

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA - IPPUC

ECOSSISTEMA CONSULTORIA AMBIENTAL LTDA.

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DA LINHA AZUL
SANTA CÂNDIDA/CIC SUL DO SISTEMA DE METRÔ DE CURITIBA
EIXO NORTE/SUL DA REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE - RIT**

Volume II- Estudo Acústico

**CURITIBA - PR
NOVEMBRO 2010**

IDENTIFICAÇÃO

EMPREENDEDOR

Prefeitura Municipal de Curitiba

Av. Cândido de Abreu, 817 - Centro Cívico

CEP 80.530-908

Curitiba - PR

PREFEITO DE CURITIBA

Luciano Ducci

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA- IPPUC

Rua Bom Jesus, 669 Cabral

Curitiba - PR

PRESIDENTE DO IPPUC

Clever Ubiratan Teixeira de Almeida

GESTOR DE PROJETO

Edemar Meissner

FISCALIZAÇÃO

Assis Francisco Anastácio

Carlos Alberto Barros

INSTITUIÇÃO EXECUTORA

Ecosistema Consultoria Ambiental Ltda.

Rua Dionízio Baglioli, 111
Curitiba – PR
CEP 81.510-540
Fone: (041) 3296-2638
E-mail: ecosistema.bio@terra.com.br

EQUIPE TÉCNICA

Coordenação Geral

Bióloga M.Sc. Gisele Cristina Sessegolo – CRBio 8.060-07/D

Subcoordenador

Geógrafo Luis Fernando Silva da Rocha – CREA 105.590/D

Coordenação Meio Físico

Geólogo M.Sc. Jorge Henrique Jacob – CREA 08.597/D

Consultores do Meio Físico

Geólogo M.Sc. Jorge Henrique Jacob – CREA 08.597/D
Geóloga M.Sc. Flavia Fernanda de Lima – CREA/PR 75.624/D

Consultora do Meio Atmosférico

Química Dra. Leila Martins – CRQ 09100930

Consultor em Arquitetura e Acústica

David Queiroz de Sant’Ana CREA – 82.206/D

Coordenador do Meio Socioeconômico

Economista Esp. Peno Ari Juchem – CORECON 789-7/PR

Consultores do Meio Socioeconômico

Economista Esp. Peno Ari Juchem – CORECON 789-7/PR
Geógrafo Luis Fernando Silva da Rocha – CREA 105.590/D
Arquiteto e Urbanista Dr. Clóvis Ultramarini – CREA 16.551/D
Arquiteta e Urbanista Gisele Tedeschi – CREA 83.305/D
Arquiteto e Urbanista Dr. Fabio Duarte – CREA 88.301/D

Coordenadora do Meio Biótico e Consultora em Flora

Bióloga M.Sc. Gisele Cristina Sessegolo – CRBio 8.060-07/D

Consultora em Mastofauna

Bióloga M.Sc. Munique Maria dos Santos Neto – CRBio 25.308-03/D

Consultor em Avifauna

Biólogo M.Sc. Celso Seger – CRBio 9.806-07

Consultora em Unidades de Conservação

Gestora Ambiental Marília Thiara Rodrigues Basniak

Consultores em Obras Subterrâneas

Engenheiro de Minas Esp. Renato Cesar Reveles Pereira – CREA 8.835/D

Engenheiro de Minas Plínio Camboim – CREA 25.563/D

Consultor em Arqueologia

Arqueólogo Dr. Laércio Loiola Brochier – CREA 72.663/D

Consultora em Legislação

Advogada Dra. Maude Nancy Joslin Motta – OAB/PR 15.375

Consultor em Segurança Pública

Cientista Político M.Sc. Marcelo Bordin

Relatório de Impacto Ambiental

Bióloga M.Sc. Gisele Cristina Sessegolo – CRBio 8.060-07/D

Designer Desireé Sessegolo

Publicitária Liange Rafaela Kirchner

Jornalista Luana Gabriela da Silva

EQUIPE DE APOIO

Cartografia e Geoprocessamento

Geógrafo Luís Fernando Silva da Rocha

Apoio de campo

Geógrafo Esp. Darci P. Zakrzewski

Edição e Editoração

Gestora Ambiental Marília Thiara Rodrigues Basniak

Ana Paula Sessegolo Pimpão

Giselle de Fátima Alves

Luana Gabriela da Silva

ANEXO 3

ESTUDO ACÚSTICO

Responsável Técnico

David Queiroz de Sant'Ana CREA – 82.206/D
Consultor em Arquitetura e Acústica

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis sonoros para ambientes externos em dB(A)	22
Tabela 2. Níveis sonoros máximos permitidos segundo zoneamento	24
Tabela 3. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 1	54
Tabela 4. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 1.....	55
Tabela 5. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 1A.....	58
Tabela 6. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 1A.....	59
Tabela 7. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 2	61
Tabela 8. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 2.....	62
Tabela 9. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 2A	64
Tabela 10. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 2A.....	65
Tabela 11. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 3	67
Tabela 12. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 3.....	68
Tabela 13. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 3A	71
Tabela 14. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 3A.....	71
Tabela 15. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 4	74
Tabela 16. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 4.....	74
Tabela 17. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 4A	77
Tabela 18. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 4A.....	77
Tabela 19. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 5	80
Tabela 20. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 5.....	81
Tabela 21. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 5A	83
Tabela 22. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 5A.....	84
Tabela 23. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 6	86
Tabela 24. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 6.....	87
Tabela 25. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 6A	89
Tabela 26. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 6A.....	90
Tabela 27. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 7	92
Tabela 28. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 7.....	93
Tabela 29. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 7A	95
Tabela 30. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 7A.....	96
Tabela 31. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 8	98
Tabela 32. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 8.....	99
Tabela 33. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 8A	101
Tabela 34. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 8A.....	102
Tabela 35. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 9	104
Tabela 36. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 9.....	105
Tabela 37. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 9A	107
Tabela 38. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 9A.....	108
Tabela 39. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 10	110
Tabela 40. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 10.....	111

Tabela 41. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 10A....	113
Tabela 42. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 10A	114
Tabela 43. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 11.....	116
Tabela 44. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 11	117
Tabela 45. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 11A....	119
Tabela 46. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 11A	120
Tabela 47. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 12.....	122
Tabela 48. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 12	123
Tabela 49. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 12A....	125
Tabela 50. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 12A	126
Tabela 51. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 13.....	128
Tabela 52. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 13	129
Tabela 53. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 13A....	131
Tabela 54. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 13A	132
Tabela 55. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 14.....	134
Tabela 56. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 14	135
Tabela 57. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 14A....	137
Tabela 58. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 14A	138
Tabela 59. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 15.....	140
Tabela 60. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 15	141
Tabela 61. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 15A....	143
Tabela 62. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 15A	144
Tabela 63. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 16.....	146
Tabela 64. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 16	147
Tabela 65. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 16A....	149
Tabela 66. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 16A	150
Tabela 67. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 17.....	152
Tabela 68. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 17	153
Tabela 69. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 17A....	155
Tabela 70. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 17A	156
Tabela 71. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 18.....	158
Tabela 72. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 18	159
Tabela 73. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 18A....	161
Tabela 74. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 18A	162
Tabela 75. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 19.....	164
Tabela 76. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 19	165
Tabela 77. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 19A....	167
Tabela 78. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 19A	168
Tabela 79. Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 20.....	171
Tabela 80. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 20	171
Tabela 81. Nível sonoro equivalente – Ponto 20A.....	174
Tabela 82. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 20A	174

Tabela 83. Nível sonoro equivalente – Ponto 21	176
Tabela 84. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 21	177
Tabela 85. Nível sonoro equivalente – Ponto 21A	179
Tabela 86. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 21A.....	179
Tabela 87. Nível sonoro equivalente – Ponto 22	181
Tabela 88. Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 22.....	182
Tabela 89 Calibração do modelo computacional.....	187
Tabela 90. Nível Sonoro Equivalente Residual – Impacto Ônibus-Expresso e Veículos Pesados	194

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do Ponto 1	26
Figura 2. Localização do Ponto 1A	27
Figura 3. Localização do Ponto 2	27
Figura 4. Localização do Ponto 2A	28
Figura 5. Localização do Ponto 3	28
Figura 6. Localização do Ponto 3A	29
Figura 7. Localização do Ponto 4	29
Figura 8. Localização do Ponto 4A	30
Figura 9. Localização do Ponto 5	30
Figura 10. Localização do Ponto 5A	31
Figura 11. Localização do Ponto 6	31
Figura 12. Localização do Ponto 6A	32
Figura 13. Localização do Ponto 7	32
Figura 14. Localização do Ponto 7A	33
Figura 15. Localização do Ponto 8	33
Figura 16. Localização do Ponto 8A	34
Figura 17. Localização do Ponto 9	34
Figura 18. Localização do Ponto 9A	35
Figura 19. Localização do Ponto 10	35
Figura 20. Localização do Ponto 10A	36
Figura 21. Localização do Ponto 11	36
Figura 22. Localização do Ponto 11A	37
Figura 23. Localização do Ponto 12	37
Figura 24. Localização do Ponto 12A	38
Figura 25. Localização do Ponto 13	38
Figura 26. Localização do Ponto 13A	39
Figura 27. Localização do Ponto 14	39
Figura 28. Localização do Ponto 14A	40
Figura 29. Localização do Ponto 15	40
Figura 30. Localização do Ponto 15A	41
Figura 31. Localização do Ponto 16	41
Figura 32. Localização do Ponto 16A	42
Figura 33. Localização do Ponto 17	42
Figura 34. Localização do Ponto 17A	43
Figura 35. Localização do Ponto 18	43
Figura 36. Localização do Ponto 18A	44
Figura 37. Localização do Ponto 19	44
Figura 38. Localização do Ponto 19A	45
Figura 39. Localização do Ponto 20	45

Figura 40. Localização do Ponto 20A.....	46
Figura 41. Localização do Ponto 21.....	46
Figura 42. Localização do Ponto 21A.....	47
Figura 43. Localização do Ponto 22.....	47
Figura 44. Exemplo das margens diretamente afetadas.....	51
Figura 45. Exemplo das margens de influência direta.....	52
Figura 46. Exemplo das margens de influência indireta.....	53
Figura 47. Curva de energia em função do tempo – Ponto 1.....	54
Figura 48. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	56
Figura 49. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	56
Figura 50. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	57
Figura 51. Curva de energia em função do tempo – Ponto 1A.....	58
Figura 52. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	59
Figura 53. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	60
Figura 54. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	60
Figura 55. Curva de energia em função do tempo – Ponto 2.....	61
Figura 56. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	62
Figura 57. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	63
Figura 58. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	63
Figura 59. Curva de energia em função do tempo – Ponto 2A.....	64
Figura 60. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	65
Figura 61. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	66
Figura 62. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	66
Figura 63. Curva de energia em função do tempo – Ponto 3.....	67
Figura 64. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	68
Figura 65. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	69
Figura 66. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	69

Figura 67. Curva de energia em função do tempo – Ponto 3A	70
Figura 68. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	72
Figura 69. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	72
Figura 70. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	73
Figura 71. Curva de energia em função do tempo – Ponto 4.....	73
Figura 72. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	75
Figura 73. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	75
Figura 74. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	76
Figura 75. Curva de energia em função do tempo – Ponto 4A	76
Figura 76. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	78
Figura 77. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	78
Figura 78. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava	79
Figura 79. Curva de energia em função do tempo – Ponto 5.....	80
Figura 80. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	81
Figura 81. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	82
Figura82. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava	82
Figura 83. Curva de energia em função do tempo – Ponto 5A	83
Figura 84. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	84
Figura 85. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	85
Figura 86. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava	85
Figura 87. Curva de energia em função do tempo – Ponto 6.....	86
Figura 88. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	87
Figura 89. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo.....	88
Figura 90. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava	88
Figura 91. Curva de energia em função do tempo – Ponto 6A	89
Figura 92. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo.....	90

Figura 93. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	91
Figura94. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	91
Figura95. Curva de energia em função do tempo – Ponto 7	92
Figura 96. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	93
Figura 97. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	94
Figura 98. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	94
Figura99. Curva de energia em função do tempo – Ponto 7A	95
Figura 100. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	96
Figura 101. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	97
Figura 102. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	97
Figura 103. Curva de energia em função do tempo – Ponto8	98
Figura 104. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	99
Figura 105. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	99
Figura 106. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	100
Figura 107. Curva de energia em função do tempo – Ponto 8A	101
Figura 108. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	102
Figura 109. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	103
Figura 110. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	103
Figura 111. Curva de energia em função do tempo – Ponto9	104
Figura 112. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	105
Figura 113. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	105
Figura 114. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	106
Figura 115. Curva de energia em função do tempo – Ponto 9A	107
Figura 116. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	108
Figura 117. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	109
Figura 118. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	109
Figura 119. Curva de energia em função do tempo – Ponto 10	110
Figura 120. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	111

Figura 121. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	112
Figura 122. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	112
Figura 123. Curva de energia em função do tempo – Ponto 10A	113
Figura124. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	114
Figura125. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	115
Figura 126. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	115
Figura 127. Curva de energia em função do tempo – Ponto 11	116
Figura 128. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	117
Figura 129. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	118
Figura 130. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	118
Figura 131. Curva de energia em função do tempo – Ponto 11A	119
Figura 132. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	120
Figura 133. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	121
Figura 134. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	121
Figura 135. Curva de energia em função do tempo – Ponto 12	122
Figura 136. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	123
Figura 137. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	124
Figura 138. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	124
Figura 139. Curva de energia em função do tempo – Ponto 12A	125
Figura 140. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	126
Figura 141. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	127
Figura 142. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	127
Figura 143. Curva de energia em função do tempo – Ponto 13	128
Figura 144. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	129
Figura 145. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	130
Figura 146. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	130
Figura 147. Curva de energia em função do tempo – Ponto 13A	131
Figura 148. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	132

Figura 149. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	133
Figura 150. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	133
Figura 151. Curva de energia em função do tempo – Ponto 14	134
Figura 152. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	135
Figura153. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	136
Figura154. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	136
Figura 155. Curva de energia em função do tempo – Ponto 14A.....	137
Figura 156. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	138
Figura 157. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	139
Figura 158. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	139
Figura 159. Curva de energia em função do tempo – Ponto 15	140
Figura 160. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	141
Figura 161. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	142
Figura 162. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	142
Figura 163. Curva de energia em função do tempo – Ponto 15A.....	143
Figura 164. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	144
Figura 165. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	145
Figura 166. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	145
Figura 167. Curva de energia em função do tempo – Ponto 16	146
Figura 168. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	147
Figura 169. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	148
Figura170. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	148
Figura 171. Curva de energia em função do tempo – Ponto 16A.....	149
Figura 172. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	150
Figura 173. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	151
Figura 174. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	151
Figura 175. Curva de energia em função do tempo – Ponto 17	152
Figura 176. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	153

Figura 177. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	154
Figura 178. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	154
Figura 179. Curva de energia em função do tempo – Ponto 17A	155
Figura 180. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	156
Figura 181. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	157
Figura 182. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	157
Figura 183. Curva de energia em função do tempo – Ponto 18	158
Figura 184. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	159
Figura 185. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	160
Figura 186. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	160
Figura 187. Curva de energia em função do tempo – Ponto 18A	161
Figura 188. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	162
Figura 189. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	163
Figura 190. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	163
Figura 191. Curva de energia em função do tempo – Ponto 19	164
Figura 192. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	165
Figura 193. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	166
Figura 194. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	166
Figura 195. Curva de energia em função do tempo – Ponto 19A	167
Figura 196. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	168
Figura 197. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	169
Figura 198. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	169
Figura 199. Curva de energia em função do tempo – Ponto 20	170
Figura 200. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	172
Figura 201. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo	172
Figura 202. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava	173
Figura 203. Curva de energia em função do tempo – Ponto 20A	174
Figura 204. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	175

Figura 205. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	175
Figura 206. Curva de energia em função do tempo – Ponto 21	176
Figura 207. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	177
Figura208. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	178
Figura 209. Curva de energia em função do tempo – Ponto 21A.....	178
Figura 210. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	180
Figura 211. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	180
Figura 212. Curva de energia em função do tempo – Ponto 22	181
Figura 213. Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo	182
Figura 214. Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava.....	183
Figura 215: Mapa sonoro do ponto 9A – Calibração	184
Figura 216: Mapa sonoro do ponto 13A – Calibração.	185
Figura 217: Mapa sonoro do ponto 21 – Calibração.....	186
Figura 218: Predição de impacto sonoro no Ponto 9A – Implantação	188
Figura 219: Predição de impacto sonoro no Ponto 13A – Implantação ...	189
Figura 220: Predição de impacto sonoro no Ponto 21 – Implantação.....	190
Figura 221: Predição de impacto sonoro no Ponto 9A – Operação	191
Figura 222: Predição de impacto sonoro no Ponto 13A – Operação	192
Figura 222: Predição de impacto sonoro no Ponto 21 – Operação	193

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS.....	20
3. LEGISLAÇÃO INCIDENTE	21
3.1 A Resolução CONAMA 01/1990 e a NBR 10.151	21
3.2 A Legislação Municipal	23
3.3 Emissão e Imissão Sonora	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1 Caracterização do sítio de interesse e seleção dos pontos de medição	25
4.2 Descrição dos pontos de medição.....	26
4.3 Medição dos níveis sonoros.....	48
4.3.1 Histórico Temporal dos Níveis Sonoros	49
4.3.2 Níveis sonoros estatísticos – L10 e L90	49
4.3.3 Análise dos níveis sonoros por bandas de frequência	50
4.4 Mapeamento de ruído através de simulação computacional.....	50
5. ÁREAS DE INFLUÊNCIA	51
5.1 Área diretamente afetada (ADA).....	51
5.2 Área de Influência Direta (AID)	52
5.3 Área de Influência Indireta (AII).....	52
6. RESULTADOS.....	53
6.1 Ponto 1	53
6.2 Ponto 1	57
6.3 Ponto 2	61
6.4 Ponto 2	64
6.5 Ponto 3	67
6.6 Ponto 3	70
6.7 Ponto 4	73
6.8 Ponto 4	76
6.9 Ponto 5	79
6.10 Ponto 5	82
6.11 Ponto 6	86
6.12 Ponto 6	89
6.13 Ponto 7	92
6.14 Ponto 8	98
6.15 Ponto 9	106
6.16 Ponto 10	110
6.17 Ponto 10	113
6.18 Ponto 11	116
6.19 Ponto 11	119
6.20 Ponto 12	122
6.21 Ponto 12	125
6.22 Ponto 13	128

6.23	Ponto 13	131
6.24	Ponto 14	134
6.25	Ponto 14	137
6.26	Ponto 15	140
6.27	Ponto 15	143
6.28	Ponto 16	146
6.29	Ponto 16	149
6.30	Ponto 17	152
6.31	Ponto 17	155
6.32	Ponto 18	158
6.33	Ponto 18	161
6.34	Ponto 19	164
6.35	Ponto 19	167
6.36	Ponto 20	170
6.37	Ponto 20	173
6.38	Ponto 21	176
6.39	Ponto 21	178
7.	Níveis Simulados – Noise Maps	183
7.1	Calibração do Modelo	184
7.2	Predição computacional – Implantação	187
7.3	Predição computacional - Operação	190
8.	CONCLUSÕES	193
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	196

ESTUDO ACÚSTICO

1. INTRODUÇÃO

Curitiba é atualmente uma cidade com mais de 1,6 milhões de habitantes e sede de uma das 26 Regiões Metropolitanas do Brasil (IBGE, 2000). Pólo de desenvolvimento industrial além de ser a capital administrativa, Curitiba é a maior cidade do Estado do Paraná. Estas características urbanas propiciam um aumento considerável nas emissões sonoras registradas na cidade.

O agente caracterizador da poluição sonora urbana é denominado de ruído urbano ou ruído ambiental. É considerado um ruído complexo, pois é composto de várias parcelas de ruídos secundários, provenientes de fontes e atividades diversas. Sendo assim, para se gerenciar e controlar este tipo de ruído é necessário intervir em cada parcela que o compõe separadamente.

O ruído urbano tem sido um problema indesejado. Dentre os impactos que afetam diretamente a saúde e também a economia, destacam-se: perda auditiva, prejuízo das atividades produtivas motivadas por licenças-saúde, redução da capacidade de trabalho e de aprendizado além de desvalorização imobiliária.

A Comissão da União Européia para o Meio Ambiente estima que 20% da sua população, cerca de 80 milhões habitantes, esteja exposta a níveis inaceitáveis de ruído e que os prejuízos à saúde provocam um custo entre 0,2% e 2% do PIB dos países membros (CEC, 1996).

A poluição sonora está ligada diretamente ao alto índice de crescimento demográfico da população. O aumento no número de automóveis e aeronaves que trafegam no perímetro urbano, a intensificação das atividades da construção civil e a diversidade de atividades econômicas são conseqüências deste adensamento que vêm contribuindo para elevar os níveis de ruído nas cidades.

Vários pesquisadores têm buscado caracterizar o ruído ambiental e identificar seus efeitos sobre os seres humanos (ZANNIN et. al., 2002; ZANNIN et. al., 2001; MASCHKE, 1999; KAGEYAMA et al.; OSADA et. al., 1997; SAADU et. al., 1996; GARCIA et. al., 1992). Estes trabalhos têm mostrado um crescente relato de incômodo da população urbana em todos os continentes. Nestes trabalhos têm sido apontados os malefícios que a exposição ao ruído urbano acima de 65 dB(A) pode expor os indivíduos, tais como: irritabilidade, aumento da pressão arterial, dor de cabeça, insônia, liberação de hormônios correlacionados ao estresse como adrenalina e cortisol, entre outros.

Além destes riscos, esses trabalhos apontam que o ruído de tráfego e o ruído produzido pela vizinhança são considerados pela população como os principais causadores de incômodo. Em Curitiba um levantamento realizado por Zannin et. al. (2002), em que foram realizadas entrevistas junto à população, demonstrou que 73% dos entrevistados consideraram o ruído de tráfego como principal fonte de incômodo, seguido pelo ruído gerado pelos vizinhos com 38% das respostas.

A iniciativa da cidade de Curitiba de substituir no eixo norte-sul o atual sistema de transporte de massa sobre pneus (ônibus bi-articulado) por um sistema sobre trilhos subterrâneo com a devolução de parte da área da via pública na forma de parque linear e via de tráfego deve considerar o impacto das emissões sonoras produzido pelas modificações no tráfego nas redondezas e pela atividade de construção das estruturas que servirão ao novo modal.

2. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Este trabalho objetiva levantar informações sobre os níveis sonoros gerados pelo fluxo de veículos ao longo do Eixo Norte-Sul do sistema trinário de transporte. Os levantamentos foram realizados no Eixo CIC/SUL – Santa Cândida sobre o traçado proposto para a implantação da Linha Azul do Metrô Curitibano.

Os levantamentos têm como objetivo produzir dados quantitativos e qualitativos sobre os níveis sonoros produzidos pelo fluxo de veículos e operação do atual sistema de transporte baseado em ônibus do tipo bi-articulado. A coleta de dados permite identificar a contribuição acústica da operação do sistema de transporte público de grandes ônibus na composição dos níveis sonoros equivalentes globais.

Este esforço de identificação das componentes do ruído urbano vem de encontro às obrigações do setor público em garantir a preservação do meio ambiente e do bem-estar da população. Além disso, o conhecimento das características acústicas das diferentes zonas urbanas se justifica pela necessidade de planejamento e gestão ambiental que promovam o desenvolvimento de soluções eficientes de transporte com redução e o controle da poluição sonora.

Os níveis sonoros medidos deverão ser confrontados com valores de referência estabelecidos pela norma brasileira NBR 10.151, referendados pela legislação federal e municipal e sua conformidade com os padrões deverá ser discutida.

O conhecimento dos níveis gerados no eixo de transporte de massa auxiliará ainda na determinação dos níveis sonoros produzidos no sistema trinário quando do desvio de tráfego realizado em função da realização de obras de reforma,

ampliação e construção de novas estruturas como a proposta para a implantação da Linha Azul Santa Cândida – CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba.

3. LEGISLAÇÃO INCIDENTE

O direito a um meio ambiente sadio e adequado ao desenvolvimento dos indivíduos foi consagrado constitucionalmente em nosso país com a promulgação da Constituição Federal de 1988. Os princípios legais que compõem o artigo 225 impõem ao poder público e à coletividade o dever de defender e preservar o meio ambiente para as gerações futuras.

A Carta Magna, contudo não diz como fazê-lo. As questões ambientais envolvem conhecimentos técnicos muitas vezes, bastante complexos, que subtrairiam muita energia do legislativo federal. Em muitos países cabe ao Congresso Nacional legislar sobre questões ambientais. Não é que o Congresso Nacional não o faça. Como bem ressalta Paulo Nogueira Neto (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2008, p. 11), “o Congresso Nacional criou o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, com a missão principal de regular o bom uso dos recursos naturais”. Cabe então ao Conselho o estabelecimento de normas e critérios técnicos que permitam a correta aplicação dos preceitos legais.

Às unidades federativas, Estados e Municípios é dado o direito de elaborar sua própria regulação desde que nunca de forma menos rigorosa que a União. Em relação à poluição sonora em comunidades, o Município de Curitiba possui legislação própria. A legislação federal e municipal incidente sobre os limites aceitáveis para as imissões sonoras (som recebido em uma determinada posição) são apresentadas na lista abaixo e comentadas nas subseções seguintes.

- Resolução CONAMA nº 1, de 8 de março de 1990 (CONAMA, 2008, p. 324);
- Norma Brasileira NBR 10151 Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – junho de 2000 (Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, 2000);
- Lei Municipal nº 10.625, de 19 de dezembro de 2002 (Prefeitura Municipal de Curitiba).

3.1 A Resolução CONAMA 01/1990 e a NBR 10.151

A Resolução nº 01, de 08 de março de 1990, é a primeira resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente que se ocupa dos padrões de ruídos produzidos por atividades humanas nas cidades. Nesta resolução quaisquer atividades, sejam elas, industriais, de comércio, sociais ou recreativas e de propaganda política, devem ter

seus padrões de emissão sonora compatíveis com os níveis sonoros considerados aceitáveis pela Norma Brasileira NBR 10.151.

A NBR 10.151 teve sua primeira publicação em 1987 com posterior revisão publicada em junho de 2000 (ABNT, 2000). Essa norma estabelece níveis sonoros máximos permissíveis visando o conforto da comunidade em função do tipo de uso e ocupação do solo conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis sonoros para ambientes externos em dB(A)

Uso predominante do solo	Nível Sonoro Diurno	Nível Sonoro Noturno
Sítios ou fazendas	40	35
Estritamente residencial, hospitais e escolas	50	45
Mista, predominantemente residencial	55	50
Mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Mista, com vocação recreacional	65	55
Predominantemente industrial	70	60

Adaptado da NBR 10.151. Fonte: ABNT.

Os níveis descritos nessa norma são denominados Níveis de Critério de Avaliação e são definidos para dois períodos, a saber:

- Diurno 07:01h às 22:00h e
- Noturno das 22:01h às 07:00h.

Para ambientes internos, os níveis de critério são estabelecidos a partir dos valores apresentados na tabela acima reduzidos em 10 dB(A) e 15dB(A) respectivamente para as condições de janelas abertas e fechadas respectivamente.

Há ainda um aspecto bastante relevante do ruído em comunidades proposto por esta norma que deve ser ressaltado. A NBR 10.151 emprega o conceito de Nível Sonoro Corrigido (L_c). O nível corrigido depende de características especiais do ruído avaliado. A correção consiste na aplicação de uma penalidade ou da adição de 5dB(A) ao nível equivalente medido. As características especiais em questão são de dois tipos, ruídos com caráter impulsivo e ruídos com componentes tonais. Suas definições são transcritas a seguir.

Ruído com caráter impulsivo: ruído que contém impulsos que são picos de energia acústica com duração menor do que 1 s e que se repetem em intervalos maiores do que 1 s (por exemplo, martelagens, bate-estacas, tiros e explosões). Ruídos com componentes tonais: ruídos que contêm tons puros como apitos ou zumbidos.

O método de avaliação do ruído consiste na comparação entre o Nível Sonoro Corrigido (L_c) e o Nível de Critério de Avaliação (NCA). A definição para ruído com componentes tonais fornecida pela NBR 10151, no entanto, não permite uma caracterização objetiva de ruído com componentes tonais. Neste trabalho o ruído tonal, quando presente, será caracterizado conforme definição da norma internacional ISO 1996-2 transcrita a seguir.

Componentes proeminentemente tonais podem ser detectadas em medições de espectro frequência em 1/3 de oitava quando uma banda exceder em 5 dB ou mais as bandas adjacentes [...] e sua ocorrência for claramente audível... (tradução nossa - ISO 1996-2:1987, p. 4).

3.2 A Legislação Municipal

O Município de Curitiba possui legislação que regulamenta os níveis sonoros máximos permitidos para que se garantam o bem-estar e o sossego público, a Lei nº 10.625, de 19 de dezembro de 2002. Esta lei emprega dois critérios para a definição dos níveis sonoros permitidos. As zonas urbanas e os períodos do dia. Os períodos são descritos abaixo:

- Diurno das 07:01h às 19:00h;
- Vespertino das 19:01h às 22:00h e
- Noturno das 22:01h às 07:00h.

As zonas urbanas consistem em divisões do território em regiões com diferentes ocupações e adensamentos populacionais. As zonas são definidas visando ordenar e compatibilizar o crescimento da cidade e as atividades desenvolvidas com as características ambientais do território. As disposições municipais sobre o zoneamento, o uso e a ocupação do solo são definidas pela Lei nº 9.800, de 03 de janeiro de 2000.

Tendo em mente que as zonas da cidade possuem diferentes limites quanto aos níveis de ruído tolerados, algumas definições da Lei nº 10.625 para casos específicos devem ser observadas. O artigo 2º define a ZONA SENSÍVEL AO RUÍDO OU ZONA DE SILÊNCIO como sendo uma área em torno de hospitais, escolas, bibliotecas públicas, hotéis, postos de saúde e similares, com raio de 200 m.

Em função da natureza das atividades exercidas nas ZONAS DE SILÊNCIO, os níveis sonoros permitidos serão de 55 dB(A), 50 dB(A) e 45 dB(A) respectivamente para os períodos Diurno, Vespertino e Noturno.

Os níveis sonoros máximos permitidos conforme a zona da cidade de Curitiba descritos no Anexo I da Lei Municipal nº 10.625 são listados na Tabela 2 abaixo:

Tabela 2 - Níveis sonoros máximos permitidos segundo zoneamento

Zonas de uso	Diurno	Vespertino	Noturno
ZR-1, ZR-2, ZR-3, ZR-B, ZR-AV, ZR-M, APA-SARU, APA-SMRU	55 dB (A)	50 dB (A)	45 dB (A)
ZR-OC, ZR-SF, ZR-U, ZR-P, ZT-MF, ZT-NC, ZE-E, ZE-M, Z-CON, SE-CC, SE-PS, SE-OI, APA-ST	60 dB (A)	55 dB (A)	50 dB (A)
ZR-4, ZC, ZT-BR116, ZUM, ZE-D, SE, SH, SE-BR-116, SE-MF, SE-CF, SE-WB, SE-AC, SE-CB, CONEC, SE-PE, SC-SF, SC-UM, SE-NC, SEI, SEHIS, SE-LE, APA-SS Vias prioritárias 1 e 2, Vias setoriais, Vias coletoras 1,2 e 3	65 dB (A)	60 dB (A)	55 dB (A)
ZS-1, ZS-2, ZES, ZI, APA-SUE	70 dB (A)	60 dB (A)	60 dB (A)

Adaptado da Lei Municipal nº 10.625. Fonte: Câmara Municipal de Curitiba.

Observando-se as tabelas 1 e 2 pode-se concluir que os níveis sonoros máximos tolerados para as diferentes zonas de uso e ocupação do solo do Município de Curitiba correspondem aos níveis sonoros preconizados pela Norma Brasileira NBR-10.151.

3.3 Emissão e Imissão Sonora

Dois critérios de avaliação devem ser levados em consideração para uma correta avaliação dos níveis sonoros. Trata-se dos conceitos de emissão e imissão sonora. A emissão sonora designa o som que parte de uma determinada fonte enquanto a imissão sonora designa o som que é recebido em uma determinada posição.

Estes conceitos são fundamentais para a caracterização de um determinado cenário quanto à magnitude da poluição sonora.

Neste trabalho adotou-se como critério de avaliação a imissão sonora, ou seja, o diagnóstico realizado considera os níveis sonoros imitados em função da posição do ponto de medição. Portanto, os diagnósticos limitam-se aos pontos amostrados e os níveis medidos não devem ser extrapolados para maiores áreas ou para o interior de moradias ou qualquer outro tipo de espaço ao longo do sistema viário avaliado.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Os procedimentos adotados para a obtenção dos dados de campo e previsões apresentados neste relatório são descritos conforme as etapas listadas a seguir:

- Caracterização do sítio de interesse e seleção dos pontos de medição;
- Medição dos níveis sonoros;
- Predição dos níveis sonoros emitidos pelo fluxo de veículos do sistema trinário consolidado para calibração do modelo computacional;
- Predição dos níveis sonoros a serem produzidos pela operação de canteiros de obra e desvio de tráfego da via central para as vias laterais (vias rápidas) durante as obras ao longo do eixo norte-sul;
- Predição dos níveis sonoros para a operação da Linha Azul segundo um modelo computacional para três seções típicas do sistema: uma seção de trecho aéreo, uma seção para o trecho *Cut and Cover* e uma para o trecho em túnel profundo;
- Comparação dos níveis sonoros medidos e preditos com os limites propostos pela norma nacional e legislação em vigor.

4.1 Caracterização do sítio de interesse e seleção dos pontos de medição

O traçado da Linha Azul do Metrô de Curitiba atravessa a cidade de seu extremo norte até o sul totalizando um percurso de 22 km. O traçado percorre uma região da cidade de Curitiba cujo zoneamento, uso e ocupação do solo característico é predominantemente SETOR ESTRUTURAL - SE. As outras zonas cruzadas pela previsão do futuro eixo de transporte são listadas abaixo.

