deseja atingir em um determinado ambiente. Entre os materiais mais utilizados para este fim, destacam-se a lã de vidro, lã de rocha, espuma acústica, fibra mineral. Ressalta-se que estes materiais podem ser aliados a utilização do processo "dry-wall", técnica atual e bastante difundida no Brasil (Catai et al., 2006). Uma descrição dos materiais isolantes utilizados neste estudo de caso será descrita a seguir.

3.4.1 Lã de Vidro

A lã de vidro é mundialmente reconhecida como um dos melhores isolantes térmicos. É um componente formado a partir de sílica e sódio aglomerados por resinas sintéticas em alto forno. Devido ao ótimo coeficiente de absorção sonora em função à porosidade da lã, a onda entra em contato com a lã e é rapidamente absorvida. Suas principais vantagens estão relacionadas ao seu fácil manuseio e aplicação, não propagar chamas; não deterioram, não favorecem a proliferação de fungos ou bactérias; resistentes a maresia (Catai et al., 2006).

No mercado o material pode ser encontrado na forma de manta, do tipo manta ensacada com polietileno, manta aluminizada, manta revestida com feltro para construções metálicas e manta de fibro-cerâmica para tubulações e equipamentos com temperaturas elevadas (ISAR, 2017). Geralmente a Lã de vidro é empregada entre camadas de “*dry-wall*”, como uma espécie de preenchimento. Uma imagem do material pode ser observada na figura 1.

Figura 1 - Lã de vidro aplicada ao tratamento acústico



Fonte: ISAR (2017).

3.4.2 Lã de Rocha

Geralmente este material é encontrado na forma de placa ou manta, feitas de fibras minerais de rocha vulcânica, ou basálticas. As principais características deste material são: isolante acústico, isolamento térmico, incomburente, pH neutro, anti-parasita, não corrosivo e imputrescível além de ser não ser nocivo à saúde. A lã

de rocha pode ser aplicada em forros, divisórias, em dutos de ar condicionados, em tubulações com baixas, médias e altas temperaturas de 50°C a 750°C. Por conta de sua estrutura não capilar, esse tipo de lã não retém água e não sofre alterações quando em contato com a condensação, o que a torna um ótimo isolante térmico e acústico.

Devido as suas características, a lã de rocha atende os mercados da construção civil, industrial, automotivos e eletrodomésticos, entre outros. Garante conforto ambiental, segurança e aumento no rendimento de equipamentos industriais, além disso, a lã de rocha gera economia de energia, aumento de produtividade, oferecendo uma maior relação custo-benefício (ISAR, 2017).

O mercado brasileiro oferece a lã de rocha em forma de painéis e mantas revestidas ou não, com plástico auto extingüível, de manta com “Kraft aluminizado”, de calhas e mantas com tela metálica para proporcionar maior resistência mecânica ao material (Catai et al., 2006). Assim como a lã de vidro, este material é utilizado em conjunto com o “*dry-wall*” Uma imagem do material utilizado para atenuação sonora pode ser observada na figura 2.

Figura 2 - Lã de Rocha aplicada como isolante acústico



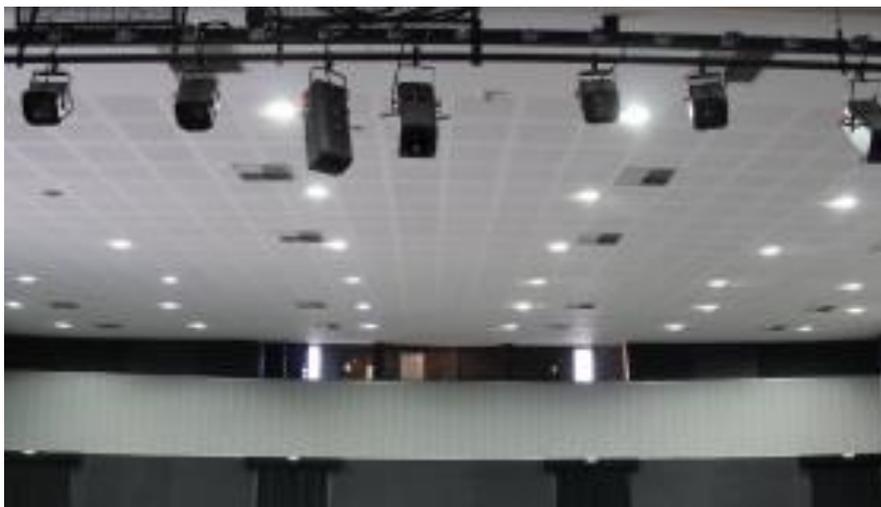
Fonte: ISAR (2017).

3.4.3 Dry-Wall

Uma das técnicas mais utilizadas em todo mundo e que vem sendo aplicada em grande escala no Brasil é denominada de *dry-wall* ou gesso acartonado como é denominado em território nacional. As placas são fixadas a uma leve estrutura metálica, podendo ser utilizadas para acabamento sobre a alvenaria ou para estruturar paredes e forros com espessuras menores (Catai et al., 2006).

O ganho de espaço pode chegar a até 4%. As principais vantagens do uso das placas de gesso acartonado com relação à alvenaria são: liberdade arquitetônica, produção limpa e rápida, revestimento de pequena espessura, retirada da relação vertical do caminho crítico da obra, não depende da habilidade do trabalhador, menor peso, praticidade em caso de manutenções e reformas, precisão dimensional, resistente à umidade e ao fogo, Velocidade expressiva na produção, entre outros. O *dry-wall* possui grande aplicação para segregar ambientes, geralmente utilizado com duas placas (parede dupla), com montantes de 48 ou 70mm e material acústico entre as placas que pode ser lã de vidro, lã de rocha ou espuma acústica (ISAR, 2017). Uma imagem do material pode ser observada na figura 3.

Figura 3 - Dry-wall aplicado no teto como isolante acústico



Fonte: ISAR (2017).

4 METODOLOGIA

Neste capítulo serão relatadas todas as informações relevantes ao empreendimento, caracterização da área, procedimentos de medições e métodos levados em conta para a execução do projeto.

4.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento é uma academia de atividades de condicionamento físico, CNAE R9313100, a qual está instalada no andar térreo e 1º pavimento do edifício HS Executive na Rua Cônego Bernardo, número 57, Bairro Trindade, Florianópolis – SC. Possui como localização as coordenadas 27°35'42.71"S/48°31'13.45"O, o empreendimento encontra-se paralelo a Rua Lauro Linhares, conforme pode ser observado na figura 4.

Figura 4 - Localização do empreendimento



Fonte: Google Earth (2015).

O edifício é composto de um pavimento subsolo, um pavimento térreo, um pavimento garagem, cinco pavimentos superiores e um pavimento ático, conforme observado no local. O fluxo de pessoas entre os pavimentos ocorre por meio de escadas localizadas entre os andares e por meio de um elevador com capacidade de 6 a 8 pessoas. As principais atividades desenvolvidas pela academia compreendem as aulas de ginástica desenvolvidas no 1º pavimento e a parte de musculação

desenvolvida na parte térrea do edifício. A academia tem funcionamento diário, sendo que de segunda a sexta feira as atividades de musculação, desenvolvidas no pavimento térreo, ocorrem das 06:00h as 24:00h, sábado das 09:00h as 14:00h e domingo das 17:00h as 20:00h. Por sua vez, as atividades de ginástica desenvolvidas no 1º pavimento ocorrem de segunda a sexta feira com início às 07:00h e término as 21:30. Aos sábados ocorre uma aula com início às 11:00 e término as 12:00. Todas as aulas têm duração de aproximadamente 30 minutos e se repetem ao longo da semana ou até no mesmo dia. As atividades de ginástica desenvolvidas ao longo da semana e o horário de funcionamento dessas podem ser visualizados na figura 5, a qual foi fornecida pelo próprio empreendedor e levando em consideração para a realização das medições.

