



UNICAMP

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL,
ARQUITETURA E URBANISMO**

Estações Elevatórias: características construtivas e geração de ruído

Bianca Lopes de Oliveira

**Campinas, SP
2010**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

Bianca Lopes de Oliveira

Estações Elevatórias: características construtivas e geração de ruído

Dissertação apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Arquitetura e Construção.

Orientadora: Profa. Dra. Stelamaris Rolla Bertoli

**Campinas, SP
2010**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

OL4e Oliveira, Bianca Lopes de
 Estações elevatórias: características construtivas e
 geração de ruído / Bianca Lopes de Oliveira. --
 Campinas, SP: [s.n.], 2010.

 Orientador: Stelamaris Rolla Bertoli.
 Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
 Urbanismo.

 1. Poluição sonora. 2. Controle de ruído. 3.
 Isolamento acústico. 4. Bombas centrífugas. 5.
 Abastecimento de água. I. Bertoli, Stelamaris Rolla. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Pump stations: construction characteristics and noise
generation

Palavras-chave em Inglês: Noise pollution, Noise control, Sound insulation,
Centrifugal pumps, Water supply

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Marina Sangoi de Oliveira Ilha, Marcelo Carvalho
Bottazzini

Data da defesa: 18/08/2010

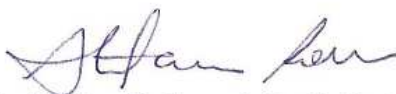
Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E
URBANISMO**

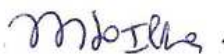
**ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS: CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS E
GERAÇÃO DE RUÍDO.**

BIANCA LOPES DE OLIVEIRA

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Profa. Dra. Stelamaris Rolla Bertoli
Presidente e Orientador(a)/ Unicamp



Profa. Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Unicamp



Prof. Dr. Marcelo Carvalho Bottazzini
IFRS - POA

Campinas, 18 de agosto de 2010.

DEDICATÓRIA

*Ao meu marido, por sua compreensão;
aos meus pais e amigos, pelo apoio em
mais essa etapa em minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu marido, Wildson, pelo apoio, compreensão e paciência inestimáveis. Agradeço a meus pais, irmão, à família do Wildson e demais familiares e amigos pelo apoio.

Agradeço à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e ao Departamento de Arquitetura e construção que auxiliaram na concretização deste mestrado. Aos Diretores (as), Coordenadores (as) e funcionários das escolas que permitiram a realização do trabalho.

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio científico e financeiro através da concessão da Bolsa Mestrado.

À Banca Examinadora composta pelos Prof.ºs Dra. Marina Sangoi de Oliveira Ilha e Dr. Marcelo Carvalho Bottazzini. Em especial, à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Stelamaris R. Bertoli, pelo auxílio, confiança e amizade. Também agradeço às amigas Vanessa e Renata, orientadas da Prof.^a Dr.^a Stelamaris no mesmo período que me ajudaram muitas vezes com sugestões e dicas para o trabalho.

Agradeço, ainda, à DAE S/A que me forneceu informações, dados e a autorização para a coleta de dados da pesquisa. Agradeço especialmente ao Carlos Kubitza, meu pai Osmar e outros funcionários que por vários meses me auxiliaram na coleta de dados, gastando seu tempo aguardando as medições serem feitas. Também àqueles que eu mesmo não via pessoalmente, mas que através da telemetria auxiliava minhas medições.

Obrigada pessoal!

RESUMO

OLIVEIRA, Bianca Lopes de. **Estações elevatórias: características construtivas e geração de ruído**. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – UNICAMP, 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2010.

As estações elevatórias são responsáveis pelo recalque ou bombeamento de água tratada, bruta ou de esgoto. São estruturas essenciais num sistema de abastecimento de água que não possui condições de ter seu abastecimento por um sistema totalmente à gravidade. A cidade de Jundiaí (São Paulo – Brasil), base para o estudo, possui 28 (vinte e oito) estações elevatórias distribuídas pelos aglomerados urbanos, podendo ser responsáveis pela degradação do meio ambiente por meio da poluição sonora, pois o conjunto motor-bomba destas estações gera ruído, às vezes, audível a longas distâncias. O ruído, dependendo do nível e da sua duração, pode resultar em perturbações psicológicas ou alterações fisiológicas associadas a reações de stress, cansaço, irritabilidade e falta de concentração. O presente trabalho teve como principal finalidade caracterizar as estações elevatórias quanto a seus aspectos construtivos para fins de enclausuramento dos conjuntos motores e bombas (fontes de ruído). Foram realizadas medições de níveis de pressão sonora interna e externamente às estações, com os motores e bombas ligados e desligados, de acordo com a NBR 10151/2000 (ABNT), a fim de se obter dados que demonstravam o isolamento sonoro que a estação elevatória proporcionava ao ruído gerado pelo conjunto motor-bomba. As diferentes configurações de implantação dos sistemas construtivos e disposições de aberturas resultaram em diferentes desempenhos acústicos, alguns atendendo as normas vigentes e outros não. Assim, avaliaram-se seus impactos sonoros no entorno da estação e foram elaboradas algumas sugestões de estratégias para mitigação dos impactos.

Palavras-Chaves: Poluição sonora, controle de ruído, isolamento acústico, bombas centrífugas, abastecimento de água

ABSTRACT

The pumping stations are responsible for pumping of treated water or sewage. These structures are essential for a system of water supply that does not have a position to have their supplies from a totally gravity system. The city of Jundiai (São Paulo – Brazil), basis for study, has 28 (twenty eight) pumping stations distributed throughout urban areas and may be responsible for environmental degradation through the noise, because the motor-pump these stations generate noise, sometimes, audible over long distances. Noise, depending on the level and duration, can result in psychological disorders or physiological changes associated with stress reactions, fatigue, irritability and poor concentration. This work had as main purpose to characterize the pumping stations about its constructive aspects of enclosure for the joint motors and pumps (noise sources). Measurements of sound pressure levels inside and outside the station, with the motors and pumps on and off, according to standard NBR 10151/2000 (ABNT), were did to obtain data showing sound insulation that pump station provided to noise generated by motor-pump. The different deployment configurations of building systems and arrangements of openings resulted in different acoustic performances, some attending the standards and not others. Therefore evaluated if their impacts on the surrounding sound and the station were drawn up some suggestions of strategies for mitigation of impacts.

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1	Filtros para o cálculo de dB(A), dB(B), dB(C) e dB(D) 10
Figura 2.2	Curvas Isofônicas 11
Figura 2.3	Exemplos de absorção, reflexão e transmissão de uma onda sonora incidente em uma superfície 14
Figura 2.4	Tempo de Reverberação 15
Figura 2.5	Forma típica do corpo de uma bomba centrífuga 18
Figura 5.1	Esquema Básico de um sistema de abastecimento de água 33
Figura 5.2	Bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com eliminação do reservatório elevado 34
Figura 5.3	Bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição em áreas elevadas 34
Figura 5.4	Bombeamento de água tipo Booster 35
Figura 5.5	Bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com reservatório elevado a jusante 35
Figura 5.6	Vistas interna e externa de uma estação elevatória e de uma estação de captação de água 36
Figura 7.1	Foto aérea da Estação Elevatória Portal da Colina 45
Figura 7.2	Vista externa de Estação Elevatória Portal da Colina 46

Figura 7.3	Localização dos pontos de medição da Estação Portal da Colina	47
Figura 7.4	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Portal da Colina	48
Figura 7.5	Foto aérea da Estação Elevatória Pessoto	50
Figura 7.6	Vista externa de Estação Elevatória Pessoto	50
Figura 7.7	Localização dos pontos de medição da Estação Pessoto	51
Figura 7.8	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pessoto	52
Figura 7.9	Foto aérea da Estação Elevatória Jardim Itália	53
Figura 7.10	Vista externa de Estação Elevatória Jardim Itália	54
Figura 7.11	Localização dos pontos de medição da Estação Jardim Itália	55
Figura 7.12	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos - Jardim Itália	56
Figura 7.13	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos - Jardim Itália	57
Figura 7.14	Foto aérea da Estação Elevatória Cidade Jardim	59
Figura 7.15	Vista externa de Estação Elevatória Cidade Jardim	59
Figura 7.16	Localização dos pontos de medição da Estação Cidade Jardim	60
Figura 7.17	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Cidade Jardim	61

Figura 7.18	Foto aérea da Estação Elevatória Recanto da Prata	63
Figura 7.19	Vista externa de Estação Elevatória Recanto da Prata	63
Figura 7.20	Localização dos pontos de medição da Estação Recanto da Prata	64
Figura 7.21	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Recanto da Prata	65
Figura 7.22	Foto aérea da Estação Elevatória Jardim da Fonte	67
Figura 7.23	Vista externa de Estação Elevatória Jardim da Fonte	67
Figura 7.24	Localização dos pontos de medição da Estação Jardim da Fonte	68
Figura 7.25	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Jardim da Fonte	69
Figura 7.26	Foto aérea da Estação Elevatória Malota	71
Figura 7.27	Vista externa de Estação Elevatória Malota	72
Figura 7.28	Localização dos pontos de medição da Estação Malota	73
Figura 7.29	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Malota	74
Figura 7.30	Foto aérea da Estação Elevatória Tulipa	76
Figura 7.31	Vista externa de Estação Elevatória Tulipa	76
Figura 7.32	Localização dos pontos de medição da Estação Tulipa	77
Figura 7.33	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Tulipa	78

Figura 7.34	Foto aérea da Estação Elevatória Copacabana	80
Figura 7.35	Vista externa de Estação Elevatória Copacabana	80
Figura 7.36	Localização dos pontos de medição da Estação Copacabana	81
Figura 7.37	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Copacabana	82
Figura 7.38	Foto aérea da Estação Elevatória Marambaia	83
Figura 7.39	Vista externa de Estação Elevatória Marambaia	84
Figura 7.40	Localização dos pontos de medição da Estação Marambaia	85
Figura 7.41	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Marambaia	86
Figura 7.42	Foto aérea da Estação Elevatória Reserva da Serra	88
Figura 7.43	Vista externa de Estação Elevatória Reserva da Serra	88
Figura 7.44	Localização dos pontos de medição da Estação Reserva da Serra	89
Figura 7.45	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Reserva da Serra	90
Figura 7.46	Foto aérea da Estação Elevatória Almerinda Chaves	93
Figura 7.47	Vista externa de Estação Elevatória Almerinda Chaves	93
Figura 7.48	Localização dos pontos de medição da Estação Almerinda Chaves	94
Figura 7.49	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) –	95

Figura 7.50	Foto aérea da Estação Elevatória Araucárias	97
Figura 7.51	Vista externa de Estação Elevatória Araucárias	97
Figura 7.52	Localização dos pontos de medição da Estação Araucárias	98
Figura 7.53	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Araucárias	99
Figura 7.54	Foto aérea da Estação Elevatória Fazenda Grande Residencial	101
Figura 7.55	Vista externa de Estação Elevatória Fazenda Grande Residencial	102
Figura 7.56	Localização dos pontos de medição da Estação Fazenda Grande Residencial	103
Figura 7.57	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Fazenda Grande Residencial	104
Figura 7.58	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Fazenda Grande Residencial	105
Figura 7.59	Foto aérea da Estação Elevatória Josefina	107
Figura 7.60	Vista externa de Estação Elevatória Josefina	107
Figura 7.61	Localização dos pontos de medição da Estação Josefina	108
Figura 7.62	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Josefina	109
Figura 7.63	Foto aérea da Estação Elevatória Califórnia	111
Figura 7.64	Vista externa de Estação Elevatória Califórnia	112

Figura 7.65	Localização dos pontos de medição da Estação Califórnia	112
Figura 7.66	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Califórnia	114
Figura 7.67	Foto aérea da Estação Elevatória Tiradentes	116
Figura 7.68	Vista externa de Estação Elevatória Tiradentes	116
Figura 7.69	Localização dos pontos de medição da Estação Tiradentes	117
Figura 7.70	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Tiradentes	118
Figura 7.71	Foto aérea da Estação Elevatória Água Fria	120
Figura 7.72	Vista externa de Estação Elevatória Água Fria	121
Figura 7.73	Localização dos pontos de medição da Estação Água Fria	122
Figura 7.74	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Água Fria	123
Figura 7.75	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Água Fria	124
Figura 7.76	Foto aérea da Estação Elevatória Santa Gertrudes	126
Figura 7.77	Vista externa de Estação Elevatória Santa Gertrudes	127
Figura 7.78	Localização dos pontos de medição da Estação Santa Gertrudes	127
Figura 7.79	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Santa Gertrudes	128

Figura 7.80	Foto aérea da Estação Elevatória Fazenda Grande Industrial	130
Figura 7.81	Vista externa de Estação Elevatória Fazenda Grande Industrial	130
Figura 7.82	Localização dos pontos de medição da Estação Fazenda Grande Industrial	131
Figura 7.83	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Fazenda Grande Industrial	132
Figura 7.84	Foto aérea da Estação Elevatória Eloy Chaves	135
Figura 7.85	Vista externa de Estação Elevatória Eloy Chaves	135
Figura 7.86	Localização dos pontos de medição da Estação Eloy Chaves	136
Figura 7.87	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Eloy Chaves	137
Figura 7.88	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Eloy Chaves	138
Figura 7.89	Foto aérea da Estação Elevatória Cecap	141
Figura 7.90	Vista externa de Estação Elevatória Cecap	142
Figura 7.91	Localização dos pontos de medição da Estação Cecap	143
Figura 7.92	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Cecap	144
Figura 7.93	Foto aérea da Estação Elevatória Vila Jundiainópolis	146
Figura 7.94	Vista externa de Estação Elevatória Vila Jundiainópolis	146

Figura 7.95	Localização dos pontos de medição da estação Vila Jundiainópolis	147
Figura 7.96	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Vila Jundiainópolis	148
Figura 7.97	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Vila Jundiainópolis	149
Figura 7.98	Foto aérea da Estação Elevatória Vila Marlene	151
Figura 7.99	Vista externa de Estação Elevatória Vila Marlene	151
Figura 7.100	Localização dos pontos de medição da Estação Vila Marlene	152
Figura 7.101	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Vila Marlene	153
Figura 7.102	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Vila Marlene	154
Figura 7.103	Foto aérea da Estação Elevatória Jardim Tamoio	156
Figura 7.104	Vista externa de Estação Elevatória Jardim Tamoio	156
Figura 7.105	Localização dos pontos de medição da Estação Jardim Tamoio	157
Figura 7.106	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Jardim Tamoio	158
Figura 7.107	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Jardim Tamoio	159
Figura 7.108	Foto aérea da Estação Elevatória Vila Progresso	161

Figura 7.109	Vista externa de Estação Elevatória Vila Progresso	162
Figura 7.110	Localização dos pontos de medição da Estação Vila Progresso	163
Figura 7.111	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Vila Progresso	164
Figura 7.112	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Vila Progresso	165
Figura 7.113	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Vila Progresso	166
Figura 7.114	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Vila Progresso	167
Figura 7.115	Foto aérea da Estação Elevatória Vila Progresso	169
Figura 7.116	Vista externa de Estação Elevatória Moisés	170
Figura 7.117	Localização dos pontos de medição da Estação Moisés	171
Figura 7.118	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos – Moisés	172
Figura 7.119	Níveis de Pressão Sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Moisés	173

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 2.1 Bandas de Frequências	08
Tabela 3.1 Nível de Critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)	25
Tabela 4.1 Níveis de ruído admissíveis em áreas urbanas em dB(A)	30
Tabela 4.2 Normas que compõem a ISO 140	31
Tabela 7.1 Grupos de estações conforme potência do conjunto motor – bomba	44
Tabela 8.1 Características construtivas das estações elevatórias (estruturas de concreto) e Ruído de fundo externo global	176
Tabela 8.2 Relação entre as potências dos conjuntos motores e bombas e o ruído interno às estações	177
Tabela 8.3 Níveis de Pressão Sonora Globais (dB(A)) em função da distância nas estações	179
Tabela A.1 Estação Portal da Colina – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	195
Tabela A.2 Estação Pessoto – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	196
Tabela A.3 Estação Jardim Itália – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	197

Tabela A.4	Estação Cidade Jardim – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	199
Tabela A.5	Estação Recanto da Prata – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	200
Tabela A.6	Estação Jardim da Fonte – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	201
Tabela A.7	Estação Malota – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	202
Tabela A.8	Estação Tulipa – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	203
Tabela A.9	Estação Copacabana – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	204
Tabela A.10	Estação Marambaia – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	205
Tabela A.11	Estação Reserva da Serra – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	206
Tabela A.12	Estação Almerinda Chaves – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	207
Tabela A.13	Estação Araucárias – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	208
Tabela A.14	Estação Fazenda Grande Residencial – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	209

Tabela A.15	Estação Vila Josefina – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	211
Tabela A.16	Estação Califórnia – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	212
Tabela A.17	Estação Tiradentes – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	214
Tabela A.18	Estação Água Fria – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	215
Tabela A.19	Estação Santa Gertrudes – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	218
Tabela A.20	Estação Fazenda Grande Industrial – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência.	219
Tabela A.21	Estação Eloy Chaves – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	220
Tabela A.22	Estação Cecap – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	223
Tabela A.23	Estação Vila Jundiainópolis – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	225
Tabela A.24	Estação Marlene – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	227
Tabela A.25	Estação Jardim Tamoio – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	229

Tabela A.26	Estação Vila Progresso – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	232
Tabela A.27	Estação Moisés – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência	237

Sumário

Página

1	INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	01
2	CONCEITOS DE ACÚSTICA E CONTROLE DE RUÍDO.....	07
2.1	Conceitos Básicos de Acústica.....	07
2.2	Controle de Ruído	17
3	RUÍDO AMBIENTAL E SEUS EFEITOS.....	23
4	LEGISLAÇÃO.....	27
5	ESTAÇÃO ELEVATÓRIA.....	33
6	MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
7	RESULTADOS E ANÁLISE.....	43
7.1	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 5 CV.....	45
7.1.1	Estação Portal da Colina.....	45
7.1.1.1	Descrição da estação elevatória.....	45
7.1.1.2	Resultados e Análise.....	46
7.1.2	Estação Pessoto.....	49
7.1.2.1	Descrição da estação elevatória.....	49
7.1.2.2	Resultados e Análise.....	51
7.1.3	Comparativo entre as estações de 5 CV.....	52

7.2	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 7,5 CV.....	53
7.2.1	Estação Jardim Itália.....	53
7.2.1.1	Descrição da estação elevatória.....	53
7.2.1.2	Resultados e Análise.....	54
7.2.2	Estação Cidade Jardim.....	58
7.2.2.1	Descrição da estação elevatória.....	58
7.2.2.2	Resultados e Análise.....	60
7.2.3	Comparativo entre as estações de 7,5 CV.....	62
7.3	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 10 CV.....	62
7.3.1	Estação Recanto da Prata.....	62
7.3.1.1	Descrição da estação elevatória.....	62
7.3.1.2	Resultados e Análise.....	64
7.3.2	Estação Jardim da Fonte.....	66
7.3.2.1	Descrição da estação elevatória.....	66
7.3.2.2	Resultados e Análise.....	68
7.3.3	Comparativo entre as estações de 10 CV.....	70
7.4	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 15 CV.....	71
7.4.1	Estação Malota.....	71
7.4.1.1	Descrição da estação elevatória.....	71
7.4.1.2	Resultados e Análise.....	72

7.4.2	Estação Tulipa.....	75
7.4.2.1	Descrição da estação elevatória.....	75
7.4.2.2	Resultados e Análise.....	77
7.4.3	Estação Copacabana.....	79
7.4.3.1	Descrição da estação elevatória.....	79
7.4.3.2	Resultados e Análise.....	81
7.4.4	Estação Marambaia.....	83
7.4.4.1	Descrição da estação elevatória.....	83
7.4.4.2	Resultados e Análise.....	84
7.4.5	Estação Reserva da Serra.....	87
7.4.5.1	Descrição da estação elevatória.....	87
7.4.5.2	Resultados e Análise.....	89
7.4.6	Comparativo entre as estações de 15 CV.....	91
7.5	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 20 CV.....	92
7.5.1	Estação Almerinda Chaves.....	92
7.5.1.1	Descrição da estação elevatória.....	92
7.5.1.2	Resultados e Análise.....	94
7.5.2	Estação Araucárias.....	96
7.5.2.1	Descrição da estação elevatória.....	96
7.5.2.2	Resultados e Análise.....	98

7.5.3	Comparativo entre as estações de 20 CV.....	100
7.6	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 25 CV.....	100
7.6.1	Estação Fazenda Grande Residencial.....	101
7.6.1.1	Descrição da estação elevatória.....	101
7.6.1.2	Resultados e Análise.....	102
7.6.2	Estação Josefina.....	106
7.6.2.1	Descrição da estação elevatória.....	106
7.6.2.2	Resultados e Análise.....	108
7.6.3	Comparativo entre as estações de 25 CV.....	110
7.7	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 30 CV.....	110
7.7.1	Estação Califórnia.....	111
7.7.1.1	Descrição da estação elevatória.....	111
7.7.1.2	Resultados e Análise.....	112
7.7.2	Estação Tiradentes.....	115
7.7.2.1	Descrição da estação elevatória.....	115
7.7.2.2	Resultados e Análise.....	117
7.7.3	Comparativo entre as estações de 30 CV.....	119
7.8	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 40 CV.....	120
7.8.1	Estação Água Fria.....	120
7.8.1.1	Descrição da estação elevatória.....	120

7.8.1.2	Resultados e Análise.....	121
7.9	Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 50 CV.....	125
7.9.1	Estação Santa Gertrudes.....	126
7.9.1.1	Descrição da estação elevatória.....	126
7.9.1.2	Resultados e Análise.....	127
7.9.2	Estação Fazenda Grande Industrial.....	129
7.9.2.1	Descrição da estação elevatória.....	129
7.9.2.2	Resultados e Análise.....	131
7.9.3	Comparativo entre as estações de 30 CV.....	133
7.10	Estações Elevatórias de Configurações Variadas.....	134
7.10.1	Estação Eloy Chaves.....	134
7.10.1.1	Descrição da estação elevatória.....	134
7.10.1.2	Resultados e Análise.....	135
7.10.2	Estação Cecap.....	141
7.10.2.1	Descrição da estação elevatória.....	141
7.10.2.2	Resultados e Análise.....	142
7.10.3	Estação Vila Jundiainópolis.....	145
7.10.3.1	Descrição da estação elevatória.....	145
7.10.3.2	Resultados e Análise.....	147
7.10.4	Estação Fazenda Vila Marlene.....	150

7.10.4.1	Descrição da estação elevatória.....	150
7.10.4.2	Resultados e Análise.....	152
7.10.5	Estação Jardim Tamoio.....	155
7.10.5.1	Descrição da estação elevatória.....	155
7.10.5.2	Resultados e Análise.....	157
7.10.6	Estação Vila Progresso.....	161
7.10.6.1	Descrição da estação elevatória.....	161
7.10.6.2	Resultados e Análise.....	162
7.10.7	Estação Fazenda Moisés.....	169
7.10.7.1	Descrição da estação elevatória.....	169
7.10.7.2	Resultados e Análise.....	170
8	ANÁLISE GERAL.....	175
9	CONCLUSÕES.....	183
	REFERÊNCIAS.....	185
	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	191
	APÊNDICE A.....	195

1 Introdução e Justificativa

Sob as cidades, uma densa rede subterrânea de transporte e distribuição desempenha funções vitais. Seus condutores como artérias, levam às pessoas suprimentos essenciais como a água e, como veias, transportam os resíduos (esgoto) gerados por elas para a estação de tratamento (LIU, 2003). São os sistemas de abastecimento de água e os sistemas de coleta e tratamento de esgoto.

Sistemas de abastecimento de água adequados têm como consequência uma rápida e sensível melhoria da saúde e das condições de vida de uma comunidade. Sua implantação tem como principal resultado o controle e prevenção de doenças, a promoção de hábitos higiênicos e da limpeza pública, além do aumento da vida média da população beneficiada e da diminuição da mortalidade, particularmente da mortalidade infantil. Esses efeitos benéficos se acentuam ainda com a implantação e a melhoria dos sistemas de coleta e tratamento de esgotos sanitários (CETESB, 1976).

Visando a concepção de um sistema de abastecimento de água adequado, a NBR 12211/1992 (ABNT) apresenta que é necessário um estudo de arranjos, sob os pontos de vista qualitativo e quantitativo, das diferentes partes que compõem o sistema, de modo a formar um todo integrado que cumpra a função a que se destina.

Um sistema usual de abastecimento de água tem como partes principais: captação – estação elevatória - estação de tratamento – reservatório – estação elevatória de alto recalque – adutora – reservatórios de distribuição – linhas alimentadoras – linhas distribuidoras – ramais de alimentação (MACINTYRE, 1987).

A localização das cidades em cotas muito elevadas em relação aos mananciais próximos, ou a grande distância entre estes e as cidades, dificultam cada vez mais a implantação destes sistemas de abastecimento regidos pela gravidade, em geral, uma solução simples e econômica

(MONTEIRO, SANTOS E QUERIDO, 2006). Assim, a maioria dos sistemas de abastecimento e de coleta e tratamento de esgoto possuem um ou mais conjuntos motores e bombas no sistema, seja para captar a água de mananciais ou para recalcar-las a pontos distantes ou elevados. Estes conjuntos são abrigados em locais denominados estações elevatórias.

Uma estação elevatória de água é o local onde é feito o recalque ou bombeamento da água, das partes baixas para as partes mais altas de uma região ou para regiões distantes, cujo conjunto é formado por uma casa de bombas (abrigo da bomba, motor, registros e acessórios), por um reservatório ou poço de sucção e outros equipamentos que servem para administrar as perdas de carga. Sua finalidade é a distribuição da água tratada para as partes altas de uma região ou para regiões distantes. Como a água é essencial, as bombas funcionam continuamente para abastecer as cidades (NETTO, 1998).

Os conjuntos motores e bombas das estações elevatórias são fontes de vibração e ruído no ambiente. Segundo Querido e Monteiro (2004), o ruído na comunidade é definido como “ruído emitido por todas as fontes, exceto ruído industrial nos locais de trabalho”. As fontes de ruído incluem trânsito de veículos automotores, obras de construção civil, ferrovias e tráfego aéreo, indústrias, atividades comerciais e suas vizinhanças.

Segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS (BERGLUND, LINDVALL e SCHWELA, 1999), saúde é o “estado de completo bem-estar físico, mental, social e espiritual”. O som em um ambiente pode proporcionar bem-estar, como por exemplo, com o uso de musicoterapia. Contudo, o som também pode se tornar indesejável, sendo simplesmente um incômodo ou podendo até causar danos temporários ou irreversíveis na saúde e na audição. A classificação de um som como desagradável é subjetiva, pois depende das pessoas, dos locais e das circunstâncias em que se encontram.

Os efeitos do ruído, dependendo do seu nível e duração, podem resultar em perturbações psicológicas ou alterações fisiológicas associadas a reações de estresse, cansaço, irritabilidade, problemas auditivos, distúrbios do sono e falta de concentração. Em tais situações acontecem reclamações, individuais ou coletivas, ligadas ao ruído. Há, portanto, a necessidade de um estudo

cuidadoso na perspectiva de identificar e avaliar corretamente o impacto ambiental, neste caso o ruído de estações elevatórias, com o objetivo de implementar medidas de controle de ruído mais eficazes (PASSOS *et al*, 2006).

O ordenamento do território, ou planejamento urbano, é a melhor medida para prevenção de ruído num ponto de vista sustentável. Só uma criteriosa localização das fontes sonoras e dos receptores sensíveis ao ruído permite harmonizar a utilização dos espaços evitando usos conflituosos do solo. O rápido processo de urbanização, geralmente não planejado, tem como consequência a degradação do meio ambiente e o comprometimento da qualidade de vida. O ruído excessivo surge então como uma das mais significativas fontes perturbadoras do meio urbano (GUEDES, 2005).

No Brasil, dispositivos legais, tais como: as Leis Municipais, as Normas NBR 10151/2000 e NBR 10152/1987 e as Resoluções do CONAMA, entre outras normas aplicáveis, fixam padrões de emissão de ruídos e parâmetros para sua avaliação em ambientes e mencionam que as pessoas devem ter assegurados sua saúde, segurança e sossego.

O órgão governamental responsável pela emissão de diretivas em relação às fontes de ruído é Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Este órgão dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente e emite critérios e normas a serem obedecidos por meio de resoluções. Entre as resoluções publicadas encontram-se:

- Resolução CONAMA nº. 1/90 que estabelece critérios, métodos, padrões, diretrizes e normas reguladoras da poluição sonora a serem obedecidas no interesse da saúde sobre as emissões de ruídos em decorrência de quaisquer atividades; e,
- Resolução CONAMA nº. 2/90 que estabelece normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população.

Estas resoluções regulamentam o uso das diretrizes vinculadas à ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas mediante as das normas NBR-10151/2000 (Acústica – Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento) e NBR-10152/1987 (Níveis de ruído para conforto acústico).

Diante da legislação vigente no Brasil e dos efeitos danosos da poluição sonora, a necessidade de controle do ruído nas estações elevatórias é fundamental, principalmente quando estas edificações se encontram em áreas densamente povoadas resultando em um impacto ambiental à comunidade.

Segundo Querido e Monteiro (2004) “sob o ponto de vista global, a poluição sonora no meio ambiente é insustentável”. A poluição sonora é responsável, além de efeitos adversos à saúde das pessoas, pela degradação ambiental de áreas residenciais, sociais e de ensino, com as correspondentes perdas econômicas. A poluição sonora afeta a todos.

A cidade de Jundiaí possui 28 estações elevatórias de água, sendo que muitas delas, por motivos de projeto ou operacionais, localizam-se em áreas densamente urbanizadas. Devido ao ruído e vibrações gerados pelos conjuntos motores e bombas, as estações causam incômodo aos moradores em seu entorno. Este trabalho analisou as características construtivas das estações elevatórias de água da cidade de Jundiaí, Estado de São Paulo, avaliando o impacto sonoro na comunidade. Foram analisadas 27 estações elevatórias, excluindo-se a única estação elevatória em que a bomba utilizada era submersa, diferentemente das demais.

O objetivo deste estudo foi caracterizar as estações elevatórias quanto aos seus aspectos construtivos para fins de enclausuramento das fontes de ruído (conjuntos motores e bombas) e avaliar a sua interferência sonora no entorno da estação, no universo da cidade de Jundiaí.

Uma das maneiras de atenuar a transmissão da energia sonora de um ambiente para outro é o isolamento de ruído fornecido por paredes, pisos, divisórias ou partições. Este trabalho avaliou o desempenho da estação elevatória quanto ao seu isolamento acústico e a transmissão de ruído para o exterior. A eficiência de um enclausuramento depende das dimensões do mesmo e

do número de aberturas necessárias para entrada de ar, por exemplo, aberturas do sistema de refrigeração e janelas de inspeção.

Para se avaliar a eficiência e o comportamento acústico das estações elevatórias, foram realizadas medições de níveis de pressão sonora em dB e níveis globais de pressão sonora em dB(A), externa e internamente às edificações, com as fontes ligadas e desligadas. Os dados obtidos das fontes sonoras (marca, tipo, potência) foram observados durante a realização das medições, quando estas informações estavam fixadas na própria fonte. A idade da fonte e a data da última manutenção realizada nas bombas e motores não foram informadas pela DAE S/A. Realizou-se um levantamento das características construtivas (implantação no terreno, dimensões, tipo de sistema construtivo, materiais construtivos e áreas de aberturas) de cada estação elevatória da amostra. Por meio das medidas acústicas e da análise comparativa das configurações dos sistemas construtivos das estações, das diferentes áreas de aberturas e da distância em relação à primeira edificação vizinha foi discutido, para cada estação analisada, o impacto gerado na comunidade e quais as técnicas e estratégias mais adequadas poderiam ou são utilizadas para minimizar a poluição sonora gerada pelos motores e bombas. Com os resultados da pesquisa, foram propostas estratégias de minimizar este impacto sonoro à comunidade.

Os quatro capítulos que se seguem referem-se à fundamentação teórica da pesquisa, abordando inicialmente conceitos da acústica e controle de ruído (capítulo 2), conceituação de ruído ambiental (capítulo 3), apresentação da legislação atual (capítulo 4) e o papel da estação elevatória no impacto sonoro na comunidade (capítulo 5). O capítulo 6 contém informações da metodologia em que se baseou a coleta de dados e o tratamento das informações obtidas. No capítulo 7 são apresentados os dados obtidos por meio das medições e a análise dos resultados por estação elevatória, além da apresentação de comparativos entre estações com conjuntos motores e bombas de mesma potência, relacionando-se o *layout*, as dimensões das estações elevatórias, seus aspectos construtivos e o impacto no entorno da estação. Realizou-se uma análise geral dos resultados no capítulo 8 e as conclusões do estudo no capítulo 9.

2 Conceitos de Acústica e Controle de Ruído

2.1 Conceitos Básicos de Acústica

Quando há uma variação de pressão devido a vibrações das moléculas de um meio, são geradas ondas que, se tiverem amplitude e frequência dentro de faixas consideradas audíveis (entre 20 a cerca de 20000 Hz), são denominadas ondas sonoras (SEARS e ZEMANSKY, 1973). As ondas sonoras são ondas mecânicas nas quais a energia é transmitida por meio da colisão sucessiva das moléculas de um meio, representada por compressões e rarefações.

A energia sonora se propaga em meio elástico e pode ser transmitida por via aérea ou por via estrutural. A velocidade de propagação é diferente em cada meio, sendo esta maior nos sólidos do que nos líquidos e gases (BERANEK e VER, 1992). O som, em campo aberto, a partir de uma fonte pontual, se propaga como ondas esféricas. A presença de obstáculos na trajetória de propagação e a não uniformidade do meio (devido a ventos ou diferenças de temperatura), podem modificar a trajetória de propagação (GERGES, 2000).

Entre as características do som estão a frequência, a velocidade de propagação e o comprimento de onda. A frequência (f) é o número de oscilações por segundo do movimento vibratório do som medida em Hertz (Hz) no Sistema Internacional (SI). A frequência determina se o som é grave (frequências mais baixas) ou agudo (frequências mais altas). As frequências sonoras são divididas em seções denominadas bandas de frequências (tabela 2.1). Cada banda de frequência é identificada pela frequência central. As bandas de frequência mais utilizadas nas medições acústicas são as de 1/1 de oitava e de 1/3 de oitava (AMORIM, 2007).

Tabela 2.1 – Bandas de Frequência

Frequências (Hz)		
Bandas de Oitava		
1/1 oitava	1/3 oitava	
63	50	Baixas Frequências
	63	
	80	
125	100	
	125	
	160	
250	200	
	250	
	315	
500	400	Médias Frequências
	500	
	630	
1000	800	
	1000	
	1250	
2000	1600	Altas frequências
	2000	
	2500	
4000	3150	
	4000	
	5000	
8000	6300	
	8000	
	10000	

Fonte: adaptado de METHA, JOHNSON; ROCAFORT, 1999

A velocidade de propagação das ondas sonoras (c) determina a distância percorrida em determinado tempo, dependendo das características do meio em que se propaga, como pressão, umidade e temperatura do meio. A velocidade de propagação é definida como o produto da frequência pelo comprimento de onda (λ):

$$c = \lambda f \text{ (m/s)} \quad \text{(Equação 2.1)}$$

O ouvido humano é sensível a pressões que variam de 2×10^{-5} Pa até 20 Pa. Devido à grande variação das pressões a qual o ouvido é sensível, torna-se mais conveniente o uso da escala logarítmica para medir o som. Para se medir um sinal sonoro utiliza-se o Nível de Pressão Sonora (NPS) que fornece o valor em dB conforme a Equação 2.2:

$$\text{NPS} = 10 \log (P / P_0)^2 \text{ (dB)} \quad (\text{Equação 2.2})$$

onde, P é o valor da pressão sonora em N/m^2 ou Pascal (Pa) e P_0 é a pressão de referência igual a $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ou Pa.

Outra característica importante do som propagado é a intensidade sonora. A intensidade (I) de uma onda é definida como o fluxo de energia transportada pela onda por uma área unitária, ou seja, é a potência média transportada por unidade de área (SEARS E ZEMANSKY, 1973). A intensidade relaciona-se com pressão segundo a equação:

$$I = P^2 / 2\rho c \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (\text{Equação 2.3})$$

onde P é a amplitude de pressão, ρ a densidade média do ar e c a velocidade de propagação da onda sonora. A intensidade pode ser expressa também como o nível de intensidade sonora NIS, definido como:

$$\text{NIS} = 10 \log (I / I_0) \text{ (dB)} \quad (\text{Equação 2.4})$$

onde I_0 é uma intensidade de referência igual a $10^{-12} \text{ Watts/m}^2$ e I é a intensidade acústica em Watts/m^2 .

A potência sonora é a energia acústica total emitida pela fonte em uma unidade de tempo. Esta característica sonora depende apenas da própria fonte (GERGES, 2000), sendo independente do meio onde se encontra ou da distância ao ouvinte. A potência sonora também pode ser expressa pelo nível de potência sonora (NWS):

$$NWS = 10 \log (W/W_o) \text{ (dB)} \quad \text{(Equação 2.5)}$$

onde W é a potência sonora em Watts e W_o é a potência sonora de referência de igual a 10^{-12} Watts.

O ouvido humano não é igualmente sensível a todas as frequências. A maior sensibilidade do ouvido se dá na faixa entre 2 KHz a 5 KHz e a menor sensibilidade para as frequências baixas ou altas (GERGES, 2000). Para se descrever o comportamento da sensibilidade do ouvido foram desenvolvidas as curvas isofônicas por Fletcher e Munson (1933) (AMORIM, 2007). A partir destas curvas, foram criados filtros de ponderação ou circuitos de compensação padronizados, os filtros A, B, C e D. Estes circuitos de compensação corrigem os níveis sonoros em decibels de acordo com a sensibilidade do ouvido nas frequências (figura 2.1). O filtro ponderador mais utilizado para medição de nível de pressão sonora ambiental é o circuito de compensação “A”.

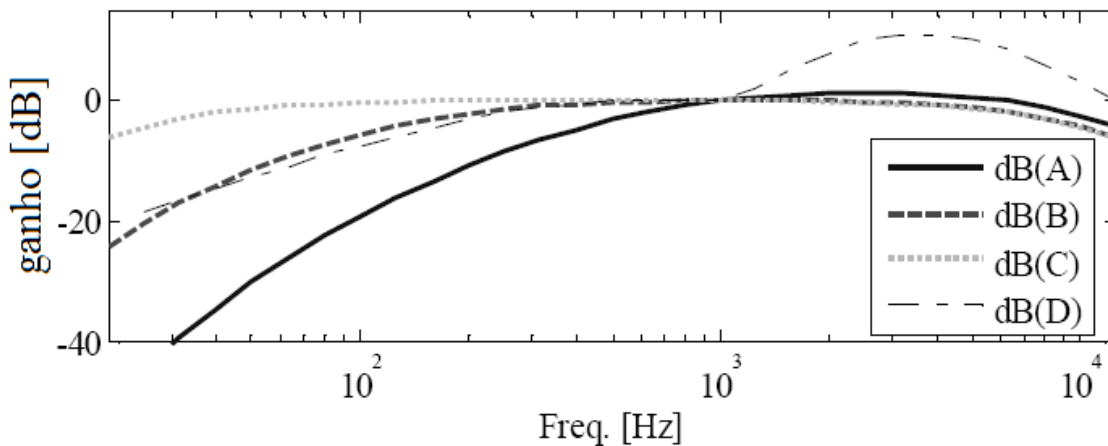


Figura 2.1 - Filtros para o cálculo de dB(A), dB(B), dB(C) e dB(D) (OLIVEIRA, 2007)

As curvas isofônicas (figura 2.2) estabelecem o nível de pressão sonora de um determinado sinal acústico, levando-se em consideração a diferente percepção sonora do ouvido humano em diferentes frequências. Uma curva isofônica é aquela para a qual a

sensação de intensidade é a mesma. A unidade da percepção auditiva é o Fon (phon). A unidade Fon coincide com a unidade em dB na frequência de 1000 Hz (OLIVEIRA, 2007).

Observando-se a variação da intensidade das curvas isofônicas em função da frequência, nota-se que a percepção auditiva humana é bastante sensível na região entre 500 Hz a 4 KHz.

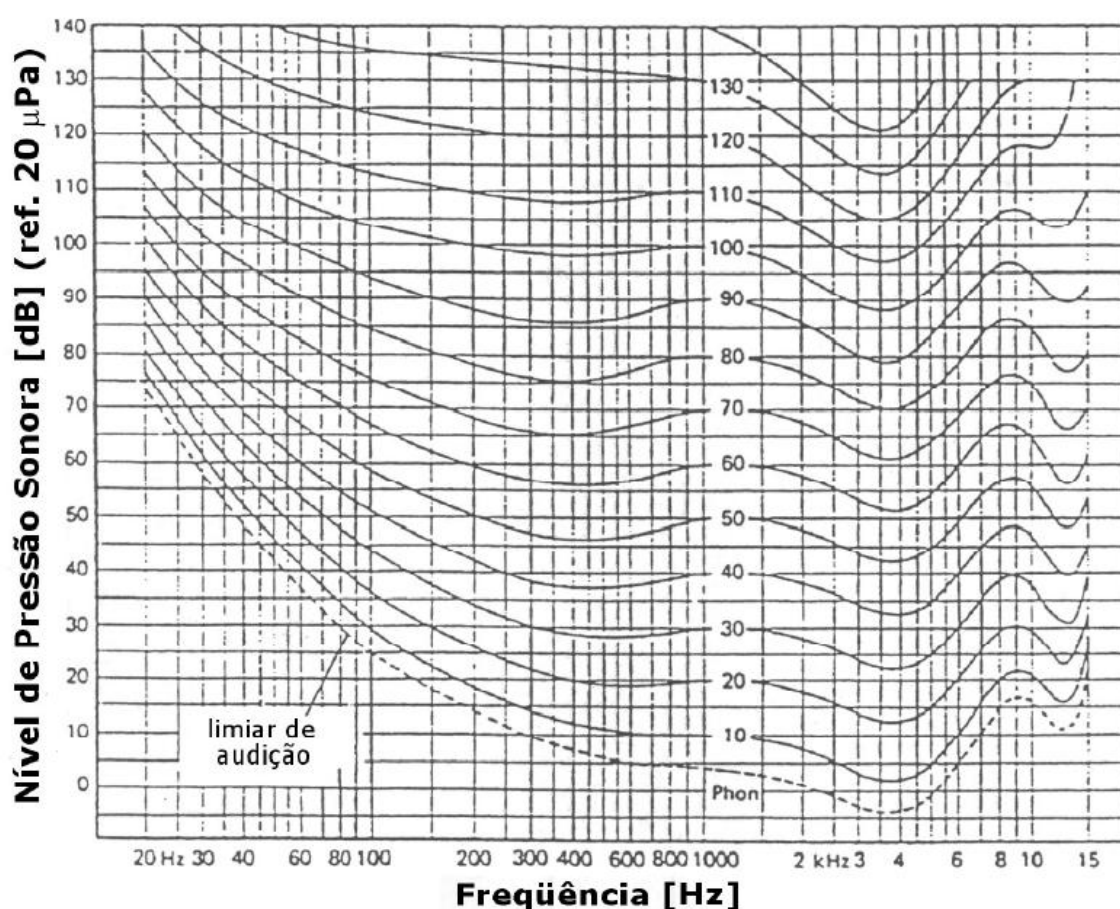


Figura 2.2 – Curvas Isofônicas (ISO 226 *apud* OLIVEIRA 2007).

Ruído, de uma maneira geral, pode ser definido como um som desagradável ou indesejável, podendo ou não tornar-se nocivo dependendo do nível de pressão ou do tempo de exposição. Sons e ruídos são gerados por diversos mecanismos ou fontes sonoras. As

fontes sonoras são dispositivos nos quais os mecanismos de vibração de sólidos ou por escoamento de fluidos emitem ondas sonoras. As fontes sonoras podem apresentar direções preferenciais de radiação (fontes sonoras direcionais) ou não (fontes omnidirecionais). (BISTAFA, 2006).

As fontes sonoras podem ser fixas (indústrias, estação elevatória, casas) ou móveis (veículos no tráfego, por exemplo) (CAMPOS, CERQUEIRA & SATTTLER, 2002). Também, podem ser classificadas como pontuais simples, lineares e planas (GERGES, 2000).

Uma fonte diz-se pontual se as suas dimensões forem pequenas quando comparadas com a distância que se encontra do ouvinte. A energia sonora é radiada segundo ondas esféricas e os níveis de pressão sonora são iguais para todos os pontos localizados à mesma distância da fonte.

São consideradas fontes lineares aquelas que possuem reduzida dimensão numa das direções e grande dimensão em outra dimensão comparativamente à distância que a separa do ouvinte. A energia sonora é radiada segundo ondas cilíndricas e os níveis de pressão sonora são iguais para todos os pontos localizados à mesma distância da linha.

Fontes planas emitem ondas sonoras planas, ou seja, ondas que tem propriedades acústicas, como pressão, velocidade e potência, iguais, em amplitude e fase em planos perpendiculares à sua direção de propagação (GERGES, 2000).

Outros aspectos, se tratando da fonte sonora, a serem considerados são o fator de utilização e o envelhecimento sonoro. O fator de utilização da fonte é a porcentagem do tempo em que a fonte permanece ligada. Isso é um fator necessário para avaliação do incômodo causado à comunidade.

O envelhecimento sonoro refere-se ao estado de conservação das fontes. Com o passar do tempo ocorre o envelhecimento do equipamento ou máquina, surgindo folgas

entre as peças e defeitos mecânicos. Mesmo diante de manutenção preventiva e corretiva, as condições da fonte não retornam à condição inicial, principalmente em relação aos níveis de ruído e vibração. Assim, a substituição do equipamento pode tornar-se essencial para a diminuição do ruído e vibração existente (SOUZA, 2004).

O ruído pode ser classificado em:

- Ruído contínuo: é aquele cuja variação de nível de intensidade sonora é muito pequena em função do tempo, como o ruído de bombas de líquidos, motores elétricos e ventiladores. De acordo com Saliba (2000), o ruído contínuo é aquele cujo nível de pressão sonora varia até 3 dB durante períodos superiores a 15 minutos de observação.

- Ruído intermitente: é aquele que cujo nível de pressão sonora com variação de até 3 dB em períodos entre 0,2 segundos e 15 minutos.

- Ruído impulsivo: apresenta altos níveis de intensidade sonora com duração inferior a um segundo, num intervalo de tempo superior a um segundo, como os ruídos provenientes de explosões e impactos.

Segundo a NBR 10151 (ABNT, 2000), o ruído de fundo pode ser considerado como aquele ruído existente em um determinado local e que não diz respeito ao objeto de apreciação ou medição.

A propagação do ruído depende do entorno que envolve a fonte. Aspectos morfológicos como a topografia e o revestimento do solo e a cobertura vegetal podem diferenciar a propagação do ruído. Além destes, o tipo da fonte, distância percorrida, absorção atmosférica, efeito do vento, variação de temperatura, obstáculos, reflexões, umidade e precipitação são fatores importantes na propagação de ruído (NAGEM, 2004).

Quando uma onda sonora, durante sua propagação, encontra uma superfície, sua energia se divide resultando em parcelas que podem ser de som absorvido, refletido e transmitido pela superfície como demonstrado pela figura 2.3.

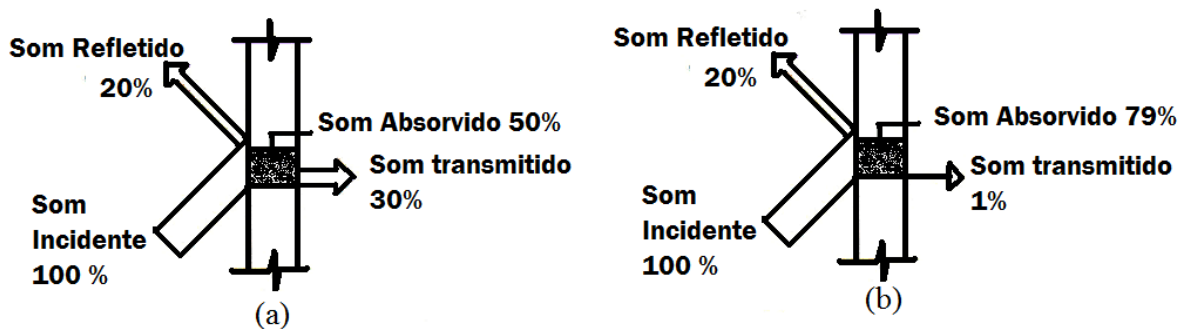


Figura 2.3 – Exemplos de absorção, reflexão e transmissão de uma onda sonora incidente em uma superfície (adaptado de METHA, JOHNSON; ROCAFORT, 1999)

O fenômeno da reflexão consiste na mudança da direção da propagação da onda sonora que após encontrar uma superfície em seu avanço, retorna sua energia para à região de origem. A reflexão pode ser especular ou difusa. A reflexão pode ser especular quando um feixe paralelo de raios sonoros encontra superfícies lisas e reflete com ângulos iguais aos ângulos de incidência, retornando na forma de feixe paralelo. A reflexão é difusa quando um feixe paralelo de raios sonoros encontra superfícies rugosas e o som incidente é refletido criando um feixe divergente (AMORIM, 2007).

O som é capaz de contornar obstáculos ou propagar-se por todo um ambiente, através de uma abertura. Esse fenômeno é chamado de difração. Quando a onda sonora encontra um obstáculo cuja largura seja menor do que seu comprimento de onda, esta continua a se propagar e contorna o obstáculo sem sofrer nenhuma variação de direção de propagação. Se o obstáculo possuir uma largura maior do que seu comprimento de onda há distorção da onda sonora. Surge uma zona de sombra acústica atrás da superfície receptora, na qual parte da energia sonora é refletida. Os sons graves (baixa frequência) têm maior facilidade em contornar obstáculos.

Quando a onda sonora passa de um meio de propagação para outro, ocorre uma mudança de direção de propagação chamada refração. Essa alteração de direção da onda

sonora é causada pela mudança de velocidade da propagação da onda, que pode ocorrer, no caso do ar, pela mudança de temperatura.

A absorção sonora ocorre quando a superfície absorve a energia das ondas sonoras incidentes na superfície. Este fenômeno depende das propriedades do material e da frequência sonora. A transmissão sonora é a propriedade sonora que permite que o som passe de um lado da superfície para outro continuando sua propagação. Quanto aos materiais sabe-se que para absorção sonora são utilizados materiais leves (densidade baixa), fibrosos e com poros abertos, e, para reduzir a transmissão sonora, são necessários materiais rígidos e densos (pesados).

Em ambientes fechados, existem dois campos sonoros: o campo sonoro proveniente direto da fonte e o refletido pelas superfícies. A reverberação é um fenômeno que acontece quando, em um ambiente, o som direto da fonte e o som refletido se sobrepõem. O tempo necessário para que, depois de cessada a fonte, a intensidade do som reduza de 60 dB é chamado de tempo de reverberação (figura 2.4). Diferentemente dos outros parâmetros, o tempo de reverberação independe da posição do ouvinte no ambiente fechado, mas depende do volume do ambiente, da área de absorção dos materiais que compõem o interior do ambiente e da frequência sonora (MEHTA; JOHNSON; ROCAFORT, 1999).

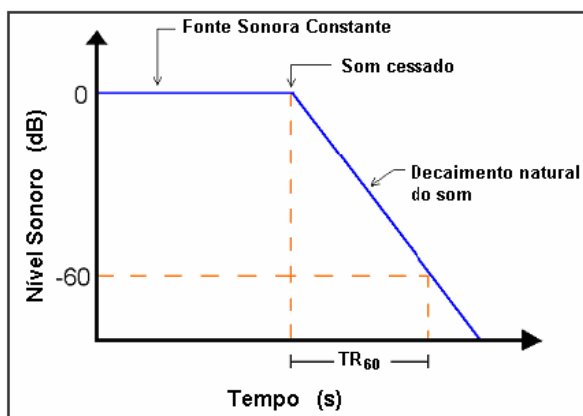


Figura 2.4 – Tempo de Reverberação (adaptado de METHA, JOHNSON; ROCAFORT, 1999)

É fundamental a análise do comportamento do ruído no ambiente e os fenômenos sonoros envolvidos para se definir as estratégias de controle de ruído a fim de se resolver eventuais problemas de impacto sonoro no ambiente ou na comunidade.

2.2 Controle do Ruído

Atualmente, as cidades vêm sofrendo grande deterioração ambiental. Entre as poluições que as atingem está a poluição sonora. Uma medida para o controle da poluição sonora é o ordenamento territorial. O ordenamento territorial envolve localizar as fontes sonoras e receptores sensíveis, em locais criteriosamente escolhidos, harmonizando a utilização dos espaços e evitando usos conflituosos do solo (INSTITUTO DO AMBIENTE, 2002). O ordenamento territorial envolve planejar o uso do solo, ou seja, destinar a terra a diversas modalidades de uso humano mediante legislação municipal (zoneamento), aumentando a distância entre as fontes sonoras e a área a proteger.

Os sistemas de abastecimento de água e de coleta de esgoto, não possuem zoneamento específico de acordo com a legislação municipal. Assim, as estações elevatórias, muitas vezes, estão em meio a zonas densamente povoadas, sendo alvo de reclamações devido ao ruído emitido pelas bombas. Em função disso, não é possível utilizar-se do ordenamento territorial, sendo necessário outras medidas para controle do ruído.

O controle de ruído é uma medida contra os possíveis danos de uma fonte ruidosa. O problema de controle de ruído envolve a fonte sonora, a trajetória de propagação do ruído e o receptor.

O método mais eficaz de controle de ruído consiste em eliminar ou minimizar a geração de ruído na fonte. Para se controlar o ruído na fonte é necessário conhecer as características da fonte a fim de se identificar as causas desse ruído e, conseqüentemente, propor modificações que reduzam o ruído gerado. Neste trabalho, a fonte de ruído analisada é o conjunto motor e bomba das estações elevatórias do sistema público de abastecimento de água.

As bombas hidráulicas são máquinas de fluxo com a função de fornecer energia cinética para a água a fim de recalá-la, mediante a conversão de energia mecânica de seu rotor proveniente de um motor a combustão ou de um motor elétrico (MELLO e YANAGI JR, 200?).

As bombas hidráulicas que têm como princípio de funcionamento a força centrífuga e a direção de escoamento do fluido é perpendicular à direção do eixo de rotação da hélice são denominadas bombas centrífugas (RAMÍSIO, 2005). Estas bombas são formadas por uma carcaça fechada, dentro da qual gira uma peça, o rotor, que torna possível o impulsionamento do líquido conforme visto na figura 2.5.

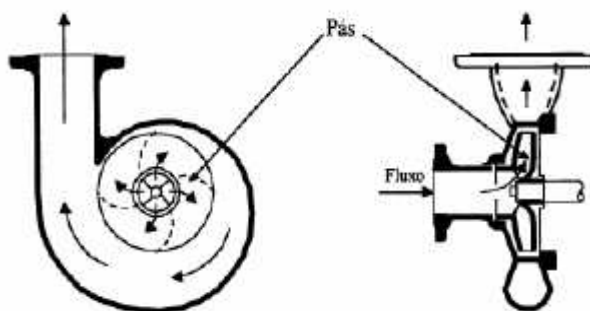


Figura 2.5 – Forma típica do corpo de uma bomba centrífuga (RAMÍSIO, 2005)

Para que uma bomba centrífuga tenha um desempenho satisfatório é necessária a instalação correta, a operação com os devidos cuidados e manutenção adequada. Mesmo diante dos cuidados de operação e manutenção podem ocorrer falhas no sistema de bombeamento, desde a uma simples redução de vazão até o não funcionamento generalizado ou colapso completo. Além disso, o equipamento está sujeito a desgastes físicos e mecânicos com o tempo.

As causas mais comuns para um desempenho inadequado de bombas centrífugas são problemas de vedação, problemas relacionados a partes da bomba ou do motor como

perda de lubrificação, refrigeração e contaminação por óleo, imperfeições no alinhamento motor-bomba e problemas relacionados ao mecanismo motriz. Esses problemas que ocorrem com as bombas centrífugas muitas vezes resultam em ruídos e vibrações indesejáveis (SAHDEV, 200?).

Outro fenômeno possível de acontecer nas bombas centrífugas é a cavitação. Cavitação é o fenômeno hidráulico no qual ocorre a ebulição da água (formação de bolhas de vapor) no interior dos condutos, quando as condições de pressão caem a valores inferiores a pressão de vaporização. Quando a bolha se desloca para uma área de pressão superior ocorre seu colapso. Essa implosão causa uma onda de choque local extremamente alta no líquido resultando em ruídos e vibrações característicos, podendo originar a erosão do material dessa superfície.

Para a redução do ruído nas bombas e motores das estações elevatórias é necessário melhorias tecnológicas das fontes, como a substituição de equipamentos antigos por mais novos, operação adequada das bombas e manutenção preventiva.

O controle de ruído também pode ser feito atuando-se junto à trajetória de propagação de ruído. Um dos métodos de controle de ruído neste sentido é isolar as fontes ruidosas por meio de enclausuramento, atenuando a transmissão da energia sonora de um ambiente para outro, mantendo a energia sonora por reflexão dentro do enclausuramento e dissipando parte dessa energia mediante o revestimento interno do enclausuramento com materiais de absorção sonora. O isolamento do ruído pode ser fornecido por paredes, pisos, divisórias, partições ou materiais com a capacidade de impedir que a onda sonora passe de um recinto a outro. A eficiência e o comportamento de um enclausuramento dependem das dimensões e do número de aberturas necessárias para a entrada do ar necessário para a ventilação das fontes.

Para o projeto de isolamento sonoro do ambiente é necessário conhecer o nível de ruído externo e do nível de ruído interno à edificação. O máximo nível de ruído permitido

para a comunidade é fixado pela norma NBR 10.151/2000 - Acústica – Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.

O desempenho do isolamento acústico é dado pelas Perda de Transmissão (PT) e a Diferença de Nível (D) (GERGES, 2000). A Perda de Transmissão é a relação logarítmica entre as energias transmitida e incidente, enquanto que a Diferença de Nível é a diferença entre o Nível de Pressão Sonora antes da colocação do dispositivo isolador e o Nível de Pressão Sonora depois da colocação.

A Perda de Transmissão é determinada pela relação:

$$PT = 10 \log (1/ \tau) \text{ (dB)} \quad \text{(Equação 2.6)}$$

onde τ é o coeficiente de transmissão sonora.

A Diferença de Nível de Pressão Sonora depende de fatores relativos ao ambiente, como o volume e a absorção. É descrita como:

$$D = NPS_1 - NPS_2 \text{ (dB)} \quad \text{(Equação 2.7)}$$

onde NPS_1 e NPS_2 são respectivamente os Níveis de Pressão Sonora antes e depois da colocação do dispositivo isolador.

O cálculo da Perda de Transmissão pode ser feito pela lei das massas. A lei das massas indica que a perda de transmissão é diretamente proporcional a densidade superficial e a frequência. (NETO, 2002). Esta perda de transmissão sonora (PT) é dada pela equação:

$$PT = - 47 + 20 \log (\sigma f) \text{ (dB)} \quad \text{(Equação 2.8)}$$

onde σ é a densidade superficial da parede em kg/m^2 e f é a frequência em Hz.

A densidade superficial do material (σ) está relacionada com a densidade volumétrica (ρ) e com a espessura do material (e) e se relacionam segundo a equação:

$$\sigma = \rho \cdot e \text{ (kg/m}^2\text{)} \quad \text{(Equação 2.9)}$$

No enclausuramento, deve-se também levar em conta o isolamento estrutural da fonte sonora, pois a energia sonora pode ser transmitida via sólido. As vibrações geradas pelas fontes sonoras podem percorrer a estrutura da edificação e, até mesmo, pelo solo e fazer as paredes da edificação e de prédios vizinhos vibrarem gerando ruído.

O controle de ruído mediante a intervenção na trajetória do ruído pode ser feito pelo uso de barreiras sonoras. A cobertura vegetal do solo pode funcionar como uma barreira sonora. Para tanto se deve evitar usar uma grande quantidade de árvores com poucas e/ou pequenas folhas e troncos de espessuras finas, que pouco farão para mitigar o ruído (NETO, 2002).

3 Ruído Ambiental e Seus Efeitos

Desde a antiguidade, o ruído tem sido um grande problema ao homem. Na Europa Medieval, algumas cidades proibiam o uso de carruagens e circulação de pessoas a cavalo durante a noite, a fim de garantir a tranquilidade do sono de seus habitantes (BERGLUND, LINDVALL e SCHWELA, 1999). Atualmente, em face do rápido processo de urbanização e conseqüente aumento do número de fontes sonoras, os problemas de ruído são ainda maiores.

A maioria das cidades no século 20 teve um rápido processo de urbanização, geralmente não acompanhado de planejamento. O crescimento excessivo das cidades tem se tornado uma das maiores ameaças ao equilíbrio social e ecológico, tendo como conseqüência a degradação do meio ambiente e o comprometimento da qualidade de vida (FREITAS, 2006). O ruído excessivo surge então como uma das mais significativas fontes perturbadoras do meio urbano, resultando em um aumento número de reclamações daqueles que por ele são afetados. (GUEDES, 2005).

As principais fontes de ruído na comunidade incluem: auto-estradas, ferrovias e tráfego aéreo, indústrias, construções, locais de trabalho e suas vizinhanças. Os efeitos do ruído dependem da duração, influência e a continuidade e descontinuidade do ruído. A duração é o tempo em que a pessoa está exposta ao ruído. A influência diz respeito à susceptibilidade do indivíduo, o que é muito variável entre cada indivíduo e depende do ruído. E a continuidade e descontinuidade do ruído relacionam-se com a freqüência do ruído e a sensibilidade do som audível (CARMO, 1999).

O ruído causa prejuízos não só ao funcionamento do sistema auditivo como provoca comprometimento da atividade física, fisiológica e mental do indivíduo a ele exposto. O ruído pode provocar no organismo humano efeitos fisiológicos, fisiopatológicos ou

auditivos (ação direta no sistema auditivo) e efeitos extra-otológicos, gerais ou não-auditivos, resultando numa ação geral sobre várias funções orgânicas (CARMO, 1999).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), o ruído até 50 dB (A) pode perturbar, mas os ouvintes se adaptam ao ruído (BERGLUND, LINDVALL e SCHWELA, 1999). A partir de 55 dB (A) provoca estresse, instabilidade de humor, irritabilidade, alterações emocionais, causando dependência e gerando durável desconforto. Entre 65 dB(A) e 80 dB(A) ocorre desequilíbrio bioquímico, elevando o risco de infarte, derrame cerebral, infecções, osteoporose e outros. O ruído a partir de 80 dB (A) faz o organismo liberar morfina biológica no corpo, provocando prazer e completando o quadro de dependência. E acima de 100 dB (A) pode ocorrer perda temporária da audição do indivíduo (CARMO, 1999).

No Brasil, para a avaliação do ruído ambiental é utilizada a NBR 10151/2000 – Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento (ABNT). Esta norma tem como objetivo estabelecer as condições para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades, independente da exigência de reclamações.

A norma NBR 10151/2000 (ABNT) estabelece a medição do $L_{eq} A$ – ponderado, ou seja, nível de pressão sonora equivalente em decibels ponderados em “A” [dB(A)], para a avaliação do ruído na comunidade. Os resultados desta medida devem sofrer correções com mais 5 dB caso o ruído tenha características impulsivas ou de impacto ou ainda, tenha componentes tonais. Para avaliar se o ruído é aceitável ou não, este nível sonoro corrigido (L_c) deve ser comparado com o nível de critério de avaliação (NCA) conforme tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

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

Fonte: ABNT, 2000.

A não aceitabilidade do ruído, de acordo com a norma NBR 10151/2000 (ABNT), resulta na necessidade de se estabelecer medidas de controle de ruído a fim de se adequar ao estabelecido pela norma.

4 Legislação

As normas nacionais e internacionais sobre ruído estabelecem níveis de ruído aceitáveis e apresentam, desde a definição dos tipos de ruído, procedimentos de medição, ruído ambiental até ruído em ambientes de trabalho e seus métodos de proteção.

No Brasil, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) é responsável pelas diretivas em relação às fontes de ruído. Este órgão emite normas a serem obedecidas por meio de resoluções.

A Resolução nº001 do CONAMA, de março de 1990, estabelece critérios, métodos, padrões, diretrizes e normas reguladoras da poluição sonora a serem obedecidas no interesse da saúde sobre as emissões de ruído. Esta resolução visa limitar a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais, recreativas, assegurando a saúde, segurança e sossego da população.

A Resolução nº002 do CONAMA de 1990 estabelece normas, métodos e ações para controlar o ruído excessivo que possa interferir na saúde e bem-estar da população. Ela instituiu em caráter nacional o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora (programa SILÊNCIO) que tem como objetivo conscientizar a população dos efeitos prejudiciais causados pelo excesso de ruído, incentivar a produção de máquinas e equipamentos mais silenciosos e capacitar recursos humanos para controlar os problemas de poluição sonora nos órgãos de meio ambiente em todo o país e para fiscalizar e tomar providências de combate à poluição sonora urbana em todo Território Nacional.

As resoluções do CONAMA regulamentam o uso das diretrizes vinculadas à ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas através das normas NBR-10151/2000 (Acústica – Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento) e NBR-10152/1987 (Níveis de ruído para conforto acústico). A NBR

10151/2000 tem a finalidade de fixar “as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades” e especifica um método de medição de ruído, as correções necessárias e um critério para a comparação dos níveis encontrados e estabelecidos. A NBR 10152 estabelece níveis de referência para os compartimentos das edificações.

A série de normas NBR 15575/2008: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho (ABNT) define o desempenho mínimo obrigatório para alguns sistemas de edificações ao longo de uma vida útil mínima obrigatória. É formada por seis partes:

- NBR 15575-1/2008: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais;
- NBR 15575-2/2008: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- NBR 15575-3/2008: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos internos;
- NBR 15575-4/2008: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas;
- NBR 15575-5/2008: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas; e,
- NBR 15575-6/2008: edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho – Parte 6: Sistemas hidrossanitários.

No Estado de São Paulo a responsabilidade pela emissão de normas técnicas e fiscalização pertence à agência de controle ambiental CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Algumas destas normas são:

- L11.031 – Ruído – Determinação do nível de ruído de fundo – Método de Ensaio – maio de 1986;

- L11.032 – Determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas - Método de Ensaio – julho de 1992;
- L11.033 – Processo prático para calcular o nível de ruído equivalente contínuo – março de 1992; e,
- L11.034 – Critérios de ruído para recintos internos de edificações – Procedimento – julho de 1992.

A norma L11.031/1986 descreve o método de determinação do ruído de fundo em ambientes externos e internos atendendo a Portaria 092 de 1980 do Ministério do Interior. Esta norma define que ruído de fundo é a média dos níveis de ruído mínimos de um ambiente na ausência da fonte objeto de estudo, no horário e ambiente considerados, ignorando-se eventuais ruídos transitórios tais como os de veículos automotores, aeronaves e fontes passageiras dignas de nota. A determinação do nível de ruído de fundo permite a avaliação da influência da fonte sonora em estudo (CETESB, 1986).

A norma L11.032 prescreve o procedimento para a determinação do nível do ruído em ambientes internos e externos em áreas habitadas e fixa os níveis admissíveis de ruído para cada ambiente, tipo de ocupação do solo e para cada período do dia. Esta norma é complementada com a L11.033/1992 que define o cálculo do nível de ruído equivalente contínuo utilizado para a avaliação do ruído. A tabela 4.1 determina os níveis máximos de ruído em zona urbana (CETESB, 1992). A norma L11.034/1992 define os níveis de ruídos admissíveis pra recintos internos das edificações (CETESB, 1992).

Além dessas normas técnicas, a CETESB (Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental) apresenta uma instrução técnica de 19 de setembro de 1990 para a aplicação da norma NBR 10151, que define a metodologia de medição de ruído a ser utilizada e as condições de medições.

A legislação nacional por meio do Ministério de Estado do Interior, mediante a portaria nº 92 de 19 de junho de 1980, estabeleceu padrões, critérios e diretrizes à emissão de sons e ruídos. Esta portaria considera prejudiciais à saúde, segurança e ao sossego

público os sons e ruídos que atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de sons de mais de 10 (dez) decibels - dB (A), acima do ruído de fundo existente no local de tráfego ou, independentemente de ruído de fundo, atinjam no ambiente exterior do recinto em que tem origem mais de 70 (setenta) decibels - dB (A), durante o dia, e 60 (sessenta) decibels - dB (A), durante a noite (BRASIL, 1980).

Tabela 4.1 - Níveis de ruído admissíveis em áreas urbanas em dB(A)

Classificação de área	Período	Nível de ruído [dB(A)]			
		Ambiente externo	Ambiente interno		
			Janelas abertas	Janelas simples fechadas	Janelas duplas (*) fechadas
Estritamente residencial	das 07:00 às 19:00 horas	50	40	35	30
	das 19:00 às 22:00 horas	45	35	30	25
	das 22:00 às 07:00 horas	40	30	25	20
Predominantemente residencial	das 07:00 às 19:00 horas	55	45	40	35
	das 19:00 às 22:00 horas	50	40	35	30
	das 22:00 às 07:00 horas	45	35	30	25
Diversificada (residências, comércio, indústrias)	das 07:00 às 19:00 horas	60	50	45	40
	das 19:00 às 22:00 horas	55	45	40	35
	das 22:00 às 07:00 horas	50	40	35	30
Predominantemente industrial	das 07:00 às 19:00 horas	65	55	50	45
	das 19:00 às 22:00 horas	60	50	45	40
	das 22:00 às 07:00 horas	55	45	40	35
Estritamente industrial	das 07:00 às 19:00 horas	70	60	55	50
	das 19:00 às 22:00 horas	70	60	55	50
	das 22:00 às 07:00 horas	70	60	55	50
(*) 2 vidros separados por uma camada de ar.					

Fonte: CETESB, 1992.

Entre as normas internacionais, temos a ISO 140 (*Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements*). A ISO 140 é um conjunto de normas técnicas sobre isolamento acústico das edificações e seus componentes para situações de campo e de laboratório. É composta pelas partes descritas na tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Normas que compõem a ISO 140

	Nome	Descrição
ISO 140-1 (1997)	<i>Requirements for laboratory test facilities with suppressed flanking transmission</i>	Identifica as condições laboratoriais para a medição do isolamento acústico de elementos construtivos.
ISO 140-2 (1993)	<i>Determination, verification and application of precision data</i>	Trata da precisão dos dados obtidos
ISO 140 - 3: (1995)	<i>Laboratory measurements of airborne sound insulation of building elements</i>	Estabelece a metodologia para medições em laboratório do isolamento de ruído aéreo de elementos de edificações
ISO 140 - 4: (1998)	<i>Field measurements of airborne sound insulation between rooms</i>	Estabelece a metodologia para medições em campo de ruído aéreo entre salas
ISO 140 - 5: (1998)	<i>Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades</i>	Estabelece a metodologia para medições em campo do isolamento de ruído aéreo de fachadas ou elementos de fachada
ISO 140 - 6: (1998)	<i>Laboratory measurements of impact sound insulation of floors</i>	Trata de medições em laboratório de ruídos de impacto
ISO 140 - 7: 1998	<i>Field measurements of impact sound insulation of floors</i>	Trata das medições em campo de ruídos de impacto
ISO 140 - 8: 1997	<i>Laboratory measurements of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a heavyweight standard floor</i>	Estabelece um piso padrão para medições em laboratório da redução do ruído de impacto em pisos
ISO 140 - 10: 1991	<i>Laboratory measurement of airborne sound insulation of small building elements</i>	Caracteriza as medições em laboratório para isolamento do ruído aéreo em pequenos elementos de edificações
ISO 140 – 11 : 2005	<i>Laboratory measurement of the reduction of transmitted impact sound by floor coverings on lightweight reference floors</i>	Trata de medições em laboratório para redução da transmissão de sons de impacto por revestimentos de piso
ISO 140 - 14: 2004	<i>Guidelines for special situations in the field</i>	Trata de diretrizes para situações especiais
ISO 140 - 16: 2006	<i>Laboratory measurement of the sound reduction index improvement by additional lining</i>	Estabelece um índice de redução sonora devido à adição de forro em medições laboratoriais
ISO 140 - 18: 2006	<i>Laboratory measurement of the sound generated by rainfall on building elements</i>	Trata de medições laboratoriais do som gerado pelas chuvas nos elementos das edificações

A ISO 1996-1/2003: *Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures* define as unidades quantitativas necessárias para a descrição do ruído ambiental na comunidade e especifica métodos de avaliação desse ruído ambiental. Esta norma não especifica limites para o ruído ambiental, mas descreve ajustes para a avaliação de ruídos com características diferentes, dependendo da resposta da comunidade ao impacto gerado pelo ruído. A ISO 1996-2:2007: *Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels* descreve como determinar os níveis de pressão sonora por meio da medição direta, extrapolação dos resultados das medições por meio de cálculo ou exclusivamente por cálculo.

Outra norma internacional que apresenta uma metodologia para medição de isolamento sonoro é a ISO 10052/2004 (*Acoustics – Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound – Survey method*). Ela descreve métodos para as medições do isolamento sonoro aéreo e do isolamento do ruído de impacto. Seus métodos não se destinam a serem aplicados para medição das propriedades acústicas dos elementos da edificação. Seu objetivo é apresentar um método simplificado de medição do nível de pressão sonora entre salas utilizando o equipamento de medição de nível de pressão sonora manualmente.

5 Estação Elevatória

Um sistema usual de abastecimento de água, segundo Macintyre (1987), é composto pelo manancial (fonte da qual se retira a água), a captação, adução (transporte de água do manancial), estação de tratamento de água, reservação e rede de distribuição e, quando necessário, estações elevatórias ou de recalque (figura 5.1).