- Zona Residencial-2 ZR-2

- Zona Residencial Alto da Glória ZR-AG
- Setor Especial do Centro Cívico SE-CC
- Zona Central ZC
- Setor Especial Linhão do Emprego SE-LE
- Zona de Serviço-2 ZS-2 e
- Zona Industrial ZI

Os pontos de medição foram definidos a partir do norte (Terminal Santa Cândida) em direção ao sul (Pinheirinho - CIC/Sul). O posicionamento dos pontos foi feito a cada 500 m. A localização dos pontos foi definida sobre a carta de arruamento fornecida pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba – IPPUC e auxiliada em campo por um aparelho GPS através de levantamento por navegação, sem correção diferencial (erro entre 5 e 20 metros) e dados amarrados ao datum WGS-84. As coordenadas geográficas, a foto aérea e o zoneamento do solo nos pontos amostrados podem ser observados no item a seguir.

4.2 Descrição dos pontos de medição

O Ponto 1 foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, nas proximidades do Terminal Santa Cândida, próximo ao entroncamento da Av. Paraná com a Av. Mal. Mascarenhas de Moraes (25°22'35.37"S e 49°13'28.83"O) e está em uma Zona Residencial-2 (ZR-2). A localização do Ponto 1 pode ser observada na Figura 1.

Figura 1 - Localização do Ponto 1



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 1A foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, entre as ruas José Antônio Leprevost e Milton Portugal Lobato (25°22'47.89"S e 49°13'40.32"O). No Ponto 1A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 1A pode ser observada na Figura 2.

Figura 2 - Localização do Ponto 1A



Fonte: Google Inc. (2009)

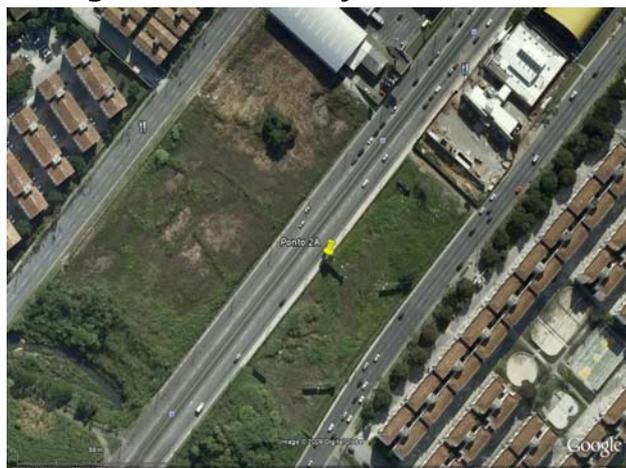
O Ponto 2 foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, entre as ruas Guilherme Ihlenfeldt e Mário Bittencourt (25°22'59.82"S e 49°13'52.44"O). No Ponto 2 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 2 pode ser observada na Figura 3.

Figura 3 - Localização do Ponto 2



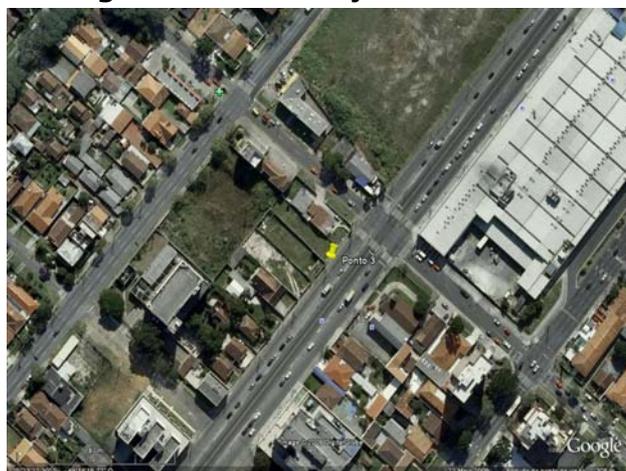
Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 2A foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, nas proximidades da Unidade de Saúde Boa vista 24h (25°23'11.82"S e 49°14'2.28"O). No Ponto 2A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 2A pode ser observada na Figura 4.

Figura 4 - Localização do Ponto 2A

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 3 foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, entre as ruas Antônio Lago e Dep. Atílio de Almeida Barbosa ($25^{\circ}23'24.54''S$ e $49^{\circ}14'15.36''O$). No Ponto 3 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 3 pode ser observada na Figura 5.

Figura 5 - Localização do Ponto 3

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 3A foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, nas proximidades do Terminal da Boa Vista ($25^{\circ}23'35.34''S$ e $49^{\circ}14'25.32''O$). No Ponto 3A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 3A pode ser observada na Figura 6.

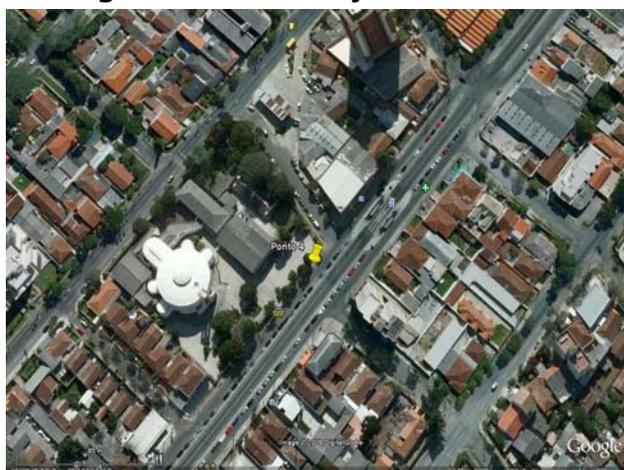
Figura 6 - Localização do Ponto 3A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 4 foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, em frente à Paróquia Santo Antônio. O ponto fica próximo à Rua Abílio Geronasso ($25^{\circ}23'48.48''S$ e $49^{\circ}14'37.44''O$). No Ponto 4 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 4 pode ser observada na Figura 7.

Figura 7 - Localização do Ponto 4



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 4A foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, entre as ruas Estados Unidos e Flávio Dallegrave, próximo à linha do trem ($25^{\circ}24'2.46''S$ e $49^{\circ}14'50.58''O$). No Ponto 4A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 4A pode ser observada na Figura 8.

Figura 8 - Localização do Ponto 4A

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 5 foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, entre as ruas Vereador Garcia Rodrigues Velho e Quintino Bocaiúva ($25^{\circ}24'15.04''S$ e $49^{\circ}15'2.14''O$). No Ponto 5, o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 5 pode ser observada na Figura 9.

Figura 9 - Localização do Ponto 5

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 5A foi posicionado ao longo da Avenida Paraná, entre as ruas São Pedro e Bom Jesus, próximo à Igreja do Bom Jesus do Cabral ($25^{\circ}24'34.02''S$ e $49^{\circ}15'19.56''O$). No Ponto 5A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 5A pode ser observada na Figura 10.

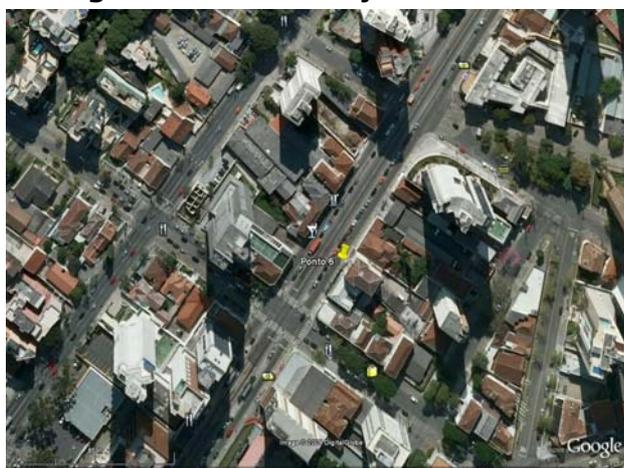
Figura 10 - Localização do Ponto 5A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 6 foi posicionado ao longo da Avenida João Gualberto, entre as ruas Manoel Eufrásio e Moysés Marcondes ($25^{\circ}24'45.36''S$ e $49^{\circ}15'28.98''O$). No Ponto 6 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 6 pode ser observada na Figura 11.

Figura 11 - Localização do Ponto 6



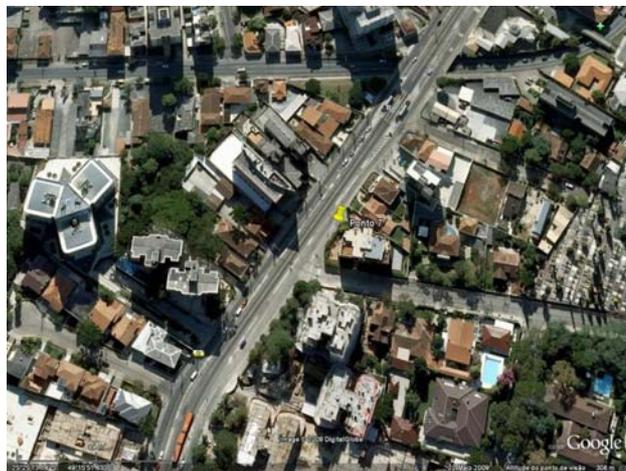
Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 6A foi posicionado ao longo da Avenida João Gualberto, entre as ruas Constantino Marochi e Augusto Severo, ($25^{\circ}24'58.39''S$ e $49^{\circ}15'42.33''O$). No Ponto 6A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 6A pode ser observada na Figura 12.

Figura 12 - Localização do Ponto 6A

Fonte: Google Inc. (2009)

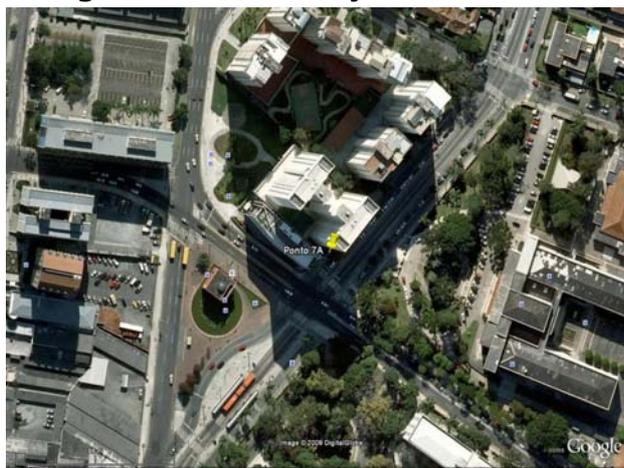
O Ponto 7 foi posicionado ao longo da Avenida João Gualberto, entre a Travessa Luthero e a Rua Maria Clara ($25^{\circ}25'12.08''S$ e $49^{\circ}15'53.93''O$). No Ponto 7 o zoneamento correspondente é Zona Residencial Alto da Glória (ZR-AG) e as quadras no lado oposto da Avenida João Gualberto nesta seção tem zoneamento de Setor Especial Centro Cívico (SE-CC). A localização do Ponto 7 pode ser observada na Figura 13.

Figura 13 - Localização do Ponto 7

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 7A foi posicionado ao longo da Avenida João Gualberto, entre a Rua da Glória e a Rua Luiz Leão, ($25^{\circ}25'23.84''S$ e $49^{\circ}16'4.01''O$). No Ponto 7A o zoneamento correspondente é Setor Especial Centro Cívico (SE-CC). A localização do Ponto 7A pode ser observada na Figura 14.

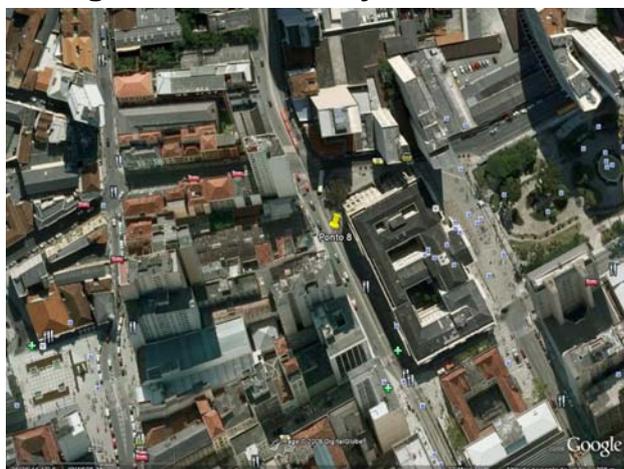
Figura 14 - Localização do Ponto 7A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 8 foi posicionado ao longo da Rua Presidente Faria entre as Alfredo Bufren e XV de Novembro, atrás do Edifício da Universidade Federal do Paraná localizado na praça Santos Andrade, ($25^{\circ}25'44.34''S$ e $49^{\circ}16'5.16''O$). No Ponto 8 o zoneamento correspondente é Zona Central (ZC). A localização do Ponto 8 pode ser observada na Figura 15.

Figura 15 - Localização do Ponto 8



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 8A foi posicionado ao longo da Travessa da Lapa entre as ruas José Loureiro e Pedro Ivo, ($25^{\circ}25'55.80''S$ e $49^{\circ}16'0.85''O$). No Ponto 8A o zoneamento correspondente é Zona Central (ZC). A localização do Ponto 8A pode ser observada na Figura 16.

Figura 16 - Localização do Ponto 8A

Fonte: Google Inc. (2009)

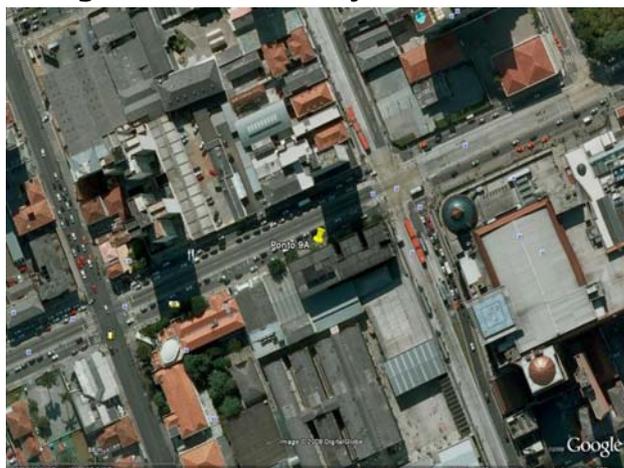
O Ponto 9 foi posicionado ao longo da Travessa da Lapa aproximadamente 60 m antes de seu entroncamento com a Avenida Sete de Setembro, ($25^{\circ}26'10.84''S$ e $49^{\circ}15'54.22''O$). No Ponto 9 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 9 pode ser observada na Figura 17.

Figura 17 - Localização do Ponto 9

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 9A foi posicionado ao longo da Avenida Sete de Setembro entre a Avenida Mal. Floriano Peixoto e a Rua Desembargador Westphalen, em frente a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ($25^{\circ}26'18.95''S$ e $49^{\circ}16'7.75''O$). No Ponto 9A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 9A pode ser observada na Figura 18.

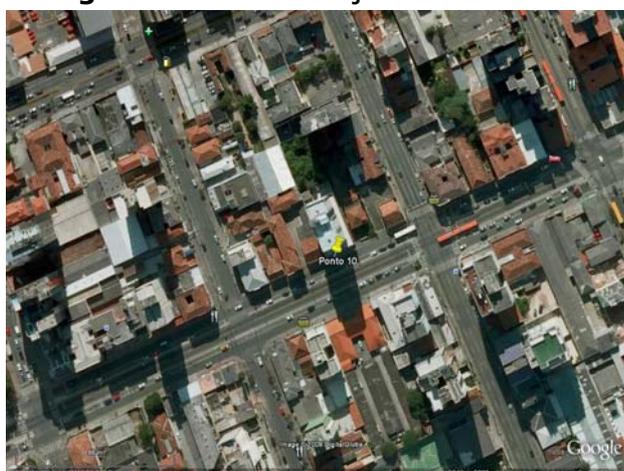
Figura 18 - Localização do Ponto 9A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 10 foi posicionado ao longo da Avenida Sete de Setembro, entre as ruas 24 de maio e Nunes Machado, ($25^{\circ}26'24.52''S$ e $49^{\circ}16'24.76''O$). No Ponto 10 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 10 pode ser observada na Figura 19.

Figura 19 - Localização do Ponto 10



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 10A foi posicionado ao longo da Avenida Sete de Setembro, entre as ruas Desembargador Motta e Buenos Aires, nas proximidades do Shopping Curitiba, ($25^{\circ}26'31.39''S$ e $49^{\circ}16'42.70''O$). No Ponto 10A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 10A pode ser observada na Figura 20.

Figura 20 - Localização do Ponto 10A

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 11 foi posicionado ao longo da Avenida Sete de Setembro, entre a Rua Alf. Ângelo Sampaio e a Travessa João Turin, em frente ao Supermercado Mercadorama, (25°26'37.99"S e 49°16'57.32"O). No Ponto 11 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 11 pode ser observada na Figura 21.

Figura 21 - Localização do Ponto 11

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 11A foi posicionado na Praça do Japão, próximo à pista exclusiva de ônibus, no desvio que conecta a Av. Sete de Setembro à Av. Rep. Argentina, (25°26'45.19"S e 49°17'11.71"O). No Ponto 11A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 11A pode ser observada na Figura 22.

Figura 22 - Localização do Ponto 11A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 12 foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina entre as avenidas Iguazu e Getúlio Vargas, na lateral do Supermercado Pão de Açúcar, ($25^{\circ}27'0.70''S$ e $49^{\circ}17'16.37''O$). No Ponto 12 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 12 pode ser observada na Figura 23.

Figura 23 - Localização do Ponto 12



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 12A foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, entre a Avenida Água Verde e a Rua Eurides Cunha, em frente ao Supermercado Angeloni, ($25^{\circ}27'16.43''S$ e $49^{\circ}17'17.50''O$). No Ponto 12A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 12A pode ser observada na Figura 24.

Figura 24 - Localização do Ponto 12A

Fonte: Google Inc. (2009)

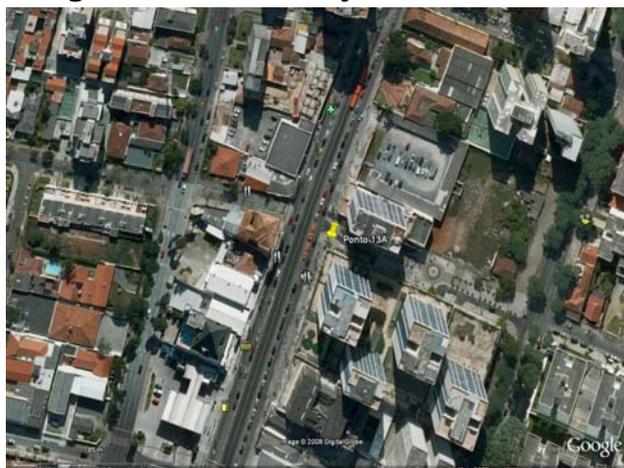
O Ponto 13 foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, entre as ruas Professor Álvaro Jorge e Professor Dario Veloso, em frente ao Supermercado Festival, ($25^{\circ}27'32.59''S$ e $49^{\circ}17'20.71''O$). No Ponto 13 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 13 pode ser observada na Figura 25.

Figura 25 - Localização do Ponto 13

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 13A foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, no entroncamento da Rua Mato Grosso com a Avenida República Argentina, próximo ao Shopping Água Verde, ($25^{\circ}27'47.43''S$ e $49^{\circ}17'25.85''O$). No Ponto 13A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 13A pode ser observada na Figura 26.

Figura 26 - Localização do Ponto 13A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 14 foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, entre as ruas Carmen Maito Stinglin e Silvio Zeny, próximo ao entroncamento da Rep. Argentina com a Rua Morretes, (25°28'1.99"S e 49°17'34.66"O). No Ponto 14 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 14 pode ser observada na Figura 27.

Figura 27 - Localização do Ponto 14



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 14A foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, cerca de 30 m após seu entroncamento com a Rua Eng. Niepce da Silva, em frente a uma agência do Banco Bradesco, (25°28'17.45"S e 49°17'40.35"O). No Ponto 14A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 14A pode ser observada na Figura 28.

Figura 28 - Localização do Ponto 14A

Fonte: Google Inc. (2009)

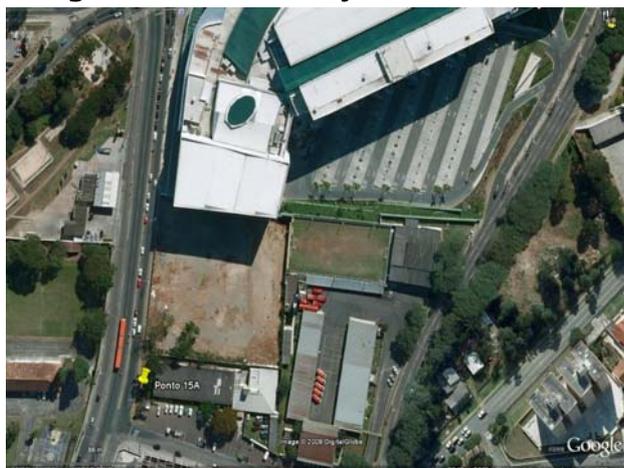
O Ponto 15 foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, entre a Rua Luiz Parigot de Souza e o Terminal do Portão, ($25^{\circ}28'32.37''S$ e $49^{\circ}17'35.03''O$). No Ponto 15 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 15 pode ser observada na Figura 29.

Figura 29 - Localização do Ponto 15

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 15A foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, cerca de 200 m após seu cruzamento com a Avenida Presidente Kennedy, próximo ao Palladium Shopping Center, ($25^{\circ}28'47.02''S$ e $49^{\circ}17'31.62''O$). No Ponto 15A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 15A pode ser observada na Figura 30.

Figura 30 - Localização do Ponto 15A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 16 foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, entre as ruas Salomão Guelmann e Visconde do Cerro Frio, em frente ao Hospital do Trabalhador, (25°29'3.39"S e 49°17'37.63"O). No Ponto 16 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 16 pode ser observada na Figura 31.

Figura 31 - Localização do Ponto 16



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 16A foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, próximo ao seu cruzamento com a Rua Pedro Zagonel, (25°29'20.76"S e 49°17'38.22"O). No Ponto 16A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 16A pode ser observada na Figura 32.

Figura 32 - Localização do Ponto 16A

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 17 foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, entre as ruas Dep. Waldemiro Pedroso e João Bonat, em frente ao pátio de estacionamento da Auto Viação Redentor, (25°29'35.69"S e 49°17'37.95"O). No Ponto 17 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 17 pode ser observada na Figura 33.

Figura 33 - Localização do Ponto 17

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 17A foi posicionado ao longo da Avenida Rep. Argentina, próximo ao seu cruzamento com a Rua Henrique Schula, (25°29'50.40"S e 49°17'44.29"O). No Ponto 17A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 17A pode ser observada na Figura 34.

Figura 34 - Localização do Ponto 17A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 18 foi posicionado ao longo da Avenida Winston Churchill, entre as ruas José Zaleski e Frei Teófilo, ($25^{\circ}30'7.29''S$ e $49^{\circ}17'46.23''O$). No Ponto 18 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 18 pode ser observada na Figura 35.

Figura 35 - Localização do Ponto 18



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 18A foi posicionado ao longo da Avenida Winston Churchill, próximo ao seu cruzamento com a Rua Ernani Guarita Cartaxo, ($25^{\circ}30'23.71''S$ e $49^{\circ}17'45.69''O$). No Ponto 18A o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 18A pode ser observada na Figura 36.

Figura 36 - Localização do Ponto 18A

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 19 foi posicionado ao longo da Avenida Winston Churchill, entre as ruas Cap. Argemiro M. Wanderley e Mal. Rondon, (25°30'38.88"S e 49°17'45.30"O). No Ponto 19 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 19 pode ser observada na Figura 37.

Figura 37 - Localização do Ponto 19

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 19A foi posicionado ao longo da Avenida Winston Churchill, junto ao seu cruzamento com a Rua Leon Nicolas, próximo à Unidade de Saúde do Pinheirinho, (25°30'55.21"S e 49°17'43.57"O). No Ponto 19A o zoneamento é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 19A pode ser observada na Figura 38.

Figura 38 - Localização do Ponto 19A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 20 foi posicionado ao longo da Avenida Winston Churchill, entre as ruas Alberto Kosop e Aref Kudri, ($25^{\circ}31'12.08''S$ e $49^{\circ}17'44.38''O$). No Ponto 20 o zoneamento correspondente é Setor Estrutural (SE). A localização do Ponto 20 pode ser observada na Figura 39.

Figura 39 - Localização do Ponto 20



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 20A foi posicionado ao longo da pista lateral da rodovia Régis Bittencourt, junto ao entroncamento com a Rua Orestes Codega, ($25^{\circ}31'27.09''S$ e $49^{\circ}17'47.81''O$). No Ponto 20A o zoneamento correspondente é Zona de Serviço 2 (ZS-2). A localização do Ponto 20A pode ser observada na Figura 40.

Figura 40 - Localização do Ponto 20A

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 21 foi posicionado ao longo da pista lateral da rodovia Régis Bittencourt, entre as ruas Nita Hubel e Valdeci dos Santos, ($25^{\circ}31'42.05''S$ e $49^{\circ}17'56.61''O$). No Ponto 21 o zoneamento correspondente é Zona Industrial (ZI). A localização do Ponto 21 pode ser observada na Figura 41.

Figura 41 - Localização do Ponto 21

Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 21A foi posicionado ao longo da pista lateral da rodovia Régis Bittencourt, junto ao entroncamento com a Alameda Nossa Senhora do Sagrado Coração, ($25^{\circ}31'57.49''S$ e $49^{\circ}18'2.23''O$). No Ponto 21A o zoneamento correspondente é Zona Industrial (ZI). A localização do Ponto 21A pode ser observada na Figura 42.

Figura 42 - Localização do Ponto 21A



Fonte: Google Inc. (2009)

O Ponto 22 foi posicionado ao longo da pista lateral da rodovia Régis Bittencourt, aproximadamente 200 m após seu entroncamento com a Rua João Chede, (25°32'11.56"S e 49°18'5.95"O). No Ponto 22 o zoneamento correspondente é Zona Industrial (ZI). A localização do Ponto 22 pode ser observada na Figura 43.

Figura 43 - Localização do Ponto 22



Fonte: Google Inc. (2009)

4.3 Medição dos níveis sonoros

Com o objetivo de garantir que os levantamentos de campo produzam informações em conformidade com as exigências da NBR 10.151, os procedimentos de medição e os dados dos instrumentos utilizados e as referências sobre a última calibração realizada em laboratório acreditado pelo Inmetro foram aqui descritos.

Para as medições dos níveis sonoros foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Um Calibrador de Nível Sonoro **Tipo 1** da marca **01 dB**, modelo **CAL-21** cujo número de série é 35183008 (fabricação em 2008). O certificado da última calibração data de 13 de abril de 2009, sob o número 25.551, tendo sido emitido pelo CHROMPACK INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS LTDA., laboratório de calibração acreditado pela Cegcre/Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número 256.
- Um Medidor de Nível Sonoro **Tipo 1** da marca **01 dB**, modelo **Solo** cujo número de série é 61379 (fabricação em 2008). Cujo certificado da última calibração data de 13 de abril de 2009, sob o número 25.552, tendo sido emitido pelo CHROMPACK INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS LTDA., laboratório de calibração acreditado pela Cegcre/Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número 256.
- Um Microfone **Tipo "free field"** da marca **GRAS**, modelo **MCE 212** cujo número de série é 92.430. Cujo certificado da última calibração data de 13 de abril de 2009, sob o número 25.552, tendo sido emitido pelo CHROMPACK INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS LTDA., laboratório de calibração acreditado pela Cegcre/Inmetro de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025 sob o número 256.
- Um aparelho com recepção de GPS da marca **HTC**, modelo **P3301** cujo número de série é HT825FX01964, homologado pela Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL, sob o número 1930-07-1663. A localização dos pontos foi realizada através de levantamento por navegação, sem correção diferencial (erro entre 5 e 20 metros) e dados amarrados ao datum WGS-84 de posicionamento global.

O medidor foi instalado sobre um tripé a uma distância de 1,5 m de altura do solo. As medições tiveram uma duração de 5 minutos. Este tempo de amostragem foi definido após a observação da repetição do evento de interesse, notadamente o fluxo dos grandes ônibus. Procedimentos semelhantes podem ser encontrados nos trabalhos de pesquisadores internacionais (CHO et. al., 2007; LEE et. al. 2008; TSAI et. al., 2009; KING; RICE, 2009).

Dentre os parâmetros investigados destacam-se o registro do nível equivalente de pressão sonora global no intervalo de medição e os níveis equivalentes parciais, isto é, aqueles produzidos por fontes sonoras específicas.

Neste trabalho três foram as fontes sonoras específicas, a saber:

- A passagem dos ônibus expresso tipo bi-articulados;
- A passagem de veículos pesados (acima de 2.800 Kg de peso total bruto) e
- O registro de eventos extraordinários (sirenes, motocicletas com alterações do sistema de exaustão de gases do motor e sobrevôo de aeronaves).

Além do registro do nível equivalente de pressão sonora foi realizada de forma simultânea a aquisição de dados sobre a frequência em bandas de 1/3 de oitava, além dos níveis sonoros estatísticos L_{10} e L_{90} , das flutuações de pressão sonora instantânea e dos níveis máximos e mínimos em cada ponto de amostragem. Os parâmetros acústicos empregados neste trabalho para a descrição e caracterização do ruído ambiental são brevemente descritos abaixo.

4.3.1 Histórico Temporal dos Níveis Sonoros e Nível Equivalente de Pressão Sonora, Leq.

Esta medição fornece os níveis sonoros instantâneos em função do tempo, a flutuação dos níveis é registrada em intervalos de 1 segundo. Este tipo de registro é indispensável para a caracterização de ruídos de impacto e para a identificação de diferentes fontes.

O nível equivalente de pressão sonora (L_{eq}) por sua vez é uma ponderação temporal, isto é, uma média dos níveis sonoros no tempo. Os níveis de pressão sonora variam ao longo do tempo influenciando nossa percepção de ruído. Como os níveis não são constantes, é conveniente obter um número único que represente o efeito temporal das variações. O nível equivalente de pressão sonora ponderado em A (L_{Aeq} ou $L_{eq(A)}$) é um nível constante que equivale energeticamente aos níveis variáveis de pressão distribuídos ao longo do tempo e reproduz satisfatoriamente a percepção humana.

4.3.2 Níveis sonoros estatísticos – L10 e L90

São níveis de pressão sonora que são ultrapassados durante uma determinada fração do tempo total de medição. Os níveis estatísticos de maior interesse para estudos de ruído de tráfego são L_{10} e L_{90} , que são os níveis excedidos durante, respectivamente, 10% e 90% do tempo de medição.

O nível estatístico L_{90} é comumente aceito como o indicador do ruído residual (ruído ambiente) enquanto o L_{10} é utilizado para descrever o nível dos eventos sonoros mais significativos.

A utilização de níveis estatísticos para o monitoramento ambiental permite a redução no tempo gasto com monitoramentos de longos intervalos de tempo. Através da análise de amostras (pequenos intervalos) representativas do perfil sonoro de uma dada área pode-se definir com menos incertezas as características da paisagem sonora de uma determinada área.

4.3.3 Análise dos níveis sonoros por bandas de frequência de 1/3 de oitava

A análise de frequência em bandas de 1/3 de oitava figura entre as boas práticas para a descrição de ruídos com componentes tonais. A investigação de ruídos tonais (máquinas de ventilação, compressores de ar, serras circulares, grupos geradores) é necessária para o diagnóstico da poluição sonora. Regulamentações internacionais recomendam a análise dos níveis sonoros divididos em bandas de terço de oitava.

4.4 Mapeamento de ruído através de simulação computacional

Os mapas de ruído, também conhecidos como cartas acústicas são ferramentas auxiliares do gerenciamento e controle de ruído em cidades. Os mapas são comumente produzidos a partir de bases cadastrais disponibilizadas pela administração da cidade. Estes dados disponibilizados em formatos de intercâmbio de desenhos (DXF) ou de banco de dados georreferenciados (SHP) são empregados nos programas de simulação acústica para a definição geométrica do meio físico.

Sobre esta base são distribuídas as fontes e os pontos de recepção e calculados os níveis sonoros. Programas de controle de ruído vêm empregando mapeamentos de ruído em diversos países da União Européia. Com a edição da Diretiva EU END 2002/49/EC os Estados Membros foram obrigados a apresentar até 30/06/2007 os mapas estratégicos de ruído para as seguintes situações: 1) Aglomerações populacionais com número maior a 250000 habitantes, 2) Principais Vias de Tráfego, 3) Principais Ferrovias, 4) Principais Aeroportos.

Para o cálculo e geração dos mapas de ruído deste relatório foram utilizados os modelos de predição da norma internacional ISO 9613 para fontes diversas e da norma alemã RLS 90 (DER BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR, 1990) para a predição de níveis sonoros da malha viária.

Os mapas foram gerados com o auxílio do software CADNA-A versão 4.0 para Windows (DATAKUSTIK, 2010). Para a calibração do modelo, utilizou-se como referência as recomendações do Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) da Agência de Proteção Ambiental da União Européia, para o qual, a incerteza esperada é de 4,6 dB(A) entre os valores medidos e simulados.

Neste trabalho especificamente, diferenças maiores que 3 dB(A) foram rejeitadas. Uma vez calibrado para a situação atualmente consolidada, o modelo foi utilizado para calcular projeções dos níveis de ruído para os cenários futuros de construção e operação da Linha Azul (Santa Cândida – CIC Sul) do Sistema de Metrô de Curitiba.

5. ÁREAS DE INFLUÊNCIA

Os resultados obtidos nos levantamentos de campo e simulação computacional serão apresentados conforme as áreas de influência definidas a seguir.

As áreas de influência podem ser entendidas como compartimentos espaciais sujeitos a modificações transitórias ou permanentes de suas características ambientais. Neste trabalho, foram definidas três áreas de influência sujeitas ao impacto de emissões sonoras produzidas pelo sistema trinário de tráfego: Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (AII).

5.1 Área diretamente afetada (ADA)

A Área Diretamente Afetada (ADA) corresponde à faixa de lotes marginais ao eixo central do sistema trinário, ocupados ou não, que distem cerca de 50 m do centro da via exclusiva de circulação de ônibus. As medições de campo foram executadas nesta área. A ADA pode ser observada na Figura 44.