Figura 5 - Quadro de aulas desenvolvidas no primeiro pavimento do empreendimento

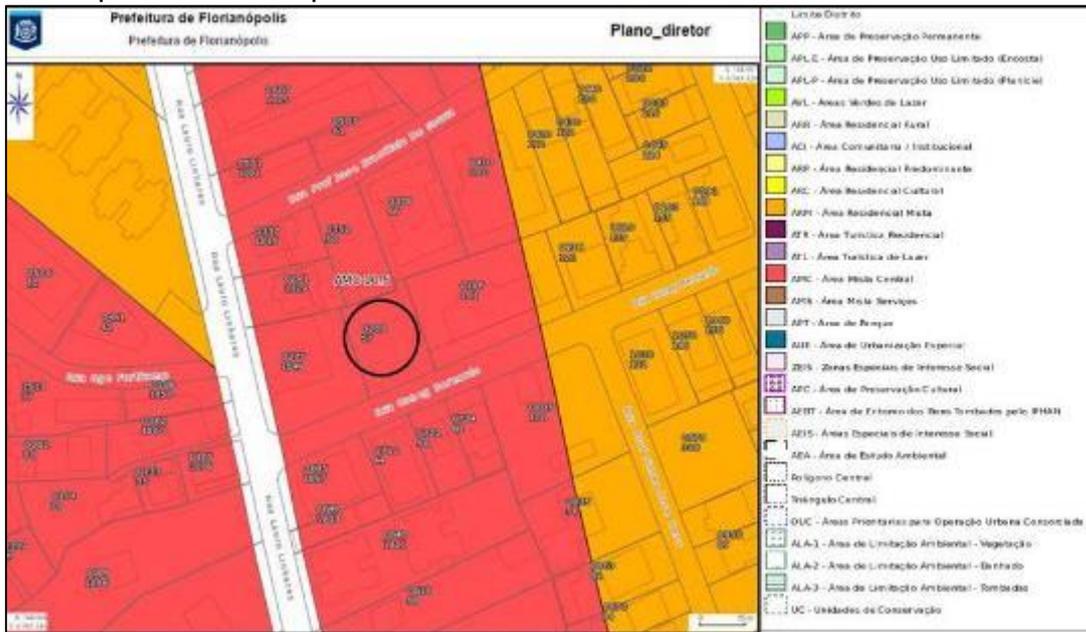
	DOM	SEC	TER	QUA	QUI	SEX
7:00		Pilates Solo	Power Jump	Cxwork	Hatha Yoga	RPM
8:00		Hatha Yoga	RPM		Body Combat	Pilates Solo
12:00			ABD Core 15'		ABD Core 15'	
12:15		RPM	Body Pump	Body Attack	Body Pump	Power Jump
16:00		Body Pump		Body Pump		Pilates Solo
16:30			Sh'Bam		Zumba	
17:00						Funcional
17:30		Funcional	Cxwork	Zumba	Body Attack	
18:00		RPM	Hatha Yoga	RPM		Body Pump
18:30		Body Pump	RPM	Body Combat	Cxwork RPM	
19:00		Running Class	Body Attack	Running Class	Body Step	Body Jam
19:15		RPM		RPM		RPM
19:30		Sh'Bam		Power Jump		
20:00			Body Pump RPM		Body Pump RPM	Hatha Yoga
20:30		Cxwork RPM		Cxwork RPM		
21:00		Power Jump	Pilates Solo	Hatha Yoga	Zumba	

Fonte: Run Fitness Club (2016).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA ZONA E CATEGORIA DE USO DO LOCAL

De acordo com o Plano diretor do município de Florianópolis, o local onde o empreendimento está situado é classificado como **ÁREA MISTA CENTRAL - AMC** conforme pode ser visualizado na figura 6.

Figura 6 - Localização do empreendimento de acordo com o Zoneamento urbano município de Florianópolis



Fonte: Florianópolis, (2016).

Como é classificada como **ÁREA MISTA CENTRAL - AMC**, os níveis de ruído estabelecido para essa região são classificados de acordo com a Lei complementar do Município de Florianópolis nº 003/199, conforme pode ser visualizado no quadro abaixo. Ressalta-se que o período compreendido como Diurno compreende o horário entre às 7h e 19h; Vespertino entre às 19h e 22h; Noturno entre às 22h e 7h.

Tabela 5 - Limites máximos permissíveis para ruído de acordo com a Legislação CMF 003/99

ZONAS DE USO	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
Todas as ARE, AER, AMR e APL	55 dB (A)	50 dB (A)	45 dB (A)
Todas as ARP, APT, ACI, AVL e AVP	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB (A)

ZONAS DE USO	DIURNO	VESPERTINO	NOTURNO
Todas as AMC e ATR	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
Todas as AMS, AS e AIE	70 dB (A)	60 dB (A)	60 dB (A)

Fonte: Florianópolis, (1999).

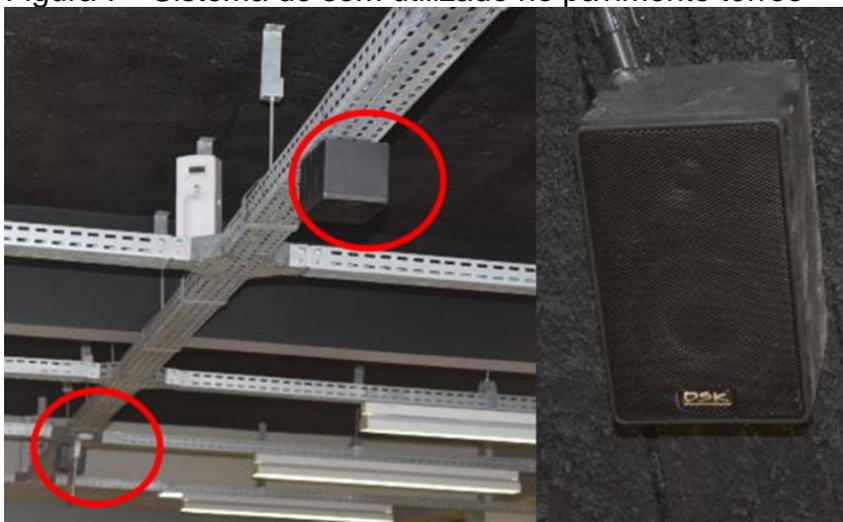
4.3 CARACTERIZAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS SONOROS UTILIZADOS

4.3.1 Equipamentos sonoros andar térreo

Conforme observado em visita técnica ao local, o andar térreo (atividade de musculação) conta com 12 (doze) caixas de som e um amplificador. As caixas de som são compostas por um auto falante tipo woffer de 4 polegadas e um auto falante tipo tweeter de 2 polegadas. A potência total da caixa é de aproximadamente 65w, operam com frequência entre 80hz-16 (Khz), impedância de 8 ohms e sensibilidade de 92 d/b/w/m.

O amplificador utilizado em conjunto com as caixas é um produto exclusivamente para sons ambiente, permitindo até 4 caixas por canal. Possui impedância de 2 a 8 ohms e potência máxima de 180w. As dimensões do amplificador são respectivamente 20cm de altura, 8cm de largura e 23cm de profundidade. Uma imagem do sistema de som (caixas e amplificador) utilizadas no pavimento térreo pode ser visualizada nas figuras 7 e 8.

Figura 7 - Sistema de som utilizado no pavimento térreo



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 8 - Amplificador de som utilizado no pavimento térreo



Fonte: Do autor, (2017).

A disposição das caixas de som e a estrutura do pavimento térreo podem ser observadas na planta acústica localizada no anexo I deste documento.

4.3.2 Equipamentos sonoros 1º pavimento

Conforme observado em visita técnica ao local, o 1º pavimento (atividades de ginástica) é o que possui as caixas de som com maior potência em virtude das aulas que ali ocorrem. A sala de spinning com capacidade para 15 alunos e a sala 1 de ginástica com capacidade para 23 alunos, contam com 4 caixas e um amplificador por sala. As caixas de som possuem potência RMS de 50W, potência musical de 100W, sensibilidade de 89dB, impedância de 8 ohms, resposta de frequência de 60hz – 18khz, alto falante tipo woofer de 5 polegadas e um tipo tweeter de 3 polegadas. As dimensões das caixas são de 24cm de altura, 17,8cm de largura e 14,5 cm de profundidade, com peso de aproximadamente 2,2 kg.