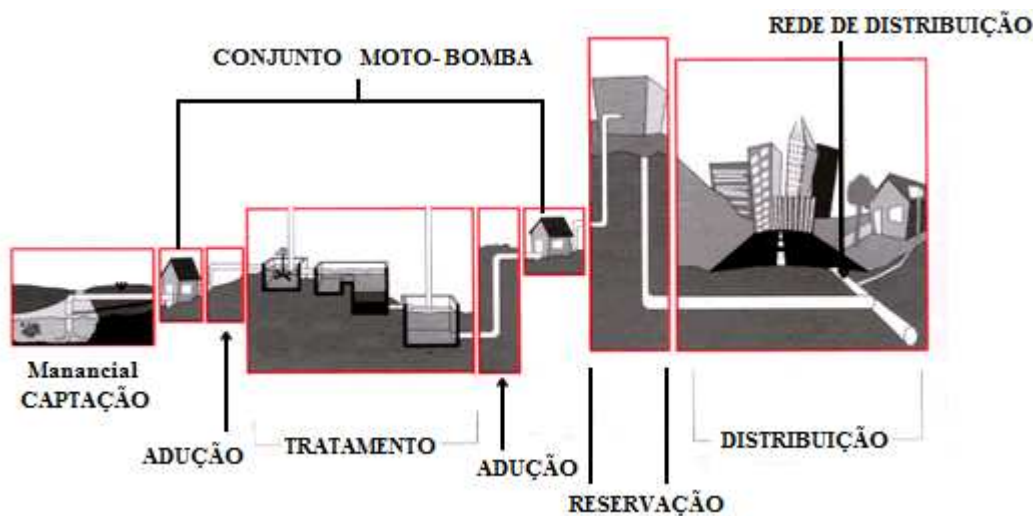


Figura 5.1 – Esquema básico de um sistema de abastecimento de água (www.rce.org.br acessado em 24 de abril de 2010).

Os sistemas de abastecimento de água que funcionam inteiramente por gravidade são mais vantajosos, por evitarem despesas com energia e manutenção de equipamentos mecanizados, mas a localização de muitas cidades em cotas bastante elevadas em relação aos mananciais próximos ou a enorme distância entre estes, levam à adoção de sistemas com bombeamento (CETESB, 1976).

A estação elevatória ou também chamada estação de recalque é a unidade técnica que compreende o conjunto de edifícios, máquinas e equipamentos e aparelhos necessários

para a elevação da água de um ponto para outro, com pressão e vazão adequadas (YASSUDA *et al*, 1966). Essa mesma estação tem como função abrigar, proteger, controlar e manter os conjuntos elevatórios (motor e bomba) que promovem a elevação da água. É composta de sala das máquinas e dependências complementares, poço de sucção, condutos e acessórios, órgãos de manobra e de segurança, instrumentação, equipamentos elétricos e dispositivos auxiliares.

A estação elevatória pode trabalhar de várias formas. Pode bombear água diretamente para a rede de distribuição com ou sem reservatório elevado à jusante, para regiões elevadas, bombear água proveniente de reservatório para a rede de distribuição de água (booster), entre outras maneiras (figuras 5.2 à 5.5).

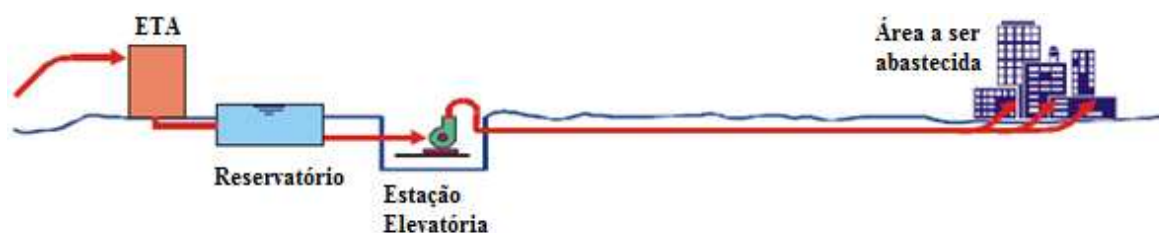


Figura 5.2 – Bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com eliminação do reservatório elevado (TSUTIYA, 2006)

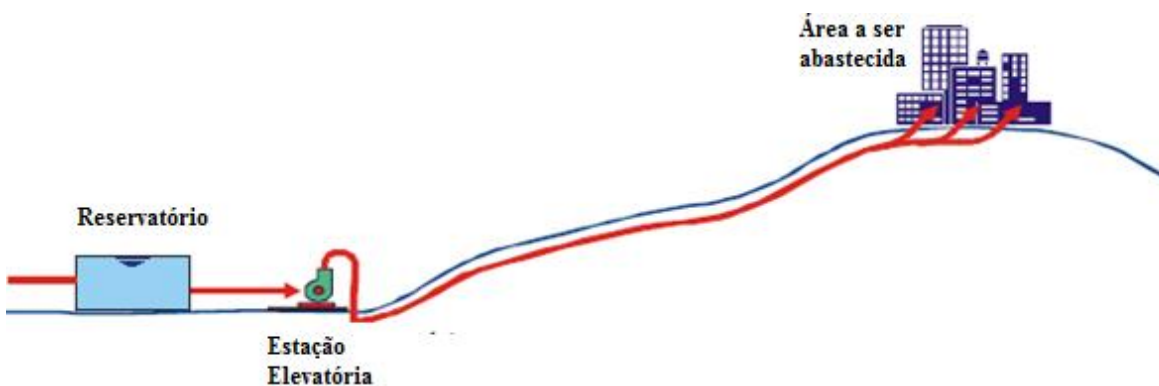


Figura 5.3 – Bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição em áreas elevadas (TSUTIYA, 2006)



Figura 5.4 – Bombeamento de água tipo Booster (TSUTIYA, 2006)



Figura 5.5 – Bombeamento de água diretamente para a rede de distribuição com reservatório elevado a jusante (TSUTIYA, 2006)

O local de implantação de uma estação elevatória é escolhido de forma a permitir um ininterrupto funcionamento do sistema de abastecimento de água. Para a definição desse local é necessário o conhecimento das condições topográficas, hidrológicas e geológicas do terreno e, em função dessas informações, fazer uma prévia distribuição dos elementos da estação.

No Brasil, a tipologia arquitetônica de uma estação elevatória se harmoniza com as demais construções, sendo projetada de forma a manter a qualidade da água proveniente das estações de tratamento, facilitar a limpeza e a manutenção e assegurar a continuidade

da operação. A figura 5.6 mostra exemplos de uma estação elevatória e de uma estação de captação de água vista externa e internamente.

As bombas das estações elevatórias são escolhidas levando-se em conta fatores como condições de instalação, altura manométrica e pressão necessárias, disponibilidade no mercado, durabilidade e economia (MACYNTIRE, 1987).



Figura 5.6: Vistas interna e externa de uma estação elevatória e de uma estação de captação de água

Fatores como entrada falsa de ar na bomba (deficiência de vedação ou bolhas trazidas pelo líquido), defeitos mecânicos, fixação afrouxada, podem resultar em vibração

nas bombas e causar ruídos desagradáveis audíveis, às vezes, a longas distâncias das bombas. Como muitas vezes a estação elevatória se encontra em centros residenciais, Yassuda et al. (1966) alerta sobre a necessidade de tratamento acústico como revestimento das paredes internas com material de absorção, construção de edifício com paredes, portas e janelas duplas, com uma camada de ar entre os vidros e a utilização de ventilação forçada. Apesar disso, no Brasil, a maior parte das estações elevatórias são estruturas simples que não levam em consideração em sua concepção o ruído que produzem.

6 Materiais e Métodos

O objetivo desta pesquisa foi obter e analisar os parâmetros acústicos que indicam o impacto sonoro das estações elevatórias na comunidade e qual o papel da edificação dessa estrutura na redução deste impacto. Este trabalho é um estudo de caso múltiplo direcionado para as estações elevatórias da cidade de Jundiaí, SP.

A metodologia para se desenvolver esse estudo de caso consistiu em realizar as seguintes etapas: o levantamento bibliográfico, a coleta de dados, as visitas técnicas, o levantamento dos dados construtivos, as medições acústicas e a análise dos dados.

Trata-se de um estudo de caso múltiplo referente a uma população (estações elevatórias) num contexto definido (cidade de Jundiaí, SP). Existem, de acordo com a DAE S/A de Jundiaí, 28 (vinte e oito) estações elevatórias destinadas ao recalque de água tratada, distribuídas pelos aglomerados urbanos. Este trabalho analisou 27 (vinte e sete) estações elevatórias destinadas ao recalque de água tratada, excluindo-se a única estação elevatória em que a bomba utilizada era submersa, diferentemente das demais.

Foi realizado um levantamento prévio das 27 (vinte e sete) estações elevatórias para identificação da implantação da estação no terreno, configurações dos sistemas construtivos e respectivas dimensões, áreas de aberturas, quantidade de conjuntos motor-bomba por edificação e as características que constituem o conjunto motor-bomba (marca, tipo e potência). A idade dos motores e bombas e a data da última manutenção não foram obtidas por falta de registros na DAE S/A. Contudo, constatou-se que as manutenções são regulares conforme a necessidade.

Com o levantamento das características que constituem o conjunto motor-bomba, foi feita uma classificação das estações de acordo com a potência dos motores e bombas. Foi importante também classificar as estações elevatórias de acordo com a sua localização

na cidade, pois as estações podem estar localizadas tanto em locais desabitados ou distantes da comunidade, gerando pouco incômodo a sua vizinhança, ou em grandes aglomerações urbanas, nas quais representam potencial de reclamação. Este agrupamento, então, constituiu a amostragem da pesquisa, sendo excluída da análise apenas uma estação elevatória devido ao fato de ser a única da amostra a utilizar bomba submersa.

Em cada estação elevatória, foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora em dB em função de frequência e dos níveis globais de pressão sonora em dB (A). As medições de níveis de pressão sonora foram realizadas em duas condições: com a quantidade usual de conjuntos motores e bombas ligados e com todos os conjuntos motores e bombas desligados. Esse procedimento permitiu avaliar o ruído de fundo do local e o efeito da fonte sonora no ambiente. As medições de nível de pressão sonora em função da frequência (espectro sonoro) foram feitas interna e externamente a edificação. A diferença de nível de pressão sonora interno e externa à estação permitiu avaliar o isolamento acústico proporcionado pela estação elevatória.

Para a medição do ruído, foi utilizado o medidor de pressão sonora BK 2238 (Mediator) da Bruel & Kjaer, devidamente calibrado e atendendo a norma IEC 60651. Os procedimentos de medição seguiram as recomendações da norma NBR 10151 - Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento (ABNT, 2000) quanto ao posicionamento dos pontos de medição e resposta do equipamento. As medidas do nível de pressão sonora em função da frequência foram realizadas em bandas de frequência de 1/3 de oitava, entre 100 e 8.000Hz. Em cada ponto de medição foram realizadas três medidas.

Os pontos de medição em cada estação elevatória foram escolhidos de acordo com a configuração da mesma e sua implantação no terreno. Internamente às estações, o número de pontos de medição e sua localização variaram de acordo com as dimensões da estação e a disposição das bombas, motores e tubulações. Externamente, o número de pontos de medição também variou com as dimensões da estação, procurando circundar a edificação

conforme a possibilidade do local. As distâncias dos pontos de medições externos às fachadas das estações também variou conforme o entorno da edificação e perfil do terreno.

Com os dados acústicos levantados foi possível fazer uma análise do comportamento acústico da fonte sonora (conjunto motor e bomba) e da edificação (estação elevatória). Em cada classe de estações, de acordo com o nível de potência do conjunto motor-bomba, foi feita uma análise comparativa dos dados acústicos levando em consideração os diferentes sistemas construtivos e áreas de abertura, além do impacto gerado na comunidade.

7 RESULTADOS E ANÁLISE

Nessa pesquisa foram feitas medições acústicas em 27 estações elevatórias de Jundiaí. Os resultados são apresentados para cada uma das estações fazendo uma descrição das suas características construtivas e suas respectivas dimensões e das fontes sonoras (marca, tipo e potência), além de fornecer os resultados das medições de níveis de pressão sonora em dB em função da frequência por meio de gráficos. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A. Cada estação foi avaliada individual e comparativamente por grupo de estações com bombas e motores de mesma potência, conforme tabela 7.1.

Os resultados de níveis de pressão sonora globais internos e o ruído de fundo, apresentados para cada estação, são médias dos níveis globais em cada medição.

Tabela 7.1 – Grupos de estações conforme potência do conjunto motor - bomba

GRUPO DE ESTAÇÕES	NOME DA ESTAÇÃO
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 5 CV	Portal da Colina
	Pessoto
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 7,5 CV	Jardim Itália
	Cidade Jardim
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 10 CV	Recanto da Prata
	Jardim da Fonte
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 15 CV	Malota
	Copacabana
	Tulipa
	Marambaia
	Reserva da Serra
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 20 CV	Almerinda Chaves
	Araucárias
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 25 CV	Fazenda Grande Residencial
	Josefina
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 30 CV	Califórnia
	Tiradentes
Estação elevatória de conjuntos motor-bomba de 40 CV	Água Fria
Estações elevatórias de conjuntos motor-bomba de 50 CV	Santa Gertrudes
	Fazenda Grande Industrial
Estações elevatórias de configurações variadas	Eloy Chaves
	Cecap
	Vila Jundiainópolis
	Vila Marlene
	Jardim Tamoio
	Vila Progresso
	Moisés

7.1 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 5 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 5 CV ou similar. São elas: Portal da Colina e Pessoto.

7.1.1 Estação Portal da Colina

7.1.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Portal da Colina está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.1, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Xavier da Silva, 582 – Portal da Colina). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de cerca de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,00 m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm, coberta por telha fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 2,00 x 0,80m(figura 7.2).



Figura 7.1: Foto aérea da Estação Elevatória Portal da Colina (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Portal da Colina abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 4 CV de potência e as bombas são da marca Merel Boel C4. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.2: Vista externa de Estação Elevatória Portal da Colina (Arquivo Pessoal)

7.1.1.2 Resultados e análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.3, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

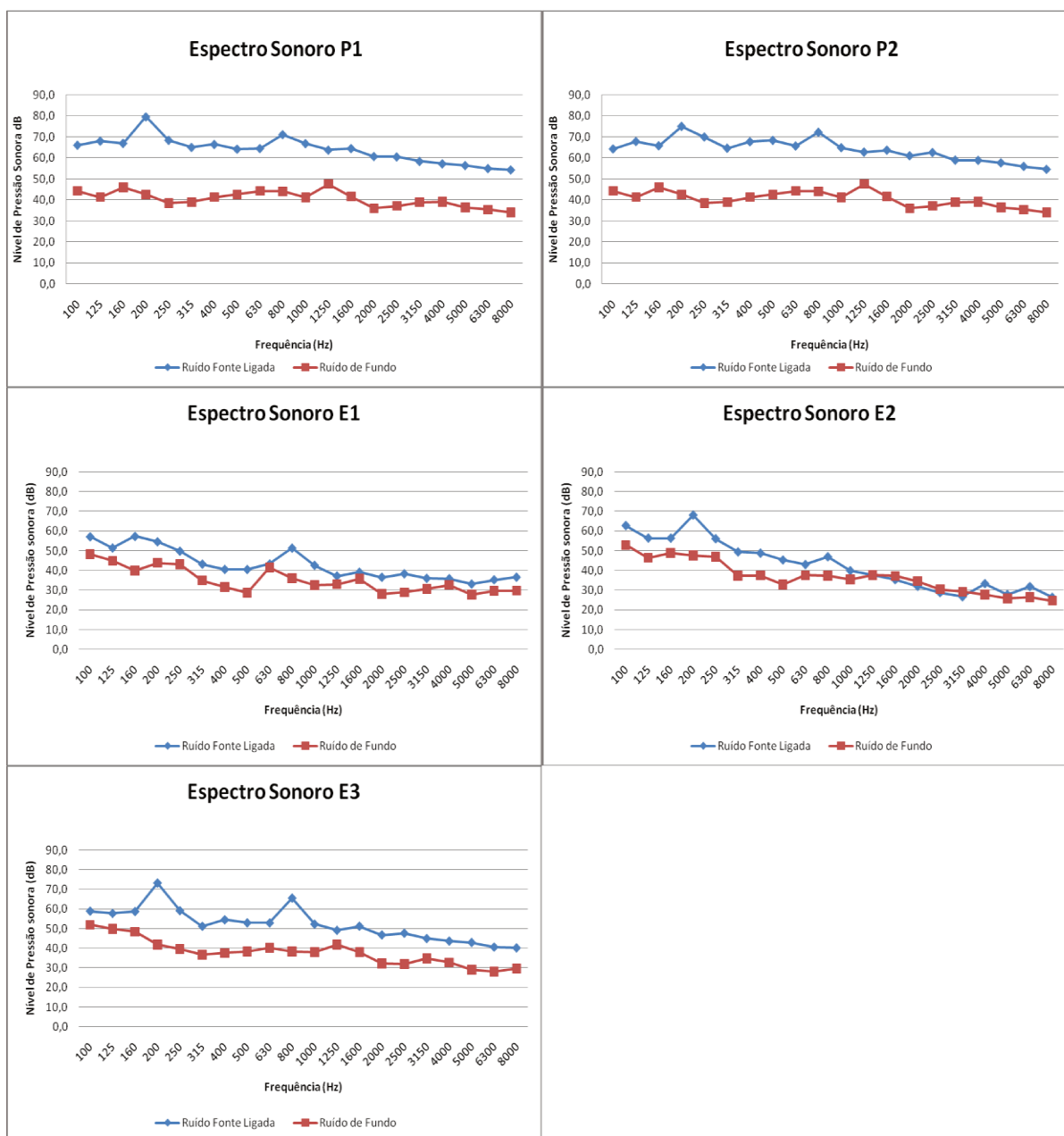


Figura 7.4: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Portal da Colina

A estação Portal da Colina apresentou internamente o nível de pressão sonora global com a fonte ligada de 62,6 dB (A). Externamente a edificação, apresentou ruído de fundo de 35,0 dB (A) e o nível de pressão sonora global, com a fonte ligada, de 40,9 dB(A) no ponto E1, 45,2 dB(A) no ponto E2 e 54,1 dB (A) no ponto E3. Os gráficos mostram claramente que o comportamento do nível de pressão sonora em função da frequência se

repetiu tanto internamente como externamente, ocorrendo picos nas frequências 200Hz e 800Hz.

Os resultados demonstram a influência das aberturas na estação quando se observa que o ponto de medição localizado diante da janela (maior abertura da estação e que fica permanentemente aberta) apresentou um nível de pressão sonora global maior que os demais, confirmando o fato de que a abertura pode reduzir drasticamente o isolamento acústico de uma edificação. No caso das estações elevatórias, as aberturas são essenciais para a ventilação dos motores e bombas, e, portanto, requerem cuidados especiais.

Outro aspecto desta estação é a parede que isola o compartimento no qual se localizam os motores e bombas da porta de entrada. Apesar da existência da porta (abertura), o ponto de medição localizado diante dela apresentou o menor nível de pressão sonora, devido ao fato da existência de um corredor entre a porta e o compartimento das bombas. As paredes com o corredor de ar entre si funcionaram como parede dupla, contribuindo para um bom isolamento acústico, confirmado pelo resultado ponto E1, no qual a interferência do ruído gerado pelas bombas e motores no ruído de fundo foi mínima. O maior valor do nível de pressão sonora em dB (A) externo à estação foi no ponto E3 cujo valor 54,1 dB(A) não é aceitável para uma área estritamente residencial conforme a NBR 10151/2000 (ABNT), excedendo os limites de 45 dB (A) para período noturno e de 50 dB(A) para período diurno. Neste caso, como a estação está distante do primeiro vizinho, o ruído não é motivo de reclamações pois se beneficia da atenuação do ruído pela distância.

7.1.2 Estação Pessoto

7.1.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Pessoto está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.5, próxima a via de trânsito de veículos leve (Av. Nami Azem, 3329 – Colônia). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento

de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem chapisco de cerca de 1,5 cm de espessura. A estação possui pé-direito de 2,50 m. A cobertura é composta de telha fibrocimento. A única abertura da estação é uma porta de madeira de dimensões 0,80 x 2,10m(figura 7.6).



Figura 7.5: Foto aérea da Estação Elevatória Pessoto (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Pessoto abriga um único conjunto de motor e bomba. O motor é da marca WEG de 5 CV de potência e a bomba é da marca KSB tipo MegaBlock 32-160.



Figura 7.6: Vista externa de Estação Elevatória Pessoto (Arquivo Pessoal)

7.1.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.7, sendo P a representação do ponto interno e E a representação do ponto externo a edificação. Pelas dimensões da estação e do terreno foram escolhidos apenas um ponto interno e um ponto externo.

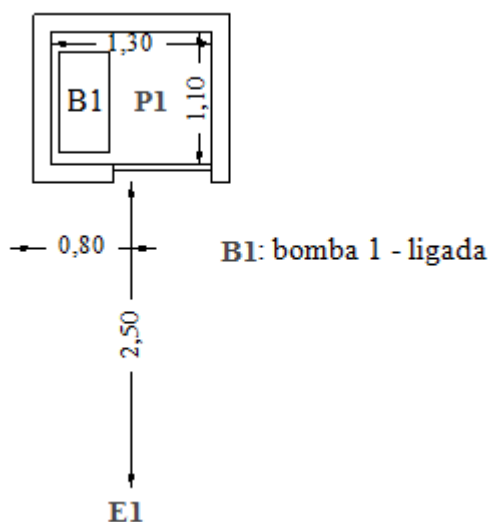


Figura 7.7: Localização dos pontos de Medição da Estação Pessoto

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizados em cada ponto de medição tanto com a fonte ligadas como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.8, a cor azul refere-se aos resultados com a fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.2.

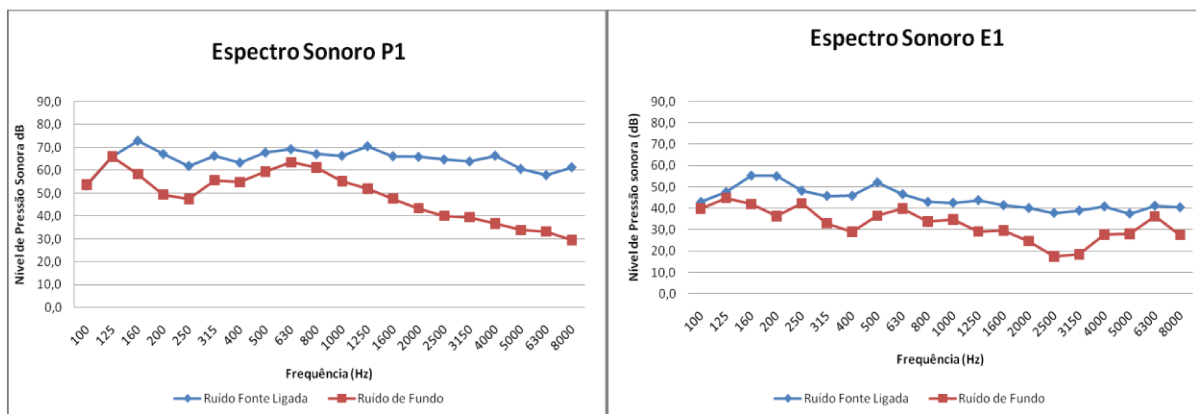


Figura 7.8: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz)

A estação Pessoto apresentou internamente o nível de pressão sonora global de 64,0 dB (A). Externamente a edificação, obteve-se ruído de fundo de 30,7 dB (A), e com a fonte ligada o nível de pressão sonora global foi de 41,7 dB(A) no ponto E1. A estação Pessoto apresentou um bom isolamento acústico, pois reduziu o nível de pressão sonora de 22,3 dB(A). A boa eficiência se deve ao fato de a estação não apresentar área de abertura como janela. O valor do nível de pressão sonora em dB (A) neste ponto (E1), foi menor que 45 dB(A) que é o limite de ruído para período noturno em áreas estritamente residenciais conforme a norma NBR 10151/2000 (ABNT), considerado, portanto, aceitável.

7.1.3 Comparativo entre as Estações de 5CV

Comparando os resultados das estações Portal da Colina e Pessoto, vê-se que os níveis de pressão sonora interno às estações são semelhantes. A estação Pessoto teve melhor desempenho no isolamento acústico devido à área menor de abertura ocasionada pelas frestas entre a estrutura da estação e a porta, em relação a janela da estação Portal da Colina. Esta estação apresenta uma ótima estratégia de mitigação do ruído que pode ser utilizada para a minimização do impacto sonoro da estação. A estratégia foi a utilização de corredores de ar entre duas paredes para a atenuação do ruído. Se esta estratégia fosse utilizada não só próxima a entrada da estação, mas também defronte a janela da estação, a interferência do ruído das fontes sonoras no ponto de medição E3 seria menor.

7.2 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 7,5 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 7,5 CV. São elas: Jardim Itália e Cidade Jardim.

7.2.1 Estação Jardim Itália

7.2.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Jardim Itália está localizada em área residencial densamente habitada, conforme figura 7.9, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua João Nalini, 25 – Jardim Itália). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de cerca de 2,5 cm de espessura. A estação possui pé-direito de 2,70 m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m e uma janela metálica sem vidros de dimensões 2,00 x 0,70m (figura 7.10).



Figura 7.9: Foto aérea da Estação Elevatória Jardim Itália (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Jardim Itália abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 7,5 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 32-160.1. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.10: Vista externa de Estação Elevatória Jardim Itália (Arquivo Pessoal)

7.2.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.11, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

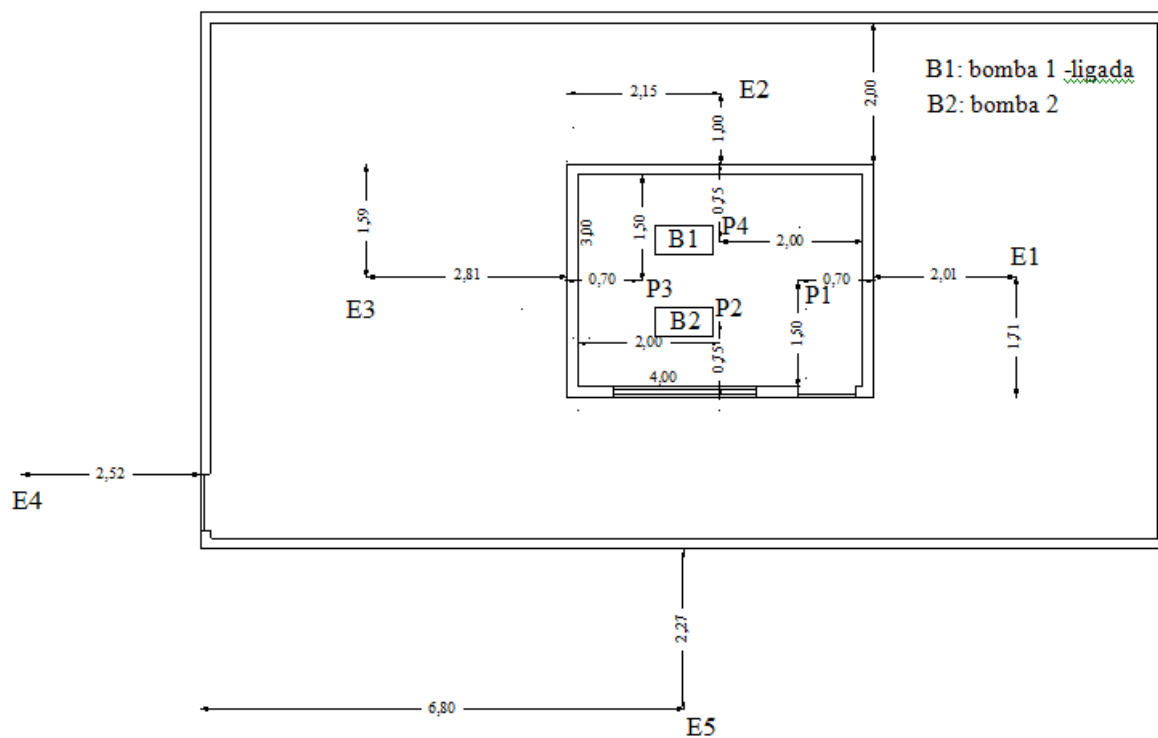


Figura 7.11: Localização dos pontos de Medição da Estação Jardim Itália

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos (figuras 7.12 e 7.13), a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.3.

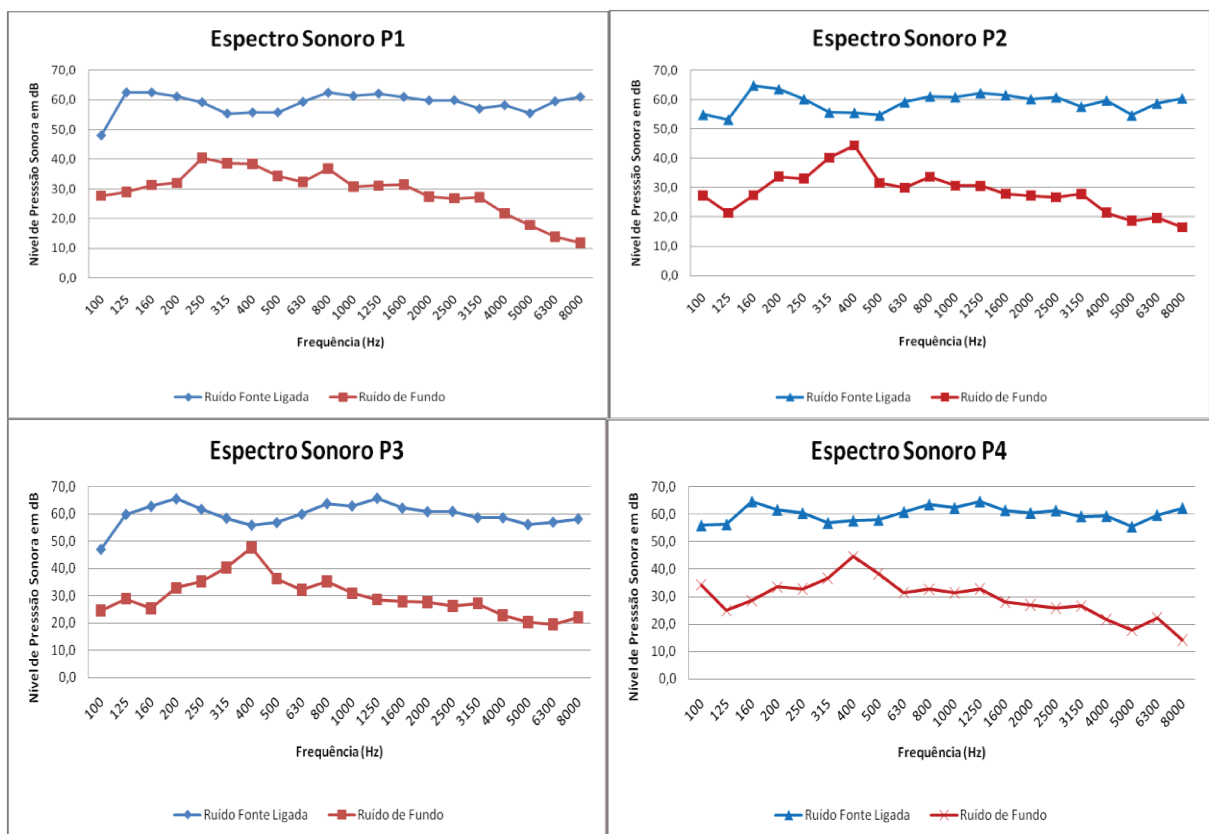


Figura 7.12: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos
- Jardim Itália

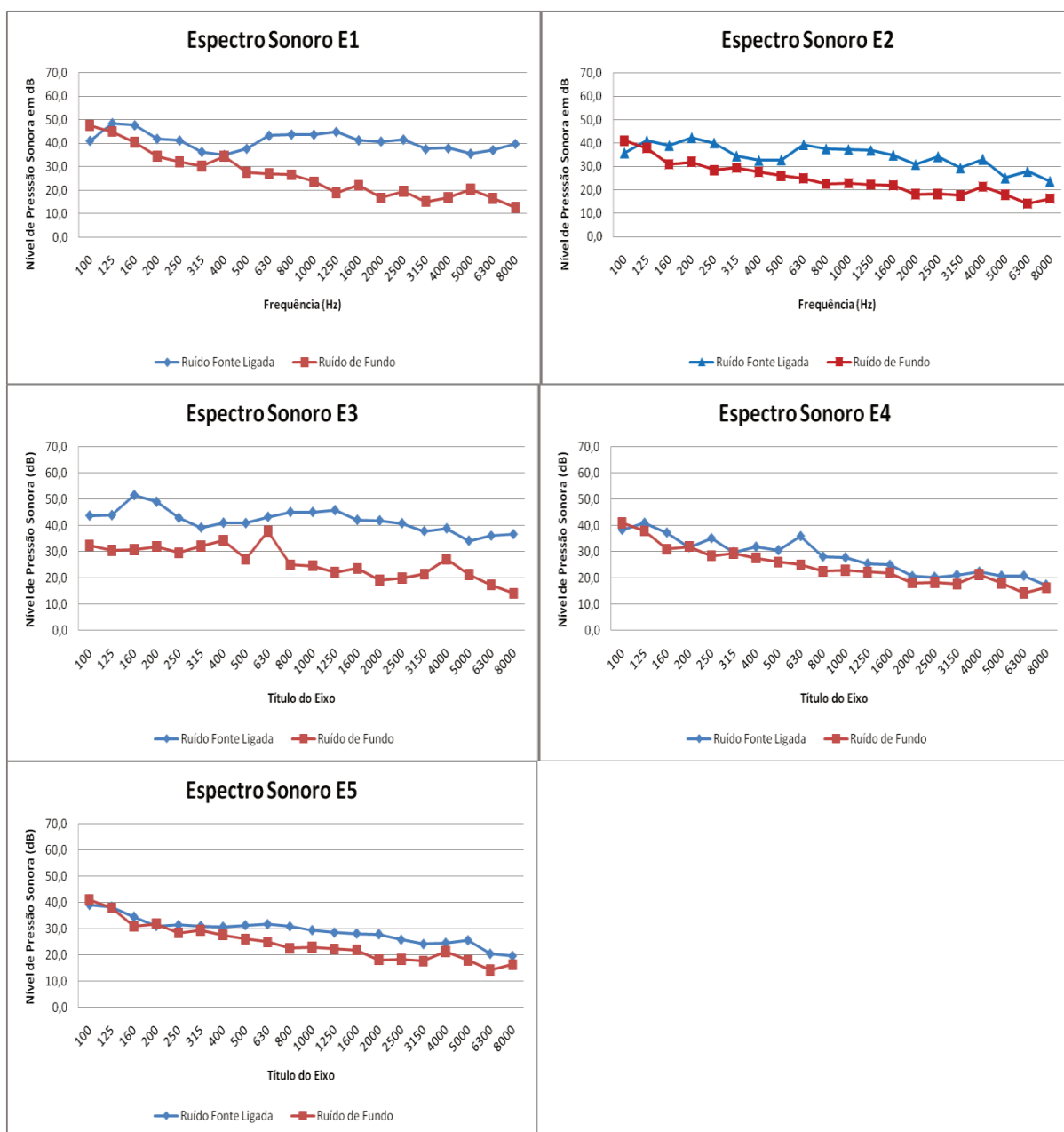


Figura 7.13: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos – Jardim Itália

As medições realizadas na estação Jardim Itália indicaram ruído de fundo externo a estação de 24,9 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada foi de 58,5 dB(A). Externamente a edificação, o nível de pressão sonora global com a fonte ligada foi de 39,2 dB(A) no ponto E1, 32,5 dB(A) no ponto E2 e 40,0 dB (A) no ponto E3, ainda no interior dos limites da estação Jardim Itália. Fora dos limites

do terreno, o nível de pressão sonora no ponto E4 foi de 25,4 dB(A) e no ponto E5 foi de 26,2 dB(A). O valor do nível de pressão sonora em baixa frequência sofreu interferências externas devido ao tráfego de veículos no entorno da estação.

Os resultados mostram que internamente à estação, a geração de ruído é praticamente o mesmo em qualquer ponto interno. O espectro sonoro não apresentou picos de níveis de pressão sonora em função da frequência, sendo praticamente o mesmo em todos os pontos internos. Como esperado, externo à estação, o nível de ruído é maior nos pontos de medição próximos as aberturas (porta e janela). Este comportamento demonstra a influência das aberturas na redução do isolamento sonoro da edificação.

Esta estação apresenta nos limites do terreno um muro de blocos de cimento de 3,00m de altura. As medições realizadas nos pontos E4 e E5 revelam que a existência deste obstáculo na trajetória do ruído, minimiza o impacto sonoro do ruído gerado pelas bombas e motores no entorno da estação, pois nestes pontos o ruído de fundo é praticamente inalterado pelo ruído gerado na estação. O valor do nível de pressão sonora em dB (A) nestes pontos estão considerados aceitáveis para uma área estritamente residencial conforme a NBR 10151/2000. (ABNT), pois são menores que o limite de 45 dB (A) para período noturno e 50 dB(A) para período diurno.

7.2.2 Estação Cidade Jardim

7.2.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Cidade Jardim está localizada em área residencial densa, conforme figura 7.14, próxima a via de trânsito de veículos leve (R. Maria José Nunes de Almeida Negro, 169 – Cidade Jardim). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 2,70 m. A cobertura é composta de telha fibrocimento e laje de concreto de espessura 12 cm. As aberturas da

estação são uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 1,50 x 1,20m, que fica permanentemente aberta (figura 7.15).



Figura 7.14: Foto aérea da Estação Elevatória Cidade Jardim (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Cidade Jardim abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 7,5 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo Block 40-160. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.15: Vista externa de Estação Elevatória Cidade Jardim (Arquivo Pessoal)

7.2.2.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.16, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

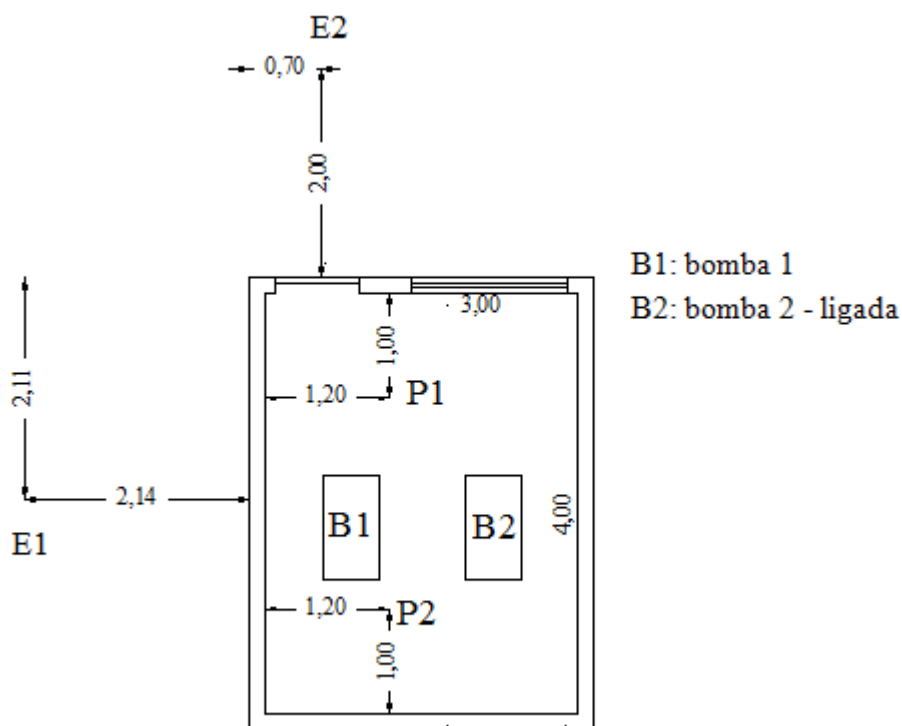


Figura 7.16: Localização dos pontos de Medição da Estação Cidade Jardim

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.17, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.4.

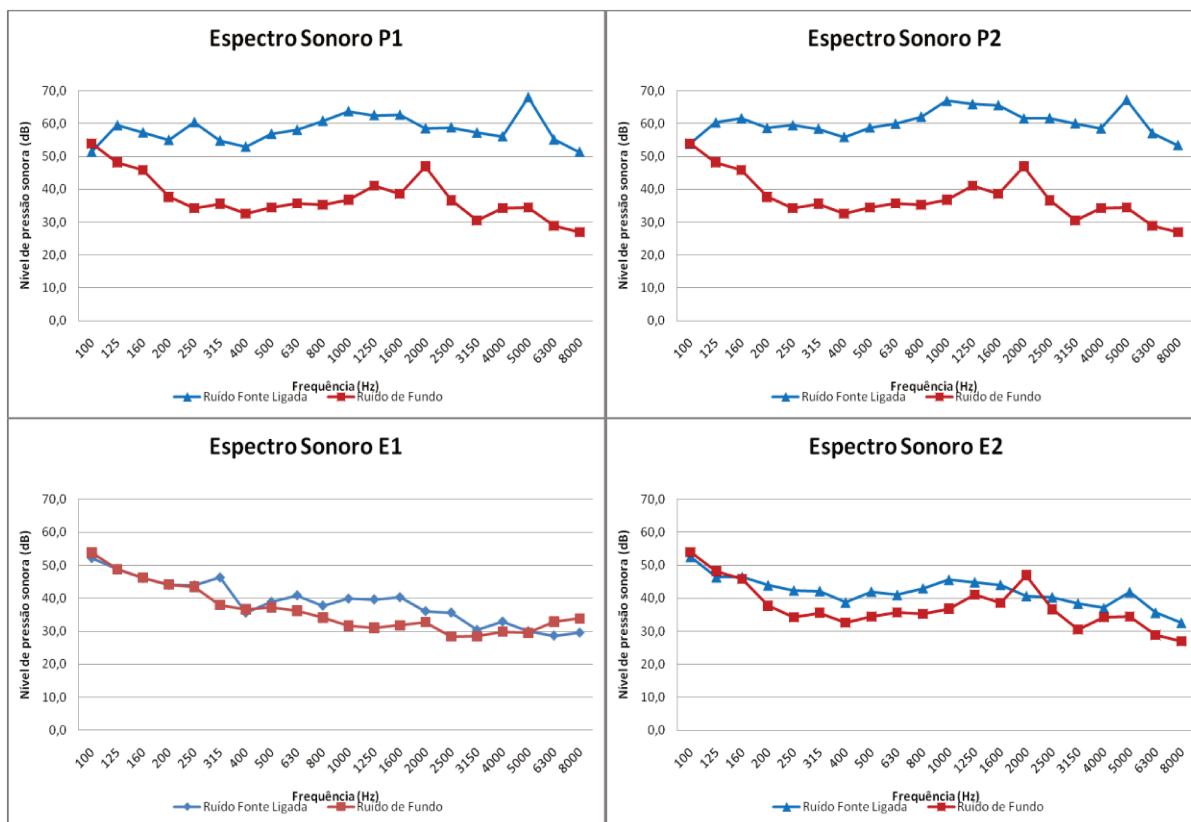


Figura 7.17: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Cidade Jardim

As medições realizadas na estação Cidade Jardim apresentou ruído de fundo externo à estação de 35,3 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio foi de 60,3 dB(A). Externamente a edificação, o nível de pressão sonora global foi de 36,4 dB(A) no ponto E1, 40,0 dB(A) no ponto E2. Os valores do nível de pressão sonora em baixa frequência sofreram interferências externas devido ao tráfego de veículos no entorno da estação.

Os resultados do nível de pressão sonora em função da frequência mostram que, internamente à estação, houve picos de níveis de pressão sonora na frequência de 5000 Hz que foi absorvido durante a trajetória do som ao exterior da estação. Externo à estação, o nível de ruído é maior no ponto E2 que está diante das aberturas da estação, refletindo o fato das aberturas reduzirem o isolamento sonoro da edificação. Apesar disso, o ruído gerado pelas fontes sonoras é relativamente baixo e o valor do nível de pressão sonora em dB (A) nestes pontos considerados aceitáveis para uma área estritamente residencial

conforme a NBR 10151/2000. (ABNT), pois são menores que o limite de 45 dB (A) para período noturno e 50 dB (A) para período diurno.

7.2.3 Comparativo entre as Estações de 7,5CV

As duas estações, Cidade Jardim e Jardim Itália, apresentaram comportamento similar do nível de pressão sonora em função da frequência internamente às edificações. Seus sistemas construtivos também são semelhantes, tendo as mesmas dimensões e materiais construtivos, exceto pela existência de um muro nos limites da estação Jardim Itália, o que não ocorre na Cidade Jardim.

A estação Jardim Itália teve melhor desempenho no isolamento acústico em relação a comunidade devido à existência do muro nos limites da estação. Os resultados revelaram que o ruído resultante de um único conjunto motor bomba ligado, com potência de 7,5 CV e com essa de estação, está adequado segundo a NBR 10151/2000 (ABNT).

7.3 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 10 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 10 CV. São elas: Recanto da Prata e Jardim da Fonte.

7.3.1 Estação Recanto da Prata

7.3.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Recanto da Prata está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.18, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Palmeiras, 510 - Ivoirucaia). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem

reboco de cerca de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 2,70 m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,90 x 2,10m e uma janela metálica sem vidros de dimensões 1,00 x 1,00m(figura 7.19).



Figura 7.18: Foto aérea da Estação Elevatória Recanto da Prata (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Recanto da Prata abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 10 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaBlock 32-200. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.19: Vista externa de Estação Elevatória Recanto da Prata (Arquivo Pessoal)

7.3.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.20, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

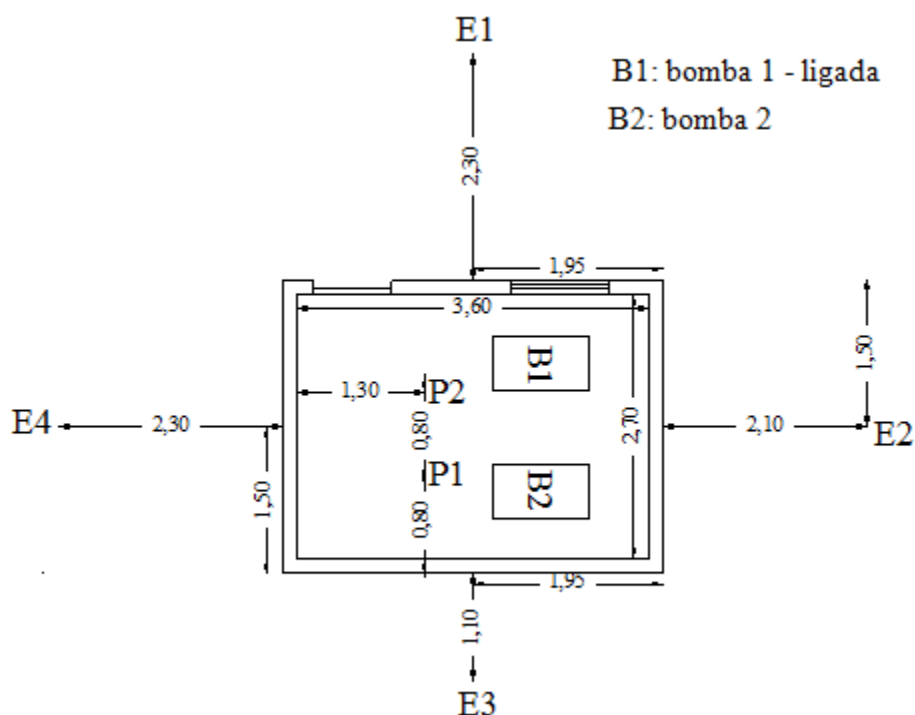


Figura 7.20: Localização dos pontos de Medição da Estação Recanto da Prata

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.21, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.5.

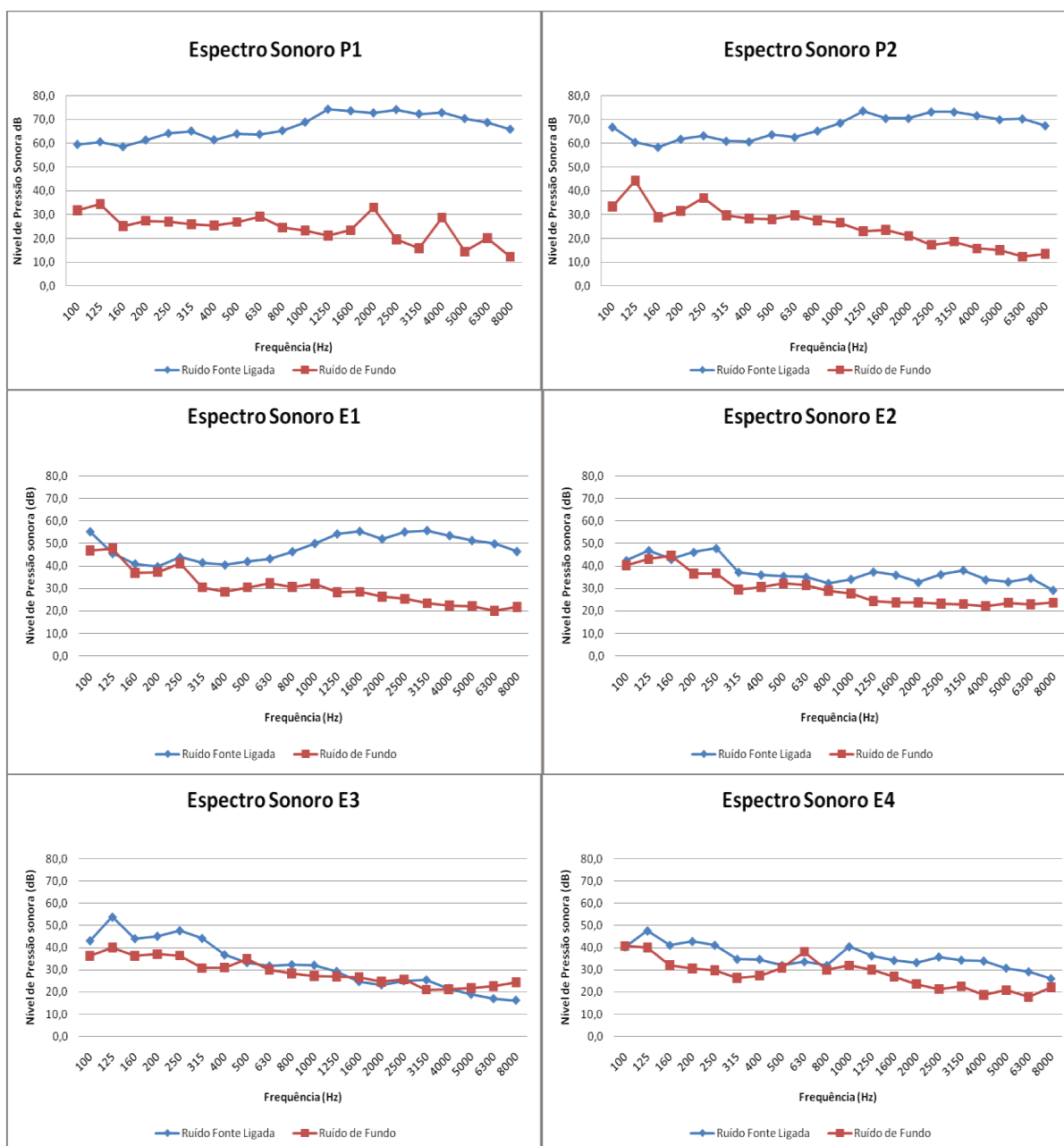


Figura 7.21: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Recanto da Prata

A estação Recanto da Prata apresentou internamente o nível de pressão sonora médio global de 69,0 dB (A). Externamente a edificação, o ruído de fundo de 26,4 dB (A) e, com a fonte ligada, o nível de pressão sonora global de 50,5 dB(A) no ponto E1, 34,3 dB(A) no ponto E2, 31,6 dB (A) no ponto E3 e de 33,1 dB(A) no ponto E4.

Os resultados dos níveis sonoros globais nos pontos externos demonstraram a influência das aberturas na estação. O ponto de medição localizado diante da janela e porta apresentou nível de pressão sonora global maior que os demais, reflexo do fato de que a abertura reduz drasticamente o isolamento acústico de uma edificação, quando não tratada adequadamente.

No ponto E1 ocorreu o maior valor do nível de pressão sonora em dB (A) externo à estação de 50,5 dB (A), sendo considerado não aceitável para uma área estritamente residencial conforme a norma NBR 10151/2000 (ABNT), pois superam o limite de 45 dB (A) para período noturno e de 50 dB (A) em período diurno. A estação se localiza numa praça em meio as vias de tráfego e apesar de ultrapassar os limites aceitáveis pela norma, ela não é motivo de reclamações devido ao ruído gerado, pois está relativamente distante dos vizinhos. Essa implantação é uma estratégia interessante para se minimizar impactos sonoros. A estratégia procura implantar as estações em locais em que não haja vizinhos e que o ruído possa ser mascarado por outras fontes de ruído, nesse caso, pelo ruído do tráfego de veículos.

7.3.2 Estação Jardim da Fonte

7.3.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Jardim da Fonte está localizada em área residencial densa, conforme figura 7.22, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Ângelo Riveli, 161 – Jardim da Fonte). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura. A estação possui pé-direito de 3,00 m. A cobertura é composta de telha fibrocimento e laje de concreto de 12 cm de espessura. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m, uma janela metálica de dimensões 2,00 x 0,50m e duas janelas metálicas de dimensões 0,70 x 0,50m, todas permanentemente abertas(figura 7.23).

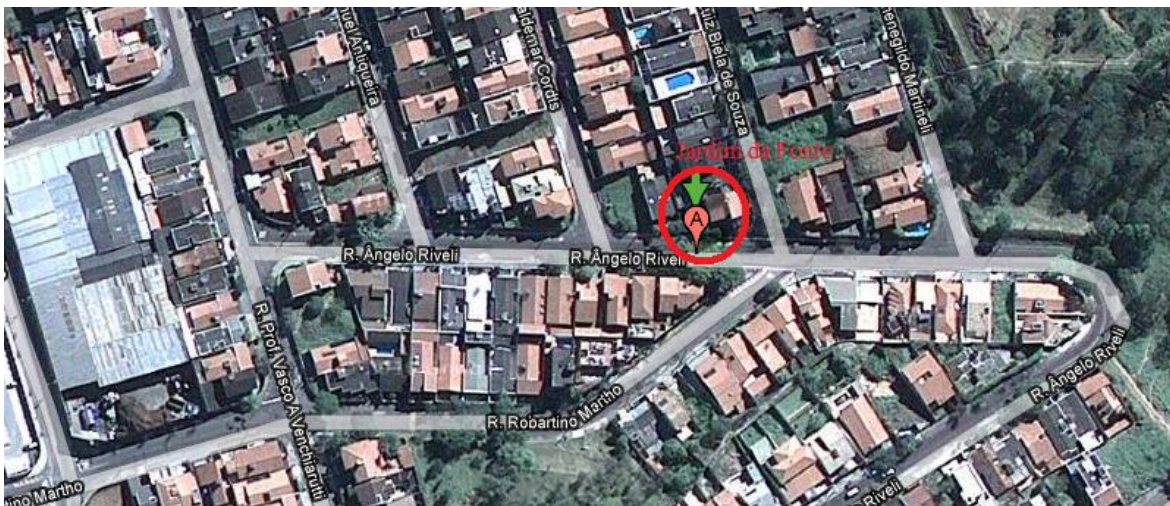


Figura 7.22: Foto aérea da Estação Elevatória Jardim da Fonte (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Jardim da Fonte abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 10 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaBlock 32-200.



Figura 7.23: Vista externa de Estação Elevatória Jardim da Fonte (Arquivo Pessoal)

7.3.2.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.24, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

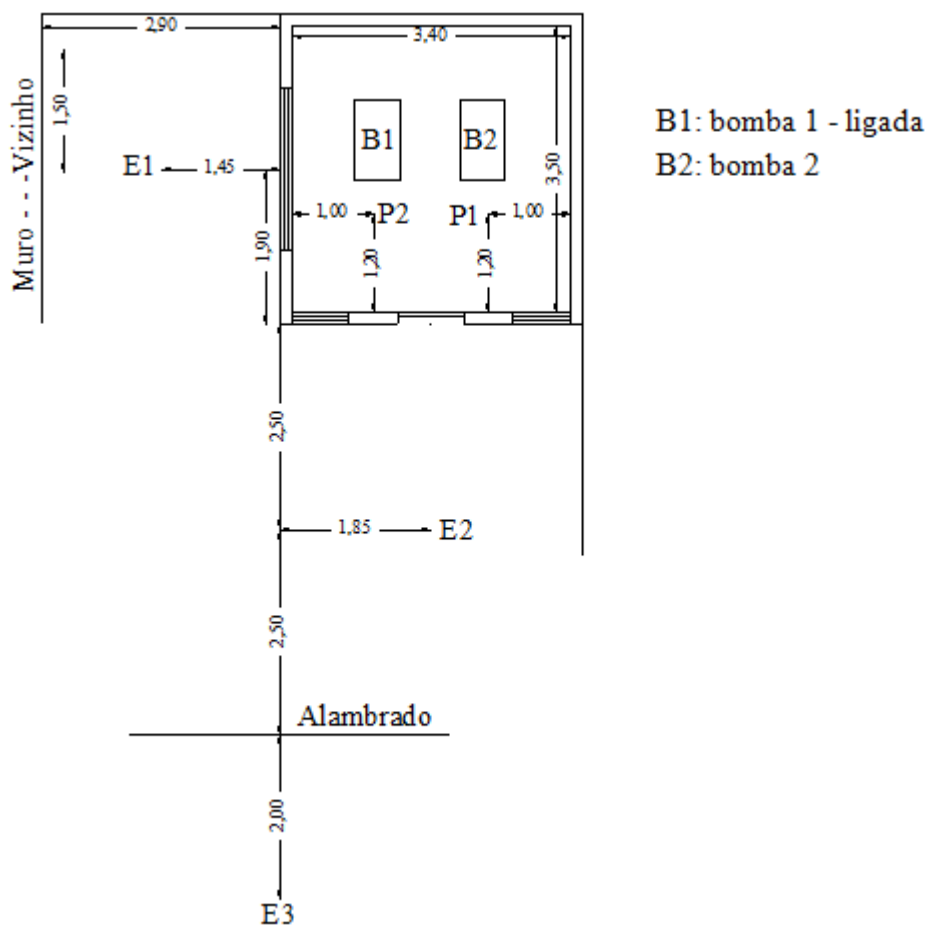


Figura 7.24: Localização dos pontos de Medição da Estação Jardim da Fonte

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.25, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.6.

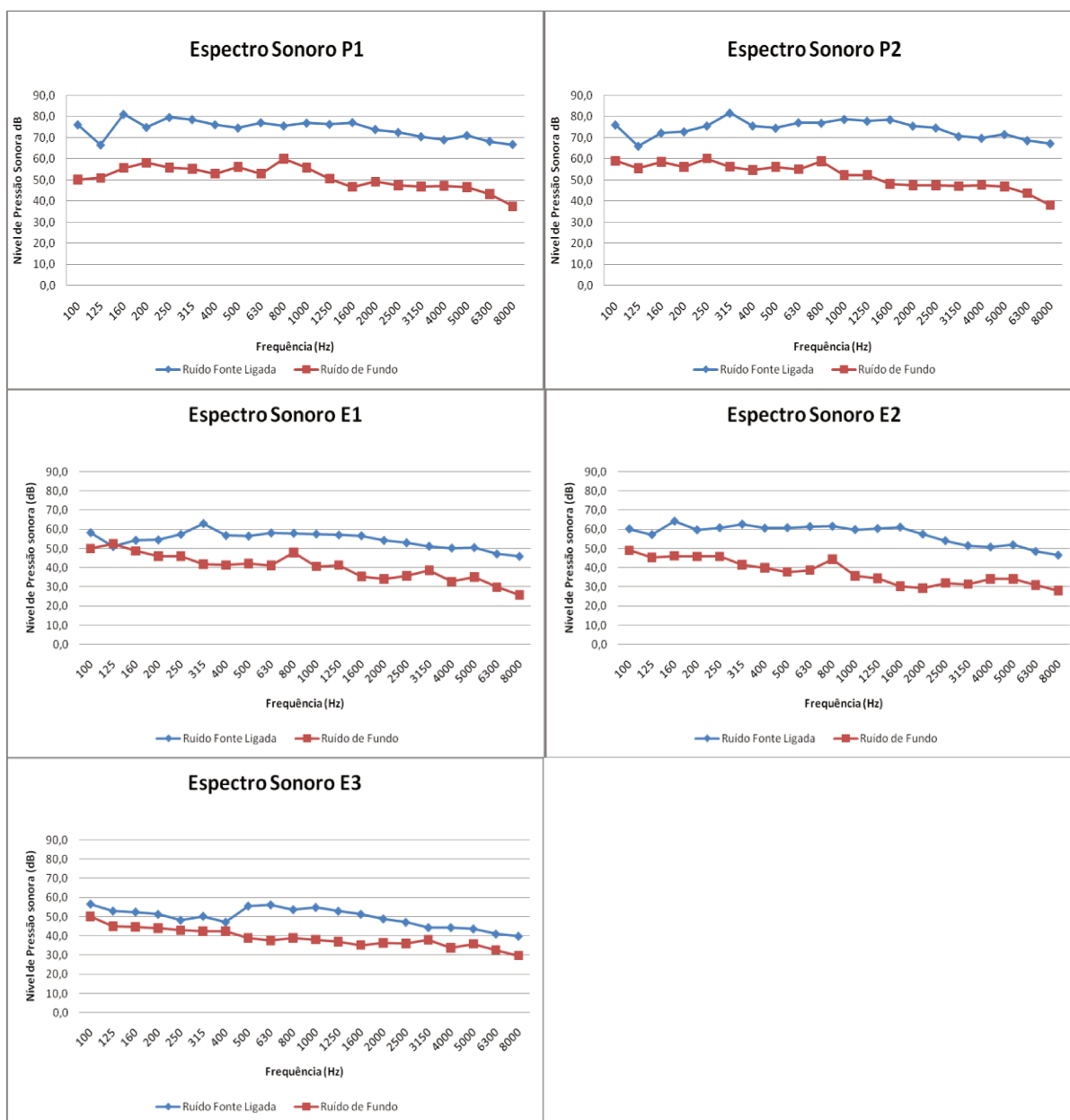


Figura 7.25: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Jardim da fonte

As medições realizadas na estação Jardim da Fonte apresentaram o ruído de fundo externo a estação de 36,1 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio foi de 72,9 dB(A), com a fonte ligada. Externamente a edificação, o nível de pressão sonora obtido foi de 53,1 dB(A) no ponto E1, 56,1 dB(A) no ponto E2 e 48,7 dB (A) no ponto E3.

Analisando os resultados, nota-se que o maior nível de pressão sonora externo à edificação ocorre no ponto E1, que está diante da maior abertura da estação. Este ponto (E1) também é o ponto mais próximo do primeiro vizinho, estando apenas a 1,50m do muro que separa o limite da estação com o vizinho. Este muro tem apenas 1,50m de altura. Como consequência dessas distâncias, o impacto sonoro desta estação na vizinhança é o objeto de preocupação. O valor do nível de pressão sonora global em dB (A) neste ponto (53,1 dB (A)) não está adequado para uma área estritamente residencial segundo a norma NBR 10151/2000. (ABNT), pois são maiores que o limite de 45 dB (A) para período noturno e de 50 dB (A) para período diurno.

A estação Jardim da Fonte, cuja abertura localiza-se diante do vizinho mais próximo e o muro de separação da estação com o vizinho é baixo, torna-se um potencial foco de reclamação devido ao ruído gerado pelos motores e bombas. Uma estratégia que poderia ser aplicada nesse caso é de localizar a abertura na mesma parede junto à porta na fachada e defronte a via, além de tratá-la adequadamente. Outra estratégia é aumentar a altura dos muros laterais a fim de servirem como barreiras sonoras e atenuando o ruído que chega a residência vizinha.

7.3.3 Comparativo entre as Estações de 10 CV

Ao se comparar a estação Recanto da Prata e a estação Jardim da Fonte, nota-se que o sistema construtivo de ambas é similar, tendo sido empregados os mesmos materiais construtivos e dimensões semelhantes. O espectro sonoro das fontes, internamente às estações, não apresenta picos de níveis de pressão sonora em função da frequência. O nível de pressão sonora global interno do Jardim da Fonte é ligeiramente maior que o nível da estação Recanto da Prata.

O impacto sonoro da estação Jardim da Fonte é maior do que o impacto gerado pela estação Recanto da Prata devido a proximidade da mesma aos vizinhos o que a torna potencialmente passível de reclamação devido ao ruído gerado.

7.4 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 15 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, cinco delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 15 CV. São elas: Malota, Copacabana, Tulipa, Marambaia e Reserva da Serra.

7.4.1 Estação Malota

7.4.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Malota está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.26, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Dr. Wellington Barbosa Martins, s/n – Malota). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A cobertura é uma laje de concreto com espessura de 12 cm. A estação apresenta pé-direito de 3,50m. A única abertura da estação é uma porta metálica com respiro de dimensões 0,80 x 1,80m (figura 7.27).



Figura 7.26: Foto aérea da Estação Elevatória Malota (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Malota abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 15 CV de potência e as bombas são da marca KSB do tipo Megablock 40-160R. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.27: Vista externa de Estação Elevatória Malota (Arquivo Pessoal)

7.4.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.28, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

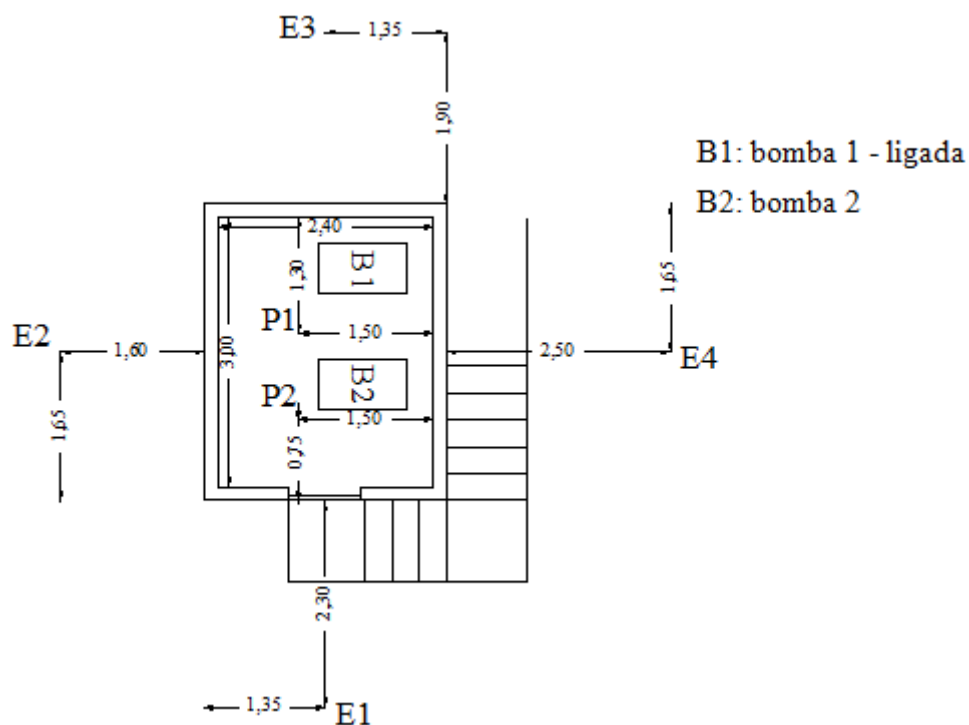


Figura 7.28: Localização dos pontos de Medição da Estação Malota

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.29, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.7.



Figura 7.29: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Malota

A estação Malota apresentou internamente o nível de pressão sonora global médio de 68,9 dB (A), com a fontes ligada. Externamente a edificação, o ruído de fundo encontrado foi de 32,0 dB (A). Com a fontes ligada, o nível de pressão sonora foi de 43,0 dB (A) no ponto E1, no ponto E2 foi de 37,6 dB (A), no ponto E3 foi de 37,9 dB (A) e no ponto E4 foi de 48,3 dB (A).

Os pontos de medição localizados diante da porta e na lateral da estação junto à escada apresentaram níveis de pressão sonora global maiores que os demais, reflexo do fato da abertura reduzir drasticamente o isolamento acústico de uma edificação. A existência da pequena escada que dá acesso ao interior da estação gerou reflexões das ondas sonoras na direção do ponto E4 o que gerou uma elevação do nível de pressão sonora em relação às demais, inclusive em relação ao ponto diante da porta (E1). O fato da estação estar semi-enterrada fez com que o ponto E1 recebesse o ruído atenuado.

O maior valor do nível de pressão sonora em dB (A) externo à estação ocorreu no ponto E4, cujo valor de 48,3 dB (A) é considerado não aceitável para uma área estritamente residencial conforme a norma NBR 10151/2000 (ABNT), pois é superior ao limite de 45 dB (A) para período noturno. Como a estação se localiza numa praça em meio as vias de tráfego, apesar de o ruído ultrapassar os limites aceitáveis pela norma para o ruído noturno, ela não é motivo de reclamações devido ao ruído gerado, pois está relativamente distante dos vizinhos.

7.4.2 Estação Tulipa

7.4.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Tulipa está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.30, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua 16, s/n – Tulipa). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de cerca de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A cobertura é formada por telhas de fibrocimento e laje de concreto de 12cm de espessura. Apresenta três aberturas, uma porta metálica de 1,00 x 2,10m e duas janelas metálicas de dimensões 1,20 x 0,80 m e 0,80 x 0,60 m que ficam permanentemente abertas (figura 7.31).

7.4.2.2 Resultados e análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.32, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

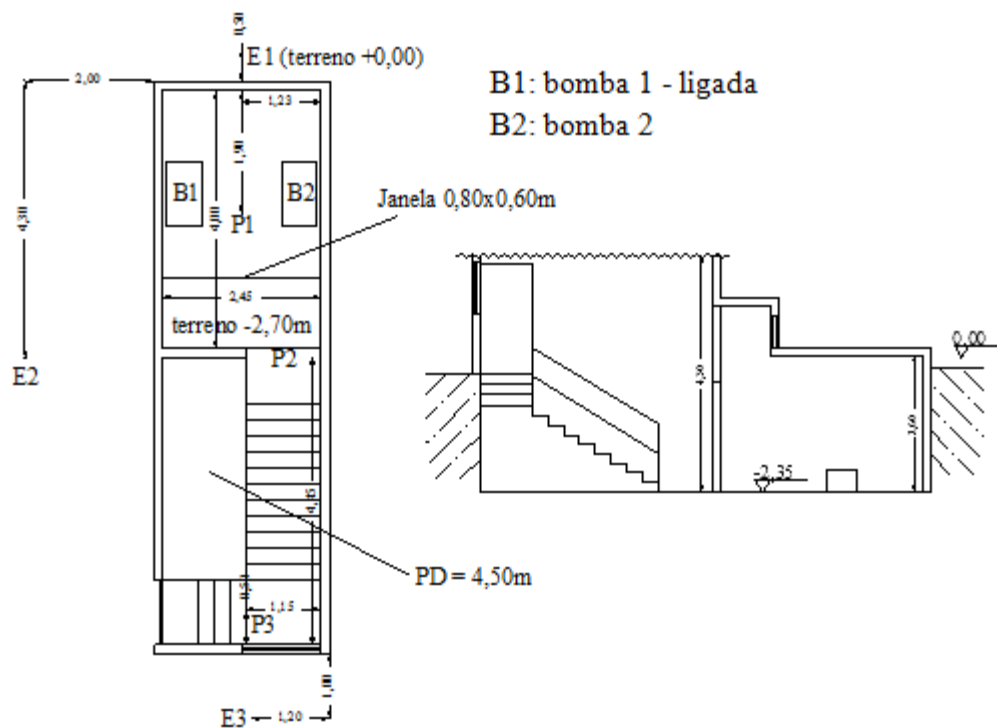


Figura 7.32: Localização dos pontos de Medição da Estação Tulipa

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.33, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.8.

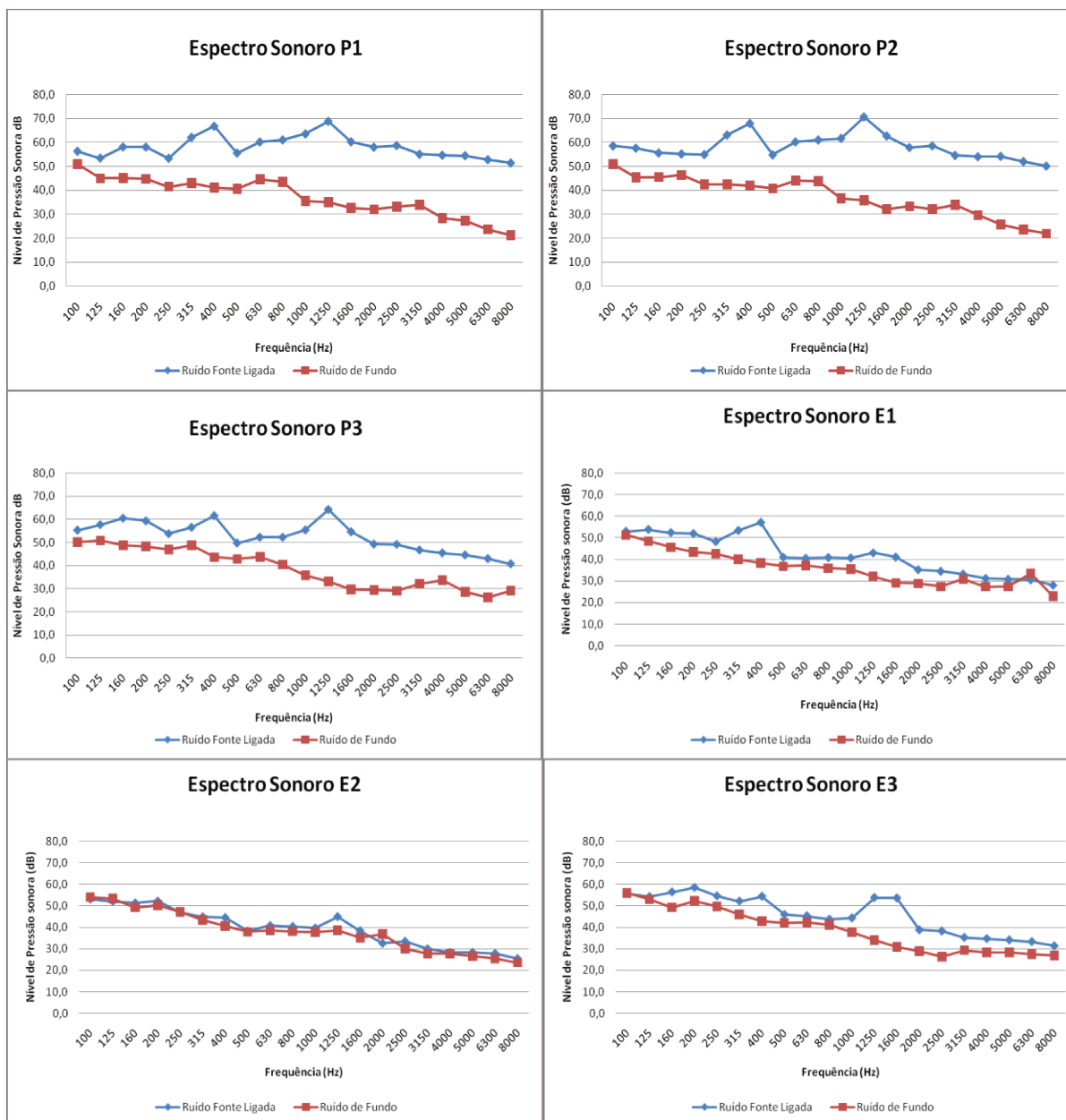


Figura 7.33: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Tulipa

As medições realizadas na estação Tulipa apresentaram o ruído de fundo externo a estação de 35,5 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada foi de 57,7 dB (A). Externamente a edificação, o nível de pressão sonora foram de 41,7 dB(A) para o ponto E1, 37,6 dB(A) para o ponto E2 e 46,1 dB (A) para o ponto E3. O espectro sonoro interno apresentou picos de níveis de pressão sonora na

frequência 400 Hz e 1250 Hz, e o comportamento desse espectro foi similar em todos os pontos internos.