Figura 44 - Exemplo das margens diretamente afetadas



Fonte: Google Inc. (2009)

5.2 Área de Influência Direta (AID)

A Área de Influência Direta (AID) corresponde à quadra (aproximadamente 100 m) marginal ao eixo central do sistema trinário. Esta área recebe também influência das emissões sonoras provindas das vias laterais do trinário conhecidas como vias rápidas. A AID é descrita na Figura 45. Esta área caracteriza-se como de influência direta uma vez que é a opção de desvio de tráfego natural para o fluxo da via central em caso de obras civis que impeçam o fluxo de veículos automotores.

Figura 45 - Exemplo das margens de influência direta



Fonte: Google Inc. (2009)

5.3 Área de Influência Indireta (AII)

A Área de Influência Indireta (AII) corresponde às quadras marginais às vias laterais do sistema trinário. Esta área pode, embora a demanda seja pequena, ter seu fluxo de veículos alterado por desvios de tráfego decorrentes das interdições de pista necessárias à execução das obras na via central. Ver Figura 46.

Figura 46 - Exemplo das margens de influência indireta

Fonte: Google Inc. (2009)

6. RESULTADOS

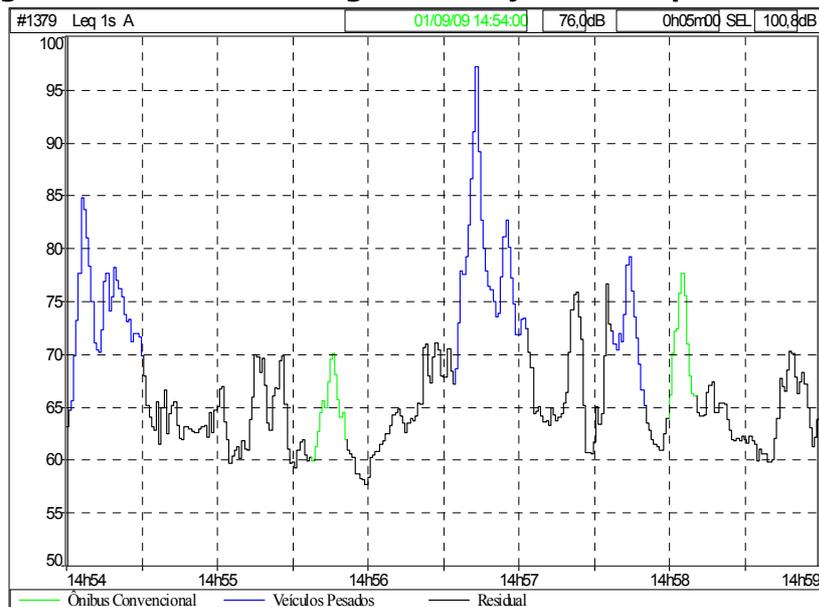
Nesta seção são apresentados os dados referentes às medições acústicas obtidas através de levantamentos "in situ" no eixo central do trinário norte-sul de transporte conforme os pontos indicados anteriormente. A análise mantém o foco sobre a ADA.

Esta abordagem, característica de levantamentos acústicos em meio urbano, é justificada pelo fato de as demais áreas sofrerem interferência das imissões sonoras das vias paralelas ao eixo estudado. O diagnóstico do eixo central permitirá a calibração de modelos computacionais para a avaliação das demais áreas de influência.

6.1 Ponto 1

O Ponto 1 apresenta uma particularidade em relação a grande maioria dos pontos amostrados. Trata-se da não identificação de fluxo de ônibus expressos (bi-articulados). Isto se explica pelo posicionamento deste ponto ao norte do Terminal Santa Cândida como se observa Figura 1.

Neste ponto os eventos sonoros mais significativos foram as passagens de veículos pesados, muito comuns em virtude da rota para o Município de Colombo via Rodovia da Uva. As flutuações de pressão sonora podem ser observadas na curva de energia em função do tempo na Figura 47 a seguir.

Figura 47. Curva de energia em função do tempo – Ponto 1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na figura acima (marcação azul) que o fluxo de veículos pesados é responsável pelos maiores níveis de pressão sonora medidos. O valor máximo registrado durante o intervalo de medição foi de 97,1 dB(A). Os níveis sonoros de cada fonte – conforme codificação da Figura 47 – são descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 1

Arquivo: P001.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 14:54:00 Fim: 14:59:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm ss
Ônibus Convencional	70,2	59,9	77,6	00:00:25
Veículos Pesados	81,9	65,1	97,1	00:01:11
Fontes listadas juntas	80,7	59,9	97,1	00:01:36
Residual	66,1	57,7	76,6	00:03:24
Global	76,0	57,7	97,1	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Tabela 3, pode-se observar que o nível equivalente global é de 76,0 dB(A), valor que ultrapassa em 21 decibels o valor máximo permitido para as áreas de uso misto, predominantemente residenciais conforme NBR-10151. Na hipótese de proibição ou desvio de fluxo de veículos pesados (ônibus e caminhões) o nível sonoro equivalente doravante denominado nível residual seria de 66,1 dB(A). Este nível

ainda assim estaria acima dos 55 dB(A) recomendados para o zoneamento no ponto de medição.

Deste ponto em diante, conforme a seção 3 referente à legislação incidente, o enquadramento dos níveis sonoros medidos em relação aos limites permitidos poderá fazer menção à Lei Municipal 10.625 à norma brasileira NBR-10151 ou à resolução CONAMA 01/1990 uma vez que, nestes três documentos os referenciais técnicos quanto aos limites tolerados são equivalentes quanto às características predominantes para o uso e ocupação do solo.

Uma vez que o nível sonoro varia ao longo tempo é necessária a análise estatística dos níveis sonoros amostrados. Esta análise permite caracterizar o perfil sonoro do entorno amostrado extrapolando-se as características da amostra.

Dois níveis estatísticos foram avaliados L_{10} e L_{90} para o período diurno (das 07:01h às 19:00h). Estes níveis são comumente associados ao nível sonoro ambiente e aos eventos mais ruidosos quando se avalia ruído de tráfego. Os resultados podem ser vistos na Tabela 4, que se observa que em 90% do tempo (L_{90}) o nível sonoro equivalente esteve acima de 60,7 dB(A).

Tabela 4 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 1

Arquivo: P001.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 14:54:00 Fim: 14:59:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	76,3	60,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

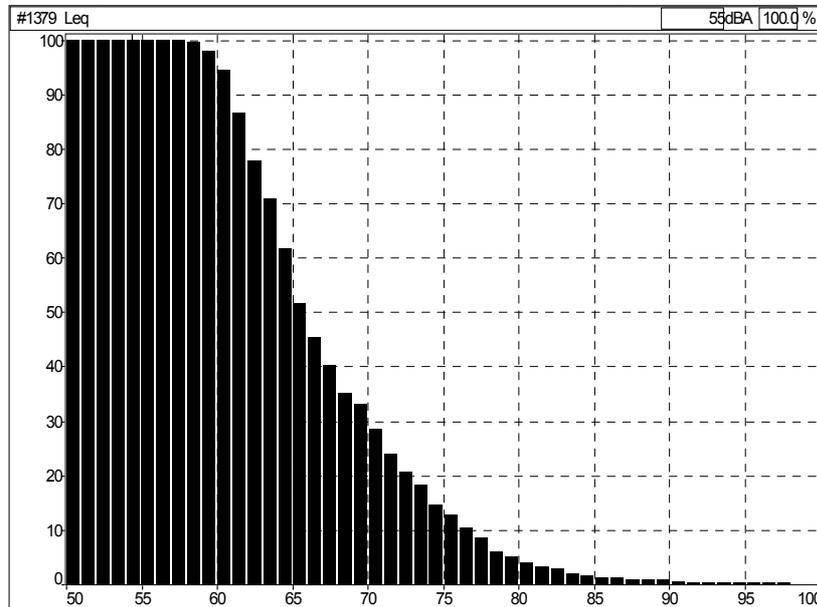
Outra forma de extrapolação da amostra pode ser facilmente observada através da curva de distribuição cumulativa dos níveis sonoros. Este gráfico permite a visualização rápida de níveis estatísticos definidos conforme critério de interesse.

Neste trabalho a distribuição cumulativa estabeleceu como nível estatístico, o nível máximo permitido para o período diurno conforme zoneamento incidente no ponto de medição. Desta forma, é possível quantificar que fração de tempo excedeu o nível máximo de controle.

A Figura 48 mostra que no Ponto 1, o nível sonoro equivalente global excedeu 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado. Da mesma forma, quando se avaliou os

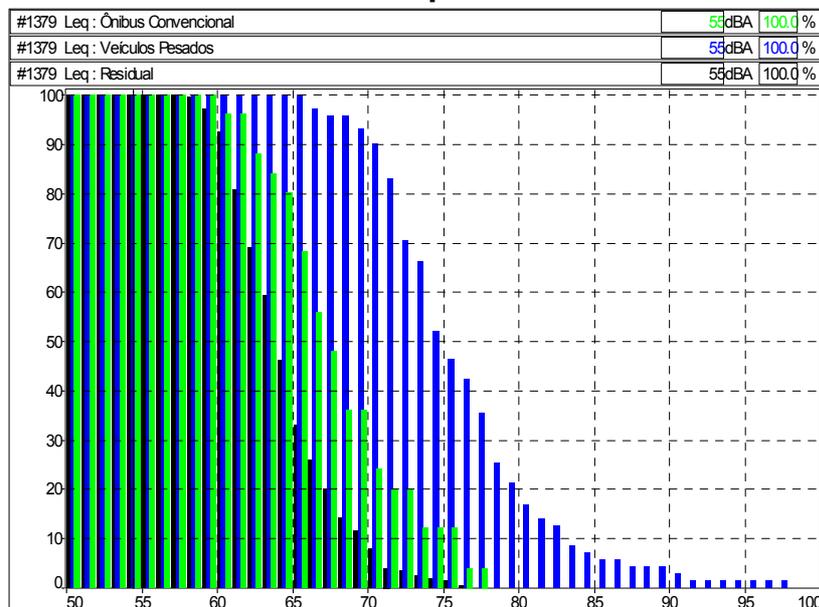
níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 55 dB(A) propostos como limite de imissão para a ZR-2, em 100% do tempo amostrado (Figura 49).

Figura 48 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

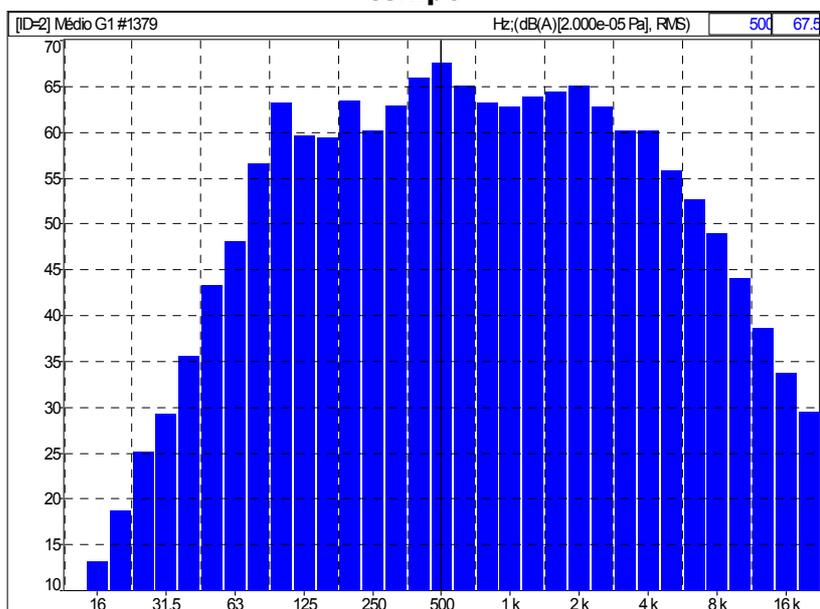
Figura 49 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis (Figura 50).

Figura 50 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

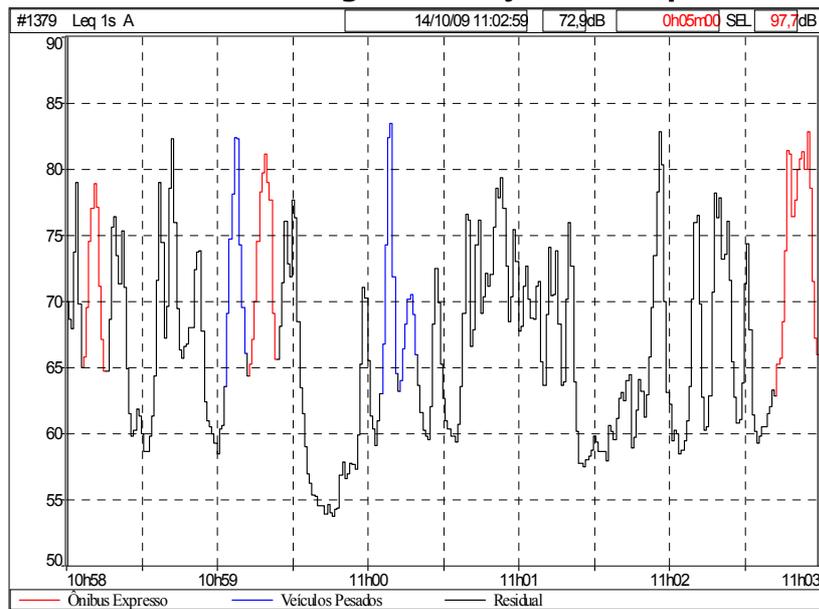


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.2 Ponto 1

O Ponto 1A está localizado no Setor Estrutural, zoneamento típico da via central do sistema trinário. Neste zoneamento encontra-se a maior quantidade de pontos da Av. Paraná e Av. João Gualberto. Nesta zona o limite máximo de imissão sonora no período diurno é de 65 dB(A).

No Ponto 1A os eventos sonoros mais significativos foram as passagens de veículos pesados (ônibus convencional e caminhões) e dos ônibus expresso. As flutuações de pressão sonora podem ser observadas na curva de energia em função do tempo na Figura 51.

Figura 51 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 1A

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A figura acima mostra que o fluxo de veículos, independentemente de sua categoria, gera níveis de pressão sonora de magnitude semelhante. O valor máximo registrado durante o intervalo de medição foi de 83,4 dB(A). Os níveis sonoros de cada fonte são descritos na Tabela 5, a seguir.

Tabela 5 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 1A

Arquivo: P001A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 10:58:00 Fim: 11:03:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	77,0	64,7	82,8	00:00:37
Veículos Pesados	76,7	64,0	83,4	00:00:21
Fontes listadas juntas	76,9	64,0	83,4	00:00:58
Residual	70,9	53,7	82,8	00:04:02
Global	72,9	53,7	83,4	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na Tabela 5 que no ponto de medição o nível equivalente global foi igual a 72,9 dB(A), o nível sonoro equivalente dos veículos pesados e do ônibus expresso tomados conjuntamente foi de 76,9 dB(A).

Na possível ausência desses veículos na composição do tráfego após a operacionalização de um metrô subterrâneo ou desvio de seu tráfego desta via, o nível residual seria de 70,9 dB(A) a se manter o fluxo de veículos leves atual.

Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassa o limite determinado para o Setor Estrutural em 8 dB(A).

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 6. Observou-se neste ponto que o nível de ruído ambiente (L_{90}) esteve acima de 58,5 dB(A).

Tabela 6 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 1A

Arquivo: P001A.CMG				
Data: 14/10/09	Início: 10:58:00 Fim: 11:03:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	77,7	58,5

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 1A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 52 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 58,5% do tempo amostrado.

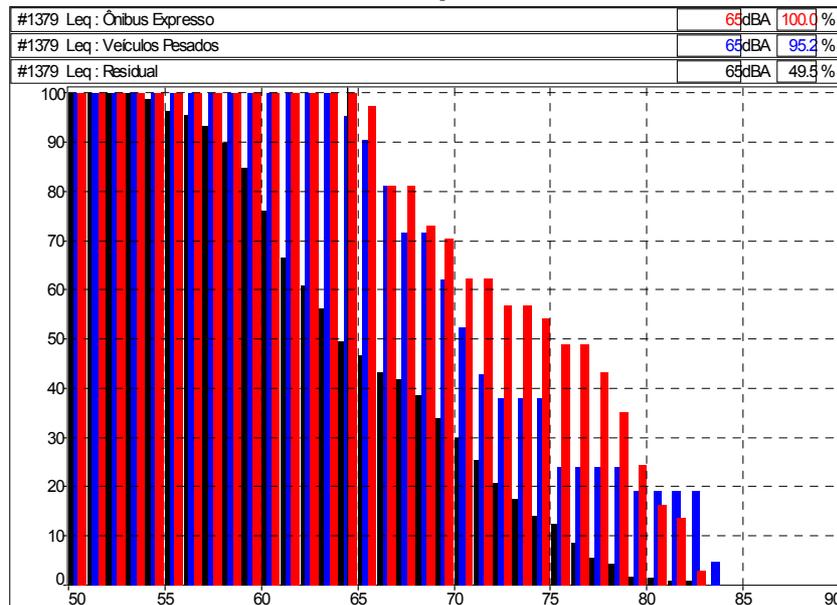
Figura 52 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A avaliação dos níveis específicos demonstrou que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A) propostos como limite de emissão para a zona, em 49,5% do tempo amostrado (Figura 53).

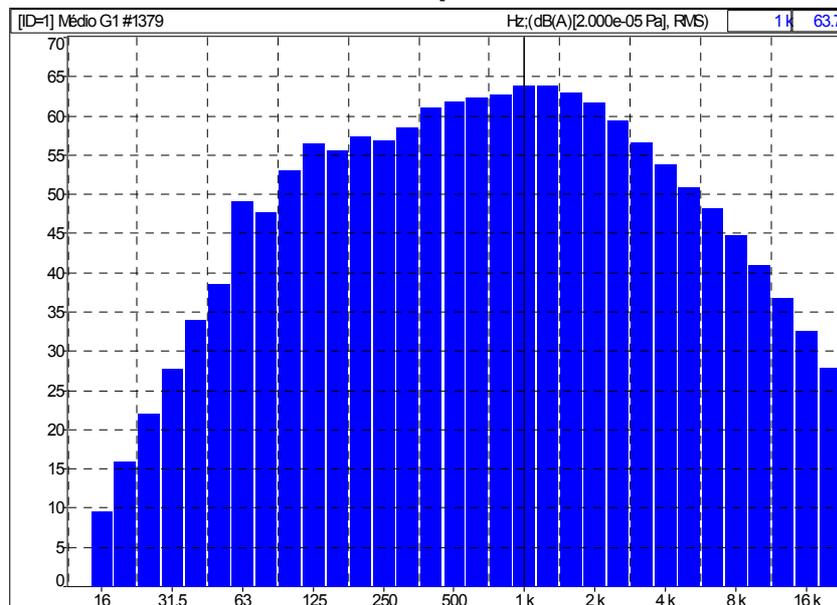
Figura 53 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 54, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 54 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

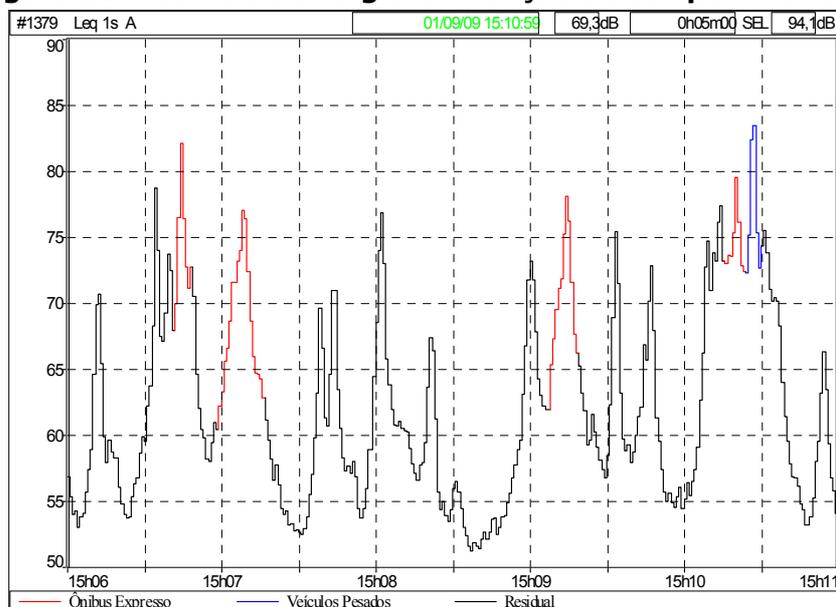


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.3 Ponto 2

Os resultados obtidos no Ponto 2 para as flutuações de pressão sonora conforme curva de energia em função do tempo são descritos na Figura 55.

Figura 55 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 2



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na figura anterior que o fluxo de ônibus expressos produz níveis sonoros semelhantes aos gerados pela passagem de veículos leves (observar gráfico próximo às 15h08 e 15h09). As diferenças entre as emissões geradas na passagem do ônibus expresso podem ser atribuídas à inclinação da pista no local da medição. A aceleração do veículo na subida produz níveis maiores, que os observados na descida. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 7 abaixo.

Tabela 7 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 2

Arquivo: P002.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:06:00 Fim: 15:11:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,6	62,2	82,1	00:00:44
Veículos Pesados	78,7	72,3	83,4	00:00:07
Fontes listadas juntas	74,8	62,2	83,4	00:00:51
Residual	66,1	51,2	78,7	00:04:09
Global	69,3	51,2	83,4	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível sonoro equivalente global foi de 69,3 dB(A), o nível sonoro equivalente dos veículos pesados e do ônibus expresso tomados conjuntamente foi de 74,8 dB(A). Isolando essas fontes, o nível residual é de 66,1 dB(A). Considerando o nível diurno máximo estabelecido pela Lei Municipal 10.625 [65 dB(A)], o nível sonoro equivalente global medido ultrapassa o limite determinado para o Setor Estrutural em 4,3 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 2

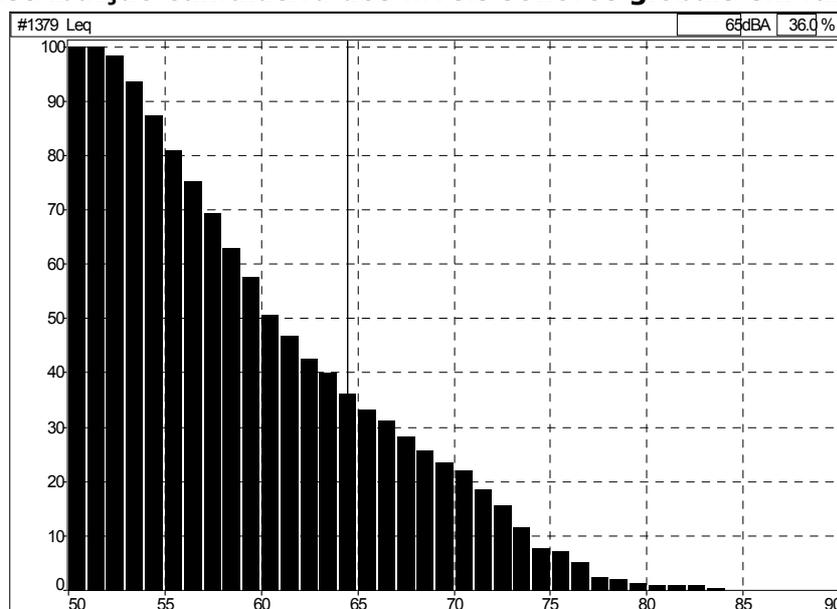
Arquivo: P002.CMG				
Data: 01/09/09	Início: 15:06:00 Fim: 15:11:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	73,5	53,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 2, embora o nível equivalente exceda o limite legislado, o nível estatístico L₉₀ = 53,7 dB(A), considerado como ruído ambiente está aproximadamente 11 dB(A) abaixo do nível legislado para o Setor Estrutural. Este é um indicativo de que o tráfego de veículos constitui-se como evento sonoro mais significativo da área.

Na distribuição cumulativa, o nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 36% do tempo amostrado como pode ser observado na Figura 56.

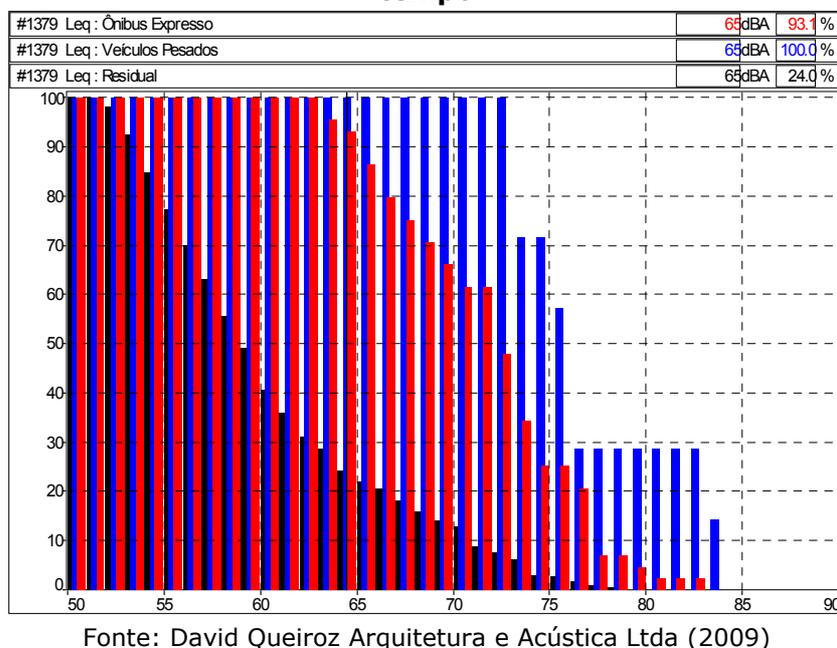
Figura 56 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

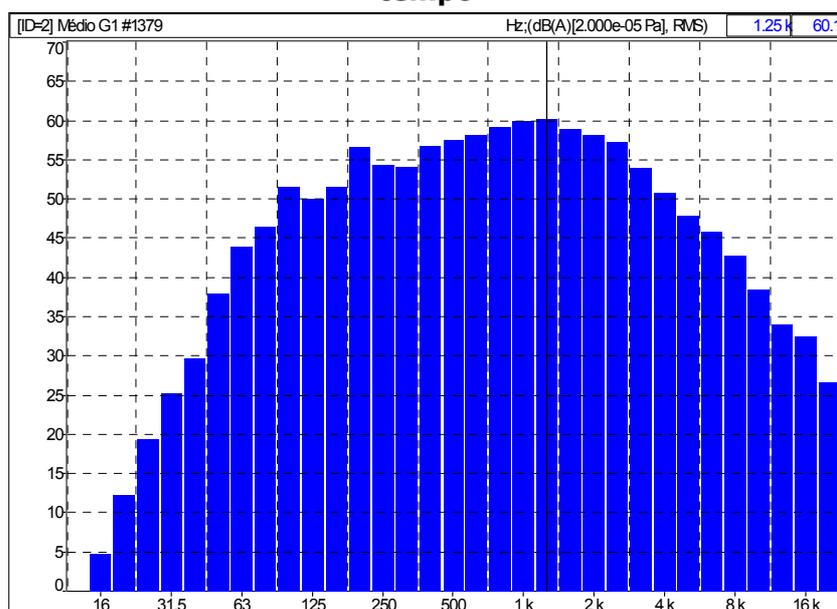
Os níveis equivalentes específicos (por fontes) mostram que o nível equivalente residual, isto é, suprimido o tráfego de veículos pesados e ônibus expresso, excedeu 65 dB(A) em 24% do tempo amostrado (Figura 57).

Figura 57 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Novamente, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstrou um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis (Figura 58).

Figura 58 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

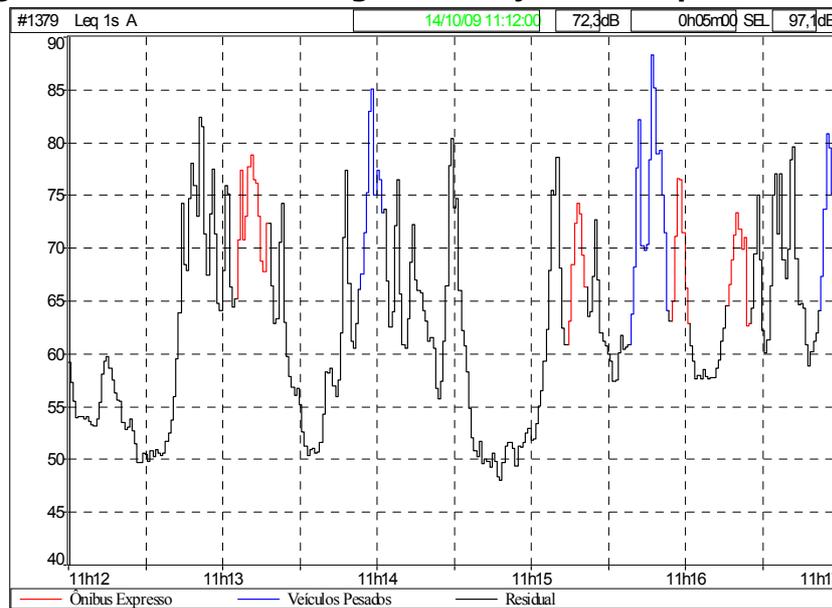


6.4 Ponto 2

Os resultados obtidos no Ponto 2A para as flutuações de pressão sonora conforme curva de energia em função do tempo podem ser observados na Figura 59 abaixo.

A figura mostra que o fluxo de ônibus expressos produz níveis sonoros menores que os gerados pela passagem de veículos pesados. Os níveis sonoros de cada fonte – conforme codificação da Figura 59 – são descritos na Tabela 9.

Figura 59 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 2A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Tabela 9 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 2A

Arquivo: P002A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 11:12:00 Fim: 11:17:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	72,8	62,6	78,8	00:00:35
Veículos Pesados	79,1	63,7	88,3	00:00:31
Fontes listadas juntas	76,9	62,6	88,3	00:01:06
Residual	69,1	48,0	82,4	00:03:54
Global	72,3	48,0	88,3	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente global foi igual a 72,3 dB(A), o nível sonoro equivalente dos veículos pesados e dos ônibus expressos tomados conjuntamente foi de 76,9 dB(A). Na ausência desses veículos, o nível residual diminuiria 3,2 dB(A).

Considerando o nível diurno máximo estabelecido pela Lei Municipal 10.625 [65 dB(A)], que referenda os valores disposto na NBR 10151, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em 7,3 dB(A).

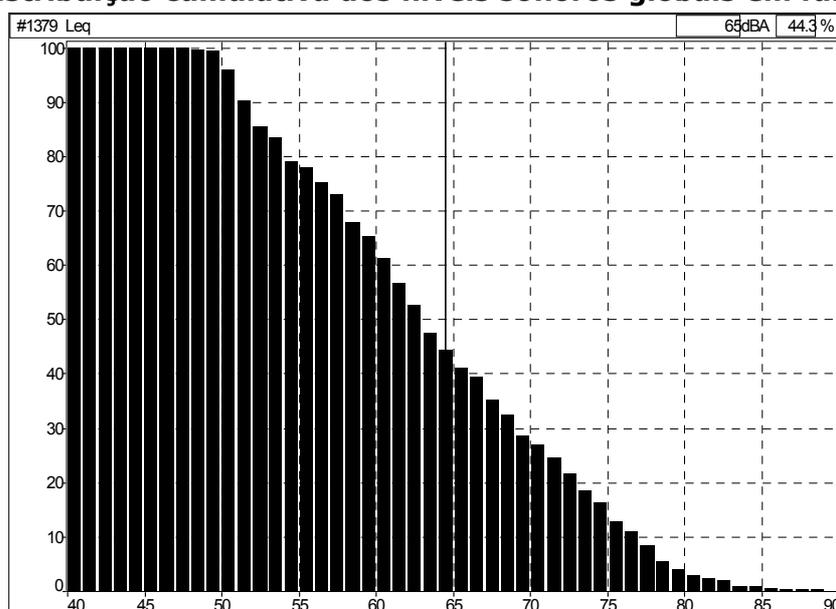
A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 10. Pode-se observar que os eventos sonoros mais intensos do período excederam 76,3 dB(A). O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 44,3% do tempo amostrado segundo análise de distribuição cumulativa como pode ser observado na Figura 60.