O amplificador utilizado em conjunto com as caixas possui 120W de potência RMS, impedância de 2 ohms, potência máxima de 170W, 2 canais independentes para entrada, possui equalizador de 3 vias para ajustar os tons de médio, grave e agudo. As dimensões do amplificador são de 7,55cm de altura, 33,8cm de largura e 18,9cm de profundidade. Uma imagem do sistema de som utilizado na sala de spinning e sala 1 de ginástica pode ser visualizado nas figuras 9 e 10.

Figura 9 - Caixas de som utilizadas na sala de spinning e sala de ginástica 1 do 1º pavimento



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 10 - Amplificador de som utilizado na sala de spinning e sala de ginástica 1 do 1º pavimento

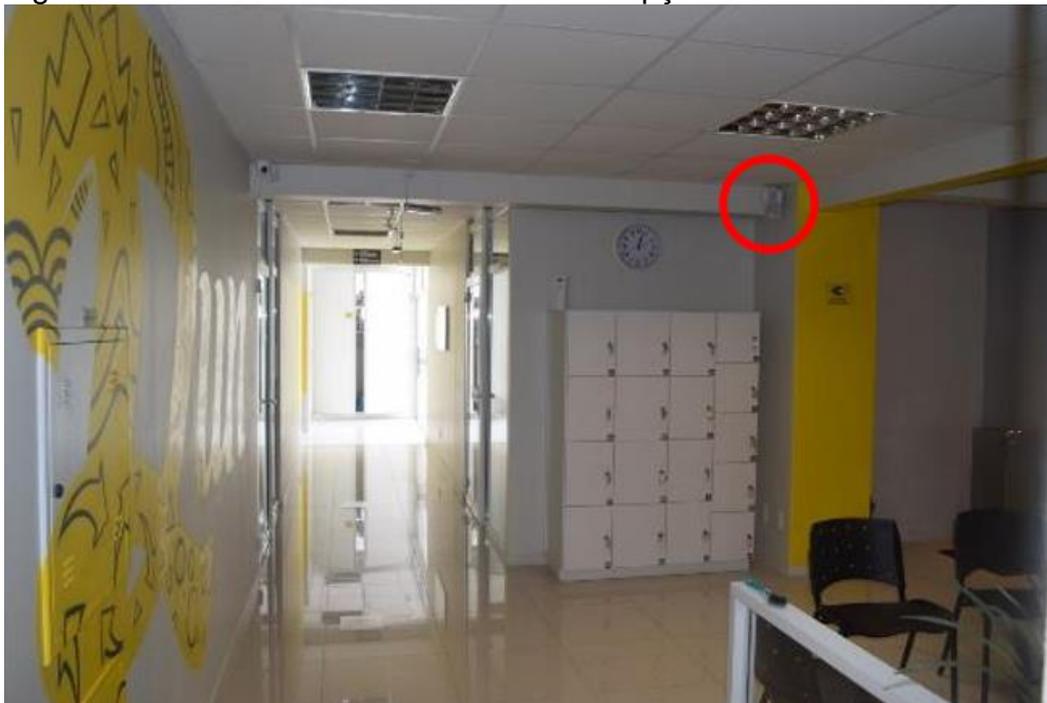


Fonte: Do autor, (2017).

Além de contar com as caixas de som mencionadas no parágrafo anterior, o 1º pavimento ainda possui mais 3 caixas de som iguais as utilizadas no andar térreo. Essas caixas estão distribuídas no banheiro masculino e feminino e na sala de espera para as aulas de ginástica conforme pode ser observado na planta acústica localizada

no anexo I deste documento. As caixas são compostas por um auto falante tipo woffer de 4 polegadas e um auto falante tipo tweeter de 2 polegadas. A potência total de cada caixa é de aproximadamente 65W, operam com frequência entre 80hz-16 (Khz), impedância de 8 ohms e sensibilidade de 92 d/b/w/m, conforme pode ser observado na figura 11.

Figura 11 - Caixas de som utilizadas na recepção e banheiros



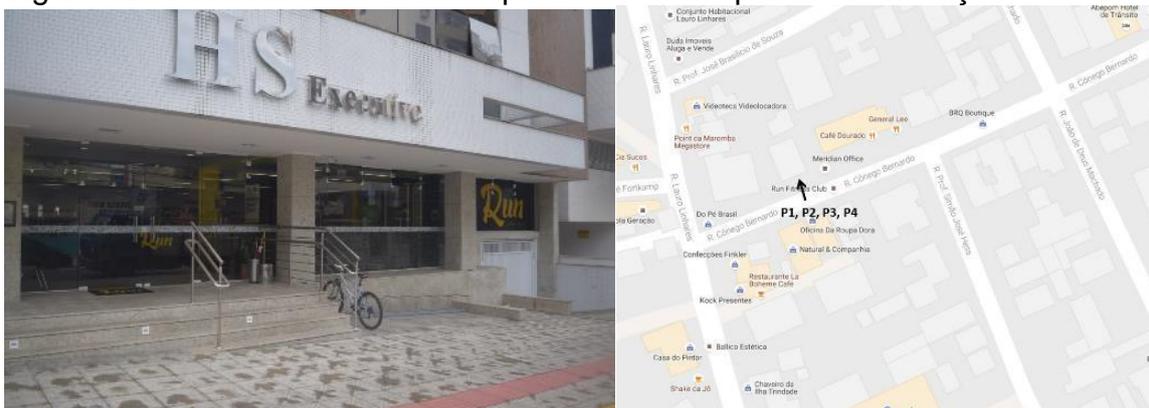
Fonte: Do autor, (2017).

A disposição das caixas de som e a estrutura do 1º pavimento podem ser observadas no anexo I deste documento, o qual se refere à planta acústica do 1º pavimento.

4.4 MEDIÇÕES EXTERNAS

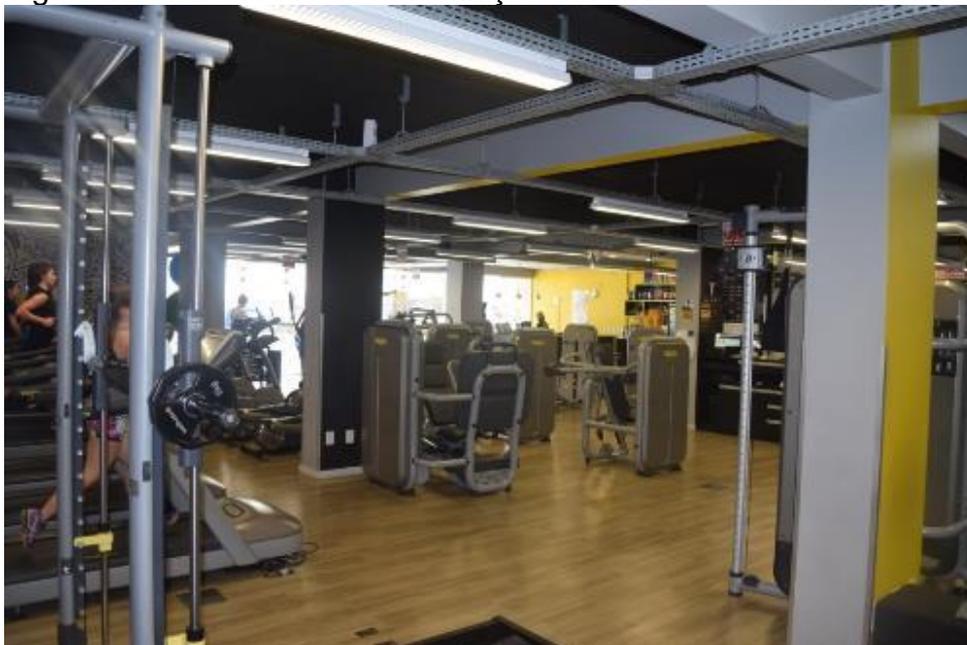
Para realização das medições foram efetuadas as instruções presentes na NBR 10.151. Dessa forma, foram caracterização alguns pontos específicos para se realizar este levantamento. Os locais de medições incluíram a fachada frontal do empreendimento, o andar térreo (área de musculação), a sala de spinning e ginástico, ambas localizadas no primeiro pavimento. A imagem e localização dos locais pode ser observado nas figuras 12, 13 e 14.