A estação Tulipa apresenta uma configuração construtiva diferente das demais. Ela possui uma câmara enterrada na qual se localizam os motores e bombas da estação (figura 7.32). Os resultados dos níveis sonoros demonstraram que, apesar das aberturas, o nível de pressão sonora externo à estação é atenuado pelo sistema construtivo enterrado. Nesse caso também a estação se localiza distante dos vizinhos mais próximos. A atenuação pela distância aliado ao tipo de sistema construtivo faz com que a estação não seja alvo de reclamações devido ao ruído gerado pelas bombas e motores. De acordo com a norma NBR 10151/2000 (ABNT), a estação se adequa aos limites recomendados, exceto no ponto E3, ligeiramente maior que o limite de 45 dB (A) para período noturno.

7.4.3 Estação Copacabana

7.4.3.1 Descrição da estação elevatória

A estação Copacabana está localizada em área residencial densa, conforme figura 7.34, próxima a via de trânsito de veículos moderada (Rua Antero Pereira Alencar, 89 – Jd. Copacabana). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A cobertura é uma laje de concreto com espessura de 12 cm. Apresenta duas aberturas, uma porta de madeira de dimensões 0,80 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 0,50 x 0,50m permanentemente aberta ao lado da porta (figura 7.35).



Figura 7.34: Foto aérea da Estação Elevatória Copacabana (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Copacabana abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca KOHLBACH de 15 CV de potência e as bombas são da marca KSB do tipo WK 65/7. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.35: Vista externa de Estação Elevatória Copacabana (Arquivo Pessoal)

7.4.1.2 Resultados e análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.36, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

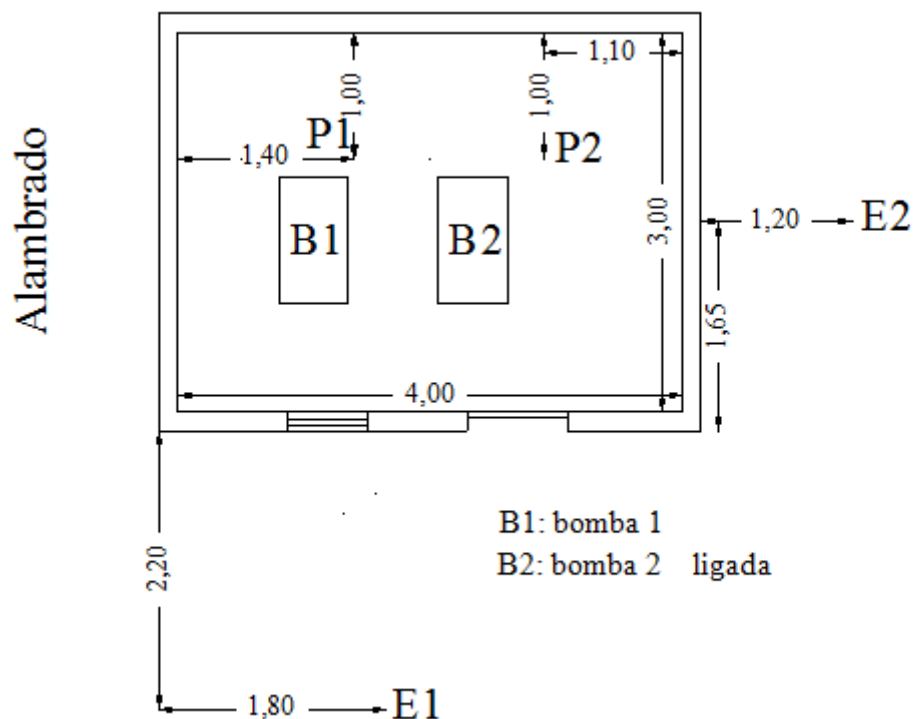


Figura 7.36: Localização dos pontos de Medição da Estação Copacabana

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.37, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.9.

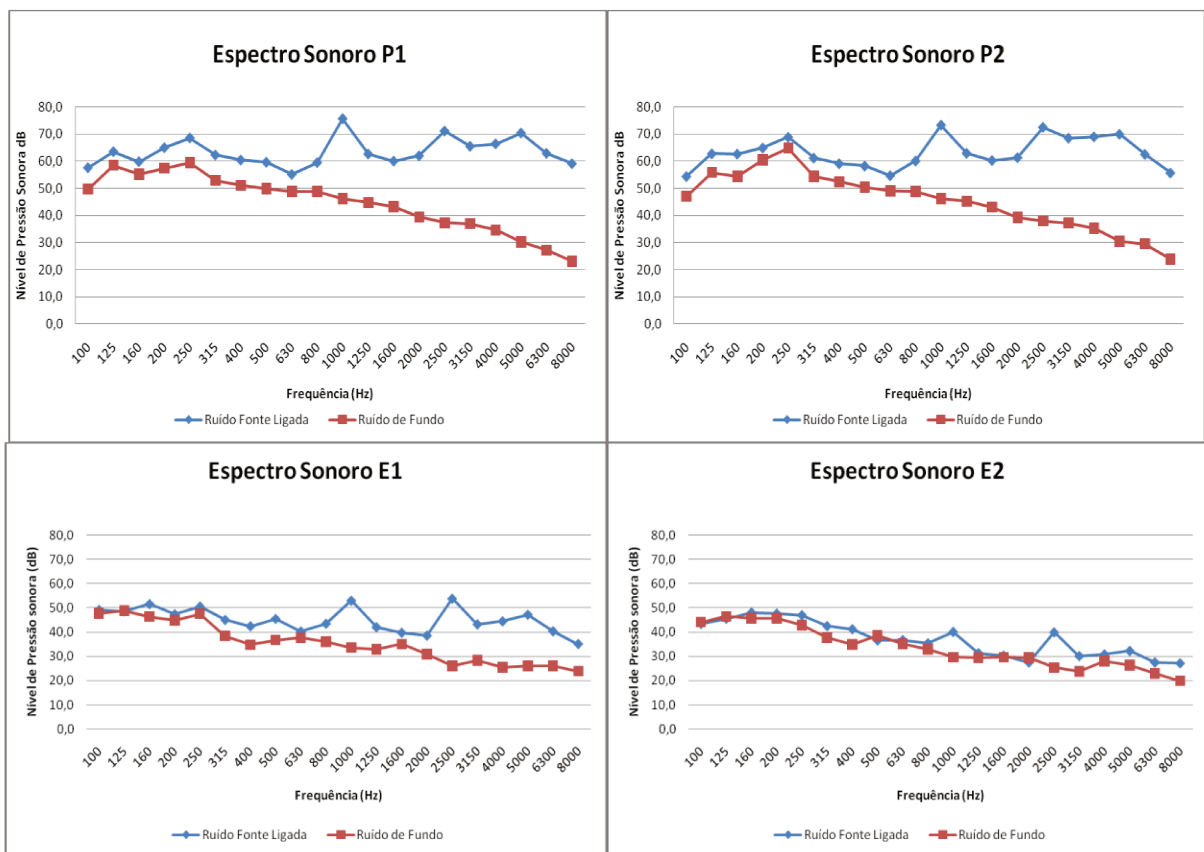


Figura 7.37: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Copacabana

As medições realizadas na estação Copacabana apresentaram o ruído de fundo externo a estação de 31,4 dB (A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada foi de 65,8 dB (A). Externamente a edificação, os níveis de pressão sonora globais obtidos com as fontes ligadas foram 45,3 dB(A) para o ponto E1 e 34,5 dB(A) para o ponto E2. O espectro sonoro interno da estação é semelhante nos dois pontos internos, apresentando picos de níveis de pressão sonora nas frequências 1000Hz e 2500 Hz.

Analisando os resultados nota-se que o maior de nível de pressão sonora externo à edificação, está diante das aberturas, na fachada junto à via. Mesmo com as aberturas, os valores dos níveis de pressão sonora em dB (A) estão dentro do adequado, tendo em vista, nesse caso, que a estação está localizada em área mista, predominantemente residencial,

sendo inferiores ao limite de 50 dB (A) para período noturno e 55 dB (A) para período diurno, segundo a norma NBR 10151/2000 (ABNT).

7.4.4 Estação Marambaia

7.4.4.1 Descrição da estação elevatória

A estação Marambaia está localizada em área residencial não muito densa (mas com previsão de ocupação densa), conforme figura 7.38, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Seis, 160 – Jd. Marambaia). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de cerca de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A cobertura é feita com uma laje de concreto de 12cm de espessura recoberta com telha de fibrocimento. A estação possui pé-direito de 3,00m. Apresenta duas aberturas, uma porta metálica de dimensões 1,10 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 2,00 x 1,00 m que fica permanentemente aberta (figura 7.39).



Figura 7.38: Foto aérea da Estação Elevatória Marambaia (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Marambaia abriga dois conjuntos de motores e bombas, sendo motores da marca WEG de 15 CV de potência e as bombas da marca KSB tipo Meganorm 65-315. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.39: Vista externa de Estação Elevatória Marambaia (Arquivo Pessoal)

7.4.4.2 Resultados e análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.40, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

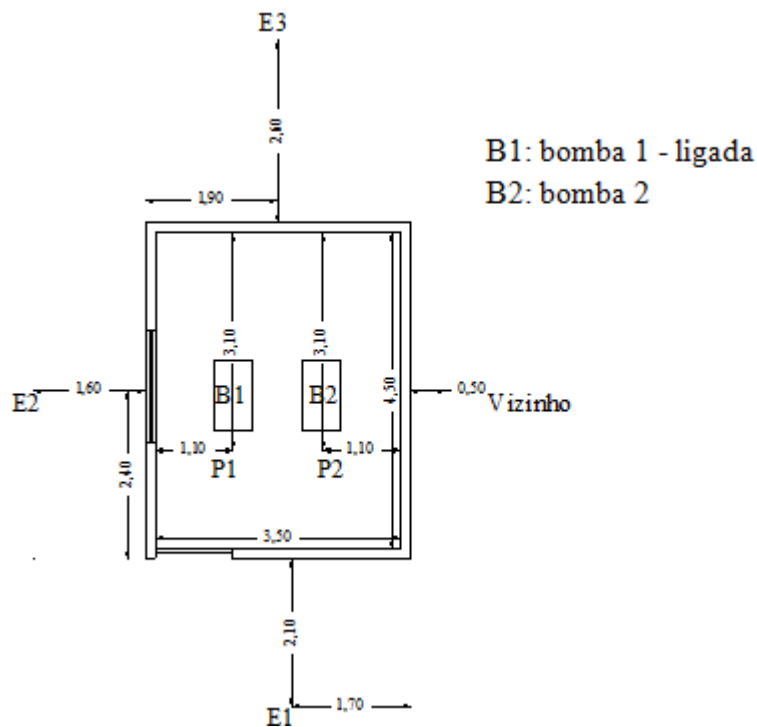


Figura 7.40: Localização dos pontos de Medição da Estação Marambaia

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.41, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.10.

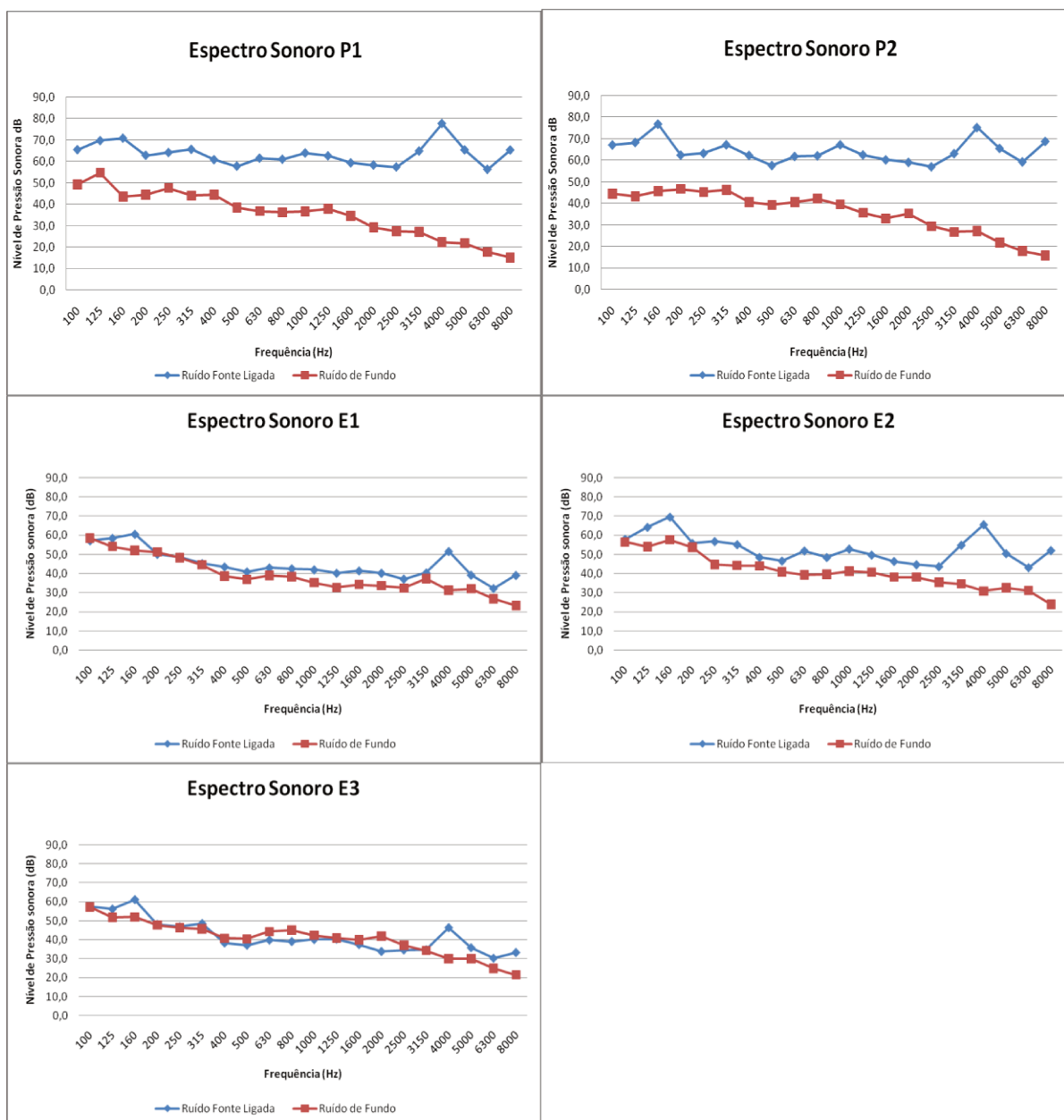


Figura 7.41: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Marambaia

As medições realizadas na estação Marambaia apresentaram o ruído de fundo externo a estação de 37,5 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global com a fonte ligada foi de 65,3 dB(A). Externamente a edificação, os níveis de pressão sonora globais com a fonte ligada foram no ponto E1 de 42,7 dB(A), no ponto E2 de 54,5 dB(A) e no ponto E3 de 39,8 dB (A).

A estação Marambaia está localizada próxima a residências. A abertura principal (janela) está no lado de um dos vizinhos e foi escolhido o ponto de medição E2 nesta fachada. Nesse ponto observa-se maior nível de pressão sonora global externo igual a 54,5 dB(A). De acordo com a norma NBR 10151/2000 (ABNT), os limites de ruído para uma área estritamente residencial é de 45 dB (A) para período noturno e de 50 dB (A) para período diurno. Com base nesse critério, a estação Marambaia não está de acordo com o nível aceitável em relação aos níveis de ruído gerados pelos motores e bombas, sendo potencialmente um foco de reclamação dos moradores do seu entorno devido ao ruído. Uma estratégia para minimizar este impacto sonoro seria alterar a abertura para a parede junto à porta na fachada e defronte a via. Outra estratégia é a construção de muros laterais a fim de servirem como barreiras sonoras e atenuando o ruído que chega a residência vizinha.

7.4.5 Estação Reserva da Serra

7.4.5.1 Descrição da estação elevatória

A estação Reserva da Serra está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.42, próxima a via de trânsito de veículos leve (Condomínio Reserva da Serra). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura. A cobertura é uma laje de concreto com espessura de 12 cm. A estação apresenta pé-direito de 3,15m. Apresenta uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m e duas janelas metálicas de dimensões 0,80 x 0,60m que ficam permanentemente abertas (figura 7.43).



Figura 7.42: Foto aérea da Estação Elevatória Reserva da Serra (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Reserva da Serra abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 15 CV de potência e as bombas são da marca Mark DJ 11. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.43: Vista externa de Estação Elevatória Reserva da Serra (Arquivo Pessoal)

7.4.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.44 sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

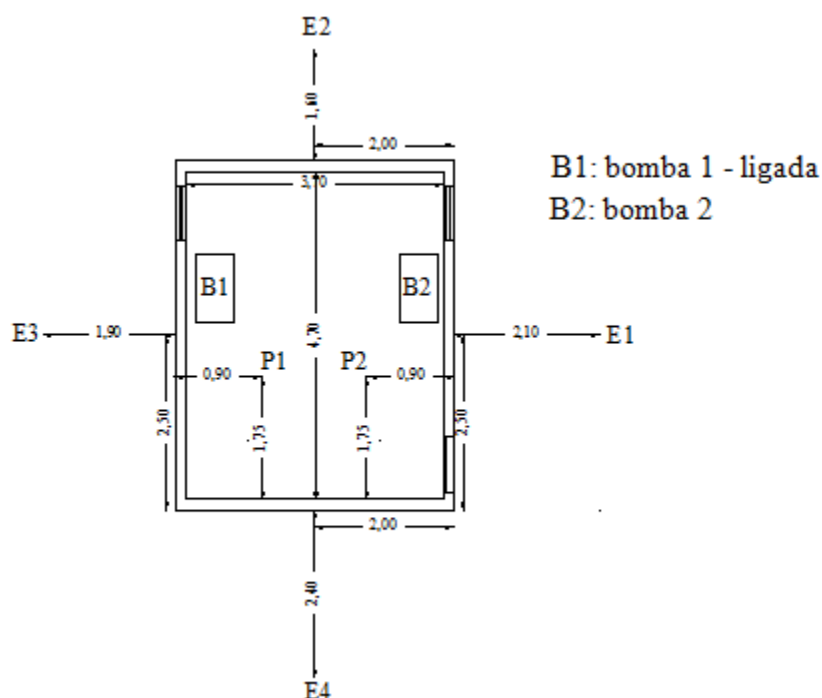


Figura 7.44: Localização dos pontos de Medição da Estação Reserva da Serra

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.45, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.11.



Figura 7.45: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Reserva da Serra

As medições realizadas na estação Reserva da Serra apresentaram ruído de fundo externo a estação de 29,4 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada foi de 67,6 dB (A). Com a fonte ligada, externamente a edificação, os níveis de pressão sonora foram de 41,5 dB(A) no ponto E1, de 34,2 dB(A) no ponto E2, de 41,5 dB(A) no ponto E3 e de 31,5 dB(A) no ponto E4. Os espectros sonoros

interno não apresentam picos níveis de pressão sonora em nenhuma das frequências, sendo semelhantes nos dois pontos internos.

Os resultados demonstram que nos pontos E1 e E3, o espectro sonoro externo se repete pela similaridade das áreas de abertura, sendo os níveis de ruído nas faces com abertura mais elevados do que nas demais. O ruído gerado pela estação está dentro da aceitabilidade da norma NBR 10151/2000 (ABNT), pois é menor que 45 dB (A) para áreas estritamente residenciais à noite. Nesse caso também a grande distância entre a estação e os moradores faz com que o ruído da estação seja mascarado pelo ruído ambiental do local.

7.4.6 Comparativo entre as Estações de 15CV

As cinco estações desse grupo podem ser divididas em dois tipos de sistemas construtivos. As estações Malota e Tulipa que utilizaram a estratégia de enterrar a estação elevatória ou parte dela pertencem a um subgrupo, enquanto as demais, Marambaia, Reserva da Serra e Copacabana a um segundo subgrupo.

A estratégia de se utilizar de uma câmara subterrânea para isolar motores e bombas, revelou uma boa estratégia refletida no desempenho de isolamento. As medições revelaram que quando essa estratégia foi utilizada, o ruído das bombas e motores praticamente não interferiu no ruído de fundo, e se interferiu, ainda assim fez com que os níveis sonoros ficassem dentro do limite das normas brasileiras para a aceitabilidade do ruído na comunidade.

Ao se analisar o subgrupo das estações cujos sistemas construtivos não são enterrados, notou-se a pouca preocupação em posicionar as aberturas em fachadas que não possuem vizinhos. O impacto sonoro gerado pelas estações se deu muitas vezes pelo posicionamento das aberturas em locais inadequados e também pela falta de isolamento do terreno, como a construção de muros de blocos de cimento, numa altura adequada, para atuarem como barreiras sonoras e beneficiarem o isolamento acústico da estação elevatória.

Dessa análise é possível extrair que uma das maneiras de se atenuar o ruído seria, ao se projetar uma estação de bombeamento de água, tentar usar a menor área necessária de abertura para a ventilação das bombas e motores, localizar as aberturas na fachada defronte a via e aproveitar da atenuação do ruído que a distância possa proporcionar. Outra possibilidade seria tratar as aberturas acusticamente, como com o uso de silenciadores, que não foi visto em nenhum dos casos estudados.

Quanto às medições observou-se ainda que os ruídos gerado internamente nas estações foram similares entre si variando entre 65,3 dB(A) e 68,9 dB(A), exceto a estação Tulipa que apresentou um nível de pressão sonora interno global de 57,7 dB(A). A explicação dessa diferença se deve possivelmente a alguma modificação na fonte sonora sujeita à manutenção recente.

7.5 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 20 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 20 CV. São elas: Almerinda Chaves e Araucárias.

7.5.1 Estação Almerinda Chaves

7.5.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Almerinda Chaves está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.46, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Geraldina R. Pereira, lt18 – Almerinda Chaves). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,20m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm

coberta com telha fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 1,20 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 1,80 x 1,20m (figura 7.47).



Figura 7.46: Foto aérea da Estação Elevatória Almerinda Chaves (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Almerinda Chaves abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 20 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm Bloc 65-125. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.47: Vista externa de Estação Elevatória Almerinda Chaves (Arquivo Pessoal)

7.5.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.48, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

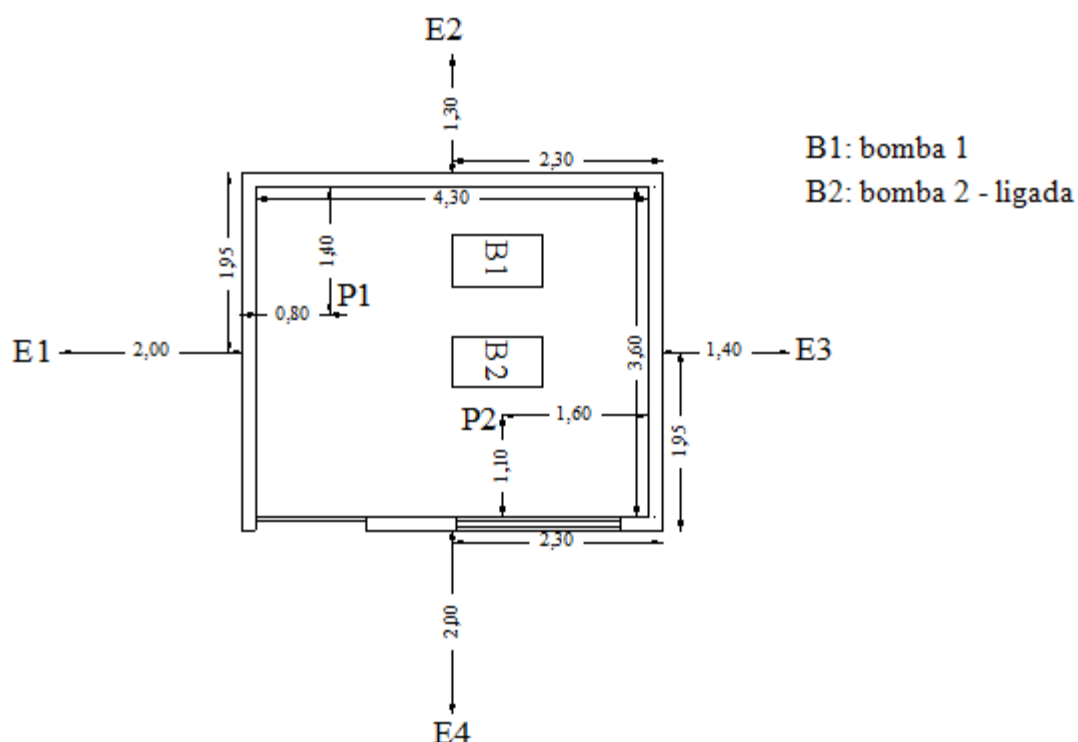


Figura 7.48: Localização dos pontos de Medição da Estação Almerinda Chaves

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.49, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram no Apêndice A, tabela A.12.

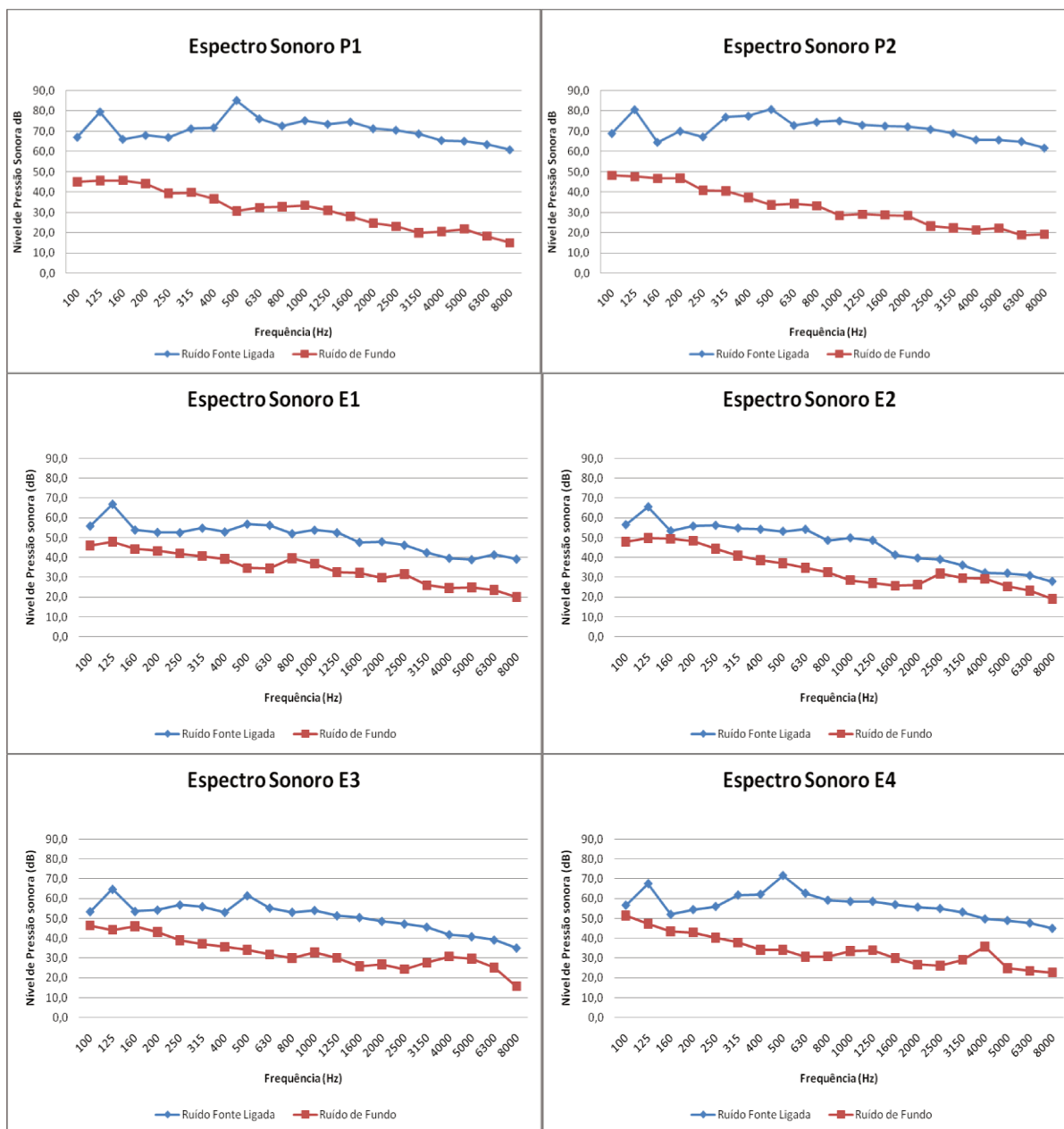


Figura 7.49: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Almerinda Chaves

As medições realizadas na estação Almerinda Chaves indicaram o ruído de fundo externo a estação de 30,9 dB(A). Internamente à edificação, com a fonte ligada, o nível de pressão sonora médio global foi de 71,3 dB(A). Externamente a edificação, com a fonte ligada, os níveis de pressão sonora foram de 48,6 dB(A) no ponto E1, de 45,9 dB(A) no

ponto E2, de 49,8 dB(A) no ponto E3 e de 57,7 no ponto E4. O espectro sonoro interno da estação é semelhante nos dois pontos internos.

As medições revelaram que o maior impacto sonoro ocorre na fachada na qual estão as aberturas, cujo nível de pressão sonora global medido foi de 57,7 dB(A) no ponto E4. As laterais onde se situam os pontos E1 e E3 possuem vizinhos. Os valores dos níveis de pressão sonora globais em dB (A) em todos os pontos externos ultrapassam os limites de aceitabilidade recomendado, tendo em vista que a estação está localizada em área estritamente residencial densamente ocupada e foram superiores aos 45 dB(A) indicados para o período noturno, segundo a norma NBR 10151/2000 (ABNT). Nesse caso, há a necessidade de tratamento das aberturas para minimizar o ruído gerado pela estação.

7.5.2 Estação Araucárias

7.5.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Araucárias está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.50 e próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua 4, s/n – Araucárias). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,40 m. A cobertura é composta de telha fibrocimento e laje de concreto de 12 cm de espessura. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 1,00 x 2,10m e duas janelas metálicas de dimensões 1,20 x 1,80m (figura 7.51).



Figura 7.50: Foto aérea da Estação Elevatória Araucárias (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Araucárias abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 20 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm Bloc 65-125.



Figura 7.51: Vista externa de Estação Elevatória Araucárias (Arquivo Pessoal)

7.5.2.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.52, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

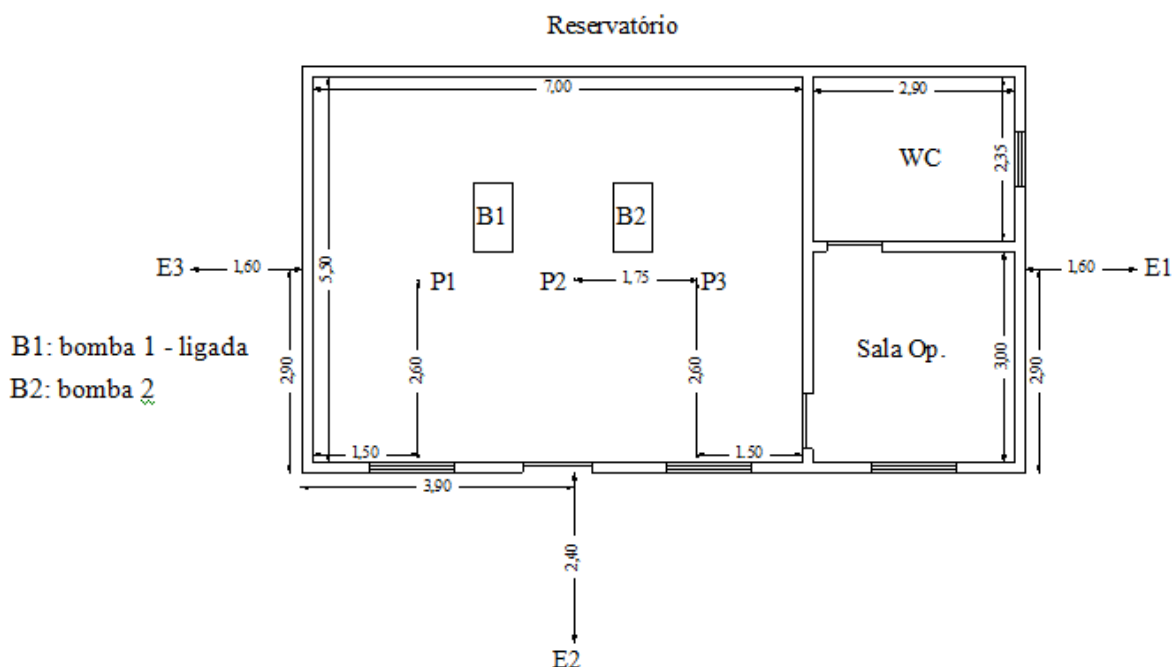


Figura 7.52: Localização dos pontos de Medição da Estação Araucárias

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.53, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.13, localizada no Apêndice A.

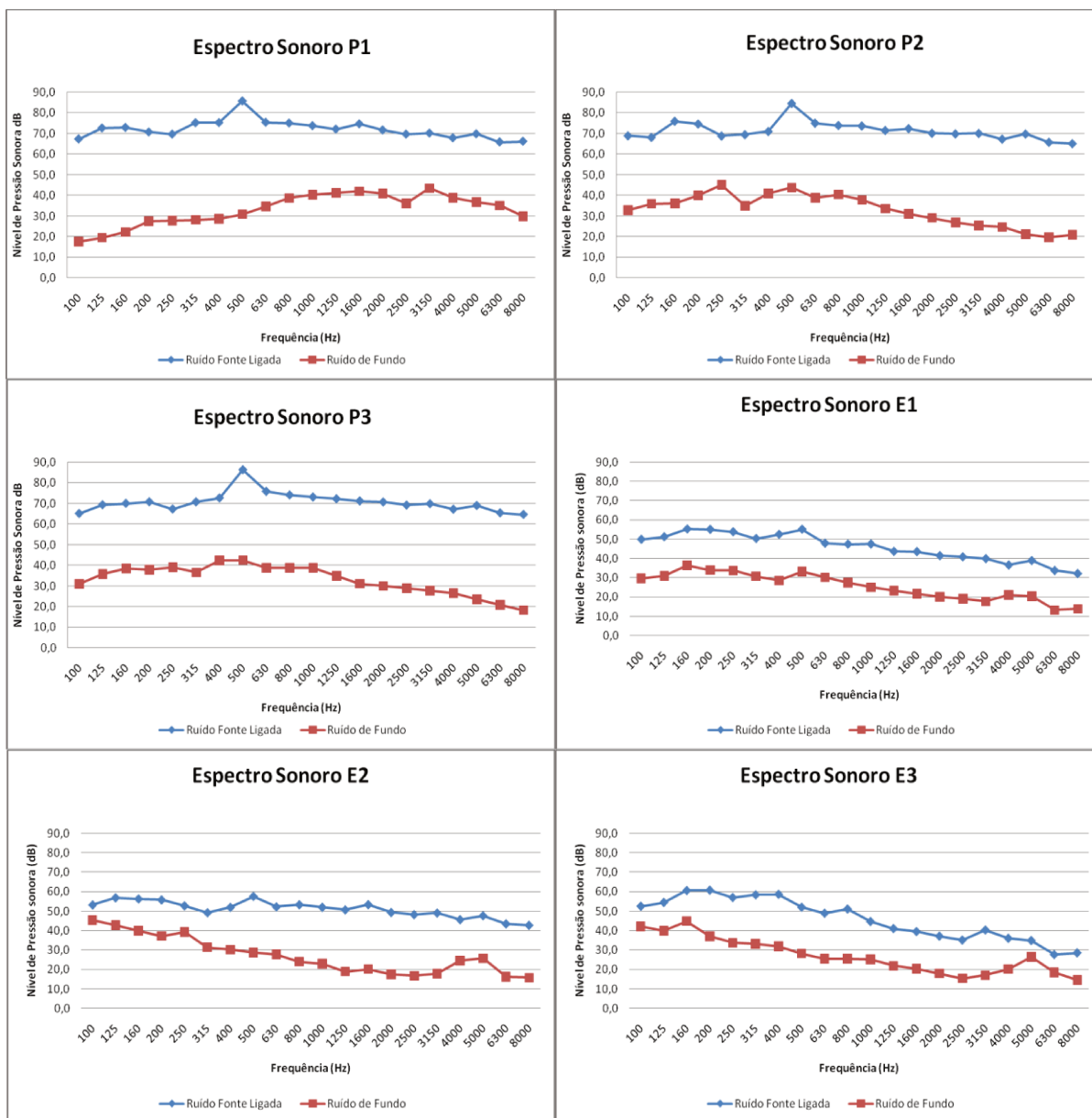


Figura 7.53: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Araucárias

As medições realizadas na estação Araucárias apresentaram ruído de fundo externo de 23,8 dB (A). Internamente à edificação, com a fonte ligada, o nível de pressão sonora global médio foi de 72,2 dB(A). Externamente a edificação, com a fonte ligada, os níveis de pressão sonora globais foram de 44,0 dB(A) no ponto E1, de 48,8 dB(A) no ponto E2 e de 46,1 dB (A) no ponto E3.

O ponto E2 foi escolhido para estar diante das aberturas principais (janelas e porta) e os resultados indicaram nesse ponto o maior nível de pressão sonora medido externamente. O isolamento sonoro da estação se beneficia de duas estratégias, a implantação da estação abaixo do nível da via e a distância relativa às residências vizinhas. Nos pontos medidos, os níveis de ruído estão próximos ao aceitável, de acordo com a NBR 10151/2000 (ABNT) e a estação não gera reclamações na vizinhança.

7.5.3 Comparativo entre as Estações de 20 CV

Ao se comparar os resultados das estações Almerinda Chaves e Araucárias, notou-se que os níveis de pressão sonora médios globais interno às estações são semelhantes e que, portanto, bombas e motores de mesma potência, geram níveis de ruídos similares se estão em mesmas condições de uso e manutenção.

O sistema construtivo emprega em ambas estações os mesmos materiais construtivos, porém as dimensões são diferentes. A estação Almerinda Chaves gera maior impacto na comunidade pois está próxima dos vizinhos, podendo ser alvo de reclamações. Diferentemente, a estação Araucárias tem um desempenho de isolamento acústico melhor. A estação fica bem abaixo do nível do solo e relativamente distante de moradores próximos, tendo, portanto, um desempenho de isolamento acústico melhor do que a estação Almerinda Chaves. A implantação da estação elevatória no terreno tem grande importância no impacto que o ruído gerado por ela tem na comunidade. Estratégias como localizar a estação no centro do terreno pode beneficiar a atenuação do ruído gerado pela distância.

7.6 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 25 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 25 CV. São elas: Fazenda Grande Residencial e Josefina.

7.6.1 Estação Fazenda Grande Residencial

7.6.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Fazenda Grande Residencial está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.54, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Fioravante Leonardi, 11 – Fazenda Grande). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e piso cerâmico. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura, azulejo $\frac{1}{2}$ parede e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 4,00m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm coberta com telha fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m e dez janelas metálicas de dimensões 2,80 x 0,35m (figura 7.55).



Figura 7.54: Foto aérea da Estação Elevatória Fazenda Grande Residencial (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Fazenda Grande Residencial abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 25 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 125-250. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.55: Vista externa de Estação Elevatória Fazenda Grande Residencial (Arquivo Pessoal)

7.5.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.56, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

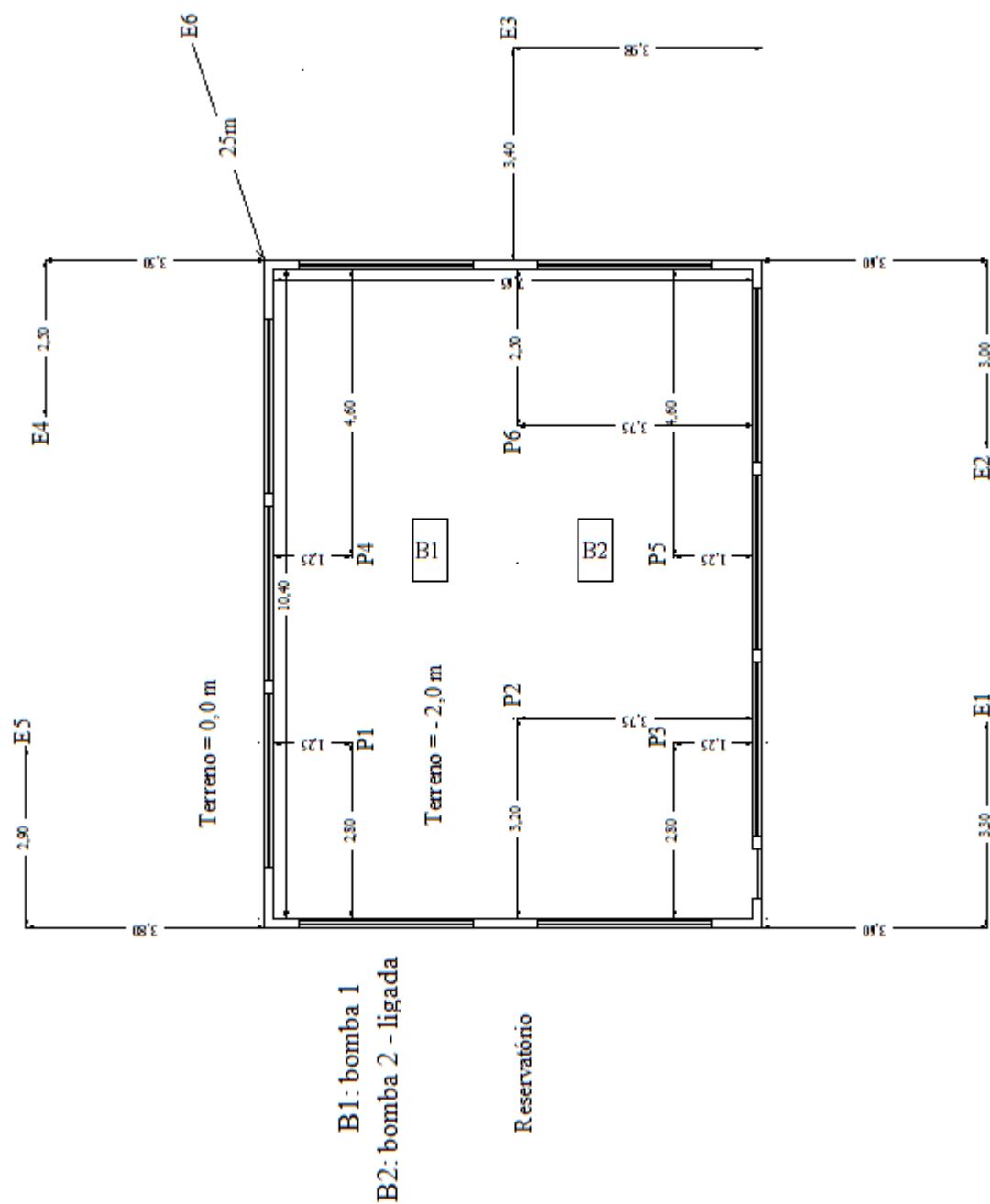


Figura 7.56: Localização dos pontos de Medição da Estação Fazenda Grande Residencial

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos das figuras 7.57 e 7.58, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em

vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.14, localizada no Apêndice A.

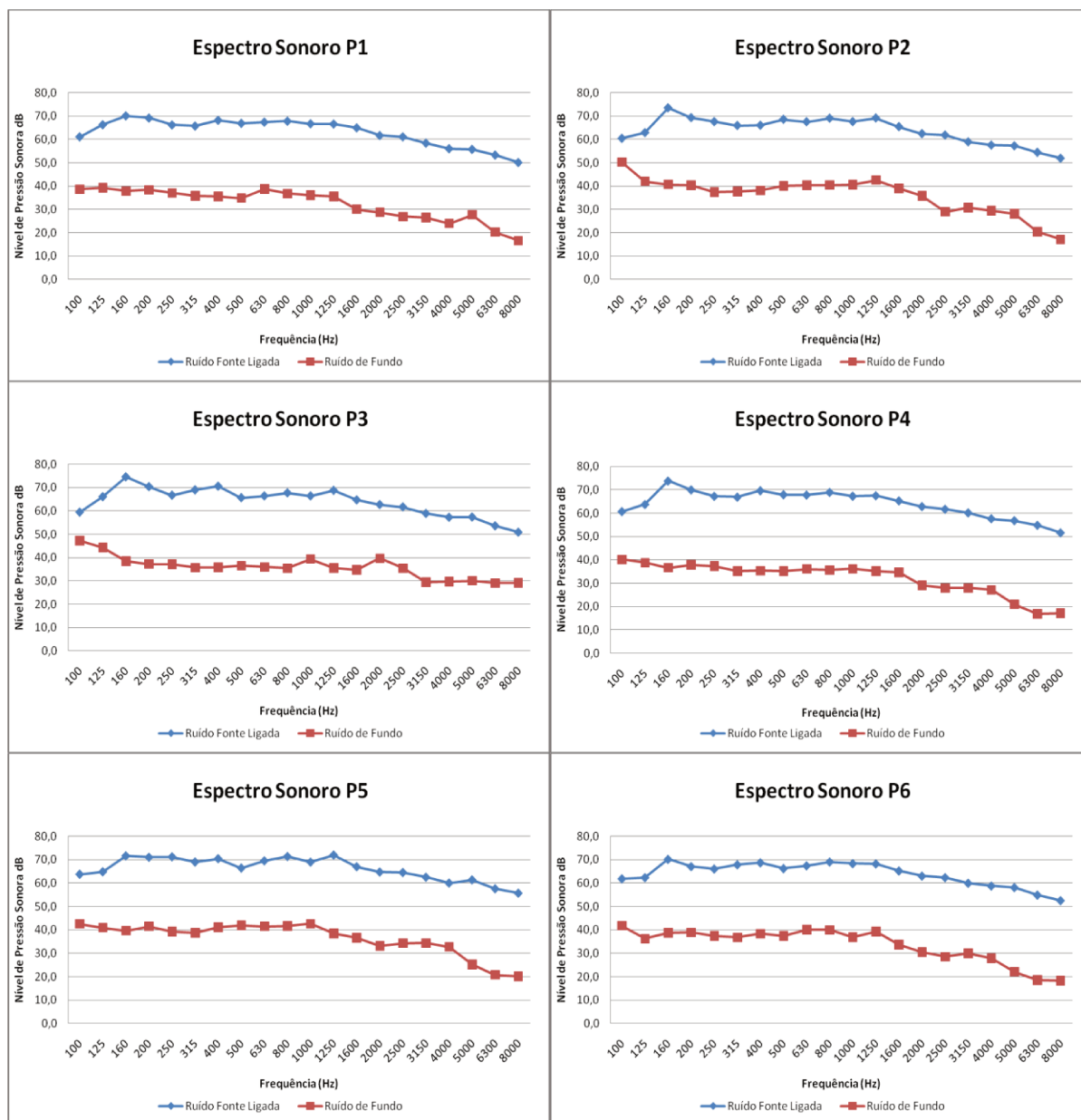


Figura 7.57: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Internos
– Fazenda Grande Residencial

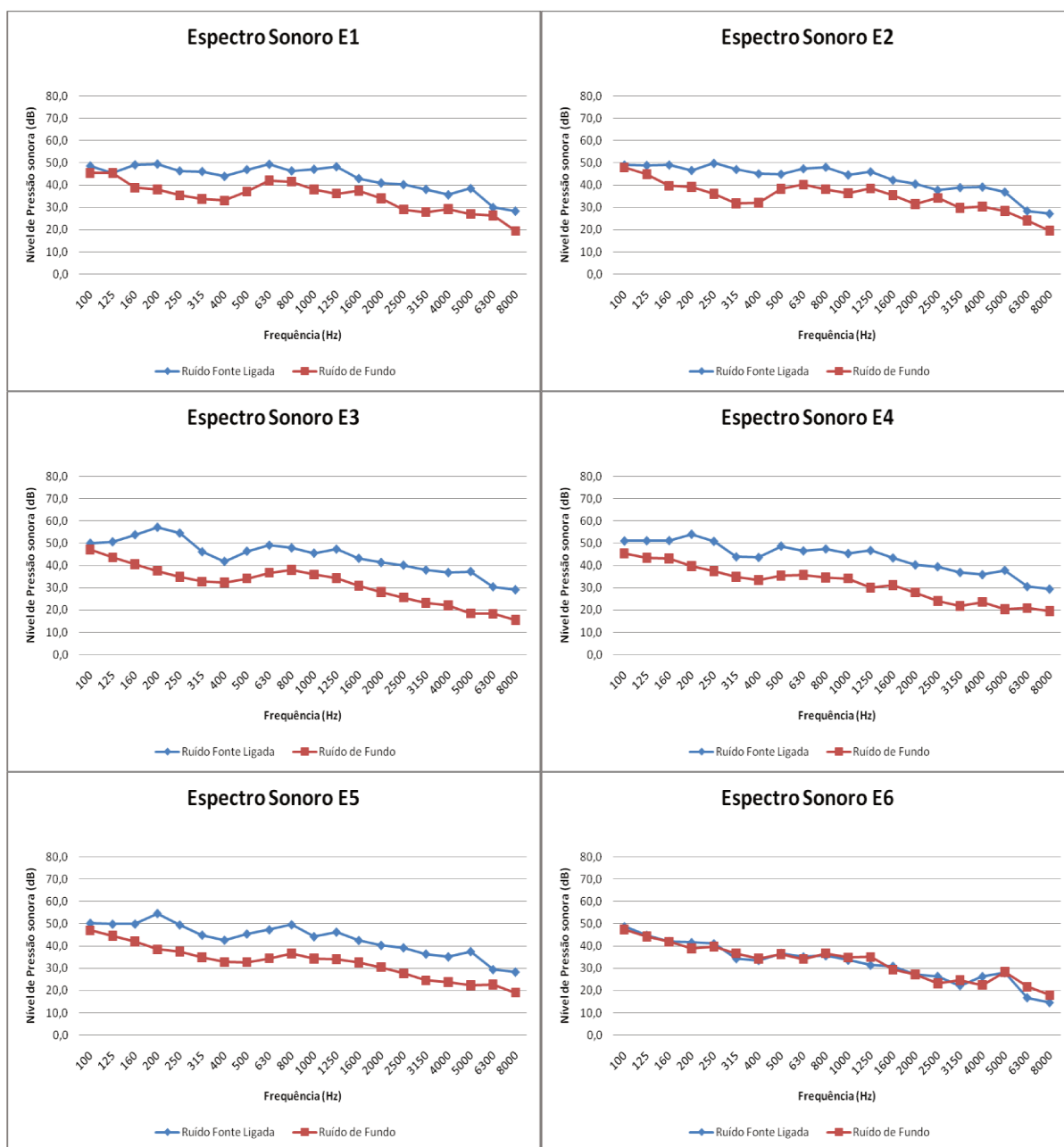


Figura 7.58: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos externos – Fazenda Grande Residencial

As medições realizadas na estação Fazenda Grande Residencial apresentaram ruído de fundo externo a estação de 31,1 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora médio global com a fonte ligada foi de 63,0 dB(A). Externamente a edificação, com a fonte ligada, os níveis de pressão sonora foram de 41,9 dB(A) no ponto E1, de 41,1

dB(A) no ponto E2, de 42,6 dB(A) no ponto E3, de 41,6 dB(A) no ponto E4, de 41,5 dB(A) no ponto E5 e de 30,1 dB(A) no ponto E6. O espectro acústico interno da estação é semelhante nos seis pontos internos, não apresentando picos de níveis de pressão sonora em função da frequência.

Os resultados dos níveis de pressão sonora globais externos são considerados aceitáveis, pois são menores que os limites de 45 dB(A) para período noturno e 50 dB (A) para período diurno, tendo em vista que a estação está localizada em área residencial, segundo a norma NBR 10151/2000. (ABNT). O desempenho foi gerado pela sua configuração semi-enterrada além de pé-direito alto e utilização de azulejo nas paredes, que permitiram o melhor isolamento acústico e a atenuação pela distância. O ponto E6 foi localizado no portão de entrada do terreno. O resultado mostra que o ruído gerado na estação elevatória não interfere no ruído de fundo, não sendo percebido pelos moradores da região.

7.6.2 Estação Josefina

7.6.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Josefina está localizada em área residencial densa, conforme figura 7.59, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Irmã Maria de São Luiz, 295 – Josefina). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,25 m. A cobertura é composta de laje de concreto de 12 cm de espessura. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,90 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 2,00 x 0,80m (figura 7.60).



Figura 7.59: Foto aérea da Estação Elevatória Josefina (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Josefina abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 25 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 100-250.



Figura 7.60: Vista externa de Estação Elevatória Josefina (Arquivo Pessoal)

7.3.2.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.61, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

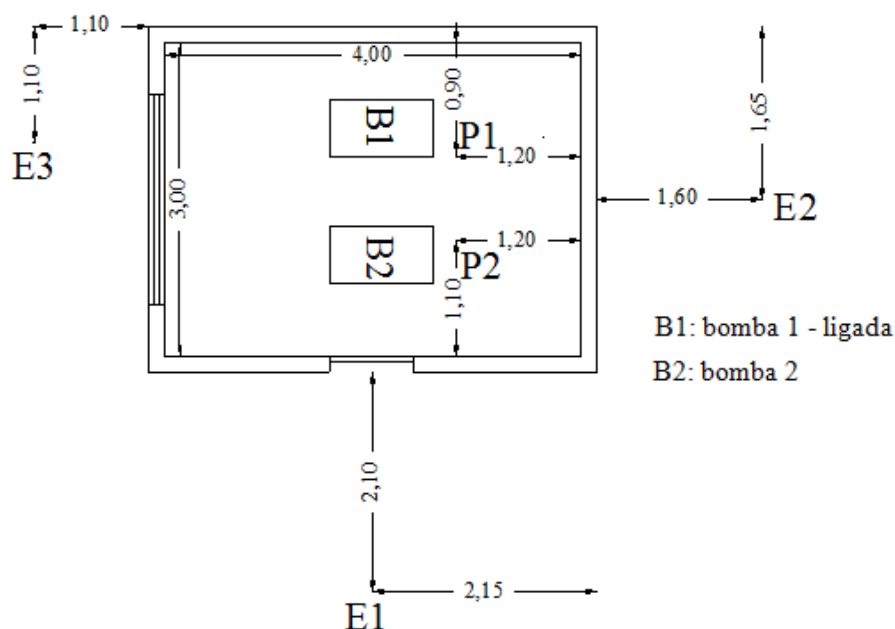


Figura 7.61: Localização dos pontos de Medição da Estação Josefina

As medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.62, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.15, localizada no Apêndice A.

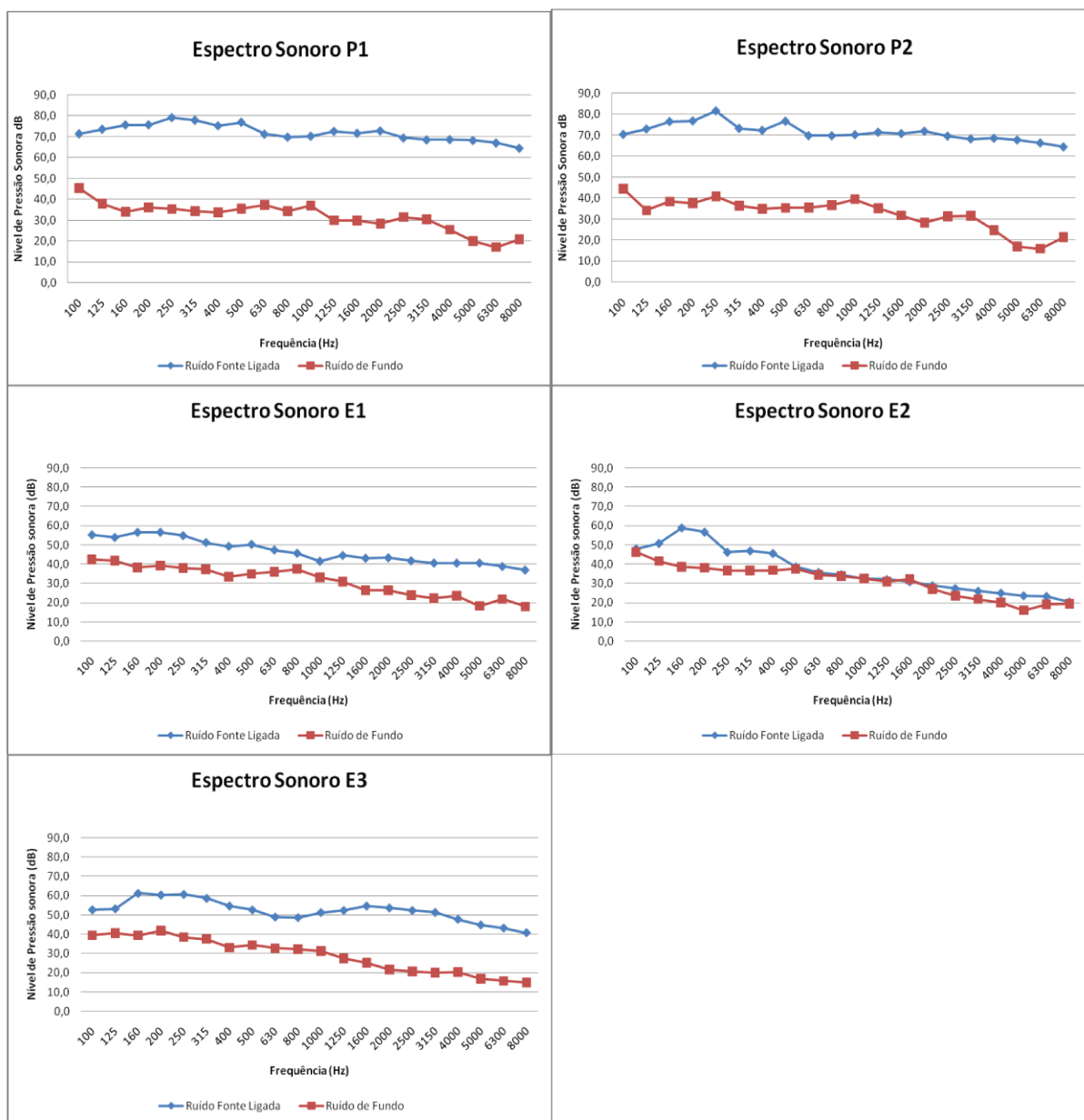


Figura 7.62: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Josefina

As medições realizadas na estação Josefina apresentaram ruído de fundo externo a estação de 28,4 dB (A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio, com a fonte ligada, foi de 69,1 dB(A). Externamente a edificação, os níveis de pressão sonora globais com a fonte ligada foi de 43,0 dB(A) no ponto E1, de 37,3 dB(A) no ponto E2 e de 50,0 dB (A) no ponto E3. O espectro sonoro interno nos pontos P1 e P2 não apresentaram picos de níveis de pressão sonora em função da frequência.

A influência das aberturas fica clara nos resultados pois o ponto E3, que está diante da maior abertura, foi o que apresentou o maior nível de pressão sonora medido externamente de 50,0 dB(A). Nesse ponto, o nível de ruído está acima do recomendado pela norma NBR 10151/2000 (ABNT) para área estritamente residencial no período noturno. A estação apresenta vegetações no seu redor e esta pode ser uma boa estratégia para reduzir o impacto sonoro. A vegetação, se em quantidade suficiente, pode ajudar a reduzir a poluição sonora por servir como barreira sonora.

7.6.3 Comparativo entre as Estações de 25 CV

As duas estações de 25 CV, Fazenda Grande Residencial e Josefina, apresentam configurações muito diferentes. Enquanto a estação Fazenda Grande Residencial é uma câmara semi-enterrada, com piso cerâmico e azulejo, a estação Josefina tem o mesmo sistema construtivo da maioria das estações apresentadas até aqui (vedação em bloco de cimento, reboco, pintura, contrapiso de concreto e laje de concreto como cobertura). O sistema construtivo da estação Fazenda Grande Residencial de câmara semi-enterrada reduz o ruído que é transmitido para o exterior da estação, não interferindo no ruído de fundo da região. Apesar dos conjuntos motores e bombas terem a mesma potência, devido às configurações diferentes de cada estação, o desempenho acústico das estações demonstrou que o isolamento acústico proporcionado pela estação Fazenda Grande Residencial foi melhor do que o proporcionado pela estação Josefina.

7.7 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 30 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 30 CV. São elas: Califórnia e Tiradentes.

7.7.1 Estação Califórnia

7.7.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Califórnia está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.63, próxima a via de trânsito de veículos leve (Rua Arnaldo Araújo, 47 – Jd. Califórnia). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies receberam reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,50m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 1,20 x 2,10m e duas janelas metálicas de dimensões 1,50 x 0,80m (figura 7.64).



Figura 7.63: Foto aérea da Estação Elevatória Califórnia (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Califórnia abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 30 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 60-200. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.64: Vista externa de Estação Elevatória Califórnia (Arquivo Pessoal)

7.7.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.65, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

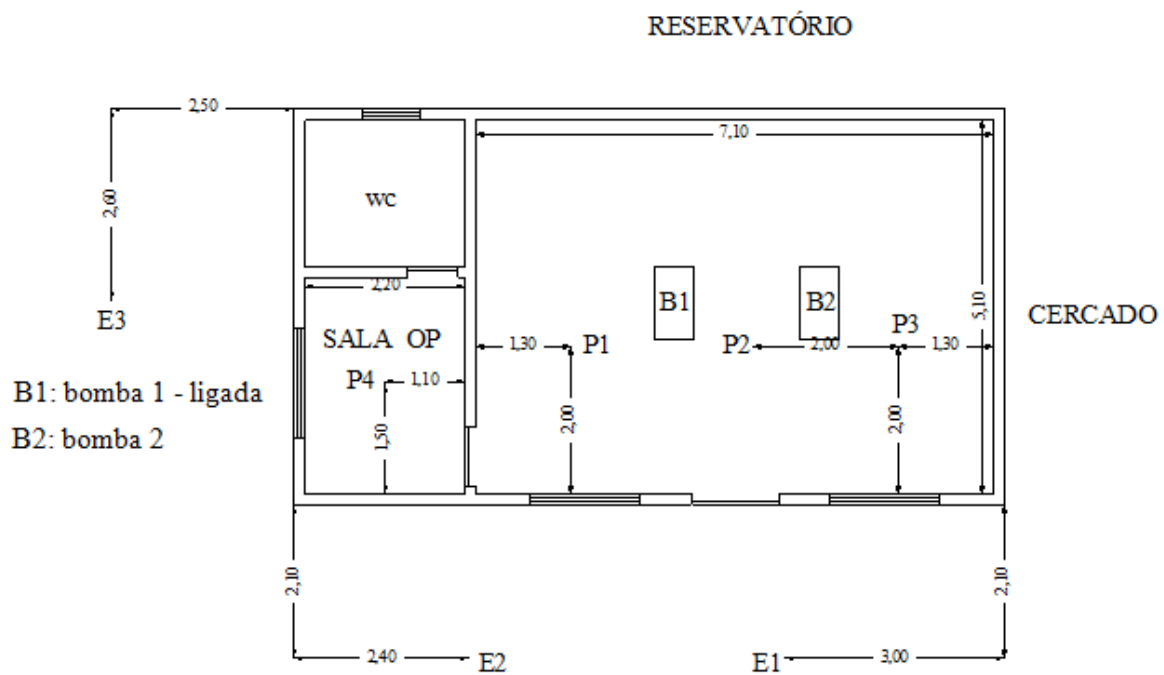


Figura 7.65: Localização dos pontos de Medição da Estação Califórnia

As medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.66, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.16, localizada no Apêndice A.

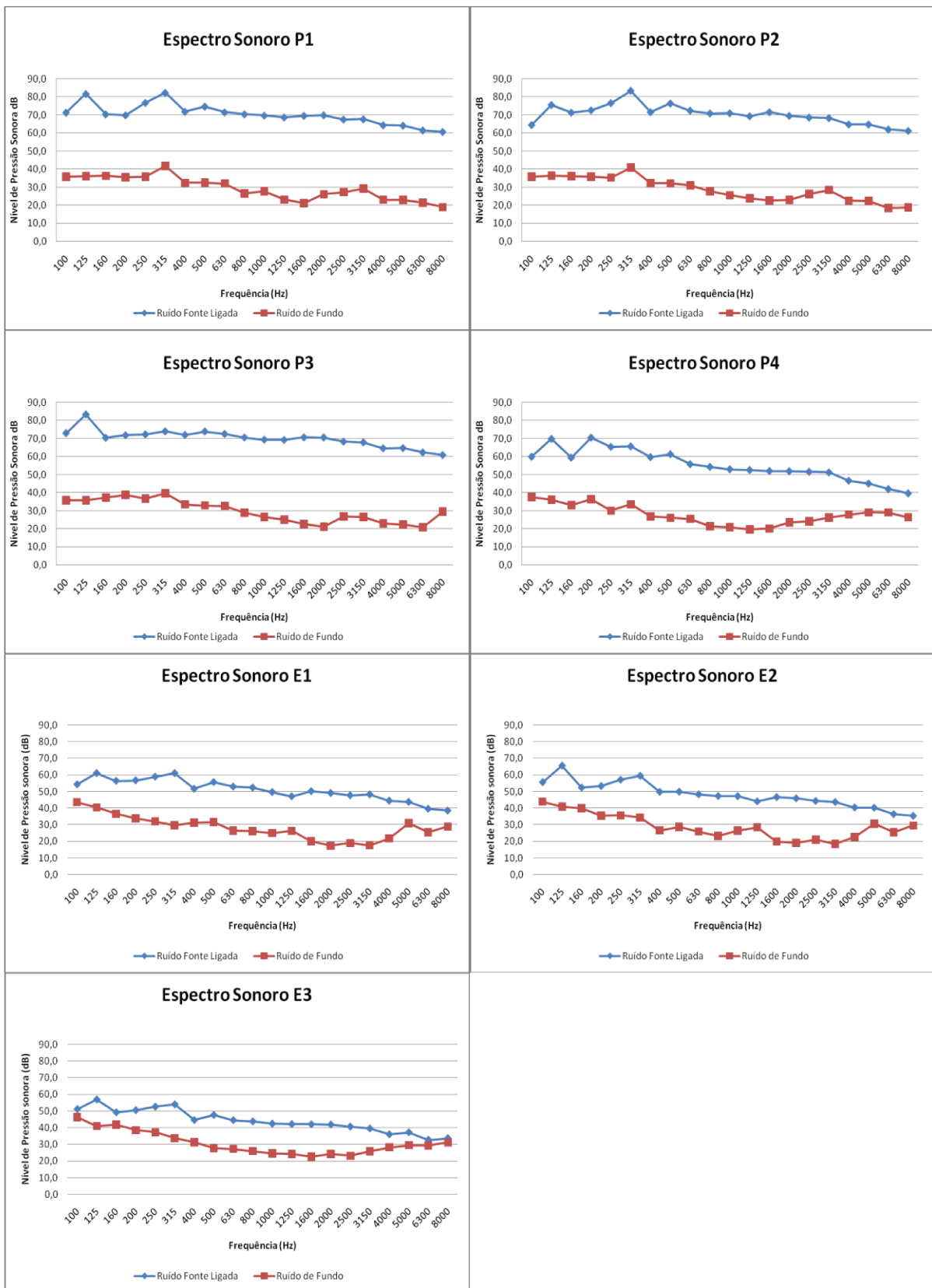


Figura 7.66: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Califórnia

As medições realizadas na estação Califórnia indicaram que o ruído de fundo externo a estação foi de 25,5 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada foi de 68,2 dB(A). Uma medição também foi realizada na antiga sala do operador das bombas que forneceu o valor do nível de pressão sonora de 53,5 dB (A). Externamente a edificação, os níveis de pressão sonora globais com a fonte ligada foram de 48,4 dB(A) no ponto E1, de 45,6 dB(A) no ponto E2 e de 41,1 dB(A) no ponto E3.

Os níveis de pressão sonora globais externos estão acima dos valores recomendados de 45 dB(A) para período noturno, com a estação localizada em área residencial, segundo a norma NBR 10151/2000. (ABNT). A estação está localizada relativamente longe dos moradores mais próximos e se beneficia da atenuação do ruído pela distância.

A estação apresenta uma sala de operação que era utilizada por um funcionário antes da instalação de sistema de telemetria. Esta sala apresentou um nível de pressão sonora de 53,5 dB (A), considerado aceitável para questões ocupacionais segundo a NR 15 – Atividades e Operações Insalubres do Ministério do Trabalho e Emprego (BRASIL, 1978) que estabelece um nível máximo de 85 dB (A).

7.7.2 Estação Tiradentes

7.7.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Tiradentes está localizada em área residencial densa, conforme figura 7.67 e próxima a via de trânsito de veículos pesado (Rua Tiradentes, 1362 – Vila Galvão). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 2,70 m. A cobertura é composta de laje de concreto de 12 cm de espessura. As aberturas da estação são uma porta

metálica de dimensões 0,80 x 2,10m e uma janela metálica de dimensões 2,00 x 0,60m que fica permanentemente aberta (figura 7.68).



Figura 7.67: Foto aérea da Estação Elevatória Tiradentes (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Tiradentes abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 30 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 50-200.



Figura 7.68: Vista externa de Estação Elevatória Tiradentes (Arquivo Pessoal)

7.7.2.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.69, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

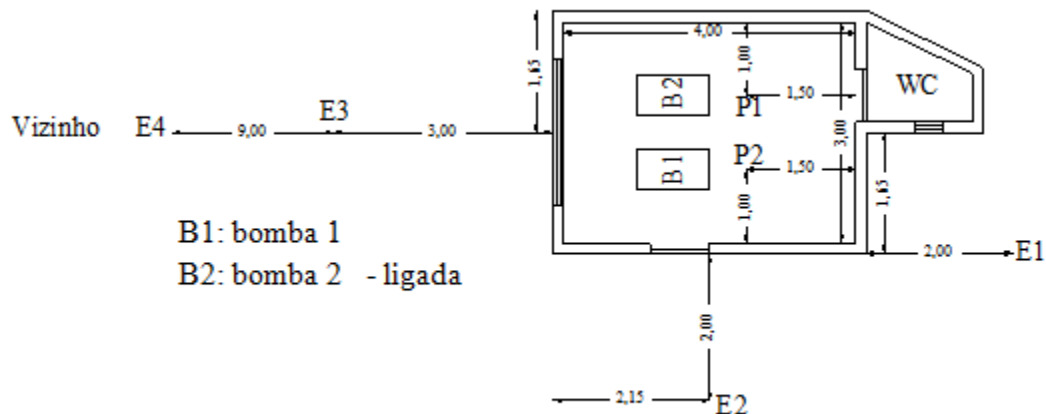


Figura 7.69: Localização dos pontos de Medição da Estação Tiradentes

As medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.70, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.17, localizada no Apêndice A.