Tabela 10 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 2A

Arquivo: P002A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 11:12:00 Fim: 11:17:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	76,3	51,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

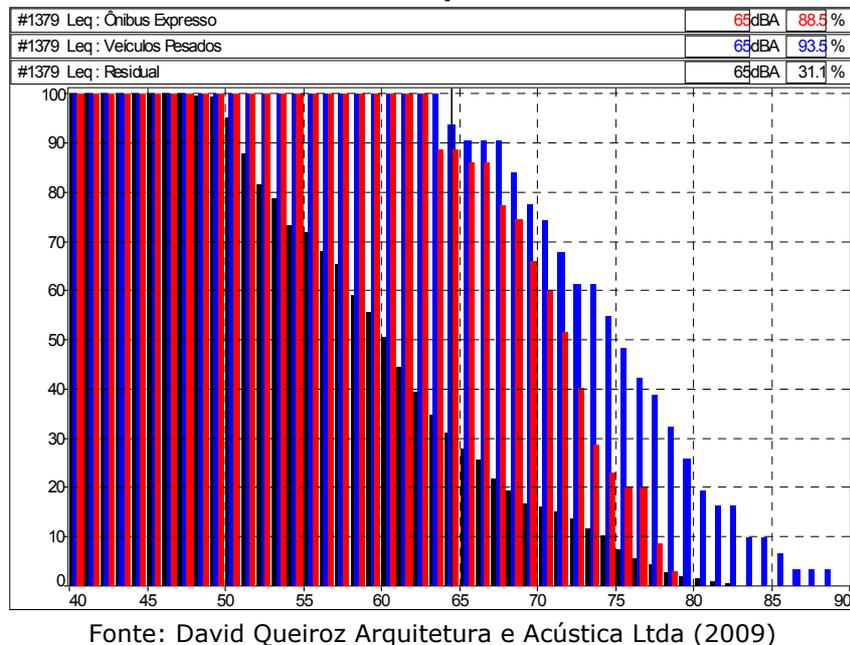
Figura 60 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

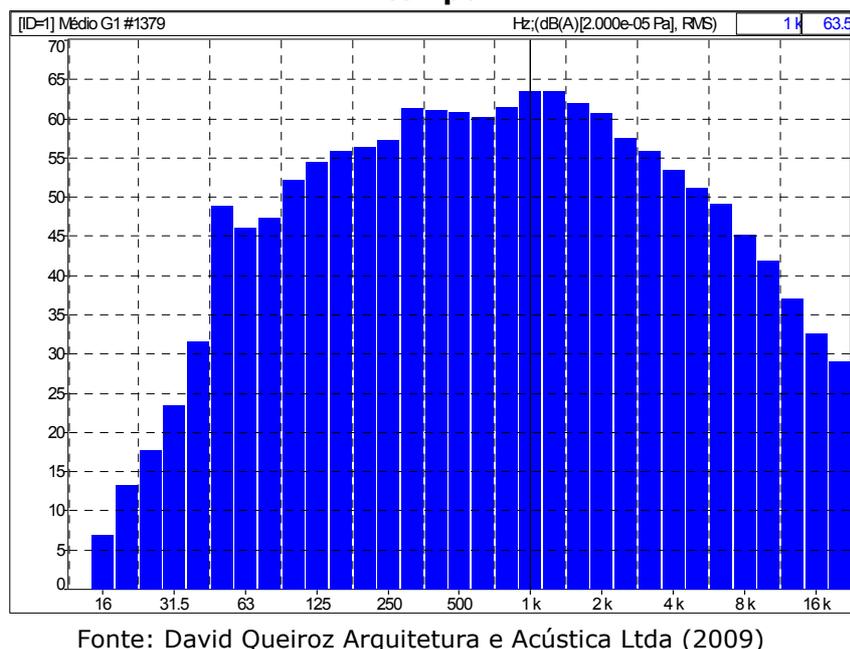
A análise dos níveis equivalentes específicos mostrou que o nível sonoro equivalente residual, excedeu 65 dB(A) em 31,1% do tempo amostrado conforme a Figura 61.

Figura 61 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Na Figura 62 a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstrou um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

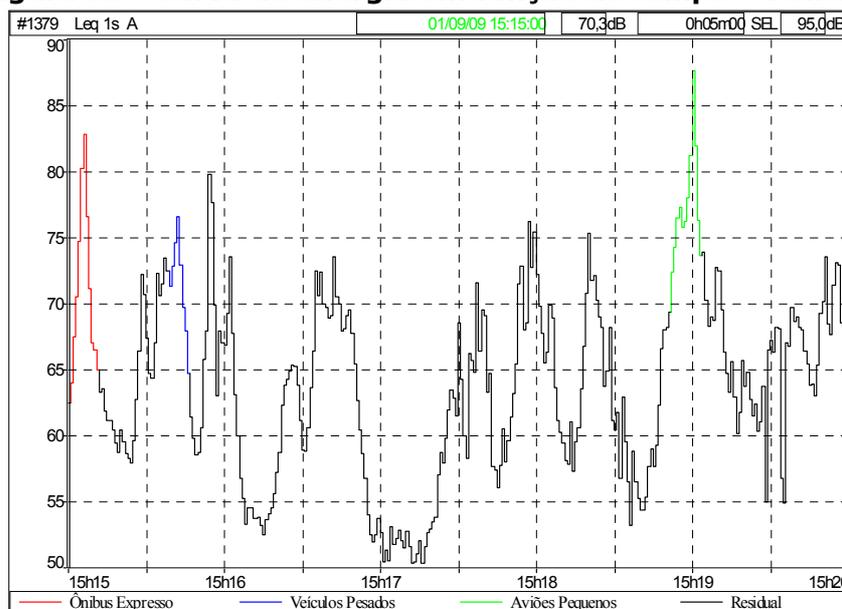
Figura 62 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



6.5 Ponto 3

Neste ponto, durante a amostragem, foi identificada uma passagem de um pequeno avião mono-motor. A intensidade do evento e a proximidade deste ponto com o Aeroporto do Bacacheri justificam o registro, uma vez que trata-se de evento típico. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 63.

Figura 63 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 3



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura acima, as duas fontes sonoras especialmente intensas correspondem à passagem do ônibus expresso e ao sobrevôo de um pequeno avião mono-motor. Os níveis sonoros equivalentes medidos nesses dois eventos foram respectivamente 82,8 dB(A) e 87,6 dB(A) sendo este último o nível máximo registrado na amostra. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 11.

Tabela 11 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 3

Arquivo: P003.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:15:00 Fim: 15:20:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	75,8	64,0	82,8	00:00:11
Veículos Pesados	72,6	64,7	76,6	00:00:08
Aviões Pequenos	80,1	72,4	87,6	00:00:12
Fontes listadas juntas	77,6	64,0	87,6	00:00:31
Residual	67,2	50,3	79,8	00:04:29
Global	70,3	50,3	87,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente global medido foi de 70,3 dB(A) e o nível sonoro residual é de 67,2 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em 5,3 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 12.

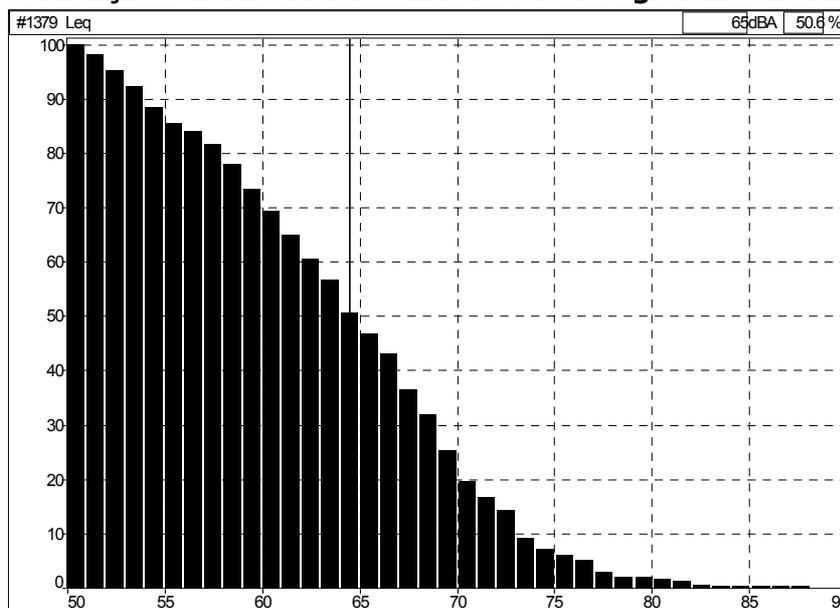
Tabela 12 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 3

Arquivo: P003.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:15:00 Fim: 15:20:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	72,8	53,6

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 3, a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é apresentada na Figura 64. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 50,6% do tempo amostrado.

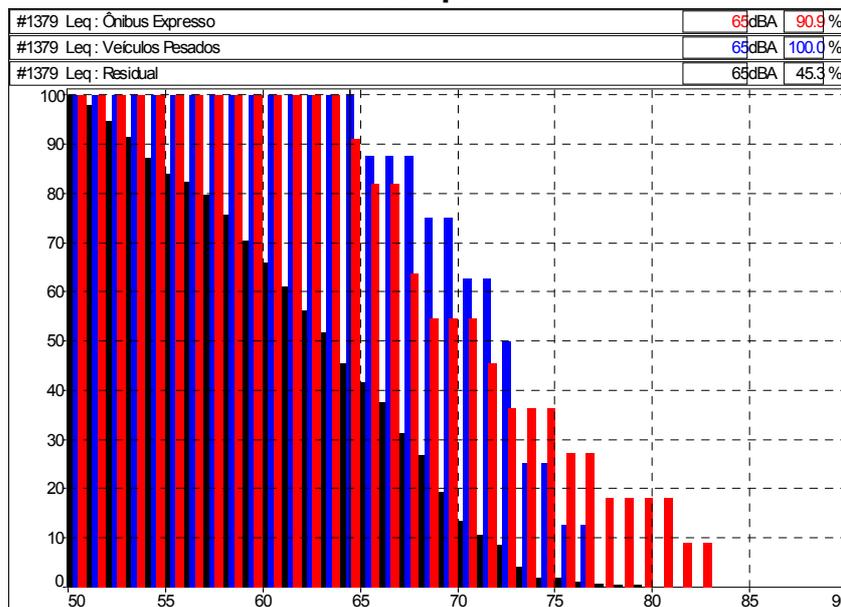
Figura 64 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa dos níveis equivalentes específicos (por fontes) descrita na Figura 65 demonstra que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), propostos como limite de imissão para o Setor Estrutural (SE) em 45,3% do tempo amostrado.

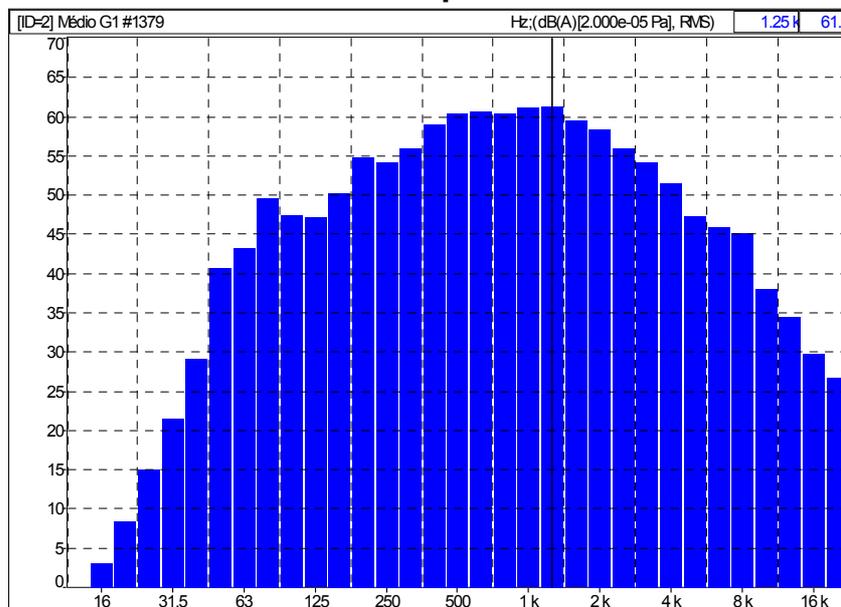
Figura 65 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 66, novamente, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 66 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

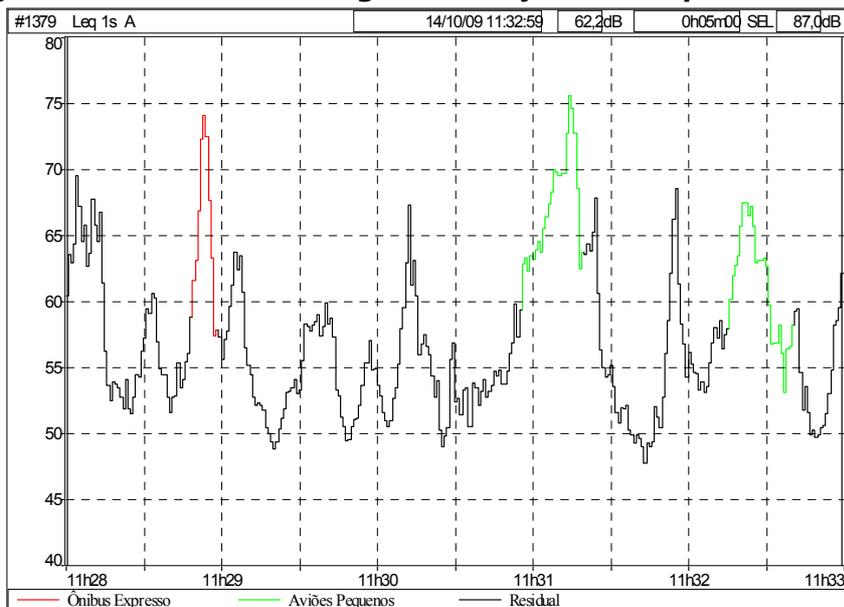


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.6 Ponto 3

Neste ponto também foram identificadas passagens de aviões pequenos em virtude da proximidade deste ponto à pista do Aeroporto do Bacacheri. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 67.

Figura 67 - Curva de energia em função do tempo - Ponto 3A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na Figura acima duas fontes sonoras especialmente intensas. A primeira é a passagem do ônibus expresso e as outras duas de pequenos aviões mono-motor em decolagem do Aeroporto do Bacacheri.

Os níveis sonoros equivalentes medidos nesses três eventos foram respectivamente 74,1 dB(A), 75,6 dB(A) e 67,5 dB(A), sendo registrada na primeira passagem de avião o nível máximo da amostra.

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 67 – são descritos na Tabela 13.

Tabela 13 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 3A

Arquivo: P003A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 11:28:00 Fim: 11:33:00		
Descriptor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	68,9	57,4	74,1	00:00:10
Aviões Pequenos	67,1	53,1	75,6	00:00:49
Fontes listadas juntas	67,4	53,1	75,6	00:00:59
Residual	58,5	47,7	69,5	00:04:01
Global	62,2	47,7	75,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os valores do nível sonoro equivalente global e do nível sonoro residual são respectivamente de 62,2 dB(A) e de 58,5 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido não ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 14.

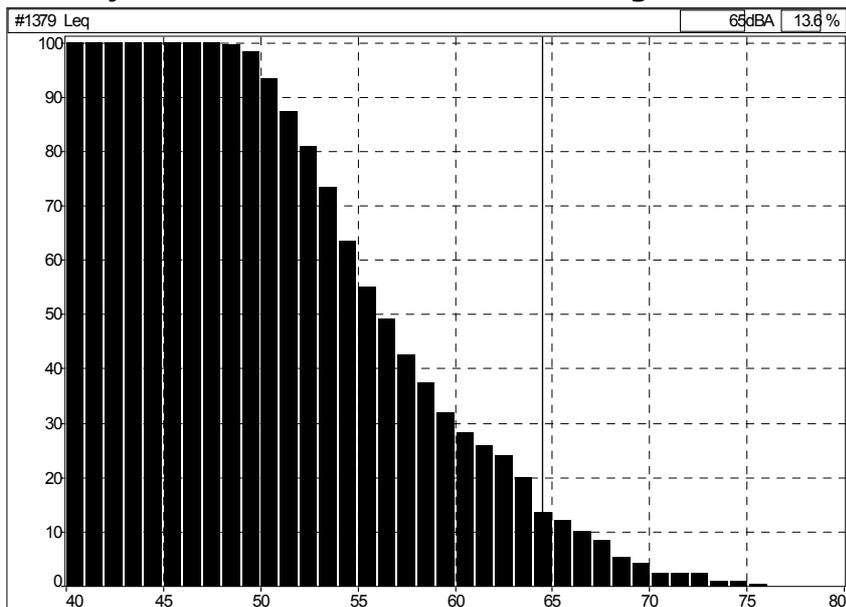
Tabela 14 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 3A

Arquivo: P003A.CMG				
Data: 14/10/09	Início: 11:28:00 Fim: 11:33:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	66,1	50,4

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) no Ponto 3A é mostrada na Figura 68. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 13,6% do tempo amostrado.

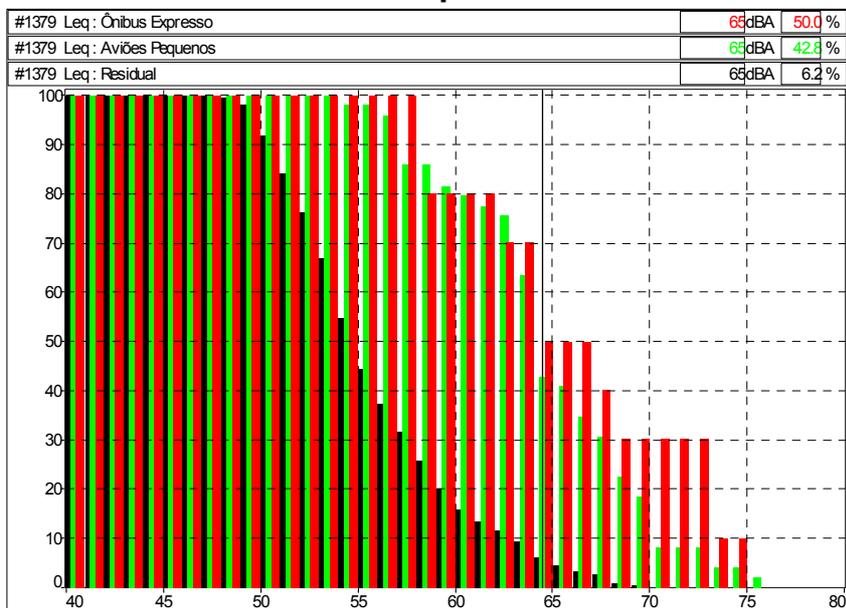
Figura 68 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, o nível equivalente residual excedeu 65 dB(A) em apenas 6,2% do tempo amostrado (Figura 69).

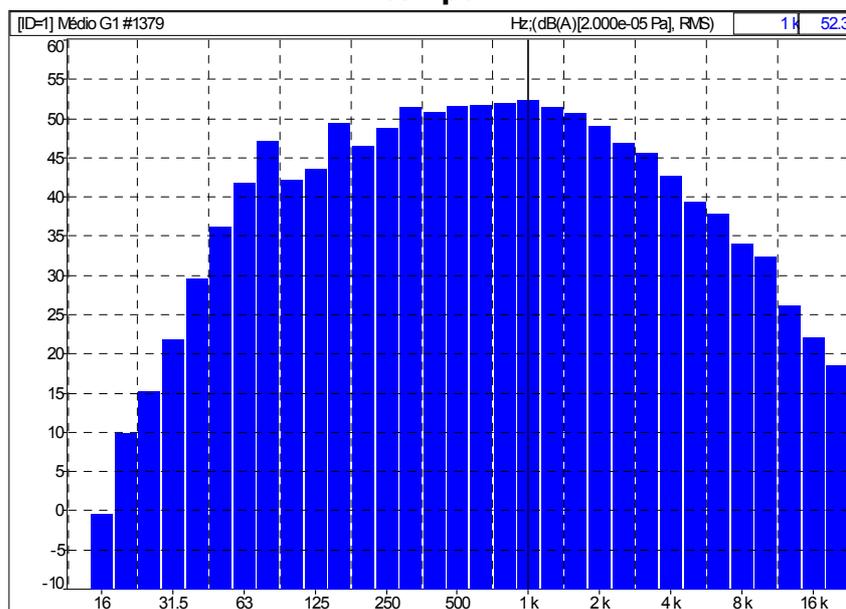
Figura 69 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 70, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 70 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

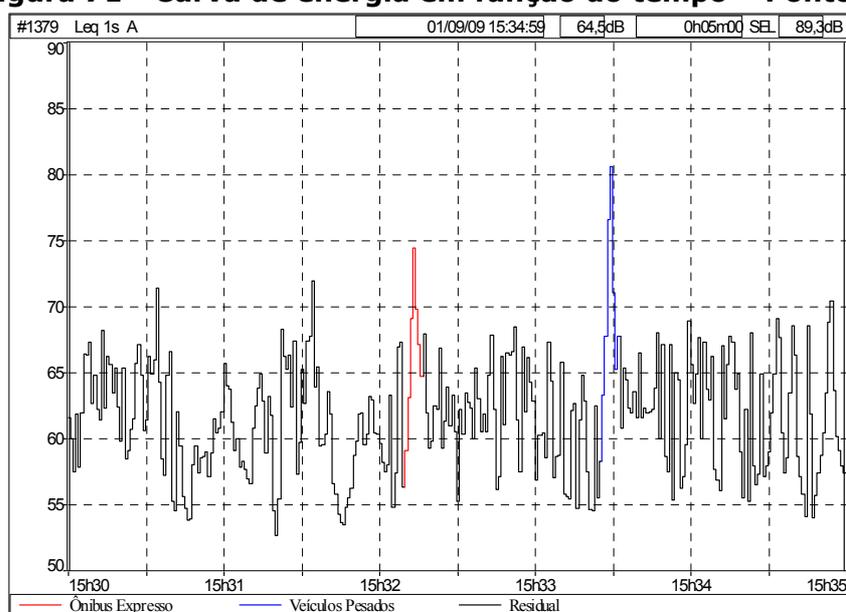


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.7 Ponto 4

No Ponto 4 o nível sonoro mais elevado foi gerado pela passagem de um veículo pesado de carga. O valor registrado foi de 80,6 dB(A) a curva de energia em função do tempo é apresentada na Figura 71.

Figura 71 - Curva de energia em função do tempo - Ponto 4



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 71 – são descritos na Tabela 15 abaixo.

Tabela 15 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 4

Arquivo: P004.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:30:00 Fim: 15:35:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	69,0	59,1	74,4	00:00:07
Veículos Pesados	74,3	63,3	80,6	00:00:07
Fontes listadas juntas	72,5	59,1	80,6	00:00:14
Residual	63,3	52,6	71,9	00:04:46
Global	64,5	52,6	80,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observou-se que o nível equivalente global no período foi de 64,5 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 63,3 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido não ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural para o período diurno.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 16.

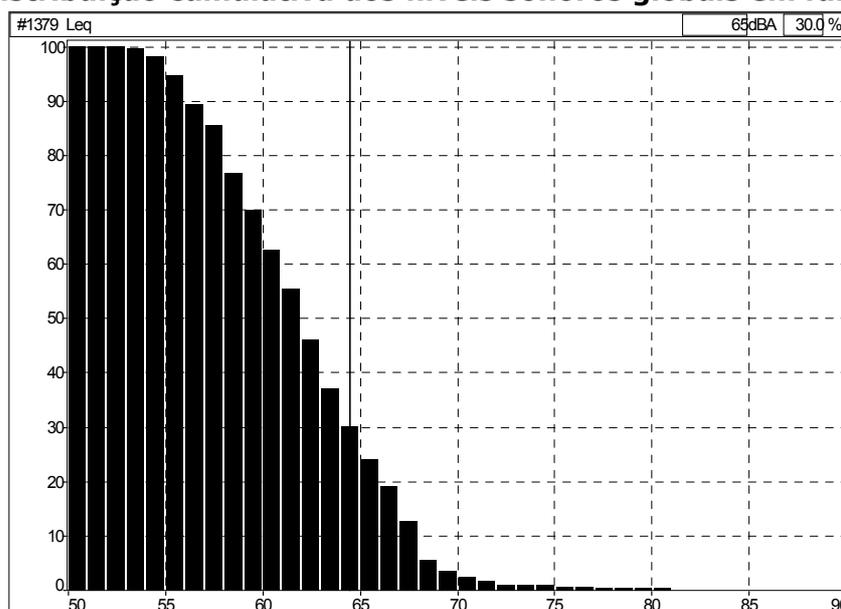
Tabela 16 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 4

Arquivo: P004.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:30:00 Fim: 15:35:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	67,2	55,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) do Ponto 4 é descrita na Figura 72 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 30% do tempo amostrado.

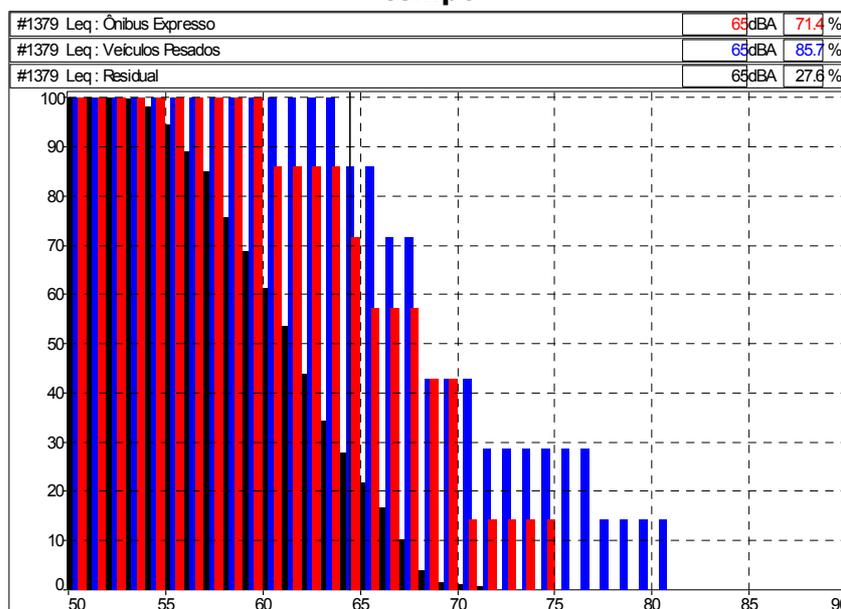
Figura 72 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, em relação aos níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), proposto como limite de emissão para esta zona urbana, em 27,6% do tempo amostrado (Figura 73).

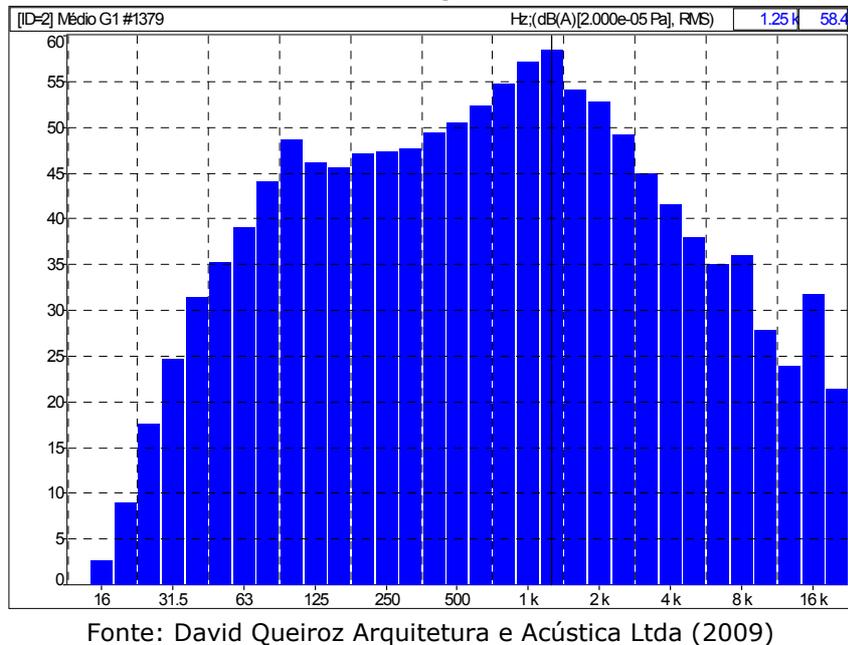
Figura 73 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 74, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 74 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



6.8 Ponto 4

As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 75.

Figura 75. Curva de energia em função do tempo – Ponto 4A



Observa-se na figura acima duas passagens do ônibus expresso. Os níveis sonoros medidos nesse ponto são descritos na Tabela 17.

Tabela 17 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 4A

Arquivo: P004A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 15:18:00 Fim: 15:23:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,7	62,5	80,9	00:00:29
Residual	59,0	49,3	69,0	00:04:31
Global	64,8	49,3	80,9	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Novamente, o nível sonoro equivalente global medido não ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural para o período diurno.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 18.

Tabela 18 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 4A

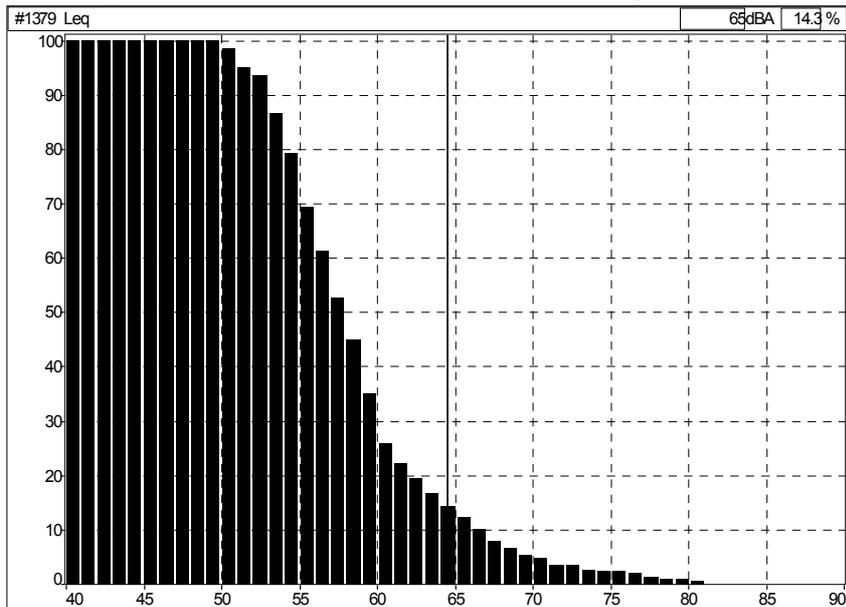
Arquivo: P004A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 15:18:00 Fim: 15:23:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	66,0	52,4

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Neste ponto os níveis estatísticos L₉₀ e L₁₀ caracterizam um nível sonoro ambiente baixo e eventos mais ruidosos compatíveis com o zoneamento da área.

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 76. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 14,3% do tempo amostrado.

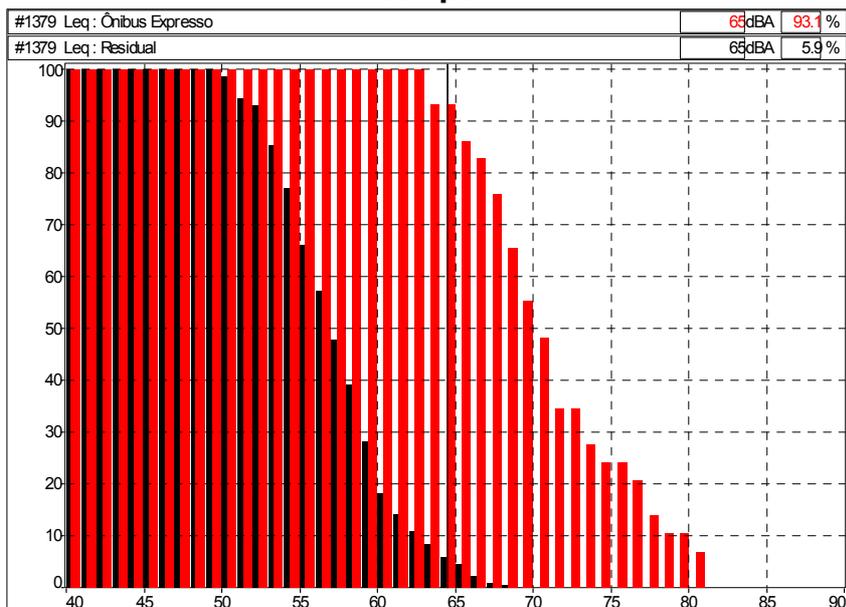
Figura 76 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Considerando-se a hipótese de extinção do fluxo de ônibus expressos e veículos pesados, mantendo-se um fluxo de veículos leves regular, é de se esperar uma redução dos níveis sonoros encontrados neste ponto conforme mostra a Figura 77 em que o nível equivalente residual excedeu 65 dB(A) em apenas 5,9% do tempo amostrado.

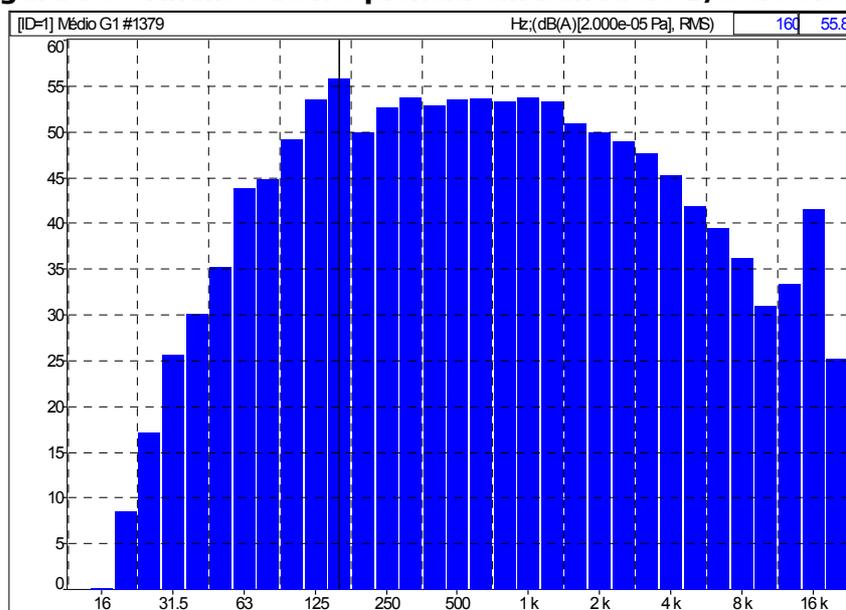
Figura 77 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 78, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego sem presença de componentes tonais perceptíveis, mas com maior contribuição de baixas freqüências, especialmente nas bandas de 125 Hz e 160Hz produzidas pelo fluxo de veículos em baixa velocidade (cerca de 30 km/h).