Figura 12 - Fachada Frontal do empreendimento e pontos de medição



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 13 - Atividades de musculação desenvolvidas no andar térreo



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 14 - Sala de ginástica e spinning localizadas 1º pavimento



Fonte: Do autor, (2017).

4.4.1 Procedimentos efetuados para medição externa do ruído

As medições foram realizadas sem o efeito de ventos sobre o microfone, com o uso de protetor conforme instruções do fabricante, no dia 01 de setembro de 2016. Foram efetuadas medições no exterior do andar térreo do empreendimento. Os pontos de monitoramento foram selecionados por serem os mais propensos à ação dos ruídos gerados durante a execução das atividades.

As medições externas foram efetuadas em pontos afastados de aproximadamente 1,2 m do piso e 2 m do limite da propriedade e de quaisquer superfícies refletoras, como muros, paredes etc. As medições externas foram realizadas no período diurno compreendido entre as 07:15 – 07:45 na parte frontal do andar térreo e novamente no período vespertino as 20:30 – 21:00.

4.5 MEDIÇÕES INTERNAS

As medições foram efetuadas de acordo com a norma vigente e orientações do fabricante a respeito do aparelho, nos dias 01 e 21 de setembro de 2016. Os procedimentos de medição foram realizados no interior do segundo pavimento em um empreendimento localizado na mesma edificação da academia. Esse local foi escolhido por se encontrar acima das salas aonde ocorriam as aulas com maior intensidade sonora.

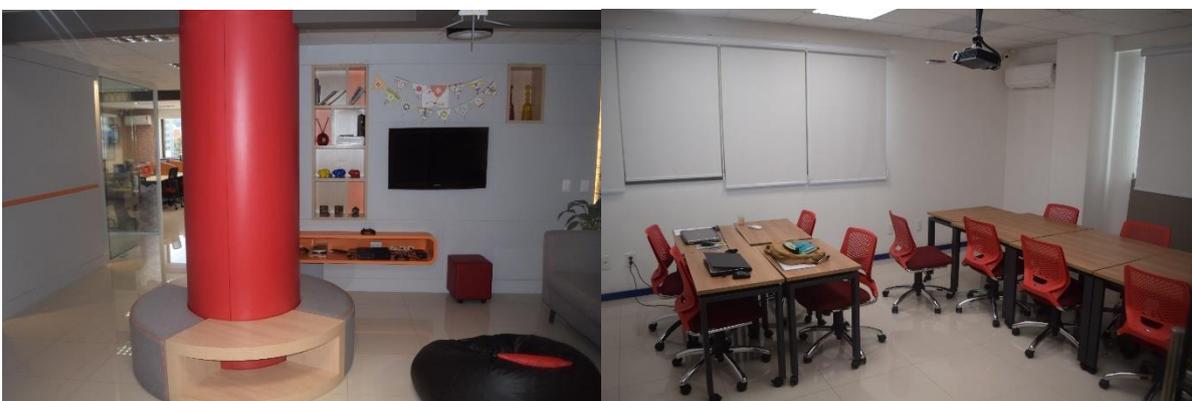
Assim, as medições externas foram efetuadas em pontos afastados de aproximadamente 1,2 m do piso e 2 m do limite da propriedade e de quaisquer superfícies refletoras, como muros, paredes etc. Por sua vez, as medições internas foram realizadas no período diurno e vespertino, com as janelas/aberturas abertas e fechadas nas cinco (05) áreas mais afetadas pelo ruído segundo informações passadas pelo proprietário do estabelecimento mais afetado pelo ruído proveniente das atividades desenvolvidas pela academia, conforme pode ser observado nas figuras 15, 16 e 17. As características para as medições com janelas/aberturas abertas ou fechadas foram realizadas de acordo com o ambiente natural de trabalho informado pelos funcionários local. O horário das medições também foi definido em acordo com o reclamante.

Figura 15 - Área P1 e P2 - Local onde foram efetuadas as medições internas.



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 16 - Área P3 e P4 - Local onde foram efetuadas as medições internas.



Fonte: Do autor, (2017).

Figura 17 - Área P5 - Local onde foram efetuadas as medições internas.



Fonte: Do autor, (2017).

4.6 EQUIPAMENTO UTILIZADO NA MEDIÇÃO DE RUÍDOS

Para a realização do levantamento acústico foi utilizado um Decibelímetro com as seguintes características:

- **Equipamento:** Decibelímetro Digital com Leq - Instrutherm
- **Fabricante:** INSTRUTHERM
- **Modelo / Tipo :** DEC-500
- **Nº de Série:** N748200
- **Certificado de calibração:** Nº 68910/16 – aferido em 29/07/2016

O certificado de calibração do aparelho de medição pode ser observado no anexo II ao final deste documento. Uma imagem do equipamento utilizado pode ser observada na figura 15.

Figura 18 - Decibelímetro Instrutherm modelo DEC-500 utilizado nas medições



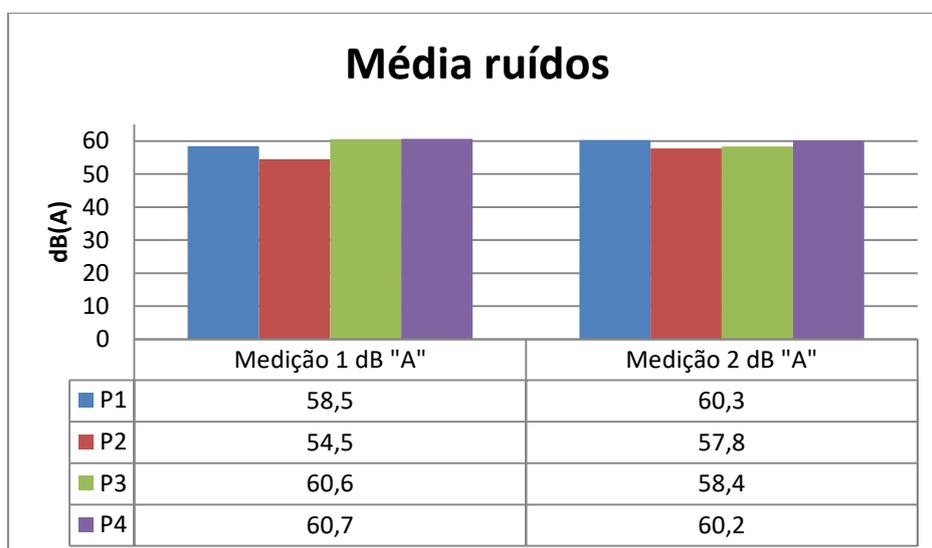
Fonte: Instrutherm (2017).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 MEDIÇÕES EXTERNAS

As medições externas foram realizadas em três períodos distintos, diurno, vespertino e noturno. Cabe ressaltar que estes períodos foram definidos pois a legislação municipal tem valores estabelecidos para todos os períodos do dia. Os ruídos provenientes do período da manhã apresentaram valores entre 54-61dB(A) conforme pode ser visualizado na figura 19.