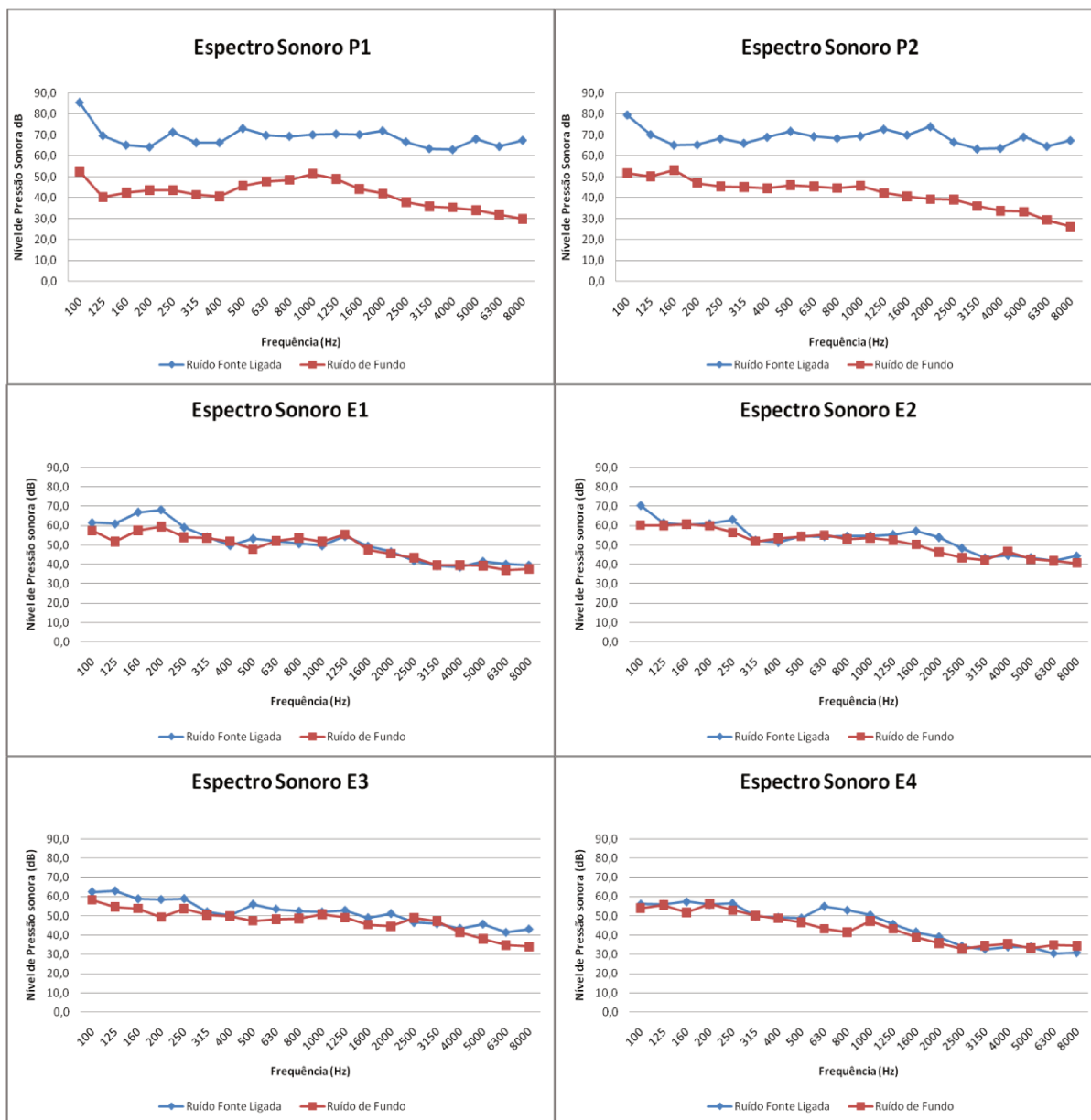


Figura 7.70: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) - Tiradentes

A estação Tiradentes apresentou internamente nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada de 67,2 dB (A). Externamente a edificação, o ruído de fundo avaliado foi de 45,6 dB (A) e os níveis de pressão sonora globais com a fonte ligada foi de 49,4 dB(A) no ponto E1, de 51,4 dB(A) no ponto E2, de 48,7 dB (A) no ponto E3 e de 45,4 dB(A) no ponto E4. Os espectros sonoros dos pontos internos apresentaram comportamento semelhante.

Esta estação elevatória está localizada numa via de tráfego intenso durante todo o dia. As medições mostraram que não há interferência da estação no ruído de fundo. O ruído de fundo elevado alto favorece o mascaramento do ruído da estação. O ponto E4 representa o ponto mais próximo do primeiro vizinho. A medição do nível de pressão sonora revela que o vizinho não percebe o ruído da estação que neste ponto, não interfere no ruído de fundo. O nível de pressão sonora global medido no ponto E4 foi igual a 45,4 dB(A) enquanto o ruído de fundo foi igual a 45,6 dB(A).

O maior valor do nível de pressão sonora em dB (A) externo à estação no ponto E3 de 51,4 dB(A) (devido ser o ponto de frente com a principal abertura da estação) é considerado aceitável para uma área mista segundo a norma NBR 10151/2000 (ABNT), pois são menores que o limite de 55 dB (A) para período diurno (neste caso, utilizou-se a comparação com o período diurno devido a variação do ruído de fundo para o período noturno).

7.7.3 Comparativo entre as Estações de 30 CV

Comparando as duas estações, Califórnia e Tiradentes, nota-se que os níveis de pressão sonora globais internos dos motores e bombas de 30 CV são semelhantes. O valor do nível de pressão sonora global medido na estação Tiradentes é maior que o valor medido na estação Califórnia. Entretanto, o ruído de fundo da estação Tiradentes é muito maior do que a Califórnia, sendo a diferença de 19,9 dB(A) e mascara o ruído gerado pela estação Tiradentes. Consequentemente, a estação Califórnia representa um maior impacto sonoro na comunidade no entorno da estação do que a estação Tiradentes.

As estações do grupo de 30 CV possuem um aspecto positivo com relação à implantação das mesmas no terreno. A implantação das duas estações foram bem projetadas. As estações estão relativamente longe dos moradores vizinhos por estarem distantes dos limites do terreno. Este cuidado na implantação é essencial para minimizar o impacto sonoro das estações elevatórias.

7.8 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 40 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, uma única delas possui conjuntos motores e bombas com potência de 40 CV, sendo a estação Água Fria.

7.8.1 Estação Água Fria

7.8.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Água Fria está localizada em área residencial pouco ocupada, conforme figura 7.71, e próxima a via de trânsito de veículos leve (Av. André Vidal dos Negreiros, s/n – Jd. Carlos Gomes). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em tijolo com espessura de 15 cm e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,50m. A cobertura é composta de telha de fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 1,60 x 2,10m, duas portas metálicas com vidro de 0,80 x 2,10 cm e quatro janelas metálicas que ficam permanentemente abertas de dimensões 2,50 x 1,00m (figura 7.72).



Figura 7.71: Foto aérea da Estação Elevatória Água Fria (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Água Fria abriga três conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 40 CV de potência e as bombas são da marca ETA 80-40. Os conjuntos trabalham juntos.



Figura 7.72: Vista externa de Estação Elevatória Água Fria (Arquivo Pessoal)

7.8.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.73, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

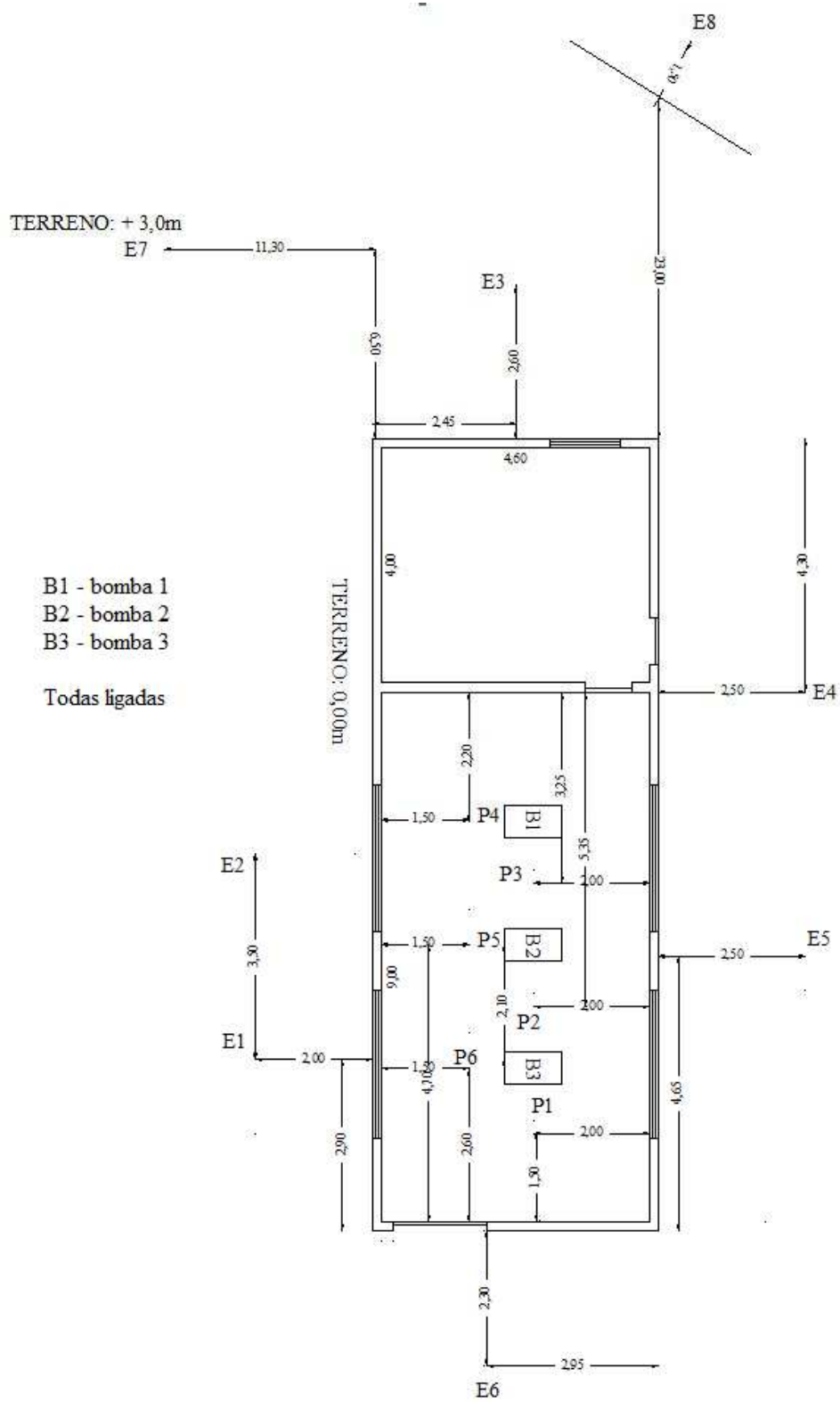


Figura 7.73: Localização dos pontos de Medição da Estação Água Fria

As medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos das figuras 7.74 e 7.75, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.18, localizada no Apêndice A.

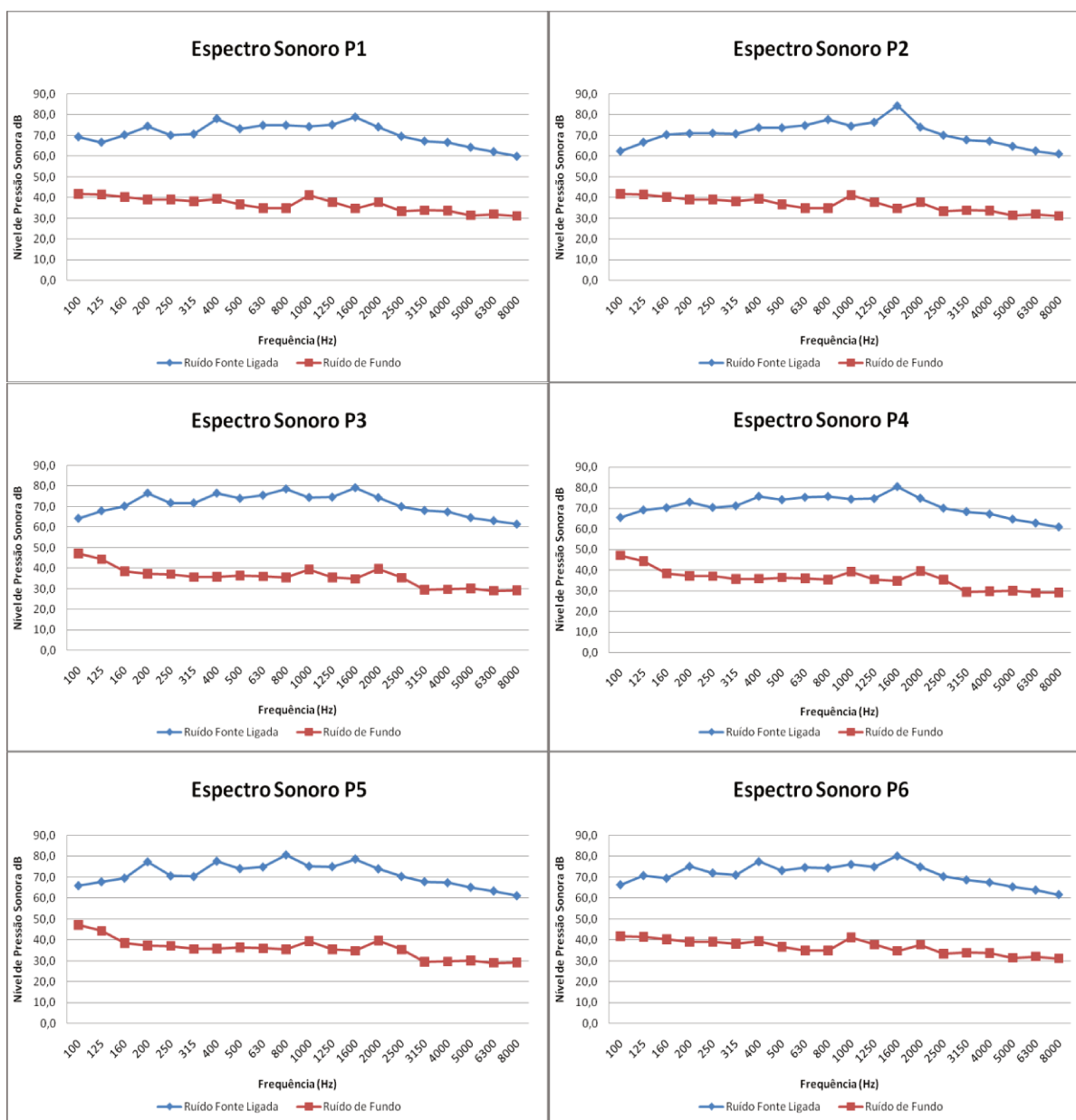


Figura 7.74: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Internos

– Água Fria

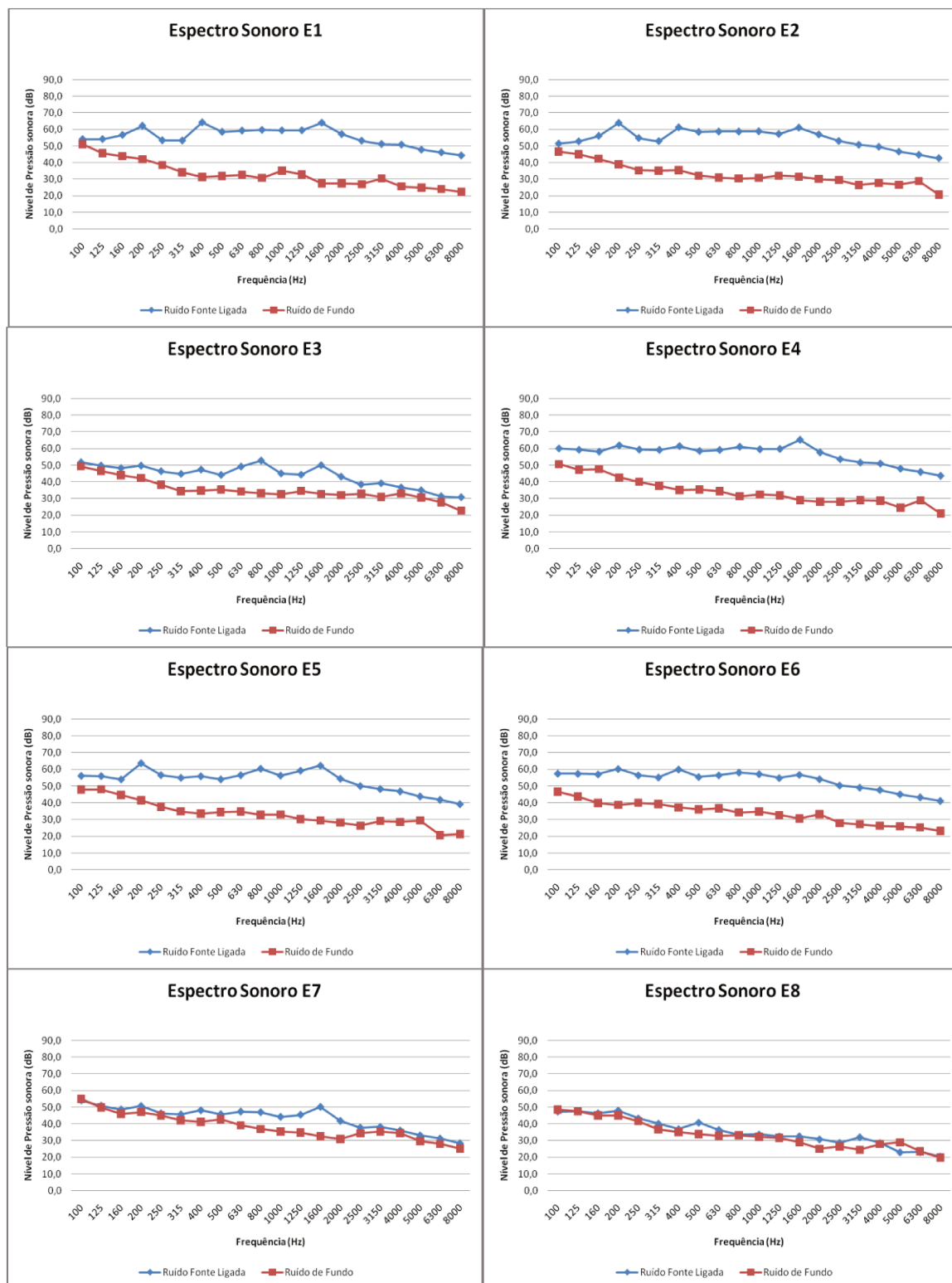


Figura 7.75: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos – Água Fria

As medições realizadas na estação Água Fria apresentaram ruído de fundo externo a estação de 30,0 dB(A). Internamente à edificação, com as fontes ligadas, o nível de pressão sonora global médio foi de 72,3 dB(A). Externamente a edificação, com as fontes ligadas, os níveis de pressão sonora globais foram de 56,0 dB(A) no ponto E1, de 54,4 dB(A) no ponto E2, de 43,6 dB(A) no ponto E3, de 56,7 dB(A) no ponto E4, de 54,2 dB(A) no ponto E5, de 52,2 dB(A) no ponto E6, de 42,3 dB(A) no ponto E7 e de 32,4 dB(A) no ponto E8.

Os resultados demonstram a influência das aberturas na estação pois os pontos E1, E2, E4 e E5 que se localizam defronte as aberturas principais (janelas) apresentaram os maiores níveis de pressão sonora globais externos. Outra observação dos resultados é influência da atenuação de ruído pela distância. As medidas dos níveis de pressão sonora no ponto E7 próximo a casa do funcionário responsável pela estação e no ponto E8 próximo ao portão que dá acesso ao terreno da estação apresentaram os menores níveis de pressão sonora globais externos. Os resultados dos níveis sonoros desses pontos revelam que quanto mais longe a estação estiver, menos interferência promove no ruído de fundo.

Como a estação está mais próxima da residência do funcionário, ao compararmos o valor de nível de pressão sonora do ponto E7 com o limite da norma NBR 10151/2000 (ABNT), verifica-se que o nível de ruído da estação está adequado, pois não ultrapassa o valor de 45 dB(A) para período noturno tendo em vista estar localizada em área residencial.

7.9 Estações Elevatórias de Conjuntos motor-bomba de 50 CV

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, duas delas possuem conjuntos motores e bombas com potência de 50 CV. São elas: Santa Gertrudes e Fazenda Grande Industrial.

7.9.1 Estação Santa Gertrudes

7.9.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Santa Gertrudes está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.76, e próxima a via de trânsito de veículos moderado (Rua Prof. Carlos Almeida s/n – Santa Gertrudes). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em tijolo de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,00m. A cobertura é composta de laje de concreto com espessura de 12 cm. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,85 x 2,10m e duas janelas metálicas de dimensões 1,00 x 0,60m, que ficam permanentemente abertas e uma abertura para ventilação de dimensões 0,60 x 0,60m(figura 7.77).



Figura 7.76: Foto aérea da Estação Elevatória Santa Gertrudes (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Santa Gertrudes abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 50 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 35-200. Os conjuntos trabalham alternadamente conforme a necessidade.



Figura 7.77: Vista externa de Estação Elevatória Santa Gertrudes (Arquivo Pessoal)

7.9.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.78, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

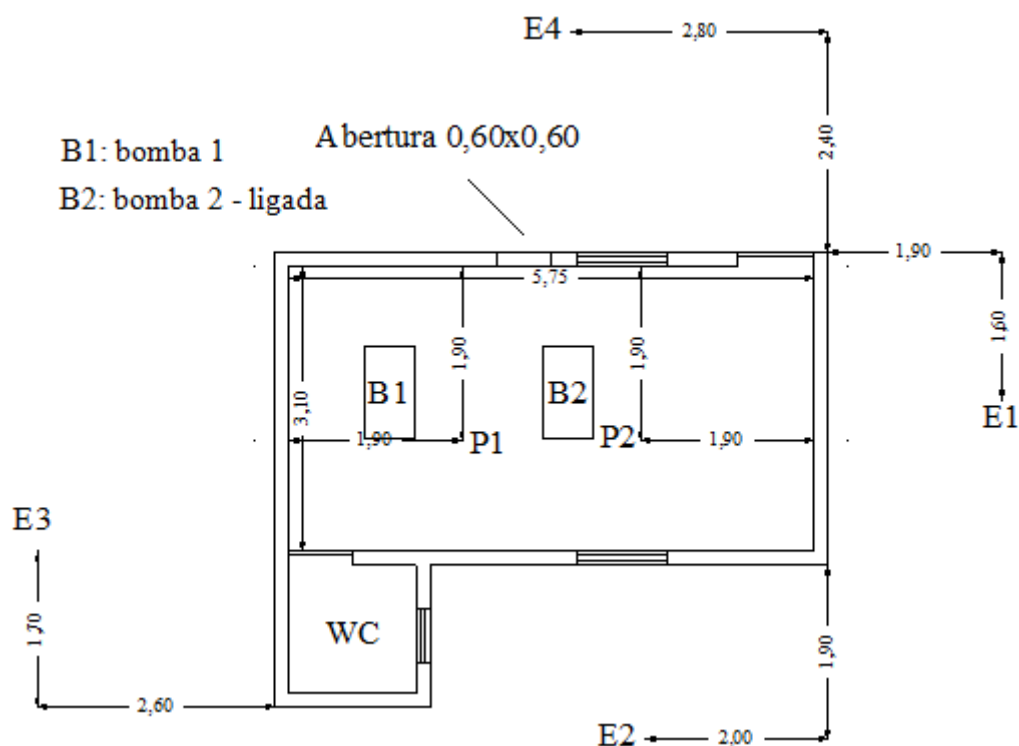


Figura 7.78: Localização dos pontos de Medição da Estação Santa Gertrudes

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.79, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.19, localizada no Apêndice A.

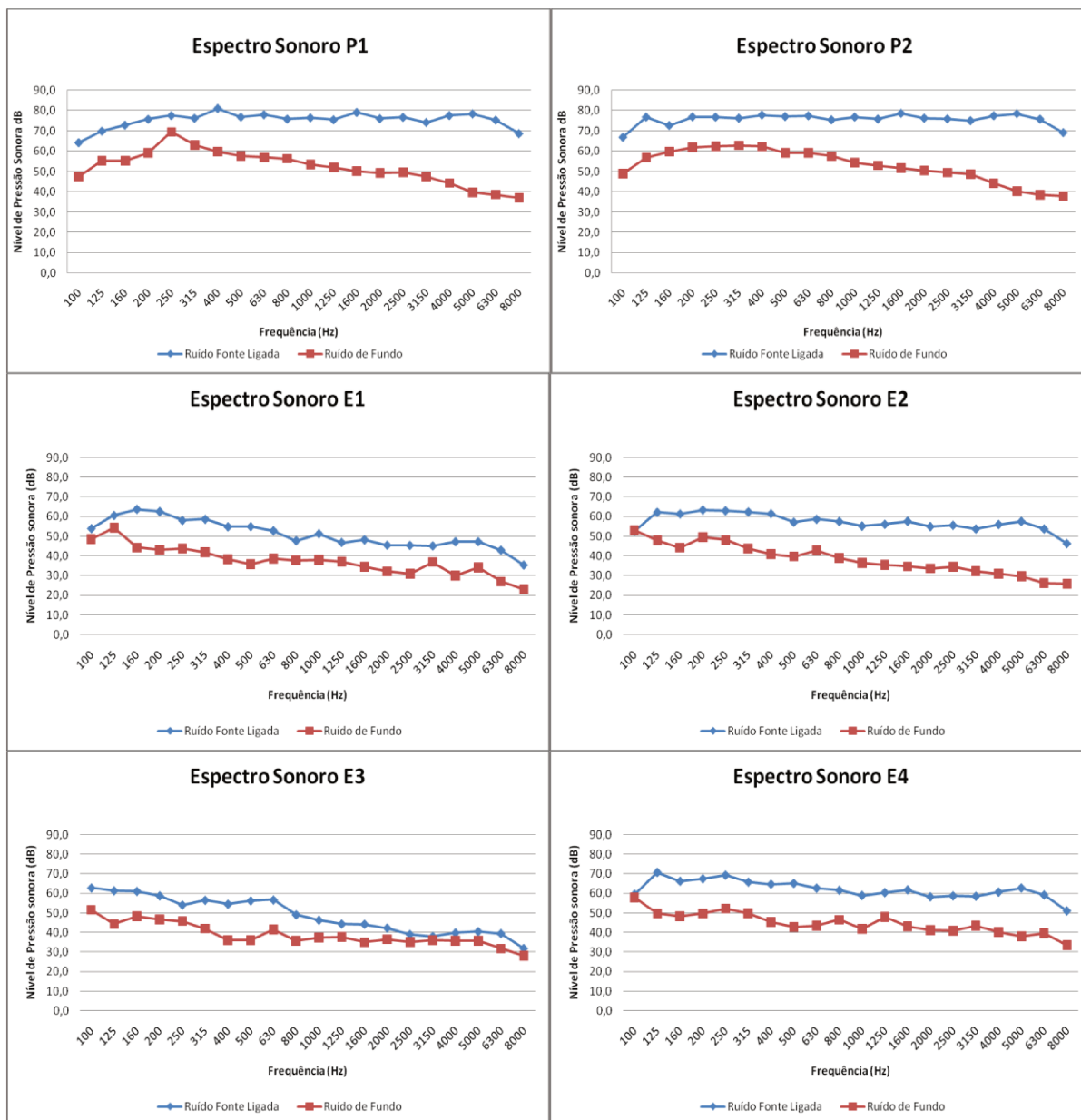


Figura 7.79: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Santa

Gertrudes

A estação Santa Gertrudes apresentou internamente o nível de pressão sonora global médio com a fonte ligada de 74,6 dB (A). Externamente a edificação, o ruído de fundo obtido foi de 36,6 dB (A), enquanto os níveis de pressão sonora globais foram de 48,1 dB(A) no ponto E1, de 54,7 dB(A) no ponto E2, de 47,0 dB (A) no ponto E3 e de 59,2 dB(A) no ponto E4. Os espectros sonoros nos pontos internos (P1 e P2) são semelhantes.

Nesta estação a grande influência na redução do isolamento foram as aberturas, o que pode ser verificado nos resultados dos pontos E2 e E4 que estão localizados diante das janelas e portas respectivamente. A existência de uma abertura sem proteção alguma na fachada defronte à via favoreceu a passagem do som para o exterior da estação e o maior nível de pressão sonora global no ponto E4.

O ruído gerado pela estação elevatória Santa Gertrudes não atende aos níveis de critério da norma NBR 10151/2000 (ABNT). Os níveis de pressão sonora globais externos foram considerados não aceitáveis para uma área mista segundo a norma NBR 10151/2000 (ABNT), pois são maiores que o limite de 55 dB (A) para períodos diurnos e de 50 dB(A) para períodos noturnos.

7.9.2 Estação Fazenda Grande Industrial

7.9.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Fazenda Grande Industrial está localizada em área industrial, conforme figura 7.80, e próxima a via de trânsito de veículos moderado (Av. José Benassi, 2001 – Fazenda Grande Industrial). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 4,00 m. A cobertura é composta de laje de concreto de 12 cm de espessura e telha fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 1,20 x 2,10m e

uma janela metálica de dimensões 1,20 x 2,40m que fica permanentemente aberta (figura 7.81).



Figura 7.80: Foto aérea da Estação Elevatória Fazenda Grande Industrial (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Fazenda Grande Industrial abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG de 50 CV de potência e as bombas são da marca KSB tipo MegaNorm 50-200.



Figura 7.81: Vista externa de Estação Elevatória Fazenda Grande Industrial (Arquivo Pessoal)

7.9.2.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.82, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

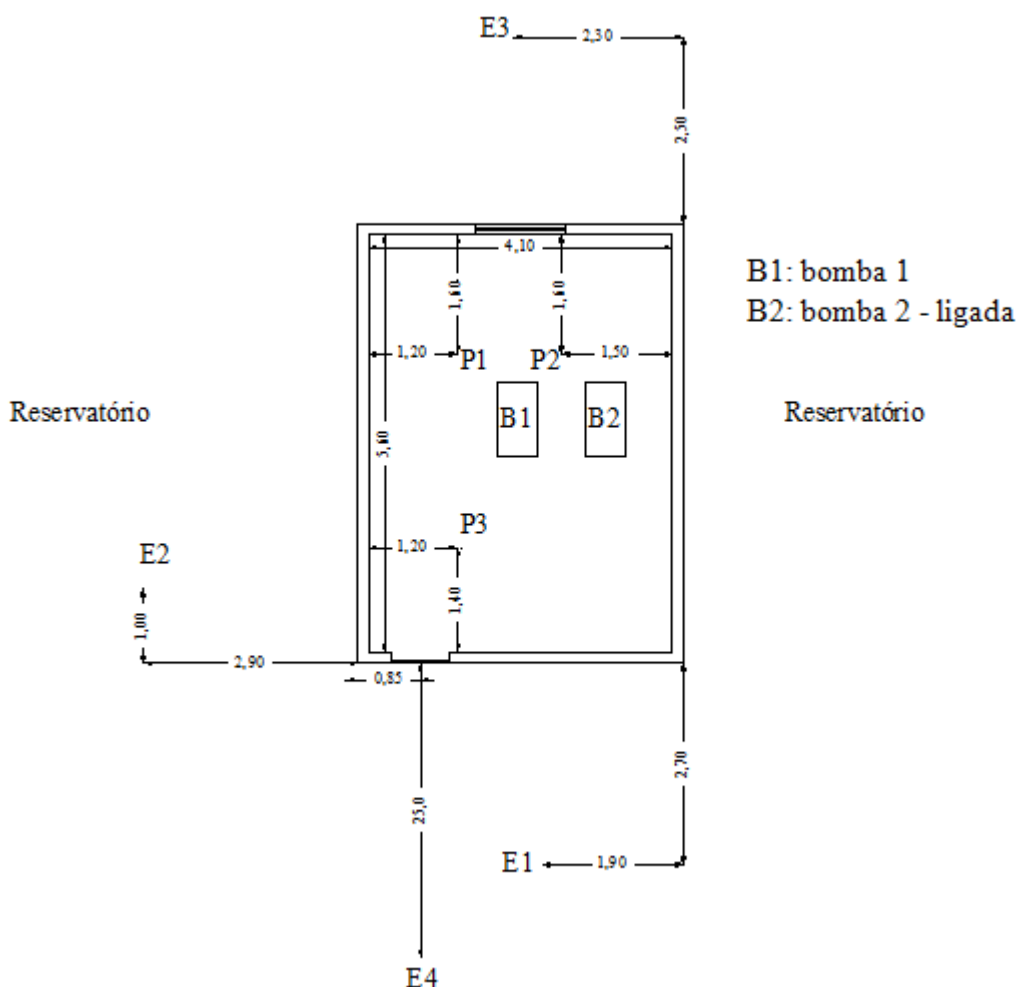


Figura 7.82: Localização dos pontos de Medição da Estação Fazenda Grande Industrial

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com a fonte ligada como com a fonte desligada. Nos gráficos da figura 7.83, a cor azul refere-se aos dados com a fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.20, localizada no Apêndice A.



Figura 7.83: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Faz. Gran. Ind.

As medições realizadas na estação Fazenda Grande Industrial apresentaram ruído de fundo externo médio igual a 33,5 dB (A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global medio foi de 71,9 dB (A). Externamente a edificação, os níveis de pressão sonora globais com fonte ligada foram de 39,1 dB(A) no ponto E1, de 42,5 dB(A) no ponto E2, de 39,8 dB(A) no ponto E3 e de 45,7 dB(A) no ponto E4.

A estação Fazenda Grande Industrial, diferentemente das demais, está localizada em área industrial. A norma NBR 10151/2000 (ABNT) estabelece que o nível de critério máximo para áreas industriais é de 60 dB (A) no período noturno e 65 dB (A) no período diurno. O ruído gerado pela estação está de acordo com o recomendado pela norma.

Uma observação sobre as medições é que o ponto E4, a 25,00 metros da estação apresenta um nível de pressão sonora maior que os pontos próximos da estação, devido a interferência do ruído gerado pelo tráfego da via na qual se localiza a estação.

7.9.3 Comparativo entre as Estações de 50 CV

Comparando as duas estações, Santa Gertrudes e Fazenda Grande Industrial, nota-se que o nível de pressão sonora global interno dos motores e bombas de 50 CV da estação Santa Gertrudes é mais ruidoso que os da Fazenda Grande Industrial. Isso se deve possivelmente pela diferença de manutenção ou idade das fontes sonoras. A estação Fazenda Grande Industrial possui um bom isolamento acústico e beneficia-se por estar numa região industrial, não interferindo no ruído de fundo da região. O ruído de fundo medido no ponto E4, próximo à via de tráfego, foi igual a 43,8 dB(A), sendo que com a fonte ligada o valor passou a ser de 45,7 dB (A). A estação Santa Gertrudes, ao contrário, tem seu isolamento acústico comprometido pelas aberturas. As aberturas sem tratamento são responsáveis pela redução drástica do isolamento da estação.

Uma estratégia de redução de ruído para o caso da estação Santa Gertrudes é o tratamento das aberturas com silenciadores para minimizar o impacto sonoro na comunidade.

7.10 Estações Elevatórias de Configurações Variadas

Do conjunto das vinte e sete estações elevatórias da cidade de Jundiaí, sete delas possuem conjuntos motores e bombas com potências variadas e que não se enquadram na classificação proposta até aqui. São elas: Eloy Chaves, Cecap, Vila Jundiainópolis, Vila Marlene, Jardim Tamoio, Vila Progresso e Moisés.

7.10.1 Estação Eloy Chaves

7.10.1.1 Descrição da estação elevatória

A estação Eloy Chaves está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.84, e próxima a via de trânsito de veículos intenso (Rua A. Carlos Veiga, 1110 – Eloy Chaves). A estação elevatória Eloy Chaves tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. Apresenta nas superfícies reboco de cerca de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. Sua cobertura é em telha fibrocimento, sem forro. É uma estação composta de três salas cada uma com um conjunto de motores e bombas. As portas são metálicas de 0,80 x 2,10m. As janelas metálicas são do tipo vitrô basculante com dimensões de 2,00 x 0,60m (sala 1), 1,20 x 0,80m (sala 2) e 1,20 x 0,60m (sala 3) e ficam abertas permanentemente. O terreno da estação é delimitado por muros de blocos de cimento de 2,50m de altura e portões de telas metálicas (figura 7.85).

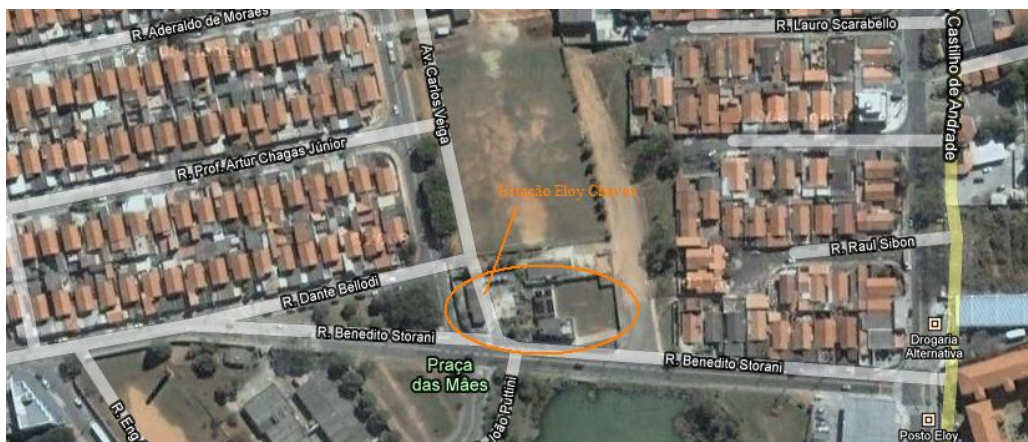


Figura 7.84: Foto aérea da Estação Elevatória Eloy Chaves (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória abriga cinco conjuntos de motores e bombas distribuídos entre as três salas. A sala 1 abriga dois conjuntos e a sala 3 abriga um conjunto, ambos sendo motores WEG de 30 CV e 3520 rpm e bombas Meganorm 40-200. A sala 2 abriga dois conjuntos com motores WEG 25 CV e 3510 rpm e bombas Meganorm 40-200.



Figura 7.85: Vista externa de Estação Elevatória Eloy Chaves (Arquivo Pessoal)

7.10.1.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.86, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

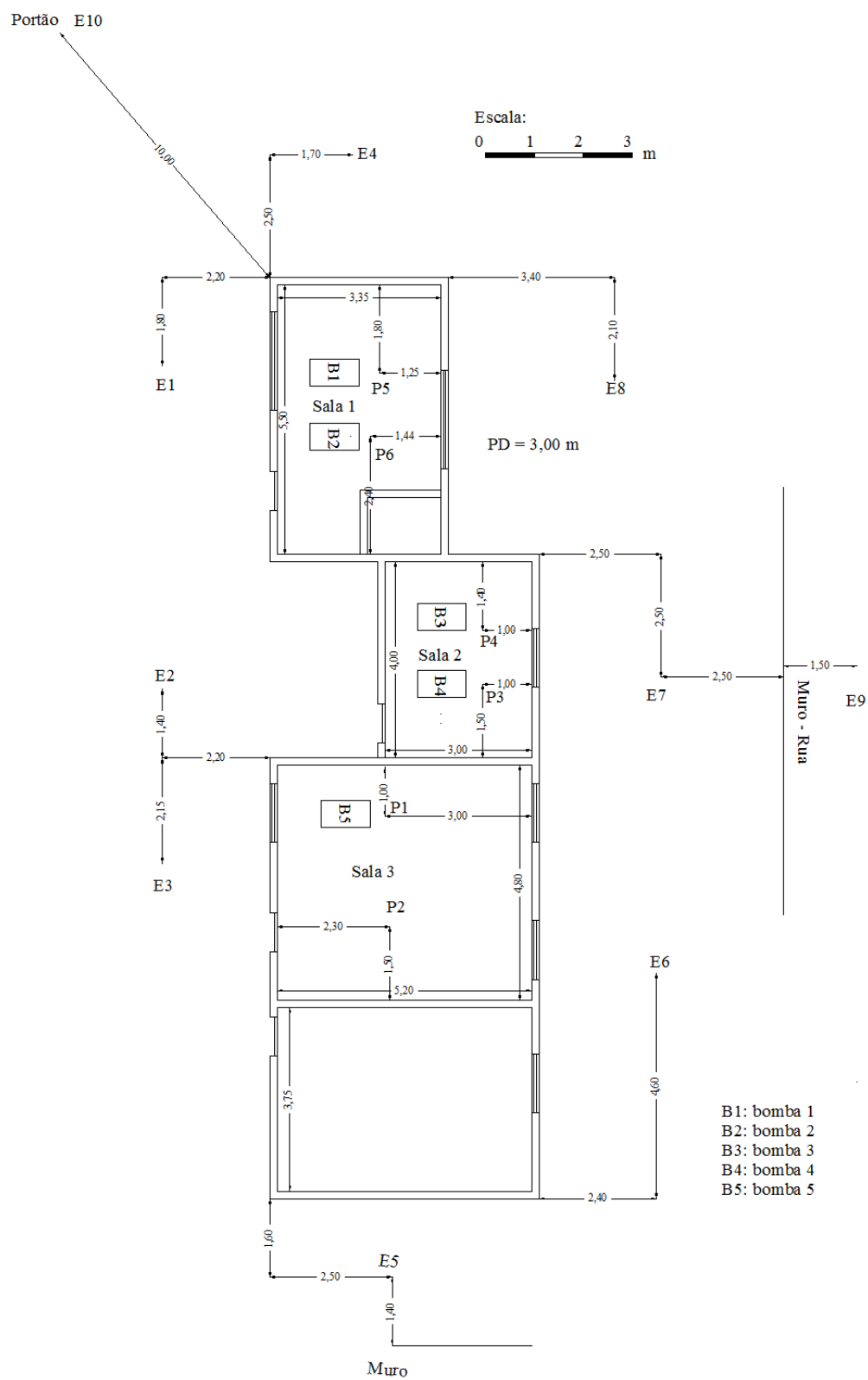


Figura 7.86: Localização dos pontos de Medição da Estação Eloy Chaves

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos das figuras 7.87 e 7.88, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.21, localizada no Apêndice A.

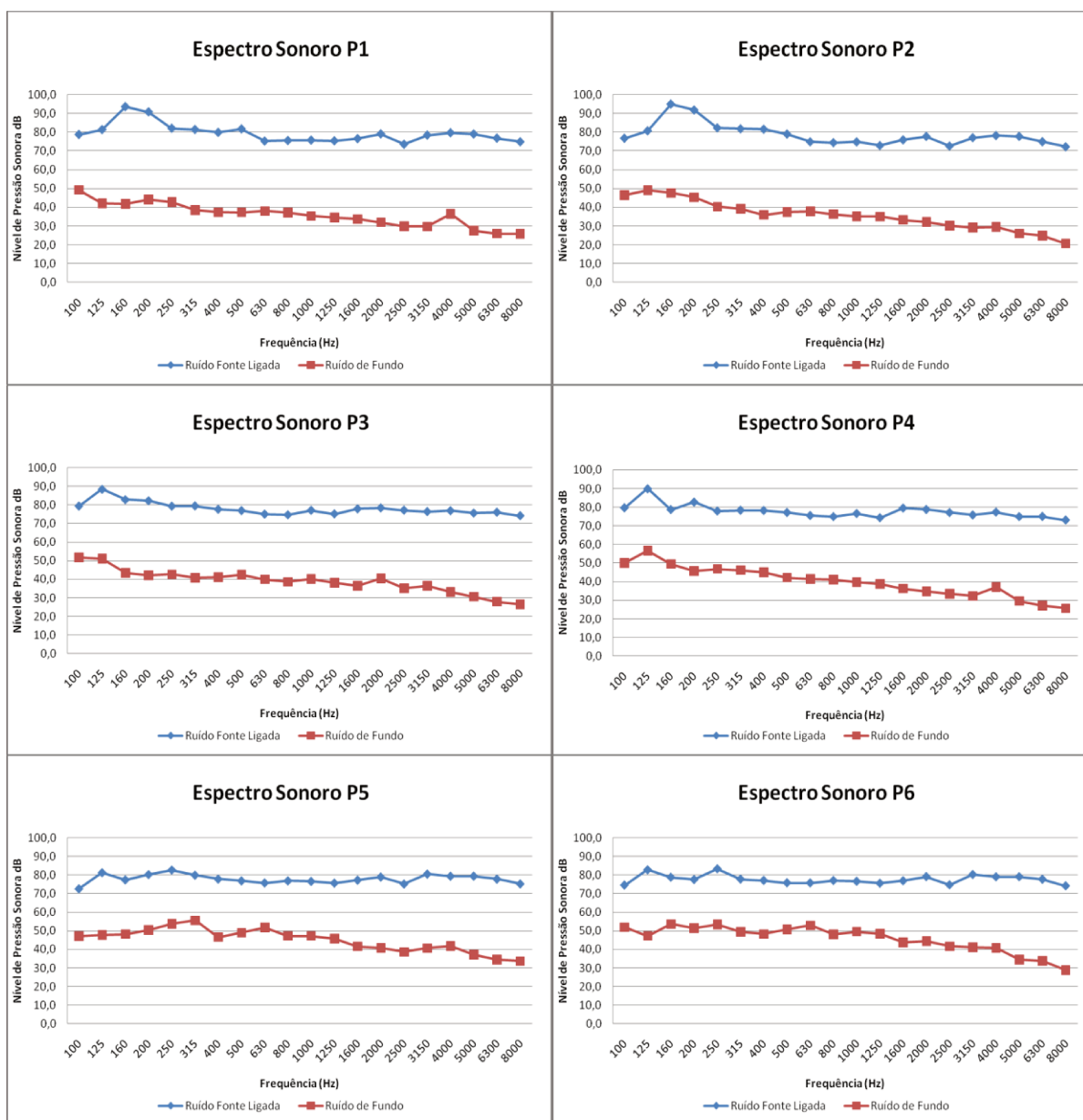


Figura 7.87: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos internos
– Eloy Chaves

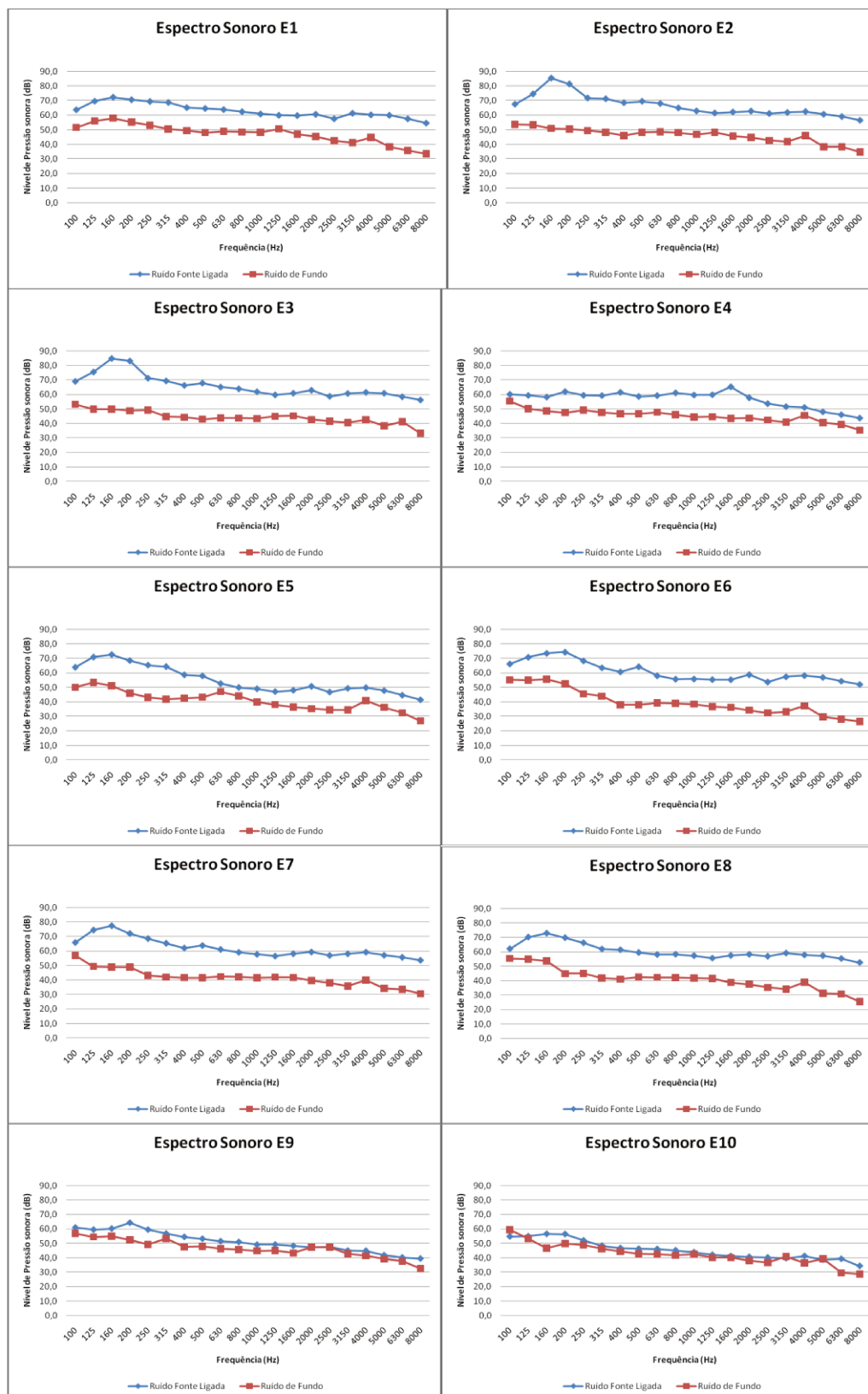


Figura 7.88: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) –Eloy Chaves

As medições realizadas na estação Eloy Chaves apresentaram como ruído de fundo externo a estação o valor de 40,4 dB(A). Internamente à edificação, o nível de pressão sonora global com as fontes ligadas foi de 75,7 dB(A). Externamente a edificação, com as fontes ligadas, os níveis de pressão sonora globais foram de 59,7 dB(A) no ponto E1, de 64,3 dB(A) no ponto E2, de 63,9 dB(A) no ponto E3, de 56,7 dB(A) no ponto E4, de 52,7 dB(A) no ponto E5, de 57,3 dB(A) no ponto E6, de 58,4 dB(A) no ponto E7 e de 56,7 dB(A) no ponto E8. Fora dos limites do terreno encontrou-se 48 dB(A) no ponto E9 e 41,6 dB(A) no ponto E10.

Os espectros com fonte ligada são relativamente planos indicando que não existe nenhuma frequência ou conjunto de frequências que se destacam no ruído gerado pelo conjunto motor-bomba. Comparando os resultados das medições realizadas no ponto E4, ponto externo à fachada sem nenhuma abertura, com o ponto E1, fachada com janela tipo vitrô basculante de dimensões 2,00 x 0,60m, verifica-se uma diferença de aproximadamente 10 dB no nível de pressão sonora em função da frequência o que indica a influência da abertura no isolamento das fontes sonoras. Nota-se, também, comparando no gráfico os espectros dos pontos E1 e E4, que no ponto E4 (fachada sem abertura) os níveis de pressão sonora em frequências mais altas são menores, representando o maior isolamento nestas frequências pela fachada cega.

Considerando o valor global do nível de pressão sonora em dB (A), obteve-se internamente a sala 1 com a fonte ligada o valor médio de 75,9 dB (A), enquanto o ruído de fundo médio foi de 43,9 dB(A). Externamente a sala 1, o nível de pressão sonora na fachada sem abertura com a fonte ligada foi de 56,7 dB(A), enquanto na fachada com a abertura o nível de pressão sonora foi de 59,7 dB(A), novamente, demonstrando a influência das aberturas que diminui significativamente o isolamento acústico da edificação.

Outra análise importante é sobre a influência da mudança de potência da fonte sonora. Nesse caso comparou-se níveis de pressão sonora internos entre a sala 1 e sala 2. Na sala 1, os conjuntos motores e bombas tem potência de 30 CV, enquanto na sala 2, as

fontes tem potência de 25 CV. O nível de pressão sonora na sala 1 com as fontes ligadas foi em média 75,9 dB(A), enquanto na sala 2 foi em média 74,8 dB(A), confirmando o fato de que potências menores dos conjuntos motores e bombas geram níveis de ruídos menores (BISTAFA, 2006). É fundamental observar que a instalação dos motores e bombas seja correta, e que ocorra manutenção preventiva e corretiva a fim de se evitar problemas como perda de lubrificação, refrigeração e contaminação por óleo, imperfeições no alinhamento motor bomba e problemas relacionados ao mecanismo motriz. Esses problemas que ocorrem com as bombas centrífugas muitas vezes resultam em ruídos e vibrações indesejáveis, aumentando o ruído gerado por elas.

Segundo a norma NBR 10151/2000 (ABNT), quando se deseja saber se as fontes podem causar incômodo à comunidade, recomenda-se medir os níveis de pressão sonora nos limites do terreno e comparar com os níveis de critério recomendados. Nesse sentido foram realizadas medidas dos níveis de pressão sonora em função da frequência a 1,50m externamente aos limites do terreno no qual a estação está implantada. Uma das medições foi realizada diante do portão de tela metálica (ponto E10) para verificar a atenuação do nível de pressão sonora pela distância e a outra medição foi realizada fora do terreno na lateral delimitada por muro de 2,50m de altura de bloco de cimento, com espessura de 15 cm (ponto E9) a fim de se demonstrar a atenuação do ruído devido à barreira (muro). Os resultados demonstram que a uma distância a 10,00 m da estação elevatória, mesmo não tendo obstáculos à frente, como no ponto E10 a frente do portão, o ruído é atenuado e seu nível se torna bem próximo ao nível do ruído de fundo. No caso do ponto E9, a cerca de 6,50 m da estação, o muro que delimita o terreno exerce influência como uma barreira acústica e, novamente, o ruído fica atenuado e o ruído gerado pelas bombas é praticamente imperceptível. Nesse sentido, o uso de barreiras sonoras e a atenuação da distância são métodos importantes de controle de ruído. No ponto E9, o nível de pressão sonora global medido com as fontes ligadas foi de 48 dB(A), e no ponto E10 foi de 41,6 dB(A). O ruído de fundo médio medido da estação Eloy Chaves foi de 40,4 dB(A).

Comparando os resultados com os limites da NBR 10151/2000 (ABNT), temos que a estação produz ruído dentro dos limites recomendados para os vizinhos, considerando a área como mista, predominantemente residencial.

7.10.2 Estação Cecap

7.10.2.1 Descrição da estação elevatória

A estação Cecap está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.89, e próxima a via de trânsito de veículos leve (Travessa Chico Pisápio, s/n – Cecap). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 14 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 5,00 m. A cobertura é composta de laje de concreto de 12 cm de espessura. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 0,80 x 2,10m, quatro janelas metálicas de dimensões 1,50 x 0,80m e uma abertura fechada por um portão metálico de dimensões 1,30 x 2,50m (figura 7.90).

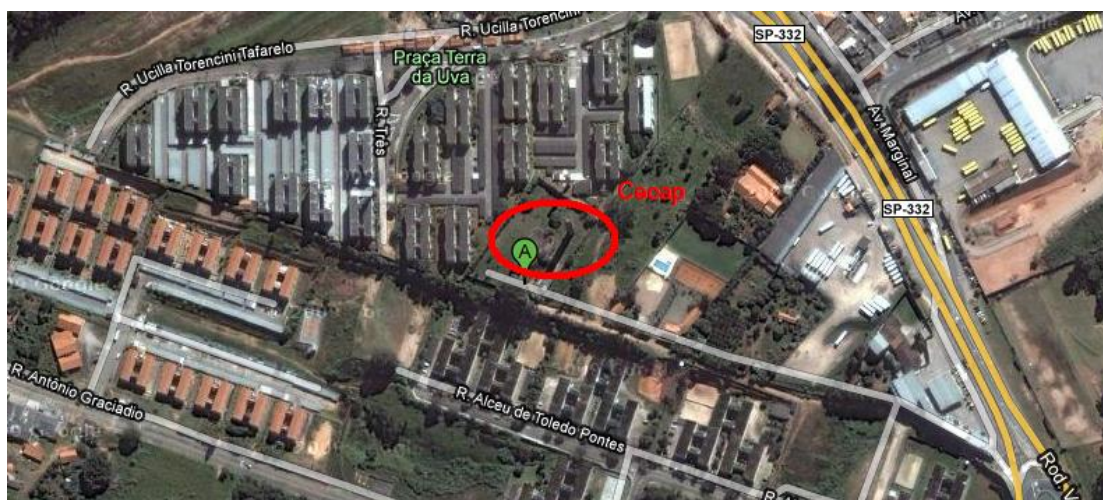


Figura 7.89: Foto aérea da Estação Elevatória Cecap (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Cecap abriga quatro conjuntos de motores e bombas. Dois dos conjuntos tem motores da marca WEG 60 CV e as bombas da marca KSB tipo MegaNorm 100-250. Os outros dois conjuntos têm motores da marca WEG 30 CV e as bombas da marca KSB ETA 125-33. Trabalham ao mesmo tempo um de cada tipo de conjunto.



Figura 7.90: Vista externa de Estação Elevatória Cecap (Arquivo Pessoal)

7.10.2.2 Resultados e Análises

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.91, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

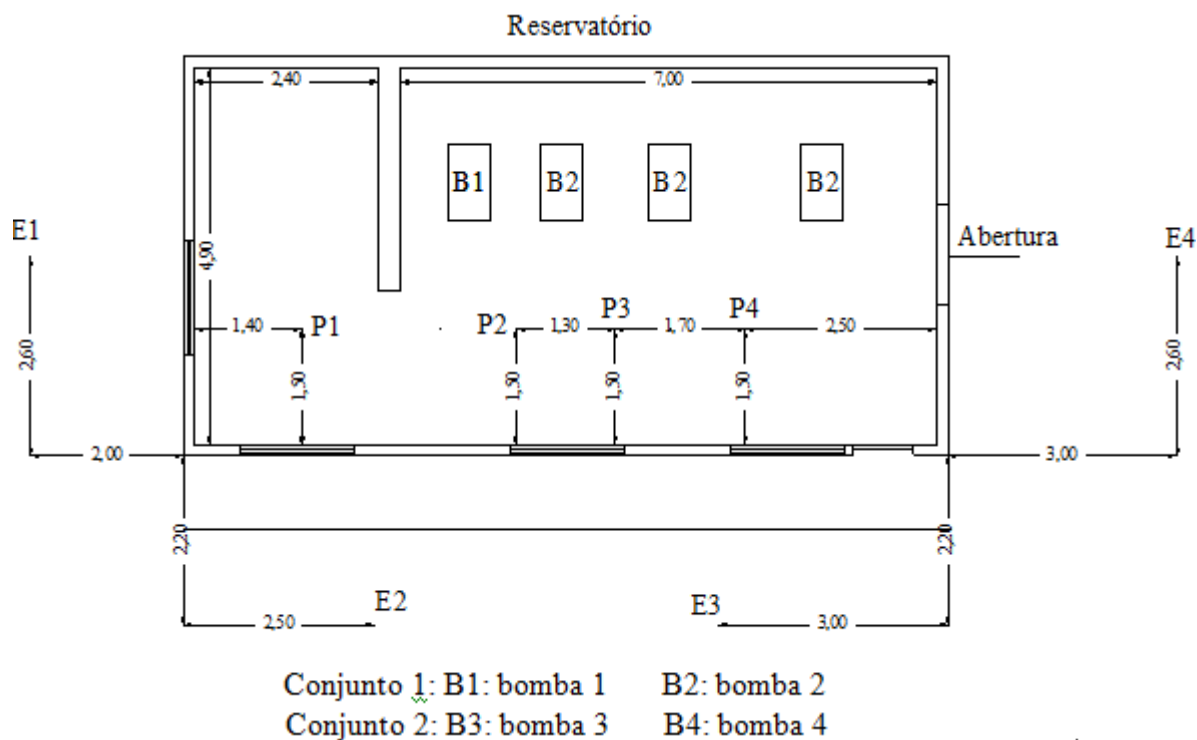


Figura 7.91: Localização dos pontos de Medição da Estação Cecap

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos da figura 7.92, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.22, localizada no Apêndice A.

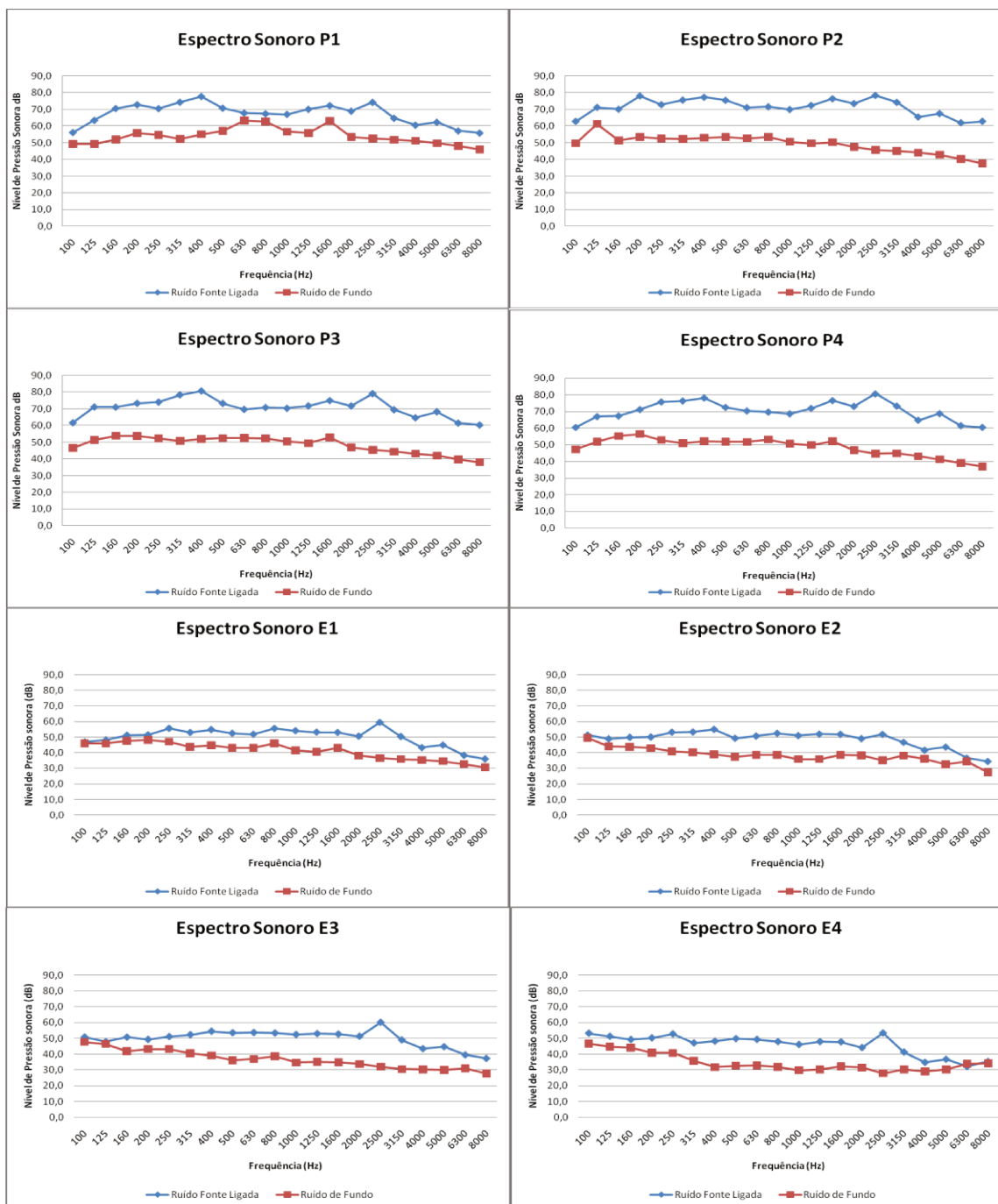


Figura 7.92: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Cecap

A estação Cecap apresentou ruído de fundo externo a estação de 34,4 dB(A). Internamente à edificação com as fontes ligadas, o nível de pressão sonora global médio foi de 70,6 dB(A). Externamente a edificação, com as fontes ligadas, os níveis de pressão sonora globais foram de 51,1 dB(A) no ponto E1, de 47,8 dB(A) no ponto E2, de 51,0

dB(A) no ponto E3 e de 45,2 dB(A) no ponto E4. Os espectros com fonte ligada são relativamente planos indicando que não existe nenhuma frequência ou conjunto de frequências que se destacam no ruído gerado pelo conjunto motor-bomba, além dos espectros em todos os pontos internos serem semelhantes.

A estação apresenta uma configuração de câmara semi-enterrada e seu pé-direito é alto. Essa configuração favoreceu a redução de ruído no exterior, pois embora o nível de ruído interno seja elevado os ruídos medidos no exterior da câmara mais altos foram de 51,1 dB(A) no ponto E1 e 51,0 dB(A) no ponto E2. Estes pontos que são os mais críticos pois estão diante das janelas. O isolamento sonoro proporcionado de 19,5 dB(A) é um bom desempenho para a estação. Embora os valores de níveis sonoros estejam próximos ao limite recomendado pela norma (50dB(A)), como a estação está implantada no centro do terreno e conta com barreiras sonoras como dois reservatórios que ficam ao redor da estação é provável que na posição do vizinho o ruído não seja percebido.

Observou-se, portanto, que a configuração de câmara semi-enterrada ajuda na minimização do ruído que chega nas residências vizinhas.

7.10.3 Estação Vila Jundiainópolis

7.10.3.1 Descrição da estação elevatória

A estação Vila Jundiainópolis está localizada em área residencial não muito densa, conforme figura 7.93, e próxima a via de trânsito de veículos leve (Av. Dr. Adoniro Ladeira, 732 – Cecap). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 15 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 4,50 m. A cobertura é composta de telha fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 3,40 x 4,00m, quatro janelas metálicas de dimensões 2,50 x 0,90m que ficam permanentemente abertas (figura 7.94).

7.10.3.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.95, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

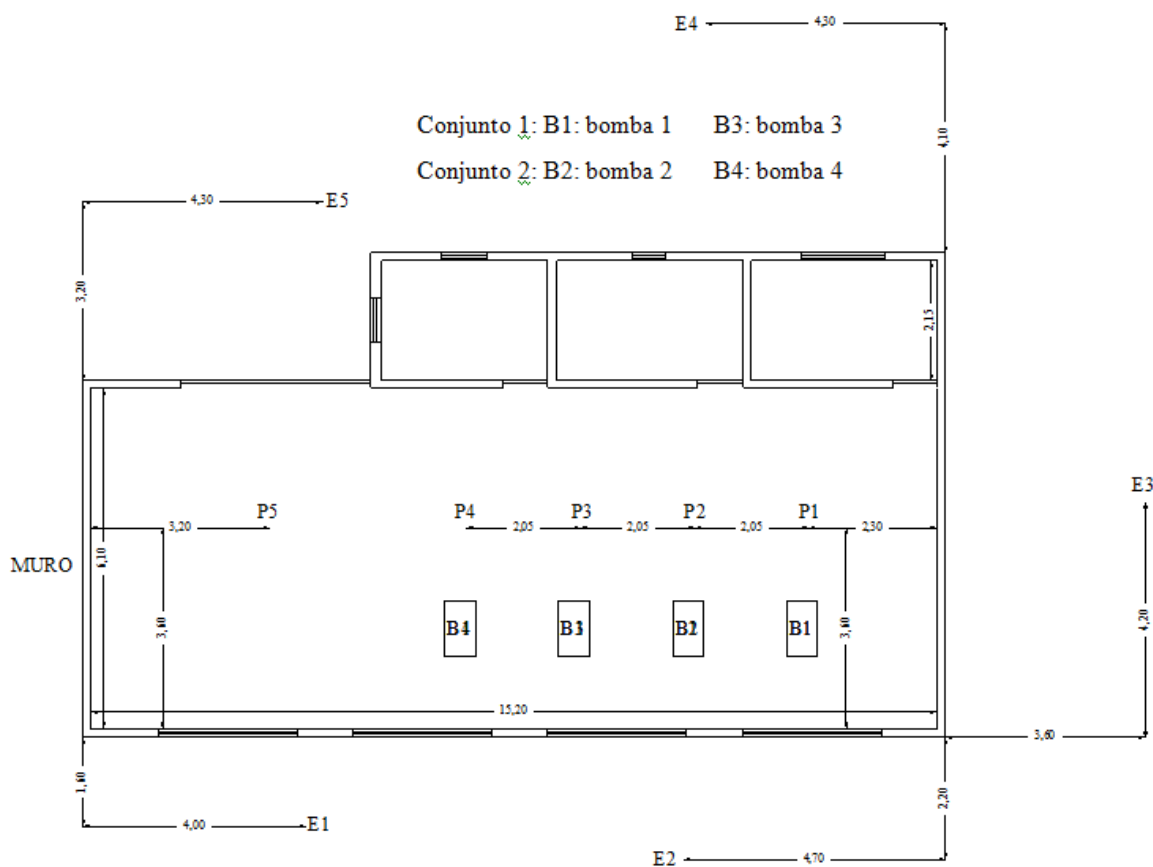


Figura 7.95: Localização dos pontos de Medição da Estação Vila Jundiainópolis

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos das figuras 7.96 e 7.97, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.23, localizada no Apêndice A.

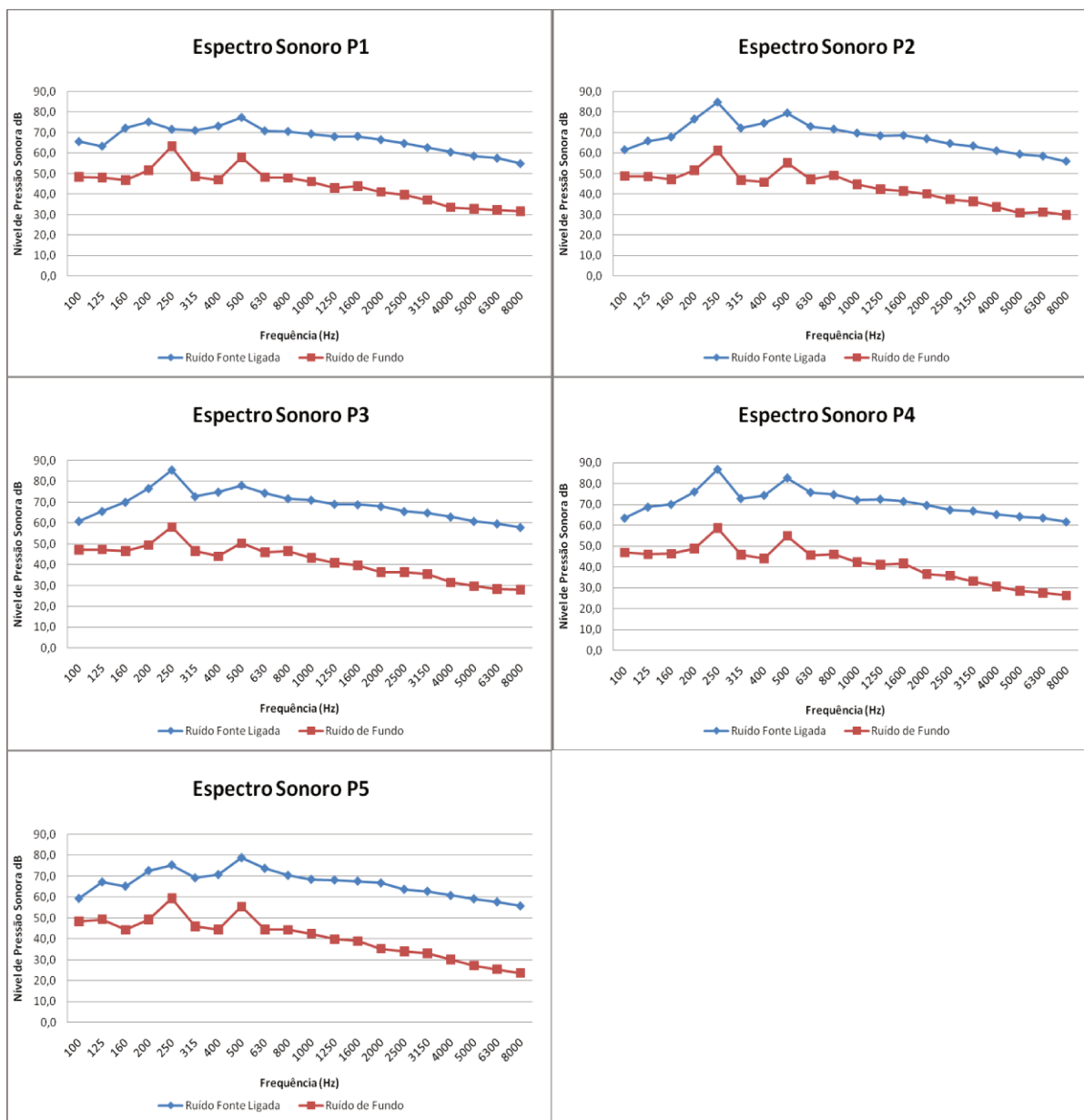


Figura 7.96: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) –Pontos internos
– Vila Jundiainópolis

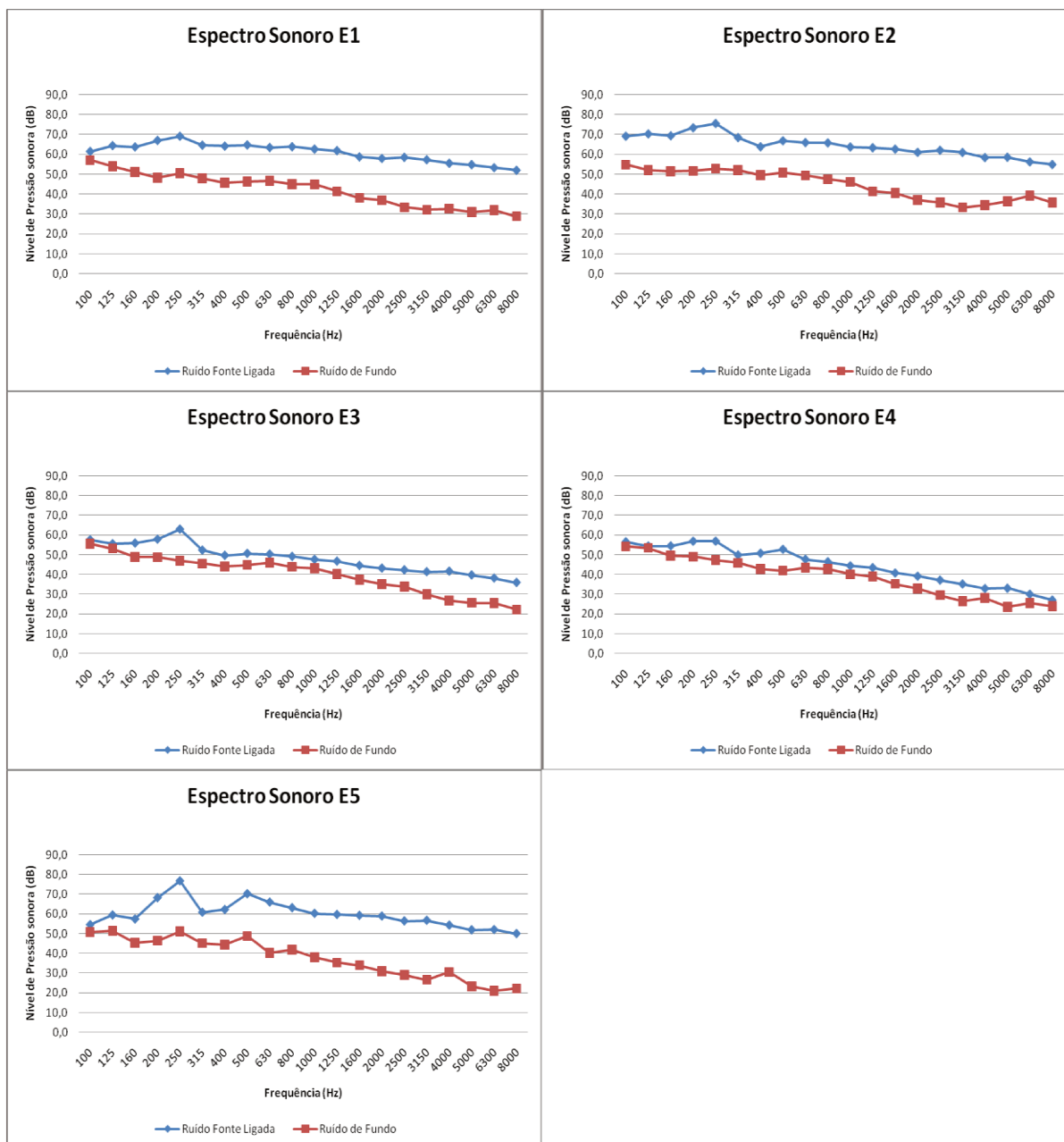


Figura 7.97: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos – Vila Jundiainópolis

A estação Vila Jundiainópolis apresentou ruído de fundo externo de 39,2 dB(A). Internamente à edificação, com as fontes ligadas, o nível de pressão sonora global médio foi de 68,4 dB(A). Externamente a edificação, com as fontes ligadas, os níveis de pressão sonora globais foram de 58,4 dB(A) no ponto E1, de 61,5 dB(A) no ponto E2, de 45,7

dB(A) no ponto E3, de 42,9 dB(A) no ponto E4 e de 60,0 dB(A) no ponto E5. O espectro sonoro dos pontos internos foram semelhantes.