Figura 78 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

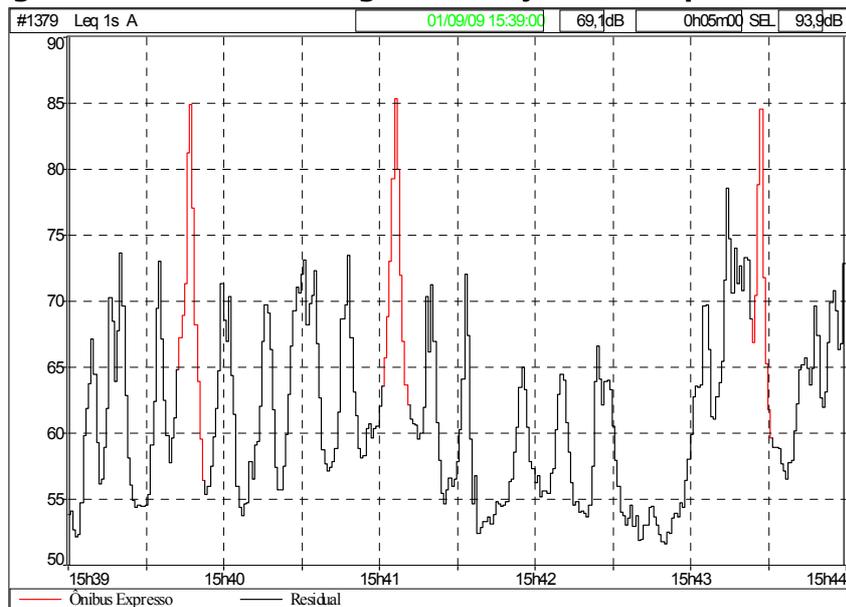


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.9 Ponto 5

No Ponto 5 foram identificadas três passagens de ônibus expresso. No período de medição não foram registradas passagens de veículos pesados de carga, apenas veículos de passeio.

As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 79.

Figura 79. Curva de energia em função do tempo – Ponto 5

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O gráfico acima demonstra claramente que os picos de pressão sonora são produzidos pela passagem dos ônibus. Os níveis sonoros globais no ponto de medição são descritos na Tabela 19 onde se observa também os níveis máximos e mínimos descritos pelas principais fontes.

Tabela 19 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 5

Arquivo: P005.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:39:00 Fim: 15:44:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	77,3	56,4	85,3	00:00:28
Residual	65,4	51,6	78,5	00:04:32
Global	69,1	51,6	85,3	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global medido foi de 69,1 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 65,4 dB(A). Confrontando os resultados medidos com o limite tolerado para o Setor Estrutural pode-se dizer que os níveis medidos excederam os permitidos pela legislação municipal e federal.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 20.

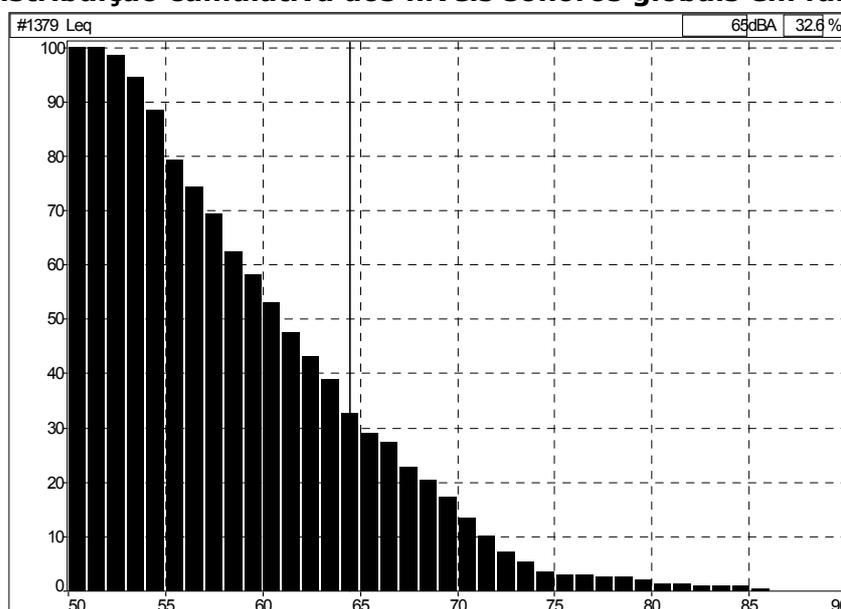
Tabela 20 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 5

Arquivo: P005.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:39:00 Fim: 15:44:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	71,1	53,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 5, o nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 32,6% do tempo amostrado conforme Figura 80. Dentro do período mais ruidoso (L_{10}) os níveis estão acima dos 70 decibels.

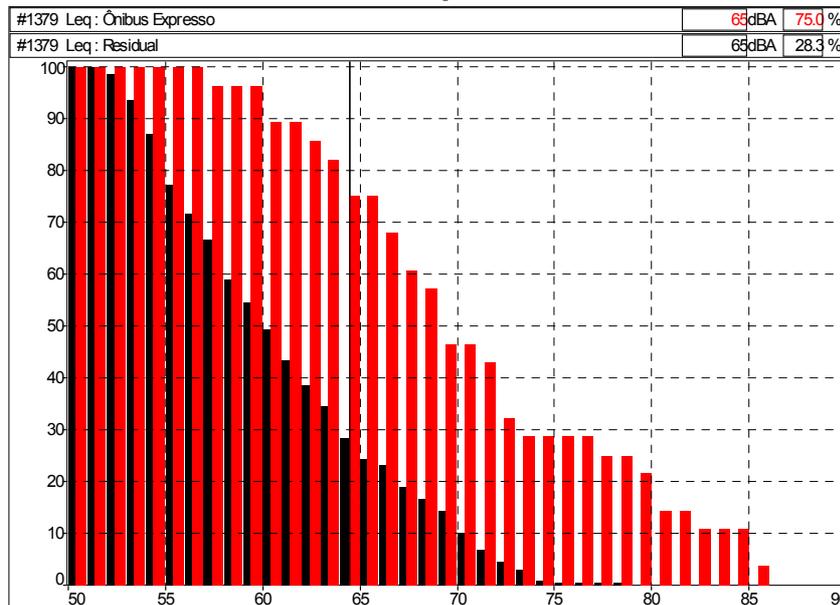
Figura 80 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis específicos por fontes, observou-se que o nível residual se manteve mais tempo dentro dos limites legais. O nível residual ultrapassou 65 dB(A) em 28,3% do tempo amostrado. Uma redução de 4 pontos percentuais (Figura 81).

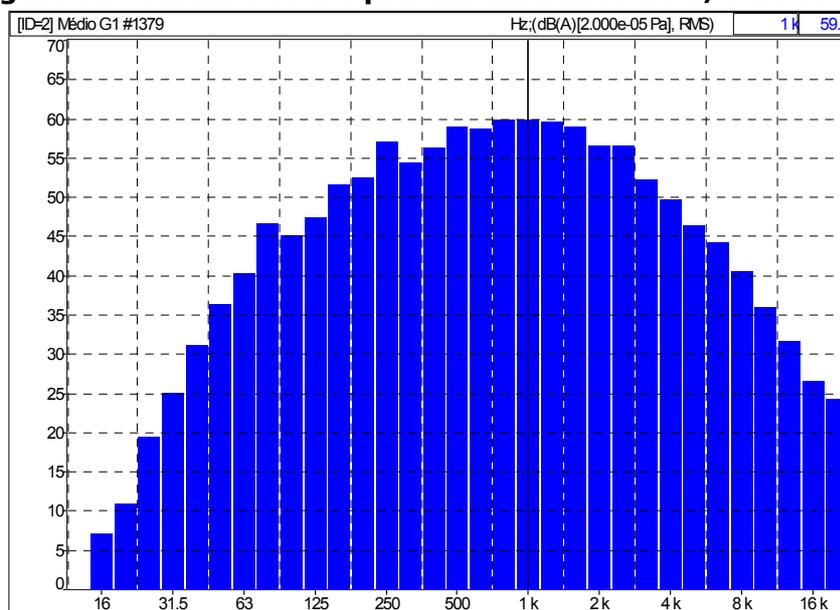
Figura 81 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 82, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 82 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava



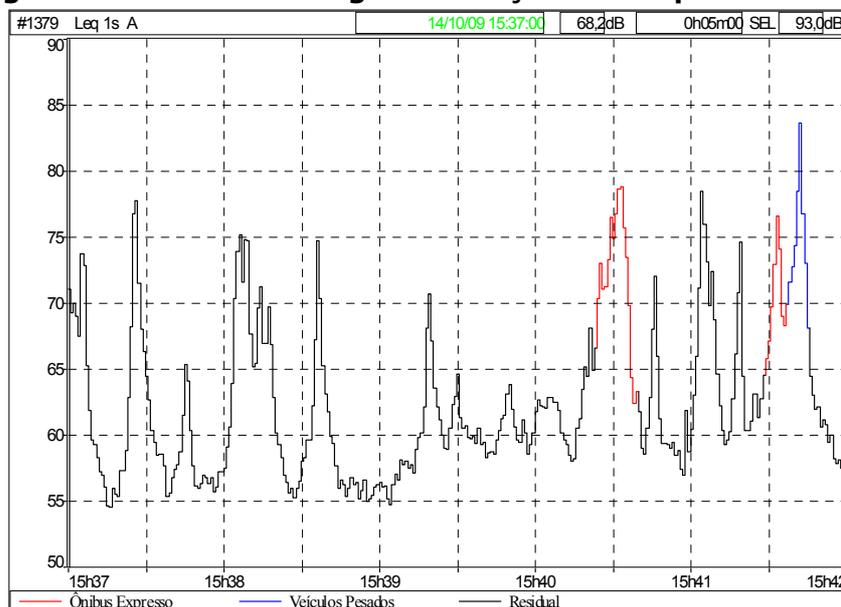
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.10 Ponto 5

O Ponto 5A está localizado próximo à Igreja do Bom Jesus do Cabral e do Hospital São Lucas em uma região com forte vocação de comércio e serviços da Avenida

João Gualberto. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 83.

Figura 83. Curva de energia em função do tempo – Ponto 5A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A figura acima mostra a participação de diferentes fontes para a composição dos níveis sonoros globais. Os níveis sonoros de cada fonte são descritos na Tabela 21 abaixo.

Tabela 21 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 5A

Arquivo: P005A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 15:37:00 Fim: 15:42:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm ss
Ônibus Expresso	73,5	62,4	78,8	00:00:25
Veículos Pesados	77,3	68,1	83,6	00:00:08
Fontes listadas juntas	74,8	62,4	83,6	00:00:33
Residual	65,7	54,5	78,4	00:04:27
Global	68,2	54,5	83,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

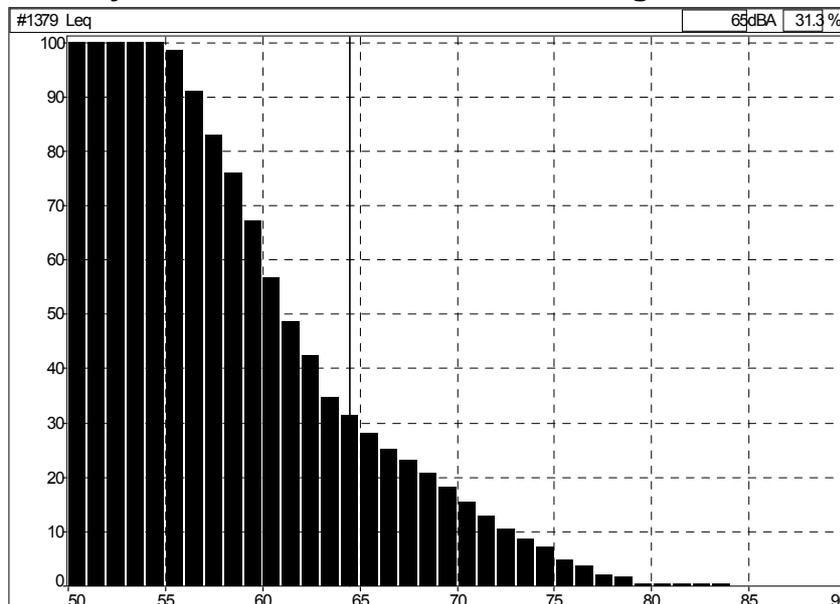
Observa-se que o nível equivalente global é de 68,2 dB(A) e que o nível sonoro residual é de 65,7 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural durante o tempo de amostragem. A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 22.

Tabela 22 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 5A

Arquivo: P005A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 15:37:00 Fim: 15:42:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	72,7	56,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

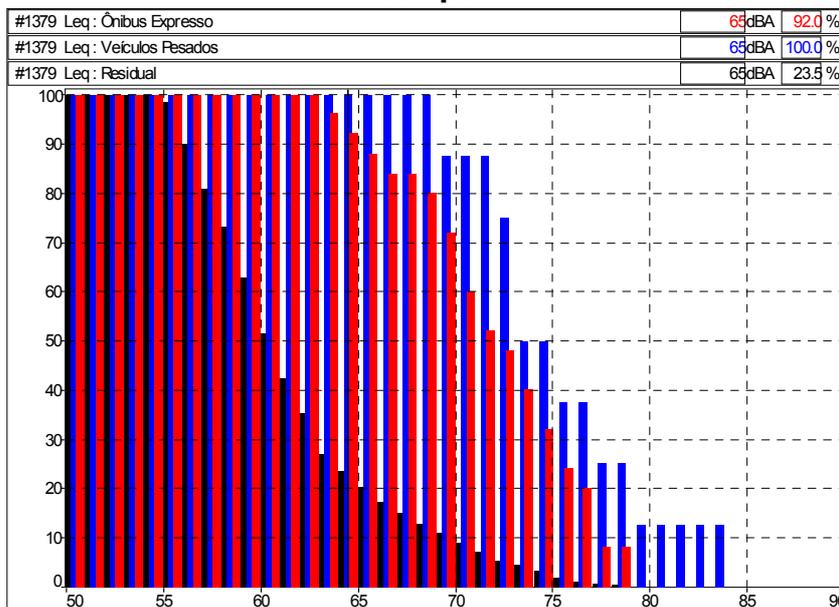
No Ponto 5A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é apresentada na Figura 84. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 31,3% do tempo.

Figura 84 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos, observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), proposto como limite de emissão para esta zona urbana, em 23,5% do tempo amostrado (Figura 85). A circulação de veículos pesados nesta região é a principal responsável pela elevação dos níveis sonoros, o que pode ser observado na Figura 85.

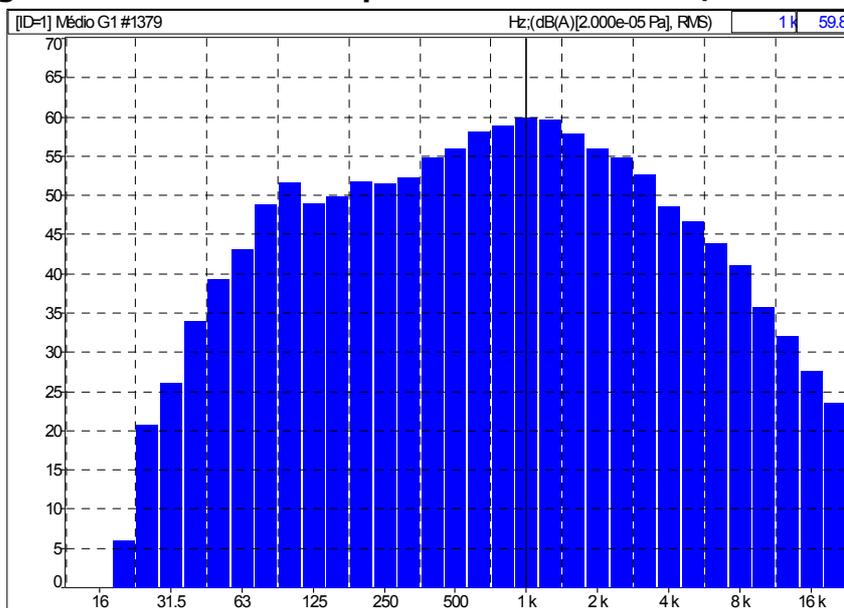
Figura 85 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 86, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 86 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

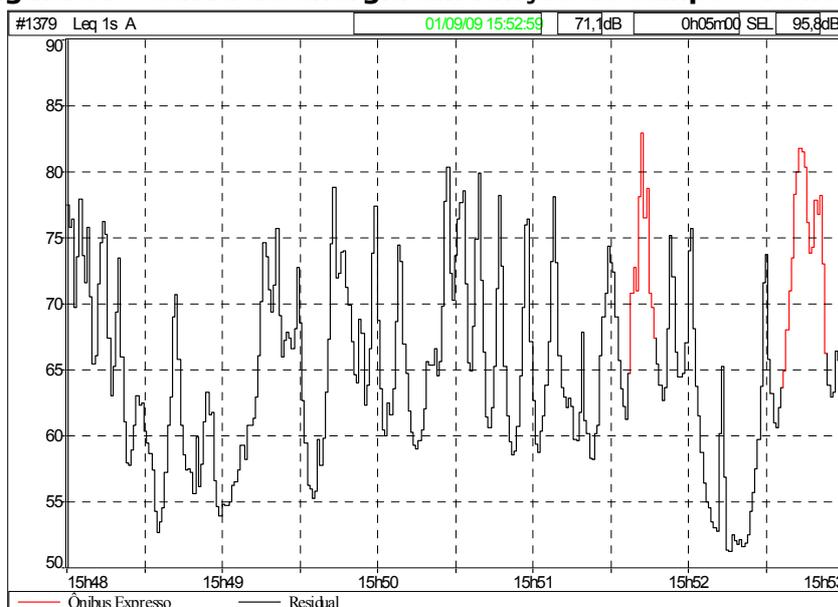


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.11 Ponto 6

O Ponto 6 está localizado no Setor Estrutural. Porém, devido à sua proximidade com o Hospital São Lucas (cerca de 150 m de distância) está em uma ZONA SENSÍVEL À RUÍDO segundo a Lei Municipal 10.625. Neste caso, os limites de emissão sonora para o período diurno são reduzidos de 65 dB(A) para 55 dB(A). A curva de energia em função do tempo é apresentada na Figura 87.

Figura 87 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 6



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na figura acima que o tráfego dos ônibus expressos produz os maiores níveis sonoros registrados no período. A aceleração dos veículos leves subindo a inclinação da via neste trecho faz com que o nível sonoro residual seja marcado por eventos de magnitude pouco menor que a produzida pelos ônibus. Os níveis sonoros são descritos na Tabela 23.

Tabela 23 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 6

Arquivo: P006.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:48:00 Fim: 15:53:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	77,0	64,9	82,9	00:00:27
Residual	69,6	51,2	80,3	00:04:33
Global	71,1	51,2	82,9	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global foi 71,1 dB(A) enquanto o nível sonoro residual foi de 69,6 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em 6 decibels. Se a ZONA SENSÍVEL À RUÍDO for considerada para o diagnóstico o nível medido será 16 decibels maior.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 24.

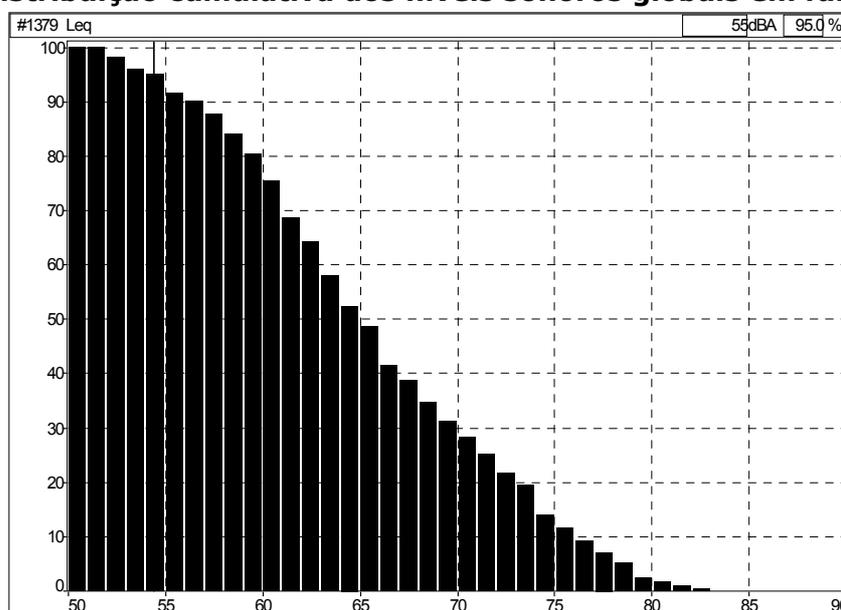
Tabela 24 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 6

Arquivo: P006.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 15:48:00 Fim: 15:53:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	75,7	56,0

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 52,6% do tempo amostrado. Novamente, a proximidade do Hospital São Lucas torna o perfil da área mais restritivo e o percentual de tempo em que o ruído local permanece acima de 55 dB(A) aumenta para 95% como pode ser observado na Figura 88.

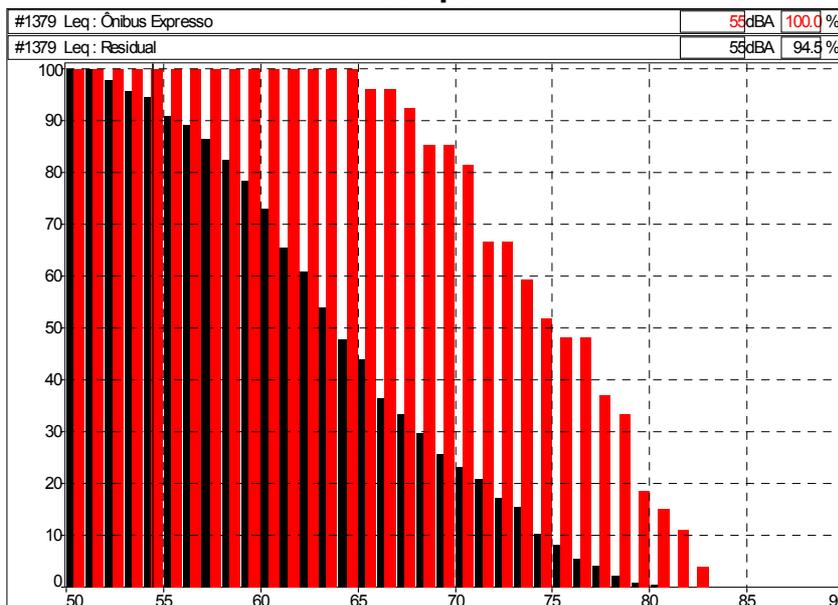
Figura 88 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível residual por sua vez excedeu o limite de 55 dB(A), proposto como limite de imissão para a zona, em 94,5% do tempo amostrado (Figura 89).

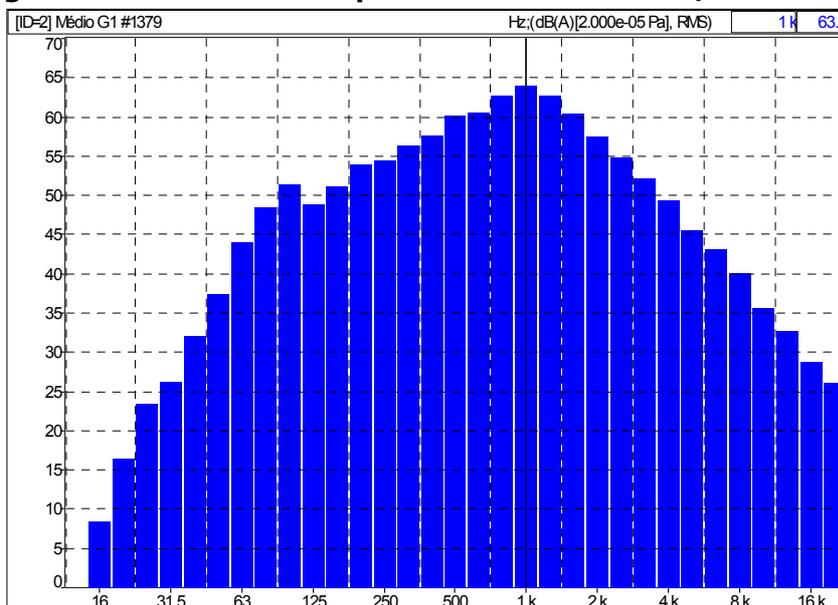
Figura 89 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 90, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 90. Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

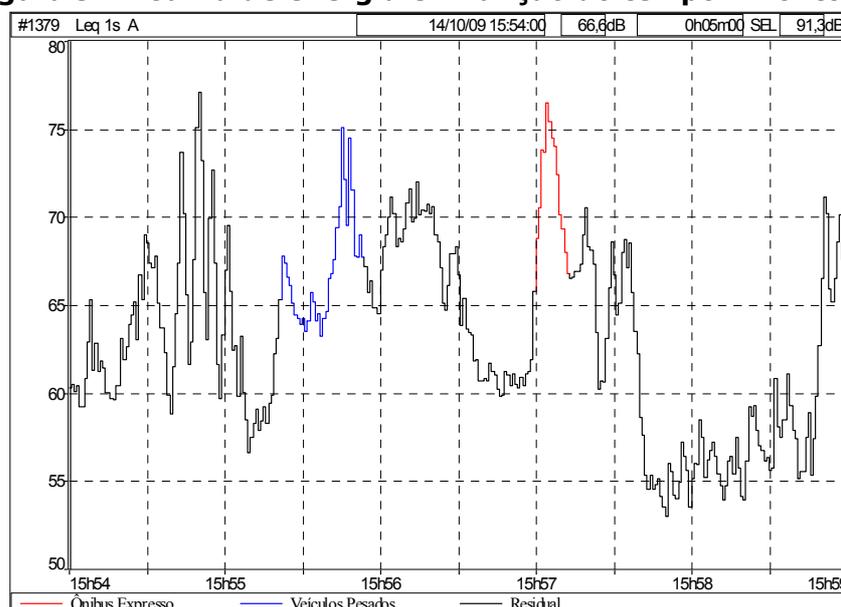


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.12 Ponto 6

O Ponto 6A foi posicionado nas proximidades de um semáforo temporizador de tráfego. O intervalo de medição contemplou uma parada seguida de espera e uma arrancada de um veículo pesado de transporte de passageiros (ônibus convencional), indicado na cor azul na Figura 91. É importante notar a redução nas imissões sonoras durante o intervalo de tempo em que o veículo se manteve parado em espera. Esta é uma característica comum no ruído de tráfego: a redução dos níveis em trechos de lentidão ou paralisação do fluxo. Esta redução é produto da menor aceleração e do atrito dos pneus com a pista de rodagem. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 91.

Figura 91 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 6A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 25.

Tabela 25 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 6A

Arquivo: P006A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 15:54:00 Fim: 15:59:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	72,8	66,8	76,5	00:00:13
Veículos Pesados	68,4	63,2	75,1	00:00:32
Fontes listadas juntas	70,2	63,2	76,5	00:00:45
Residual	65,5	53,0	77,1	00:04:15
Global	66,6	53,0	77,1	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global é de 66,6 dB(A) e que o nível sonoro residual é de 65,5 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em aproximadamente 1,5 decibels.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 26.

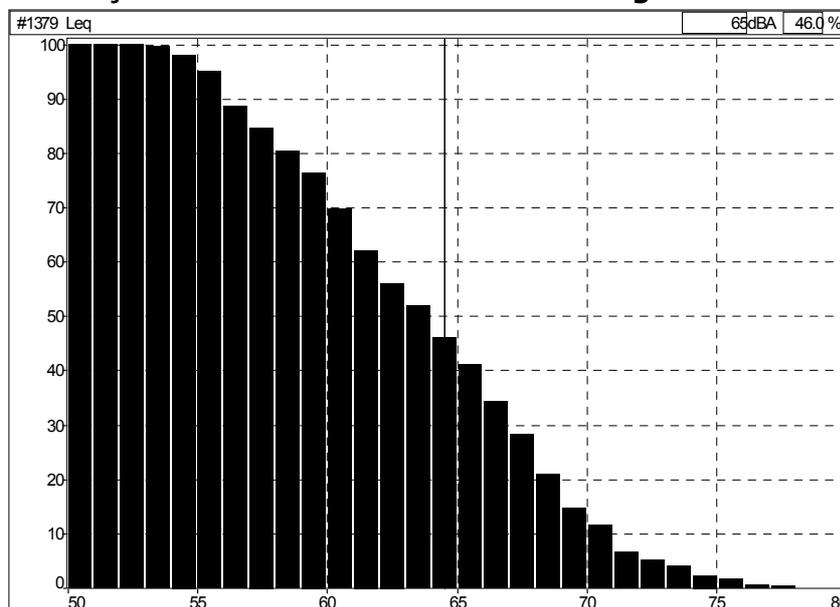
Tabela 26 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 6A

Arquivo: P006A.CMG				
Data: 14/10/09		Início: 15:54:00 Fim: 15:59:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	70,1	55,6

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 6A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 92 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 46,0% do tempo amostrado.

Figura 92 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

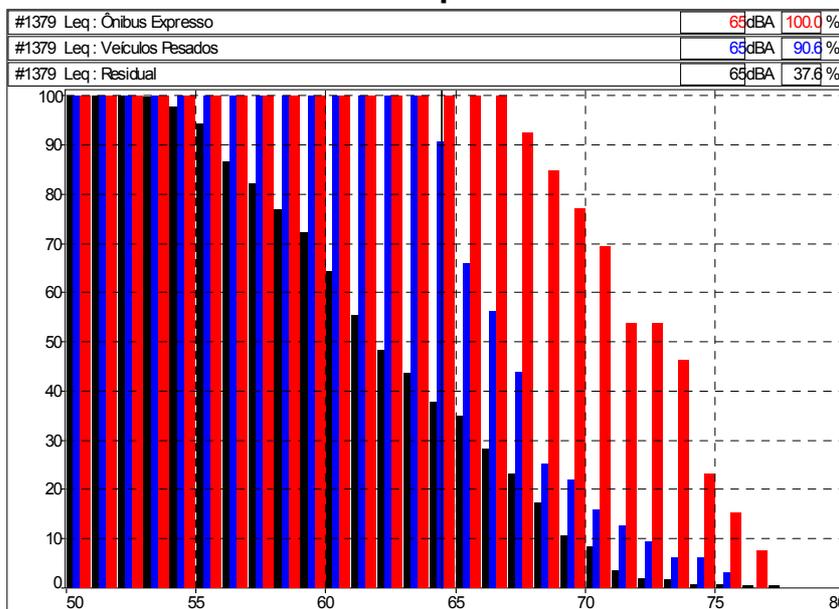


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), proposto como limite de emissão para a zona, em 37,6% do tempo amostrado (Figura 93).

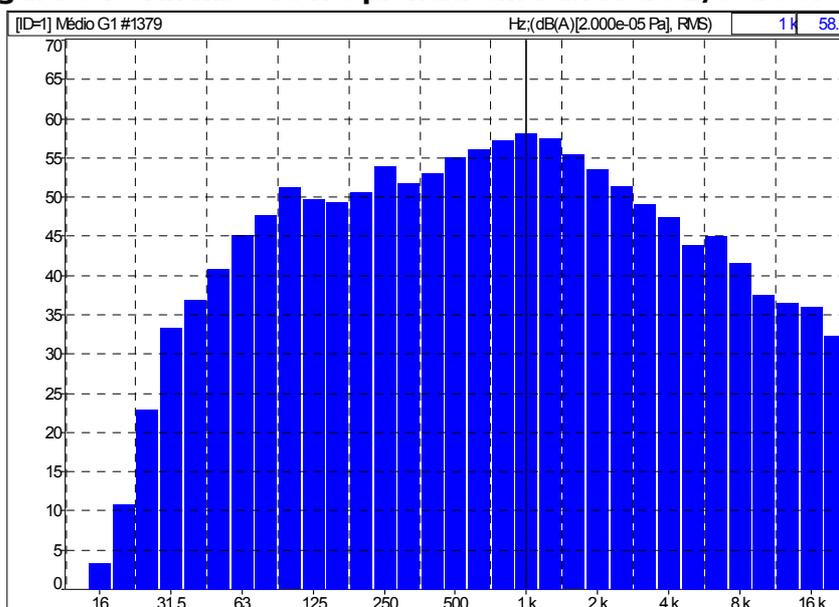
Na Figura 94, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 93 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Figura 94 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

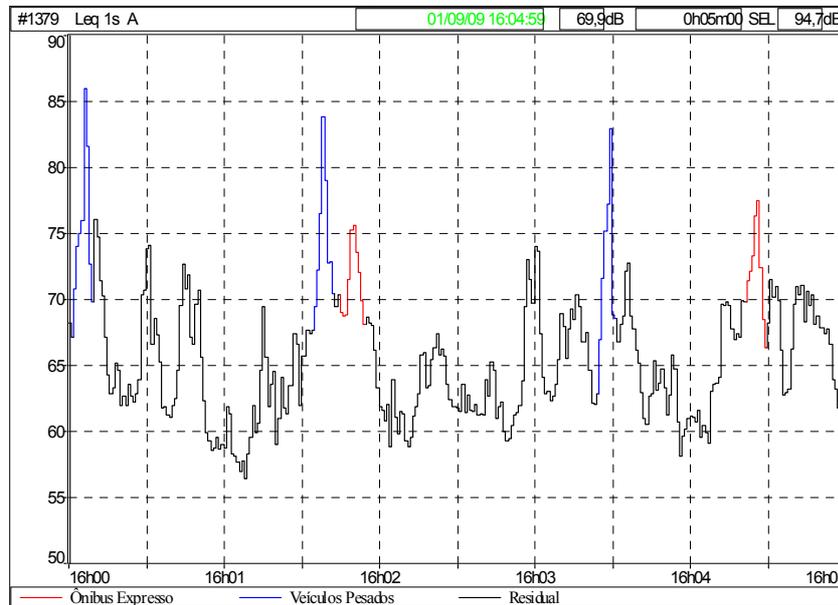


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.13 Ponto 7

O Ponto 7 está localizado na Zona Residencial Alto da Glória cujo limite de emissão sonora diurno é de 55 dB(A). As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 95.

Figura 95 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 7



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na figura acima três eventos de maior intensidade que correspondem ao tráfego de veículos pesados. Ainda que produzidos por caminhões leves o nível sonoro é maior, uma vez que estes veículos circulam pelas pistas laterais à via exclusiva de ônibus diminuindo a distância relativa entre a fonte e o receptor. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 27.

Tabela 27 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 7

Arquivo: P007.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 16:00:00 Fim: 16:05:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	72,8	66,3	77,5	00:00:18
Veículos Pesados	77,9	66,9	85,9	00:00:23
Fontes listadas juntas	76,3	66,3	85,9	00:00:41
Residual	66,6	56,4	76,0	00:04:19
Global	69,9	56,4	85,9	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global foi de 69,9 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 66,6 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para a Zona Residencial Alto da Glória em 14,9 decibels.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser observada na Tabela 28.