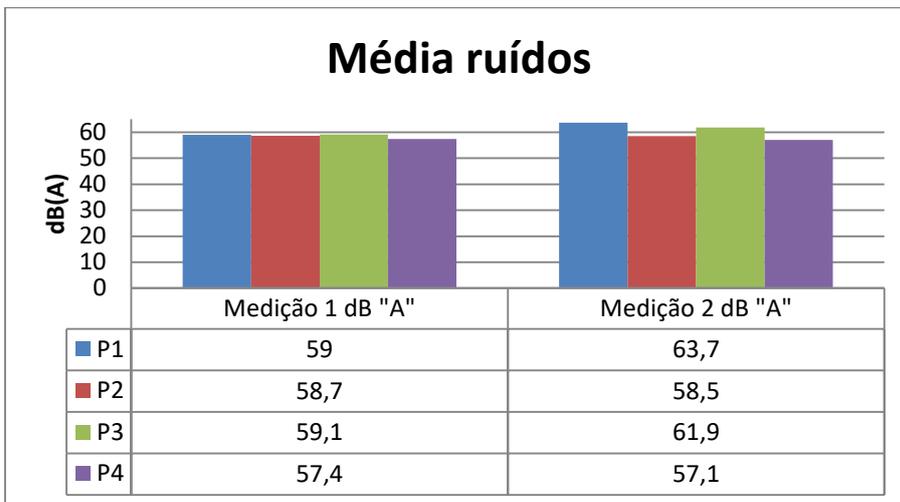
Figura 19 - Medições realizadas na parte exterior frontal do empreendimento no período diurno - Dia: 01/09/2016 Horário: 07:15 – 07:45



Limite conforme NCA NBR 10.151 e Lei complementar 003/1999. – para ambientes externos período diurno – 65dB"A".

Por sua vez, as medições vespertinas apresentaram valores entre 57 – 64 dB(A), conforme pode ser observado na figura 20.

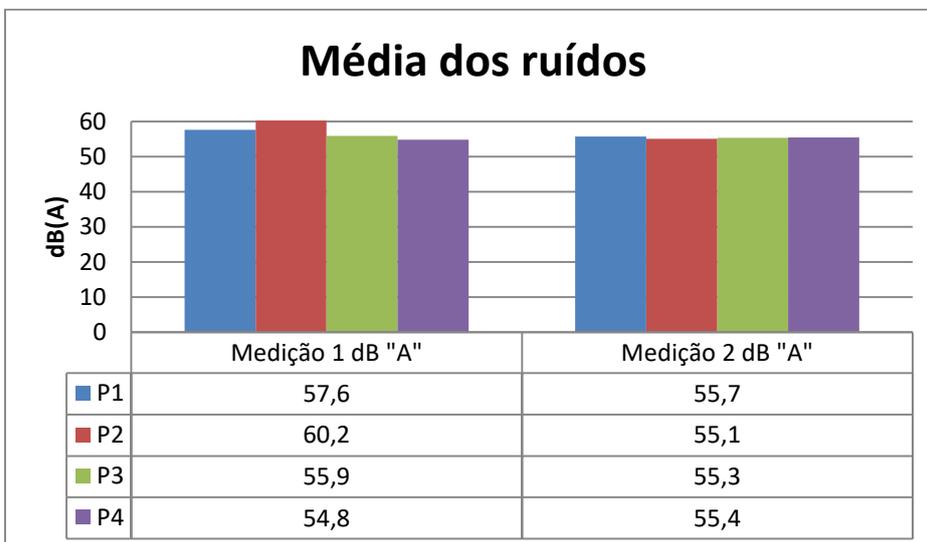
Figura 20 - Medições realizadas na parte exterior frontal do empreendimento no período vespertino - Dia: 01/09/2016 Horário: 19:00 – 19:30.



Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes externos período vespertino – 60dB"A".

Os resultados para o período noturno apresentaram valores entre 55-60 dB(A), conforme pode ser observado no gráfico 3.

Figura 21- Medições realizadas na parte exterior frontal do empreendimento no período noturno - Dia: 01/09/2016 Horário: 22:00 – 22:30

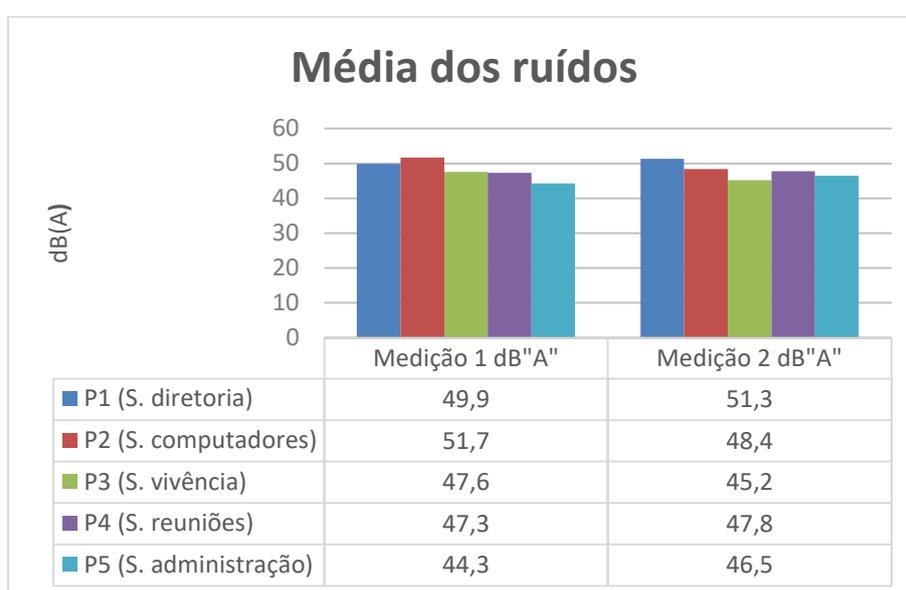


Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes externos período noturno – 55dB"A".

5.2 RESULTADO DAS MEDIÇÕES INTERNAS

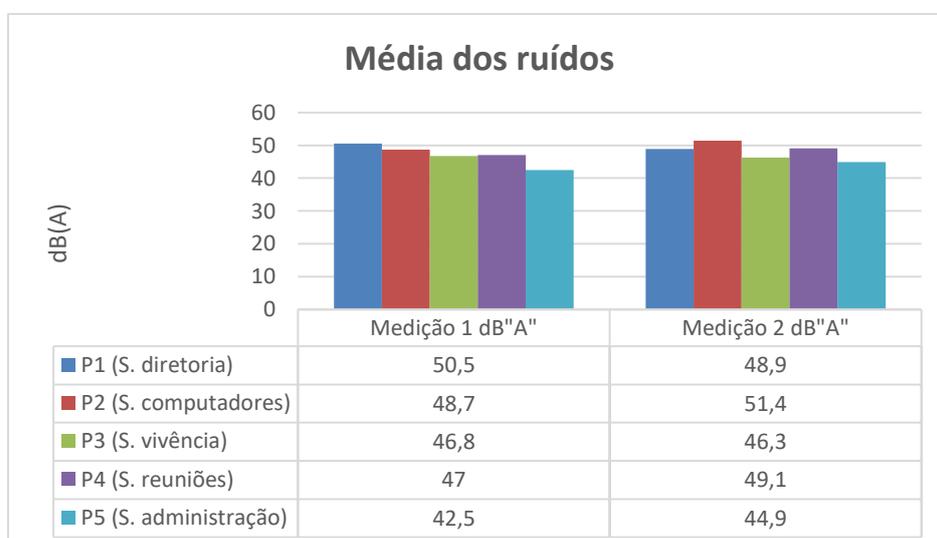
A seguir serão apresentados os resultados das medições nos cinco pontos mais afetados indicados pelo empreendimento localizado acima da academia de musculação. Os horários de medição foram definidos em concordância com o empreendimento afetado pelos ruídos desenvolvidos.