Por meio dos resultados, esta estação mostra claramente a influência das aberturas. Os pontos E1, E2 e E5 que estão localizados na frente das aberturas tiveram níveis de pressão sonora próximos aos valores de ruído gerados internamente. O isolamento nestes pontos foi de no máximo 10 dB(A), enquanto nas fachadas cegas, o isolamento sonoro foi em média de 24,1 dB(A). Sobre o impacto da estação na vizinhança, a estação se beneficia por estar relativamente longe de residências e, portanto, não é um potencial foco de reclamação. De qualquer forma, se comparado os resultados com os valores definidos pela NBR 10151/2000 (ABNT), os níveis de pressão sonora globais externos estão acima dos limites de 55 dB(A) para período diurno e 50 dB(A) para período noturno considerando áreas mistas, predominantemente residenciais.

7.10.4 Estação Vila Marlene

7.10.4.1 Descrição da estação elevatória

A estação Vila Marlene está localizada próximo ao manancial de captação de água, conforme figura 7.98, e próxima a via de trânsito de veículos intenso (Rodovia Geraldo Dias, 2000, Engordadouro). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 15 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,00 m. A cobertura é composta de laje de 12 cm de espessura (pois possui um segundo pavimento). As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 2,00 x 2,10m que fica sempre aberta, uma porta metálica com vidro de dimensões 0,80 x 2,10m que fica fechada, duas janelas metálicas de dimensões 1,50 x 1,20m e uma janela de 1,20 x 1,20m, todas permanecendo fechadas (figura 7.99).



Figura 7.98: Foto aérea da Estação Elevatória Vila Marlene (Google Earth, acessado em março de 2010)

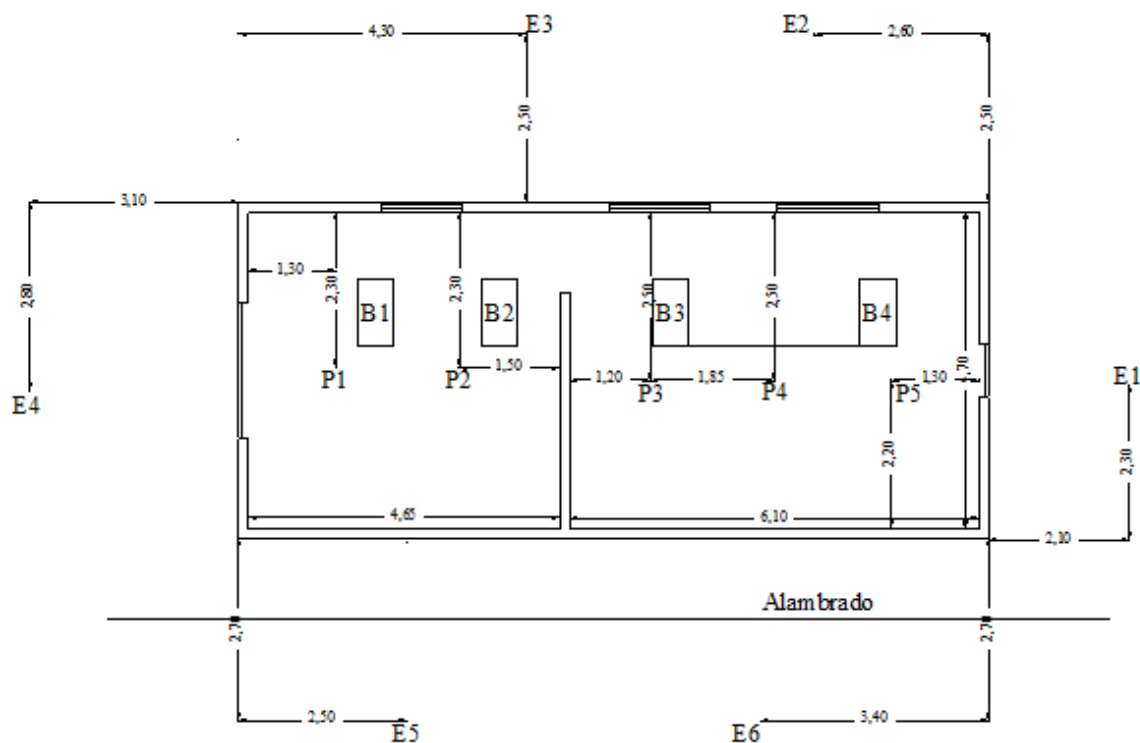
A estação elevatória Vila Marlene abriga quatro conjuntos de motores e bombas. Dois dos conjuntos tem motores da marca WEG 75 CV e as bombas da marca KSB MegaNorm 125-400. Os outros dois conjuntos têm motores da marca WEG 100 CV e as bombas da marca KSB ETA 125-50/2. Trabalham ao mesmo tempo um de cada tipo de conjunto.



Figura 7.99: Vista externa de Estação Elevatória Vila Marlene (Arquivo Pessoal)

7.10.4.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.100, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.



Conjunto 1:	B1: bomba 1	B2: bomba 2 - ligada
Conjunto 2:	B3: bomba 3	B4: bomba 4 - ligada

Figura 7.100: Localização dos pontos de Medição da Estação Vila Marlene

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos das figuras 7.101 e 7.102, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.24, localizada no Apêndice A.

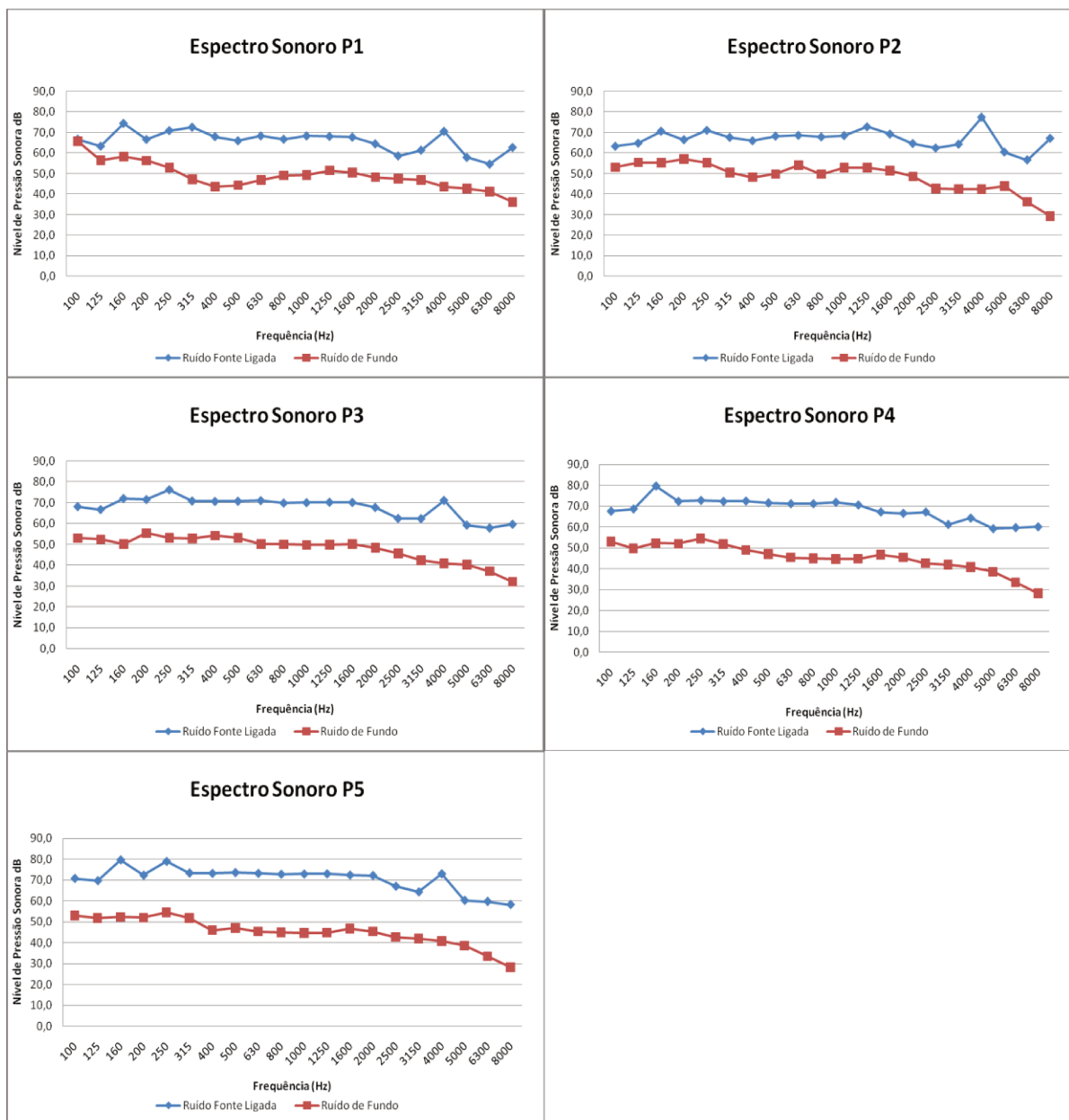


Figura 7.101: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da freqüência (Hz) –Pontos internos – Vila Marlene

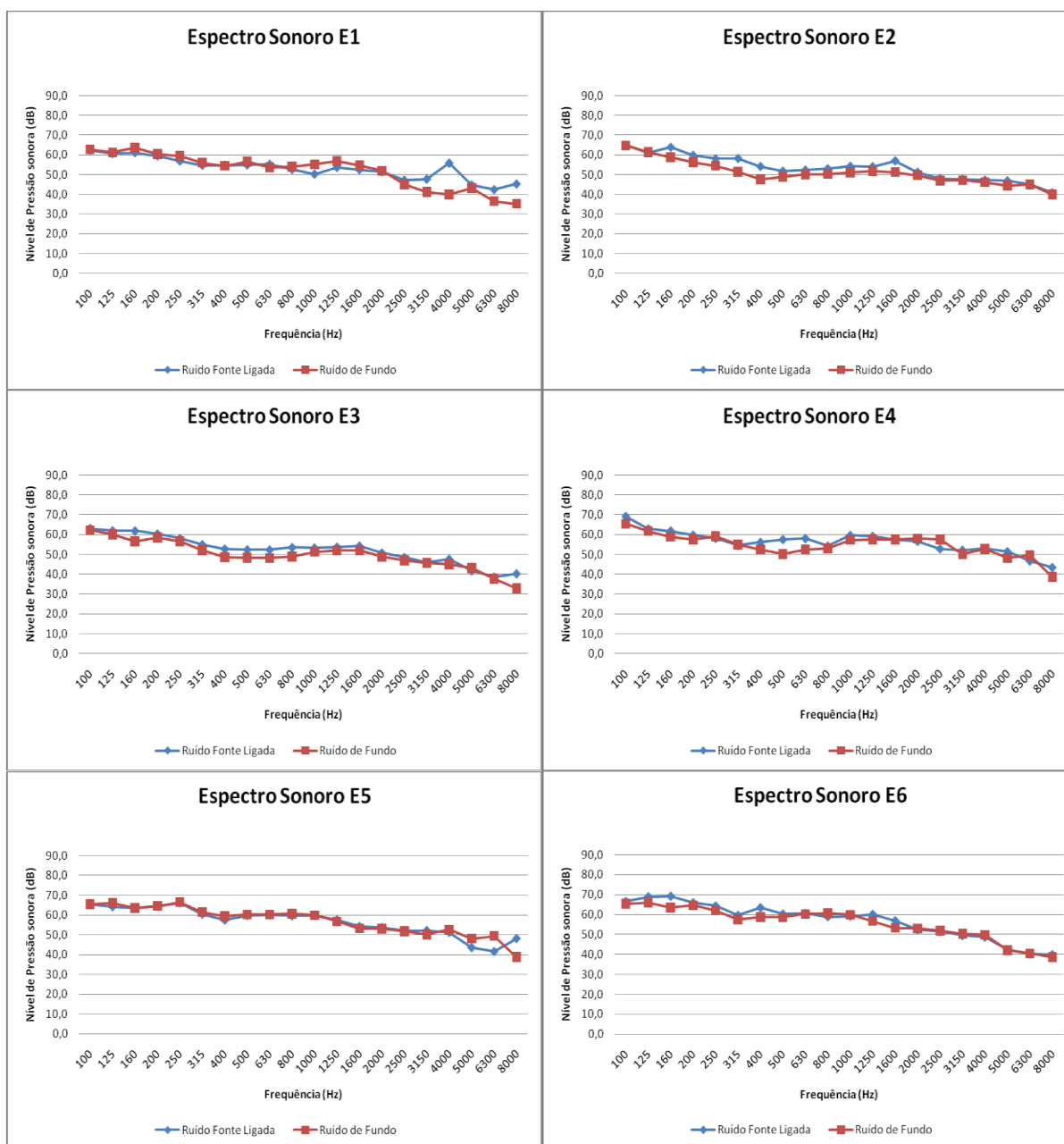


Figura 7.102: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos – Vila Marlene

A estação Vila Marlene apresentou ruído de fundo externo de 50,1 dB(A). Internamente à edificação, com as fontes ligadas, o nível de pressão sonora global médio foi de 66,9 dB(A). Externamente a edificação, com as fontes ligadas, os níveis de pressão sonora globais foram de 50,2 dB(A) no ponto E1, de 50,5 dB(A) no ponto E2, de 49,5

dB(A) no ponto E3, de 53,8 dB(A) no ponto E4, de 54,3 dB(A) no ponto E5 e de 55,1 dB(A) no ponto E6.

Esta estação elevatória se localiza em um via de tráfego intenso durante todo o dia. As medições mostraram que os níveis de pressão sonora com as fontes ligadas nos pontos E1, E2 e E3 foram muito próximos do nível de ruído de fundo. Os demais pontos apresentaram níveis de pressão sonora globais acima dos valores definidos pela NBR 10151/2000 (ABNT), de 50 dB(A) para período noturno considerando áreas mistas, predominantemente residenciais. Sobre o impacto da estação na vizinhança, a estação se beneficia por estar relativamente longe de residências e, portanto, não é um potencial foco de reclamação. Também o ruído de fundo favorece o mascaramento do ruído da estação.

7.10.5 Estação Jardim Tamoio

7.10.5.1 Descrição da estação elevatória

A estação Jardim Tamoio está localizada em área mista, conforme figura 7.103, e próxima a via de trânsito de veículos intenso (Av. dos Imigrantes, s/n - Colônia). É composta de duas edificações. Ambas têm como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 15 cm de espessura e piso cerâmico. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A cobertura é composta telha de fibrocimento. Uma edificação (sala 1) tem pé-direito de 6,00m e a outra edificação (sala 2) tem pé-direito de 3,00m. As aberturas da sala 1 são uma porta metálica de dimensões 2,20 x 2,10m, uma porta metálica com vidro de dimensões 0,80 x 2,10m, duas janelas metálicas de dimensões 3,00 x 1,60m (abertas), três janelas venezianas de madeira de dimensões 1,70 x 1,25m (fechadas) e uma janela metálica de dimensões de 1,30 x 1,60m que permanece aberta. As aberturas da sala 2 são uma porta metálica de dimensões 1,60 x 2,10m, uma porta metálica com vidro de dimensões 1,20 x 2,10m e uma janelas metálica de dimensões 1,00 x 1,40m (figura 7.104).



Figura 7.103: Foto aérea da Estação Elevatória Jardim Tamoio (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Jardim Tamoio abriga, na sala 1, três conjuntos de motores e bombas, sendo que dois conjuntos funcionam juntos. Os três conjuntos tem motores da marca WEG 175 CV e as bombas da marca KSB MegaNorm 150-400. A sala 2 apresenta dois conjuntos, os quais trabalham alternadamente. Os outros dois conjuntos têm motores da marca WEG 60 CV e as bombas da marca KSB ETA 100-50/2.



Figura 7.104: Vista externa de Estação Elevatória Jardim Tamoio (Arquivo Pessoal)

7.10.5.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.105, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

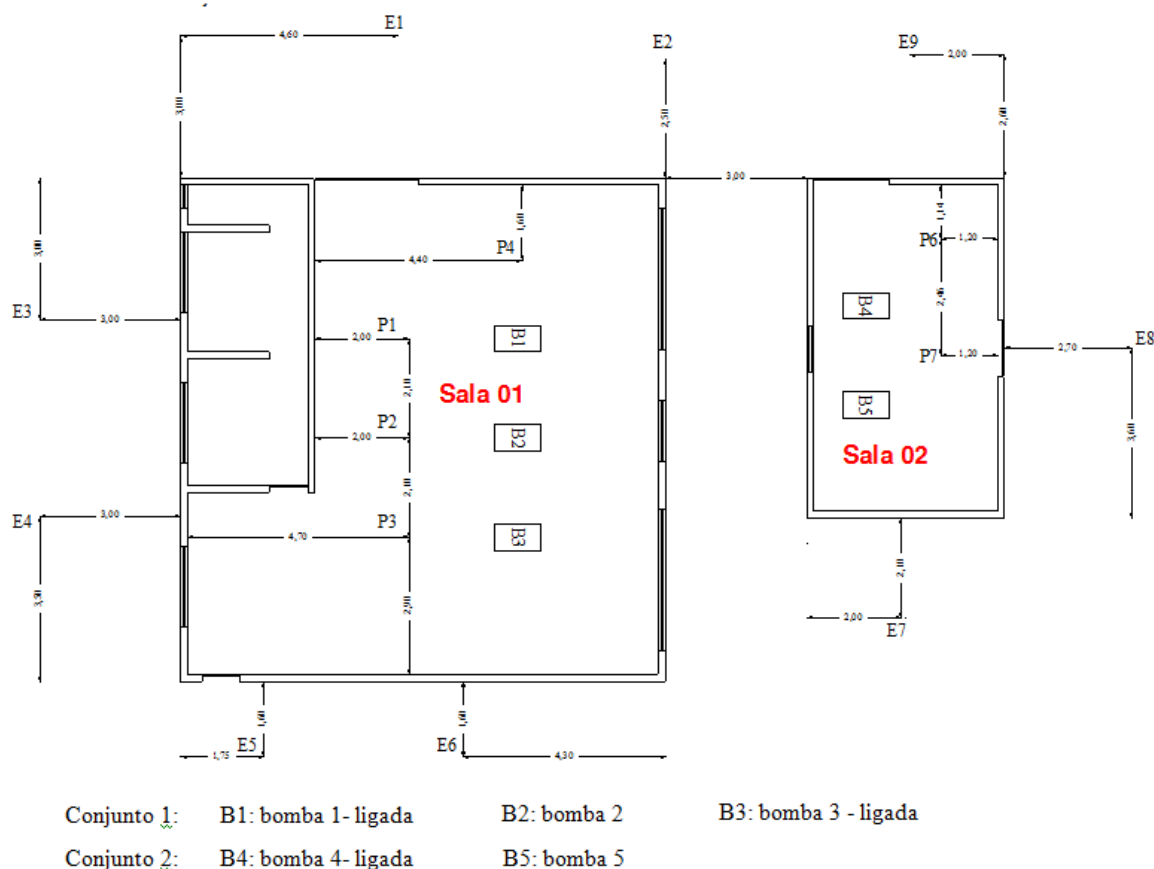


Figura 7.105: Localização dos pontos de Medição da Estação Jadim Tamoio

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos das figuras 7.106 e 7.107, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.25, localizada no Apêndice A.

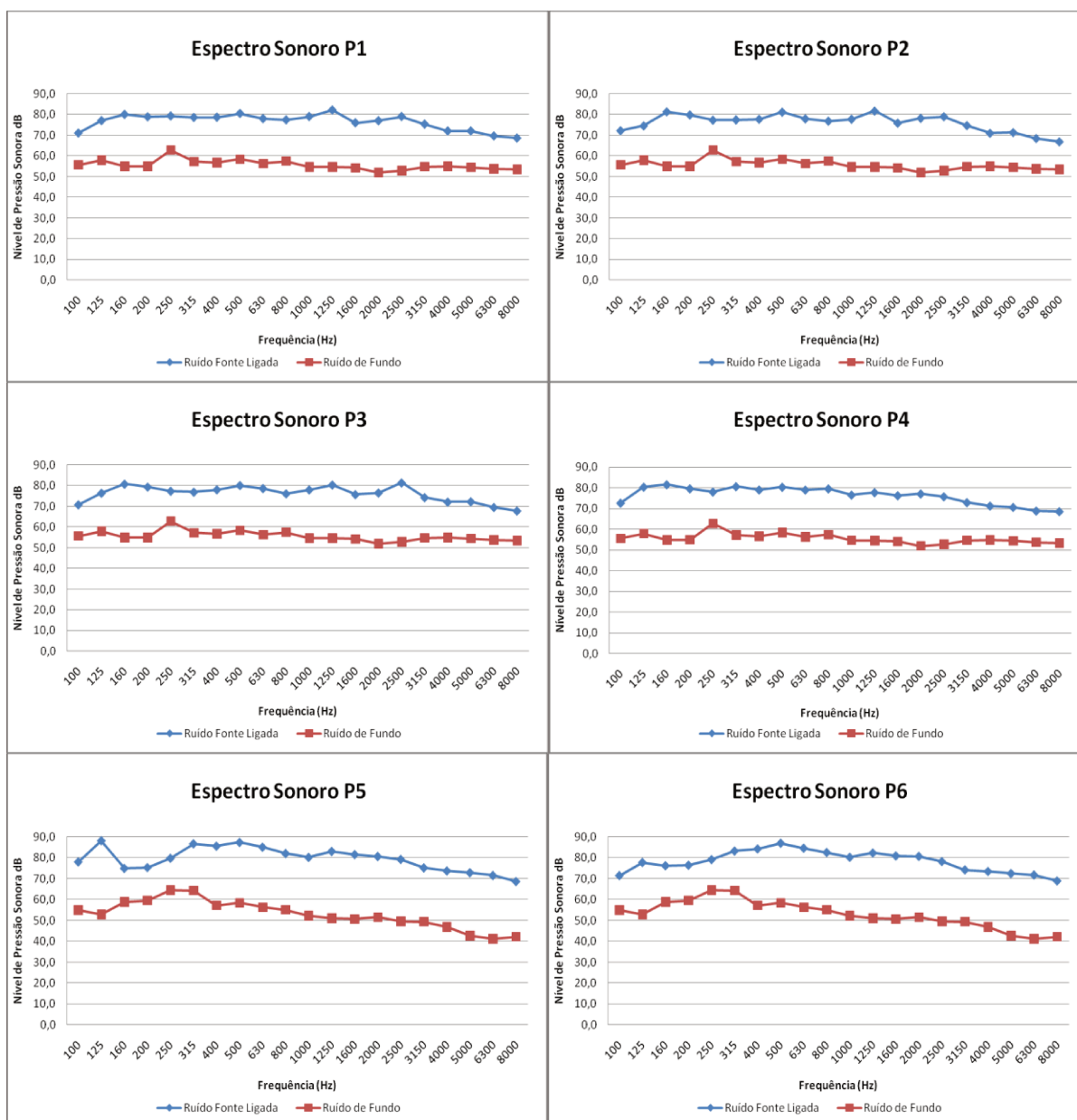


Figura 7.106: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) –Pontos internos – Jardim Tamoio

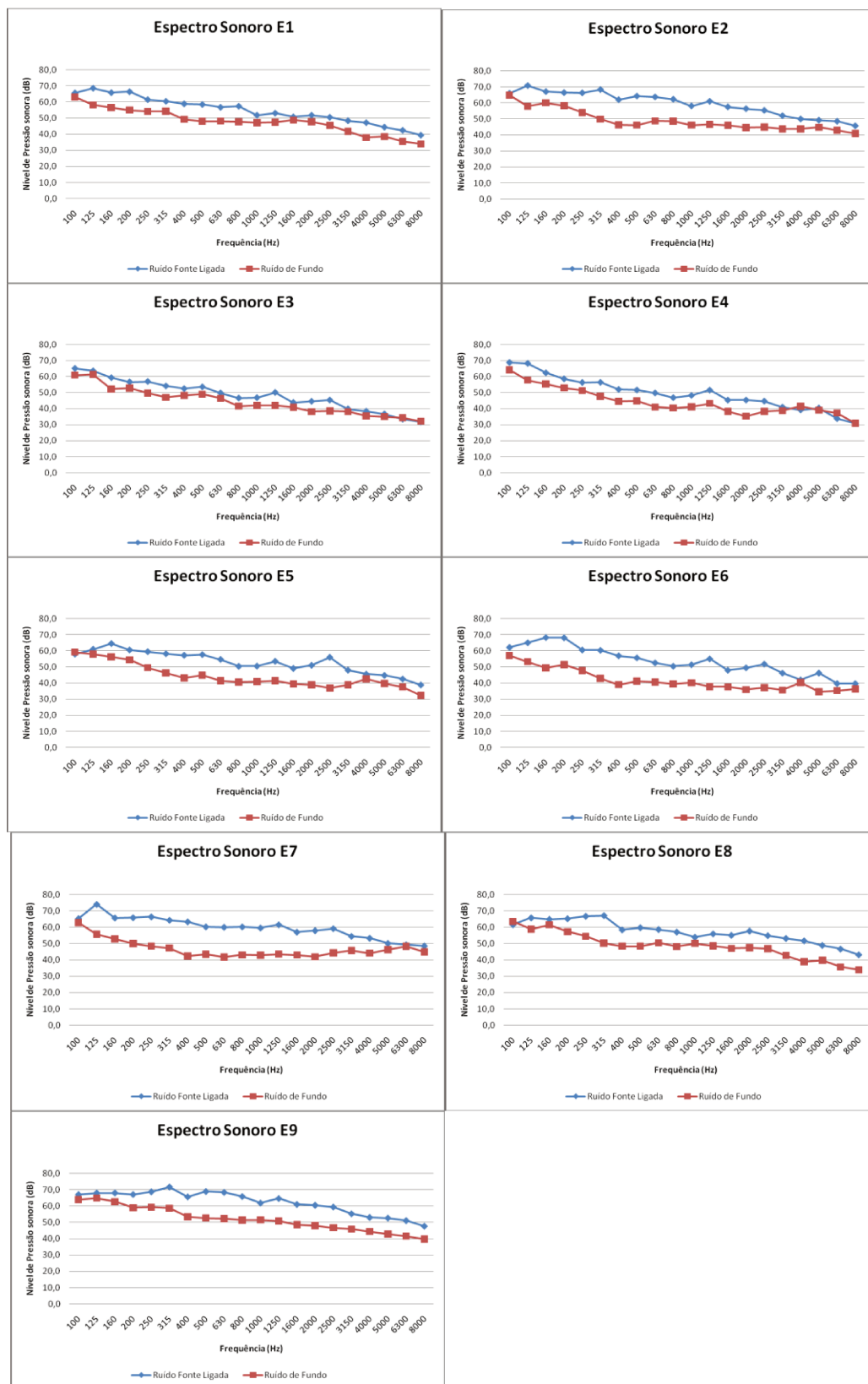


Figura 7.107: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos – Jardim Tamoio

A estação Jardim Tamoio apresentou ruído de fundo externo médio de 43,0 dB(A). A sala 1, internamente à edificação, com as fontes ligadas, apresentou nível de pressão sonora global médio de 75,0 dB(A). A sala 2, com as fontes ligadas, apresentou nível interno de pressão sonora global médio de 78,5 dB(A). Externamente as duas edificações, com as fontes ligadas, os níveis de pressão sonora globais foram de 52,0 dB(A) no ponto E1, de 57,2 dB(A) no ponto E2, de 45,9 dB(A) no ponto E3, de 47,3 dB(A) no ponto E4, de 50,6 dB(A) no ponto E5, de 51,1 dB(A) no ponto E6, de 56,9 dB(A) no ponto E7, de 54,8 dB(A) no ponto E8 e de 60,9 dB(A) no ponto E9. Não foi possível realizar medições diante das janelas entre as duas edificações, pois no período do trabalho estava em construção uma tubulação para servir de recalque para as bombas no local.

A sala 1 possui motores e bombas de potência maiores do que os da sala 2, entretanto, apresentou um nível interno de ruído menor pois, devido as maiores dimensões da sala ocorre uma pequena atenuação com a distância já no interior da sala. Os espectros com fonte ligada são relativamente planos indicando que não existe nenhuma frequência ou conjunto de frequências que se destacam no ruído gerado pelo conjunto motor-bomba.

Comparando os resultados das medições realizadas, temos que os pontos que circundam a sala 2 apresentam maior nível de ruído. Isso se deve, não só pelo maior ruído interno gerado, mas também pelo acréscimo de ruído gerado pela sala 1, que tem suas janelas voltadas para a sala 2. Os pontos E7, E9 e E2 sofrem diretamente esta influência, apresentando até 10 dB(A) de diferença dos níveis dos pontos que se localizam nas demais fachadas da sala 01.

Os pontos E3 e E4 apresentaram os níveis de pressão sonora mais baixos. Esse valor é resultado da inserção de mais uma parede entre a câmara da sala 01 na qual se localiza os conjuntos motores e bombas e o exterior. A existência da sala de operação (inativa no momento) e demais aposentos formaram uma camada protetora por meio de duas paredes com um corredor de ar entre elas e, conseqüentemente, um melhor isolamento acústico. Essa é uma estratégia possível para melhorar o isolamento acústico de um edifício.

7.10.6 Estação Vila Progresso

7.10.6.1 Descrição da estação elevatória

A estação Vila Progresso está localizada em área residencial densamente ocupada, conforme figura 7.108, e próxima a via de trânsito de veículos leve (R. Zuferey, s/n – Vila Progresso). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 15 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 5,50 m. A cobertura é composta telha de fibrocimento. As aberturas da estação são uma porta metálica de dimensões 1,80 x 2,10m, duas janelas metálicas de dimensões 1,50 x 3,00m (abertas) e uma janela metálica de dimensões de 1,50 x 1,75m que permanece aberta (figura 7.109).

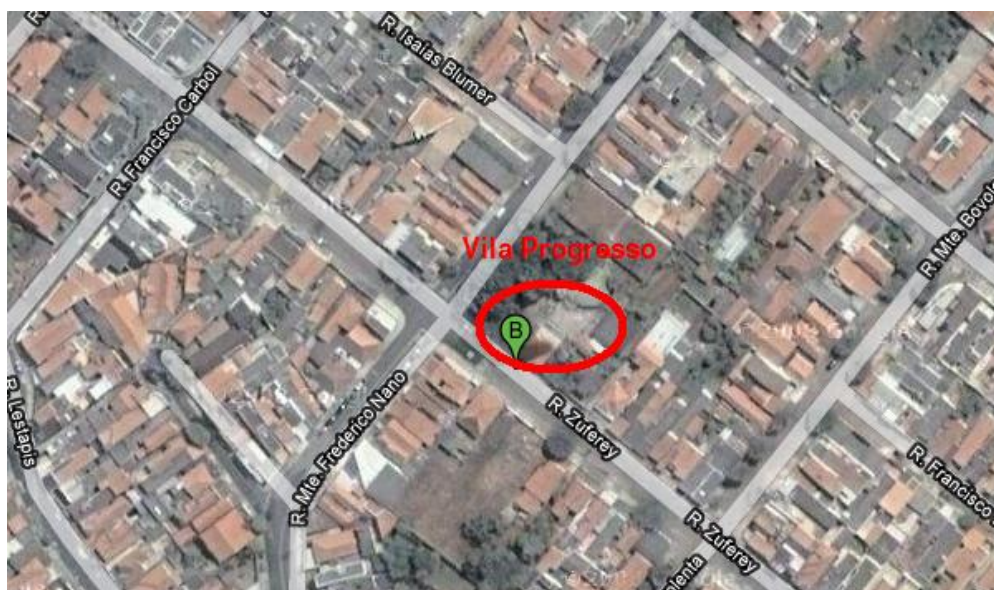


Figura 7.108: Foto aérea da Estação Elevatória Vila Progresso (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Vila Progresso abriga três conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG 100 CV e as bombas são da marca KSB MegaNorm 150-315.

Foram feitas medições com todos os conjuntos ligados (condição normal de funcionamento) e com apenas dois conjuntos ligados para a comparação.



Figura 7.109: Vista externa de Estação Elevatória Vila Progresso (Arquivo Pessoal)

7.10.6.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.110, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

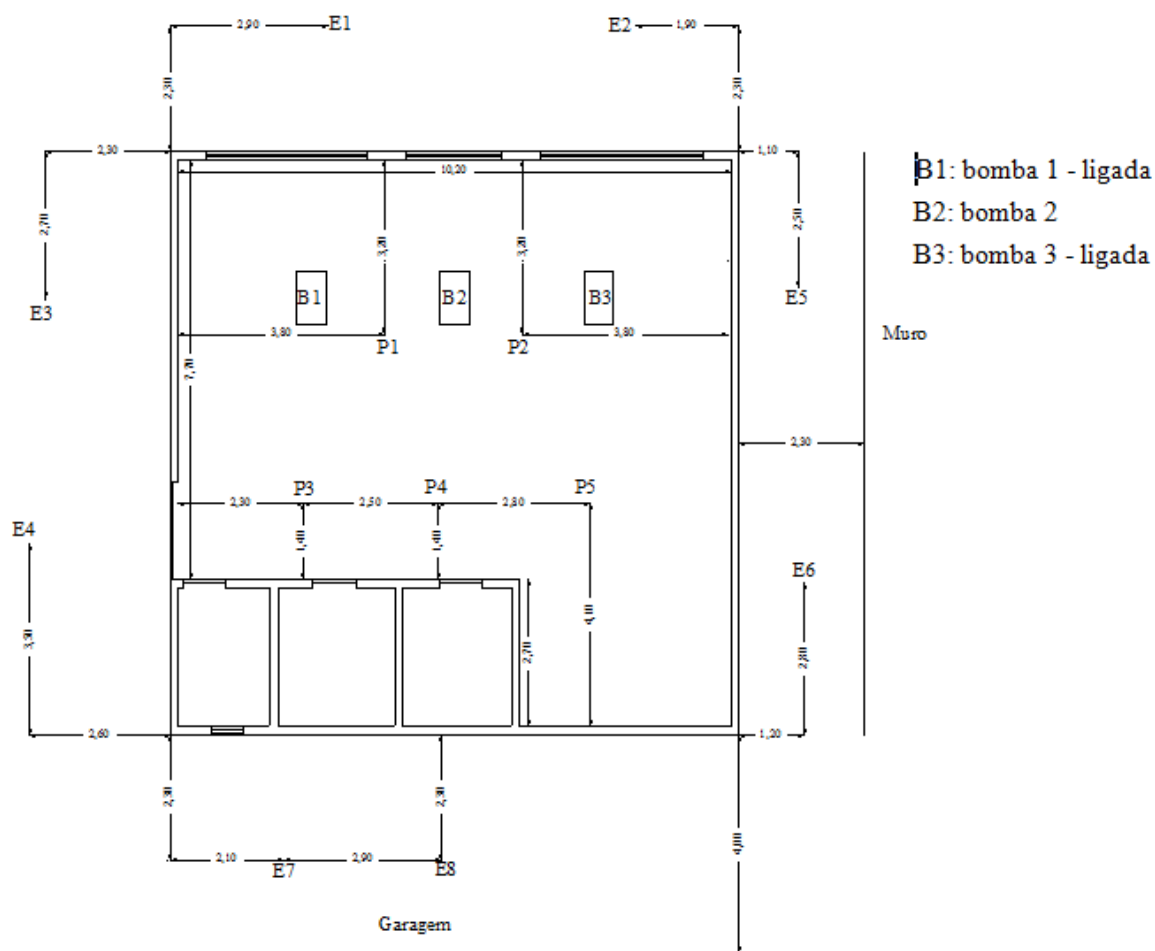


Figura 7.110: Localização dos pontos de Medição da Estação Vila Progresso

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos, a cor azul refere-se aos dados com fontes ligadas e em vermelho com as fontes desligadas. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.26, localizada no Apêndice A.

Na primeira série de medidas realizadas trabalhou-se com dois conjuntos motores e bombas ligados conforme figuras 7.111 e 7.112.

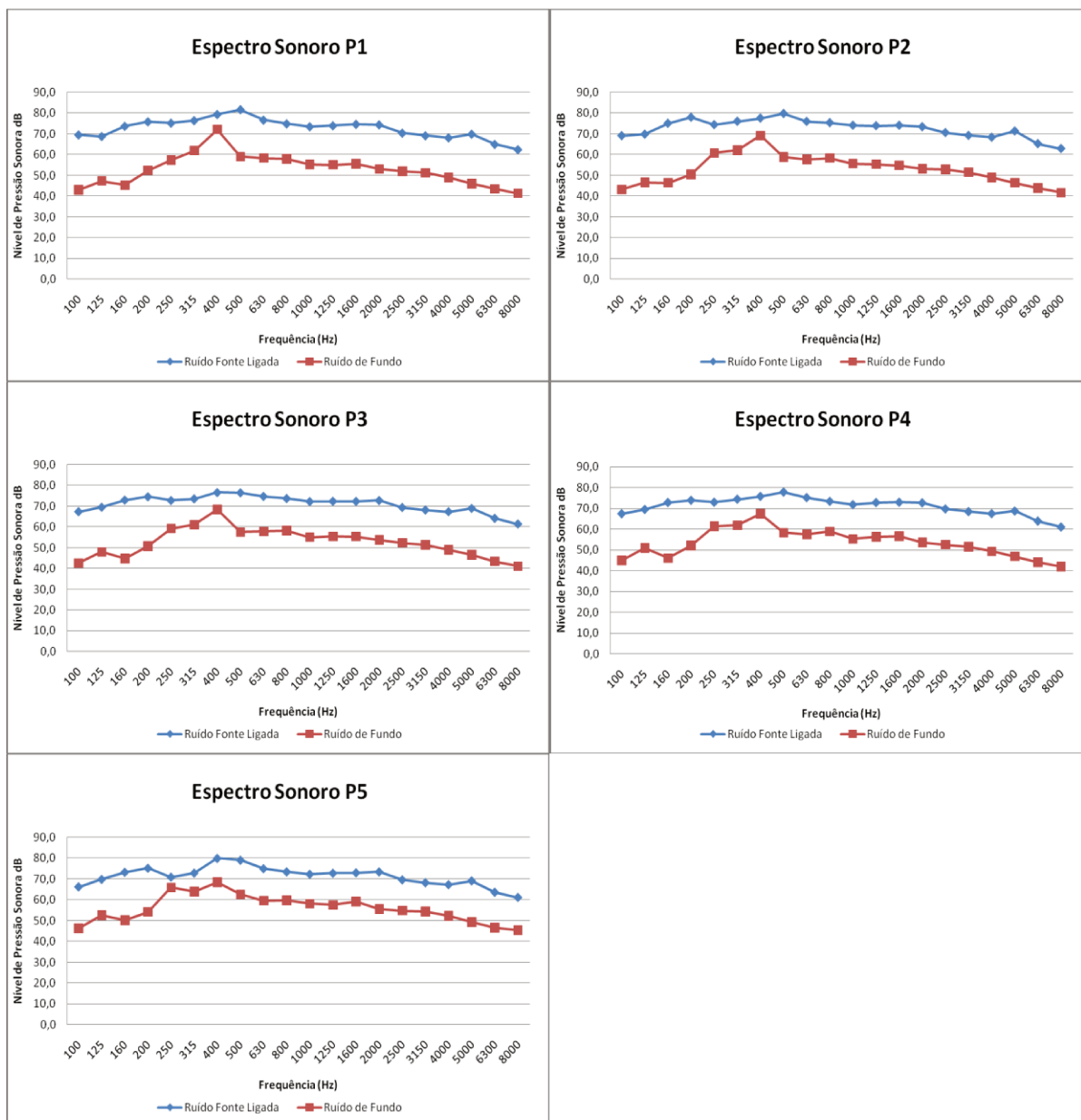


Figura 7.111: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) –Pontos internos – Vila Progresso

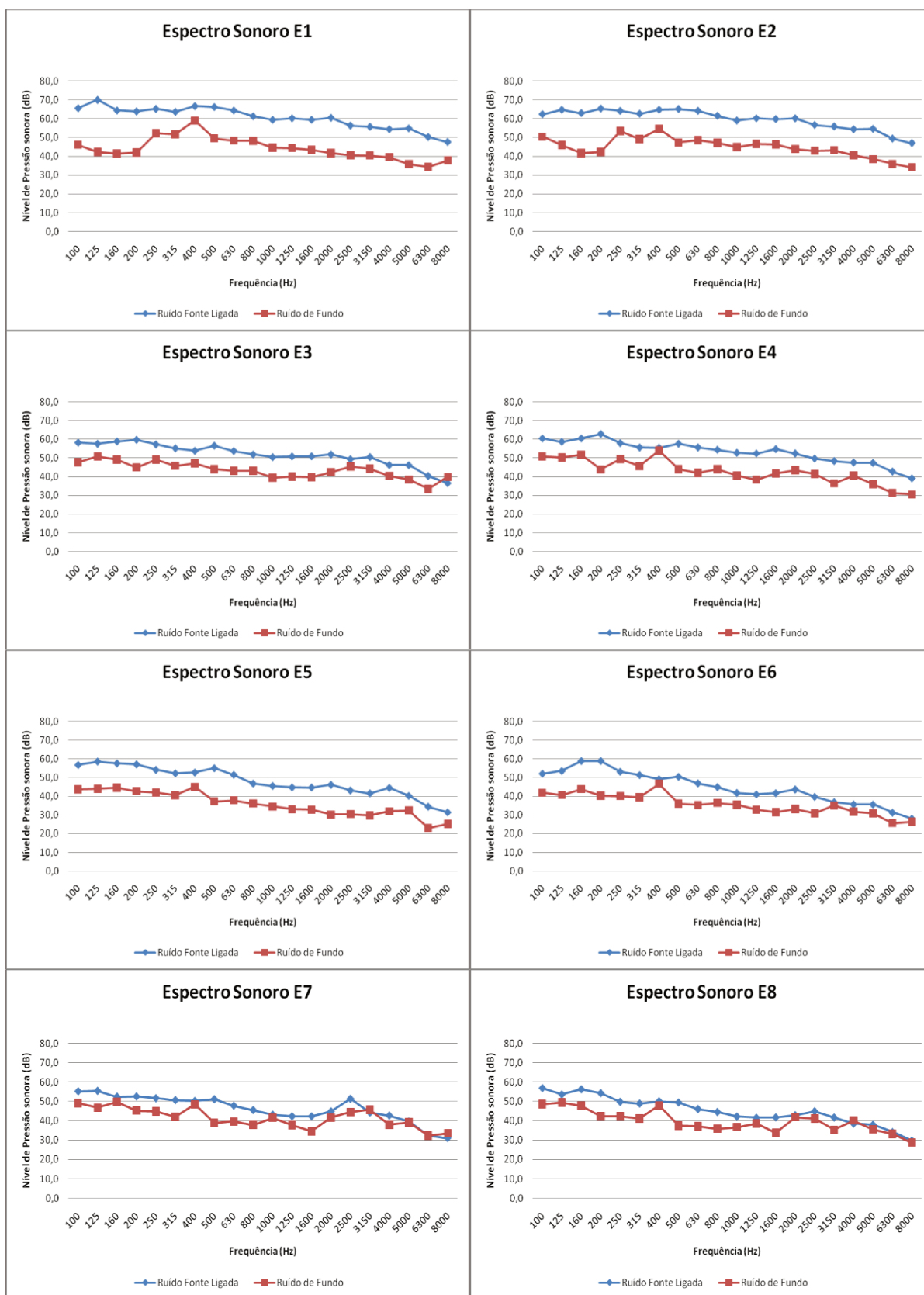


Figura 7.112: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos- Vila Progresso

Já nessa segunda série de medições, os dados foram obtidos com todos os conjuntos motores e bombas ligados conforme as figuras 7.113 e 7.114.

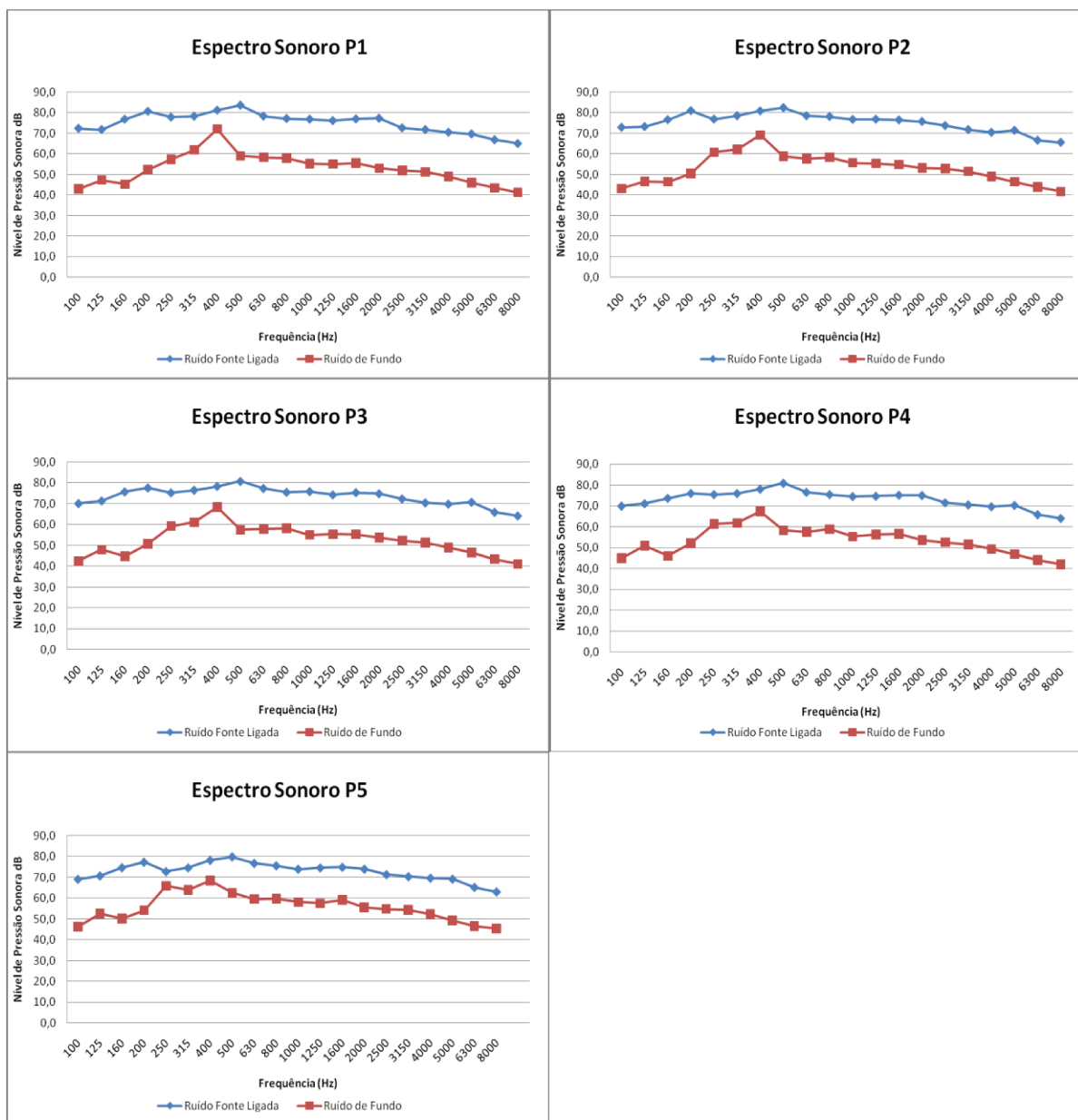


Figura 7.113: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) –Pontos internos

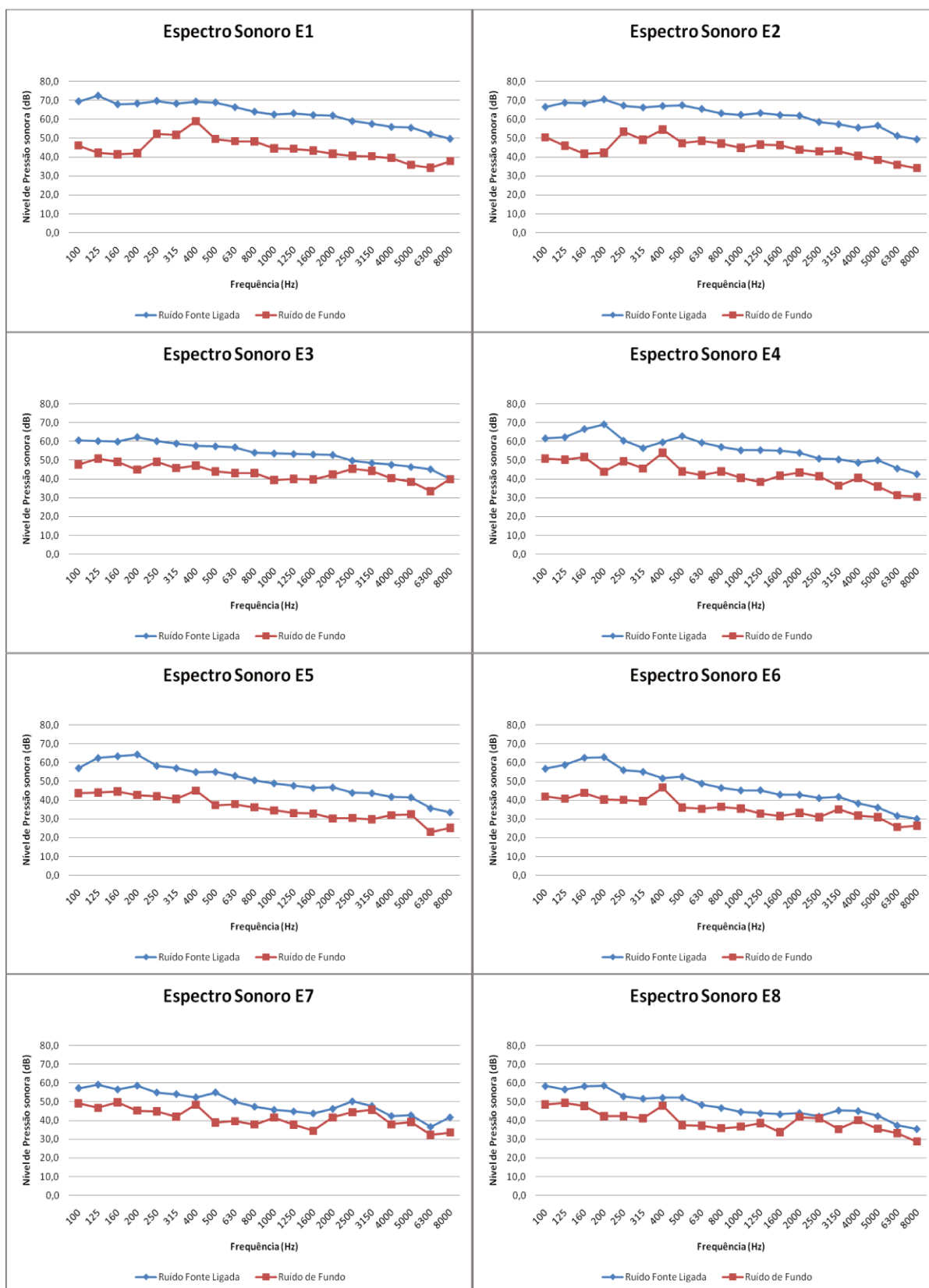


Figura 7.114: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos – Vila Progresso

Para a estação Vila Progresso o ruído de fundo externo a estação encontrado foi de 39,3 dB(A). Foram realizadas medições em duas etapas. Numa primeira etapa, foram realizadas as medições com apenas dois dos três conjuntos motores e bombas ligados. Internamente, nesta etapa, a estação apresentou o nível de pressão sonora global médio de 70,5 dB(A). As medições com todas os conjuntos ligados (segunda etapa), indicaram um nível de pressão sonora global interno médio de 72,7 dB(A). Externamente, na primeira etapa, os níveis de pressão sonora globais foram de 58,1 dB(A) no ponto E1, de 57,5 dB(A) no ponto E2, de 49,0 dB(A) no ponto E3, de 50,5 dB(A) no ponto E4, de 45,2 dB(A) no ponto E5, de 42,6 dB(A) no ponto E6, de 44,2 dB(A) no ponto E7 e de 42,1 dB(A) no ponto E8. Na segunda etapa, com todos os conjuntos bombas e motores ligados, os níveis de pressão sonora globais foram de 60,7 dB(A) no ponto E1, de 59,9 dB(A) no ponto E2, de 51,0 dB(A) no ponto E3, de 53,7 dB(A) no ponto E4, de 47,9 dB(A) no ponto E5, de 45,3 dB(A) no ponto E6, de 46,2 dB(A) no ponto E7 e de 44,6 dB(A) no ponto E8.

Interessante observar que, internamente a estação, o acréscimo de um conjunto motor e bomba (igual aos demais) elevou em 2,2 dB(A) o nível de ruído. Nas medições externas, comparando-se a etapa 1 e 2, a diferença foi a mesma para todos os pontos, demonstrando que à medida que se aumentar o ruído interno, aumenta-se o impacto exteriormente.

Outra análise que pode ser feita com estes resultados é a influência das aberturas nesta estação. Os pontos E1 e E2 apresentaram os maiores níveis de pressão sonora externos, cerca de 10 dB(A) dos demais, pois estão diante das aberturas. Se analisarmos que sem a abertura (ponto E5) o isolamento foi de 27,5 dB(A), a abertura decresce o isolamento de cerca de 30%. O tratamento das aberturas se torna parte essencial para a redução do impacto sonoro da estação elevatória.

Os pontos E5 e E6 estão localizados próximos ao primeiro vizinho da estação. Analisando os dados na situação com os três conjuntos motores e bombas ligados, nota-se que o ruído foi de 47,9 dB(A) no ponto E5 e 45,3 dB(A) no ponto E6. A norma NBR 10151/2000 (ABNT) estabelece que para áreas residenciais, o ruído aceitável para período

noturno seja de no máximo 45 dB(A). Os níveis da estação estão acima dos recomendados. Como existe um muro de bloco de cimento de cerca de 2,70m entre a estação e o vizinho, o ruído que chega ao vizinho pode ser menor e estar de acordo com a norma (não foi possível a medição no interior da casa vizinha).

7.10.7 Estação Moisés

7.10.7.1 Descrição da estação elevatória

A estação Moisés está localizada em área residencial pouco ocupada, conforme figura 7.115, e próxima a via de trânsito de veículos leve (Av. César Puglia, s/n – Malota). Tem como características construtivas: estrutura de concreto, vedação em bloco de cimento de 15 cm de espessura e contrapiso de concreto. As superfícies recebem reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica. A estação possui pé-direito de 3,70 m. A cobertura é composta telha cerâmico com forro de isopor. As aberturas da estação são duas portas metálicas de dimensões 1,30 x 2,10m, um portão metálico de dimensões 3,10 x 3,20m, duas janelas metálicas de dimensões 1,00 x 1,00m (abertas), uma janela metálica de dimensões de 1,20 x 1,50m (abertas), uma janela metálica de dimensões 0,80 x 1,50m e uma janela metálica de dimensões de 2,40 x 1,00m que permanece aberta (figura 7.116).



Figura 7.115: Foto aérea da Estação Elevatória Moisés (Google Earth, acessado em março de 2010)

A estação elevatória Moisés abriga dois conjuntos de motores e bombas. Os motores são da marca WEG 100 CV e as bombas são da marca Imbil 125-500/2. Foram feitas medições com apenas um conjunto ligado.



Figura 7.116: Vista externa de Estação Elevatória Moisés (Arquivo Pessoal)

7.10.7.2 Resultados e Análise

Os pontos de medição da estação estão apresentados na figura 7.117, sendo P a representação dos pontos internos e E a representação dos pontos externos a edificação.

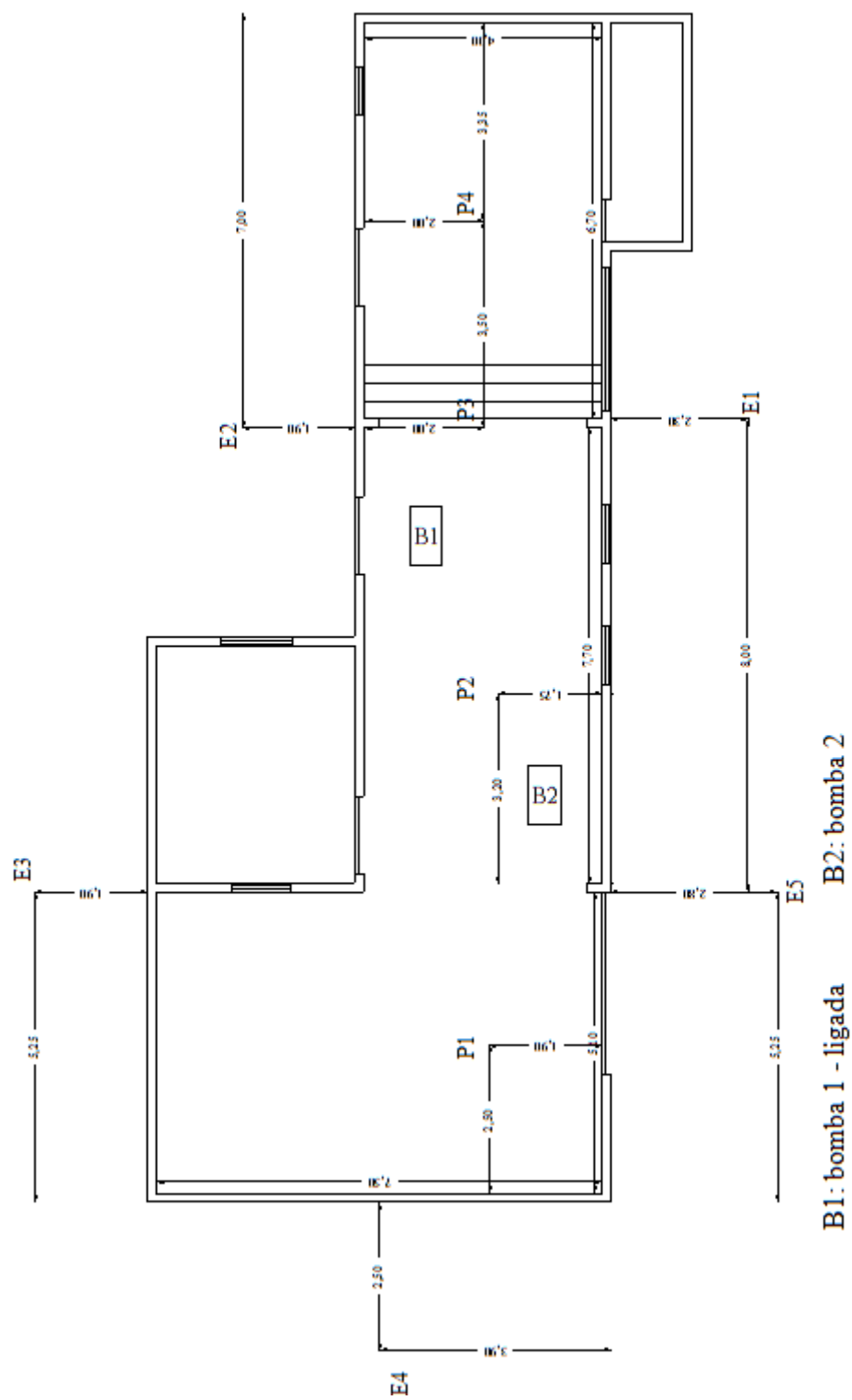


Figura 7.117: Localização dos pontos de Medição da Estação Moisés

Medições de nível de pressão sonora em dB em função da frequência foram realizadas em cada ponto de medição tanto com as fontes ligadas como com as fontes desligadas. Nos gráficos das figuras 7.118 e 7.119, a cor azul refere-se aos dados com fonte ligada e em vermelho com a fonte desligada. Os dados utilizados para a construção dos gráficos se encontram na tabela A.27, localizada no Apêndice A.

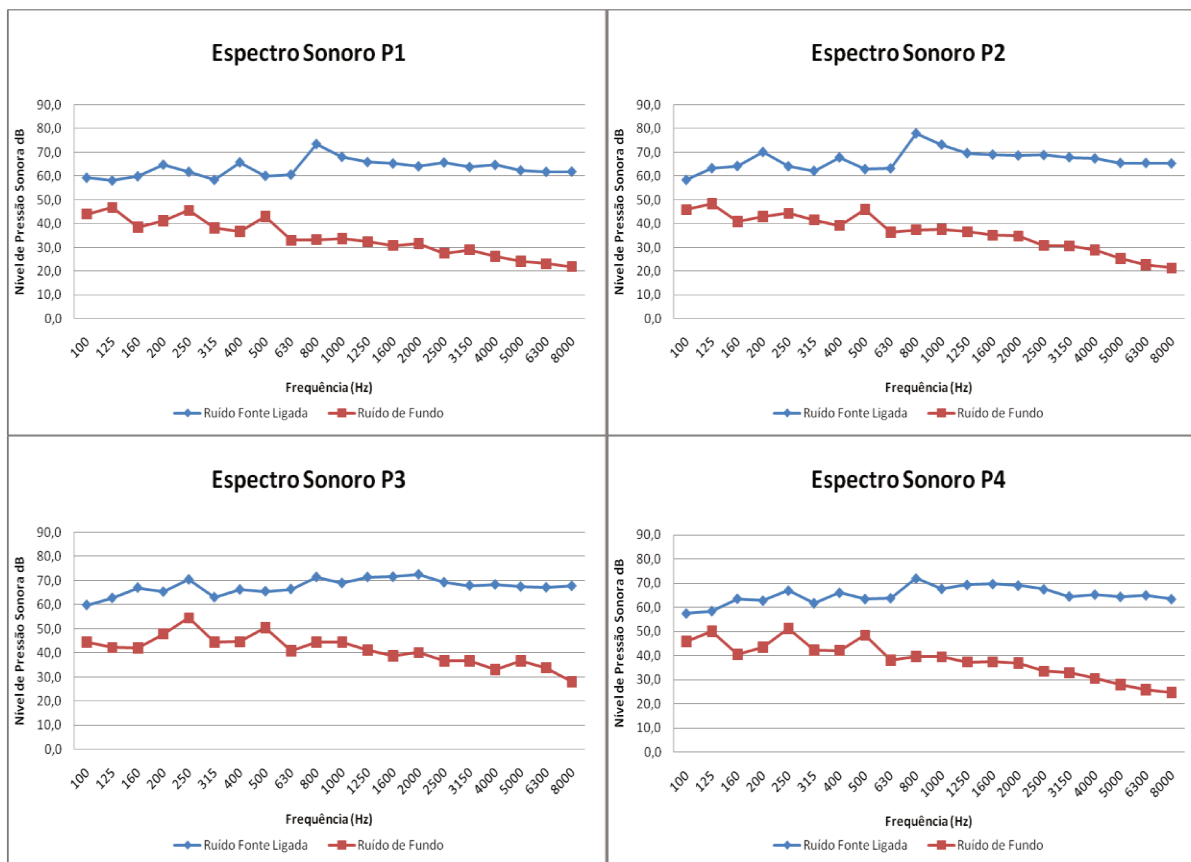


Figura 7.118: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) –Pontos internos- Moisés

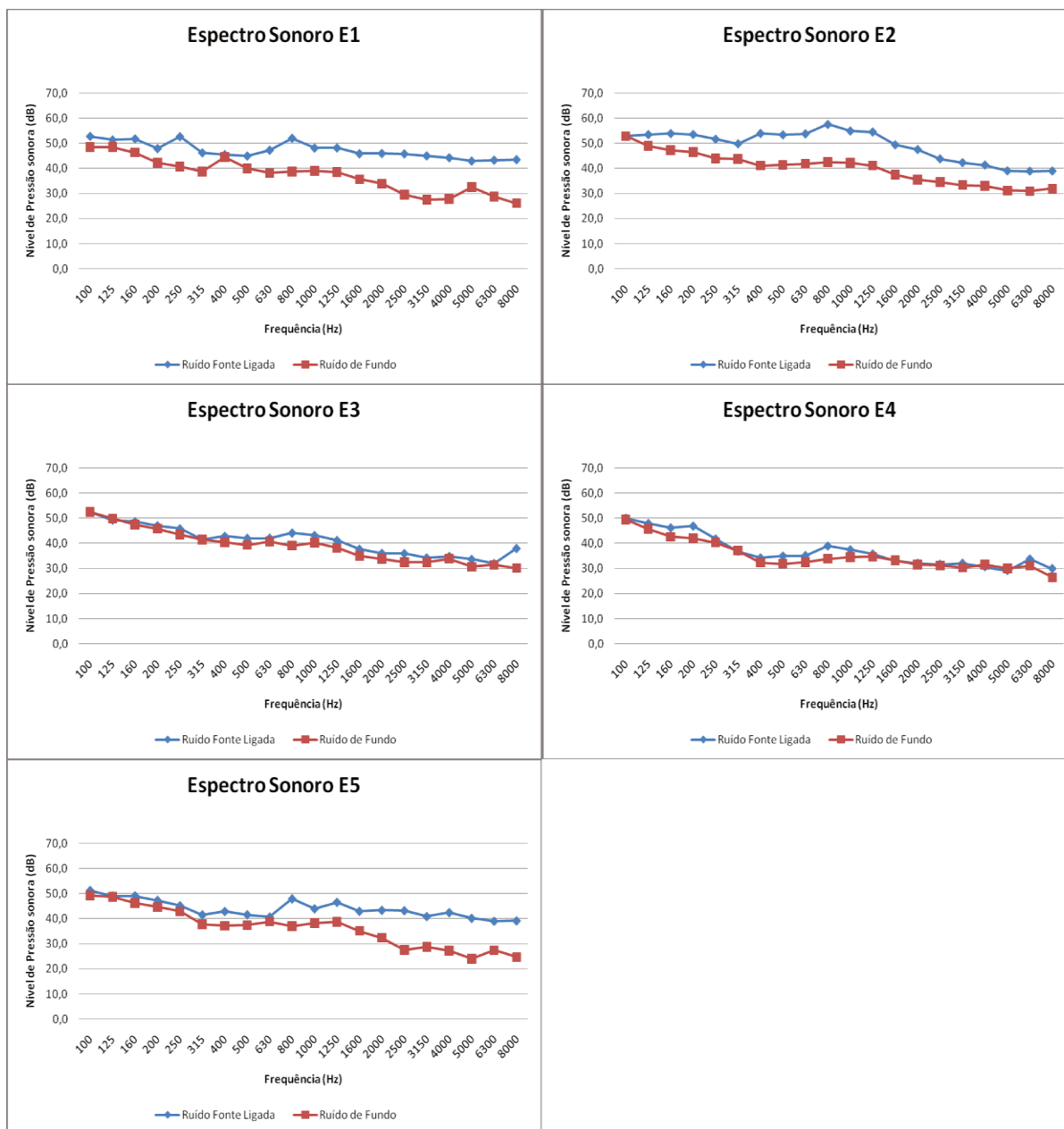


Figura 7.119: Níveis de Pressão sonora (dB) em função da frequência (Hz) – Pontos Externos - Moisés

A estação Moisés apresentou um ruído de fundo médio externo de 34,2 dB(A). Internamente à estação o nível de pressão sonora global, com a fonte ligada, encontrado foi de 66,2 dB(A). Externamente os níveis de pressão sonora globais com a fonte ligada foram de 44,7 dB(A) no ponto E1, de 49,0 dB(A) no ponto E2, de 37,7 dB(A) no ponto E3, de 33,1 dB(A) no ponto E4 e de 41,3 dB(A) no ponto E5.

Os pontos E1 e E2 apresentaram os maiores níveis de pressão sonora externos com fonte ligada e são exatamente os pontos que estão diante das aberturas. Outro aspecto importante desta estação elevatória é a atenuação do ruído com a distância. A estação apresenta grandes dimensões, por isso, tanto o nível interno de ruído como o nível externo de ruído se beneficiam da atenuação da distância. A norma NBR 10151/2000 (ABNT) estabelece que para áreas residenciais, o ruído aceitável para período noturno seja de no máximo 45 dB(A) e de 50 dB (A) para período diurno. Os níveis da estação estão abaixo dos limites recomendados.

8 Análise Geral

A maioria das estações apresentou sistemas construtivos similares: um único compartimento com vedação em alvenaria, estrutura em concreto, cobertura com laje de 12cm de espessura, contrapiso de concreto, superfícies com reboco de 2,5 cm de espessura e pintura acrílica, janelas metálicas que permanecem abertas e portas metálicas de variadas dimensões e tipos. Três estações, Malota, Fazenda Grande Residencial e Tulipa apresentaram sistemas construtivos diferentes, com as câmaras enterradas.

A maioria das estações estava inserida em áreas estritamente residenciais, nas quais o ruído de fundo externo apresentou valores relativamente baixos. As diferenças de sistemas construtivos, dimensões das estações e ruído de fundo externo médio estão descritos na tabela 8.1. As estações Tiradentes e Vila Marlene apresentaram valores de ruído de fundo externo médio elevados. Nesses dois casos, o ruído de fundo foi devido ao ruído gerado pelo tráfego de veículos.

A classificação das estações conforme a potência dos conjuntos motores e bombas permitiu a comparação entre as estações. Apesar de alguns conjuntos motores e bombas terem ruído diferente dos de mesma potência (talvez por problemas de manutenção), em geral, os espectros sonoros internos com as fontes ligadas foram semelhantes. Os espectros sonoros internos foram relativamente planos na maioria das estações, indicando que não existe nenhuma frequência ou conjunto de frequências que se destaca no ruído gerado pelo conjunto motor-bomba. A tabela 8.2 mostra os níveis de pressão sonora globais médios internos às estações elevatórias. Os resultados demonstraram que há uma relação entre o aumento da potência dos motores e bombas e o ruído gerado pelos mesmos, mas para a determinação desta relação seria necessária a comparação de conjuntos motores e bombas de mesma idade e grau de manutenção, o que não foi possível nesta pesquisa.

Tabela 8.1 – Características Construtivas das Estações Elevatórias (estrutura de concreto) e Ruído de Fundo Externo Global

Estações	Vedação	Cobertura	Piso	Revestimento	Sistema Construtivo	Dimensões	Ruído Fundo dB(A)
Portal da Colina	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão (ao nível da via)	3,90 x 2,95m	35,0
Pessoto	Bloco cimento	Telha fibrocimento	concreto	Chapisco	Padrão	1,10 x 1,30m	30,7
Jardim Itália	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,00 x 3,00m	24,9
Cidade Jardim	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Pintura	Padrão	4,00 x 3,00m	35,3
Recanto da Prata	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	3,60 x 2,70m	26,4
Jardim da Fonte	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	3,40 x 3,50m	36,1
Malota	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Enterrado	2,40 x 3,00m	32,0
Copacabana	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,00 x 3,00m	31,4
Tulipa	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Enterrado	Salas compostas	35,5
Marambaia	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,30 x 3,50m	37,5
Reserva da Serra	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco	Padrão	4,70 x 3,70m	29,4
Almerinda Chaves	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	3,60 x 4,30m	30,9
Araucárias	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	7,00 x 5,50m	23,8
Fazenda Grande R	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	cerâmico	Reb/azulejo/pint	Enterrado	7,65 x 10,40m	31,1
Josefina	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,00 x 3,00m	28,4
Califórnia	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	7,10 x 5,10 m	25,5
Tiradentes	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,00 x 3,00m	45,6
Água Fria	tijolo	Telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,60 x 9,00m	30,0
Santa Gertrudes	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Padrão	3,10 x 5,75 m	36,6
Fazenda Grande I	Bloco cimento	Laje e telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	4,10 x 5,60m	33,5
Eloy Chaves	Bloco cimento	Telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	Salas compostas	40,4
Cecap	Bloco cimento	Laje	concreto	Reboco e pintura	Enterrado	7,00 x 4,90m	34,4
Vila Jundiainópolis	Bloco cimento	Telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	5,10 x 15,20m	39,2
Vila Marlene	Bloco cimento	Laje (2º pavimento)	concreto	Reboco e pintura	Padrão	Salas compostas	50,1
Jardim Tamoio	Bloco cimento	Telha fibrocimento	cerâmico	Reboco e pintura	Padrão	Salas compostas	43,0
Vila Progresso	Bloco cimento	Telha fibrocimento	concreto	Reboco e pintura	Padrão	7,80 x 10,20m	39,3
Moisés	Bloco cimento	Forro isopor e telha cerâmica	concreto	Reboco e pintura	Padrão	Salas compostas	34,2

Tabela 8.2 – Relação entre as potências dos conjuntos motores e bombas e o ruído interno às estações

Estações	Potência Motores e Bombas (CV)	NPS interno médio (dB (A))
Portal da Colina	5	62,6
Pessoto	5	64,0
Jardim Itália	7,5	58,5
Cidade Jardim	7,5	60,3
Recanto da Prata	10	69,0
Jardim da Fonte	10	72,9
Malota	15	68,9
Copacabana	15	57,7
Tulipa	15	65,8
Marambaia	15	65,3
Reserva da Serra	15	67,6
Almerinda Chaves	20	71,3
Araucárias	20	72,2
Fazenda Grande Residencial	25	63,0
Josefina	25	69,1
Califórnia	30	68,2
Tiradentes	30	67,2
Água Fria	40	72,3
Santa Gertrudes	50	74,6
Fazenda Grande Industrial	50	71,9
Eloy Chaves	25 e 30	75,7
Cecap	30 e 60	70,6
Vila Jundiainópolis	30 e 100	68,4
Vila Marlene	75 e 100	66,9
Jardim Tamoio	60 e 175	75,0 (sala 01) e 78,5 (sala 02)
Vila Progresso	100	70,5 (etapa 01) e 72,7 (etapa 02)
Moisés	100	66,2

O isolamento acústico variou de estação para estação e foi fortemente influenciado pelas aberturas. As aberturas mostraram ser o ponto fraco do isolamento sonoro das estações, quando não tratadas adequadamente. As aberturas são essenciais para a ventilação dos motores e bombas, porém, o não tratamento dessas aberturas reduziu drasticamente o isolamento acústico da edificação. A tabela 8.4 indica os níveis de pressão sonora globais em cada ponto externo e a distância do ponto escolhido da fachada. A célula cinza na tabela indica os pontos que estão diante de aberturas. Os resultados mostram que quando comparamos os níveis de pressão sonora globais em distâncias iguais à fachada tendo como diferença a existência de abertura, os níveis sonoros diante das aberturas são mais elevados. Por exemplo, ao observar a estação Recanto da Prata, notamos que a uma mesma distância de 2,30 m da fachada, o ponto diante da fachada de abertura apresentou nível de pressão sonora global de 50,5 dB(A), enquanto o ponto sem a abertura apresentou nível de pressão sonora global de 33,1 dB(A).