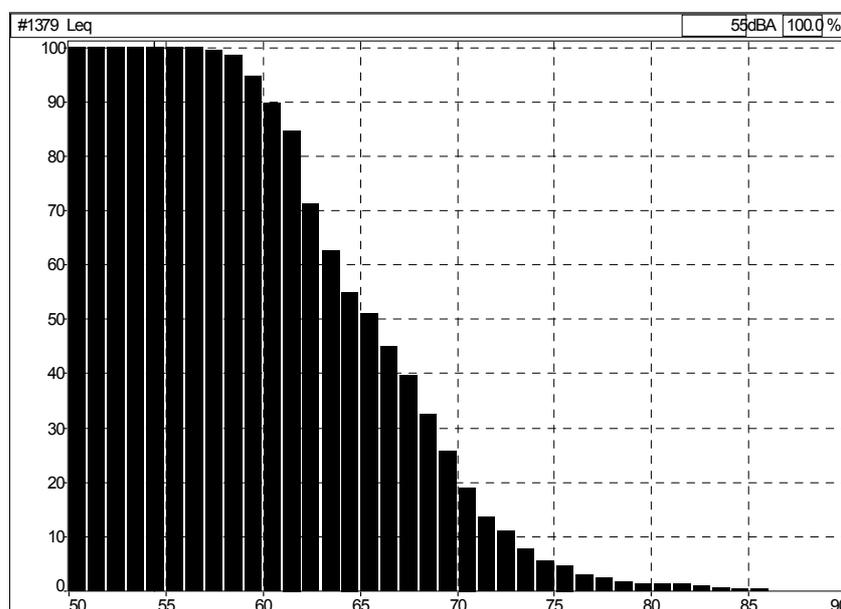
Tabela 28 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 7

Arquivo: P007.CMG				
Data: 01/09/09	Início: 16:00:00 Fim: 16:05:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	72,3	59,9

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 7, a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 55 dB(A) é mostrada na Figura 96 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado.

Figura 96 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

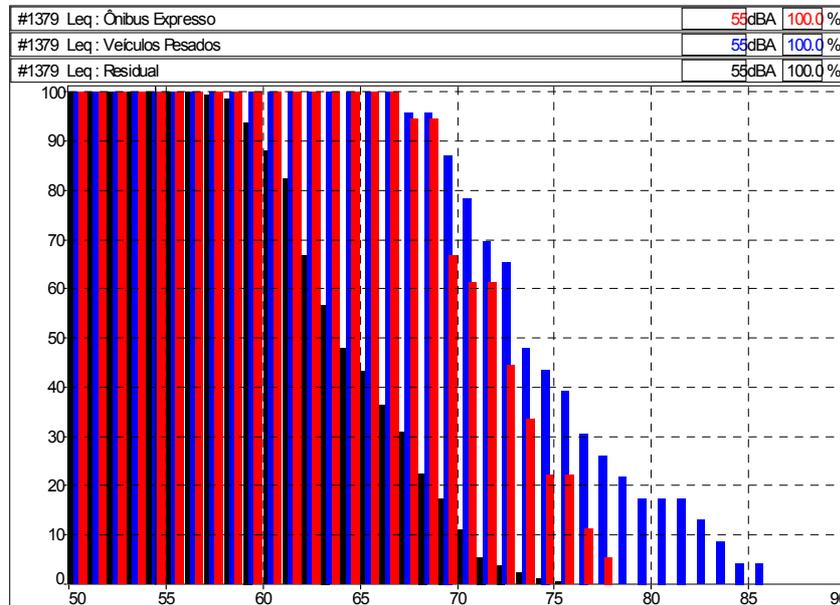


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

De forma semelhante, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 55 dB(A), proposto

como limite de emissão para a zona, em 100% do tempo amostrado conforme Figura 97.

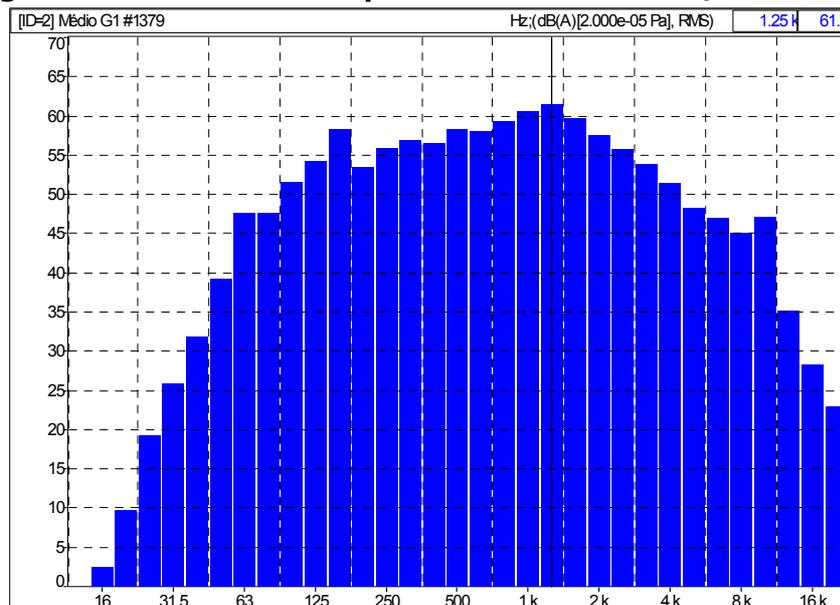
Figura 97 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 98, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 98 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

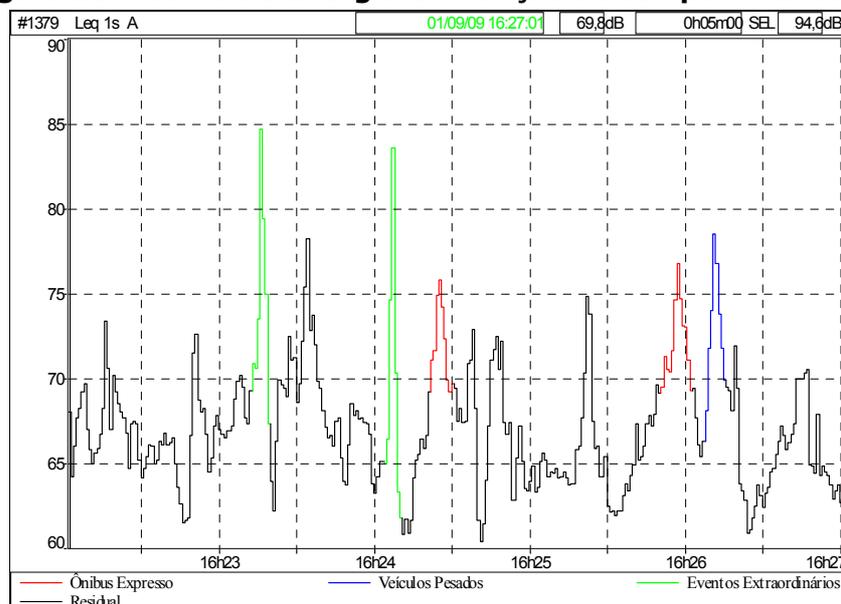


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda, (2009)

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

Neste ponto a passagem de duas motocicletas com alterações das características originais do sistema de escape foram identificadas como eventos extraordinários com níveis bastante elevados. A curva de energia em função do tempo é descrita na Figura 99 abaixo.

Figura 99 - Curva de energia em função do tempo - Ponto 7A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes medidos nesses dois eventos foram respectivamente 84,7 dB(A) e 83,6 dB(A), sendo a primeira passagem correspondente ao nível máximo registrado na amostra. Os níveis sonoros equivalentes são descritos na Tabela 29 abaixo.

Tabela 29 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada - Ponto 7A

Arquivo: P007A.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 16:22:02 Fim: 16:27:02		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	72,7	69,2	76,8	00:00:21
Veículos Pesados	74,3	68,1	78,5	00:00:08
Eventos Extraordinários	77,3	61,8	84,7	00:00:14
Fontes listadas juntas	75,0	61,8	84,7	00:00:43
Residual	67,7	60,4	78,2	00:04:17
Global	69,8	60,4	84,7	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente global medido foi de 69,8 dB(A) e o nível sonoro residual foi de 67,7 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global ultrapassou o limite determinado para o Setor Especial Centro Cívico em 9,8 decibels.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno é descrita na Tabela 30.

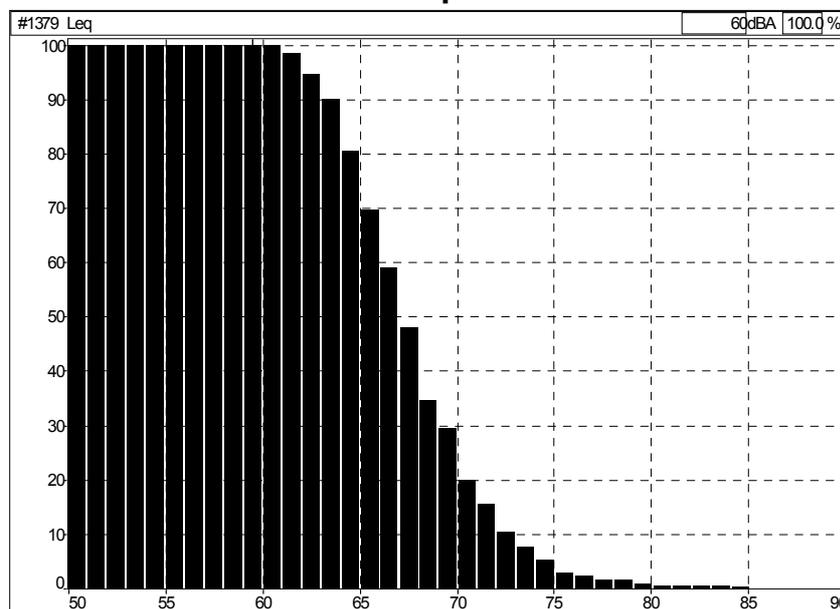
Tabela 30 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 7A

Arquivo: P007A.CMG				
Data: 01/09/09	Início: 16:22:00 Fim: 16:27:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	72,2	63,0

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 60 dB(A) é apresentada na Figura 100 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 60 dB(A) em 100% do tempo amostrado.

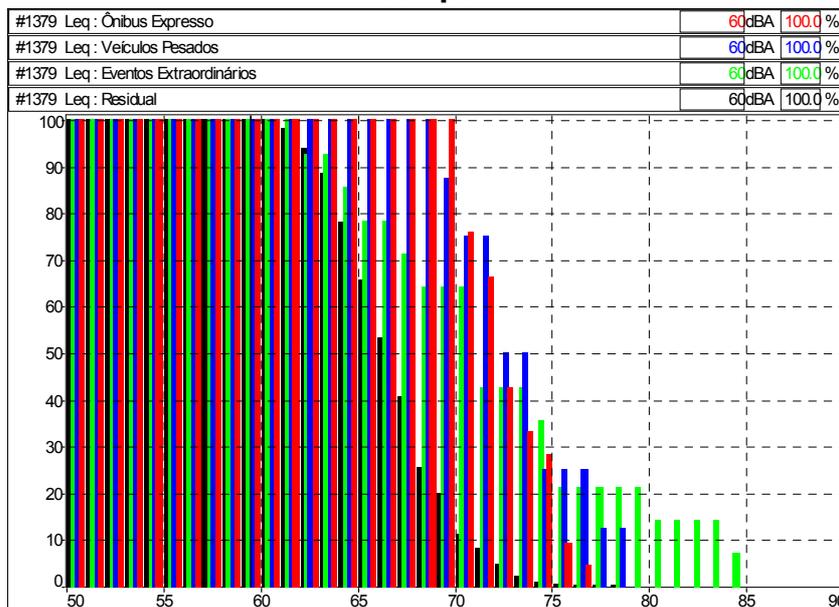
Figura 100 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis equivalentes específicos (por fontes) também não produziram resultados melhores. As fontes tomadas individualmente excederam 60 dB(A) em 100% do tempo amostrado (Figura 101).

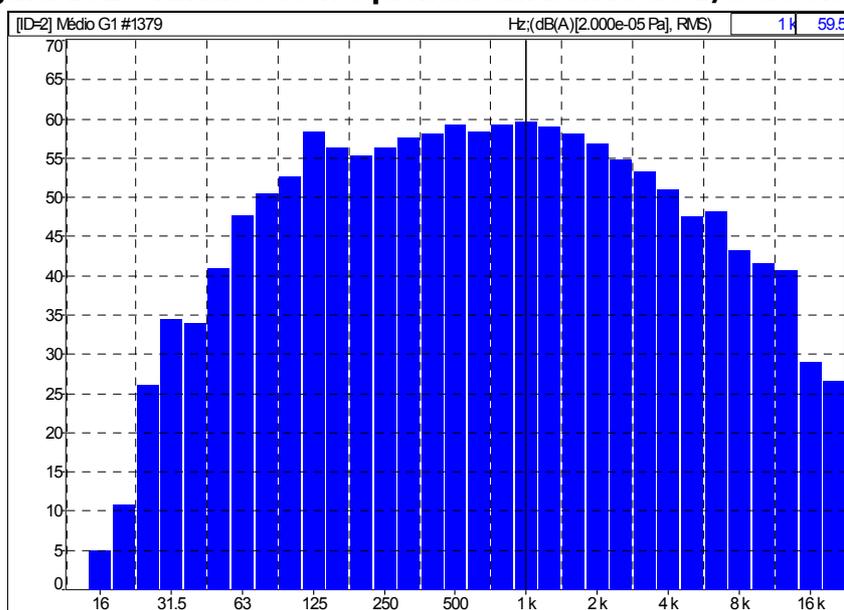
Figura 101 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 102, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 102 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

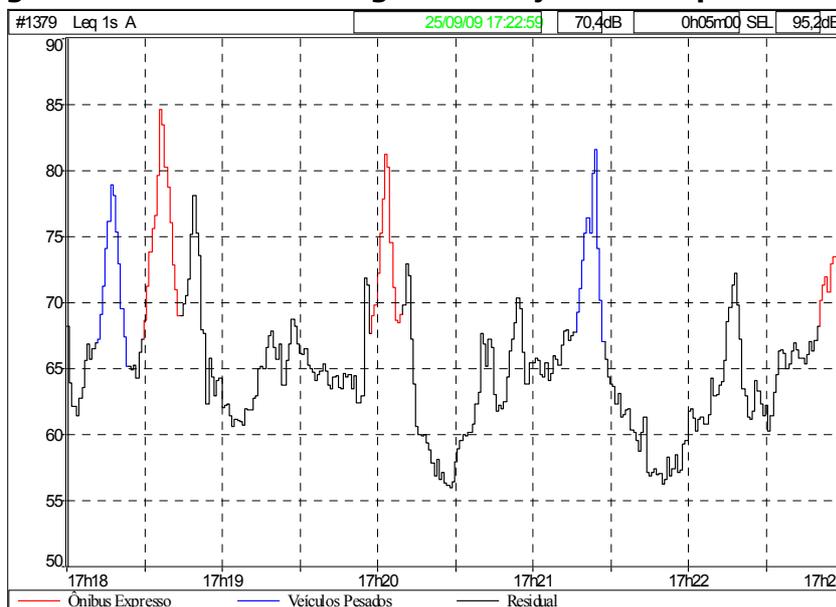


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.14 Ponto 8

O Ponto 8 está localizado atrás do edifício sede da UFPR (Santos Andrade). O zoneamento do solo neste ponto é Zona Central. Nesta zona o limite máximo diurno para imissões sonoras é de 65 dB(A). Em função da presença da escola incide neste ponto os critérios estabelecidos para a ZONA SENSÍVEL À RUÍDO que reduz o limite característico da zona para 55 dB(A). As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 103. Observa-se na figura acima que há duas fontes sonoras especialmente intensas. Os ônibus expressos e os veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 31 abaixo.

Figura 103. Curva de energia em função do tempo – Ponto8



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Tabela 31 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 8

Arquivo: P008.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 17:18:02 Fim: 17:23:02		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	76,7	68,4	84,6	00:00:35
Veículos Pesados	75,1	65,1	81,6	00:00:23
Fontes listadas juntas	76,1	65,1	84,6	00:00:58
Residual	65,8	55,9	78,1	00:04:02
Global	70,4	55,9	84,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente global medido foi de 70,4 dB(A) enquanto o nível sonoro residual foi de 65,8 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para a ZONA SENSÍVEL À RUÍDO em 15,4 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros para o período diurno pode ser vista na Tabela 32.

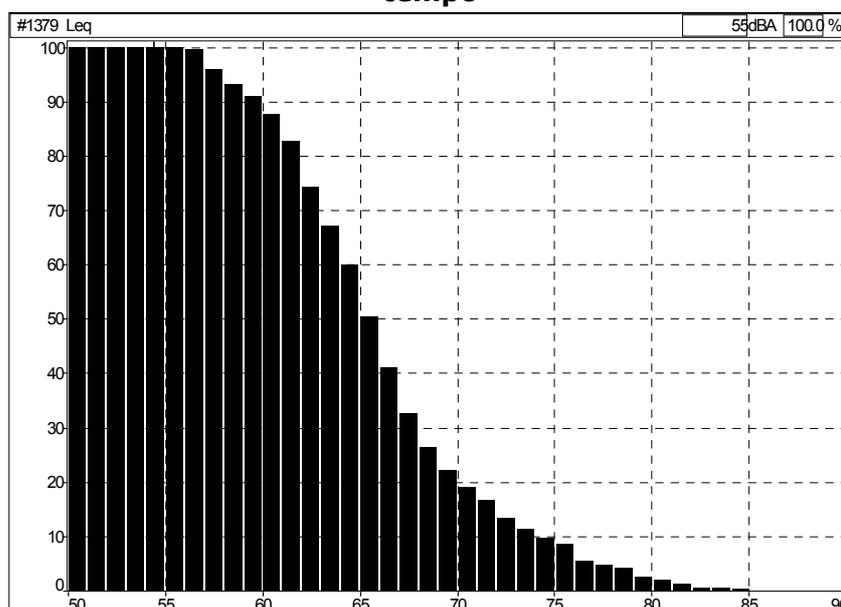
Tabela 32 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 8

Arquivo: P008.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 17:18:02 Fim: 17:23:02		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	73,7	59,4

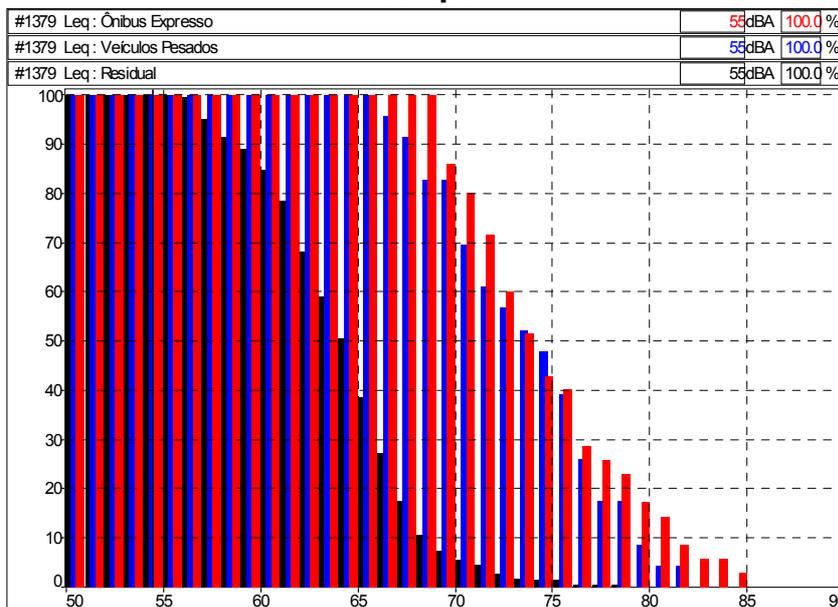
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 8 a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 55 dB(A) é mostrada na Figura 104 e 105. O nível sonoro equivalente global e os níveis específicos excederam 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado.

Figura 104 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

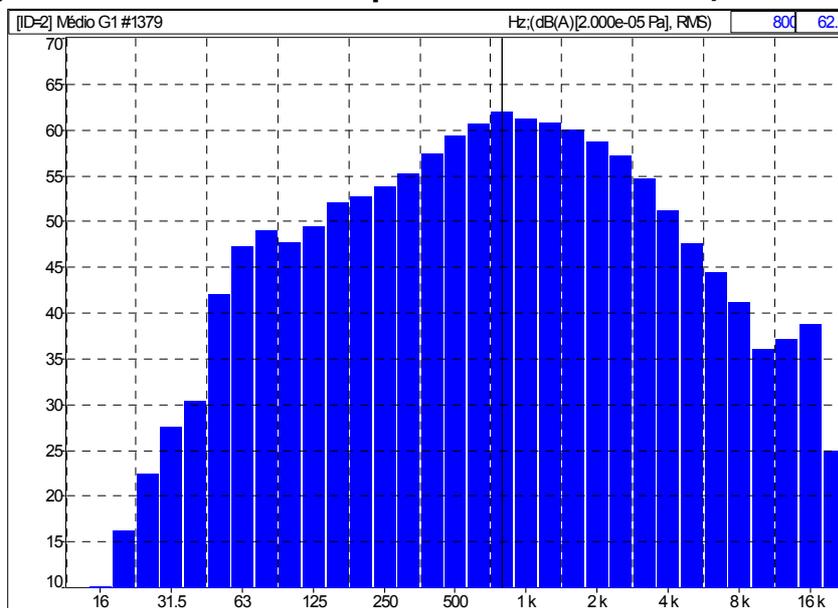


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Figura 105 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 106, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

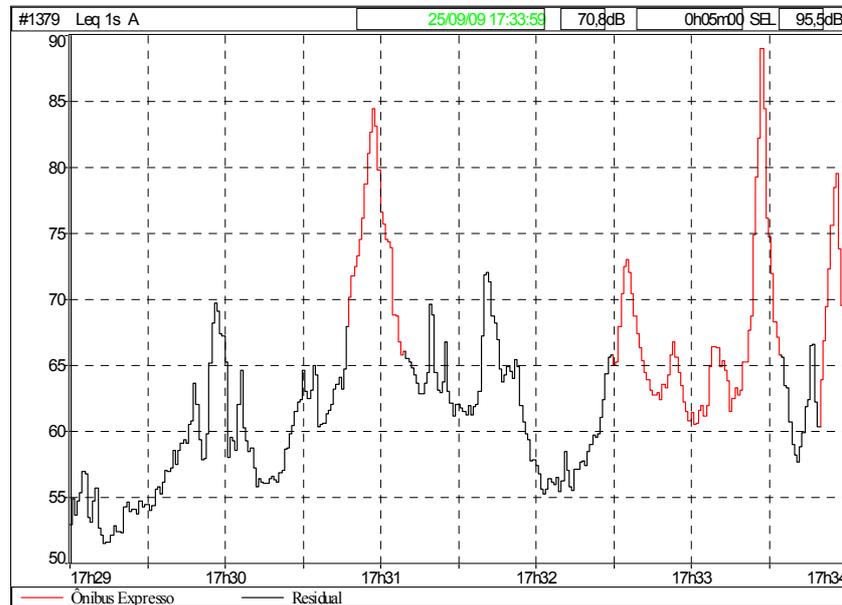
Figura 106 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O Ponto 8A está localizado na Zona Central em uma via com pouquíssimo tráfego de veículos leves. Na Travessa da Lapa, o tráfego é quase que exclusivamente composto por ônibus expresso.

A curva de energia em função do tempo pode ser vista na Figura 107.

Figura 107 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 8A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na Figura acima que no período em que o ônibus expresso esteve parado (aguardando a abertura do semáforo) os níveis sonoros diminuíram para valores próximos a 65 dB(A). Sua passagem livre (primeiro evento codificado em vermelho) ou sua arrancada (segundo evento) produzem níveis sonoros mais elevados. Os níveis sonoros equivalentes são descritos na Tabela 33.

Tabela 33 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 8A

Arquivo: P008A.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 17:29:02 Fim: 17:34:02		
Descriptor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	75,2	60,5	89,0	00:01:37
Residual	62,5	51,5	72,0	00:03:23
Global	70,8	51,5	89,0	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global foi de 70,8 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 62,5 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite legal em 5,8 decibels.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 34.

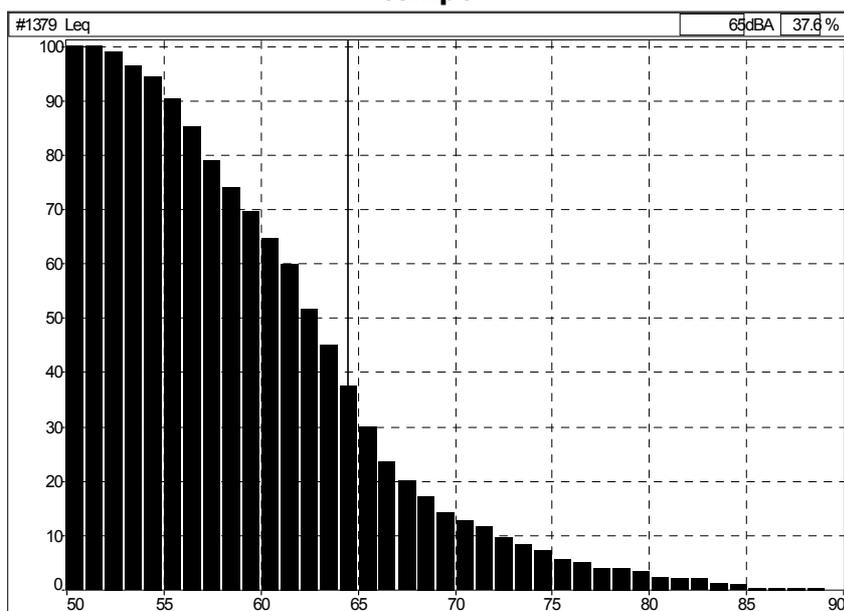
Tabela 34 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 8A

Arquivo: P008A.CMG				
Data: 25/09/09	Início: 17:29:00 Fim: 17:34:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	71,9	55,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 8A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 108 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 37,6% do tempo amostrado.

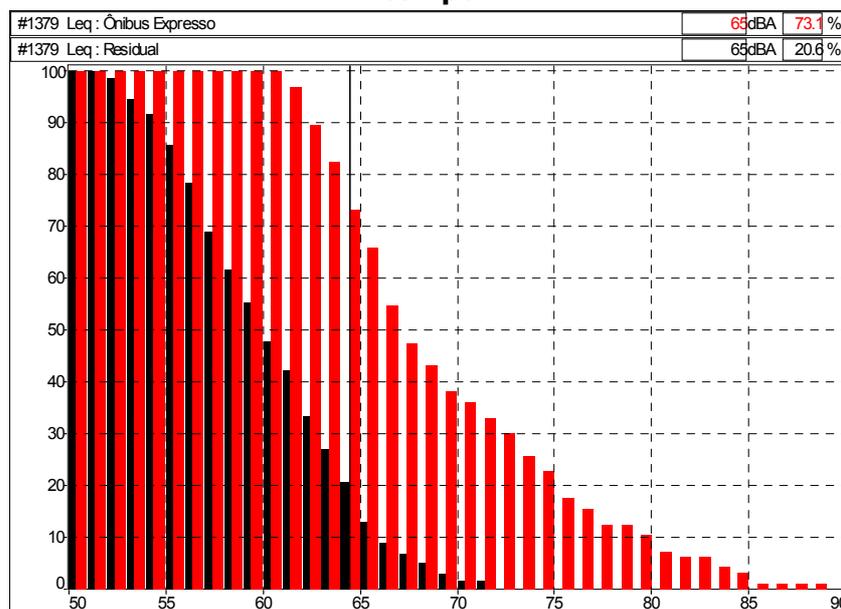
Figura 108 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A avaliação dos níveis por fontes (Figura 109) mostra que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A) propostos como limite de emissão para a zona em 20,6% do tempo amostrado.

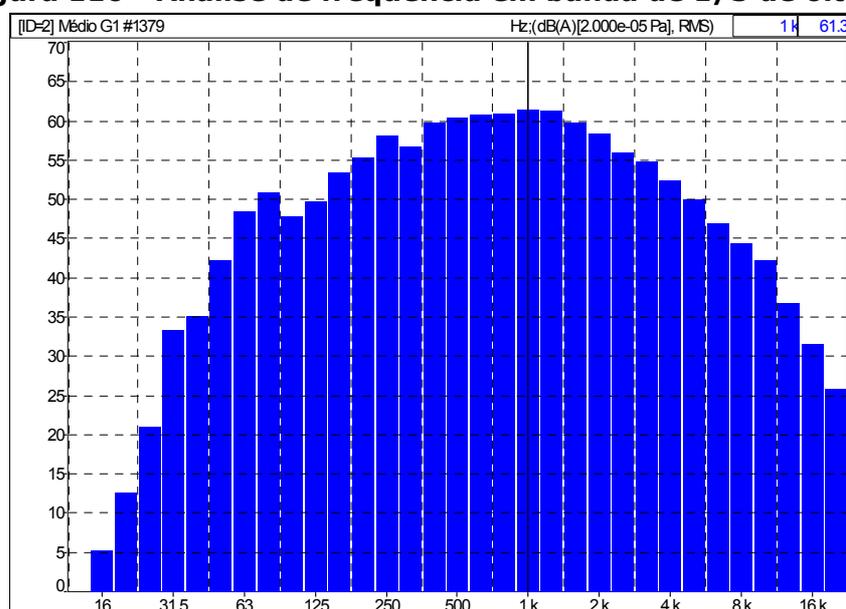
Figura 109 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 110, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 110 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava



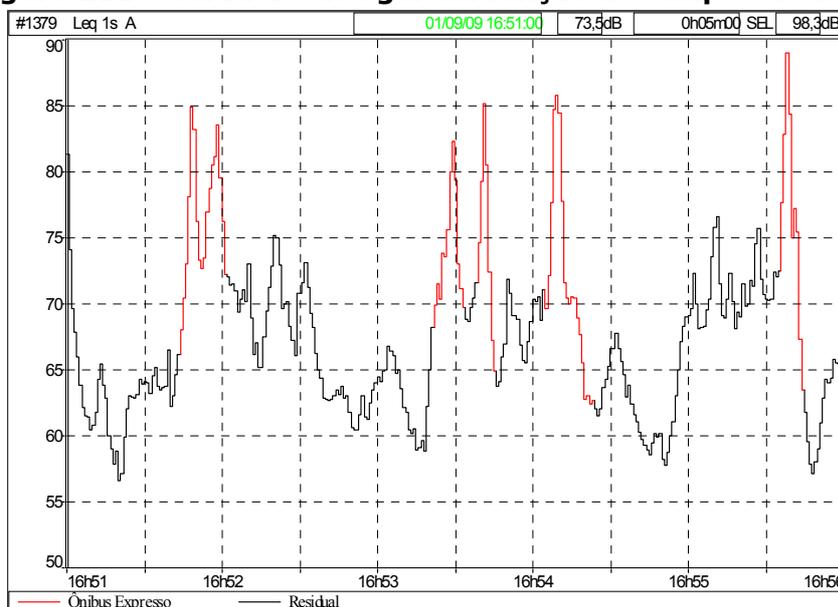
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Ponto 9

O Ponto 9 também está localizado na Travessa da Lapa. No Ponto 9 o zoneamento é Setor Estrutural e o limite de emissão sonora diurno é de 65 dB(A).

A curva de energia em função do tempo está descrita na Figura 111 abaixo em que se observa claramente a influência do tráfego dos ônibus expresso sobre os níveis sonoros.

Figura 111 - Curva de energia em função do tempo – Ponto9



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 111 – são descritos na Tabela 35.

Tabela 35 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 9

Arquivo: P009.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 16:51:00 Fim: 16:56:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	79,0	62,4	89,0	00:01:05
Residual	68,3	56,6	81,3	00:03:55
Global	73,5	56,6	89,0	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente global foi de 73,5 dB(A) e o nível sonoro residual foi 68,3 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global também ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural. A análise estatística dos níveis sonoros amostrados pode ser vista na Tabela 36.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

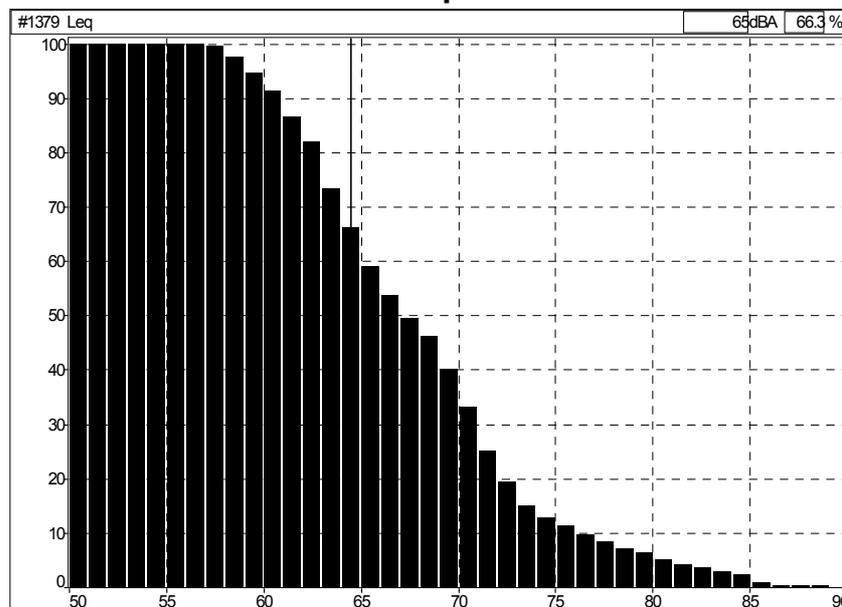
Tabela 36 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 9

Arquivo: P009.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 16:51:00 Fim: 16:56:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	75,7	60,3

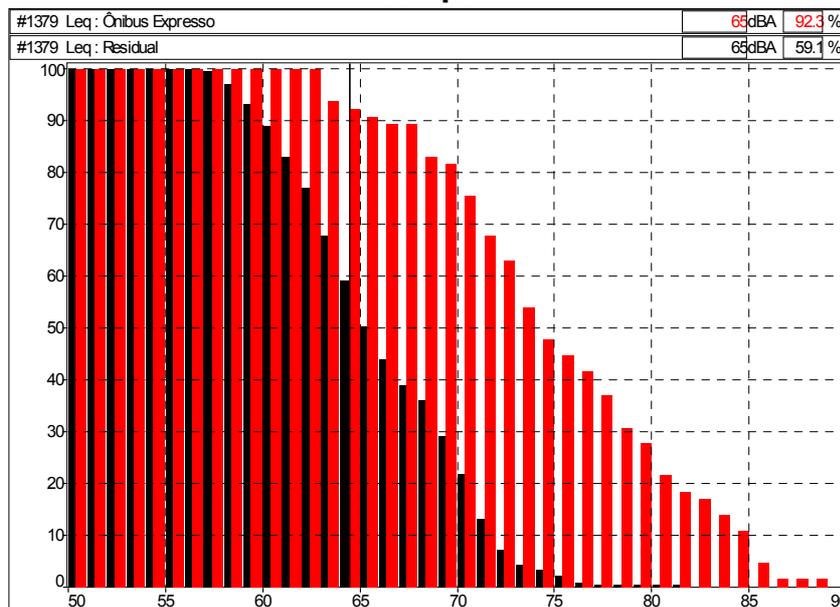
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) no Ponto 9 é mostrada na Figura 112. O nível sonoro equivalente global excedeu o limiar proposto em 66,3% do tempo amostrado e as fontes tomadas separadamente excederam o limite em 92,3% e 59,1% como mostra a Figura 113.