Figura 22 – Medição 1 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 01/09/2016
Horário: 08:10 – 08:40



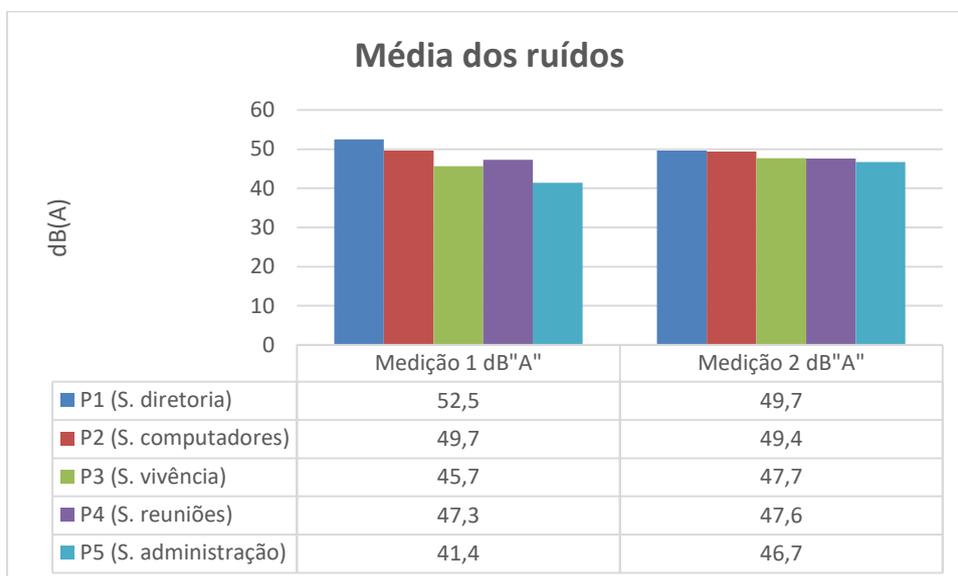
Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes internos período diurno – 65dB(A).

Figura 23 - Medição 1 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 20/09/2016
Horário: 08:00 – 08:30



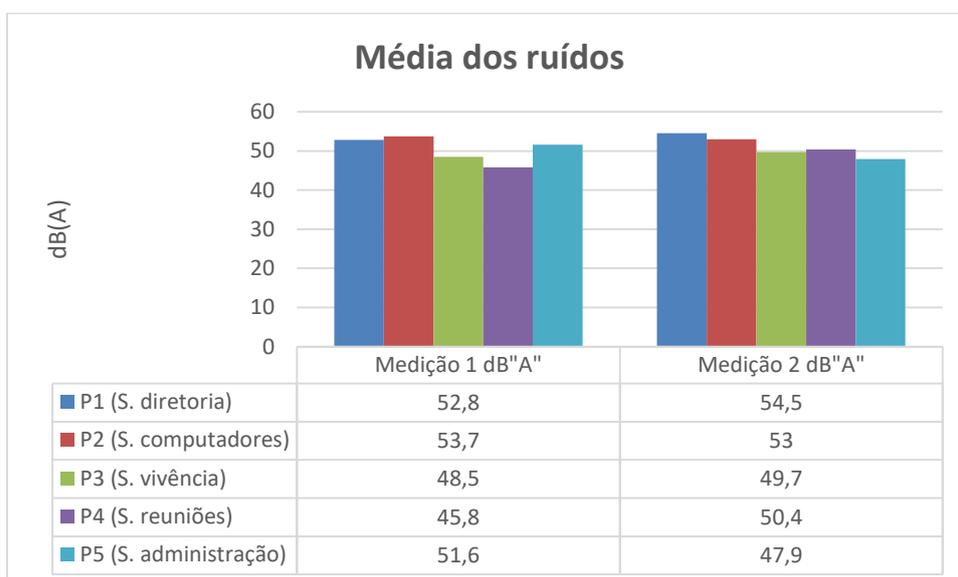
Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes internos período diurno – 65dB(A).

Figura 24 - Medição 3 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 01/09/2016
Horário: 12:20 – 12:40



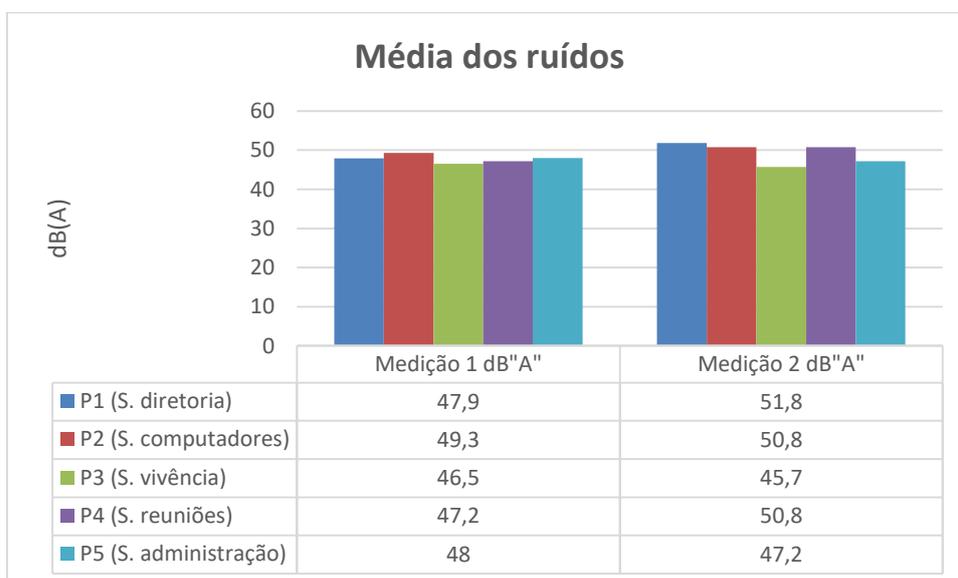
Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes internos período diurno – 65dB(A).

Figura 25 - Medição 4 realizadas na parte interna no período diurno - Dia: 20/09/2016
Horário: 12:15 – 12:35



Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes internos período diurno – 65dB(A).

Figura 26 - Medição realizadas na parte interna no período vespertino - Dia: 01/09/2016 Horário: 18:40 – 19:10



Limite conforme Lei complementar 003/1999. – para ambientes internos período vespertino – 60dB(A)

Dessa forma, com base em todas as medições internas e externas efetuadas, foi realizado o projeto acústico do empreendimento. Os materiais isolantes utilizados no projeto e o detalhamento construtivo serão detalhado a seguir. Cabe ressaltar que o projeto foi executado apenas no 1º pavimento, salas de spinning e ginástica, respectivamente.

5.3 CARACTERIZAÇÃO ISOLAMENTO ACÚSTICO

Uma vez que a atividade de ginástica desenvolvida no primeiro andar consistia em fonte de ruído considerável, algumas mudanças estruturais foram realizadas pelos para atenuar esses ruídos e realizar o desenvolvimento da atividade de maneira harmônica com os demais empreendimentos da edificação. Além das alterações estruturais do ambiente, o próprio projeto estrutural do edifício também foi desenvolvido de modo a atenuar a passagem de som entre os pavimentos.

5.3.1 Isolamento acústico entre lajes

As lajes da edificação foram construídas do tipo pré-moldada, com revestimento de concreto usinado, mais 5cm de Britaleve, mais 4cm de contra-piso. Nas extremidades do contra-piso foi instalado uma faixa de isopor de 1,5 cm de espessura por 12 cm de altura, o que fornece aos proprietários um isolamento de pequenos ruído e barulhos em até 40% de isolamento acústico entre as lajes. Segundo a norma NBR 12.179 a atenuação do ruído pela laje é de aproximadamente 65dB.

5.3.2 Isolamento acústico forro das salas de spinning e sala de ginástica

Além do isolamento entre lajes fornecido pelo próprio projeto da edificação foram realizadas algumas adequações estruturais. Para o teto foi adicionado duas camadas de manta acústica de lã de rocha com as seguintes especificações: 50mm de espessura, 1,20m de comprimento e 0,6m de largura com densidade de $32\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Além da lã de rocha também foi realizado um revestimento do forro com placas em gesso acartonado com medidas de 12,5mm de espessura, 1,20m de comprimento e 1,80m largura, em conjunto com estrutura em aço galvanizado nas medidas correspondente as placas.

5.3.3 Isolamento acústico paredes das salas de spinning e sala de ginástica 1

As paredes das salas de aula localizadas no 1º pavimento também foram modificadas com o intuito de atenuar o ruído produzido durante as aulas. Para as paredes foi utilizada uma camada simples de manta acústica de lã de rocha com as seguintes especificações: 50mm de altura X 1,20m de comprimento X 0,6m de largura com densidade de $32\text{kg}/\text{m}^3$. Também foram adicionadas placas em gesso acartonado com medidas de 1,20m x 1,80m nas partes externas e internas das salas de aula.