Outro aspecto relacionado às aberturas é a localização das mesmas no edifício. A existência de moradores vizinhos próximos às estações deve ser um fator a ser levado em consideração ao se localizar as aberturas. Localizar as aberturas na fachada de frente à via de tráfego é uma estratégia para não incomodar os vizinhos laterais e utilizar-se da atenuação da distância é uma estratégia para não incomodar os vizinhos frontais.

Algumas estações (Portal da Colina e Jardim Tamoio) se beneficiaram da existência de corredores ou outros compartimentos que funcionaram como “paredes duplas” melhorando o isolamento sonoro. As estações Tiradentes e Vila Marlene apresentaram seus níveis de pressão sonora globais externos mascarados pelo ruído ambiental do tráfego de veículos na via. As estações Malota, Tulipa e Fazenda Grande Residencial tiveram um bom desempenho de isolamento acústico por apresentarem uma configuração diferente das demais. Apresentaram uma câmara enterrada que se beneficiou da atenuação gerada pelo solo.

Tabela 8.3 – Parte 1: Níveis de Pressão Sonora Globais (dB(A)) em função da distância nas estações

		PONTOS									
Estações		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Portal da Colina	NPS (dB (A))	40,9	45,2	54,1	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	1,50	1,50	1,63	-	-	-	-	-	-	-
Pessoto	NPS (dB (A))	41,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jardim Itália	NPS (dB (A))	39,2	32,5	40,0	25,4	26,2	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,01	1,00	2,81	2,52 *	2,27 *	-	-	-	-	-
Cidade Jardim	NPS (dB (A))	36,4	40,0	-	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,14	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Recanto da Prata	NPS (dB (A))	50,5	34,4	31,6	33,1	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,30	2,10	1,10	2,30	-	-	-	-	-	-
Jardim da Fonte	NPS (dB (A))	53,1	56,1	48,7	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	1,45	2,50	7,00	-	-	-	-	-	-	-
Malota	NPS (dB (A))	43,0	37,6	37,9	48,3	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,30	1,60	1,90	2,50	-	-	-	-	-	-
Tulipa	NPS (dB (A))	41,7	37,6	46,1	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	0,30	2,00	1,00	-	-	-	-	-	-	-
Copacabana	NPS (dB (A))	45,3	34,5	-	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,20	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-
Marambaia	NPS (dB (A))	42,7	54,5	39,8	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,10	1,60	2,60	-	-	-	-	-	-	-

* Distância em relação ao muro externo

Tabela 8.4 – Parte 2: Níveis de Pressão Sonora Globais (dB(A)) em função da distância nas estações

		PONTOS									
Estações		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Reserva da Serra	NPS (dB (A))	41,5	34,2	41,5	31,5	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,10	1,60	1,90	2,40	-	-	-	-	-	-
Almerinda Chaves	NPS (dB (A))	48,60	45,90	49,80	57,70	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,00	1,30	1,40	2,00	-	-	-	-	-	-
Araucárias	NPS (dB (A))	44,00	48,80	46,10	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	1,60	2,40	1,60	-	-	-	-	-	-	-
Fazenda Grande Residencial	NPS (dB (A))	41,90	411,00	42,60	41,60	41,50	30,10	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	3,60	3,60	3,40	3,50	3,50	-	-	-	-	-
Josefina	NPS (dB (A))	43,00	37,30	50,00	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,10	1,60	1,10	-	-	-	-	-	-	-
Califórnia	NPS (dB (A))	48,40	45,60	41,10	-	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,10	2,10	2,50	-	-	-	-	-	-	-
Tiradentes	NPS (dB (A))	49,40	51,40	48,70	45,40	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,00	2,00	3,00	12,00	-	-	-	-	-	-
Água Fria	NPS (dB (A))	56,00	54,40	43,60	56,70	54,20	52,20	42,30	32,40	-	-
	Distância da fachada (m)	2,00	2,00	2,60	2,50	2,50	2,30	11,30	23,00	-	-
Santa Gertrudes	NPS (dB (A))	48,10	54,70	47,00	59,20	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	1,90	1,90	2,60	2,40	-	-	-	-	-	-
Fazenda Grande Industrial	NPS (dB (A))	39,10	42,50	39,80	45,70	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,70	2,90	2,50	25,00	-	-	-	-	-	-
Eloy Chaves	NPS (dB (A))	59,70	64,30	63,90	56,70	52,70	57,30	58,40	56,70	48,00	41,60
	Distância da fachada (m)	2,20	2,20	2,20	2,50	1,60	2,40	2,50	3,40	6,50	10,00

Tabela 8.4 – Parte 3: Níveis de Pressão Sonora Globais (dB(A)) em função da distância nas estações

		PONTOS									
Estações		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
Cecap	NPS (dB (A))	51,10	47,80	51,00	45,20	-	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,00	2,20	2,20	3,00	-	-	-	-	-	-
Vila Jundiainópolis	NPS (dB (A))	58,40	61,50	45,70	42,90	60,00	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	1,60	2,20	3,60	4,10	3,20	-	-	-	-	-
Vila Marlene	NPS (dB (A))	50,20	50,50	49,50	53,80	54,30	55,10	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,10	2,50	2,50	3,10	2,70	2,70	-	-	-	-
Vila Progresso	NPS (dB (A)) -1	58,10	57,50	49,00	50,50	45,20	42,60	44,20	42,10	-	-
	NPS (dB (A)) - 2	60,70	59,90	51,00	53,70	47,90	45,30	46,20	44,60	-	-
	Distância da fachada (m)	2,30	2,30	2,30	2,60	1,20	1,20	2,30	2,30	-	-
Jardim Tamoio	NPS (dB (A))	52,00	57,20	45,90	47,30	50,60	51,10	56,90	54,80	60,90	-
	Distância da fachada (m)	3,00	2,50	3,00	3,00	1,60	1,60	2,00	2,70	2,50	-
Moisés	NPS (dB (A))	44,70	49,00	37,70	33,10	41,30	-	-	-	-	-
	Distância da fachada (m)	2,30	1,90	1,50	2,50	2,60	-	-	-	-	-

A implantação da estação no terreno também foi uma questão importante para o impacto sonoro da mesma. As estações Cecap, Vila Jundiainópolis, Moisés, Reserva da Serra, Araucárias, Fazenda Grande Residencial, Josefina, Califórnia, Tiradentes, Água Fria, Fazenda Grande Industrial, Eloy Chaves, Portal da Colina, Recanto da Prata, Malota, Copacabana e Tulipa apesar de apresentarem níveis de ruídos consideráveis nos pontos de medição que a circundaram se beneficiaram por estarem implantadas relativamente distantes dos vizinhos por estarem localizadas no centro de terrenos amplos. A atenuação do ruído gerada pela distância minimizou o impacto sonoro das estações elevatórias na vizinhança.

Além da implantação, a existência de um muro de blocos de cimento nos limites do terreno das estações minimizou o impacto sonoro do ruído gerado pelas bombas e motores no entorno da estação, pois serviu como barreira sonora, atenuando o ruído. Isso é exemplificado pelos resultados da estação Jardim Itália. Observando os níveis de pressão sonora globais externos da estação Jardim Itália nota-se que no interior dos limites da estação os níveis foram de 39,2 dB(A), de 32,5 dB(A) e 40,0 dB(A). Os níveis de pressão sonora externo aos muros apresentaram valores iguais a 25,4 dB(A) e 26,2 dB(A). Os resultados indicam que a existência dos muros é uma estratégia para minimizar o impacto sonoro da estação.

9 Conclusões

A pesquisa caracterizou acusticamente as 27 estações de água da cidade de Jundiaí, SP. Os resultados mostraram que o comportamento acústico das estações dependeu da configuração do sistema construtivo, da área das aberturas e sua localização na edificação e da implantação da estação no terreno. Os dados obtidos das fontes sonoras (marca, tipo, potência) estiveram restritos ao observado durante a realização das medições, quando estas informações estavam fixadas na própria fonte. Percebeu-se que existem outros fatores que interferem no resultado como a manutenção e idade da bomba, mas que não foram levados em consideração nas análises por falta de informações registradas pela concessionária de água de Jundiaí – SP.

Os resultados da pesquisa indicaram relações entre o aumento dos níveis de pressão sonora globais internos e o aumento das potências dos conjuntos motores e bombas das estações. Os espectros sonoros internos às estações foram, em geral, semelhantes, sendo relativamente planos, indicando que não existe nenhuma frequência ou conjunto de frequências que se destacam no ruído gerado pelo conjunto motor-bomba.

A avaliação das estações elevatórias revelou a necessidade da preocupação com a poluição sonora por ocasião dos projetos de novas estações. Ao se projetar novas estações de bombeamento, deve-se implantar as estações o mais longe possível dos moradores vizinhos e construir muros nos limites das estações como barreiras sonoras. Outra questão a ser levada em consideração é a utilização da menor área de abertura necessária e localizar estas aberturas na fachada defronte à via quando possível ou tratar acusticamente as aberturas que forem necessárias. Sistemas construtivos enterrados se mostraram uma estratégia de minimização do impacto sonoro por utilizar-se da atenuação do ruído gerada pelo solo. Outra estratégia é utilizar-se de paredes duplas que melhoram o desempenho de isolamento acústico.

Os resultados trouxeram discussões sobre as melhores estratégias para a minimização do ruído de estações já existentes. O tratamento das aberturas é necessário para reduzir o ruído externo às estações. Em algumas estações elevatórias da cidade de Jundiaí, há a necessidade

da intervenção para a melhora do isolamento acústico da edificação a fim do atendimento dos níveis de critério da NBR 10151/2000 (ABNT).

A pesquisa apresentou as estratégias para o desenvolvimento de novas estações elevatórias:

- implantação da estação o mais longe possível dos limites do terreno;
- construção de muros nos limites do terreno;
- utilizar a menor área necessária para aberturas, localizando-as nas fachadas defronte às vias e/ou tratá-las acusticamente;
- utilização de paredes duplas; e,
- projetar sistemas construtivos enterrados quando possível.

Estações em funcionamento devem ser analisadas acusticamente e, se necessário:

- tratar as aberturas acusticamente: uso de silenciadores; e,
- reformular o sistema construtivo.

Novas pesquisas podem ser desenvolvidas para dar continuidade a este estudo, como a caracterização acústica da fonte sonora isoladamente e um estudo sobre uma estratégia de custo baixo para o tratamento da edificação para o atendimento do isolamento mínimo para a redução do impacto sonoro das estações elevatórias.

Referências

AMORIM, A. E. B. **Formas geométricas e qualidade acústica de sala de aula: estudo de caso em Campinas – SP**. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10152**: Acústica – Níveis de Ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12211**: Estudos de Concepção de Sistemas Públicos de Abastecimento de Água. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2008.

BERANEK, L.; VER, L. **Noise and vibration control engineering principles and applications**. Wiley New York, 1992.

BERGLUND, B.; LINDVALL, T.; SCHWELA, D. H. (Eds). **Guidelines for community noise**. World Health Organization (WHO). 1999.

BISTAFA, R. S. **Acústica aplicada ao controle de ruído**. Editora Edgard Blucher. 1ª Ed. São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério de Estado do Interior. **Portaria nº 092 de 19 de junho de 1980.** Estabelece padrões, critérios e diretrizes relativos a emissão de ruído. Disponível em <http://www.ibamapr.hpg.ig.com.br/09280RC.htm>. Acesso em: 20 de abril de 2009.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 001, de 8 de março de 1990.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Comissão Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 002, de 8 de março de 1990.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 19 de fevereiro de 2008.

CAMPOS, Á. C. A. ; CERQUEIRA, E. A. ; SATTLER, M. A. . Ruídos Urbanos na Cidade de Feira de Santana. In: ENTAC 2002 - Cooperação e Responsabilidade Social, 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Florianópolis : Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

CARMO, L. I. C. **Efeitos do ruído ambiental no organismo humano e suas manifestações auditivas.** Monografia para conclusão de curso (Especialização em audiolgia clínica). Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica. Goiânia, 1999.

CETESB. **L11.031:** Ruído – Determinação do nível de ruído de fundo – Método de ensaio. São Paulo, maio de 1986.

CETESB. **L11.032:** Ruído – Determinação do nível de ruído em ambientes internos e externos de áreas habitadas – Método de ensaio. São Paulo, julho de 1992.

CETESB. **L11.033:** Ruído – Processo prático para calcular o Nível de Ruído Equivalente Contínuo - Procedimento. São Paulo, março de 1992.

CETESB. **L11.034:** Ruído – Critérios de ruído para recintos internos de edificações – Procedimento. São Paulo, julho de 1992.

CETESB. **Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água.** 2ª edição, Cetesb, São Paulo, 1976.

FREITAS, A. P. M. **Estudo do impacto ambiental causado pelo aumento da poluição sonora em áreas próximas aos centros de lazer noturno na cidade de Santa Maria – RS.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Santa Maria, RS, 2006.

- GERGES, S. N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. Editora: NR LVA, Florianópolis, 2000.
- GUEDES, I. C. M. **Influência da Forma Urbana em Ambiente Sonoro: Um Estudo no Bairro Jardins em Aracaju (SE)**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 140**: Acoustics – Measurements of sound insulation in buildings and of buildings elements. Genève, 1995.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996-1**: Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures. Genève, 2003.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996-2**: Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 2: Determination of environmental noise levels. Genève, 2007.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10052**: Acoustics – Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound – Survey method. Genève, 2004.
- INSTITUTO DO AMBIENTE. **Técnicas de Prevenção e Controlo do Ruído**. Portugal: Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente, outubro de 2002.
- LIU, H. **Pipeline Engineering**. Boca Raton: Lewis Publishers, CRC Press Company, 2003.
- MACYNTIRE, A. J. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara, 1987.
- MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. **Architectural acoustics: principles and design**. Columbus: Prentice Hall, 1999.
- MELLO, C. R.; YANAGI JR, T. **Escolha de bombas centrífugas**. Boletim Técnico nº 29, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em: <http://www.editora.ufla.br/BolTecnico.htm>. Acesso em: 25 de janeiro de 2009.
- MONTEIRO, J. L. ; SANTOS, A. B. ; QUERIDO, J. G. . Níveis de emissão de ruídos por estações elevatórias de águas em face da legislação vigente. In: V Congresso Iberoamericano

de Acústica, 2006, Santiago de Chile. Proceedings FIA 2006 Actas V Congreso Iberoamericano de Acústica. Santiago de Chile : Editado por J.P. Arenas, 2006. **Anais...** Santiago do Chile: FIA, 2006.

NAGEM, M. P. **Maapeamento e análise do ruído ambiental: diretrizes e metodologia.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

NETTO, J. M. A., **Manual de Hidráulica.** Editora Edgard Blucher Ltda, 8ª edição, 1998.

NETO, M. F. F. **Estudo de barreiras acústicas ao ar livre sob a perspectiva de eficiência e qualidade sonora.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

OLIVEIRA, L. P. R. **Controle ativo de ruído em veículos e seu impacto na qualidade sonora.** Tese (doutorado em Engenharia Mecânica). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

PASSOS, G. R.; RAMIRES, F.; MONTEIRO, J. L.; QUERIDO, J. G. . Atenuação de Ruídos Causados por Estações Elevatórias de Água, em Função da Cobertura do Solo em seu Entorno. In: V Congreso Iberoamericano de Acústica, 2006, Santiago de Chile. Proceedings FIA 2006 Actas V Congreso Iberoamericano de Acústica. Santiago de Chile : Editado por J.P. Arenas, 2006. **Anais...** Santiago de Chile: FIA, 2006.

QUERIDO, J. G.; MONTEIRO, J. L. Análise de Ruído em Instalações Eletro - Mecânicas de Saneamento. In: IV Congresso Ibero-americano de Acústica - Acústica 2004, 2004, Guimarães. IV Congresso Ibero-americano de Acústica - Acústica 2004. Lisboa : SBA - Sociedade Portuguesa de Acústica, 2004. **Anais...** Lisboa: FIA, 2004.

RAMÍSIO, P. J. Conceitos fundamentais de hidráulica, bombas centrífugas e redes hidráulicas. In: RUAS, Margarida et al. **Manual de Engenharia: sistemas de pressurização.** Lisboa: Bombas Grundfos Portugal, S. A., 2005.

SAHDEV, M. **Centrifugal pumps: basic concepts of operation, maintenance and troubleshooting (Part 1).** The Chemical Engineer's Resource Page. Disponível em www.cheresources.com. Acesso em: 25 de março de 2009.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído**. São Paulo, 2000.

SEARS, F. W; ZEMANSKY, M. W. **Física**. Volume 2. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1973.

SOUSA, D. S. **Instrumentos de gestão de poluição sonora para a sustentabilidade das cidades brasileiras**. Tese (doutorado em Ciências em planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2004.

YASSUDA, E. R. *et al.* **Bombas e estações elevatórias utilizadas em abastecimento de água**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1966.

TSUTIYA, M. T. . Utilização de inversores de frequência para diminuição do consumo de energia elétrica em sistemas de bombeamento. In: VI Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa, 2006. Apresentação de Seminário. **Anais...** João Pessoa: VI SEREA, 2006.

www.rce.org.br acessado em 24 de abril de 2010.

Bibliografia Consultada

ANTAKI, G. A. **Piping and Pipeline Engineering: design, construction, maintenance, integrity and repair**. Mechanical Engineering, 2003. Disponível em: http://www.engnetbase.com/ejournals/authentication/login.asp?URL=/books/2114/dke492_fm.pdf . Acesso em: 10 de dezembro de 2008.

BARING, J. G. A. **Sustentabilidade e o controle acústico do meio ambiente**. Acústica e Vibrações, nº 38, março de 2007.

BERTUCI, W. **Níveis sonoros e exposição ao ruído em malharias – Estudo de caso: região de Jacutinga, MG**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série Saúde & Tecnologia – Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde – **Sistemas de controle das condições ambientais de conforto**. Brasília, 1995.

BRITO, G. F. (Org.) **Manual para elaboração de referências bibliográficas segundo a NBR 6023/2002**. Centro Universitário Álvares Penteado. São Paulo, 2004. Disponível em www.prsc.mpf.gov.br/novidades/Manual_Referencias_Bibliograficas.pdf. Acesso em: 11 de maio de 2009.

BRUCE, R. D. **Engineering Controls for Reducing Workplace Noise**. The Brigde, vol. 37, nº03, 2007.

CASEY, T.; REGAN, B. **Meeting noise regulation from the inside out**. HDR Innovations, vol. 11, nº 3, 2003.

COUTINHO, C. R.; PEREIRA C.; CARVALHO, H. Avaliação do conforto acústico de uma biblioteca. In: III Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. Fortaleza, 2008. **Anais...** Fortaleza: III CONNEPI, 2008.

FARACO, R. A. L. **Proteção acústica em estações de bombeamento – Experiência da Copasa**. Belo Horizonte: Copasa, 2000.

FERNANDES, J. C. **Acústica e Ruído**. Apostila, Faculdade de Engenharia – Unesp, Bauru, 2002.

GIBBS, B. M. Vibro-Acoustic sources in buildings: from laboratory measurement to prediction of installed sound. In: V Congreso Iberoamericano de Acústica, 2006, Santiago de Chile. Proceedings FIA 2006 Actas V Congreso Iberoamericano de Acústica. Santiago de Chile : Editado por J.P. Arenas, 2006. **Anais...** Santiago de Chile: FIA, 2006.

LACERDA, A. B. M. *et al.* **Ambiente urbano e percepção sonora**. Ambiente e Sociedade, vol. VIII, nº 02, jul/dez 2005.

MAYS, L. W. **Water Supply systems security**. The McGraw-Hill Companies, United States of America, 2004..

MENDES, J. F. G.; SILVA, L. T. Indicadores de alteração global do clima acústico, uma metodologia de análise para monitorização do ruído urbano. In: 2º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano Regional Integrado e Sustentável. Braga, Portugal, 2006. **Anais...** Braga: PLURIS, 2006.

MONTEIRO, J. L.; TAMANINI, C. A.; RAMIRES, F. Determinação de parâmetros acústicos para construção de estações elevatórias de água. In: VI Congreso Iberoamericano de Acústica (FIA), Buenos Aires, 2008. **Anais...** Buenos Aires: FIA, 2008.

MUSAFIR, R. E. Uma discussão sobre a NBR 10.151 (Avaliação de Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade). In: XXII Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica. Belo Horizonte: 2008. **Anais...** Belo Horizonte: SOBRAC, 2008.

PAIXÃO, D. X. . **Caracterização do isolamento acústico de uma parede de alvenaria, utilizando análise estatística de energia (SEA)**. Tese (doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PARKINSON, J. P. ; LATIMER, M. D. ; PEARSE, J. R. Attenuating Noise in Pipes. In: INTER-NOISE, 1998. Christchurch, New Zealand. **Anais...** Christchurch: INTER-NOISE, 1998.

RAIMUNDO, C. **Influência de estações elevatórias no ambiente sonoro envolvente**. TecniAcustica, Bilbao, 2003.

SANTOS, D. C. J. V. **Avaliação da Aplicação da Norma de Ruído Ambiental em Municípios da Região de São João da Boa Vista**. Dissertação – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SANTOS, L. C. *et al.* **Mapas de ruído no planejamento municipal: caso prático**. TecniAcústica, Terrassa, 2005.

TOWERS, D. A. **Pump station noise and vibration in a residential development**. Journal of the Acoustical Society of America, vol. 108, nº 05, Novembro de 2000. Newport Beach, Califórnia.

Apêndice A

Tabelas com os dados utilizados para a construção dos gráficos e cálculo dos níveis de pressão globais em dB (A) utilizados nas análises.

Tabela A.1 – Estação Portal da Colina – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
P O R T A L D A C O L I N A	P1	Fundo (dB)	45,9	42,6	38,4	38,9	41,3	42,6	44,3	44,1	41,1	47,5	41,6	36,0	37,1	38,9	39,1	36,4	35,4	34,0	44,3	41,3
		Fundo (dBA)	32,5	31,7	29,8	32,3	36,5	39,4	42,4	43,3	41,1	48,1	42,6	37,2	38,4	40,1	40,1	36,9	35,4	33,0	25,2	25,2
		NPS (dB)	67,0	79,6	68,5	65,1	66,5	64,2	64,5	71,2	66,9	63,8	64,5	60,7	60,5	58,4	57,2	56,4	55,0	54,3	66,1	68,1
		NPS (dB(A)	53,6	68,7	59,9	58,5	61,7	61,0	62,6	70,4	66,9	64,4	65,5	61,9	61,8	59,6	58,2	56,9	55,0	53,3	47,0	52,0
	P2	Fundo (dB)	45,9	42,6	38,4	38,9	41,3	42,6	44,3	44,1	41,1	47,5	41,6	36,0	37,1	38,9	39,1	36,4	35,4	34,0	44,3	41,3
		Fundo (dBA)	32,5	31,7	29,8	32,3	36,5	39,4	42,4	43,3	41,1	48,1	42,6	37,2	38,4	40,1	40,1	36,9	35,4	33,0	25,2	25,2
		NPS (dB)	65,8	75,1	70,0	64,6	67,7	68,4	65,7	72,2	64,9	62,8	63,7	61,0	62,6	58,9	58,8	57,6	55,9	54,5	64,3	67,8
		NPS (dB(A)	52,4	64,2	61,4	58,0	62,9	65,2	63,8	71,4	64,9	63,4	64,7	62,2	63,9	60,1	59,8	58,1	55,9	53,5	45,2	51,7
	E1	Fundo (dB)	39,8	43,8	43,1	34,9	31,5	28,6	41,5	36,0	32,4	33,0	35,8	28,1	28,9	30,7	32,7	27,7	29,7	29,8	48,2	44,9
		Fundo (dBA)	26,4	32,9	34,5	28,3	26,7	25,4	39,6	35,2	32,4	33,6	36,8	29,3	30,2	31,9	33,7	28,2	29,7	28,8	29,1	28,8
		NPS (dB)	57,3	54,6	49,8	43,2	40,5	40,5	43,3	51,4	42,6	37,2	39,1	36,5	38,3	36,0	35,8	33,0	35,2	36,5	57,1	51,4
		NPS (dB(A)	43,9	43,7	41,2	36,6	35,7	37,3	41,4	50,6	42,6	37,8	40,1	37,7	39,6	37,2	36,8	33,5	35,2	35,5	38,0	35,3
	E2	Fundo (dB)	48,9	47,6	47,0	37,3	37,4	32,8	37,5	37,3	35,4	37,7	37,2	34,6	30,4	29,2	27,8	25,9	26,4	24,7	52,9	46,4
		Fundo (dBA)	35,5	36,7	38,4	30,7	32,6	29,6	35,6	36,5	35,4	38,3	38,2	35,8	31,7	30,4	28,8	26,4	26,4	23,7	33,8	30,3
		NPS (dB)	56,3	68,0	56,0	49,3	48,7	45,3	43,0	46,9	39,9	37,6	35,3	31,9	28,8	26,7	33,3	27,8	31,8	26,4	62,7	56,3
		NPS (dB(A)	42,9	57,1	47,4	42,7	43,9	42,1	41,1	46,1	39,9	38,2	36,3	33,1	30,1	27,9	34,3	28,3	31,8	25,4	43,6	40,2
	E3	Fundo (dB)	48,4	41,9	39,6	36,7	37,5	38,2	40,3	38,3	37,9	41,9	38,0	32,2	32,0	34,8	32,7	28,9	28,1	29,7	51,9	49,9
		Fundo (dBA)	35,0	31,0	31,0	30,1	32,7	35,0	38,4	37,5	37,9	42,5	39,0	33,4	33,3	36,0	33,7	29,4	28,1	28,7	32,8	33,8
		NPS (dB)	58,7	73,3	59,1	51,2	54,5	52,9	52,9	65,6	52,3	49,1	51,2	46,7	47,6	44,9	43,6	42,9	40,6	40,1	58,9	57,7
		NPS (dB(A)	45,3	62,4	50,5	44,6	49,7	49,7	51,0	64,8	52,3	49,7	52,2	47,9	48,9	46,1	44,6	43,4	40,6	39,1	39,8	41,6

Tabela A.2 – Estação Pessoto – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
P E S S O T O	P1	Fundo (dB)	53,7	66,0	58,3	49,4	47,4	55,6	54,8	59,3	63,4	61,1	55,2	52,0	47,6	43,4	40,1	39,5	36,8	33,9	33,2	29,4
		Fundo (dBA)	34,6	49,9	44,9	38,5	38,8	49,0	50,0	56,1	61,5	60,3	55,2	52,6	48,6	44,6	41,4	40,7	37,8	34,4	33,2	28,4
		NPS (dB)	53,4	66,0	72,8	67,1	61,9	66,3	63,3	67,7	69,2	67,1	66,3	70,5	66,1	65,9	64,7	63,8	66,4	60,6	57,9	61,3
		NPS (dB(A))	34,3	49,9	59,4	56,2	53,3	59,7	58,5	64,5	67,3	66,3	66,3	71,1	67,1	67,1	66,0	65,0	67,4	61,1	57,9	60,3
	E1	Fundo (dB)	39,9	44,8	42,0	36,3	42,3	33,0	29,0	36,5	39,8	33,9	34,8	29,1	29,6	24,6	17,6	18,5	27,7	28,1	36,3	27,5
		Fundo (dBA)	20,8	28,7	28,6	25,4	33,7	26,4	24,2	33,3	37,9	33,1	34,8	29,7	30,6	25,8	18,9	19,7	28,7	28,6	36,3	26,5
		NPS (dB)	43,0	47,6	55,4	55,1	48,2	45,8	45,9	52,2	46,6	43,0	42,6	43,8	41,5	40,1	37,8	38,9	40,9	37,5	41,2	40,4
		NPS (dB(A))	23,9	31,5	42,0	44,2	39,6	39,2	41,1	49,0	44,7	42,2	42,6	44,4	42,5	41,3	39,1	40,1	41,9	38,0	41,2	39,4

Tabela A.3– Estação Jardim Itália – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
J A R D I M I T Á L I A	P1	Fundo (dB)	27,7	28,9	31,3	32	40,5	38,7	38,4	34,3	32,3	36,8	30,7	31,1	31,4	27,4	26,8	27,1	21,7	17,8	13,9	11,8
		Fundo (dBA)	8,6	12,8	17,9	21,1	31,9	32,1	33,6	31,1	30,4	36,0	30,7	31,7	32,4	28,6	28,1	28,3	22,7	18,3	13,9	10,8
		NPS (dB)	48,1	62,5	62,5	61,1	59,2	55,4	55,8	55,8	59,3	62,4	61,3	62,1	61,0	59,8	59,9	57,0	58,2	55,5	59,5	61,0
		NPS (dB(A)	29,0	46,4	49,1	50,2	50,6	48,8	51,0	52,6	57,4	61,6	61,3	62,7	62,0	61,0	61,2	58,2	59,2	56,0	59,5	60,0
	P2	Fundo (dB)	27,3	21,4	27,4	33,8	33,1	40,2	44,4	31,6	30	33,7	30,7	30,6	27,9	27,3	26,7	27,8	21,5	18,7	19,7	16,5
		Fundo (dBA)	8,2	5,3	14,0	22,9	24,5	33,6	39,6	28,4	28,1	32,9	30,7	31,2	28,9	28,5	28,0	29,0	22,5	19,2	19,7	15,5
		NPS (dB)	55,0	53,3	64,9	63,7	60,2	55,7	55,6	54,8	59,2	61,2	60,9	62,3	61,6	60,3	60,9	57,7	59,8	54,8	58,7	60,5
		NPS (dB(A)	35,9	37,2	51,5	52,8	51,6	49,1	50,8	51,6	57,3	60,4	60,9	62,9	62,6	61,5	62,2	58,9	60,8	55,3	58,7	59,5
	P3	Fundo (dB)	24,6	28,9	25,4	32,9	35,3	40,4	47,7	36,2	32,2	35,3	30,9	28,6	27,9	27,7	26,3	27,2	22,9	20,4	19,5	22,1
		Fundo (dBA)	5,5	12,8	12,0	22,0	26,7	33,8	42,9	33,0	30,3	34,5	30,9	29,2	28,9	28,9	27,6	28,4	23,9	20,9	19,5	21,1
		NPS (dB)	47,0	59,9	62,8	65,6	61,7	58,5	55,9	56,8	59,9	63,8	63,0	65,8	62,2	60,9	61,0	58,7	58,6	56,2	57,0	58,2
		NPS (dB(A)	27,9	43,8	49,4	54,7	53,1	51,9	51,1	53,6	58,0	63,0	63,0	66,4	63,2	62,1	62,3	59,9	59,6	56,7	57,0	57,2
	P4	Fundo (dB)	34,3	24,9	28,5	33,5	32,8	36,7	44,6	38,4	31,5	32,7	31,4	32,8	28	27	25,9	26,6	21,7	17,9	22,3	14,3
		Fundo (dBA)	15,2	8,8	15,1	22,6	24,2	30,1	39,8	35,2	29,6	31,9	31,4	33,4	29,0	28,2	27,2	27,8	22,7	18,4	22,3	13,3
		NPS (dB)	55,9	56,3	64,7	61,6	60,4	56,9	57,6	57,9	60,8	63,5	62,3	64,6	61,4	60,5	61,4	59,2	59,3	55,5	59,7	62,3
		NPS (dB(A)	36,8	40,2	51,3	50,7	51,8	50,3	52,8	54,7	58,9	62,7	62,3	65,2	62,4	61,7	62,7	60,4	60,3	56,0	59,7	61,3

Continuação - Tabela A.3 – Estação Jardim Itália – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
J A R D I M I T Á L I A	E1	Fundo (dB)	47,5	45,0	40,4	34,5	32,1	30,3	34,5	27,6	27,1	26,6	23,6	19,0	22,1	16,7	19,6	15,2	16,9	20,4	16,6	12,6
		Fundo (dBA)	28,4	28,9	27,0	23,6	23,5	23,7	29,7	24,4	25,2	25,8	23,6	19,6	23,1	17,9	20,9	16,4	17,9	20,9	16,6	11,6
		NPS (dB)	41,1	48,6	47,7	41,9	41,2	36,3	35,0	37,7	43,3	43,8	43,7	44,9	41,3	40,8	41,6	37,6	37,9	35,5	37,1	39,8
		NPS (dB(A)	22,0	32,5	34,3	31,0	32,6	29,7	30,2	34,5	41,4	43,0	43,7	45,5	42,3	42,0	42,9	38,8	38,9	36,0	37,1	38,8
	E2	Fundo (dB)	41	37,9	30,9	31,9	28,4	29,4	27,6	26	24,9	22,5	22,8	22,2	21,9	18,1	18,2	17,6	21,3	17,9	14,2	16,3
		Fundo (dBA)	21,9	21,8	17,5	21,0	19,8	22,8	22,8	22,8	23,0	21,7	22,8	22,8	22,9	19,3	19,5	18,8	22,3	18,4	14,2	15,3
		NPS (dB)	35,8	41,2	39,0	42,4	40,1	34,6	32,6	32,9	39,4	37,6	37,3	37,0	34,9	30,9	34,3	29,4	33,2	25,1	27,9	23,7
		NPS (dB(A)	16,7	25,1	25,6	31,5	31,5	28,0	27,8	29,7	37,5	36,8	37,3	37,6	35,9	32,1	35,6	30,6	34,2	25,6	27,9	22,7
	E3	Fundo (dB)	32,3	30,5	30,7	31,9	29,5	32	34,3	27,1	37,8	24,9	24,6	22	23,6	19,1	19,9	21,4	27,1	21,3	17,3	14,1
		Fundo (dBA)	13,2	14,4	17,3	21,0	20,9	25,4	29,5	23,9	35,9	24,1	24,6	22,6	24,6	20,3	21,2	22,6	28,1	21,8	17,3	13,1
		NPS (dB)	43,7	43,9	51,6	49,0	42,9	39,2	41,0	40,9	43,3	45,1	45,1	45,8	42,1	41,9	40,8	37,8	38,9	34,1	36,0	36,6
		NPS (dB(A)	24,6	27,8	38,2	38,1	34,3	32,6	36,2	37,7	41,4	44,3	45,1	46,4	43,1	43,1	42,1	39,0	39,9	34,6	36,0	35,6
	E4	Fundo (dB)	32,3	30,5	30,7	31,9	29,5	32	34,3	27,1	37,8	24,9	24,6	22	23,6	19,1	19,9	21,4	27,1	21,3	17,3	14,1
		Fundo (dBA)	13,2	14,4	17,3	21,0	20,9	25,4	29,5	23,9	35,9	24,1	24,6	22,6	24,6	20,3	21,2	22,6	28,1	21,8	17,3	13,1
		NPS (dB)	38,4	41,0	37,3	31,6	35,1	29,7	31,8	30,5	35,9	28,1	27,7	25,4	24,9	20,6	20,3	21,1	22,3	20,7	20,8	17,3
		NPS (dB(A)	19,3	24,9	23,9	20,7	26,5	23,1	27,0	27,3	34,0	27,3	27,7	26,0	25,9	21,8	21,6	22,3	23,3	21,2	20,8	16,3
	E5	Fundo (dB)	32,3	30,5	30,7	31,9	29,5	32	34,3	27,1	37,8	24,9	24,6	22	23,6	19,1	19,9	21,4	27,1	21,3	17,3	14,1
		Fundo (dBA)	13,2	14,4	17,3	21,0	20,9	25,4	29,5	23,9	35,9	24,1	24,6	22,6	24,6	20,3	21,2	22,6	28,1	21,8	17,3	13,1
		NPS (dB)	39,1	38,4	34,6	31,0	31,5	31,1	30,8	31,3	31,7	30,9	29,4	28,5	28,1	27,9	25,8	24,1	24,6	25,6	20,4	19,6
		NPS (dB(A)	20,0	22,3	21,2	20,1	22,9	24,5	26,0	28,1	29,8	30,1	29,4	29,1	29,1	29,1	27,1	25,3	25,6	26,1	20,4	18,6

Tabela A.4– Estação Cidade Jardim – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
C I D A D E I T Á L I A	P1	Fundo (dB)	54	48,2	45,9	37,7	34,3	35,6	32,6	34,5	35,7	35,3	36,8	41,1	38,6	47	36,7	30,5	34,3	34,5	28,9	27
		Fundo (dBA)	34,9	32,1	32,5	26,8	25,7	29,0	27,8	31,3	33,8	34,5	36,8	41,7	39,6	48,2	38,0	31,7	35,3	35,0	28,9	26,0
		NPS (dB)	51,4	59,5	57,3	55,0	60,4	54,8	53,0	56,9	58,1	60,8	63,8	62,6	62,7	58,5	58,8	57,2	56,1	68,0	55,1	51,4
		NPS (dB(A)	32,3	43,4	43,9	44,1	51,8	48,2	48,2	53,7	56,2	60,0	63,8	63,2	63,7	59,7	60,1	58,4	57,1	68,5	55,1	50,4
	P2	Fundo (dB)	54	48,2	45,9	37,7	34,3	35,6	32,6	34,5	35,7	35,3	36,8	41,1	38,6	47	36,7	30,5	34,3	34,5	28,9	27
		Fundo (dBA)	34,9	32,1	32,5	26,8	25,7	29,0	27,8	31,3	33,8	34,5	36,8	41,7	39,6	48,2	38,0	31,7	35,3	35,0	28,9	26,0
		NPS (dB)	53,9	60,3	61,6	58,6	59,5	58,4	55,9	58,8	60,0	62,1	66,9	65,9	65,6	61,5	61,7	60,1	58,5	67,3	57,1	53,4
		NPS (dB(A)	34,8	44,2	48,2	47,7	50,9	51,8	51,1	55,6	58,1	61,3	66,9	66,5	66,6	62,7	63,0	61,3	59,5	67,8	57,1	52,4
	E1	Fundo (dB)	53,8	48,8	46,3	44,2	43,5	38,0	36,6	37,2	36,3	34,1	31,7	31,1	31,8	32,8	28,4	28,5	29,9	29,5	32,9	33,9
		Fundo (dBA)	34,7	32,7	32,9	33,3	34,9	31,4	31,8	34,0	34,4	33,3	31,7	31,7	32,8	34,0	29,7	29,7	30,9	30,0	32,9	32,9
		NPS (dB)	52,2	48,9	46,1	44,0	43,9	46,3	35,6	38,9	40,9	37,7	39,9	39,6	40,3	36,1	35,6	30,3	32,9	30,0	28,6	29,5
		NPS (dB(A)	33,1	32,8	32,7	33,1	35,3	39,7	30,8	35,7	39,0	36,9	39,9	40,2	41,3	37,3	36,9	31,5	33,9	30,5	28,6	28,5
	E2	Fundo (dB)	53,8	48,8	46,3	44,2	43,5	38,0	36,6	37,2	36,3	34,1	31,7	31,1	31,8	32,8	28,4	28,5	29,9	29,5	32,9	33,9
		Fundo (dBA)	34,7	32,7	32,9	33,3	34,9	31,4	31,8	34,0	34,4	33,3	31,7	31,7	32,8	34,0	29,7	29,7	30,9	30,0	32,9	32,9
		NPS (dB)	52,5	46,4	46,4	43,9	42,4	42,2	38,8	42,0	41,0	43,1	45,6	44,9	44,1	40,7	40,4	38,5	37,1	41,9	35,7	32,6
		NPS (dB(A)	33,4	30,3	33,0	33,0	33,8	35,6	34,0	38,8	39,1	42,3	45,6	45,5	45,1	41,9	41,7	39,7	38,1	42,4	35,7	31,6

Tabela A.5– Estação Recanto da Prata – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
R E C A N T O D A P R A T A	P1	Fundo (dB)	31,8	34,4	25,1	27,4	27,1	25,9	25,5	26,9	29,2	24,5	23,3	21,3	23,5	33,0	19,7	15,8	28,8	14,4	20,1	12,3
		Fundo (dBA)	12,7	18,3	11,7	16,5	18,5	19,3	20,7	23,7	27,3	23,7	23,3	21,9	24,5	34,2	21,0	17,0	29,8	14,9	20,1	11,3
		NPS (dB)	59,5	60,6	58,5	61,3	64,1	65,1	61,4	63,9	63,7	65,3	68,9	74,3	73,6	72,8	74,2	72,3	72,9	70,4	68,7	65,9
		NPS (dB(A)	40,4	44,5	45,1	50,4	55,5	58,5	56,6	60,7	61,8	64,5	68,9	74,9	74,6	74,0	75,5	73,5	73,9	70,9	68,7	64,9
	P2	Fundo (dB)	33,4	44,3	28,9	31,5	37,0	29,6	28,4	28,0	29,7	27,6	26,6	23,0	23,6	21,1	17,3	18,6	15,8	15,1	12,3	13,6
		Fundo (dBA)	14,3	28,2	15,5	20,6	28,4	23,0	23,6	24,8	27,8	26,8	26,6	23,6	24,6	22,3	18,6	19,8	16,8	15,6	12,3	12,6
		NPS (dB)	66,8	60,5	58,4	61,8	63,3	60,9	60,7	63,7	62,6	65,2	68,5	73,6	70,5	70,5	73,2	73,2	71,6	70,0	70,3	67,4
		NPS (dB(A)	47,7	44,4	45,0	50,9	54,7	54,3	55,9	60,5	60,7	64,4	68,5	74,2	71,5	71,7	74,5	74,4	72,6	70,5	70,3	66,4
	E1	Fundo (dB)	46,9	47,7	36,9	37,3	41,1	30,4	28,5	30,4	32,4	30,6	32,0	28,3	28,5	26,4	25,4	23,4	22,4	22,2	20,0	21,7
		Fundo (dBA)	27,8	31,6	23,5	26,4	32,5	23,8	23,7	27,2	30,5	29,8	32,0	28,9	29,5	27,6	26,7	24,6	23,4	22,7	20,0	20,7
		NPS (dB)	55,2	45,6	41,0	39,8	43,9	41,5	40,5	42,0	43,3	46,4	50,0	54,2	55,4	52,0	55,1	55,7	53,5	51,3	49,8	46,5
		NPS (dB(A)	36,1	29,5	27,6	28,9	35,3	34,9	35,7	38,8	41,4	45,6	50,0	54,8	56,4	53,2	56,4	56,9	54,5	51,8	49,8	45,5
	E2	Fundo (dB)	40,3	43,0	44,5	36,5	36,7	29,4	30,7	32,2	31,4	28,9	27,7	24,3	23,9	23,8	23,2	23,0	22,2	23,6	23,0	23,7
		Fundo (dBA)	21,2	26,9	31,1	25,6	28,1	22,8	25,9	29,0	29,5	28,1	27,7	24,9	24,9	25,0	24,5	24,2	23,2	24,1	23,0	22,7
		NPS (dB)	42,4	46,9	43,0	46,1	47,9	37,3	36,1	35,5	35,1	32,4	34,2	37,4	36,0	32,8	36,3	38,1	33,9	33,0	34,6	29,3
		NPS (dB(A)	23,3	30,8	29,6	35,2	39,3	30,7	31,3	32,3	33,2	31,6	34,2	38,0	37,0	34,0	37,6	39,3	34,9	33,5	34,6	28,3
	E3	Fundo (dB)	36,3	40,0	36,3	37,0	36,4	30,8	31,0	34,9	30,0	28,4	27,1	27,0	26,6	24,6	25,7	21,1	21,2	21,7	22,7	24,4
		Fundo (dBA)	17,2	23,9	22,9	26,1	27,8	24,2	26,2	31,7	28,1	27,6	27,1	27,6	27,6	25,8	27,0	22,3	22,2	22,2	22,7	23,4
		NPS (dB)	43,1	53,8	44,1	45,2	47,7	44,2	36,8	33,2	31,7	32,3	32,1	29,3	24,7	23,2	25,0	25,4	21,5	18,9	16,9	16,2
		NPS (dB(A)	24,0	37,7	30,7	34,3	39,1	37,6	32,0	30,0	29,8	31,5	32,1	29,9	25,7	24,4	26,3	26,6	22,5	19,4	16,9	15,2
	E4	Fundo (dB)	40,7	39,9	32,1	30,6	29,8	26,4	27,3	30,9	38,1	29,9	31,9	30,0	26,9	23,6	21,3	22,6	18,6	20,8	17,8	22,1
		Fundo (dBA)	21,6	23,8	18,7	19,7	21,2	19,8	22,5	27,7	36,2	29,1	31,9	30,6	27,9	24,8	22,6	23,8	19,6	21,3	17,8	21,1
		NPS (dB)	40,4	47,6	41,1	42,8	41,1	34,8	34,7	32,0	33,6	32,0	40,5	36,3	34,2	33,3	35,8	34,4	34,0	30,7	29,1	26,0
		NPS (dB(A)	21,3	31,5	27,7	31,9	32,5	28,2	29,9	28,8	31,7	31,2	40,5	36,9	35,2	34,5	37,1	35,6	35,0	31,2	29,1	25,0

Tabela A.6– Estação Jardim da Fonte – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
J A R D I M D A F O N T E	P1	Fundo (dB)	50,1	50,9	55,6	58,1	55,7	55,2	52,9	56,1	52,9	60,1	55,8	50,6	46,7	49,1	47,4	46,8	47,2	46,6	43,2	37,4
		Fundo (dBA)	31,0	34,8	42,2	47,2	47,1	48,6	48,1	52,9	51,0	59,3	55,8	51,2	47,7	50,3	48,7	48,0	48,2	47,1	43,2	36,4
		NPS (dB)	76,1	66,5	81,1	74,9	79,6	78,6	76,1	74,6	77,1	75,6	76,9	76,3	77,2	73,9	72,5	70,4	68,9	71,0	68,2	66,7
		NPS (dB(A))	57,0	50,4	67,7	64,0	71,0	72,0	71,3	71,4	75,2	74,8	76,9	76,9	78,2	75,1	73,8	71,6	69,9	71,5	68,2	65,7
	P2	Fundo (dB)	59,0	55,4	58,5	56,0	60,1	56,2	54,6	56,1	55,0	58,8	52,2	52,3	48,0	47,5	47,5	47,0	47,6	46,8	43,7	38,0
		Fundo (dBA)	39,9	39,3	45,1	45,1	51,5	49,6	49,8	52,9	53,1	58,0	52,2	52,9	49,0	48,7	48,8	48,2	48,6	47,3	43,7	37,0
		NPS (dB)	76,1	66,0	72,3	72,9	75,6	81,7	75,6	74,6	77,2	76,9	78,7	77,9	78,6	75,6	74,7	70,6	69,8	71,6	68,7	67,3
		NPS (dB(A))	57,0	49,9	58,9	62,0	67,0	75,1	70,8	71,4	75,3	76,1	78,7	78,5	79,6	76,8	76,0	71,8	70,8	72,1	68,7	66,3
	E1	Fundo (dB)	50,0	52,5	48,7	45,9	46,0	41,8	41,3	42,2	41,1	47,9	40,7	41,3	35,4	34,1	35,7	38,7	32,7	35,1	29,8	25,8
		Fundo (dBA)	30,9	36,4	35,3	35,0	37,4	35,2	36,5	39,0	39,2	47,1	40,7	41,9	36,4	35,3	37,0	39,9	33,7	35,6	29,8	24,8
		NPS (dB)	58,2	51,0	54,3	54,5	57,3	63,0	56,8	56,5	58,1	57,9	57,5	57,0	56,6	54,2	53,0	51,2	50,2	50,5	47,1	45,9
		NPS (dB(A))	39,1	34,9	40,9	43,6	48,7	56,4	52,0	53,3	56,2	57,1	57,5	57,6	57,6	55,4	54,3	52,4	51,2	51,0	47,1	44,9
	E2	Fundo (dB)	49,0	45,4	46,1	45,8	45,9	41,4	39,8	37,8	38,8	44,3	35,7	34,4	30,3	29,4	32,0	31,4	34,1	34,1	30,9	28,0
		Fundo (dBA)	29,9	29,3	32,7	34,9	37,3	34,8	35,0	34,6	36,9	43,5	35,7	35,0	31,3	30,6	33,3	32,6	35,1	34,6	30,9	27,0
		NPS (dB)	60,2	57,2	64,2	59,7	60,8	62,6	60,6	60,8	61,4	61,6	59,8	60,4	61,1	57,5	54,1	51,5	50,8	51,9	48,5	46,6
		NPS (dB(A))	41,1	41,1	50,8	48,8	52,2	56,0	55,8	57,6	59,5	60,8	59,8	61,0	62,1	58,7	55,4	52,7	51,8	52,4	48,5	45,6
	E3	Fundo (dB)	50,2	45,1	44,6	44,0	42,9	42,5	42,4	38,9	37,6	39,0	38,1	37,0	35,2	36,4	36,0	37,9	33,8	35,8	32,6	29,8
		Fundo (dBA)	31,1	29,0	31,2	33,1	34,3	35,9	37,6	35,7	35,7	38,2	38,1	37,6	36,2	37,6	37,3	39,1	34,8	36,3	32,6	28,8
		NPS (dB)	56,6	53,0	52,5	51,3	48,2	50,3	47,2	55,6	56,2	53,7	54,9	52,9	51,3	48,9	47,1	44,4	44,4	43,7	41,0	39,9
		NPS (dB(A))	37,5	36,9	39,1	40,4	39,6	43,7	42,4	52,4	54,3	52,9	54,9	53,5	52,3	50,1	48,4	45,6	45,4	44,2	41,0	38,9

Tabela A.7– Estação Malota – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
M A L O T A	P1	Fundo (dB)	39,3	42,5	42,9	46,1	41,5	42,0	37,1	37,3	39,7	37,3	32,9	34,4	30,9	28,9	29,2	27,2	27,8	29,4	23,7	17,3
		Fundo (dBA)	20,2	26,4	29,5	35,2	32,9	35,4	32,3	34,1	37,8	36,5	32,9	35,0	31,9	30,1	30,5	28,4	28,8	29,9	23,7	16,3
		NPS (dB)	68,9	67,0	66,6	66,9	72,9	73,7	65,3	66,6	69,6	70,3	74,0	72,3	72,6	69,9	71,5	70,3	72,5	68,8	67,6	67,5
		NPS (dB(A)	49,8	50,9	53,2	56,0	64,3	67,1	60,5	63,4	67,7	69,5	74,0	72,9	73,6	71,1	72,8	71,5	73,5	69,3	67,6	66,5
	P2	Fundo (dB)	29,6	31,2	43,3	40,9	39,9	38,8	35,9	38,0	41,7	38,2	32,1	33,2	27,3	28,3	29,4	28,0	29,9	25,8	21,1	19,5
		Fundo (dBA)	10,5	15,1	29,9	30,0	31,3	32,2	31,1	34,8	39,8	37,4	32,1	33,8	28,3	29,5	30,7	29,2	30,9	26,3	21,1	18,5
		NPS (dB)	56,9	55,0	67,5	66,4	76,5	77,2	65,2	68,3	68,7	70,4	72,5	71,3	71,8	70,6	71,1	70,3	71,6	68,7	67,2	67,6
		NPS (dB(A)	37,8	38,9	54,1	55,5	67,9	70,6	60,4	65,1	66,8	69,6	72,5	71,9	72,8	71,8	72,4	71,5	72,6	69,2	67,2	66,6
	E1	Fundo (dB)	51,9	49,1	45,8	44,0	42,8	41,5	42,9	42,6	40,8	41,6	42,7	40,8	36,9	35,5	32,3	32,3	42,1	28,4	27,9	23,9
		Fundo (dBA)	32,8	33,0	32,4	33,1	34,2	34,9	38,1	39,4	38,9	40,8	42,7	41,4	37,9	36,7	33,6	33,5	43,1	28,9	27,9	22,9
		NPS (dB)	53,4	50,4	46,2	44,3	52,0	56,9	42,6	42,6	41,7	40,9	44,1	45,3	45,7	41,0	42,2	42,6	47,7	42,2	40,2	39,2
		NPS (dB(A)	34,3	34,3	32,8	33,4	43,4	50,3	37,8	39,4	39,8	40,1	44,1	45,9	46,7	42,2	43,5	43,8	48,7	42,7	40,2	38,2
	E2	Fundo (dB)	50,7	50,1	49,4	45,7	42,9	40,2	37,3	37,2	40,1	41,0	36,3	35,3	32,5	27,5	25,5	24,9	26,3	28,2	31,2	32,8
		Fundo (dBA)	31,6	34,0	36,0	34,8	34,3	33,6	32,5	34,0	38,2	40,2	36,3	35,9	33,5	28,7	26,8	26,1	27,3	28,7	31,2	31,8
		NPS (dB)	51,7	50,6	54,9	51,5	45,1	49,7	40,3	38,4	43,6	38,8	37,1	39,4	34,5	29,9	32,7	33,7	40,5	35,6	34,1	32,1
		NPS (dB(A)	32,6	34,5	41,5	40,6	36,5	43,1	35,5	35,2	41,7	38,0	37,1	40,0	35,5	31,1	34,0	34,9	41,5	36,1	34,1	31,1
	E3	Fundo (dB)	51,1	49,6	46,6	45,7	43,8	40,7	39,9	41,4	40,6	40,7	40,0	38,5	35,0	31,1	29,5	32,6	29,2	23,8	27,9	28,0
		Fundo (dBA)	32,0	33,5	33,2	34,8	35,2	34,1	35,1	38,2	38,7	39,9	40,0	39,1	36,0	32,3	30,8	33,8	30,2	24,3	27,9	27,0
		NPS (dB)	52,8	52,8	51,9	48,5	47,0	46,4	41,5	37,9	43,6	41,9	41,9	40,1	36,5	36,5	36,8	37,9	38,3	36,5	33,7	34,6
		NPS (dB(A)	33,7	36,7	38,5	37,6	38,4	39,8	36,7	34,7	41,7	41,1	41,9	40,7	37,5	37,7	38,1	39,1	39,3	37,0	33,7	33,6
	E4	Fundo (dB)	51,7	49,6	48,4	42,4	43,7	36,9	37,8	32,7	36,7	35,7	37,1	39,6	30,5	26,7	26,2	27,3	27,7	29,5	31,9	27,0
		Fundo (dBA)	32,6	33,5	35,0	31,5	35,1	30,3	33,0	29,5	34,8	34,9	37,1	40,2	31,5	27,9	27,5	28,5	28,7	30,0	31,9	26,0
		NPS (dB)	51,9	48,4	53,3	52,7	53,5	52,2	46,7	50,1	48,8	49,9	51,6	50,9	50,0	50,2	51,8	52,4	51,5	46,6	43,5	44,0
		NPS (dB(A)	32,8	32,3	39,9	41,8	44,9	45,6	41,9	46,9	46,9	49,1	51,6	51,5	51,0	51,4	53,1	53,6	52,5	47,1	43,5	43,0

Tabela A.8– Estação Tulipa – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
T U L I P A	P1	Fundo (dB)	50,9	45,0	45,0	44,7	41,5	43,0	41,1	40,6	44,5	43,6	35,6	34,9	32,6	32,0	33,1	33,9	28,3	27,3	23,7	21,2
		Fundo (dBA)	31,8	28,9	31,6	33,8	32,9	36,4	36,3	37,4	42,6	42,8	35,6	35,5	33,6	33,2	34,4	35,1	29,3	27,8	23,7	20,2
		NPS (dB)	56,3	53,5	58,1	58,1	53,4	62,1	66,8	55,6	60,2	61,1	63,6	68,8	60,3	58,0	58,7	55,1	54,7	54,5	52,8	51,4
		NPS (dB(A)	37,2	37,4	44,7	47,2	44,8	55,5	62,0	52,4	58,3	60,3	63,6	69,4	61,3	59,2	60,0	56,3	55,7	55,0	52,8	50,4
	P2	Fundo (dB)	50,9	45,4	45,5	46,3	42,5	42,5	42,0	40,7	44,1	43,7	36,6	35,9	32,1	33,3	32,2	33,9	29,6	25,7	23,6	21,9
		Fundo (dBA)	31,8	29,3	32,1	35,4	33,9	35,9	37,2	37,5	42,2	42,9	36,6	36,5	33,1	34,5	33,5	35,1	30,6	26,2	23,6	20,9
		NPS (dB)	58,6	57,6	55,6	55,2	55,0	63,1	67,9	54,8	60,2	61,0	61,7	70,6	62,7	57,9	58,6	54,6	54,1	54,2	52,1	50,2
		NPS (dB(A)	39,5	41,5	42,2	44,3	46,4	56,5	63,1	51,6	58,3	60,2	61,7	71,2	63,7	59,1	59,9	55,8	55,1	54,7	52,1	49,2
	P3	Fundo (dB)	50,1	50,8	48,8	48,3	46,9	48,8	43,6	42,9	43,8	40,4	35,8	33,1	29,6	29,4	29,0	32,2	33,7	28,6	26,3	29,1
		Fundo (dBA)	31,0	34,7	35,4	37,4	38,3	42,2	38,8	39,7	41,9	39,6	35,8	33,7	30,6	30,6	30,3	33,4	34,7	29,1	26,3	28,1
		NPS (dB)	55,3	57,7	60,5	59,3	53,8	56,5	61,5	49,7	52,3	52,2	55,4	64,2	54,6	49,3	49,2	46,7	45,5	44,6	43,0	40,7
		NPS (dB(A)	36,2	41,6	47,1	48,4	45,2	49,9	56,7	46,5	50,4	51,4	55,4	64,8	55,6	50,5	50,5	47,9	46,5	45,1	43,0	39,7
	E1	Fundo (dB)	51,3	48,4	45,6	43,4	42,5	40,0	38,3	36,8	37,1	35,9	35,4	32,1	29,1	28,8	27,4	31,0	27,3	27,4	33,5	22,9
		Fundo (dBA)	32,2	32,3	32,2	32,5	33,9	33,4	33,5	33,6	35,2	35,1	35,4	32,7	30,1	30,0	28,7	32,2	28,3	27,9	33,5	21,9
		NPS (dB)	52,9	53,8	52,4	51,9	48,2	53,3	57,0	41,0	40,5	40,9	40,7	43,0	41,1	35,3	34,5	33,2	31,2	30,8	30,6	28,1
		NPS (dB(A)	33,8	37,7	39,0	41,0	39,6	46,7	52,2	37,8	38,6	40,1	40,7	43,6	42,1	36,5	35,8	34,4	32,2	31,3	30,6	27,1
	E2	Fundo (dB)	54,1	53,4	49,2	50,2	47,1	43,4	40,5	37,9	38,6	38,1	37,7	38,6	35,2	36,8	30,1	27,8	27,7	26,6	25,4	23,6
		Fundo (dBA)	35,0	37,3	35,8	39,3	38,5	36,8	35,7	34,7	36,7	37,3	37,7	39,2	36,2	38,0	31,4	29,0	28,7	27,1	25,4	22,6
		NPS (dB)	53,1	52,1	51,3	52,2	46,8	44,9	44,5	38,3	40,8	40,4	39,6	45,0	38,4	32,6	33,5	30,0	28,4	28,4	27,9	25,5
		NPS (dB(A)	34,0	36,0	37,9	41,3	38,2	38,3	39,7	35,1	38,9	39,6	39,6	45,6	39,4	33,8	34,8	31,2	29,4	28,9	27,9	24,5
	E3	Fundo (dB)	56,0	53,0	49,2	52,2	49,7	46,0	42,8	42,1	42,3	41,1	37,7	34,0	30,9	29,0	26,3	29,3	28,3	28,4	27,5	27,0
		Fundo (dBA)	36,9	36,9	35,8	41,3	41,1	39,4	38,0	38,9	40,4	40,3	37,7	34,6	31,9	30,2	27,6	30,5	29,3	28,9	27,5	26,0
		NPS (dB)	55,7	54,2	56,4	58,4	54,5	52,1	54,4	45,9	45,3	43,7	44,3	53,8	53,5	38,8	38,2	35,2	34,7	34,1	33,3	31,3
		NPS (dB(A)	36,6	38,1	43,0	47,5	45,9	45,5	49,6	42,7	43,4	42,9	44,3	54,4	54,5	40,0	39,5	36,4	35,7	34,6	33,3	30,3

Tabela A.9– Estação Copacabana – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
C O P A C A B A N A	P1	Fundo (dB)	49,7	58,5	55,2	57,4	59,4	52,9	51,1	49,9	48,7	48,9	46,1	44,7	43,3	39,4	37,3	37,0	34,6	30,2	27,2	23,1
		Fundo (dBA)	30,6	42,4	41,8	46,5	50,8	46,3	46,3	46,7	46,8	48,1	46,1	45,3	44,3	40,6	38,6	38,2	35,6	30,7	27,2	22,1
		NPS (dB)	57,6	63,5	59,8	65,0	68,5	62,3	60,4	59,6	55,1	59,5	75,6	62,6	60,0	62,0	71,1	65,5	66,4	70,3	62,9	59,1
		NPS (dB(A)	38,5	47,4	46,4	54,1	59,9	55,7	55,6	56,4	53,2	58,7	75,6	63,2	61,0	63,2	72,4	66,7	67,4	70,8	62,9	58,1
	P2	Fundo (dB)	47,1	55,8	54,3	60,5	64,8	54,4	52,4	50,4	49,0	48,8	46,1	45,3	43,1	39,3	38,0	37,2	35,3	30,5	29,5	23,9
		Fundo (dBA)	28,0	39,7	40,9	49,6	56,2	47,8	47,6	47,2	47,1	48,0	46,1	45,9	44,1	40,5	39,3	38,4	36,3	31,0	29,5	22,9
		NPS (dB)	54,5	62,8	62,7	65,0	68,9	61,3	59,2	58,3	54,8	60,2	73,4	63,0	60,4	61,4	72,6	68,6	69,1	70,0	62,6	55,8
		NPS (dB(A)	35,4	46,7	49,3	54,1	60,3	54,7	54,4	55,1	52,9	59,4	73,4	63,6	61,4	62,6	73,9	69,8	70,1	70,5	62,6	54,8
	E1	Fundo (dB)	47,8	48,9	46,4	44,8	47,5	38,4	34,8	36,7	37,6	36,0	33,6	32,9	35,0	30,9	26,1	28,3	25,6	26,0	26,0	23,9
		Fundo (dBA)	28,7	32,8	33,0	33,9	38,9	31,8	30,0	33,5	35,7	35,2	33,6	33,5	36,0	32,1	27,4	29,5	26,6	26,5	26,0	22,9
		NPS (dB)	49,2	48,6	51,6	47,4	50,6	45,0	42,4	45,4	40,2	43,4	53,0	42,0	39,7	38,5	53,8	43,2	44,4	47,2	40,3	35,0
		NPS (dB(A)	30,1	32,5	38,2	36,5	42,0	38,4	37,6	42,2	38,3	42,6	53,0	42,6	40,7	39,7	55,1	44,4	45,4	47,7	40,3	34,0
	E2	Fundo (dB)	44,1	46,5	45,7	45,6	42,8	37,8	34,8	38,6	35,2	32,9	29,7	29,4	29,7	29,5	25,4	23,8	28,1	26,3	22,9	19,9
		Fundo (dBA)	25,0	30,4	32,3	34,7	34,2	31,2	30,0	35,4	33,3	32,1	29,7	30,0	30,7	30,7	26,7	25,0	29,1	26,8	22,9	18,9
		NPS (dB)	43,4	45,5	48,1	47,6	47,0	42,5	41,2	36,5	36,7	35,4	40,1	31,3	30,2	27,5	39,9	30,1	30,8	32,2	27,5	27,1
		NPS (dB(A)	24,3	29,4	34,7	36,7	38,4	35,9	36,4	33,3	34,8	34,6	40,1	31,9	31,2	28,7	41,2	31,3	31,8	32,7	27,5	26,1

Tabela A.10– Estação Marambaia – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
M A R A M B A I A	P1	Fundo (dB)	49,2	54,7	43,5	44,4	47,5	44,0	44,5	38,4	36,8	36,3	36,8	37,8	34,6	29,2	27,4	27,2	22,4	21,9	17,8	15,2
		Fundo (dBA)	30,1	38,6	30,1	33,5	38,9	37,4	39,7	35,2	34,9	35,5	36,8	38,4	35,6	30,4	28,7	28,4	23,4	22,4	17,8	14,2
		NPS (dB)	65,5	69,7	70,9	62,8	64,1	65,6	60,8	57,7	61,5	61,0	63,9	62,6	59,3	58,2	57,3	64,8	77,8	65,4	56,2	65,3
		NPS (dB(A)	46,4	53,6	57,5	51,9	55,5	59,0	56,0	54,5	59,6	60,2	63,9	63,2	60,3	59,4	58,6	66,0	78,8	65,9	56,2	64,3
	P2	Fundo (dB)	44,4	43,2	45,7	46,6	45,2	46,2	40,6	39,3	40,6	42,2	39,5	35,6	33,0	35,3	29,4	26,7	27,1	21,8	17,8	15,7
		Fundo (dBA)	25,3	27,1	32,3	35,7	36,6	39,6	35,8	36,1	38,7	41,4	39,5	36,2	34,0	36,5	30,7	27,9	28,1	22,3	17,8	14,7
		NPS (dB)	67,1	68,2	76,7	62,4	63,2	67,2	62,2	57,6	61,8	62,1	67,2	62,5	60,2	59,0	57,0	63,1	75,1	65,5	59,2	68,7
		NPS (dB(A)	48,0	52,1	63,3	51,5	54,6	60,6	57,4	54,4	59,9	61,3	67,2	63,1	61,2	60,2	58,3	64,3	76,1	66,0	59,2	67,7
	E1	Fundo (dB)	58,5	54,1	52,0	51,2	48,2	44,5	38,6	36,9	39,0	38,2	35,2	32,7	34,2	33,6	32,4	37,4	31,2	32,0	26,8	23,3
		Fundo (dBA)	39,4	38,0	38,6	40,3	39,6	37,9	33,8	33,7	37,1	37,4	35,2	33,3	35,2	34,8	33,7	38,6	32,2	32,5	26,8	22,3
		NPS (dB)	57,2	58,4	60,6	50,1	48,7	45,3	43,5	41,0	43,0	42,6	42,0	40,2	41,4	40,2	37,2	40,4	51,6	39,2	32,3	39,1
		NPS (dB(A)	38,1	42,3	47,2	39,2	40,1	38,7	38,7	37,8	41,1	41,8	42,0	40,8	42,4	41,4	38,5	41,6	52,6	39,7	32,3	38,1
	E2	Fundo (dB)	56,4	54,0	57,6	53,6	44,8	44,2	43,9	40,9	39,3	39,5	41,1	40,6	38,1	38,1	35,5	34,6	30,8	32,5	31,1	24,0
		Fundo (dBA)	37,3	37,9	44,2	42,7	36,2	37,6	39,1	37,7	37,4	38,7	41,1	41,2	39,1	39,3	36,8	35,8	31,8	33,0	31,1	23,0
		NPS (dB)	57,9	64,2	69,5	55,8	56,8	55,1	48,4	46,6	51,9	48,4	52,8	49,7	46,4	44,6	43,6	54,8	65,6	50,4	43,1	52,1
		NPS (dB(A)	38,8	48,1	56,1	44,9	48,2	48,5	43,6	43,4	50,0	47,6	52,8	50,3	47,4	45,8	44,9	56,0	66,6	50,9	43,1	51,1
	E3	Fundo (dB)	57,1	51,8	51,9	47,7	46,3	45,6	40,7	40,4	44,2	45,0	42,2	40,9	39,8	41,7	37,1	34,3	29,9	29,9	24,8	21,4
		Fundo (dBA)	38,0	35,7	38,5	36,8	37,7	39,0	35,9	37,2	42,3	44,2	42,2	41,5	40,8	42,9	38,4	35,5	30,9	30,4	24,8	20,4
		NPS (dB)	57,3	56,1	61,0	48,0	46,8	48,5	38,3	37,1	39,8	39,0	40,1	40,3	37,4	33,8	34,6	34,7	46,3	35,8	30,2	33,2
		NPS (dB(A)	38,2	40,0	47,6	37,1	38,2	41,9	33,5	33,9	37,9	38,2	40,1	40,9	38,4	35,0	35,9	35,9	47,3	36,3	30,2	32,2

Tabela A.11– Estação Reserva da Serra – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
R E S E R V A D A S E R R A	P1	Fundo (dB)	42,3	34,1	32,7	29,6	25,3	23,8	25,9	19,8	16,7	18,9	17,7	15,6	14,8	18,0	15,7	15,0	8,5	11,4	13,5	13,7
		Fundo (dBA)	23,2	18,0	19,3	18,7	16,7	17,2	21,1	16,6	14,8	18,1	17,7	16,2	15,8	19,2	17,0	16,2	9,5	11,9	13,5	12,7
		NPS (dB)	57,3	59,8	66,3	67,3	66,0	71,2	66,5	66,1	68,0	70,3	71,6	72,7	73,4	71,6	70,1	69,5	69,3	67,7	66,4	63,8
		NPS (dB(A)	38,2	43,7	52,9	56,4	57,4	64,6	61,7	62,9	66,1	69,5	71,6	73,3	74,4	72,8	71,4	70,7	70,3	68,2	66,4	62,8
	P2	Fundo (dB)	38,0	32,3	26,6	24,4	27,5	25,6	28,4	22,3	21,0	20,8	19,6	22,3	18,1	18,6	26,6	17,3	14,0	18,7	10,2	17,9
		Fundo (dBA)	18,9	16,2	13,2	13,5	18,9	19,0	23,6	19,1	19,1	20,0	19,6	22,9	19,1	19,8	27,9	18,5	15,0	19,2	10,2	16,9
		NPS (dB)	62,4	58,0	63,9	69,2	64,6	71,9	67,8	66,9	67,2	68,6	70,6	69,4	72,8	69,7	69,4	68,6	68,3	67,2	64,5	62,4
		NPS (dB(A)	43,3	41,9	50,5	58,3	56,0	65,3	63,0	63,7	65,3	67,8	70,6	70,0	73,8	70,9	70,7	69,8	69,3	67,7	64,5	61,4
	E1	Fundo (dB)	57,2	52,6	49,1	45,9	42,8	42,5	38,7	31,4	27,6	29,5	29,7	30,4	29,1	26,1	23,5	24,6	23,9	26,1	22,1	21,2
		Fundo (dBA)	38,1	36,5	35,7	35,0	34,2	35,9	33,9	28,2	25,7	28,7	29,7	31,0	30,1	27,3	24,8	25,8	24,9	26,6	22,1	20,2
		NPS (dB)	50,8	45,4	48,2	48,5	44,4	43,9	41,2	42,5	42,3	41,1	44,4	43,0	46,9	44,1	42,8	44,7	43,4	43,0	38,0	36,1
		NPS (dB(A)	31,7	29,3	34,8	37,6	35,8	37,3	36,4	39,3	40,4	40,3	44,4	43,6	47,9	45,3	44,1	45,9	44,4	43,5	38,0	35,1
	E2	Fundo (dB)	58,2	46,8	44,8	44,3	40,2	34,9	30,6	30,3	31,6	32,0	30,2	28,5	28,4	28,1	26,9	25,2	24,3	33,4	19,0	24,5
		Fundo (dBA)	39,1	30,7	31,4	33,4	31,6	28,3	25,8	27,1	29,7	31,2	30,2	29,1	29,4	29,3	28,2	26,4	25,3	33,9	19,0	23,5
		NPS (dB)	53,2	48,6	46,2	44,1	41,0	47,9	42,9	38,8	36,8	34,3	34,2	33,2	32,2	34,8	32,7	30,9	32,9	31,7	32,1	32,0
		NPS (dB(A)	34,1	32,5	32,8	33,2	32,4	41,3	38,1	35,6	34,9	33,5	34,2	33,8	33,2	36,0	34,0	32,1	33,9	32,2	32,1	31,0
	E3	Fundo (dB)	50,6	47,1	46,6	42,5	39,4	38,4	34,1	31,8	29,9	29,9	28,6	29,3	30,1	29,9	25,2	25,7	30,2	27,8	24,1	19,1
		Fundo (dBA)	31,5	31,0	33,2	31,6	30,8	31,8	29,3	28,6	28,0	29,1	28,6	29,9	31,1	31,1	26,5	26,9	31,2	28,3	24,1	18,1
		NPS (dB)	50,4	48,0	47,7	51,3	45,6	47,2	41,8	42,2	44,9	39,9	44,5	44,6	44,6	46,1	44,5	43,4	42,0	36,6	37,8	34,7
		NPS (dB(A)	31,3	31,9	34,3	40,4	37,0	40,6	37,0	39,0	43,0	39,1	44,5	45,2	45,6	47,3	45,8	44,6	43,0	37,1	37,8	33,7
	E4	Fundo (dB)	51,2	42,6	41,7	41,6	35,1	37,0	28,1	26,4	29,7	26,8	27,8	26,0	23,6	21,4	20,2	16,8	17,8	17,7	18,7	19,8
		Fundo (dBA)	32,1	26,5	28,3	30,7	26,5	30,4	23,3	23,2	27,8	26,0	27,8	26,6	24,6	22,6	21,5	18,0	18,8	18,2	18,7	18,8
		NPS (dB)	49,8	47,4	46,7	48,9	45,1	36,9	37,1	35,0	34,8	31,8	32,1	30,6	30,6	28,3	29,2	27,3	26,5	25,7	28,4	29,5
		NPS (dB(A)	30,7	31,3	33,3	38,0	36,5	30,3	32,3	31,8	32,9	31,0	32,1	31,2	31,6	29,5	30,5	28,5	27,5	26,2	28,4	28,5