Figura 112 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

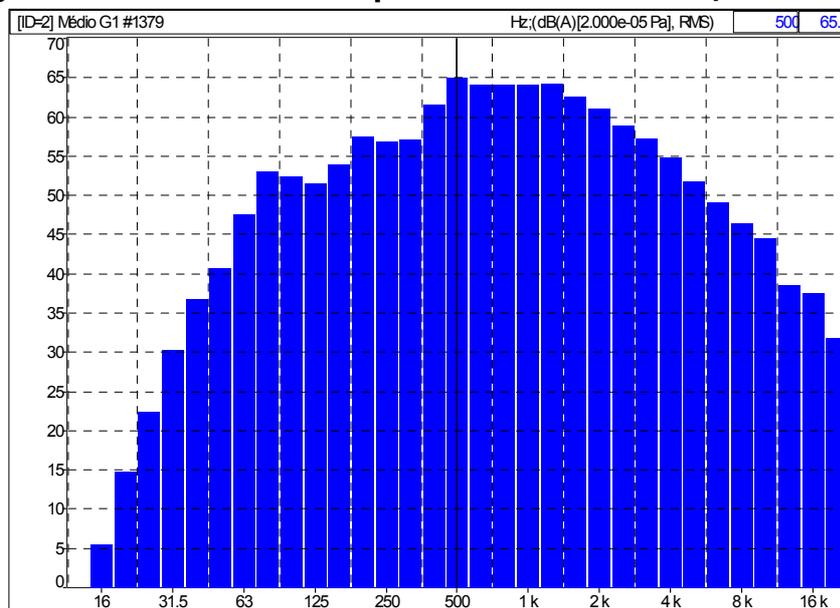


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Figura 113 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 114 a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 114 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

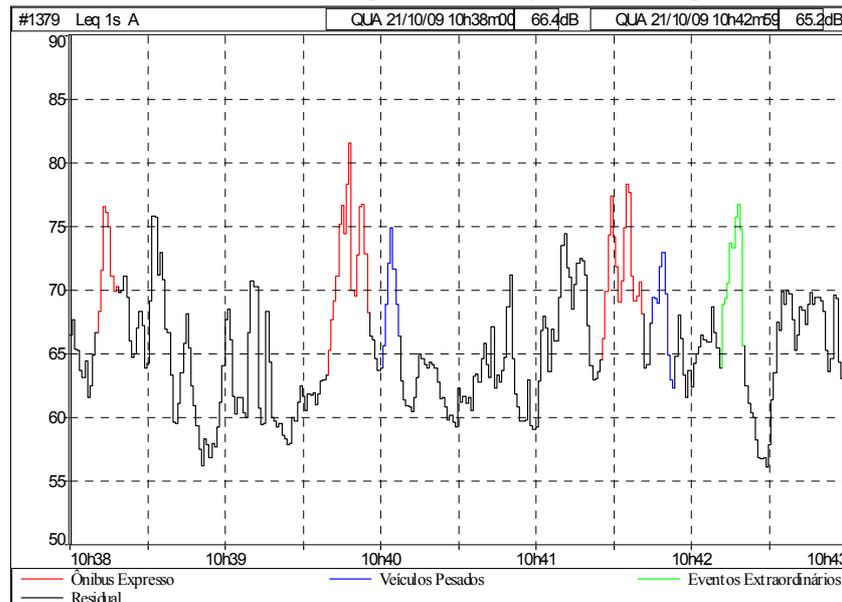
6.15 Ponto 9

O Ponto 9A está localizado em frente ao edifício sede da Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR. O zoneamento do solo neste ponto é Setor Estrutural. O limite máximo diurno para imissões sonoras é de 65 dB(A).

Em função da presença da escola, os critérios estabelecidos para a ZONA SENSÍVEL À RUÍDO, que reduz o limite característico da zona para 55 dB(A), devem ser adotados.

As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 115, na qual se pode observar a presença de três fontes de interesse: 1) ônibus expresso, 2) veículos pesados e 3) passagem de motocicletas (eventos extraordinários).

Figura 115 - Curva de energia em função do tempo - Ponto 9A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros são descritos na Tabela 37. O nível equivalente global é de 69,0 dB(A) e o nível sonoro residual é de 66,2 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassa o limite determinado para a ZONA SENSÍVEL À RUÍDO em 14 dB(A).

Tabela 37 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada - Ponto 9A

Arquivo: P009A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 10:38:00 Fim: 10:43:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	74,1	65,2	81,5	00:00:40
Veículos Pesados	70,0	62,3	74,9	00:00:16
Eventos Extraordinários	73,2	65,6	76,7	00:00:09
Fontes listadas juntas	73,3	62,3	81,5	00:01:05
Residual	66,2	56,1	75,8	00:03:55
Global	69,0	56,1	81,5	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 38.

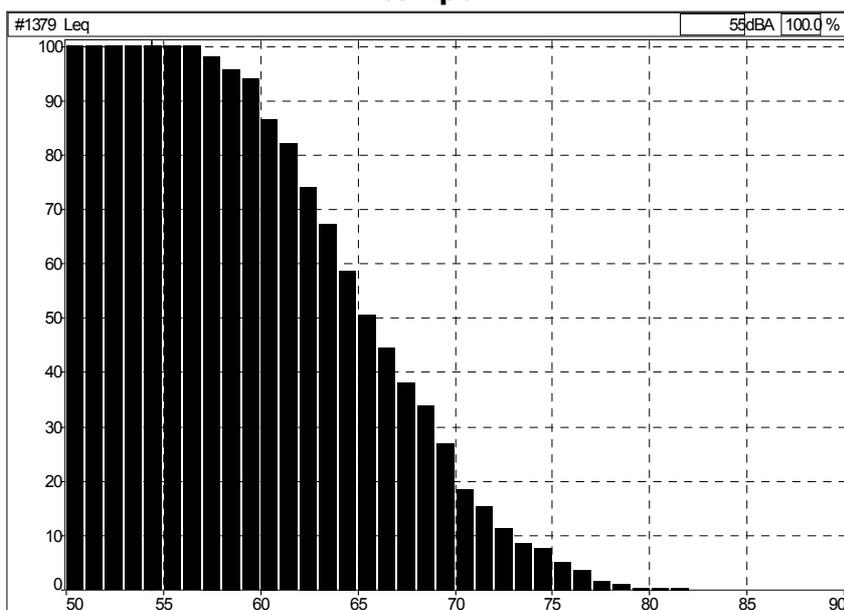
Tabela 38 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 9A

Arquivo: P009A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 10:38:00 Fim: 10:43:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	72,6	59,6

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 55 dB(A) é mostrada na Figura 116. O nível sonoro equivalente global excedeu o valor limite estabelecido por lei em 100% do tempo amostrado.

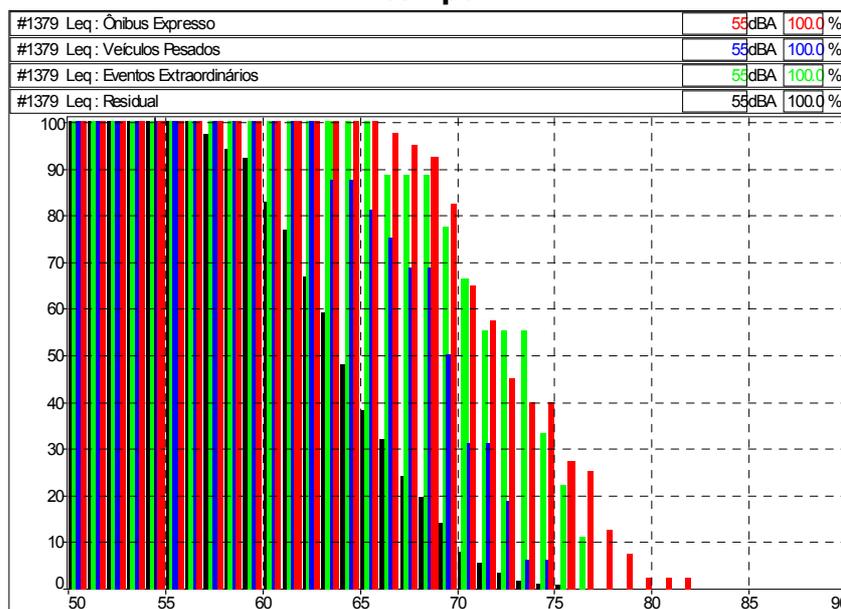
Figura 116 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis equivalentes específicos também excederam o limite de 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado (Figura 117).

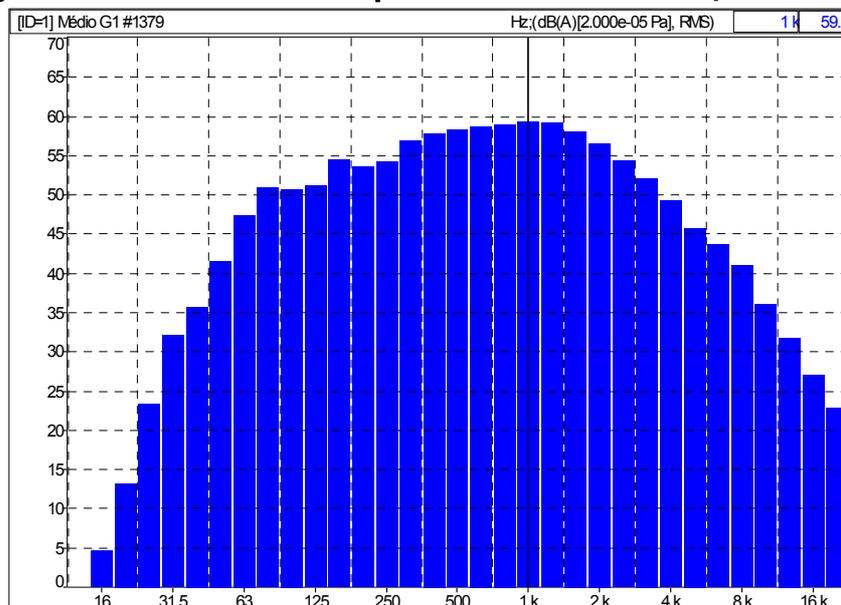
Figura 117 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 118 a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 118 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

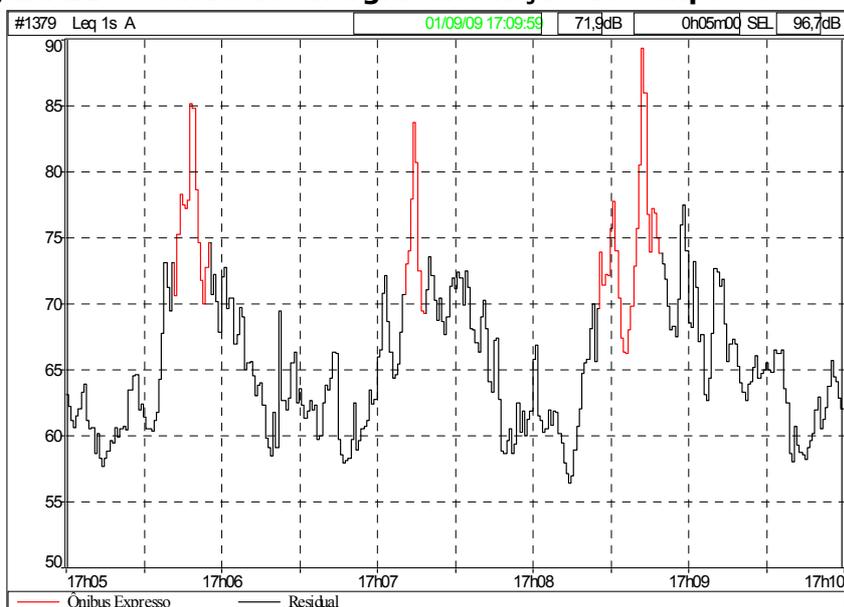


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.16 Ponto 10

As flutuações de pressão sonora para o Ponto 10 são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 119.

Figura 119 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 10



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na Figura 119 que a fonte sonora especialmente intensa é a passagem do ônibus expresso. Os níveis sonoros equivalentes medidos nesses três eventos foram respectivamente 85,1 dB(A), 83,7 dB(A) e 89,3 dB(A). Os resultados de todo o período de medição estão descritos na Tabela 39.

Tabela 39 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 10

Arquivo: P010.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 17:05:00 Fim: 17:10:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	78,7	66,2	89,3	00:00:46
Residual	66,9	56,4	77,5	00:04:14
Global	71,9	56,4	89,3	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 40.

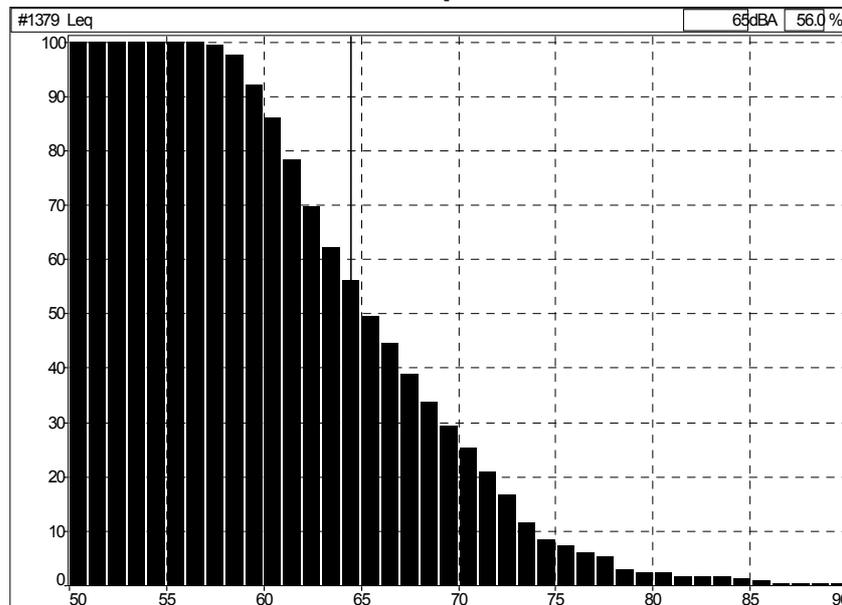
Tabela 40 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 10

Arquivo: P010.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 17:05:00 Fim: 17:10:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	73,8	59,3

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 10 a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 120. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 56,0% do tempo amostrado.

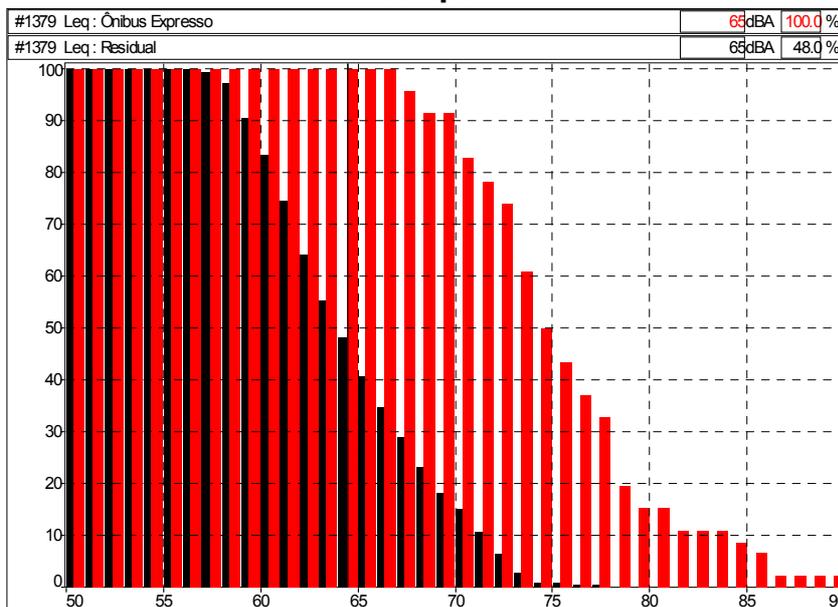
Figura 120 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), propostos como limite de emissão para a zona, em 48,0% do tempo amostrado (Figura 121).

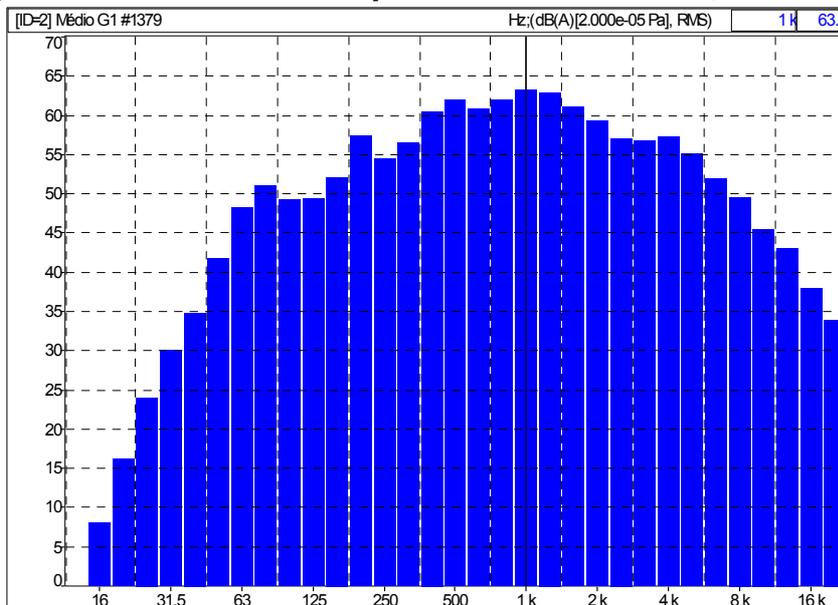
Figura 121 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 122, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 122 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

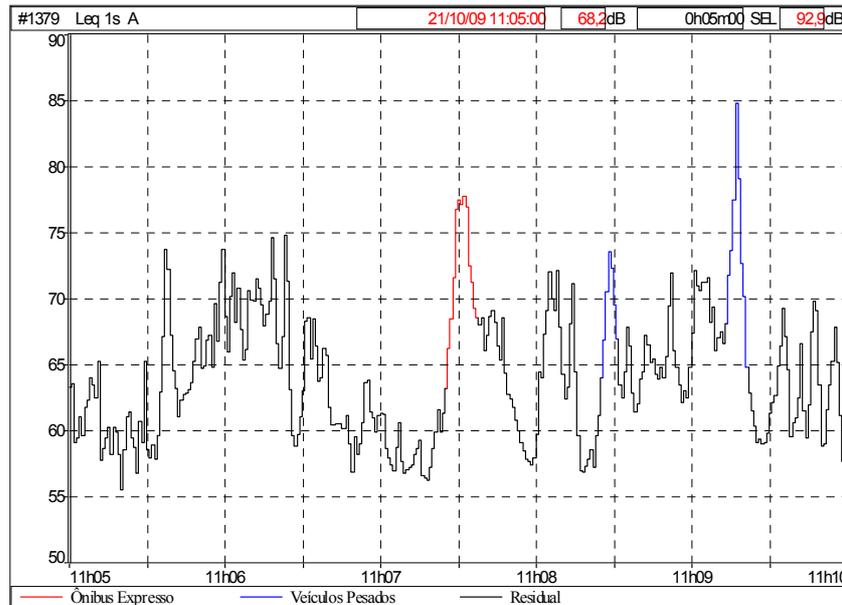


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.17 Ponto 10

O Ponto 10A está localizado na Av. Sete de Setembro no Setor Estrutural. Este ponto dista de um hotel cerca de 80 m. Em virtude da instalação hoteleira os níveis tolerados neste ponto são reduzidos para 55 dB(A) conforme padrão para ZONA SENSÍVEL À RUÍDO. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 123 abaixo.

Figura 123 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 10A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 123 – são descritos na Tabela 41 abaixo.

Tabela 41 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 10A

Arquivo: P010A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 11:05:00 Fim: 11:10:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	74,5	66,2	77,7	00:00:12
Veículos Pesados	76,2	64,8	84,8	00:00:14
Fontes listadas juntas	75,5	64,8	84,8	00:00:26
Residual	65,9	55,5	74,8	00:04:34
Global	68,2	55,5	84,8	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 42.

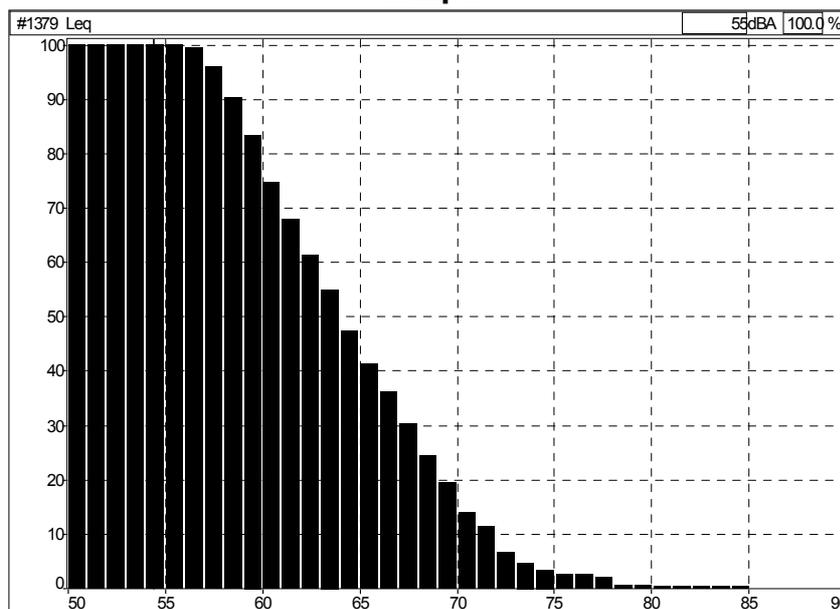
Tabela 42 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 10A

Arquivo: P010A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 11:05:00 Fim: 11:10:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	71,1	58,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 10A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 55 dB(A) é mostrada na Figura 124. O nível sonoro equivalente global excedeu 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado.

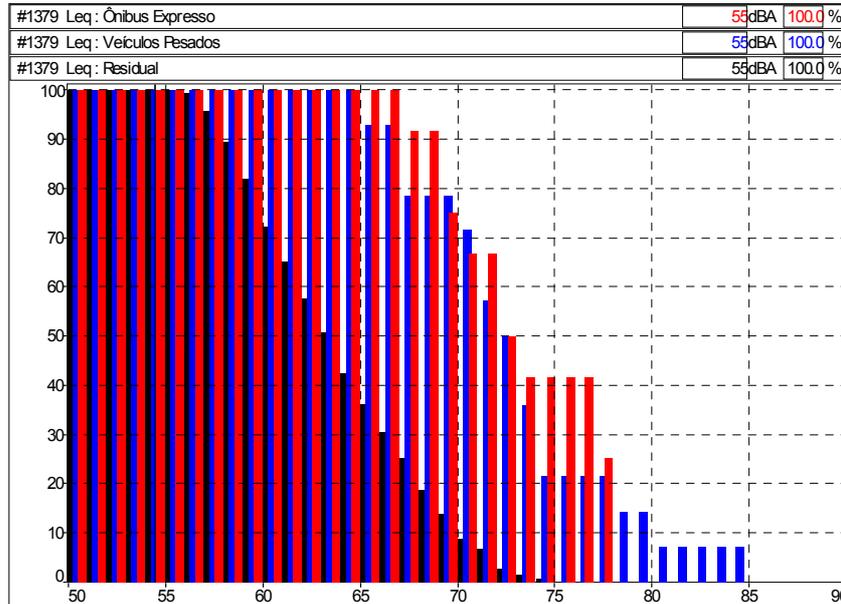
Figura 124 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A Figura 125 mostra os níveis equivalentes específicos (por fontes). O nível equivalente residual excedeu o limite de emissão para a zona, em 100% do tempo amostrado.

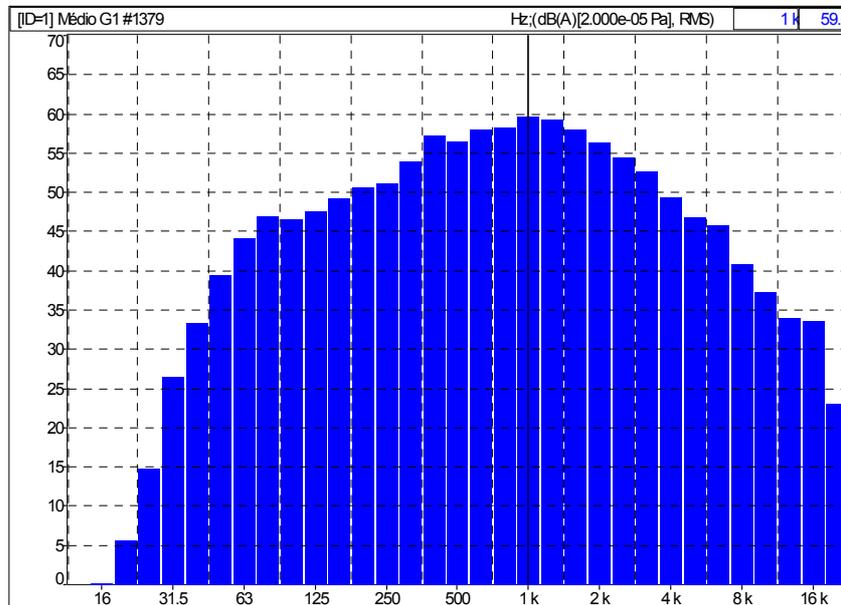
Figura125 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 126, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 126 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

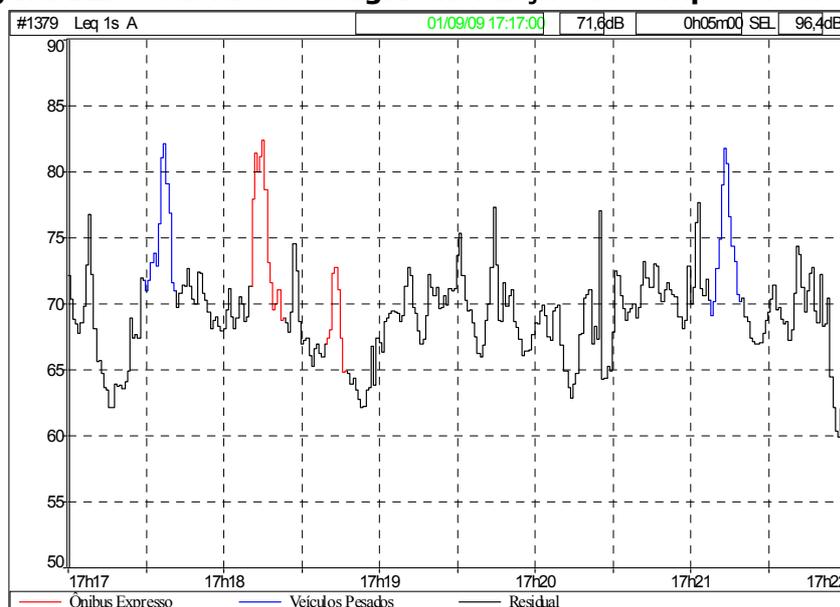


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.18 Ponto 11

As flutuações de pressão sonora do Ponto 11 são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 127 abaixo.

Figura 127 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 11



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados são novamente decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 127 – são descritos na Tabela 43 abaixo.

Tabela 43 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 11

Arquivo: P011.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 17:17:00 Fim: 17:22:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	76,0	64,8	82,4	00:00:21
Veículos Pesados	76,6	69,1	82,1	00:00:24
Fontes listadas juntas	76,3	64,8	82,4	00:00:45
Residual	69,8	59,9	77,6	00:04:15
Global	71,6	59,9	82,4	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 44.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

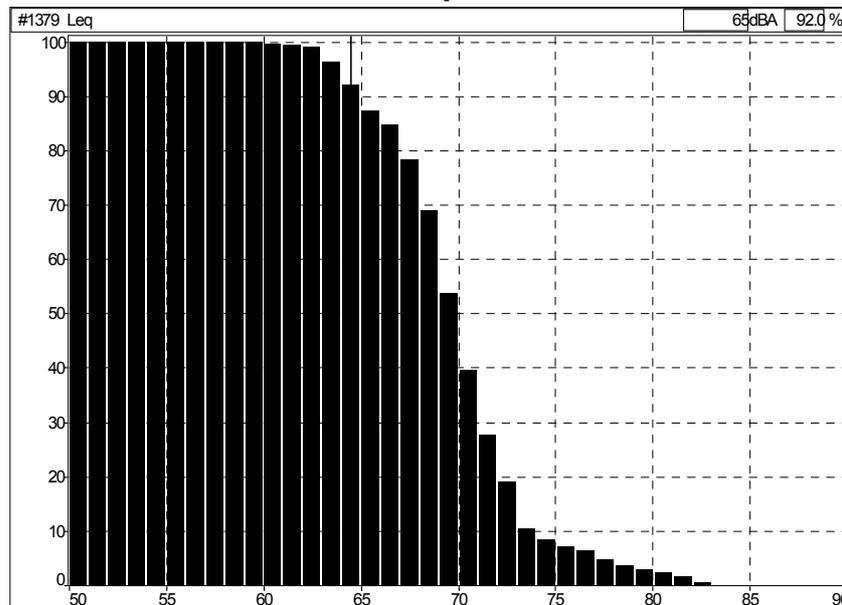
Tabela 44 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 11

Arquivo: P011.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 17:17:00 Fim: 17:22:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	64,6	73,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 128 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 92,0% do tempo amostrado.

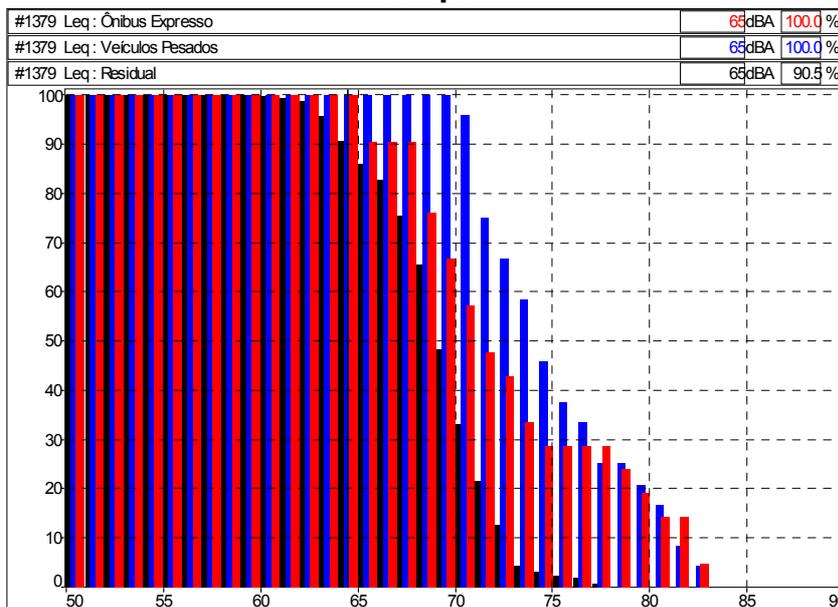
Figura 128 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, os níveis equivalentes específicos (por fontes) excederam os 65 dB(A) propostos como limite de emissão para a zona, em 100% e 90,5% do tempo amostrado como mostra a Figura 129.