5.3.4 Isolamento acústico portas/janelas das salas de spinning e sala de ginástica 1

As portas e janelas localizadas na sala de spinning e sala de ginástica 1, também foram modificadas de modo a atenuar o ruído provocado pelas atividades. As portas instaladas são do tipo fixo mais porta de giro. O material utilizado foi PVC e vidro duplo laminado de 28mm, conforme imagem na figura 27.

Figura 27 - Portas das salas de spinning e sala de ginástica 1.



Fonte: Do autor, (2017).

Por sua vez, as janelas localizadas nas salas de spinning e ginástica 1 são do tipo oscilobatente, confeccionadas com PVC e vidro de 26mm. A atenuação do ruído pelas portas e janelas é de aproximadamente 32dB. Uma imagem das janelas utilizadas no local pode ser visualizada na figura 28.

Figura 28 - Janelas das salas de spinning e sala de ginástica 1.



Fonte: Do autor, (2017).

A disposição e característica das janelas e portas localizadas na sala de spinning e sala de ginástica 1 podem ser observadas com maiores detalhes na planta acústica localizada no anexo I deste documento.

Uma vez que as atividades desenvolvidas no térreo (musculação) utilizam apenas de som ambiente e possuem no pavimento abaixo a garagem do edifício, nenhuma mudança no projeto estrutural foi realizada. Ademais, a parte frontal da academia é de vidro blindex temperado de 10mm e alvenaria. Todas as modificações estruturais realizadas no interior do empreendimento podem ser observadas na planta acústica localizada no Anexo I deste documento.

6 CONCLUSÕES

- As aferições externas foram efetuadas na parte frontal da empresa nos pontos indicados na figura 12. Entretanto, apesar de serem tomados os cuidados estipulados pela NBR 10.151, interferências externas devido ao trânsito intenso da região foram notadas, alterando o resultado de algumas medições. Porém, os valores médios encontrados nos pontos de medição P₁, P₂, P₃, P₄, ficaram abaixo de ruídos habituais tais como: Veículos em movimento (67-75dB"A"), conversação normal (60-65dB"A").
- As aferições foram efetuadas com tempo nublado sem precipitação pluviométrica.
- Nos dias e horários das medições o empreendimento estava funcionando normalmente.
- Ante as medições efetuadas e relatadas neste documento, conclui-se que os níveis sonoros avaliados nos locais em questão, nos dias e horários citados, encontram-se abaixo na média e após correções dos estabelecidos como níveis de conforto conforme (NBR 10.151 da ABNT – Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade e pela lei complementar 003/1999 do município de Florianópolis, a qual dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem-estar e do sossego público);
- Em relação as medições internas, cabe ressaltar que se nota a presença do Ruído de fundo no 2º pavimento durante a realização das atividades realizadas pela academia no 1º pavimento, entretanto, em nenhum momento durante as medições o ruído ultrapassou os limites estabelecidos pela NBR 10.151 e a lei complementar supracitada.
- Deve-se salientar que as medições internas foram efetuadas com as janelas abertas e fechadas, aonde os níveis de pressão sonora dentro dos estabelecimentos sofrem diminuição conforme item 3.2 - O Nível Critério de Avaliação NCA para ambientes internos é o nível indicado no quadro 2 com a correção de até -15 dB(A) para janela fechada e -10dB(A) para janelas abertas.
- Conclui-se dessa forma que as obras estruturais realizadas no empreendimento cumpriram com objetivo proporcionar o desenvolvimento de diferentes atividades dentro de níveis de ruído estabelecidos pela legislação vigente.

7 REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT). Acústica – **Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento**, NBR nº 10.151:1999. Rio de Janeiro, 1999.

_____. Acústica – **Níveis de Ruído para Conforto Acústico** – NBR nº 10.152:1987. Rio de Janeiro, 1987.

BRASIL, Lei nº 6.931, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismo de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm > Acesso em 16 set. 2017.

BRASIL, Resolução Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 001 de 1990.

CATAI, Rodrigo Eduardo; PENTEADO, André Padilha; DALBELLO, Paula Ferraretto. **Materiais, Técnicas e Processos para o Isolamento Acústico**. 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu, 2006.

FERNANDES, João Cândido. **Acústica e Ruídos**. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP, 2005. Disponível em: < <http://wwwp.feb.unesp.br/jcandido/acustica/apostila.htm>>. Acesso em 05 ago. 2017.

FLORIANÓPOLIS, Lei complementar CMF nº 003/99. **Dispõe sobre ruídos urbanos e proteção do bem estar e do sossego público**. Florianópolis, 1999.

GERGERS, Samir Nagi Yousri. Noise in large cities in Brazil. **Journal of the Acoustical Society of America**. 147th Meeting of the Acoustical Society of America, v. 115, n.5, 2004.

GERGERS, Samir Nagi Yousri. **Ruídos: Fundamentos e controle**. Apostila do Departamento de Engenharia Mecânica da UFSC. Florianópolis, 600p.1992.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Perfil dos Municípios Brasileiros, 2015.** Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95942.pdf>> Acesso em 03 ago. 2017.

ISAR. Site Institucional da Empresa ISAR – Isolamentos térmicos. Lã de vidro – Isolamento acústico. São Paulo, 2017. Disponível em <<http://www.isar.com.br/produtos/isolamento-termico/la-de-vidro/>> Acesso em 15 ago. 2017.

_____. Site Institucional da Empresa ISAR – Isolamentos térmicos. Lã de rocha – Isolamento acústico. < <http://www.isar.com.br/produtos/forro/la-de-rocha//>> Acesso em 15 ago. 2017.

_____. Site Institucional da Empresa ISAR – Isolamentos térmicos. Dry wall – Isolamento acústico. São Paulo, 2017. Disponível em <<http://www.isar.com.br/produtos/drywall/>> Acesso em 15 ago. 2017.

MACHADO, Anaxágora Alves. **Poluição Sonora Como Crime Ambiental.** Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=5261>>. Acesso em: 28 set. 2017.

MONTANÕ, Marcelo; OLIVEIRA, Isabel Silva Dutra; RANIERI, Victor Eduardo Lima; FONTES, Aurélio Teodoro; SOUZA, Marcelo pereira. O zoneamento ambiental e a sua importância para a localização de atividades. **Revista de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia de Produção.** n. 6, p. 49-64, jun. 2007.

NAKAMURA, Juliana. Conforto acústico. **Revista Técnica,** 106. ed, Ano XIV, p.44-47, 2006.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Estado de las ciudades de América Latina y el Caribe 2012: Rumbo a una nueva transición urbana, 2012.** Disponível em: <<http://bit.ly/CidadesALCaribe2012>>. Acesso em 13 set. 2017.

RONCOLATO, Murilo; PRADO, Guilherme; TONGLET, Ariel. **Os ruídos das cidades, 2016**. Disponível em: <<https://www.nexojornal.com.br/especial/2016/07/22/Os-ru%C3%ADdos-das-cidades>>. Acesso em 14 set. 2017.

SABOYA, Renato. **Concepção de um sistema de suporte à elaboração de planos diretores participativos**. 2007. Xxf. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SANTOS, Mariana Rodrigues Ribeiro. **Critério para análise do zoneamento ambiental como instrumento de planejamento e ordenamento territorial**. 2010. 144f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental) Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

STANSFELD, Stephen; MATEHSON, Mark. Noise Pollution: Non auditory effects on health. **Brithish Medical Bulletin**. v. 168, n. 1, p. 243-257, dez. 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Résumé D'orientation Des Directives De l'oms Relatives Au Bruit Dans l'environnemental**, 2003. Disponível: <<http://www.who.int/homepage/primers>>. Acesso em 15 set. 2017.