Tabela A.12– Estação Almerinda Chaves – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
A L M E R I N D A C H A V E S	P1	Fundo (dB)	45,1	45,6	45,8	44,1	39,3	39,8	36,7	30,7	32,4	32,7	33,5	30,9	28,0	24,8	23,1	20,0	20,6	21,9	18,3	15,1
		Fundo (dBA)	26,0	29,5	32,4	33,2	30,7	33,2	31,9	27,5	30,5	31,9	33,5	31,5	29,0	26,0	24,4	21,2	21,6	22,4	18,3	14,1
		NPS (dB)	67,1	79,6	66,1	68,0	67,0	71,3	71,8	85,2	76,1	72,6	75,3	73,5	74,6	71,3	70,5	68,7	65,5	65,1	63,5	60,9
		NPS (dB(A)	48,0	63,5	52,7	57,1	58,4	64,7	67,0	82,0	74,2	71,8	75,3	74,1	75,6	72,5	71,8	69,9	66,5	65,6	63,5	59,9
	P2	Fundo (dB)	48,2	47,6	46,7	46,9	40,9	40,5	37,3	33,6	34,4	33,3	28,5	29,1	28,8	28,4	23,3	22,3	21,3	22,2	18,9	19,2
		Fundo (dBA)	29,1	31,5	33,3	36,0	32,3	33,9	32,5	30,4	32,5	32,5	28,5	29,7	29,8	29,6	24,6	23,5	22,3	22,7	18,9	18,2
		NPS (dB)	68,9	80,7	64,5	70,0	67,2	77,0	77,5	80,8	72,9	74,5	75,1	73,0	72,6	72,2	70,9	68,9	65,8	65,7	64,9	61,7
		NPS (dB(A)	49,8	64,6	51,1	59,1	58,6	70,4	72,7	77,6	71,0	73,7	75,1	73,6	73,6	73,4	72,2	70,1	66,8	66,2	64,9	60,7
	E1	Fundo (dB)	46,0	47,8	44,2	43,3	42,0	40,6	39,3	34,7	34,4	39,5	36,8	32,5	32,1	29,8	31,5	26,0	24,6	24,8	23,5	20,0
		Fundo (dBA)	26,9	31,7	30,8	32,4	33,4	34,0	34,5	31,5	32,5	38,7	36,8	33,1	33,1	31,0	32,8	27,2	25,6	25,3	23,5	19,0
		NPS (dB)	55,9	66,9	53,9	52,7	52,6	54,9	52,9	56,9	56,3	52,1	53,8	52,5	47,7	48,0	46,3	42,5	39,7	39,0	41,4	39,2
		NPS (dB(A)	36,8	50,8	40,5	41,8	44,0	48,3	48,1	53,7	54,4	51,3	53,8	53,1	48,7	49,2	47,6	43,7	40,7	39,5	41,4	38,2
	E2	Fundo (dB)	47,9	49,9	49,4	48,4	44,3	40,8	38,7	37,0	34,8	32,5	28,5	27,1	25,7	26,2	31,8	29,5	29,2	25,3	23,3	19,2
		Fundo (dBA)	28,8	33,8	36,0	37,5	35,7	34,2	33,9	33,8	32,9	31,7	28,5	27,7	26,7	27,4	33,1	30,7	30,2	25,8	23,3	18,2
		NPS (dB)	56,5	65,5	53,4	55,8	56,2	54,8	54,2	53,2	54,2	48,6	49,8	48,6	41,2	39,6	38,9	36,0	32,2	32,0	30,8	27,9
		NPS (dB(A)	37,4	49,4	40,0	44,9	47,6	48,2	49,4	50,0	52,3	47,8	49,8	49,2	42,2	40,8	40,2	37,2	33,2	32,5	30,8	26,9
	E3	Fundo (dB)	46,4	44,2	46,0	43,0	38,9	37,2	35,6	34,2	31,8	29,9	32,8	30,1	25,8	26,7	24,3	27,6	30,7	29,6	25,2	15,7
		Fundo (dBA)	27,3	28,1	32,6	32,1	30,3	30,6	30,8	31,0	29,9	29,1	32,8	30,7	26,8	27,9	25,6	28,8	31,7	30,1	25,2	14,7
		NPS (dB)	53,5	64,7	53,6	54,3	56,9	56,0	53,1	61,5	55,3	53,2	54,1	51,4	50,5	48,6	47,3	45,7	41,9	40,8	39,2	35,1
		NPS (dB(A)	34,4	48,6	40,2	43,4	48,3	49,4	48,3	58,3	53,4	52,4	54,1	52,0	51,5	49,8	48,6	46,9	42,9	41,3	39,2	34,1
	E4	Fundo (dB)	51,4	47,3	43,3	42,9	40,1	37,9	34,1	34,1	30,6	30,7	33,6	33,9	30,0	26,7	26,1	29,1	35,7	24,8	23,4	22,7
		Fundo (dBA)	32,3	31,2	29,9	32,0	31,5	31,3	29,3	30,9	28,7	29,9	33,6	34,5	31,0	27,9	27,4	30,3	36,7	25,3	23,4	21,7
		NPS (dB)	56,6	67,5	52,0	54,4	56,0	61,8	62,1	71,6	62,7	59,1	58,5	58,5	56,9	55,6	54,9	53,2	49,7	48,9	47,6	44,9
		NPS (dB(A)	37,5	51,4	38,6	43,5	47,4	55,2	57,3	68,4	60,8	58,3	58,5	59,1	57,9	56,8	56,2	54,4	50,7	49,4	47,6	43,9

Tabela A.13– Estação Araucárias – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
A R A U C Á R I A S	P1	Fundo (dB)	17,6	19,5	22,2	27,4	27,7	28,2	28,7	30,8	34,7	38,7	40,2	41,2	42,0	41,0	36,2	43,5	38,7	36,7	35,1	29,9
		Fundo (dBA)	2,6	3,4	8,8	16,5	19,1	21,6	23,9	27,6	32,8	37,9	40,2	41,8	43,0	42,2	37,5	44,7	39,7	37,2	35,1	28,9
		NPS (dB)	67,2	72,6	72,8	70,6	69,6	75,1	75,2	85,7	75,3	75,0	73,7	72,0	74,6	71,6	69,6	70,1	67,8	69,7	65,8	66,1
		NPS (dB(A)	48,1	56,5	59,4	59,7	61,0	68,5	70,4	82,5	73,4	74,2	73,7	72,6	75,6	72,8	70,9	71,3	68,8	70,2	65,8	65,1
	P2	Fundo (dB)	32,8	35,9	36,1	40,0	45,0	35,0	40,8	43,7	38,8	40,4	37,7	33,6	31,0	29,0	26,9	25,4	24,6	21,2	19,7	20,9
		Fundo (dBA)	13,7	19,8	22,7	29,1	36,4	28,4	36,0	40,5	36,9	39,6	37,7	34,2	32,0	30,2	28,2	26,6	25,6	21,7	19,7	19,9
		NPS (dB)	68,9	68,2	75,9	74,6	68,8	69,5	71,0	84,4	75,0	73,9	73,6	71,5	72,4	70,1	69,8	70,0	67,3	69,8	65,8	65,2
		NPS (dB(A)	49,8	52,1	62,5	63,7	60,2	62,9	66,2	81,2	73,1	73,1	73,6	72,1	73,4	71,3	71,1	71,2	68,3	70,3	65,8	64,2
	P3	Fundo (dB)	31,0	35,8	38,5	37,8	39,0	36,6	42,3	42,5	38,8	38,7	38,8	34,8	31,1	30,0	28,9	27,7	26,5	23,6	20,9	18,3
		Fundo (dBA)	11,9	19,7	25,1	26,9	30,4	30,0	37,5	39,3	36,9	37,9	38,8	35,4	32,1	31,2	30,2	28,9	27,5	24,1	20,9	17,3
		NPS (dB)	65,1	69,3	70,0	70,7	67,2	70,7	72,6	86,2	75,8	74,0	73,0	72,2	71,1	70,6	69,1	69,8	67,1	68,9	65,4	64,6
		NPS (dB(A)	46,0	53,2	56,6	59,8	58,6	64,1	67,8	83,0	73,9	73,2	73,0	72,8	72,1	71,8	70,4	71,0	68,1	69,4	65,4	63,6
	E1	Fundo (dB)	29,6	30,9	36,4	33,9	33,7	30,7	28,6	33,2	30,1	27,4	25,0	23,2	21,6	20,1	19,0	17,7	21,0	20,4	13,2	13,9
		Fundo (dBA)	10,5	14,8	23,0	23,0	25,1	24,1	23,8	30,0	28,2	26,6	25,0	23,8	22,6	21,3	20,3	18,9	22,0	20,9	13,2	12,9
		NPS (dB)	49,8	51,2	55,2	55,0	53,7	50,3	52,4	55,1	47,8	47,4	47,4	43,6	43,5	41,4	40,8	39,9	36,6	38,9	33,8	32,2
		NPS (dB(A)	30,7	35,1	41,8	44,1	45,1	43,7	47,6	51,9	45,9	46,6	47,4	44,2	44,5	42,6	42,1	41,1	37,6	39,4	33,8	31,2
	E2	Fundo (dB)	45,3	42,7	39,9	37,2	39,3	31,4	30,1	28,7	27,8	24,0	23,0	18,9	20,2	17,4	16,7	17,9	24,6	25,7	16,3	15,8
		Fundo (dBA)	26,2	26,6	26,5	26,3	30,7	24,8	25,3	25,5	25,9	23,2	23,0	19,5	21,2	18,6	18,0	19,1	25,6	26,2	16,3	14,8
		NPS (dB)	53,2	56,9	56,3	55,8	52,8	49,3	52,0	57,6	52,3	53,4	52,0	50,7	53,4	49,4	48,3	49,1	45,7	47,7	43,5	42,8
		NPS (dB(A)	34,1	40,8	42,9	44,9	44,2	42,7	47,2	54,4	50,4	52,6	52,0	51,3	54,4	50,6	49,6	50,3	46,7	48,2	43,5	41,8
	E3	Fundo (dB)	42,1	40,0	44,8	37,1	33,7	33,2	31,8	28,2	25,6	25,5	25,2	21,8	20,3	17,9	15,4	17,0	20,2	26,5	18,4	14,6
		Fundo (dBA)	23,0	23,9	31,4	26,2	25,1	26,6	27,0	25,0	23,7	24,7	25,2	22,4	21,3	19,1	16,7	18,2	21,2	27,0	18,4	13,6
		NPS (dB)	52,5	54,4	60,6	60,7	57,0	58,3	58,6	52,0	48,9	51,0	44,6	41,0	39,4	37,1	35,1	40,2	36,0	34,8	27,6	28,5
		NPS (dB(A)	33,4	38,3	47,2	49,8	48,4	51,7	53,8	48,8	47,0	50,2	44,6	41,6	40,4	38,3	36,4	41,4	37,0	35,3	27,6	27,5

Tabela A.14– Estação Fazenda Grande Residencial – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
F A Z E N D A G R A N D E R E S I D E N C I A L	P1	Fundo (dB)	38,6	39,2	37,8	38,4	37,0	35,7	35,6	34,9	38,7	36,8	36,0	35,5	30,0	28,7	26,9	26,4	24,0	27,7	20,2	16,6
		Fundo (dBA)	19,5	23,1	24,4	27,5	28,4	29,1	30,8	31,7	36,8	36,0	36,0	36,1	31,0	29,9	28,2	27,6	25,0	28,2	20,2	15,6
		NPS (dB)	61,2	66,3	70,1	69,2	66,2	65,8	68,2	66,9	67,4	67,8	66,7	66,6	65,0	61,7	61,2	58,5	56,1	55,8	53,4	50,2
		NPS (dB(A)	42,1	50,2	56,7	58,3	57,6	59,2	63,4	63,7	65,5	67,0	66,7	67,2	66,0	62,9	62,5	59,7	57,1	56,3	53,4	49,2
	P2	Fundo (dB)	50,3	42,0	40,7	40,3	37,4	37,6	38,1	40,1	40,2	40,4	40,6	42,6	39,0	35,9	29,0	30,8	29,5	28,2	20,3	17,1
		Fundo (dBA)	31,2	25,9	27,3	29,4	28,8	31,0	33,3	36,9	38,3	39,6	40,6	43,2	40,0	37,1	30,3	32,0	30,5	28,7	20,3	16,1
		NPS (dB)	60,4	62,9	73,5	69,3	67,6	65,9	66,0	68,6	67,5	69,0	67,6	69,1	65,4	62,4	61,8	58,9	57,5	57,2	54,4	51,9
		NPS (dB(A)	41,3	46,8	60,1	58,4	59,0	59,3	61,2	65,4	65,6	68,2	67,6	69,7	66,4	63,6	63,1	60,1	58,5	57,7	54,4	50,9
	P3	Fundo (dB)	47,2	44,3	38,4	37,2	37,1	35,7	35,8	36,5	36,0	35,4	39,4	35,6	34,8	39,7	35,4	29,5	29,7	30,1	29,1	29,2
		Fundo (dBA)	28,1	28,2	25,0	26,3	28,5	29,1	31,0	33,3	34,1	34,6	39,4	36,2	35,8	40,9	36,7	30,7	30,7	30,6	29,1	28,2
		NPS (dB)	59,4	66,0	74,5	70,3	66,7	68,9	70,5	65,6	66,4	67,7	66,4	68,7	64,7	62,7	61,7	58,9	57,2	57,3	53,6	50,8
		NPS (dB(A)	40,3	49,9	61,1	59,4	58,1	62,3	65,7	62,4	64,5	66,9	66,4	69,3	65,7	63,9	63,0	60,1	58,2	57,8	53,6	49,8
	P4	Fundo (dB)	40,2	38,8	36,6	37,9	37,4	35,2	35,4	35,2	36,1	35,7	36,2	35,2	34,7	29,2	27,9	28,0	27,1	21,0	16,9	17,1
		Fundo (dBA)	21,1	22,7	23,2	27,0	28,8	28,6	30,6	32,0	34,2	34,9	36,2	35,8	35,7	30,4	29,2	29,2	28,1	21,5	16,9	16,1
		NPS (dB)	60,8	63,8	73,9	70,1	67,3	67,0	69,7	68,0	67,9	69,0	67,4	67,6	65,4	62,9	61,8	60,2	57,7	56,9	54,9	51,6
		NPS (dB(A)	41,7	47,7	60,5	59,2	58,7	60,4	64,9	64,8	66,0	68,2	67,4	68,2	66,4	64,1	63,1	61,4	58,7	57,4	54,9	50,6
	P5	Fundo (dB)	42,6	41,0	39,6	41,5	39,3	38,7	41,2	41,9	41,5	41,6	42,6	38,5	36,6	33,1	34,3	34,4	32,7	25,2	20,8	20,1
		Fundo (dBA)	23,5	24,9	26,2	30,6	30,7	32,1	36,4	38,7	39,6	40,8	42,6	39,1	37,6	34,3	35,6	35,6	33,7	25,7	20,8	19,1
		NPS (dB)	63,8	64,8	71,6	71,0	71,2	69,0	70,4	66,4	69,5	71,4	69,0	72,0	67,0	64,7	64,5	62,5	60,0	61,4	57,6	55,7
		NPS (dB(A)	44,7	48,7	58,2	60,1	62,6	62,4	65,6	63,2	67,6	70,6	69,0	72,6	68,0	65,9	65,8	63,7	61,0	61,9	57,6	54,7
	P6	Fundo (dB)	41,8	36,2	38,7	38,9	37,4	36,7	38,4	37,5	40,0	39,9	36,9	39,3	33,7	30,5	28,5	29,9	27,8	22,1	18,6	18,3
		Fundo (dBA)	22,7	20,1	25,3	28,0	28,8	30,1	33,6	34,3	38,1	39,1	36,9	39,9	34,7	31,7	29,8	31,1	28,8	22,6	18,6	17,3
		NPS (dB)	61,9	62,4	70,2	67,1	66,1	67,9	68,8	66,3	67,5	69,1	68,4	68,3	65,3	63,1	62,4	60,0	58,8	58,2	54,9	52,6
		NPS (dB(A)	42,8	46,3	56,8	56,2	57,5	61,3	64,0	63,1	65,6	68,3	68,4	68,9	66,3	64,3	63,7	61,2	59,8	58,7	54,9	51,6

Continuação - Tabela A.14– Estação Fazenda Grande Residencial – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
F A Z E N D A G R A N D E R E S I D E N C I A L	E1	Fundo (dB)	45,4	45,3	38,7	38,0	35,4	33,7	33,1	37,1	42,0	41,5	38,1	36,2	37,5	34,1	29,0	27,9	29,2	27,0	26,4	19,4
		Fundo (dBA)	26,3	29,2	25,3	27,1	26,8	27,1	28,3	33,9	40,1	40,7	38,1	36,8	38,5	35,3	30,3	29,1	30,2	27,5	26,4	18,4
		NPS (dB)	48,5	45,5	49,1	49,4	46,3	46,1	43,9	46,9	49,3	46,3	47,1	48,2	42,9	40,9	40,2	38,1	35,6	38,5	30,0	28,4
		NPS (dB(A)	29,4	29,4	35,7	38,5	37,7	39,5	39,1	43,7	47,4	45,5	47,1	48,8	43,9	42,1	41,5	39,3	36,6	39,0	30,0	27,4
	E2	Fundo (dB)	47,8	44,8	39,6	39,2	36,1	31,8	32,0	38,4	40,2	38,1	36,2	38,5	35,5	31,5	34,2	29,8	30,3	28,4	24,0	19,6
		Fundo (dBA)	28,7	28,7	26,2	28,3	27,5	25,2	27,2	35,2	38,3	37,3	36,2	39,1	36,5	32,7	35,5	31,0	31,3	28,9	24,0	18,6
		NPS (dB)	49,1	48,9	49,1	46,6	49,9	47,1	45,1	44,9	47,4	48,1	44,6	46,0	42,2	40,5	37,7	38,9	39,1	36,9	28,3	27,1
		NPS (dB(A)	30,0	32,8	35,7	35,7	41,3	40,5	40,3	41,7	45,5	47,3	44,6	46,6	43,2	41,7	39,0	40,1	40,1	37,4	28,3	26,1
	E3	Fundo (dB)	47,1	43,6	40,6	37,6	34,9	32,8	32,4	34,1	36,7	38,1	35,9	34,4	30,9	28,1	25,6	23,3	22,0	18,5	18,3	15,6
		Fundo (dBA)	28,0	27,5	27,2	26,7	26,3	26,2	27,6	30,9	34,8	37,3	35,9	35,0	31,9	29,3	26,9	24,5	23,0	19,0	18,3	14,6
		NPS (dB)	50,0	50,6	53,8	57,2	54,5	46,1	41,8	46,4	49,1	47,9	45,5	47,3	43,2	41,3	40,1	38,0	36,8	37,3	30,4	29,1
		NPS (dB(A)	30,9	34,5	40,4	46,3	45,9	39,5	37,0	43,2	47,2	47,1	45,5	47,9	44,2	42,5	41,4	39,2	37,8	37,8	30,4	28,1
	E4	Fundo (dB)	45,4	43,4	43,1	39,8	37,4	34,8	33,4	35,5	35,7	34,6	34,1	30,0	31,2	27,9	24,0	21,8	23,6	20,4	20,8	19,6
		Fundo (dBA)	26,3	27,3	29,7	28,9	28,8	28,2	28,6	32,3	33,8	33,8	34,1	30,6	32,2	29,1	25,3	23,0	24,6	20,9	20,8	18,6
		NPS (dB)	51,0	51,1	51,1	54,0	50,8	43,9	43,6	48,7	46,5	47,4	45,3	46,7	43,4	40,3	39,4	36,9	35,9	37,9	30,6	29,5
		NPS (dB(A)	31,9	35,0	37,7	43,1	42,2	37,3	38,8	45,5	44,6	46,6	45,3	47,3	44,4	41,5	40,7	38,1	36,9	38,4	30,6	28,5
	E5	Fundo (dB)	47,0	44,6	42,0	38,5	37,4	34,8	32,8	32,7	34,4	36,6	34,3	34,0	32,5	30,4	27,6	24,5	23,9	22,4	22,6	19,1
		Fundo (dBA)	27,9	28,5	28,6	27,6	28,8	28,2	28,0	29,5	32,5	35,8	34,3	34,6	33,5	31,6	28,9	25,7	24,9	22,9	22,6	18,1
		NPS (dB)	50,2	49,8	49,9	54,6	49,5	44,9	42,6	45,4	47,3	49,6	44,2	46,3	42,5	40,3	39,2	36,4	35,1	37,5	29,4	28,3
		NPS (dB(A)	31,1	33,7	36,5	43,7	40,9	38,3	37,8	42,2	45,4	48,8	44,2	46,9	43,5	41,5	40,5	37,6	36,1	38,0	29,4	27,3
	E6	Fundo (dB)	47,5	44,2	41,9	38,9	39,8	36,7	34,4	36,3	34,1	36,7	34,8	35,1	29,4	27,2	23,2	24,6	22,5	28,3	21,7	18,0
		Fundo (dBA)	28,4	28,1	28,5	28,0	31,2	30,1	29,6	33,1	32,2	35,9	34,8	35,7	30,4	28,4	24,5	25,8	23,5	28,8	21,7	17,0
		NPS (dB)	48,7	44,9	42,1	41,6	41,1	34,3	33,5	36,7	35,1	35,6	33,7	31,4	30,9	27,3	26,4	22,2	26,2	27,9	16,7	14,6
		NPS (dB(A)	29,6	28,8	28,7	30,7	32,5	27,7	28,7	33,5	33,2	34,8	33,7	32,0	31,9	28,5	27,7	23,4	27,2	28,4	16,7	13,6

Tabela A.15– Estação Josefina – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
V I L A J O S E F I N A	P1	Fundo (dB)	45,4	37,9	33,9	36,1	35,4	34,3	33,7	35,6	37,4	34,4	37,0	29,9	29,8	28,4	31,4	30,5	25,4	20,0	17,1	20,9
		Fundo (dBA)	26,3	21,8	20,5	25,2	26,8	27,7	28,9	32,4	35,5	33,6	37,0	30,5	30,8	29,6	32,7	31,7	26,4	20,5	17,1	19,9
		NPS (dB)	71,4	73,6	75,6	75,7	79,1	77,8	75,2	76,9	71,3	69,8	70,3	72,6	71,7	72,8	69,4	68,5	68,7	68,3	67,1	64,6
		NPS (dB(A))	52,3	57,5	62,2	64,8	70,5	71,2	70,4	73,7	69,4	69,0	70,3	73,2	72,7	74,0	70,7	69,7	69,7	68,8	67,1	63,6
	P2	Fundo (dB)	44,5	34,2	38,3	37,6	40,9	36,4	34,9	35,4	35,5	36,7	39,5	35,2	31,7	28,3	31,2	31,6	24,7	17,0	15,9	21,5
		Fundo (dBA)	25,4	18,1	24,9	26,7	32,3	29,8	30,1	32,2	33,6	35,9	39,5	35,8	32,7	29,5	32,5	32,8	25,7	17,5	15,9	20,5
		NPS (dB)	70,4	73,0	76,5	76,8	81,6	73,2	72,3	76,7	69,8	69,7	70,2	71,4	70,8	71,9	69,6	68,2	68,5	67,7	66,3	64,4
		NPS (dB(A))	51,3	56,9	63,1	65,9	73,0	66,6	67,5	73,5	67,9	68,9	70,2	72,0	71,8	73,1	70,9	69,4	69,5	68,2	66,3	63,4
	E1	Fundo (dB)	42,5	41,8	38,2	39,3	37,9	37,3	33,5	35,0	36,1	37,5	33,2	30,9	26,5	26,5	23,8	22,3	23,6	18,2	21,8	18,0
		Fundo (dBA)	23,4	25,7	24,8	28,4	29,3	30,7	28,7	31,8	34,2	36,7	33,2	31,5	27,5	27,7	25,1	23,5	24,6	18,7	21,8	17,0
		NPS (dB)	55,2	53,9	56,5	56,5	54,8	51,2	49,3	50,3	47,4	45,7	41,5	44,5	43,1	43,3	41,8	40,6	40,6	40,6	38,8	37,0
		NPS (dB(A))	36,1	37,8	43,1	45,6	46,2	44,6	44,5	47,1	45,5	44,9	41,5	45,1	44,1	44,5	43,1	41,8	41,6	41,1	38,8	36,0
	E2	Fundo (dB)	46,2	41,6	38,6	38,1	36,8	36,6	36,8	37,5	34,5	33,8	32,6	31,0	32,2	27,1	23,5	21,8	20,0	16,0	19,0	19,4
		Fundo (dBA)	27,1	25,5	25,2	27,2	28,2	30,0	32,0	34,3	32,6	33,0	32,6	31,6	33,2	28,3	24,8	23,0	21,0	16,5	19,0	18,4
		NPS (dB)	48,0	50,8	58,9	56,7	46,2	46,9	45,6	38,7	35,7	34,6	32,6	32,1	31,0	28,9	27,5	26,0	25,0	23,6	23,3	20,4
		NPS (dB(A))	28,9	34,7	45,5	45,8	37,6	40,3	40,8	35,5	33,8	33,8	32,6	32,7	32,0	30,1	28,8	27,2	26,0	24,1	23,3	19,4
	E3	Fundo (dB)	39,4	40,6	39,4	41,8	38,4	37,5	33,1	34,3	32,7	32,2	31,3	27,4	25,2	21,7	20,7	20,1	20,3	16,9	15,7	14,9
		Fundo (dBA)	20,3	24,5	26,0	30,9	29,8	30,9	28,3	31,1	30,8	31,4	31,3	28,0	26,2	22,9	22,0	21,3	21,3	17,4	15,7	13,9
		NPS (dB)	52,6	53,2	61,2	60,4	60,7	58,6	54,6	52,6	48,8	48,6	51,2	52,3	54,6	53,6	52,3	51,3	47,7	44,7	43,1	40,6
		NPS (dB(A))	33,5	37,1	47,8	49,5	52,1	52,0	49,8	49,4	46,9	47,8	51,2	52,9	55,6	54,8	53,6	52,5	48,7	45,2	43,1	39,6

Tabela A.16– Estação Califórnia – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
C A L I F O R N I A	P1	Fundo (dB)	35,9	36,2	36,3	35,5	35,8	41,8	32,4	32,4	32,0	26,5	27,7	23,1	21,2	26,1	27,2	29,2	23,1	22,9	21,4	19,0
		Fundo (dBA)	16,8	20,1	22,9	24,6	27,2	35,2	27,6	29,2	30,1	25,7	27,7	23,7	22,2	27,3	28,5	30,4	24,1	23,4	21,4	18,0
		NPS (dB)	71,4	81,7	70,4	69,9	76,8	82,3	71,9	74,7	71,5	70,5	69,7	68,7	69,6	69,9	67,6	67,7	64,4	64,2	61,5	60,7
		NPS (dB(A)	52,3	65,6	57,0	59,0	68,2	75,7	67,1	71,5	69,6	69,7	69,7	69,3	70,6	71,1	68,9	68,9	65,4	64,7	61,5	59,7
	P2	Fundo (dB)	35,8	36,4	36,1	35,9	35,3	40,9	32,3	32,1	31,0	27,8	25,5	23,9	22,6	23,0	26,2	28,4	22,5	22,3	18,4	18,8
		Fundo (dBA)	16,7	20,3	22,7	25,0	26,7	34,3	27,5	28,9	29,1	27,0	25,5	24,5	23,6	24,2	27,5	29,6	23,5	22,8	18,4	17,8
		NPS (dB)	64,5	75,5	71,3	72,6	76,6	83,4	71,6	76,4	72,4	70,9	71,0	69,3	71,5	69,5	68,6	68,3	64,8	64,8	62,0	61,2
		NPS (dB(A)	45,4	59,4	57,9	61,7	68,0	76,8	66,8	73,2	70,5	70,1	71,0	69,9	72,5	70,7	69,9	69,5	65,8	65,3	62,0	60,2
	P3	Fundo (dB)	35,8	35,9	37,4	38,8	36,7	39,7	33,5	32,9	32,6	28,9	26,5	25,0	22,6	21,1	26,8	26,5	23,0	22,4	20,8	29,5
		Fundo (dBA)	16,7	19,8	24,0	27,9	28,1	33,1	28,7	29,7	30,7	28,1	26,5	25,6	23,6	22,3	28,1	27,7	24,0	22,9	20,8	28,5
		NPS (dB)	73,0	83,3	70,4	71,8	72,3	73,9	72,0	73,9	72,5	70,6	69,4	69,2	70,6	70,6	68,3	67,9	64,6	64,7	62,3	60,9
		NPS (dB(A)	53,9	67,2	57,0	60,9	63,7	67,3	67,2	70,7	70,6	69,8	69,4	69,8	71,6	71,8	69,6	69,1	65,6	65,2	62,3	59,9
	P4	Fundo (dB)	37,7	36,1	33,1	36,3	30,0	33,6	26,8	26,1	25,4	21,4	20,9	19,6	20,1	23,5	24,1	26,3	27,9	29,1	29,1	26,4
		Fundo (dBA)	18,6	20,0	19,7	25,4	21,4	27,0	22,0	22,9	23,5	20,6	20,9	20,2	21,1	24,7	25,4	27,5	28,9	29,6	29,1	25,4
		NPS (dB)	59,9	69,7	59,4	70,4	65,3	65,6	59,7	61,3	55,8	54,3	53,0	52,6	52,0	51,9	51,6	51,3	46,7	45,1	42,1	39,7
		NPS (dB(A)	40,8	53,6	46,0	59,5	56,7	59,0	54,9	58,1	53,9	53,5	53,0	53,2	53,0	53,1	52,9	52,5	47,7	45,6	42,1	38,7

Continuação - Tabela A.16– Estação Califórnia – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
C A L I F O R N I A	E1	Fundo (dB)	43,5	40,4	36,6	33,9	32,0	29,6	31,3	31,6	26,5	26,0	25,0	26,3	20,1	17,3	19,0	17,6	21,8	31,0	25,4	28,9
		Fundo (dBA)	24,4	24,3	23,2	23,0	23,4	23,0	26,5	28,4	24,6	25,2	25,0	26,9	21,1	18,5	20,3	18,8	22,8	31,5	25,4	27,9
		NPS (dB)	54,3	61,0	56,4	56,7	58,9	61,0	51,6	55,6	52,9	52,3	49,6	47,1	50,1	49,1	47,7	48,2	44,4	43,7	39,6	38,5
		NPS (dB(A))	35,2	44,9	43,0	45,8	50,3	54,4	46,8	52,4	51,0	51,5	49,6	47,7	51,1	50,3	49,0	49,4	45,4	44,2	39,6	37,5
	E2	Fundo (dB)	43,9	40,8	39,8	35,5	35,6	34,3	26,6	28,6	25,9	23,3	26,5	28,5	19,9	19,0	21,0	18,4	22,6	30,6	25,4	29,5
		Fundo (dBA)	24,8	24,7	26,4	24,6	27,0	27,7	21,8	25,4	24,0	22,5	26,5	29,1	20,9	20,2	22,3	19,6	23,6	31,1	25,4	28,5
		NPS (dB)	55,6	65,5	52,4	53,3	57,1	59,4	49,8	49,9	48,3	47,3	47,2	44,1	46,6	45,9	44,3	43,7	40,4	40,2	36,3	35,3
		NPS (dB(A))	36,5	49,4	39,0	42,4	48,5	52,8	45,0	46,7	46,4	46,5	47,2	44,7	47,6	47,1	45,6	44,9	41,4	40,7	36,3	34,3
	E3	Fundo (dB)	46,2	41,0	41,9	38,5	37,2	33,7	31,3	27,6	27,2	25,9	24,4	24,1	22,6	24,1	23,1	25,8	28,2	29,5	29,3	31,1
		Fundo (dBA)	27,1	24,9	28,5	27,6	28,6	27,1	26,5	24,4	25,3	25,1	24,4	24,7	23,6	25,3	24,4	27,0	29,2	30,0	29,3	30,1
		NPS (dB)	51,1	56,9	49,2	50,5	52,6	54,0	44,6	47,6	44,5	43,7	42,4	42,1	42,0	41,8	40,6	39,5	36,0	37,2	32,7	33,6
		NPS (dB(A))	32,0	40,8	35,8	39,6	44,0	47,4	39,8	44,4	42,6	42,9	42,4	42,7	43,0	43,0	41,9	40,7	37,0	37,7	32,7	32,6

Tabela A.17– Estação Tiradentes – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
T I R A D E N T E S	P1	Fundo (dB)	52,5	40,2	42,3	43,5	43,6	41,3	40,6	45,7	47,8	48,5	51,3	49,0	44,1	42,0	38,0	35,9	35,3	34,1	31,9	29,7
		Fundo (dBA)	33,4	24,1	28,9	32,6	35,0	34,7	35,8	42,5	45,9	47,7	51,3	49,6	45,1	43,2	39,3	37,1	36,3	34,6	31,9	28,7
		NPS (dB)	85,4	69,6	65,1	64,2	71,2	66,3	66,3	73,0	69,7	69,3	70,0	70,4	70,1	71,9	66,6	63,4	62,9	68,1	64,5	67,4
		NPS (dB(A))	66,3	53,5	51,7	53,3	62,6	59,7	61,5	69,8	67,8	68,5	70,0	71,0	71,1	73,1	67,9	64,6	63,9	68,6	64,5	66,4
	P2	Fundo (dB)	51,6	50,2	53,1	46,9	45,3	45,0	44,4	46,0	45,3	44,6	45,7	42,2	40,6	39,3	39,1	36,0	33,6	33,3	29,4	26,1
		Fundo (dBA)	32,5	34,1	39,7	36,0	36,7	38,4	39,6	42,8	43,4	43,8	45,7	42,8	41,6	40,5	40,4	37,2	34,6	33,8	29,4	25,1
		NPS (dB)	79,6	70,2	65,2	65,3	68,3	66,1	69,0	71,8	69,3	68,4	69,5	72,8	70,0	74,0	66,6	63,3	63,6	69,1	64,6	67,4
		NPS (dB(A))	60,5	54,1	51,8	54,4	59,7	59,5	64,2	68,6	67,4	67,6	69,5	73,4	71,0	75,2	67,9	64,5	64,6	69,6	64,6	66,4
	E1	Fundo (dB)	57,3	51,8	57,5	59,3	54,0	53,5	51,9	47,8	52,1	53,6	51,7	55,5	47,6	45,5	43,3	39,5	39,6	39,3	37,0	37,7
		Fundo (dBA)	38,2	35,7	44,1	48,4	45,4	46,9	47,1	44,6	50,2	52,8	51,7	56,1	48,6	46,7	44,6	40,7	40,6	39,8	37,0	36,7
		NPS (dB)	61,5	60,9	66,9	68,1	59,1	54,1	49,8	53,3	52,0	50,7	49,7	54,5	49,5	46,5	42,0	39,4	38,7	41,6	40,2	39,7
		NPS (dB(A))	42,4	44,8	53,5	57,2	50,5	47,5	45,0	50,1	50,1	49,9	49,7	55,1	50,5	47,7	43,3	40,6	39,7	42,1	40,2	38,7
	E2	Fundo (dB)	60,2	60,1	60,7	59,9	56,4	51,8	53,3	54,4	55,1	53,0	53,6	52,3	50,3	46,2	43,5	42,2	46,7	42,6	41,7	40,7
		Fundo (dBA)	41,1	44,0	47,3	49,0	47,8	45,2	48,5	51,2	53,2	52,2	53,6	52,9	51,3	47,4	44,8	43,4	47,7	43,1	41,7	39,7
		NPS (dB)	70,3	61,4	60,4	60,9	63,1	52,4	51,4	54,6	54,4	54,5	54,8	55,4	57,2	53,9	48,3	43,3	44,6	43,5	41,7	44,3
		NPS (dB(A))	51,2	45,3	47,0	50,0	54,5	45,8	46,6	51,4	52,5	53,7	54,8	56,0	58,2	55,1	49,6	44,5	45,6	44,0	41,7	43,3
	E3	Fundo (dB)	58,2	54,5	53,8	49,3	53,6	50,4	49,8	47,4	48,2	48,6	50,7	49,1	45,5	44,6	48,9	47,3	41,5	37,9	34,8	34,0
		Fundo (dBA)	39,1	38,4	40,4	38,4	45,0	43,8	45,0	44,2	46,3	47,8	50,7	49,7	46,5	45,8	50,2	48,5	42,5	38,4	34,8	33,0
		NPS (dB)	62,4	62,9	58,8	58,5	58,9	52,0	50,0	55,9	53,5	52,4	52,0	52,8	48,9	51,1	46,5	45,8	43,4	45,7	41,4	43,1
		NPS (dB(A))	43,3	46,8	45,4	47,6	50,3	45,4	45,2	52,7	51,6	51,6	52,0	53,4	49,9	52,3	47,8	47,0	44,4	46,2	41,4	42,1
	E4	Fundo (dB)	54,0	55,6	51,8	56,3	52,9	50,1	48,6	46,7	43,3	41,5	47,3	43,2	38,8	35,8	32,9	34,5	35,5	33,1	34,9	34,5
		Fundo (dBA)	34,9	39,5	38,4	45,4	44,3	43,5	43,8	43,5	41,4	40,7	47,3	43,8	39,8	37,0	34,2	35,7	36,5	33,6	34,9	33,5
		NPS (dB)	56,1	55,9	57,3	55,8	56,5	49,7	49,2	48,8	55,0	52,9	50,5	45,6	41,6	39,1	34,1	32,7	33,9	33,8	30,4	30,8
		NPS (dB(A))	37,0	39,8	43,9	44,9	47,9	43,1	44,4	45,6	53,1	52,1	50,5	46,2	42,6	40,3	35,4	33,9	34,9	34,3	30,4	29,8

Tabela A.18– Estação Água Fria – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Á G U A F R I A	P1	Fundo (dB)	41,8	41,4	40,3	39,0	39,0	38,2	39,3	36,6	35,0	34,8	41,1	37,7	34,7	37,7	33,5	33,9	33,7	31,4	32,0	31,1
		Fundo (dBA)	22,7	25,3	26,9	28,1	30,4	31,6	34,5	33,4	33,1	34,0	41,1	38,3	35,7	38,9	34,8	35,1	34,7	31,9	32,0	30,1
		NPS (dB)	69,3	66,7	70,3	74,5	70,1	70,7	78,1	73,2	74,9	74,9	74,2	75,1	78,8	74,1	69,6	67,3	66,7	64,3	62,2	59,9
		NPS (dB(A)	50,2	50,6	56,9	63,6	61,5	64,1	73,3	70,0	73,0	74,1	74,2	75,7	79,8	75,3	70,9	68,5	67,7	64,8	62,2	58,9
	P2	Fundo (dB)	47,2	44,3	38,4	37,2	37,1	35,7	35,8	36,5	36,0	35,4	39,4	35,6	34,8	39,7	35,4	29,5	29,7	30,1	29,1	29,2
		Fundo (dBA)	28,1	28,2	25,0	26,3	28,5	29,1	31,0	33,3	34,1	34,6	39,4	36,2	35,8	40,9	36,7	30,7	30,7	30,6	29,1	28,2
		NPS (dB)	64,2	67,9	70,2	76,6	71,8	71,7	76,5	73,9	75,5	78,6	74,4	74,6	79,2	74,3	70,0	68,1	67,4	64,6	63,1	61,4
		NPS (dB(A)	45,1	51,8	56,8	65,7	63,2	65,1	71,7	70,7	73,6	77,8	74,4	75,2	80,2	75,5	71,3	69,3	68,4	65,1	63,1	60,4
	P3	Fundo (dB)	47,2	44,3	38,4	37,2	37,1	35,7	35,8	36,5	36,0	35,4	39,4	35,6	34,8	39,7	35,4	29,5	29,7	30,1	29,1	29,2
		Fundo (dBA)	28,1	28,2	25,0	26,3	28,5	29,1	31,0	33,3	34,1	34,6	39,4	36,2	35,8	40,9	36,7	30,7	30,7	30,6	29,1	28,2
		NPS (dB)	65,6	69,3	70,4	73,1	70,5	71,3	75,9	74,3	75,5	75,9	74,5	74,8	80,7	75,0	70,1	68,4	67,3	64,8	62,9	61,0
		NPS (dB(A)	46,5	53,2	57,0	62,2	61,9	64,7	71,1	71,1	73,6	75,1	74,5	75,4	81,7	76,2	71,4	69,6	68,3	65,3	62,9	60,0
	P4	Fundo (dB)	47,2	44,3	38,4	37,2	37,1	35,7	35,8	36,5	36,0	35,4	39,4	35,6	34,8	39,7	35,4	29,5	29,7	30,1	29,1	29,2
		Fundo (dBA)	28,1	28,2	25,0	26,3	28,5	29,1	31,0	33,3	34,1	34,6	39,4	36,2	35,8	40,9	36,7	30,7	30,7	30,6	29,1	28,2
		NPS (dB)	66,0	67,8	69,6	77,3	70,6	70,3	77,6	74,1	74,9	80,6	75,2	75,0	78,7	74,0	70,4	67,9	67,4	65,2	63,4	61,2
		NPS (dB(A)	46,9	51,7	56,2	66,4	62,0	63,7	72,8	70,9	73,0	79,8	75,2	75,6	79,7	75,2	71,7	69,1	68,4	65,7	63,4	60,2
	P5	Fundo (dB)	41,8	41,4	40,3	39,0	39,0	38,2	39,3	36,6	35,0	34,8	41,1	37,7	34,7	37,7	33,5	33,9	33,7	31,4	32,0	31,1
		Fundo (dBA)	22,7	25,3	26,9	28,1	30,4	31,6	34,5	33,4	33,1	34,0	41,1	38,3	35,7	38,9	34,8	35,1	34,7	31,9	32,0	30,1
		NPS (dB)	66,4	70,8	69,5	75,2	72,1	71,1	77,5	73,2	74,7	74,5	76,2	75,0	80,2	75,0	70,4	68,7	67,5	65,4	63,8	61,6
		NPS (dB(A)	47,3	54,7	56,1	64,3	63,5	64,5	72,7	70,0	72,8	73,7	76,2	75,6	81,2	76,2	71,7	69,9	68,5	65,9	63,8	60,6
	P6	Fundo (dB)	47,2	44,3	38,4	37,2	37,1	35,7	35,8	36,5	36,0	35,4	39,4	35,6	34,8	39,7	35,4	29,5	29,7	30,1	29,1	29,2
		Fundo (dBA)	28,1	28,2	25,0	26,3	28,5	29,1	31,0	33,3	34,1	34,6	39,4	36,2	35,8	40,9	36,7	30,7	30,7	30,6	29,1	28,2
		NPS (dB)	64,2	67,9	70,2	76,6	71,8	71,7	76,5	73,9	75,5	78,6	74,4	74,6	79,2	74,3	70,0	68,1	67,4	64,6	63,1	61,4
		NPS (dB(A)	45,1	51,8	56,8	65,7	63,2	65,1	71,7	70,7	73,6	77,8	74,4	75,2	80,2	75,5	71,3	69,3	68,4	65,1	63,1	60,4

Continuação - Tabela A.18– Estação Água Fria – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
Á G U A F R I A	E1	Fundo (dB)	51,1	45,6	43,9	42,0	38,5	34,2	31,2	32,0	32,7	30,7	35,1	32,9	27,5	27,4	27,0	30,4	25,6	24,8	24,0	22,4
		Fundo (dBA)	32,0	29,5	30,5	31,1	29,9	27,6	26,4	28,8	30,8	29,9	35,1	33,5	28,5	28,6	28,3	31,6	26,6	25,3	24,0	21,4
		NPS (dB)	54,1	54,1	56,6	62,1	53,4	53,2	64,1	58,4	59,2	59,6	59,3	59,4	63,9	57,1	53,1	51,1	50,8	47,7	46,1	44,3
		NPS (dB(A)	35,0	38,0	43,2	51,2	44,8	46,6	59,3	55,2	57,3	58,8	59,3	60,0	64,9	58,3	54,4	52,3	51,8	48,2	46,1	43,3
	E2	Fundo (dB)	46,7	45,1	42,3	39,0	35,3	35,2	35,4	32,1	31,0	30,4	30,7	32,1	31,5	30,1	29,5	26,4	27,6	26,7	28,8	20,7
		Fundo (dBA)	27,6	29,0	28,9	28,1	26,7	28,6	30,6	28,9	29,1	29,6	30,7	32,7	32,5	31,3	30,8	27,6	28,6	27,2	28,8	19,7
		NPS (dB)	51,3	52,7	56,0	63,9	54,7	52,8	61,2	58,4	58,6	58,8	58,8	57,1	61,0	56,8	52,9	50,6	49,4	46,5	44,6	42,6
		NPS (dB(A)	32,2	36,6	42,6	53,0	46,1	46,2	56,4	55,2	56,7	57,8	58,8	57,7	62,0	58,0	54,2	51,8	50,4	47,0	44,6	41,6
	E3	Fundo (dB)	49,3	46,6	44,0	42,3	38,4	34,5	34,8	35,3	34,3	33,2	32,5	34,6	32,7	32,1	32,8	30,8	33,1	30,6	27,8	22,7
		Fundo (dBA)	30,2	30,5	30,6	31,4	29,8	27,9	30,0	32,1	32,4	32,4	32,5	35,2	33,7	33,3	34,1	32,0	34,1	31,1	27,8	21,7
		NPS (dB)	51,8	49,8	48,3	49,8	46,4	44,8	47,4	44,2	49,2	52,8	45,1	44,3	50,1	43,1	38,4	39,1	36,6	34,9	31,3	30,7
		NPS (dB(A)	32,7	33,7	34,9	38,9	37,8	38,2	42,6	41,0	47,3	52,0	45,1	44,9	51,1	44,3	39,7	40,3	37,6	35,4	31,3	29,7
	E4	Fundo (dB)	50,7	47,3	47,7	42,7	40,0	37,6	35,1	35,5	34,5	31,4	32,4	32,0	29,1	28,0	28,1	29,0	28,6	24,5	28,9	21,0
		Fundo (dBA)	31,6	31,2	34,3	31,8	31,4	31,0	30,3	32,3	32,6	30,6	32,4	32,6	30,1	29,2	29,4	30,2	29,6	25,0	28,9	20,0
		NPS (dB)	60,1	59,3	58,2	61,9	59,4	59,2	61,5	58,6	59,2	61,1	59,6	59,8	65,3	57,7	53,6	51,6	51,0	48,0	46,0	43,7
		NPS (dB(A)	41,0	43,2	44,8	51,0	50,8	52,6	56,7	55,4	57,3	60,3	59,6	60,4	66,3	58,9	54,9	52,8	52,0	48,5	46,0	42,7
	E5	Fundo (dB)	47,8	48,0	44,7	41,6	37,7	34,9	33,4	34,4	34,8	32,9	33,0	30,2	29,4	28,2	26,3	29,1	28,5	29,4	20,6	21,3
		Fundo (dBA)	28,7	31,9	31,3	30,7	29,1	28,3	28,6	31,2	32,9	32,1	33,0	30,8	30,4	29,4	27,6	30,3	29,5	29,9	20,6	20,3
		NPS (dB)	56,1	56,0	54,0	63,7	56,6	55,0	55,9	54,0	56,5	60,4	56,3	59,2	62,2	54,4	50,0	48,3	46,8	43,8	41,8	39,2
		NPS (dB(A)	37,0	39,9	40,6	52,8	48,0	48,4	51,1	50,8	54,6	59,6	56,3	59,8	63,2	55,6	51,3	49,5	47,8	44,3	41,8	38,2
	E6	Fundo (dB)	46,6	43,7	40,0	38,8	40,0	39,3	37,2	36,0	36,7	34,3	34,7	32,7	30,5	33,2	27,9	27,2	26,3	25,9	25,3	23,2
		Fundo (dBA)	27,5	27,6	26,6	27,9	31,4	32,7	32,4	32,8	34,8	33,5	34,7	33,3	31,5	34,4	29,2	28,4	27,3	26,4	25,3	22,2
		NPS (dB)	57,5	57,4	57,1	60,3	56,5	55,2	60,0	55,4	56,5	58,2	57,2	54,8	56,8	54,1	50,3	49,1	47,6	45,0	43,2	41,0
		NPS (dB(A)	38,4	41,3	43,7	49,4	47,9	48,6	55,2	52,2	54,6	57,4	57,2	55,4	57,8	55,3	51,6	50,3	48,6	45,5	43,2	40,0

Continuação - Tabela A.18– Estação Água Fria – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
A G U A	E7	Fundo (dB)	55,0	49,8	46,0	47,1	44,9	42,2	41,2	42,7	39,1	36,9	35,5	34,8	32,5	30,9	34,3	35,5	34,4	29,7	27,9	25,2
		Fundo (dBA)	35,9	33,7	32,6	36,2	36,3	35,6	36,4	39,5	37,2	36,1	35,5	35,4	33,5	32,1	35,6	36,7	35,4	30,2	27,9	24,2
		NPS (dB)	54,0	50,9	48,6	50,6	46,3	45,6	48,1	45,7	47,3	46,9	44,2	45,4	50,1	41,7	37,7	38,1	36,0	33,1	31,2	28,3
		NPS (dB(A))	34,9	34,8	35,2	39,7	37,7	39,0	43,3	42,5	45,4	46,1	44,2	46,0	51,1	42,9	39,0	39,3	37,0	33,6	31,2	27,3
F R I A	E8	Fundo (dB)	48,5	47,4	45,0	45,1	41,6	36,7	35,0	33,8	32,8	33,2	32,2	31,6	28,9	25,0	26,5	24,4	27,8	28,9	23,6	19,8
		Fundo (dBA)	29,4	31,3	31,6	34,2	33,0	30,1	30,2	30,6	30,9	32,4	32,2	32,2	29,9	26,2	27,8	25,6	28,8	29,4	23,6	18,8
		NPS (dB)	47,4	47,5	46,4	48,0	43,3	40,2	36,9	40,8	36,5	33,4	33,7	32,5	32,6	30,8	28,7	32,0	28,6	23,0	23,2	20,4
		NPS (dB(A))	28,3	31,4	33,0	37,1	34,7	33,6	32,1	37,6	34,6	32,6	33,7	33,1	33,6	32,0	30,0	33,2	29,6	23,5	23,2	19,4

Tabela A.19– Estação Santa Gertrudes – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
S A N T A G E R T R U D E S	P1	Fundo (dB)	47,4	55,1	55,2	59,1	69,4	62,9	59,7	57,6	56,9	56,2	53,3	51,9	50,1	49,3	49,6	47,4	44,3	39,7	38,6	37,1
		Fundo (dBA)	28,3	39,0	41,8	48,2	60,8	56,3	54,9	54,4	55,0	55,4	53,3	52,5	51,1	50,5	50,9	48,6	45,3	40,2	38,6	36,1
		NPS (dB)	64,3	69,9	72,9	75,7	77,5	76,2	81,0	76,8	78,0	75,8	76,5	75,5	79,1	76,0	76,7	74,2	77,6	78,4	75,3	68,7
		NPS (dB(A)	45,2	53,8	59,5	64,8	68,9	69,6	76,2	73,6	76,1	75,0	76,5	76,1	80,1	77,2	78,0	75,4	78,6	78,9	75,3	67,7
	P2	Fundo (dB)	48,9	56,8	59,6	61,7	62,4	62,8	62,2	59,1	59,0	57,5	54,3	52,9	51,6	50,4	49,4	48,6	44,1	40,3	38,4	38,0
		Fundo (dBA)	29,8	40,7	46,2	50,8	53,8	56,2	57,4	55,9	57,1	56,7	54,3	53,5	52,6	51,6	50,7	49,8	45,1	40,8	38,4	37,0
		NPS (dB)	66,8	76,7	72,6	76,8	76,7	76,2	77,7	77,0	77,3	75,3	76,7	75,7	78,5	76,2	75,8	74,9	77,4	78,4	75,7	69,1
		NPS (dB(A)	47,7	60,6	59,2	65,9	68,1	69,6	72,9	73,8	75,4	74,5	76,7	76,3	79,5	77,4	77,1	76,1	78,4	78,9	75,7	68,1
	E1	Fundo (dB)	48,5	54,2	44,3	43,1	43,7	41,7	38,3	35,7	38,7	37,8	37,9	36,9	34,4	32,1	30,8	36,8	30,0	34,1	27,0	22,9
		Fundo (dBA)	29,4	38,1	30,9	32,2	35,1	35,1	33,5	32,5	36,8	37,0	37,9	37,5	35,4	33,3	32,1	38,0	31,0	34,6	27,0	21,9
		NPS (dB)	53,9	60,6	63,7	62,5	58,0	58,6	54,8	54,9	52,7	47,7	51,2	46,8	48,1	45,4	45,3	45,0	47,1	47,2	42,8	35,3
		NPS (dB(A)	34,8	44,5	50,3	51,6	49,4	52,0	50,0	51,7	50,8	46,9	51,2	47,4	49,1	46,6	46,6	46,2	48,1	47,7	42,8	34,3
	E2	Fundo (dB)	53,0	48,0	44,2	49,6	48,1	43,7	40,8	39,7	42,7	39,0	36,3	35,5	34,7	33,6	34,5	32,2	30,9	29,7	26,1	25,9
		Fundo (dBA)	33,9	31,9	30,8	38,7	39,5	37,1	36,0	36,5	40,8	38,2	36,3	36,1	35,7	34,8	35,8	33,4	31,9	30,2	26,1	24,9
		NPS (dB)	52,6	62,2	61,3	63,4	63,0	62,4	61,5	57,1	58,7	57,5	55,2	56,1	57,6	55,0	55,6	53,7	56,0	57,6	53,8	46,3
		NPS (dB(A)	33,5	46,1	47,9	52,5	54,4	55,8	56,7	53,9	56,8	56,7	55,2	56,7	58,6	56,2	56,9	54,9	57,0	58,1	53,8	45,3
	E3	Fundo (dB)	51,5	44,2	48,1	46,7	45,8	42,0	36,0	36,0	41,4	35,7	37,3	37,6	35,0	36,5	35,2	36,0	35,8	35,7	31,8	28,0
		Fundo (dBA)	32,4	28,1	34,7	35,8	37,2	35,4	31,2	32,8	39,5	34,9	37,3	38,2	36,0	37,7	36,5	37,2	36,8	36,2	31,8	27,0
		NPS (dB)	62,8	61,4	61,1	58,8	54,1	56,6	54,5	56,3	56,7	49,1	46,3	44,3	44,2	42,3	39,0	37,9	39,7	40,4	39,4	31,8
		NPS (dB(A)	43,7	45,3	47,7	47,9	45,5	50,0	49,7	53,1	54,8	48,3	46,3	44,9	45,2	43,5	40,3	39,1	40,7	40,9	39,4	30,8
	E4	Fundo (dB)	57,9	49,7	48,2	49,7	52,2	49,7	45,3	42,8	43,4	46,5	41,8	47,9	43,2	41,1	40,9	43,5	40,2	37,9	39,6	33,6
		Fundo (dBA)	38,8	33,6	34,8	38,8	43,6	43,1	40,5	39,6	41,5	45,7	41,8	48,5	44,2	42,3	42,2	44,7	41,2	38,4	39,6	32,6
		NPS (dB)	59,5	70,6	66,2	67,4	69,2	65,7	64,6	65,1	62,6	61,6	58,9	60,4	61,8	58,2	58,7	58,5	60,7	62,7	59,2	51,1
		NPS (dB(A)	40,4	54,5	52,8	56,5	60,6	59,1	59,8	61,9	60,7	60,8	58,9	61,0	62,8	59,4	60,0	59,7	61,7	63,2	59,2	50,1

Tabela A.20– Estação Fazenda Grande Industrial – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
F A Z E N D A G R A N D E I N D U S T R I A L	P1	Fundo (dB)	53,1	53,3	55,5	50,0	45,8	48,6	40,0	38,4	40,0	39,2	36,4	38,3	37,4	33,8	33,3	30,5	29,8	28,3	29,7	20,0
		Fundo (dBA)	34,0	37,2	42,1	39,1	37,2	42,0	35,2	35,2	38,1	38,4	36,4	38,9	38,4	35,0	34,6	31,7	30,8	28,8	29,7	19,0
		NPS (dB)	72,6	76,5	76,8	77,3	82,4	78,6	75,2	74,3	74,9	74,1	77,6	77,4	72,5	73,3	71,9	70,9	70,6	71,3	67,9	65,5
		NPS (dB(A)	53,5	60,4	63,4	66,4	73,8	72,0	70,4	71,1	73,0	73,3	77,6	78,0	73,5	74,5	73,2	72,1	71,6	71,8	67,9	64,5
	P2	Fundo (dB)	52,1	52,2	53,6	50,8	45,8	46,5	40,2	38,2	40,6	39,3	36,7	36,2	35,2	31,3	28,6	26,9	27,9	33,2	24,4	21,7
		Fundo (dBA)	33,0	36,1	40,2	39,9	37,2	39,9	35,4	35,0	38,7	38,5	36,7	36,8	36,2	32,5	29,9	28,1	28,9	33,7	24,4	20,7
		NPS (dB)	72,3	75,0	79,1	78,9	82,3	79,9	73,9	74,5	75,3	75,5	76,8	81,2	73,6	73,5	72,5	71,1	70,4	70,7	67,9	65,5
		NPS (dB(A)	53,2	58,9	65,7	68,0	73,7	73,3	69,1	71,3	73,4	74,7	76,8	81,8	74,6	74,7	73,8	72,3	71,4	71,2	67,9	64,5
	E1	Fundo (dB)	49,3	53,5	52,9	50,7	44,0	45,1	41,6	37,8	39,7	38,7	37,0	36,0	34,1	31,6	29,8	28,3	28,2	28,3	24,1	19,3
		Fundo (dBA)	30,2	37,4	39,5	39,8	35,4	38,5	36,8	34,6	37,8	37,9	37,0	36,6	35,1	32,8	31,1	29,5	29,2	28,8	24,1	18,3
		NPS (dB)	71,2	78,9	77,8	78,7	78,9	78,0	73,8	72,5	73,4	73,2	75,5	77,5	72,5	71,6	71,1	69,9	69,4	69,3	67,1	64,8
		NPS (dB(A)	52,1	62,8	64,4	67,8	70,3	71,4	69,0	69,3	71,5	72,4	75,5	78,1	73,5	72,8	72,4	71,1	70,4	69,8	67,1	63,8
	E2	Fundo (dB)	51,1	45,6	43,9	42,0	38,5	34,2	31,2	32,0	32,7	30,7	35,1	32,9	27,5	27,4	27,0	30,4	25,6	24,8	24,0	22,4
		Fundo (dBA)	32,0	29,5	30,5	31,1	29,9	27,6	26,4	28,8	30,8	29,9	35,1	33,5	28,5	28,6	28,3	31,6	26,6	25,3	24,0	21,4
		NPS (dB)	57,6	55,9	58,0	56,0	49,1	49,0	38,9	38,8	38,6	38,9	39,0	38,3	40,2	36,5	33,7	35,2	36,7	34,0	31,9	27,4
		NPS (dB(A)	38,5	39,8	44,6	45,1	40,5	42,4	34,1	35,6	36,7	38,1	39,0	38,9	41,2	37,7	35,0	36,4	37,7	34,5	31,9	26,4
	E3	Fundo (dB)	49,3	46,6	44,0	42,3	38,4	34,5	34,8	35,3	34,3	33,2	32,5	34,6	32,7	32,1	32,8	30,8	33,1	30,6	27,8	22,7
		Fundo (dBA)	30,2	30,5	30,6	31,4	29,8	27,9	30,0	32,1	32,4	32,4	32,5	35,2	33,7	33,3	34,1	32,0	34,1	31,1	27,8	21,7
		NPS (dB)	58,3	55,5	55,4	53,0	49,7	54,4	39,6	40,7	41,5	40,2	40,0	39,3	39,4	39,3	36,4	36,2	35,1	36,0	29,7	30,8
		NPS (dB(A)	39,2	39,4	42,0	42,1	41,1	47,8	34,8	37,5	39,6	39,4	40,0	39,9	40,4	40,5	37,7	37,4	36,1	36,5	29,7	29,8
	E4	Fundo (dB)	60,3	59,5	54,9	57,1	52,8	48,9	42,7	46,2	48,4	48,6	46,7	45,1	45,7	43,4	43,2	44,8	43,5	42,5	37,0	29,0
		Fundo (dBA)	41,2	43,4	41,5	46,2	44,2	42,3	37,9	43,0	46,5	47,8	46,7	45,7	46,7	44,6	44,5	46,0	44,5	43,0	37,0	28,0
		NPS (dB)	59,8	62,3	60,3	58,1	56,4	55,2	48,6	51,8	49,9	49,8	47,4	45,9	44,4	45,5	44,8	44,3	43,0	40,7	37,8	31,0
		NPS (dB(A)	40,7	46,2	46,9	47,2	47,8	48,6	43,8	48,6	48,0	49,0	47,4	46,5	45,4	46,7	46,1	45,5	44,0	41,2	37,8	30,0

Tabela A.21– Estação Eloy Chaves – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
E L O Y C H A V E S	P1	Fundo (dB)	49,2	42,1	41,7	44,0	42,8	38,4	37,3	37,3	38,0	37,2	35,3	34,4	33,7	31,9	29,8	29,7	36,4	27,4	26,0	25,8
		Fundo (dBA)	30,1	26,0	28,3	33,1	34,2	31,8	32,5	34,1	36,1	36,4	35,3	35,0	34,7	33,1	31,1	30,9	37,4	27,9	26,0	24,8
		NPS (dB)	78,7	81,3	93,5	90,7	82,0	81,4	79,8	81,7	75,2	75,5	75,7	75,4	76,5	79,0	73,5	78,4	79,6	79,0	76,8	74,8
		NPS (dB(A))	59,6	65,2	80,1	79,8	73,4	74,8	75,0	78,5	73,3	74,7	75,7	76,0	77,5	80,2	74,8	79,6	80,6	79,5	76,8	73,8
	P2	Fundo (dB)	46,5	49,0	47,6	45,3	40,3	39,1	35,9	37,5	37,8	36,3	35,2	35,0	33,3	32,1	30,1	29,1	29,5	26,0	24,8	20,6
		Fundo (dBA)	27,4	32,9	34,2	34,4	31,7	32,5	31,1	34,3	35,9	35,5	35,2	35,6	34,3	33,3	31,4	30,3	30,5	26,5	24,8	19,6
		NPS (dB)	76,8	80,8	95,0	91,9	82,3	81,8	81,6	79,0	74,9	74,4	74,8	72,9	75,9	77,8	72,6	77,1	78,2	77,8	74,9	72,2
		NPS (dB(A))	57,7	64,7	81,6	81,0	73,7	75,2	76,8	75,8	73,0	73,6	74,8	73,5	76,9	79,0	73,9	78,3	79,2	78,3	74,9	71,2
	P3	Fundo (dB)	51,8	51,0	43,5	42,0	42,6	40,8	41,1	42,5	39,9	38,7	40,2	38,1	36,5	40,4	35,2	36,5	33,2	30,6	28,0	26,4
		Fundo (dBA)	32,7	34,9	30,1	31,1	34,0	34,2	36,3	39,3	38,0	37,9	40,2	38,7	37,5	41,6	36,5	37,7	34,2	31,1	28,0	25,4
		NPS (dB)	79,3	88,4	82,8	82,2	79,3	79,4	77,6	76,9	74,9	74,6	77,0	75,1	77,8	78,3	77,1	76,3	76,8	75,5	76,0	74,1
		NPS (dB(A))	60,2	72,3	69,4	71,3	70,7	72,8	72,8	73,7	73,0	73,8	77,0	75,7	78,8	79,5	78,4	77,5	77,8	76,0	76,0	73,1
	P4	Fundo (dB)	49,9	56,6	49,4	45,7	46,8	46,2	44,9	42,2	41,3	41,0	39,7	38,8	36,2	34,8	33,4	32,3	37,1	29,5	27,0	25,6
		Fundo (dBA)	30,8	40,5	36,0	34,8	38,2	39,6	40,1	39,0	39,4	40,2	39,7	39,4	37,2	36,0	34,7	33,5	38,1	30,0	27,0	24,6
		NPS (dB)	79,7	90,0	78,7	82,8	77,9	78,4	78,2	77,1	75,5	74,9	76,6	74,3	79,5	78,8	77,1	75,8	77,3	74,9	75,0	73,0
		NPS (dB(A))	60,6	73,9	65,3	71,9	69,3	71,8	73,4	73,9	73,6	74,1	76,6	74,9	80,5	80,0	78,4	77,0	78,3	75,4	75,0	72,0
	P5	Fundo (dB)	47,0	47,8	48,2	50,4	53,7	55,5	46,6	48,9	51,7	47,2	47,2	45,8	41,5	40,8	38,7	40,6	41,7	37,2	34,5	33,6
		Fundo (dBA)	27,9	31,7	34,8	39,5	45,1	48,9	41,8	45,7	49,8	46,4	47,2	46,4	42,5	42,0	40,0	41,8	42,7	37,7	34,5	32,6
		NPS (dB)	72,6	81,3	77,4	80,3	82,7	79,9	77,8	76,9	75,8	76,9	76,6	75,7	77,3	78,9	75,2	80,5	79,4	79,4	77,8	75,2
		NPS (dB(A))	53,5	65,2	64,0	69,4	74,1	73,3	73,0	73,7	73,9	76,1	76,6	76,3	78,3	80,1	76,5	81,7	80,4	79,9	77,8	74,2
	P6	Fundo (dB)	51,9	47,2	53,6	51,4	53,4	49,3	48,2	50,6	52,9	48,1	49,5	48,4	43,8	44,5	41,6	41,1	40,8	34,4	33,8	28,8
		Fundo (dBA)	32,8	31,1	40,2	40,5	44,8	42,7	43,4	47,4	51,0	47,3	49,5	49,0	44,8	45,7	42,9	42,3	41,8	34,9	33,8	27,8
		NPS (dB)	74,5	82,8	78,7	77,5	83,3	77,7	77,0	75,7	75,7	77,0	76,5	75,5	76,8	79,1	74,6	80,2	79,0	79,0	77,6	74,1
		NPS (dB(A))	55,4	66,7	65,3	66,6	74,7	71,1	72,2	72,5	73,8	76,2	76,5	76,1	77,8	80,3	75,9	81,4	80,0	79,5	77,6	73,1

Continuação - Tabela A.21– Estação Eloy Chaves – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
E L O Y C H A V E S	E1	Fundo (dB)	51,6	56,0	58,0	55,2	52,9	50,5	49,3	48,0	48,9	48,4	48,1	50,6	46,9	45,3	42,5	41,2	44,7	38,2	35,8	33,5
		Fundo (dBA)	32,5	39,9	44,6	44,3	44,3	43,9	44,5	44,8	47,0	47,6	48,1	51,2	47,9	46,5	43,8	42,4	45,7	38,7	35,8	32,5
		NPS (dB)	63,7	69,6	72,4	70,7	69,4	68,8	65,2	64,7	63,9	62,4	60,9	60,0	59,8	60,6	57,6	61,4	60,3	60,0	57,6	54,6
		NPS (dB(A)	44,6	53,5	59,0	59,8	60,8	62,2	60,4	61,5	62,0	61,6	60,9	60,6	60,8	61,8	58,9	62,6	61,3	60,5	57,6	53,6
	E2	Fundo (dB)	53,6	53,4	50,9	50,5	49,4	48,1	46,0	48,3	48,5	48,0	46,7	48,2	45,6	44,7	42,7	41,8	45,9	38,4	38,3	34,8
		Fundo (dBA)	34,5	37,3	37,5	39,6	40,8	41,5	41,2	45,1	46,6	47,2	46,7	48,8	46,6	45,9	44,0	43,0	46,9	38,9	38,3	33,8
		NPS (dB)	67,5	74,5	85,3	81,2	71,7	71,2	68,5	69,4	68,0	64,9	62,8	61,5	62,1	62,7	61,1	61,8	62,4	60,6	59,0	56,5
		NPS (dB(A)	48,4	58,4	71,9	70,3	63,1	64,6	63,7	66,2	66,1	64,1	62,8	62,1	63,1	63,9	62,4	63,0	63,4	61,1	59,0	55,5
	E3	Fundo (dB)	53,1	49,8	49,8	48,7	49,1	44,6	44,3	42,9	43,7	43,6	43,3	44,9	45,2	42,6	41,5	40,5	42,5	38,3	41,2	33,2
		Fundo (dBA)	34,0	33,7	36,4	37,8	40,5	38,0	39,5	39,7	41,8	42,8	43,3	45,5	46,2	43,8	42,8	41,7	43,5	38,8	41,2	32,2
		NPS (dB)	68,9	75,4	84,8	83,1	71,1	69,3	66,2	67,8	65,0	63,8	61,8	59,6	60,8	62,8	58,6	60,6	61,4	60,8	58,3	56,1
		NPS (dB(A)	49,8	59,3	71,4	72,2	62,5	62,7	61,4	64,6	63,1	63,0	61,8	60,2	61,8	64,0	59,9	61,8	62,4	61,3	58,3	55,1
	E4	Fundo (dB)	55,4	50,2	48,5	47,4	49,2	47,5	46,5	46,7	47,7	45,9	44,4	44,5	43,5	43,6	42,3	40,9	45,5	40,5	39,3	35,3
		Fundo (dBA)	36,3	34,1	35,1	36,5	40,6	40,9	41,7	43,5	45,8	45,1	44,4	45,1	44,5	44,8	43,6	42,1	46,5	41,0	39,3	34,3
		NPS (dB)	60,1	59,3	58,2	61,9	59,4	59,2	61,5	58,6	59,2	61,1	59,6	59,8	65,3	57,7	53,6	51,6	51,0	48,0	46,0	43,7
		NPS (dB(A)	41,0	43,2	44,8	51,0	50,8	52,6	56,7	55,4	57,3	60,3	59,6	60,4	66,3	58,9	54,9	52,8	52,0	48,5	46,0	42,7
	E5	Fundo (dB)	50,0	53,3	51,2	45,9	43,0	41,8	42,4	43,2	47,1	44,0	39,9	38,1	36,4	35,3	34,4	34,4	40,9	36,2	32,4	26,9
		Fundo (dBA)	30,9	37,2	37,8	35,0	34,4	35,2	37,6	40,0	45,2	43,2	39,9	38,7	37,4	36,5	35,7	35,6	41,9	36,7	32,4	25,9
		NPS (dB)	63,8	70,8	72,6	68,4	65,3	64,3	58,6	57,9	52,6	49,9	49,0	47,1	48,0	50,7	46,7	49,3	49,8	47,8	44,6	41,4
		NPS (dB(A)	44,7	54,7	59,2	57,5	56,7	57,7	53,8	54,7	50,7	49,1	49,0	47,7	49,0	51,9	48,0	50,5	50,8	48,3	44,6	40,4
	E6	Fundo (dB)	55,1	54,9	55,5	52,3	45,5	43,9	38,0	37,9	39,2	39,0	38,4	36,8	36,2	34,3	32,3	33,2	37,2	29,6	28,0	26,4
		Fundo (dBA)	36,0	38,8	42,1	41,4	36,9	37,3	33,2	34,7	37,3	38,2	38,4	37,4	37,2	35,5	33,6	34,4	38,2	30,1	28,0	25,4
		NPS (dB)	66,2	70,8	73,5	74,3	68,3	63,6	60,7	64,3	58,1	55,7	55,8	55,4	55,3	58,8	53,7	57,3	58,2	56,9	54,3	52,1
		NPS (dB(A)	47,1	54,7	60,1	63,4	59,7	57,0	55,9	61,1	56,2	54,9	55,8	56,0	56,3	60,0	55,0	58,5	59,2	57,4	54,3	51,1