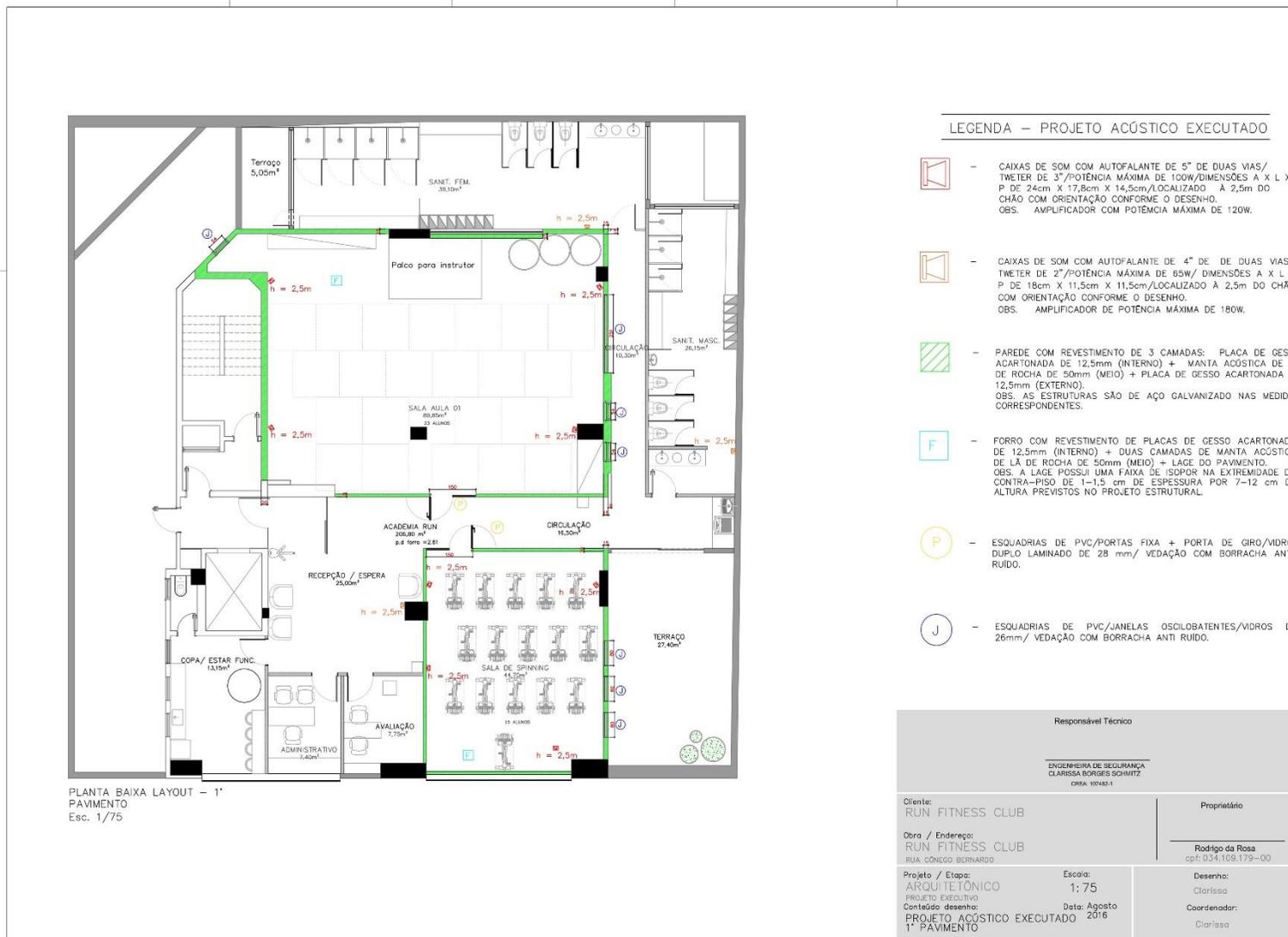
_____. **Burden of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe, 2011**. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0008/136466/e94888.pdf>. Acesso em 28 set. 2017

_____. **Guidelines for community noise, 1999**. Disponível em: <whqlibdoc.who.int/hq/1999/a68672.pdf>. Acesso em 23 de set. 2017.

ZAJARKIEWICCH, Daniel Fernando Bondarenco. **Poluição sonora urbana: Principais fontes. Aspectos jurídicos e técnicos**. 2010. 235f. Dissertação (Mestrado em Direito) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2010.

ANEXOS

Anexo I – Planta Acústico do empreendimento



Anexo II – Certificado de Calibração do Decibelímetro utilizado nas medições

INSTRUTHERM LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM

Certificado de Calibração N° 68910/16
Folha 01/01

Cliente: CLARISSA BORGES SCHMITZ
Endereço: RUA ADRIANO PICOLLI, 211 Bairro: RIO CAVEIRAS Cep: 88161-686 BIGUACU - SC
Item Calibrado: DECIBELIMETRO N° Código de barras/N° Série: 16031401150150 / N748200
Marca: INSTRUTHERM Modelo: DEC-500
O.S. N°: 156644 Data da Calibração: 29/06/2016

Condições Ambientais Aplicáveis à Calibração

Temperatura durante a calibração: 23± 3°C Umidade relativa durante a calibração: 45 a 65% (U.R.)

Metodologia de Calibração

Procedimento de Calibração: PCI - 002 - Rev.0 - Foi realizada a calibração através do processo de comparação com um padrão rastreado.

Padrões Utilizados

LCI 051 - Instrutherm MDB-450 - 16138 - Certificado de Calibração n° E0885/2015 - RBC - CAL 0024 Validade até 07/2016
LCI 032 - Instrutherm FD-900 - 07011500216213 - Certificado de Calibração n° R0455/2016 RBC - CAL 0053 Validade até 03/2017
LCI 031 - Instrutherm DEC-416 - R141833 - Certificado de Calibração n° A0418/2015 - RBC - CAL 0024 Validade até 11/2016
LCI 034 - Agilent 33220A - MY44038488 - Certificado de Calibração n° E0066/2016 - RBC - CAL 0024 Validade até 02/2017
LCI 164 - Instrutherm CAL-4000 - 140526504 - Certificado de Calibração n° A0264/2015 RBC - CAL 0024 Validade até 07/2016

Resultados Obtidos

Escala	Valor Indicado no Instrumento Calibrado (dB)	Valor Convencional (dB)	Erro (dB)	Incerteza (±dB)	k
Slow A	93.5	93.7	-0.2	0.4	2,00
Fast A	93.5	93.7	-0.2	0.4	2,00
Slow A	114.1	113.8	0.3	0.4	2,00
Fast A	114.1	113.8	0.3	0.4	2,00
Slow C	93.7	93.7	0.0	0.4	2,00
Fast C	93.7	93.7	0.0	0.4	2,00
Slow C	114.2	113.8	0.4	0.4	2,00
Fast C	114.2	113.8	0.4	0.4	2,00

Ajuste

Valor anterior:	93.5 dB	Valor anterior:	114.1 dB
Após ajuste:	93.5 dB	Após ajuste:	114.1 dB
Frequência de ajuste:	1,00 KHz		

Notas

A incerteza expandida relatada é baseada em uma incerteza padronizada combinada e multiplicada pelos fatores de abrangência "k" informados na tabela, para um nível de confiança de aproximadamente 95%.

Os resultados acima apresentados referem-se exclusivamente ao item calibrado e às condições supra mencionadas. Os serviços de calibração são realizados e controlados pela INSTRUTHERM - Instrumentos de Medição Ltda. O presente certificado somente pode ser reproduzido na sua forma e conteúdo integrais e sem alterações. Não pode ser utilizado para fins promocionais.

Data de Emissão do Certificado: 29/06/2016

LABORATÓRIO DE CALIBRAÇÃO INSTRUTHERM
Cristiano J. Mollica
Gerente Técnico

INSTRUTHERM INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO LTDA.
Rua Jorge de Freitas, 264 - Freguesia do Ó - São Paulo - SP - CEP 02911-030
Tel: (11) 2144-2800 Fax: (11) 2144-2801
E-mail: instrutherm@instrutherm.com.br SAC: sac@instrutherm.com.br Site: www.instrutherm.com.br
INSCRIÇÃO NO CNPJ Nº 53.775.862/0001-52 INSCRIÇÃO ESTADUAL Nº 111.093.664.118 INSCRIÇÃO NO CCM Nº 9.155.648-1