Continuação - Tabela A.21– Estação Eloy Chaves – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
E L O Y C H A V E S	E7	Fundo (dB)	56,8	49,3	48,9	48,9	43,1	42,0	41,6	41,5	42,3	42,1	41,5	41,9	41,7	39,6	37,9	35,8	39,9	34,1	33,5	30,5
		Fundo (dBA)	37,7	33,2	35,5	38,0	34,5	35,4	36,8	38,3	40,4	41,3	41,5	42,5	42,7	40,8	39,2	37,0	40,9	34,6	33,5	29,5
		NPS (dB)	65,8	74,4	77,3	72,0	68,5	65,3	62,0	63,8	61,1	59,1	57,7	56,5	58,1	59,3	57,0	58,0	59,2	57,1	55,6	53,6
		NPS (dB(A)	46,7	58,3	63,9	61,1	59,9	58,7	57,2	60,6	59,2	58,3	57,7	57,1	59,1	60,5	58,3	59,2	60,2	57,6	55,6	52,6
	E8	Fundo (dB)	55,4	54,9	53,6	44,9	44,9	41,8	41,0	42,4	42,2	42,2	41,9	41,5	38,8	37,4	35,3	34,1	38,9	31,2	30,8	25,5
		Fundo (dBA)	36,3	38,8	40,2	34,0	36,3	35,2	36,2	39,2	40,3	41,4	41,9	42,1	39,8	38,6	36,6	35,3	39,9	31,7	30,8	24,5
		NPS (dB)	62,0	70,1	72,8	69,7	66,1	61,8	61,3	59,4	58,0	58,2	57,2	55,5	57,3	58,1	56,8	59,0	57,7	57,2	55,2	52,5
		NPS (dB(A)	42,9	54,0	59,4	58,8	57,5	55,2	56,5	56,2	56,1	57,4	57,2	56,1	58,3	59,3	58,1	60,2	58,7	57,7	55,2	51,5
	E9	Fundo (dB)	56,8	54,4	54,9	52,3	49,2	53,4	47,4	48,0	46,2	45,7	44,8	44,9	43,3	47,3	47,2	42,8	41,4	39,1	37,5	32,5
		Fundo (dBA)	37,7	38,3	41,5	41,4	40,6	46,8	42,6	44,8	44,3	44,9	44,8	45,5	44,3	48,5	48,5	44,0	42,4	39,6	37,5	31,5
		NPS (dB)	60,9	59,4	60,2	64,2	59,4	56,7	54,4	53,1	51,4	50,8	49,0	49,1	48,2	47,1	47,7	44,9	44,8	41,8	40,1	39,4
		NPS (dB(A)	41,8	43,3	46,8	53,3	50,8	50,1	49,6	49,9	49,5	50,0	49,0	49,7	49,2	48,3	49,0	46,1	45,8	42,3	40,1	38,4
	E10	Fundo (dB)	59,5	53,3	46,5	49,7	48,9	46,2	44,2	42,7	42,4	41,7	42,5	40,1	40,1	37,9	36,8	40,8	36,4	39,2	29,5	28,7
		Fundo (dBA)	40,4	37,2	33,1	38,8	40,3	39,6	39,4	39,5	40,5	40,9	42,5	40,7	41,1	39,1	38,1	42,0	37,4	39,7	29,5	27,7
		NPS (dB)	54,7	54,8	56,5	56,3	51,9	48,3	46,6	46,1	45,9	45,0	43,7	42,0	41,1	40,5	40,1	39,6	41,1	38,6	39,2	34,2
		NPS (dB(A)	35,6	38,7	43,1	45,4	43,3	41,7	41,8	42,9	44,0	44,2	43,7	42,6	42,1	41,7	41,4	40,8	42,1	39,1	39,2	33,2

Tabela A.22– Estação Cecap – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
C E C A P	P1	Fundo (dB)	49,2	49,3	51,9	55,8	54,6	52,2	55,0	57,1	63,3	62,7	56,6	55,9	63,0	53,5	52,6	51,8	51,1	49,7	48,1	46,0
		Fundo (dBA)	30,1	33,2	38,5	44,9	46,0	45,6	50,2	53,9	61,4	61,9	56,6	56,5	64,0	54,7	53,9	53,0	52,1	50,2	48,1	45,0
		NPS (dB)	56,2	63,5	70,5	72,8	70,5	74,3	77,7	70,7	67,8	67,4	67,0	70,1	72,3	69,0	74,2	64,7	60,6	62,3	57,2	55,9
		NPS (dB(A)	37,1	47,4	57,1	61,9	61,9	67,7	72,9	67,5	65,9	66,6	67,0	70,7	73,3	70,2	75,5	65,9	61,6	62,8	57,2	54,9
	P2	Fundo (dB)	49,6	61,3	51,4	53,5	52,6	52,2	52,9	53,5	52,7	53,3	50,5	49,6	50,3	47,4	45,6	45,0	44,0	42,8	40,3	37,5
		Fundo (dBA)	30,5	45,2	38,0	42,6	44,0	45,6	48,1	50,3	50,8	52,5	50,5	50,2	51,3	48,6	46,9	46,2	45,0	43,3	40,3	36,5
		NPS (dB)	62,7	71,2	70,0	78,1	72,8	75,6	77,3	75,4	71,0	71,5	69,9	72,4	76,4	73,5	78,4	74,2	65,4	67,4	61,9	62,8
		NPS (dB(A)	43,6	55,1	56,6	67,2	64,2	69,0	72,5	72,2	69,1	70,7	69,9	73,0	77,4	74,7	79,7	75,4	66,4	67,9	61,9	61,8
	P3	Fundo (dB)	46,6	51,4	53,8	53,7	52,2	50,7	51,9	52,4	52,4	52,2	50,4	49,4	52,9	46,8	45,3	44,3	43,1	41,9	39,7	38,0
		Fundo (dBA)	27,5	35,3	40,4	42,8	43,6	44,1	47,1	49,2	50,5	51,4	50,4	50,0	53,9	48,0	46,6	45,5	44,1	42,4	39,7	37,0
		NPS (dB)	61,7	71,1	71,0	73,3	74,0	78,3	80,6	73,2	69,7	70,8	70,3	71,7	74,9	71,7	79,0	69,4	64,7	68,2	61,5	60,4
		NPS (dB(A)	42,6	55,0	57,6	62,4	65,4	71,7	75,8	70,0	67,8	70,0	70,3	72,3	75,9	72,9	80,3	70,6	65,7	68,7	61,5	59,4
	P4	Fundo (dB)	47,3	51,8	55,3	56,4	52,9	51,0	52,1	51,9	51,7	53,2	50,7	49,9	52,2	46,8	44,8	44,9	43,1	41,2	39,0	36,9
		Fundo (dBA)	28,2	35,7	41,9	45,5	44,3	44,4	47,3	48,7	49,8	52,4	50,7	50,5	53,2	48,0	46,1	46,1	44,1	41,7	39,0	35,9
		NPS (dB)	60,5	67,0	67,4	71,3	75,9	76,5	78,3	72,6	70,4	69,7	68,7	72,0	76,7	73,2	80,7	73,3	64,8	68,8	61,5	60,5
		NPS (dB(A)	41,4	50,9	54,0	60,4	67,3	69,9	73,5	69,4	68,5	68,9	68,7	72,6	77,7	74,4	82,0	74,5	65,8	69,3	61,5	59,5

Continuação - Tabela A.22– Estação Cecap – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
C E C A P	E1	Fundo (dB)	46,0	45,8	47,5	48,2	47,0	43,7	44,7	43,0	43,1	46,0	41,6	40,5	43,1	38,2	36,5	35,8	35,3	34,6	32,6	30,6
		Fundo (dBA)	26,9	29,7	34,1	37,3	38,4	37,1	39,9	39,8	41,2	45,2	41,6	41,1	44,1	39,4	37,8	37,0	36,3	35,1	32,6	29,6
		NPS (dB)	46,9	48,1	51,2	51,4	55,6	52,9	54,8	52,4	51,8	55,5	54,0	53,1	52,9	50,6	59,3	50,4	43,3	44,9	38,4	36,1
		NPS (dB(A))	27,8	32,0	37,8	40,5	47,0	46,3	50,0	49,2	49,9	54,7	54,0	53,7	53,9	51,8	60,6	51,6	44,3	45,4	38,4	35,1
	E2	Fundo (dB)	49,5	44,0	43,7	42,9	40,8	40,2	38,9	37,4	38,6	38,7	35,8	35,8	38,6	38,4	35,0	38,1	36,0	32,6	34,4	27,4
		Fundo (dBA)	30,4	27,9	30,3	32,0	32,2	33,6	34,1	34,2	36,7	37,9	35,8	36,4	39,6	39,6	36,3	39,3	37,0	33,1	34,4	26,4
		NPS (dB)	51,3	48,9	49,9	50,1	53,1	53,3	55,0	49,3	50,7	52,4	51,0	52,0	51,8	49,0	51,8	46,7	41,7	43,7	36,6	34,5
		NPS (dB(A))	32,2	32,8	36,5	39,2	44,5	46,7	50,2	46,1	48,8	51,6	51,0	52,6	52,8	50,2	53,1	47,9	42,7	44,2	36,6	33,5
	E3	Fundo (dB)	47,7	46,4	41,8	43,2	43,2	40,6	39,1	36,1	36,9	38,6	34,6	35,1	34,7	33,7	32,0	30,5	30,2	30,0	30,9	27,7
		Fundo (dBA)	28,6	30,3	28,4	32,3	34,6	34,0	34,3	32,9	35,0	37,8	34,6	35,7	35,7	34,9	33,3	31,7	31,2	30,5	30,9	26,7
		NPS (dB)	50,7	47,8	50,6	49,2	51,0	52,2	54,4	53,4	53,6	53,2	52,3	52,9	52,6	51,2	60,0	48,9	43,4	44,6	39,4	37,2
		NPS (dB(A))	31,6	31,7	37,2	38,3	42,4	45,6	49,6	50,2	51,7	52,4	52,3	53,5	53,6	52,4	61,3	50,1	44,4	45,1	39,4	36,2
	E4	Fundo (dB)	46,6	44,7	44,0	40,9	40,7	35,7	31,7	32,7	32,9	31,9	29,8	30,3	32,2	31,5	27,8	30,3	29,0	30,2	33,9	34,1
		Fundo (dBA)	27,5	28,6	30,6	30,0	32,1	29,1	26,9	29,5	31,0	31,1	29,8	30,9	33,2	32,7	29,1	31,5	30,0	30,7	33,9	33,1
		NPS (dB)	53,2	51,2	49,2	50,2	52,7	47,0	48,2	49,7	49,3	47,9	46,1	47,9	47,7	44,1	53,3	41,3	34,8	36,7	32,2	35,3
		NPS (dB(A))	34,1	35,1	35,8	39,3	44,1	40,4	43,4	46,5	47,4	47,1	46,1	48,5	48,7	45,3	54,6	42,5	35,8	37,2	32,2	34,3

Tabela A.23– Estação Vila Jundiainópolis – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
VILA JUNDIAINÓPOLIS	P1	Fundo (dB)	48,3	48,0	46,9	51,7	63,3	48,4	46,9	57,9	48,2	47,9	46,1	43,0	43,9	41,0	39,6	37,1	33,5	32,9	32,3	31,5
		Fundo (dBA)	29,2	31,9	33,5	40,8	54,7	41,8	42,1	54,7	46,3	47,1	46,1	43,6	44,9	42,2	40,9	38,3	34,5	33,4	32,3	30,5
		NPS (dB)	65,6	63,4	72,2	75,2	71,6	71,0	73,2	77,4	70,9	70,6	69,4	68,0	68,2	66,5	64,7	62,7	60,5	58,6	57,5	54,9
		NPS (dB(A))	46,5	47,3	58,8	64,3	63,0	64,4	68,4	74,2	69,0	69,8	69,4	68,6	69,2	67,7	66,0	63,9	61,5	59,1	57,5	53,9
	P2	Fundo (dB)	48,7	48,5	47,1	51,6	61,3	46,9	45,8	55,2	47,2	49,1	44,8	42,4	41,5	40,1	37,4	36,4	33,6	30,8	31,2	29,8
		Fundo (dBA)	29,6	32,4	33,7	40,7	52,7	40,3	41,0	52,0	45,3	48,3	44,8	43,0	42,5	41,3	38,7	37,6	34,6	31,3	31,2	28,8
		NPS (dB)	61,5	65,8	67,7	76,5	84,8	72,1	74,5	79,5	72,9	71,6	69,7	68,4	68,6	66,9	64,6	63,4	61,1	59,4	58,4	55,9
		NPS (dB(A))	42,4	49,7	54,3	65,6	76,2	65,5	69,7	76,3	71,0	70,8	69,7	69,0	69,6	68,1	65,9	64,6	62,1	59,9	58,4	54,9
	P3	Fundo (dB)	47,2	47,2	46,5	49,4	58,1	46,5	44,0	50,3	45,9	46,6	43,3	40,9	39,6	36,3	36,5	35,5	31,5	29,7	28,3	28,1
		Fundo (dBA)	28,1	31,1	33,1	38,5	49,5	39,9	39,2	47,1	44,0	45,8	43,3	41,5	40,6	37,5	37,8	36,7	32,5	30,2	28,3	27,1
		NPS (dB)	60,9	65,6	70,0	76,6	85,5	72,7	74,9	78,1	74,4	71,7	71,0	69,1	68,8	68,0	65,6	64,9	63,0	60,9	59,7	58,0
		NPS (dB(A))	41,8	49,5	56,6	65,7	76,9	66,1	70,1	74,9	72,5	70,9	71,0	69,7	69,8	69,2	66,9	66,1	64,0	61,4	59,7	57,0
	P4	Fundo (dB)	47,0	46,1	46,4	48,9	58,7	45,9	44,1	55,0	45,7	46,1	42,4	41,1	41,7	36,7	35,8	33,2	30,6	28,5	27,5	26,4
		Fundo (dBA)	27,9	30,0	33,0	38,0	50,1	39,3	39,3	51,8	43,8	45,3	42,4	41,7	42,7	37,9	37,1	34,4	31,6	29,0	27,5	25,4
		NPS (dB)	63,5	68,8	70,1	76,1	86,9	72,9	74,4	82,8	75,9	74,8	72,2	72,6	71,5	69,7	67,4	66,9	65,2	64,2	63,6	61,7
		NPS (dB(A))	44,4	52,7	56,7	65,2	78,3	66,3	69,6	79,6	74,0	74,0	72,2	73,2	72,5	70,9	68,7	68,1	66,2	64,7	63,6	60,7
	P5	Fundo (dB)	48,3	49,3	44,3	49,2	59,3	46,0	44,5	55,4	44,4	44,3	42,5	39,8	39,0	35,3	34,0	33,2	30,1	27,2	25,5	23,6
		Fundo (dBA)	29,2	33,2	30,9	38,3	50,7	39,4	39,7	52,2	42,5	43,5	42,5	40,4	40,0	36,5	35,3	34,4	31,1	27,7	25,5	22,6
		NPS (dB)	59,4	67,2	65,2	72,6	75,3	69,2	70,8	78,8	73,7	70,4	68,5	68,2	67,6	66,8	63,7	62,8	60,8	59,2	57,7	55,8
		NPS (dB(A))	40,3	51,1	51,8	61,7	66,7	62,6	66,0	75,6	71,8	69,6	68,5	68,8	68,6	68,0	65,0	64,0	61,8	59,7	57,7	54,8

Continuação - Tabela A.23– Estação Vila Jundiainópolis – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
V I L A J U N D I A I N O P O L I S	E1	Fundo (dB)	57,1	53,9	51,1	48,3	50,4	47,9	45,6	46,3	46,6	45,0	44,9	41,3	38,1	36,9	33,4	32,1	32,6	30,9	32,0	28,8
		Fundo (dBA)	38,0	37,8	37,7	37,4	41,8	41,3	40,8	43,1	44,7	44,2	44,9	41,9	39,1	38,1	34,7	33,3	33,6	31,4	32,0	27,8
		NPS (dB)	61,4	64,3	63,7	66,9	69,1	64,5	64,1	64,7	63,4	63,8	62,6	61,8	58,6	57,9	58,4	57,2	55,4	54,7	53,2	51,9
		NPS (dB(A)	42,3	48,2	50,3	56,0	60,5	57,9	59,3	61,5	61,5	63,0	62,6	62,4	59,6	59,1	59,7	58,4	56,4	55,2	53,2	50,9
	E2	Fundo (dB)	54,8	52,0	51,4	51,6	52,8	52,1	49,5	50,8	49,4	47,4	46,1	41,3	40,6	37,1	35,7	33,3	34,4	36,4	39,2	35,8
		Fundo (dBA)	35,7	35,9	38,0	40,7	44,2	45,5	44,7	47,6	47,5	46,6	46,1	41,9	41,6	38,3	37,0	34,5	35,4	36,9	39,2	34,8
		NPS (dB)	69,1	70,3	69,4	73,4	75,5	68,4	63,8	66,8	65,9	65,8	63,7	63,3	62,6	61,0	62,1	61,0	58,4	58,6	56,2	54,9
		NPS (dB(A)	50,0	54,2	56,0	62,5	66,9	61,8	59,0	63,6	64,0	65,0	63,7	63,9	63,6	62,2	63,4	62,2	59,4	59,1	56,2	53,9
	E3	Fundo (dB)	55,6	53,1	48,9	48,7	46,9	45,5	44,0	44,8	46,0	43,8	43,1	40,3	37,3	35,0	33,8	30,0	26,8	25,6	25,4	22,1
		Fundo (dBA)	36,5	37,0	35,5	37,8	38,3	38,9	39,2	41,6	44,1	43,0	43,1	40,9	38,3	36,2	35,1	31,2	27,8	26,1	25,4	21,1
		NPS (dB)	57,5	55,5	55,8	57,8	62,9	52,2	49,6	50,6	50,2	49,1	47,5	46,6	44,5	43,1	42,2	41,3	41,6	39,7	38,1	35,9
		NPS (dB(A)	38,4	39,4	42,4	46,9	54,3	45,6	44,8	47,4	48,3	48,3	47,5	47,2	45,5	44,3	43,5	42,5	42,6	40,2	38,1	34,9
	E4	Fundo (dB)	54,1	53,5	49,6	49,0	47,2	45,8	42,7	42,0	43,4	42,7	40,1	38,9	35,2	32,8	29,5	26,4	28,0	23,5	25,5	23,8
		Fundo (dBA)	35,0	37,4	36,2	38,1	38,6	39,2	37,9	38,8	41,5	41,9	40,1	39,5	36,2	34,0	30,8	27,6	29,0	24,0	25,5	22,8
		NPS (dB)	56,4	54,3	54,4	56,7	56,8	49,8	50,7	52,7	47,6	46,4	44,4	43,4	40,7	39,1	37,2	35,2	32,9	33,1	30,1	27,1
		NPS (dB(A)	37,3	38,2	41,0	45,8	48,2	43,2	45,9	49,5	45,7	45,6	44,4	44,0	41,7	40,3	38,5	36,4	33,9	33,6	30,1	26,1
	E5	Fundo (dB)	50,7	51,4	45,3	46,4	51,1	45,1	44,4	48,7	40,3	41,9	38,0	35,3	33,9	30,8	29,0	26,6	30,5	23,3	20,9	22,1
		Fundo (dBA)	31,6	35,3	31,9	35,5	42,5	38,5	39,6	45,5	38,4	41,1	38,0	35,9	34,9	32,0	30,3	27,8	31,5	23,8	20,9	21,1
		NPS (dB)	54,5	59,4	57,3	68,2	76,7	60,8	62,2	70,2	65,9	63,1	60,2	59,6	59,2	58,8	56,4	56,7	54,2	51,8	52,0	49,9
		NPS (dB(A)	35,4	43,3	43,9	57,3	68,1	54,2	57,4	67,0	64,0	62,3	60,2	60,2	60,2	60,0	57,7	57,9	55,2	52,3	52,0	48,9
	E6	Fundo (dB)	55,8	55,4	48,1	48,3	47,8	46,1	46,2	46,6	47,4	47,6	45,4	43,3	39,9	37,2	35,3	32,5	29,7	29,3	29,2	22,7
		Fundo (dBA)	36,7	39,3	34,7	37,4	39,2	39,5	41,4	43,4	45,5	46,8	45,4	43,9	40,9	38,4	36,6	33,7	30,7	29,8	29,2	21,7
		NPS (dB)	60,1	58,9	51,7	53,8	58,9	49,8	49,9	55,2	51,6	49,5	48,0	46,3	45,6	43,3	43,5	41,4	38,7	37,8	36,5	34,3
		NPS (dB(A)	41,0	42,8	38,3	42,9	50,3	43,2	45,1	52,0	49,7	48,7	48,0	46,9	46,6	44,5	44,8	42,6	39,7	38,3	36,5	33,3

Tabela A.24– Estação Marlene – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
M A R L E N E	P1	Fundo (dB)	65,7	56,4	58,2	56,3	52,9	47,2	43,5	44,3	46,9	49,1	49,3	51,5	50,4	48,2	47,4	46,8	43,5	42,6	41,2	36,1
		Fundo (dBA)	46,6	40,3	44,8	45,4	44,3	40,6	38,7	41,1	45,0	48,3	49,3	52,1	51,4	49,4	48,7	48,0	44,5	43,1	41,2	35,1
		NPS (dB)	66,7	63,3	74,4	66,6	70,9	72,5	67,9	65,9	68,3	66,7	68,3	68,0	67,7	64,4	58,6	61,3	70,5	57,8	54,6	62,7
		NPS (dB(A))	47,6	47,2	61,0	55,7	62,3	65,9	63,1	62,7	66,4	65,9	68,3	68,6	68,7	65,6	59,9	62,5	71,5	58,3	54,6	61,7
	P2	Fundo (dB)	53,0	55,3	55,2	57,1	55,1	50,5	48,1	49,7	54,0	49,7	52,8	52,8	51,4	48,5	42,7	42,5	42,4	43,9	36,2	29,2
		Fundo (dBA)	33,9	39,2	41,8	46,2	46,5	43,9	43,3	46,5	52,1	48,9	52,8	53,4	52,4	49,7	44,0	43,7	43,4	44,4	36,2	28,2
		NPS (dB)	63,2	64,7	70,6	66,4	71,0	67,6	65,9	68,2	68,5	67,8	68,4	72,7	69,2	64,6	62,4	64,2	77,4	60,4	56,6	67,1
		NPS (dB(A))	44,1	48,6	57,2	55,5	62,4	61,0	61,1	65,0	66,6	67,0	68,4	73,3	70,2	65,8	63,7	65,4	78,4	60,9	56,6	66,1
	P3	Fundo (dB)	53,0	52,4	50,1	55,4	53,2	52,8	54,2	53,2	50,2	50,0	49,7	49,8	50,1	48,3	45,6	42,3	40,8	40,2	37,1	32,0
		Fundo (dBA)	33,9	36,3	36,7	44,5	44,6	46,2	49,4	50,0	48,3	49,2	49,7	50,4	51,1	49,5	46,9	43,5	41,8	40,7	37,1	31,0
		NPS (dB)	68,1	66,7	72,0	71,5	76,2	70,8	70,6	70,7	71,0	69,8	70,0	70,2	70,1	67,7	62,4	62,3	71,1	59,2	57,8	59,6
		NPS (dB(A))	49,0	50,6	58,6	60,6	67,6	64,2	65,8	67,5	69,1	69,0	70,0	70,8	71,1	68,9	63,7	63,5	72,1	59,7	57,8	58,6
	P4	Fundo (dB)	53,0	49,8	52,3	52,0	54,5	51,9	49,0	47,1	45,4	45,0	44,7	44,8	46,7	45,4	42,7	42,0	40,7	38,6	33,5	28,2
		Fundo (dBA)	33,9	33,7	38,9	41,1	45,9	45,3	44,2	43,9	43,5	44,2	44,7	45,4	47,7	46,6	44,0	43,2	41,7	39,1	33,5	27,2
		NPS (dB)	67,6	68,7	79,7	72,3	72,8	72,3	72,5	71,6	71,2	71,2	71,9	70,6	67,2	66,6	67,2	61,2	64,3	59,2	59,7	60,1
		NPS (dB(A))	48,5	52,6	66,3	61,4	64,2	65,7	67,7	68,4	69,3	70,4	71,9	71,2	68,2	67,8	68,5	62,4	65,3	59,7	59,7	59,1
	P5	Fundo (dB)	53,0	51,8	52,3	52,0	54,5	51,9	46,0	47,1	45,4	45,0	44,7	44,8	46,7	45,4	42,7	42,0	40,7	38,6	33,5	28,2
		Fundo (dBA)	33,9	35,7	38,9	41,1	45,9	45,3	41,2	43,9	43,5	44,2	44,7	45,4	47,7	46,6	44,0	43,2	41,7	39,1	33,5	27,2
		NPS (dB)	70,8	69,7	79,7	72,3	79,0	73,4	73,2	73,6	73,2	72,8	72,9	73,0	72,4	72,2	67,0	64,3	73,0	60,2	59,7	58,2
		NPS (dB(A))	51,7	53,6	66,3	61,4	70,4	66,8	68,4	70,4	71,3	72,0	72,9	73,6	73,4	73,4	68,3	65,5	74,0	60,7	59,7	57,2

Continuação - Tabela A.24– Estação Marlene – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
M A R L E N E	E1	Fundo (dB)	62,7	61,2	63,7	60,4	59,4	56,0	54,4	56,6	53,6	53,9	55,1	56,9	54,5	51,9	45,0	41,2	40,0	43,1	36,5	35,2
		Fundo (dBA)	43,6	45,1	50,3	49,5	50,8	49,4	49,6	53,4	51,7	53,1	55,1	57,5	55,5	53,1	46,3	42,4	41,0	43,6	36,5	34,2
		NPS (dB)	62,3	60,6	61,1	59,4	56,8	54,7	54,8	54,9	55,2	52,6	50,2	53,6	52,5	51,4	47,1	47,7	55,8	44,7	42,4	45,2
		NPS (dB(A)	43,2	44,5	47,7	48,5	48,2	48,1	50,0	51,7	53,3	51,8	50,2	54,2	53,5	52,6	48,4	48,9	56,8	45,2	42,4	44,2
	E2	Fundo (dB)	64,7	61,3	58,8	56,1	54,4	51,5	47,6	48,9	50,0	50,2	51,1	51,8	51,2	49,6	46,9	47,1	46,1	44,4	44,9	39,8
		Fundo (dBA)	45,6	45,2	45,4	45,2	45,8	44,9	42,8	45,7	48,1	49,4	51,1	52,4	52,2	50,8	48,2	48,3	47,1	44,9	44,9	38,8
		NPS (dB)	65,0	61,0	63,9	59,8	58,0	58,2	54,1	51,8	52,3	53,0	54,2	54,0	57,0	51,2	48,0	47,6	47,2	46,8	45,0	40,7
		NPS (dB(A)	45,9	44,9	50,5	48,9	49,4	51,6	49,3	48,6	50,4	52,2	54,2	54,6	58,0	52,4	49,3	48,8	48,2	47,3	45,0	39,7
	E3	Fundo (dB)	62,2	60,1	56,5	58,4	56,5	52,0	48,6	48,3	48,1	48,9	51,2	51,9	51,9	48,7	46,9	45,7	45,0	43,2	37,6	32,8
		Fundo (dBA)	43,1	44,0	43,1	47,5	47,9	45,4	43,8	45,1	46,2	48,1	51,2	52,5	52,9	49,9	48,2	46,9	46,0	43,7	37,6	31,8
		NPS (dB)	63,1	61,9	61,8	60,3	58,0	54,9	52,8	52,4	52,3	53,5	53,3	53,8	54,3	50,8	48,4	46,1	47,6	41,9	38,7	40,3
		NPS (dB(A)	44,0	45,8	48,4	49,4	49,4	48,3	48,0	49,2	50,4	52,7	53,3	54,4	55,3	52,0	49,7	47,3	48,6	42,4	38,7	39,3
	E4	Fundo (dB)	65,4	61,8	58,9	57,5	59,0	55,0	52,3	50,1	52,4	53,1	57,3	57,4	57,5	58,0	57,5	50,2	52,6	48,1	49,4	38,7
		Fundo (dBA)	46,3	45,7	45,5	46,6	50,4	48,4	47,5	46,9	50,5	52,3	57,3	58,0	58,5	59,2	58,8	51,4	53,6	48,6	49,4	37,7
		NPS (dB)	69,1	62,9	61,8	59,7	58,1	54,5	56,1	57,5	58,0	54,2	59,6	59,1	57,5	56,6	52,8	52,1	52,9	51,4	46,7	43,4
		NPS (dB(A)	50,0	46,8	48,4	48,8	49,5	47,9	51,3	54,3	56,1	53,4	59,6	59,7	58,5	57,8	54,1	53,3	53,9	51,9	46,7	42,4
	E5	Fundo (dB)	65,4	66,0	63,5	64,6	66,5	61,4	59,4	60,2	60,2	60,6	59,9	56,7	53,2	53,0	51,8	50,2	52,6	48,1	49,4	38,7
		Fundo (dBA)	46,3	49,9	50,1	53,7	57,9	54,8	54,6	57,0	58,3	59,8	59,9	57,3	54,2	54,2	53,1	51,4	53,6	48,6	49,4	37,7
		NPS (dB)	65,5	64,2	63,4	64,5	66,1	60,4	57,4	59,7	60,0	59,6	59,7	57,5	54,2	53,6	52,1	52,1	51,2	43,5	41,5	48,1
		NPS (dB(A)	46,4	48,1	50,0	53,6	57,5	53,8	52,6	56,5	58,1	58,8	59,7	58,1	55,2	54,8	53,4	53,3	52,2	44,0	41,5	47,1
	E6	Fundo (dB)	65,4	66,0	63,5	64,6	62,0	57,5	58,7	58,6	60,2	60,6	59,9	56,7	53,2	53,0	51,8	50,2	49,8	42,1	40,4	38,7
		Fundo (dBA)	46,3	49,9	50,1	53,7	53,4	50,9	53,9	55,4	58,3	59,8	59,9	57,3	54,2	54,2	53,1	51,4	50,8	42,6	40,4	37,7
		NPS (dB)	66,5	68,9	69,1	65,9	64,3	59,6	63,4	60,3	60,5	58,9	59,2	60,1	56,9	52,4	51,5	49,5	48,7	42,5	40,3	40,0
		NPS (dB(A)	47,4	52,8	55,7	55,0	55,7	53,0	58,6	57,1	58,6	58,1	59,2	60,7	57,9	53,6	52,8	50,7	49,7	43,0	40,3	39,0

Tabela A.25– Estação Jardim Tamoio – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
J A R D I M T A M O I O	P1	Fundo (dB)	55,6	57,9	54,9	55,0	62,8	57,2	56,7	58,4	56,3	57,4	54,7	54,6	54,2	52,0	52,8	54,7	54,9	54,4	53,8	53,4
		Fundo (dBA)	36,5	41,8	41,5	44,1	54,2	50,6	51,9	55,2	54,4	56,6	54,7	55,2	55,2	53,2	54,1	55,9	55,9	54,9	53,8	52,4
		NPS (dB)	71,1	77,0	80,0	78,8	79,2	78,5	78,6	80,4	78,0	77,4	79,0	82,1	76,0	77,0	79,0	75,3	72,1	72,1	69,7	68,7
		NPS (dB(A)	52,0	60,9	66,6	67,9	70,6	71,9	73,8	77,2	76,1	76,6	79,0	82,7	77,0	78,2	80,3	76,5	73,1	72,6	69,7	67,7
	P2	Fundo (dB)	55,6	57,9	54,9	55,0	62,8	57,2	56,7	58,4	56,3	57,4	54,7	54,6	54,2	52,0	52,8	54,7	54,9	54,4	53,8	53,4
		Fundo (dBA)	36,5	41,8	41,5	44,1	54,2	50,6	51,9	55,2	54,4	56,6	54,7	55,2	55,2	53,2	54,1	55,9	55,9	54,9	53,8	52,4
		NPS (dB)	72,2	74,5	81,3	79,8	77,3	77,4	77,7	81,2	77,9	76,8	77,7	81,7	75,8	78,2	79,0	74,7	70,9	71,3	68,4	66,8
		NPS (dB(A)	53,1	58,4	67,9	68,9	68,7	70,8	72,9	78,0	76,0	76,0	77,7	82,3	76,8	79,4	80,3	75,9	71,9	71,8	68,4	65,8
	P3	Fundo (dB)	55,6	57,9	54,9	55,0	62,8	57,2	56,7	58,4	56,3	57,4	54,7	54,6	54,2	52,0	52,8	54,7	54,9	54,4	53,8	53,4
		Fundo (dBA)	36,5	41,8	41,5	44,1	54,2	50,6	51,9	55,2	54,4	56,6	54,7	55,2	55,2	53,2	54,1	55,9	55,9	54,9	53,8	52,4
		NPS (dB)	70,8	76,4	80,8	79,4	77,4	76,9	78,1	80,1	78,7	76,1	78,0	80,4	75,7	76,5	81,4	74,3	72,1	72,3	69,5	67,8
		NPS (dB(A)	51,7	60,3	67,4	68,5	68,8	70,3	73,3	76,9	76,8	75,3	78,0	81,0	76,7	77,7	82,7	75,5	73,1	72,8	69,5	66,8
	P4	Fundo (dB)	55,6	57,9	54,9	55,0	62,8	57,2	56,7	58,4	56,3	57,4	54,7	54,6	54,2	52,0	52,8	54,7	54,9	54,4	53,8	53,4
		Fundo (dBA)	36,5	41,8	41,5	44,1	54,2	50,6	51,9	55,2	54,4	56,6	54,7	55,2	55,2	53,2	54,1	55,9	55,9	54,9	53,8	52,4
		NPS (dB)	72,7	80,5	81,6	79,7	78,1	80,7	79,1	80,4	79,1	79,6	76,6	77,8	76,3	77,2	75,8	73,0	71,3	70,7	68,9	68,6
		NPS (dB(A)	53,6	64,4	68,2	68,8	69,5	74,1	74,3	77,2	77,2	78,8	76,6	78,4	77,3	78,4	77,1	74,2	72,3	71,2	68,9	67,6
	P5	Fundo (dB)	54,9	52,7	58,9	59,5	64,4	64,3	57,1	58,4	56,3	55,0	52,2	51,1	50,6	51,5	49,6	49,3	46,8	42,7	41,2	42,2
		Fundo (dBA)	35,8	36,6	45,5	48,6	55,8	57,7	52,3	55,2	54,4	54,2	52,2	51,7	51,6	52,7	50,9	50,5	47,8	43,2	41,2	41,2
		NPS (dB)	78,1	88,2	75,0	75,4	79,8	86,7	85,6	87,4	85,1	82,1	80,2	83,1	81,6	80,7	79,3	75,2	73,8	72,9	71,6	68,7
		NPS (dB(A)	59,0	72,1	61,6	64,5	71,2	80,1	80,8	84,2	83,2	81,3	80,2	83,7	82,6	81,9	80,6	76,4	74,8	73,4	71,6	67,7
	P6	Fundo (dB)	54,9	52,7	58,9	59,5	64,4	64,3	57,1	58,4	56,3	55,0	52,2	51,1	50,6	51,5	49,6	49,3	46,8	42,7	41,2	42,2
		Fundo (dBA)	35,8	36,6	45,5	48,6	55,8	57,7	52,3	55,2	54,4	54,2	52,2	51,7	51,6	52,7	50,9	50,5	47,8	43,2	41,2	41,2
		NPS (dB)	71,4	77,7	76,2	76,4	79,1	83,2	84,2	87,0	84,6	82,5	80,2	82,3	80,9	80,7	78,2	74,2	73,4	72,4	71,7	68,9
		NPS (dB(A)	52,3	61,6	62,8	65,5	70,5	76,6	79,4	83,8	82,7	81,7	80,2	82,9	81,9	81,9	79,5	75,4	74,4	72,9	71,7	67,9

Continuação - Tabela A.25– Estação Jardim Tamoio – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
J A R D I M T A M O I O	E1	Fundo (dB)	63,1	58,1	56,6	54,9	54,1	54,2	49,2	48,0	48,1	47,7	47,1	47,4	48,7	47,6	45,5	41,7	37,9	38,5	35,5	33,9
		Fundo (dBA)	44,0	42,0	43,2	44,0	45,5	47,6	44,4	44,8	46,2	46,9	47,1	48,0	49,7	48,8	46,8	42,9	38,9	39,0	35,5	32,9
		NPS (dB)	65,6	68,5	65,8	66,3	61,4	60,4	58,8	58,4	56,7	57,3	51,7	53,0	50,7	51,7	50,5	48,3	47,1	44,3	42,3	39,3
		NPS (dB(A)	46,5	52,4	52,4	55,4	52,8	53,8	54,0	55,2	54,8	56,5	51,7	53,6	51,7	52,9	51,8	49,5	48,1	44,8	42,3	38,3
	E2	Fundo (dB)	64,8	57,8	60,1	58,3	53,9	49,8	46,2	46,1	48,7	48,5	46,1	46,5	46,0	44,6	44,9	43,7	43,6	44,7	42,8	40,9
		Fundo (dBA)	45,7	41,7	46,7	47,4	45,3	43,2	41,4	42,9	46,8	47,7	46,1	47,1	47,0	45,8	46,2	44,9	44,6	45,2	42,8	39,9
		NPS (dB)	65,9	70,7	67,0	66,3	66,2	68,2	61,9	64,2	63,7	62,2	58,1	60,9	57,5	56,3	55,3	52,0	50,0	49,2	48,5	45,7
		NPS (dB(A)	46,8	54,6	53,6	55,4	57,6	61,6	57,1	61,0	61,8	61,4	58,1	61,5	58,5	57,5	56,6	53,2	51,0	49,7	48,5	44,7
	E3	Fundo (dB)	60,9	61,4	52,2	52,9	49,7	47,0	48,3	49,0	46,5	41,6	41,9	42,0	40,9	38,2	38,5	38,2	35,5	35,0	34,3	32,1
		Fundo (dBA)	41,8	45,3	38,8	42,0	41,1	40,4	43,5	45,8	44,6	40,8	41,9	42,6	41,9	39,4	39,8	39,4	36,5	35,5	34,3	31,1
		NPS (dB)	65,0	63,5	59,3	56,6	56,9	54,1	52,5	53,5	49,8	46,6	46,8	50,1	43,8	44,6	45,4	39,8	38,4	36,7	33,4	31,7
		NPS (dB(A)	45,9	47,4	45,9	45,7	48,3	47,5	47,7	50,3	47,9	45,8	46,8	50,7	44,8	45,8	46,7	41,0	39,4	37,2	33,4	30,7
	E4	Fundo (dB)	64,1	57,7	55,4	52,9	51,3	47,8	44,6	44,9	41,0	40,4	41,2	43,3	38,2	35,3	38,3	38,8	41,5	39,0	37,3	30,9
		Fundo (dBA)	45,0	41,6	42,0	42,0	42,7	41,2	39,8	41,7	39,1	39,6	41,2	43,9	39,2	36,5	39,6	40,0	42,5	39,5	37,3	29,9
		NPS (dB)	68,8	68,3	62,4	58,6	56,3	56,4	52,0	51,6	49,8	46,9	48,3	51,6	45,3	45,4	44,7	41,0	39,2	40,3	33,8	30,8
		NPS (dB(A)	49,7	52,2	49,0	47,7	47,7	49,8	47,2	48,4	47,9	46,1	48,3	52,2	46,3	46,6	46,0	42,2	40,2	40,8	33,8	29,8
	E5	Fundo (dB)	59,2	57,9	56,2	54,4	49,5	46,3	43,1	44,8	41,5	40,5	40,9	41,5	39,4	38,9	36,8	38,8	42,6	39,8	37,5	32,3
		Fundo (dBA)	40,1	41,8	42,8	43,5	40,9	39,7	38,3	41,6	39,6	39,7	40,9	42,1	40,4	40,1	38,1	40,0	43,6	40,3	37,5	31,3
		NPS (dB)	57,9	60,9	64,4	60,5	59,4	58,1	57,2	57,6	54,6	50,4	50,5	53,5	49,1	51,0	55,9	48,0	45,6	44,8	42,6	38,9
		NPS (dB(A)	38,8	44,8	51,0	49,6	50,8	51,5	52,4	54,4	52,7	49,6	50,5	54,1	50,1	52,2	57,2	49,2	46,6	45,3	42,6	37,9
	E6	Fundo (dB)	57,0	53,2	49,4	51,5	47,8	42,9	39,0	41,1	40,6	39,4	40,2	37,7	37,6	35,9	37,2	35,6	40,2	34,6	35,3	36,2
		Fundo (dBA)	37,9	37,1	36,0	40,6	39,2	36,3	34,2	37,9	38,7	38,6	40,2	38,3	38,6	37,1	38,5	36,8	41,2	35,1	35,3	35,2
		NPS (dB)	62,2	65,0	68,3	68,2	60,6	60,4	56,9	55,7	52,5	50,5	51,4	55,0	47,9	49,5	51,8	46,2	41,9	46,2	39,7	39,7
		NPS (dB(A)	43,1	48,9	54,9	57,3	52,0	53,8	52,1	52,5	50,6	49,7	51,4	55,6	48,9	50,7	53,1	47,4	42,9	46,7	39,7	38,7

Continuação - Tabela A.25– Estação Jardim Tamoio – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
J A R D I M T A M O I O	E7	Fundo (dB)	62,7	55,7	52,8	49,9	48,4	47,2	42,2	43,4	41,7	43,0	42,9	43,5	43,0	41,9	44,3	45,7	44,1	46,2	48,3	44,8
		Fundo (dBA)	43,6	39,6	39,4	39,0	39,8	40,6	37,4	40,2	39,8	42,2	42,9	44,1	44,0	43,1	45,6	46,9	45,1	46,7	48,3	43,8
		NPS (dB)	65,3	74,0	65,7	65,9	66,4	64,3	63,4	60,3	60,1	60,3	59,6	61,5	57,1	58,0	59,2	54,5	53,3	50,2	49,3	48,6
		NPS (dB(A))	46,2	57,9	52,3	55,0	57,8	57,7	58,6	57,1	58,2	59,5	59,6	62,1	58,1	59,2	60,5	55,7	54,3	50,7	49,3	47,6
	E8	Fundo (dB)	63,5	58,9	61,4	57,2	54,4	50,3	48,4	48,4	50,4	48,2	50,1	48,5	47,0	47,4	46,8	42,7	38,8	39,7	35,6	33,9
		Fundo (dBA)	44,4	42,8	48,0	46,3	45,8	43,7	43,6	45,2	48,5	47,4	50,1	49,1	48,0	48,6	48,1	43,9	39,8	40,2	35,6	32,9
		NPS (dB)	61,5	65,8	64,9	65,2	66,8	67,2	58,4	59,8	58,6	57,1	54,0	56,0	55,1	57,7	54,9	53,2	51,7	48,9	46,7	43,2
		NPS (dB(A))	42,4	49,7	51,5	54,3	58,2	60,6	53,6	56,6	56,7	56,3	54,0	56,6	56,1	58,9	56,2	54,4	52,7	49,4	46,7	42,2
	E9	Fundo (dB)	63,9	64,9	62,6	58,9	59,2	58,7	53,3	52,7	52,2	51,3	51,5	50,8	48,5	47,9	46,7	45,9	44,4	42,8	41,5	39,7
		Fundo (dBA)	44,8	48,8	49,2	48,0	50,6	52,1	48,5	49,5	50,3	50,5	51,5	51,4	49,5	49,1	48,0	47,1	45,4	43,3	41,5	38,7
		NPS (dB)	67,1	68,0	68,0	67,1	68,7	71,7	65,6	68,9	68,4	65,8	61,9	64,6	61,0	60,5	59,4	55,3	53,0	52,7	51,1	47,7
		NPS (dB(A))	48,0	51,9	54,6	56,2	60,1	65,1	60,8	65,7	66,5	65,0	61,9	65,2	62,0	61,7	60,7	56,5	54,0	53,2	51,1	46,7

Tabela A.26– Estação Vila Progresso – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
V I L A P R O G R E S S O	P1 (2 B)*	Fundo (dB)	42,9	47,2	45,2	52,4	57,4	61,9	72,1	59,0	58,3	57,9	55,1	55,0	55,4	53,0	52,0	51,2	49,0	46,0	43,5	41,3
		Fundo (dBA)	23,8	31,1	31,8	41,5	48,8	55,3	67,3	55,8	56,4	57,1	55,1	55,6	56,4	54,2	53,3	52,4	50,0	46,5	43,5	40,3
		NPS (dB)	69,5	68,8	73,7	75,8	75,2	76,4	79,3	81,6	76,6	74,8	73,5	73,9	74,6	74,4	70,4	69,1	68,1	69,9	65,0	62,4
		NPS (dB(A)	50,4	52,7	60,3	64,9	66,6	69,8	74,5	78,4	74,7	74,0	73,5	74,5	75,6	75,6	71,7	70,3	69,1	70,4	65,0	61,4
	P2 (2 B)*	Fundo (dB)	43,1	46,6	46,3	50,4	60,7	62,0	69,1	58,8	57,6	58,3	55,6	55,3	54,7	53,0	52,9	51,4	48,9	46,3	43,8	41,6
		Fundo (dBA)	24,0	30,5	32,9	39,5	52,1	55,4	64,3	55,6	55,7	57,5	55,6	55,9	55,7	54,2	54,2	52,6	49,9	46,8	43,8	40,6
		NPS (dB)	69,0	69,7	75,0	77,9	74,3	75,9	77,5	79,7	75,9	75,3	74,0	73,8	74,0	73,3	70,5	69,2	68,3	71,3	65,2	62,8
		NPS (dB(A)	49,9	53,6	61,6	67,0	65,7	69,3	72,7	76,5	74,0	74,5	74,0	74,4	75,0	74,5	71,8	70,4	69,3	71,8	65,2	61,8
	P3 (2 B)*	Fundo (dB)	42,5	47,9	44,7	50,8	59,2	61,0	68,3	57,5	57,8	58,2	55,0	55,4	55,3	53,7	52,3	51,3	49,0	46,6	43,4	41,0
		Fundo (dBA)	23,4	31,8	31,3	39,9	50,6	54,4	63,5	54,3	55,9	57,4	55,0	56,0	56,3	54,9	53,6	52,5	50,0	47,1	43,4	40,0
		NPS (dB)	67,3	69,5	73,0	74,6	72,8	73,6	76,6	76,5	74,8	73,7	72,2	72,4	72,3	72,8	69,4	68,1	67,3	68,9	64,1	61,3
		NPS (dB(A)	48,2	53,4	59,6	63,7	64,2	67,0	71,8	73,3	72,9	72,9	72,2	73,0	73,3	74,0	70,7	69,3	68,3	69,4	64,1	60,3
	P4 (2 B)*	Fundo (dB)	45,0	51,0	46,1	52,2	61,4	61,9	67,4	58,3	57,5	58,9	55,3	56,4	56,6	53,7	52,6	51,6	49,3	46,9	44,1	42,1
		Fundo (dBA)	25,9	34,9	32,7	41,3	52,8	55,3	62,6	55,1	55,6	58,1	55,3	57,0	57,6	54,9	53,9	52,8	50,3	47,4	44,1	41,1
		NPS (dB)	67,5	69,5	72,9	73,9	73,0	74,4	75,8	77,8	75,2	73,4	71,8	72,8	73,0	72,7	69,8	68,5	67,5	68,8	64,0	61,1
		NPS (dB(A)	48,4	53,4	59,5	63,0	64,4	67,8	71,0	74,6	73,3	72,6	71,8	73,4	74,0	73,9	71,1	69,7	68,5	69,3	64,0	60,1
	P5 (2 B)*	Fundo (dB)	46,3	52,5	50,1	54,1	65,9	63,9	68,3	62,5	59,5	59,8	58,1	57,5	59,1	55,5	54,7	54,3	52,2	49,2	46,5	45,3
		Fundo (dBA)	27,2	36,4	36,7	43,2	57,3	57,3	63,5	59,3	57,6	59,0	58,1	58,1	60,1	56,7	56,0	55,5	53,2	49,7	46,5	44,3
		NPS (dB)	66,1	69,7	73,2	75,1	70,8	72,8	79,9	79,0	74,9	73,4	72,2	72,7	72,9	73,4	69,5	68,1	67,2	69,0	63,5	61,0
		NPS (dB(A)	47,0	53,6	59,8	64,2	62,2	66,2	75,1	75,8	73,0	72,6	72,2	73,3	73,9	74,6	70,8	69,3	68,2	69,5	63,5	60,0
	E1 (2 B)*	Fundo (dB)	46,1	42,4	41,4	41,9	52,2	51,7	59,0	49,5	48,4	48,2	44,5	44,4	43,5	41,7	40,6	40,4	39,5	35,8	34,3	37,9
		Fundo (dBA)	27,0	26,3	28,0	31,0	43,6	45,1	54,2	46,3	46,5	47,4	44,5	45,0	44,5	42,9	41,9	41,6	40,5	36,3	34,3	36,9
		NPS (dB)	65,6	70,0	64,4	63,9	65,2	63,7	66,7	66,3	64,4	61,3	59,4	60,2	59,4	60,5	56,3	55,6	54,3	54,8	50,2	47,5
		NPS (dB(A)	46,5	53,9	51,0	53,0	56,6	57,1	61,9	63,1	62,5	60,5	59,4	60,8	60,4	61,7	57,6	56,8	55,3	55,3	50,2	46,5

* dois conjuntos motores e bombas

Continuação - Tabela A.26– Estação Vila Progresso – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
V I L A P R O G R E S S O	E2 (2 B)*	Fundo (dB)	50,4	46,0	41,7	42,3	53,3	49,1	54,5	47,3	48,6	47,1	44,9	46,6	46,3	43,8	43,0	43,3	40,5	38,5	35,9	34,2
		Fundo (dBA)	31,3	29,9	28,3	31,4	44,7	42,5	49,7	44,1	46,7	46,3	44,9	47,2	47,3	45,0	44,3	44,5	41,5	39,0	35,9	33,2
		NPS (dB)	62,3	64,7	62,9	65,3	64,1	62,6	64,7	65,1	64,1	61,5	58,9	60,1	59,7	60,1	56,6	55,8	54,3	54,5	49,3	47,0
		NPS (dB(A)	43,2	48,6	49,5	54,4	55,5	56,0	59,9	61,9	62,2	60,7	58,9	60,7	60,7	61,3	57,9	57,0	55,3	55,0	49,3	46,0
	E3 (2 B)*	Fundo (dB)	47,7	50,8	49,1	45,0	49,1	45,8	47,1	44,0	43,2	43,1	39,4	40,0	39,8	42,4	45,3	44,3	40,4	38,5	33,5	39,9
		Fundo (dBA)	28,6	34,7	35,7	34,1	40,5	39,2	42,3	40,8	41,3	42,3	39,4	40,6	40,8	43,6	46,6	45,5	41,4	39,0	33,5	38,9
		NPS (dB)	58,2	57,5	58,8	59,7	57,2	55,2	53,8	56,6	53,7	51,9	50,4	50,8	50,9	51,9	49,3	50,5	46,2	46,1	40,4	36,6
		NPS (dB(A)	39,1	41,4	45,4	48,8	48,6	48,6	49,0	53,4	51,8	51,1	50,4	51,4	51,9	53,1	50,6	51,7	47,2	46,6	40,4	35,6
	E4 (2 B)*	Fundo (dB)	50,8	50,3	51,6	43,9	49,5	45,6	53,9	44,0	41,9	44,0	40,5	38,4	41,6	43,5	41,4	36,4	40,6	36,0	31,3	30,5
		Fundo (dBA)	31,7	34,2	38,2	33,0	40,9	39,0	49,1	40,8	40,0	43,2	40,5	39,0	42,6	44,7	42,7	37,6	41,6	36,5	31,3	29,5
		NPS (dB)	60,4	58,6	60,4	62,8	57,9	55,5	55,4	57,5	55,6	54,3	52,7	52,4	54,7	52,4	49,6	48,3	47,5	47,3	42,7	39,0
		NPS (dB(A)	41,3	42,5	47,0	51,9	49,3	48,9	50,6	54,3	53,7	53,5	52,7	53,0	55,7	53,6	50,9	49,5	48,5	47,8	42,7	38,0
	E5 (2 B)*	Fundo (dB)	43,7	44,1	44,5	42,7	42,0	40,6	45,0	37,3	37,9	36,1	34,5	33,1	32,8	30,2	30,5	29,8	31,9	32,4	23,0	25,1
		Fundo (dBA)	24,6	28,0	31,1	31,8	33,4	34,0	40,2	34,1	36,0	35,3	34,5	33,7	33,8	31,4	31,8	31,0	32,9	32,9	23,0	24,1
		NPS (dB)	56,7	58,6	57,6	57,1	54,1	52,2	52,7	55,0	51,5	46,8	45,5	44,7	44,7	46,1	43,1	41,6	44,5	40,2	34,4	31,4
		NPS (dB(A)	37,6	42,5	44,2	46,2	45,5	45,6	47,9	51,8	49,6	46,0	45,5	45,3	45,7	47,3	44,4	42,8	45,5	40,7	34,4	30,4
	E6 (2 B)*	Fundo (dB)	41,9	40,7	43,8	40,3	40,1	39,4	46,7	36,1	35,4	36,4	35,4	32,8	31,4	33,1	30,8	35,1	31,7	30,9	25,6	26,4
		Fundo (dBA)	22,8	24,6	30,4	29,4	31,5	32,8	41,9	32,9	33,5	35,6	35,4	33,4	32,4	34,3	32,1	36,3	32,7	31,4	25,6	25,4
		NPS (dB)	52,1	53,5	58,9	58,9	53,1	51,4	49,2	50,4	46,9	45,0	41,8	41,1	41,7	43,7	39,8	36,9	35,7	35,6	31,3	28,1
		NPS (dB(A)	33,0	37,4	45,5	48,0	44,5	44,8	44,4	47,2	45,0	44,2	41,8	41,7	42,7	44,9	41,1	38,1	36,7	36,1	31,3	27,1
	E7 (2 B)*	Fundo (dB)	49,2	46,7	49,6	45,2	44,9	42,1	48,4	38,9	39,6	37,8	41,5	37,7	34,5	41,6	44,4	45,7	37,9	39,2	32,3	33,6
		Fundo (dBA)	30,1	30,6	36,2	34,3	36,3	35,5	43,6	35,7	37,7	37,0	41,5	38,3	35,5	42,8	45,7	46,9	38,9	39,7	32,3	32,6
		NPS (dB)	55,1	55,4	52,4	52,5	51,6	50,6	50,2	51,1	47,7	45,5	43,1	42,2	42,2	44,8	51,3	44,2	42,6	39,6	32,2	31,0
		NPS (dB(A)	36,0	39,3	39,0	41,6	43,0	44,0	45,4	47,9	45,8	44,7	43,1	42,8	43,2	46,0	52,6	45,4	43,6	40,1	32,2	30,0

* dois conjuntos motores e bombas

Continuação - Tabela A.26– Estação Vila Progresso – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
V I L A P R O G R E S S O	E8 (2 B)*	Fundo (dB)	48,5	49,4	47,6	42,3	42,3	41,2	47,9	37,4	37,2	35,8	36,7	38,7	33,8	41,8	41,1	35,4	40,1	35,6	33,2	28,8
		Fundo (dBA)	29,4	33,3	34,2	31,4	33,7	34,6	43,1	34,2	35,3	35,0	36,7	39,3	34,8	43,0	42,4	36,6	41,1	36,1	33,2	27,8
		NPS (dB)	56,8	53,6	56,2	54,2	49,8	48,9	50,1	49,4	46,1	44,6	42,2	41,6	41,8	42,9	44,9	41,7	38,6	38,0	34,2	29,8
		NPS (dB(A)	37,7	37,5	42,8	43,3	41,2	42,3	45,3	46,2	44,2	43,8	42,2	42,2	42,8	44,1	46,2	42,9	39,6	38,5	34,2	28,8
	P1 (3 B)**	Fundo (dB)	42,9	47,2	45,2	52,4	57,4	61,9	72,1	59,0	58,3	57,9	55,1	55,0	55,4	53,0	52,0	51,2	49,0	46,0	43,5	41,3
		Fundo (dBA)	23,8	31,1	31,8	41,5	48,8	55,3	67,3	55,8	56,4	57,1	55,1	55,6	56,4	54,2	53,3	52,4	50,0	46,5	43,5	40,3
		NPS (dB)	72,4	71,8	76,8	80,6	77,8	78,3	81,2	83,6	78,3	77,1	76,8	76,1	76,9	77,3	72,6	71,8	70,5	69,7	66,8	65,0
		NPS (dB(A)	53,3	55,7	63,4	69,7	69,2	71,7	76,4	80,4	76,4	76,3	76,8	76,7	77,9	78,5	73,9	73,0	71,5	70,2	66,8	64,0
	P2 (3 B)**	Fundo (dB)	43,1	46,6	46,3	50,4	60,7	62,0	69,1	58,8	57,6	58,3	55,6	55,3	54,7	53,0	52,9	51,4	48,9	46,3	43,8	41,6
		Fundo (dBA)	24,0	30,5	32,9	39,5	52,1	55,4	64,3	55,6	55,7	57,5	55,6	55,9	55,7	54,2	54,2	52,6	49,9	46,8	43,8	40,6
		NPS (dB)	72,8	73,2	76,5	80,9	76,8	78,5	80,8	82,4	78,5	78,1	76,7	76,8	76,4	75,7	73,7	71,7	70,4	71,4	66,5	65,5
		NPS (dB(A)	53,7	57,1	63,1	70,0	68,2	71,9	76,0	79,2	76,6	77,3	76,7	77,4	77,4	76,9	75,0	72,9	71,4	71,9	66,5	64,5
	P3 (3 B)**	Fundo (dB)	42,5	47,9	44,7	50,8	59,2	61,0	68,3	57,5	57,8	58,2	55,0	55,4	55,3	53,7	52,3	51,3	49,0	46,6	43,4	41,0
		Fundo (dBA)	23,4	31,8	31,3	39,9	50,6	54,4	63,5	54,3	55,9	57,4	55,0	56,0	56,3	54,9	53,6	52,5	50,0	47,1	43,4	40,0
		NPS (dB)	70,1	71,4	75,7	77,6	75,3	76,5	78,4	80,8	77,4	75,5	75,9	74,3	75,4	74,8	72,3	70,4	69,8	70,7	65,9	64,1
		NPS (dB(A)	51,0	55,3	62,3	66,7	66,7	69,9	73,6	77,6	75,5	74,7	75,9	74,9	76,4	76,0	73,6	71,6	70,8	71,2	65,9	63,1
	P4 (3 B)**	Fundo (dB)	45,0	51,0	46,1	52,2	61,4	61,9	67,4	58,3	57,5	58,9	55,3	56,4	56,6	53,7	52,6	51,6	49,3	46,9	44,1	42,1
		Fundo (dBA)	25,9	34,9	32,7	41,3	52,8	55,3	62,6	55,1	55,6	58,1	55,3	57,0	57,6	54,9	53,9	52,8	50,3	47,4	44,1	41,1
		NPS (dB)	70,1	71,2	73,8	76,2	75,6	76,1	78,2	81,1	76,7	75,6	74,7	74,8	75,3	75,2	71,7	70,6	69,8	70,4	65,9	64,1
		NPS (dB(A)	51,0	55,1	60,4	65,3	67,0	69,5	73,4	77,9	74,8	74,8	74,7	75,4	76,3	76,4	73,0	71,8	70,8	70,9	65,9	63,1
	P5 (3 B)**	Fundo (dB)	46,3	52,5	50,1	54,1	65,9	63,9	68,3	62,5	59,5	59,8	58,1	57,5	59,1	55,5	54,7	54,3	52,2	49,2	46,5	45,3
		Fundo (dBA)	27,2	36,4	36,7	43,2	57,3	57,3	63,5	59,3	57,6	59,0	58,1	58,1	60,1	56,7	56,0	55,5	53,2	49,7	46,5	44,3
		NPS (dB)	69,1	70,7	74,6	77,2	72,7	74,5	78,1	79,8	76,7	75,5	73,9	74,5	74,8	73,9	71,3	70,3	69,6	69,2	65,2	63,1
		NPS (dB(A)	50,0	54,6	61,2	66,3	64,1	67,9	73,3	76,6	74,8	74,7	73,9	75,1	75,8	75,1	72,6	71,5	70,6	69,7	65,2	62,1

* dois conjuntos motores e bombas

** três conjuntos motores e bombas

Continuação - Tabela A.26– Estação Vila Progresso – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
V I L A P R O G R E S S O	E1 (3B)**	Fundo (dB)	46,1	42,4	41,4	41,9	52,2	51,7	59,0	49,5	48,4	48,2	44,5	44,4	43,5	41,7	40,6	40,4	39,5	35,8	34,3	37,9
		Fundo (dBA)	27,0	26,3	28,0	31,0	43,6	45,1	54,2	46,3	46,5	47,4	44,5	45,0	44,5	42,9	41,9	41,6	40,5	36,3	34,3	36,9
		NPS (dB)	69,4	72,4	67,9	68,3	69,7	68,2	69,3	68,9	66,3	64,0	62,5	63,1	62,2	62,0	59,0	57,5	56,0	55,5	52,2	49,7
		NPS (dB(A)	50,3	56,3	54,5	57,4	61,1	61,6	64,5	65,7	64,4	63,2	62,5	63,7	63,2	63,2	60,3	58,7	57,0	56,0	52,2	48,7
	E2 (3 B)**	Fundo (dB)	50,4	46,0	41,7	42,3	53,3	49,1	54,5	47,3	48,6	47,1	44,9	46,6	46,3	43,8	43,0	43,3	40,5	38,5	35,9	34,2
		Fundo (dBA)	31,3	29,9	28,3	31,4	44,7	42,5	49,7	44,1	46,7	46,3	44,9	47,2	47,3	45,0	44,3	44,5	41,5	39,0	35,9	33,2
		NPS (dB)	66,5	68,7	68,3	70,4	67,2	66,2	67,0	67,4	65,4	63,1	62,3	63,2	62,1	61,8	58,5	57,3	55,4	56,6	51,2	49,3
		NPS (dB(A)	47,4	52,6	54,9	59,5	58,6	59,6	62,2	64,2	63,5	62,3	62,3	63,8	63,1	63,0	59,8	58,5	56,4	57,1	51,2	48,3
	E3 (3 B)**	Fundo (dB)	47,7	50,8	49,1	45,0	49,1	45,8	47,1	44,0	43,2	43,1	39,4	40,0	39,8	42,4	45,3	44,3	40,4	38,5	33,5	39,9
		Fundo (dBA)	28,6	34,7	35,7	34,1	40,5	39,2	42,3	40,8	41,3	42,3	39,4	40,6	40,8	43,6	46,6	45,5	41,4	39,0	33,5	38,9
		NPS (dB)	60,6	60,2	59,8	62,3	60,1	58,9	57,6	57,4	56,9	54,1	53,6	53,4	53,1	52,8	49,8	48,5	47,6	46,4	45,2	40,1
		NPS (dB(A)	41,5	44,1	46,4	51,4	51,5	52,3	52,8	54,2	55,0	53,3	53,6	54,0	54,1	54,0	51,1	49,7	48,6	46,9	45,2	39,1
	E4 (3 B)**	Fundo (dB)	50,8	50,3	51,6	43,9	49,5	45,6	53,9	44,0	41,9	44,0	40,5	38,4	41,6	43,5	41,4	36,4	40,6	36,0	31,3	30,5
		Fundo (dBA)	31,7	34,2	38,2	33,0	40,9	39,0	49,1	40,8	40,0	43,2	40,5	39,0	42,6	44,7	42,7	37,6	41,6	36,5	31,3	29,5
		NPS (dB)	61,6	62,3	66,6	69,1	60,4	56,4	59,5	62,9	59,3	57,1	55,3	55,4	55,0	53,9	50,9	50,4	48,7	50,0	45,6	42,6
		NPS (dB(A)	42,5	46,2	53,2	58,2	51,8	49,8	54,7	59,7	57,4	56,3	55,3	56,0	56,0	55,1	52,2	51,6	49,7	50,5	45,6	41,6
	E5 (3 B)**	Fundo (dB)	43,7	44,1	44,5	42,7	42,0	40,6	45,0	37,3	37,9	36,1	34,5	33,1	32,8	30,2	30,5	29,8	31,9	32,4	23,0	25,1
		Fundo (dBA)	24,6	28,0	31,1	31,8	33,4	34,0	40,2	34,1	36,0	35,3	34,5	33,7	33,8	31,4	31,8	31,0	32,9	32,9	23,0	24,1
		NPS (dB)	57,0	62,4	63,3	64,3	58,2	57,0	54,9	55,0	52,9	50,5	48,9	47,7	46,5	46,8	43,9	43,7	41,7	41,5	35,6	33,5
		NPS (dB(A)	37,9	46,3	49,9	53,4	49,6	50,4	50,1	51,8	51,0	49,7	48,9	48,3	47,5	48,0	45,2	44,9	42,7	42,0	35,6	32,5
	E6 (3 B)**	Fundo (dB)	41,9	40,7	43,8	40,3	40,1	39,4	46,7	36,1	35,4	36,4	35,4	32,8	31,4	33,1	30,8	35,1	31,7	30,9	25,6	26,4
		Fundo (dBA)	22,8	24,6	30,4	29,4	31,5	32,8	41,9	32,9	33,5	35,6	35,4	33,4	32,4	34,3	32,1	36,3	32,7	31,4	25,6	25,4
		NPS (dB)	56,7	58,7	62,5	62,8	55,9	55,0	51,5	52,4	48,7	46,5	45,1	45,3	42,9	42,8	41,0	41,7	38,2	36,0	31,6	30,0
		NPS (dB(A)	37,6	42,6	49,1	51,9	47,3	48,4	46,7	49,2	46,8	45,7	45,1	45,9	43,9	44,0	42,3	42,9	39,2	36,5	31,6	29,0

** três conjuntos motores e bombas

Continuação - Tabela A.26– Estação Vila Progresso – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
VI LA PRO GRES SO	E7 (3B)**	Fundo (dB)	49,2	46,7	49,6	45,2	44,9	42,1	48,4	38,9	39,6	37,8	41,5	37,7	34,5	41,6	44,4	45,7	37,9	39,2	32,3	33,6
		Fundo (dBA)	30,1	30,6	36,2	34,3	36,3	35,5	43,6	35,7	37,7	37,0	41,5	38,3	35,5	42,8	45,7	46,9	38,9	39,7	32,3	32,6
		NPS (dB)	57,1	59,0	56,4	58,5	54,8	54,0	52,3	54,9	50,1	47,3	45,6	44,8	43,7	46,2	50,1	47,7	42,4	42,7	36,5	41,6
		NPS (dB(A)	38,0	42,9	43,0	47,6	46,2	47,4	47,5	51,7	48,2	46,5	45,6	45,4	44,7	47,4	51,4	48,9	43,4	43,2	36,5	40,6
	E8 (3 B)**	Fundo (dB)	48,5	49,4	47,6	42,3	42,3	41,2	47,9	37,4	37,2	35,8	36,7	38,7	33,8	41,8	41,1	35,4	40,1	35,6	33,2	28,8
		Fundo (dBA)	29,4	33,3	34,2	31,4	33,7	34,6	43,1	34,2	35,3	35,0	36,7	39,3	34,8	43,0	42,4	36,6	41,1	36,1	33,2	27,8
		NPS (dB)	58,4	56,6	58,3	58,6	52,9	51,7	52,2	52,3	48,4	46,7	44,7	43,9	43,3	44,1	42,2	45,4	45,1	42,5	37,4	35,5
		NPS (dB(A)	39,3	40,5	44,9	47,7	44,3	45,1	47,4	49,1	46,5	45,9	44,7	44,5	44,3	45,3	43,5	46,6	46,1	43,0	37,4	34,5

** três conjuntos motores e bombas

Tabela A.27– Estação Moisés – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
M O I S E S	P1	Fundo (dB)	44,0	46,8	38,6	41,1	45,6	38,1	36,8	42,9	33,0	33,2	33,8	32,4	30,8	31,6	27,6	29,1	26,3	24,1	23,1	21,9
		Fundo (dBA)	24,9	30,7	25,2	30,2	37,0	31,5	32,0	39,7	31,1	32,4	33,8	33,0	31,8	32,8	28,9	30,3	27,3	24,6	23,1	20,9
		NPS (dB)	59,3	58,1	59,9	64,8	61,8	58,4	65,8	60,1	60,6	73,5	68,1	65,9	65,3	64,1	65,7	63,8	64,7	62,4	61,8	61,9
		NPS (dB(A)	40,2	42,0	46,5	53,9	53,2	51,8	61,0	56,9	58,7	72,7	68,1	66,5	66,3	65,3	67,0	65,0	65,7	62,9	61,8	60,9
	P2	Fundo (dB)	45,9	48,4	40,9	43,0	44,4	41,6	39,2	46,0	36,4	37,4	37,6	36,6	35,1	34,8	30,8	30,6	28,9	25,4	22,7	21,4
		Fundo (dBA)	26,8	32,3	27,5	32,1	35,8	35,0	34,4	42,8	34,5	36,6	37,6	37,2	36,1	36,0	32,1	31,8	29,9	25,9	22,7	20,4
		NPS (dB)	58,4	63,3	64,2	70,1	64,1	62,2	67,8	62,9	63,2	77,9	73,2	69,6	69,0	68,6	68,8	67,9	67,4	65,5	65,5	65,3
		NPS (dB(A)	39,3	47,2	50,8	59,2	55,5	55,6	63,0	59,7	61,3	77,1	73,2	70,2	70,0	69,8	70,1	69,1	68,4	66,0	65,5	64,3
	P3	Fundo (dB)	44,4	42,3	42,0	47,9	54,5	44,4	44,7	50,4	40,9	44,5	44,5	41,2	38,8	40,2	36,6	36,6	33,2	36,6	33,8	28,0
		Fundo (dBA)	25,3	26,2	28,6	37,0	45,9	37,8	39,9	47,2	39,0	43,7	44,5	41,8	39,8	41,4	37,9	37,8	34,2	37,1	33,8	27,0
		NPS (dB)	59,8	62,7	67,0	65,3	70,4	63,0	66,2	65,5	66,4	71,4	68,9	71,4	71,5	72,5	69,2	67,9	68,3	67,4	67,1	67,7
		NPS (dB(A)	40,7	46,6	53,6	54,4	61,8	56,4	61,4	62,3	64,5	70,6	68,9	72,0	72,5	73,7	70,5	69,1	69,3	67,9	67,1	66,7
	P4	Fundo (dB)	45,9	50,1	40,5	43,5	51,2	42,3	42,2	48,5	38,2	39,7	39,5	37,4	37,4	36,9	33,5	33,0	30,6	28,0	25,9	24,7
		Fundo (dBA)	26,8	34,0	27,1	32,6	42,6	35,7	37,4	45,3	36,3	38,9	39,5	38,0	38,4	38,1	34,8	34,2	31,6	28,5	25,9	23,7
		NPS (dB)	57,5	58,5	63,6	62,8	67,0	61,8	66,1	63,5	63,9	72,1	67,8	69,4	69,8	69,1	67,6	64,6	65,4	64,4	65,1	63,5
		NPS (dB(A)	38,4	42,4	50,2	51,9	58,4	55,2	61,3	60,3	62,0	71,3	67,8	70,0	70,8	70,3	68,9	65,8	66,4	64,9	65,1	62,5

Continuação - Tabela A.27– Estação Moisés – Níveis de pressão globais em dB(A) em função da frequência

			Frequência (Hz)																			
Estação	Pontos	NPS	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1630	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000
M O I S E S	E1	Fundo (dB)	48,5	48,5	46,3	42,2	40,7	38,8	44,5	40,0	38,2	38,7	39,0	38,5	35,7	33,9	29,5	27,6	27,8	32,5	28,9	26,2
		Fundo (dBA)	29,4	32,4	32,9	31,3	32,1	32,2	39,7	36,8	36,3	37,9	39,0	39,1	36,7	35,1	30,8	28,8	28,8	33,0	28,9	25,2
		NPS (dB)	52,8	51,4	51,8	47,9	52,7	46,2	45,5	45,0	47,3	52,0	48,1	48,2	45,9	46,0	45,8	45,0	44,3	43,0	43,3	43,5
		NPS (dB(A))	33,7	35,3	38,4	37,0	44,1	39,6	40,7	41,8	45,4	51,2	48,1	48,8	46,9	47,2	47,1	46,2	45,3	43,5	43,3	42,5
	E2	Fundo (dB)	52,9	48,9	47,3	46,4	44,0	43,7	41,1	41,4	41,9	42,5	42,2	41,1	37,6	35,5	34,5	33,4	33,0	31,2	30,9	31,9
		Fundo (dBA)	33,8	32,8	33,9	35,5	35,4	37,1	36,3	38,2	40,0	41,7	42,2	41,7	38,6	36,7	35,8	34,6	34,0	31,7	30,9	30,9
		NPS (dB)	52,9	53,5	53,9	53,6	51,7	49,8	54,0	53,4	53,8	57,6	55,0	54,6	49,4	47,5	43,8	42,3	41,3	39,0	38,9	38,9
		NPS (dB(A))	33,8	37,4	40,5	42,7	43,1	43,2	49,2	50,2	51,9	56,8	55,0	55,2	50,4	48,7	45,1	43,5	42,3	39,5	38,9	37,9
	E3	Fundo (dB)	52,4	49,9	47,5	45,8	43,5	41,5	40,5	39,4	40,7	39,1	40,3	38,2	35,1	33,8	32,5	32,6	33,9	30,7	31,4	30,2
		Fundo (dBA)	33,3	33,8	34,1	34,9	34,9	34,9	35,7	36,2	38,8	38,3	40,3	38,8	36,1	35,0	33,8	33,8	34,9	31,2	31,4	29,2
		NPS (dB)	52,6	49,3	48,7	47,1	45,9	41,5	42,9	42,1	42,1	44,2	43,2	41,2	37,7	36,1	36,0	34,3	34,9	33,7	32,0	38,0
		NPS (dB(A))	33,5	33,2	35,3	36,2	37,3	34,9	38,1	38,9	40,2	43,4	43,2	41,8	38,7	37,3	37,3	35,5	35,9	34,2	32,0	37,0
	E4	Fundo (dB)	49,4	45,7	42,7	42,0	40,4	37,1	32,4	31,9	32,5	33,9	34,6	34,7	33,2	31,5	31,2	30,4	31,5	30,1	31,1	26,5
		Fundo (dBA)	30,3	29,6	29,3	31,1	31,8	30,5	27,6	28,7	30,6	33,1	34,6	35,3	34,2	32,7	32,5	31,6	32,5	30,6	31,1	25,5
		NPS (dB)	50,0	47,9	46,2	46,9	41,8	36,8	34,2	34,9	35,1	38,9	37,4	35,7	33,1	32,0	31,6	32,0	30,7	29,2	33,7	29,9
		NPS (dB(A))	30,9	31,8	32,8	36,0	33,2	30,2	29,4	31,7	33,2	38,1	37,4	36,3	34,1	33,2	32,9	33,2	31,7	29,7	33,7	28,9
	E5	Fundo (dB)	49,2	48,7	46,2	44,6	42,9	37,8	37,2	37,4	38,9	37,0	38,2	38,8	35,1	32,4	27,6	28,8	27,4	24,1	27,5	24,7
		Fundo (dBA)	30,1	32,6	32,8	33,7	34,3	31,2	32,4	34,2	37,0	36,2	38,2	39,4	36,1	33,6	28,9	30,0	28,4	24,6	27,5	23,7
		NPS (dB)	51,2	49,0	49,1	47,3	45,2	41,6	42,9	41,6	40,7	47,9	44,0	46,5	43,0	43,4	43,2	40,9	42,5	40,2	39,1	39,2
		NPS (dB(A))	32,1	32,9	35,7	36,4	36,6	35,0	38,1	38,4	38,8	47,1	44,0	47,1	44,0	44,6	44,5	42,1	43,5	40,7	39,1	38,2