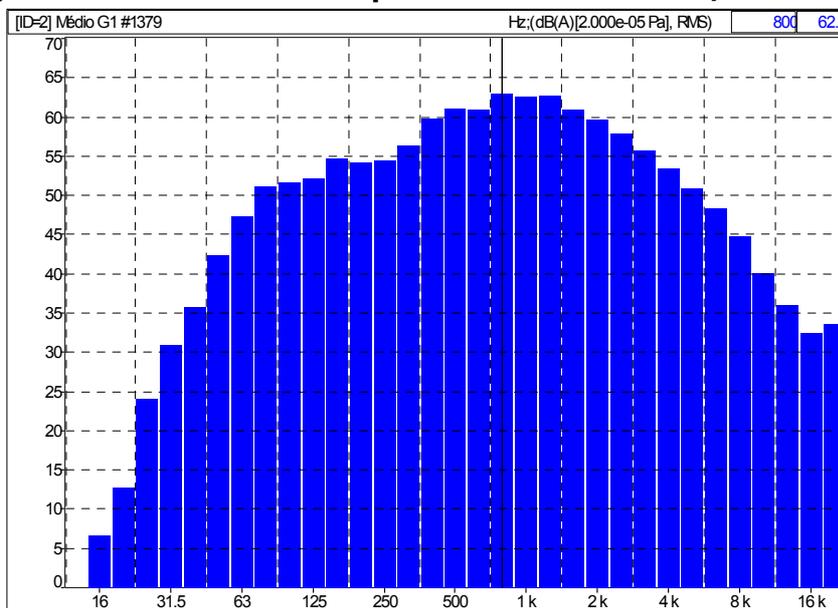
Figura 129 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 130, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 130 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

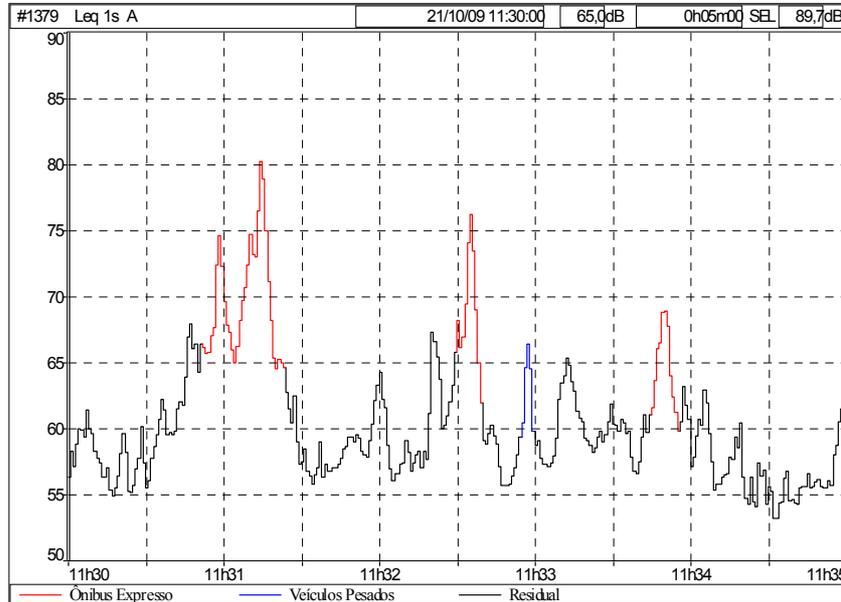


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.19 Ponto 11

As flutuações de pressão sonora do Ponto 11A são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 131.

Figura 131 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 11A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados são novamente decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 131 – são descritos na Tabela 45 abaixo.

Tabela 45 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 11A

Arquivo: P011A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 11:30:00 Fim: 11:35:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	71,2	59,8	80,2	00:00:53
Veículos Pesados	63,8	59,8	66,4	00:00:05
Fontes listadas juntas	70,9	59,8	80,2	00:00:58
Residual	59,8	53,2	67,9	00:04:02
Global	65,0	53,2	80,2	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global medido foi de 62,2 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 58,5 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido não ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 46.

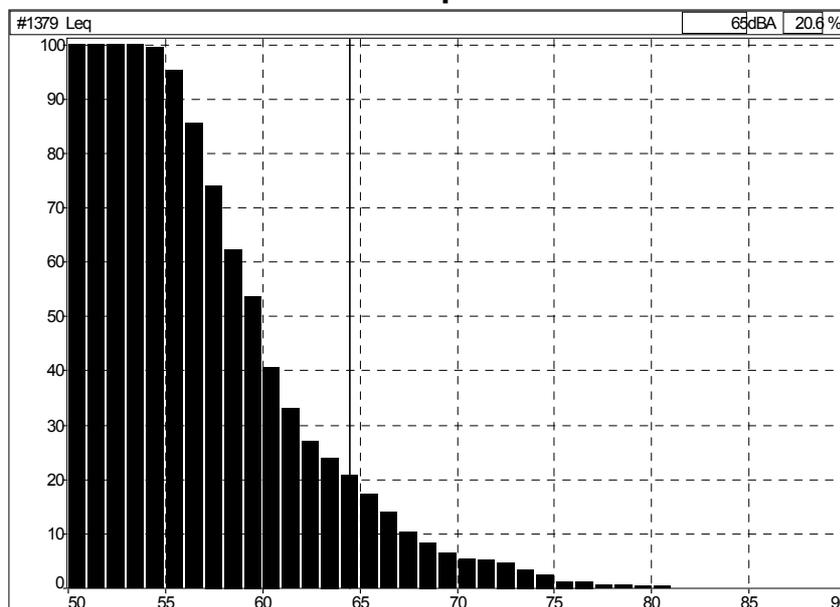
Tabela 46 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 11A

Arquivo: P011A.CMG				
Data: 21/10/09	Início: 11:30:00 Fim: 11:35:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L10	L90
Leq	A	dB	67,2	55,6

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 132 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em apenas 20,6% do tempo amostrado.

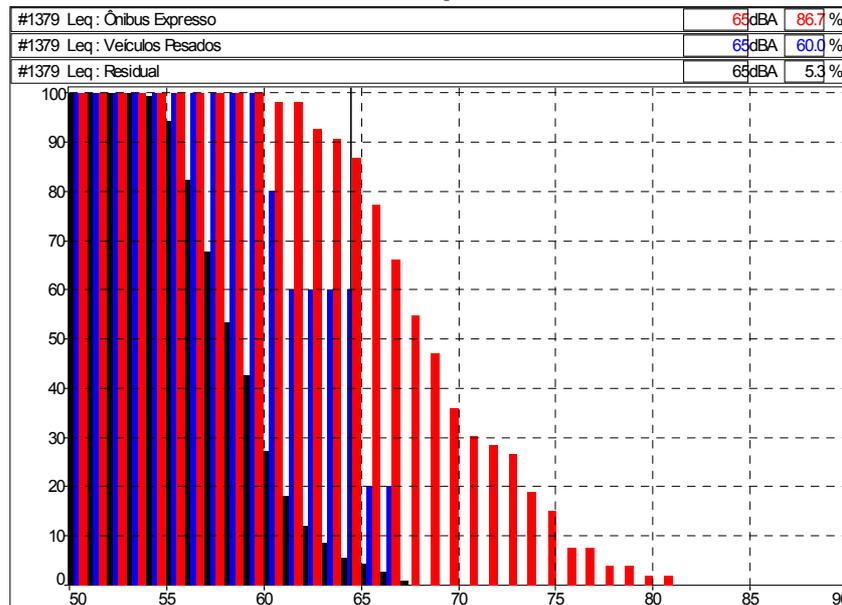
Figura 132 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, os níveis equivalentes específicos (por fontes) excederam os 65 dB(A) propostos como limite de emissão para a zona, em 86,7%, 60,0% e 5,3% do tempo amostrado como mostra a Figura 133.

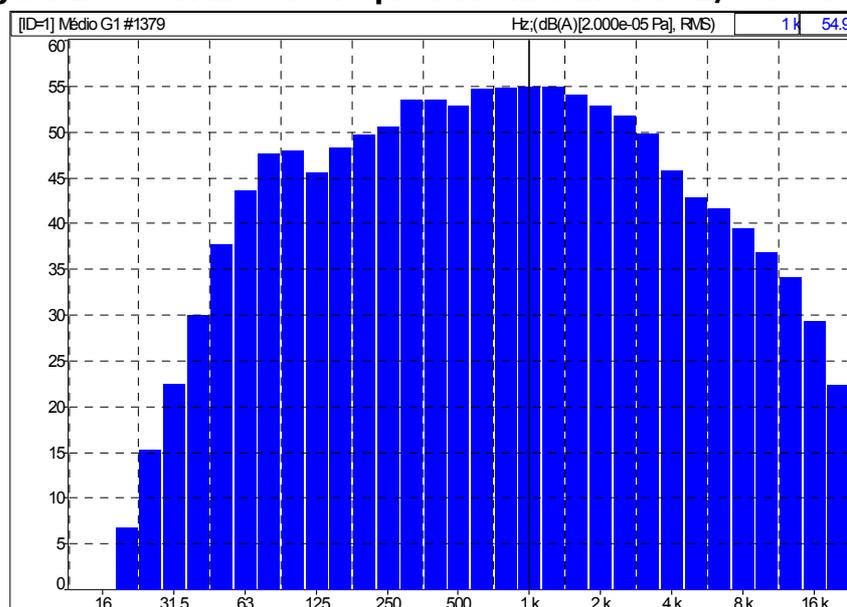
Figura 133 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 134, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 134 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

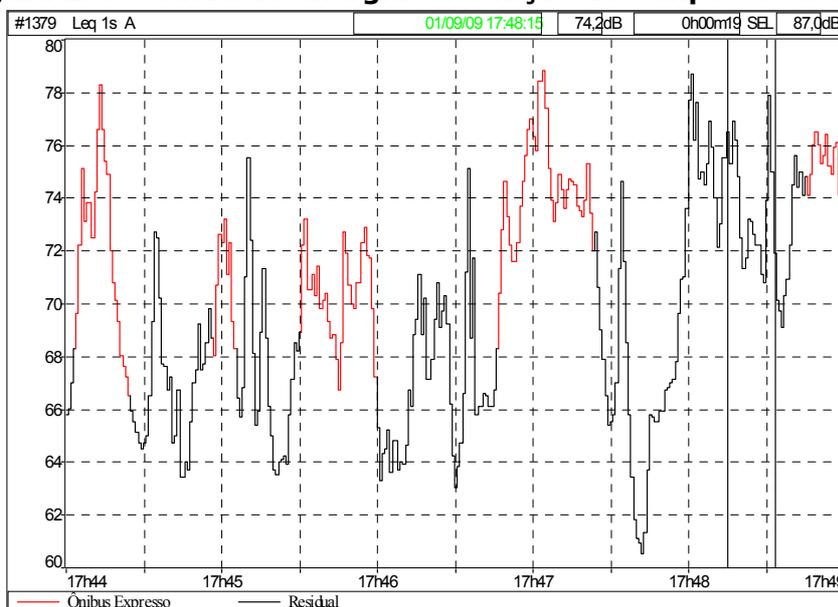


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.20 Ponto 12

As flutuações de pressão sonora do Ponto 12 são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 135.

Figura 135 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 12



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados são novamente decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 135 – são descritos na Tabela 47 abaixo.

Tabela 47 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 12

Arquivo: P012.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 17:44:00 Fim: 17:49:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,6	66,5	78,8	00:01:50
Residual	70,7	60,5	78,7	00:03:10
Global	72,0	60,5	78,8	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 48.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

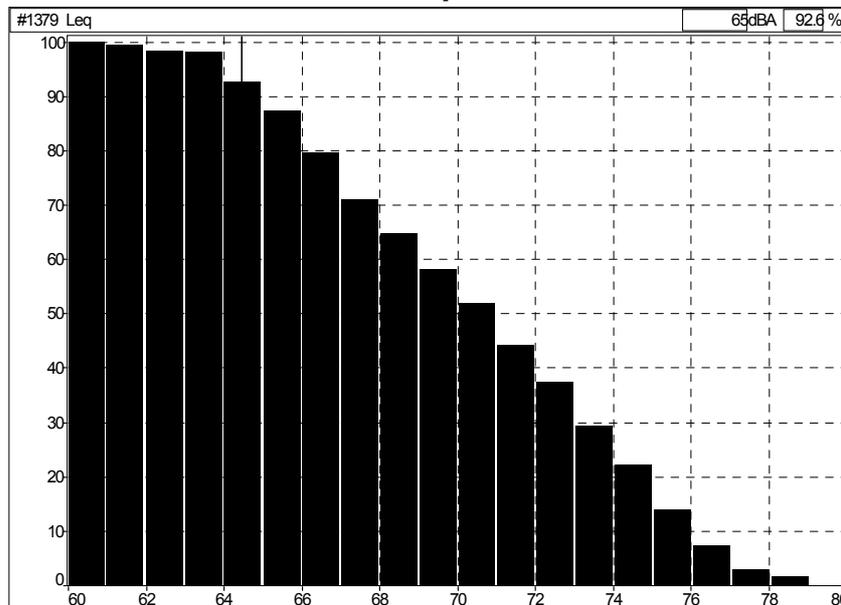
Tabela 48 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 12

Arquivo: P012.CMG				
Data: 01/09/09		Início: 17:44:00 Fim: 17:49:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	75,5	64,6

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

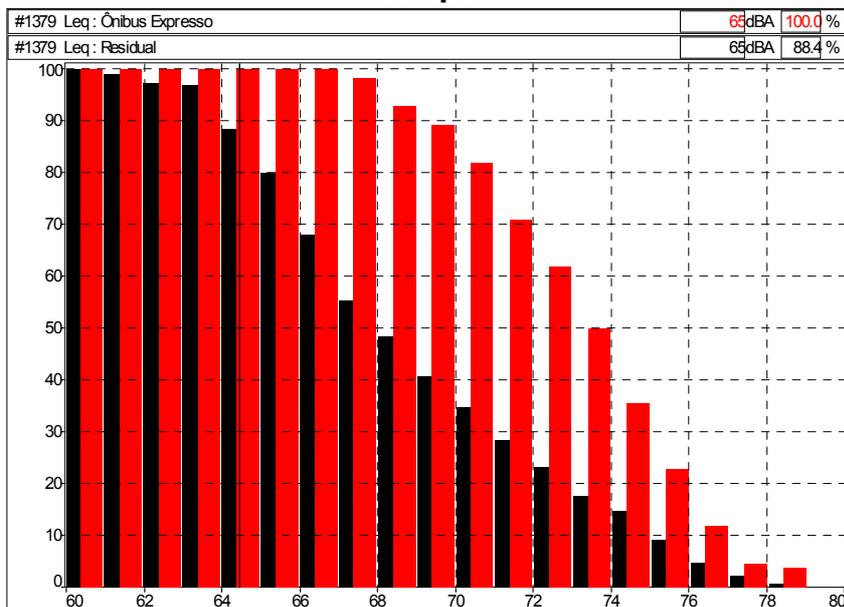
A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 136 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 92,6% do tempo amostrado.

Figura 136 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



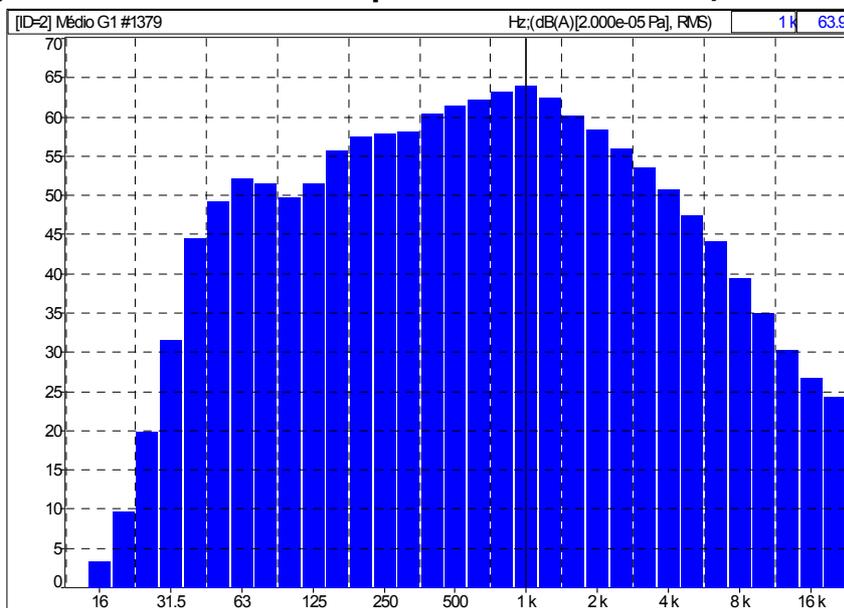
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, os níveis equivalentes específicos (por fontes) excederam os 65 dB(A) propostos como limite de imissão para a zona, em 86,7%, 60,0% e 5,3% do tempo amostrado como mostra a Figura 137.

Figura 137 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 138, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

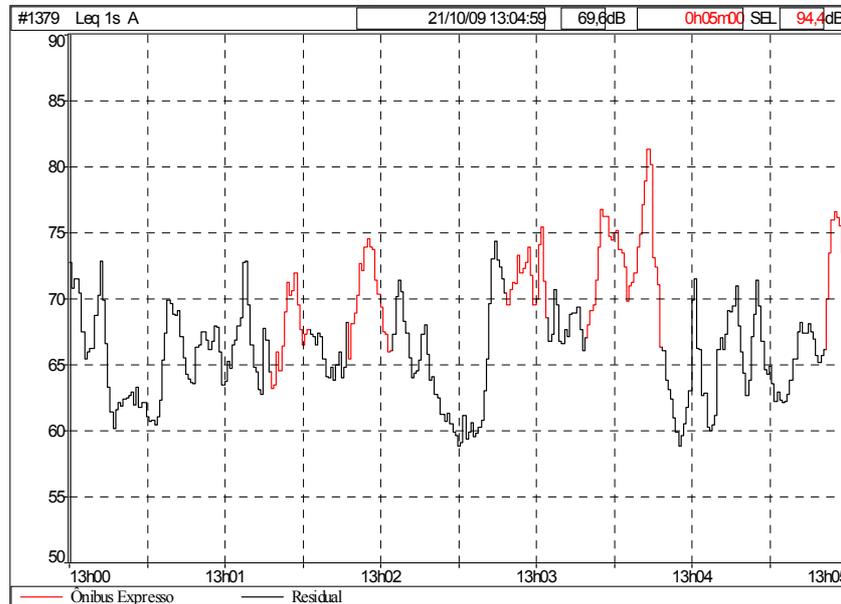
Figura 138 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.21 Ponto 12

O Ponto 12A está localizado no Setor Estrutural. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 139.

Figura 139 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 12A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados são novamente decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 139 – são descritos na Tabela 49 abaixo.

Tabela 49 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 12A

Arquivo: P012A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 13:00:00 Fim: 13:00:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,1	63,2	81,3	00:01:25
Residual	66,9	58,8	74,3	00:03:35
Global	69,6	58,8	81,3	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global foi de 69,6 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 56,9 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 50.

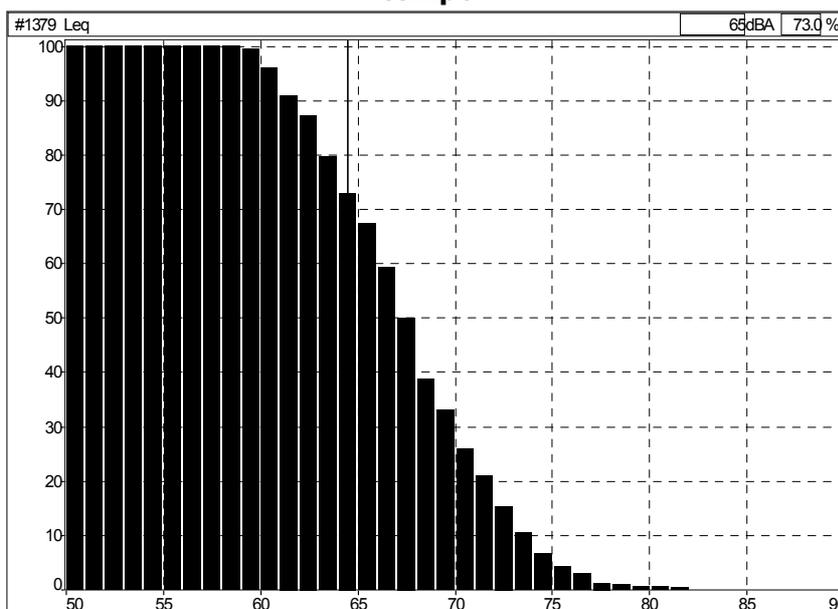
Tabela 50 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 12A

Arquivo: P012A.CMG				
Data: 21/10/09	Início: 13:00:00 Fim: 13:00:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	73,3	61,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 140. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 73,0% do tempo amostrado.

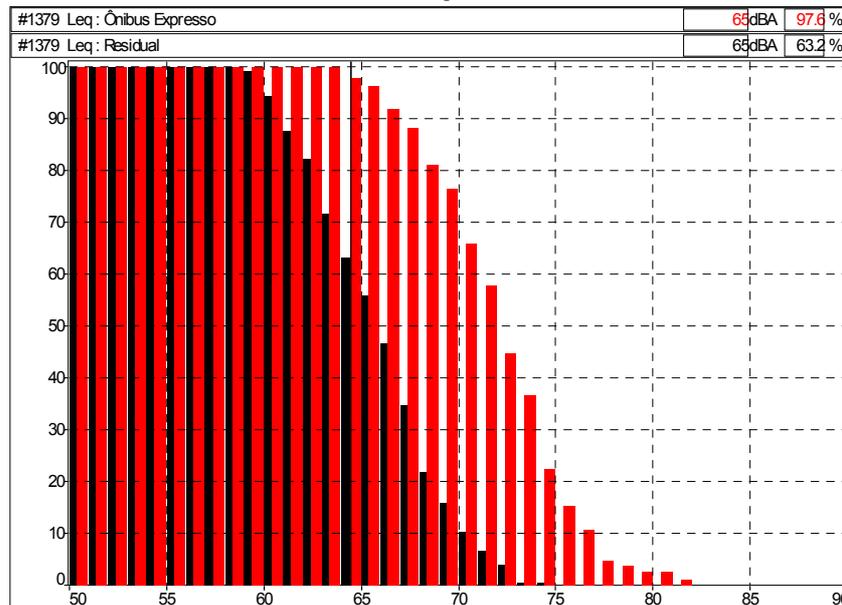
Figura 140 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis equivalentes específicos (por fontes) excederam os 65 dB(A) propostos como limite de emissão para a zona, em 97,6% e 63,2% do tempo amostrado como mostra a Figura 141.

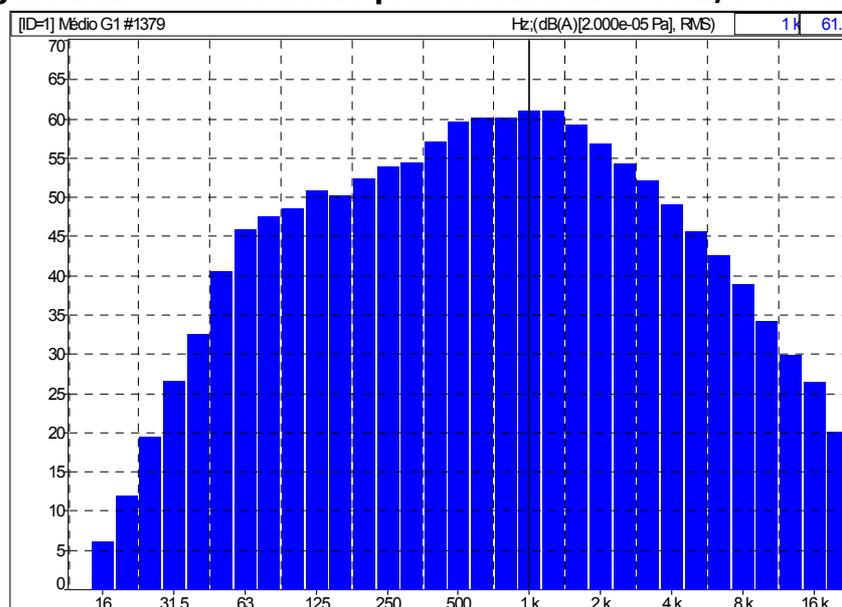
Figura 141 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 142, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 142 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

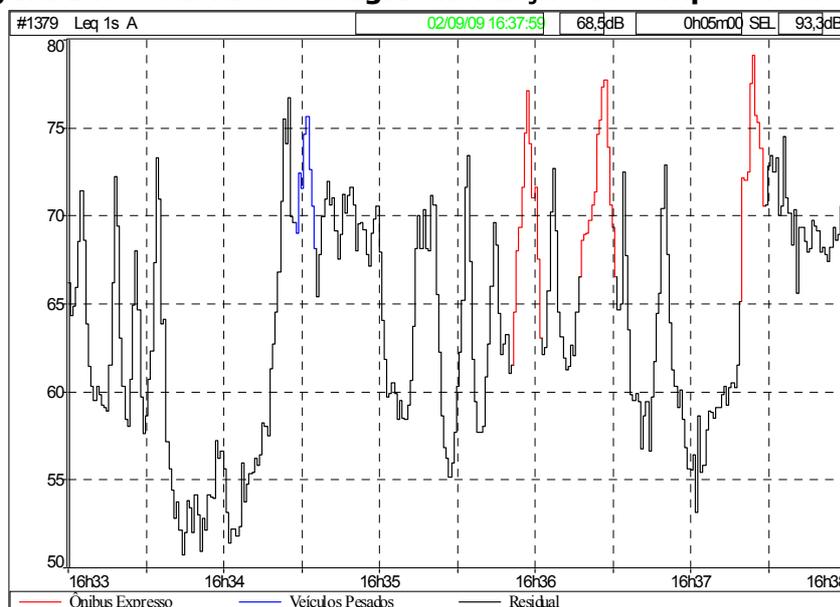


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.22 Ponto 13

As flutuações de pressão sonora do Ponto 13 são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 143 abaixo.

Figura 143 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 13



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados foram novamente decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 143 – são descritos na Tabela 51 abaixo.

Tabela 51 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 13

Arquivo: P013.CMG				
Data: 02/09/09		Início: 16:33:00 Fim: 16:38:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,4	63,0	79,1	00:00:34
Veículos Pesados	72,4	68,1	75,6	00:00:08
Fontes listadas juntas	73,3	63,0	79,1	00:00:42
Residual	66,8	50,7	76,7	00:04:18
Global	68,5	50,7	79,1	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 52.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

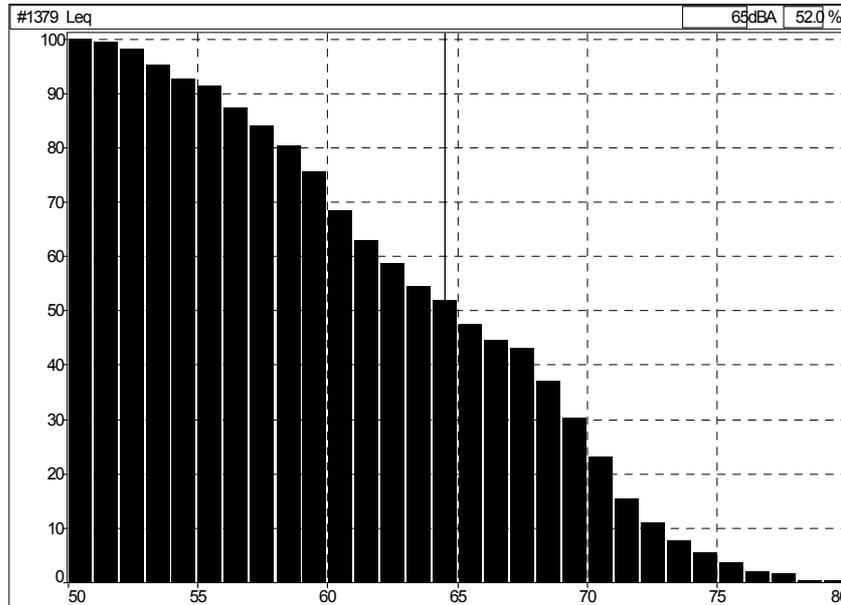
Tabela 52 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 13

Arquivo: P013.CMG				
Data: 02/09/09		Início: 16:33:00 Fim: 16:38:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	72,4	55,4

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 144 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 52,0% do tempo amostrado.

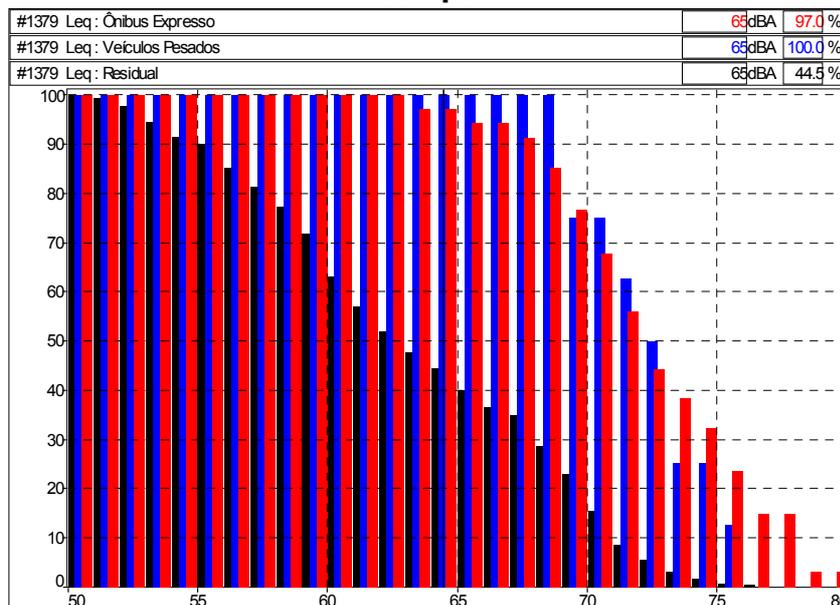
Figura 144 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis equivalentes específicos (por fontes) excederam os 65 dB(A) propostos como limite de imissão para a zona, em 97,0%, 100% e 44,5% do tempo amostrado como mostra a Figura 145.

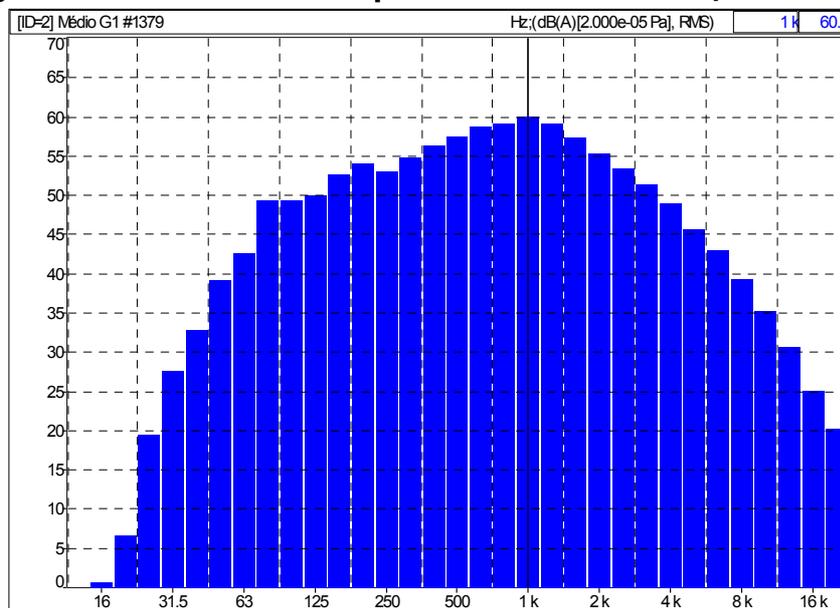
Figura 145 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 146, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 146 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

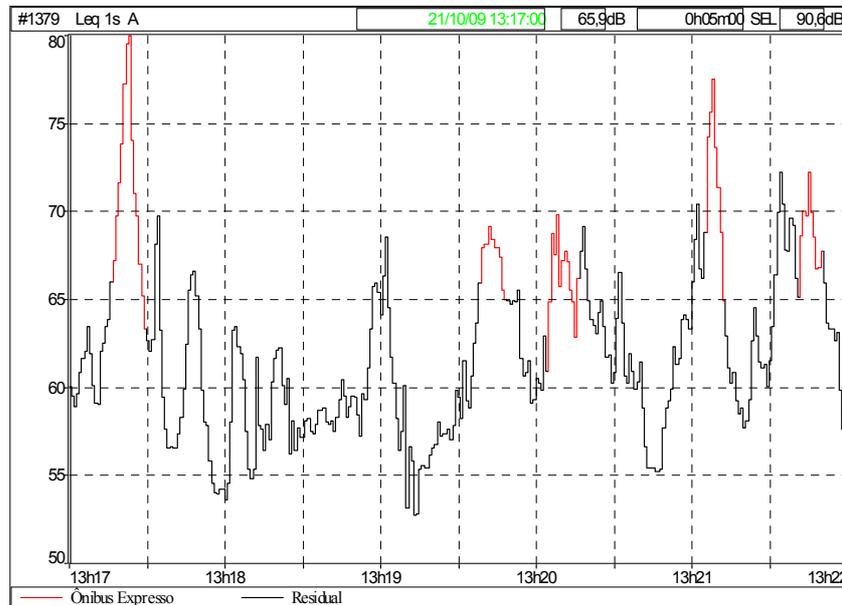


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.23 Ponto 13

As flutuações de pressão sonora do Ponto 13A são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 147.

Figura 147 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 13A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 147 – são descritos na Tabela 53.

Tabela 53 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 13A

Arquivo: P013A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 13:17:00 Fim: 13:22:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	71,4	62,8	80,0	00:00:51
Residual	62,6	52,7	72,2	00:04:09
Global	65,9	52,7	80,0	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

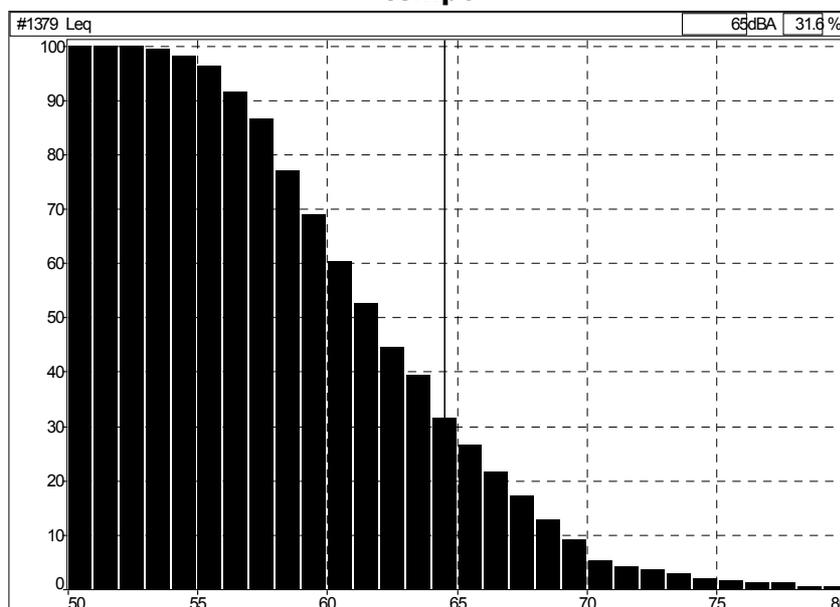
A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 54.

Tabela 54 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 13A

Arquivo: P013A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 13:17:00 Fim: 13:22:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	68,7	56,4

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

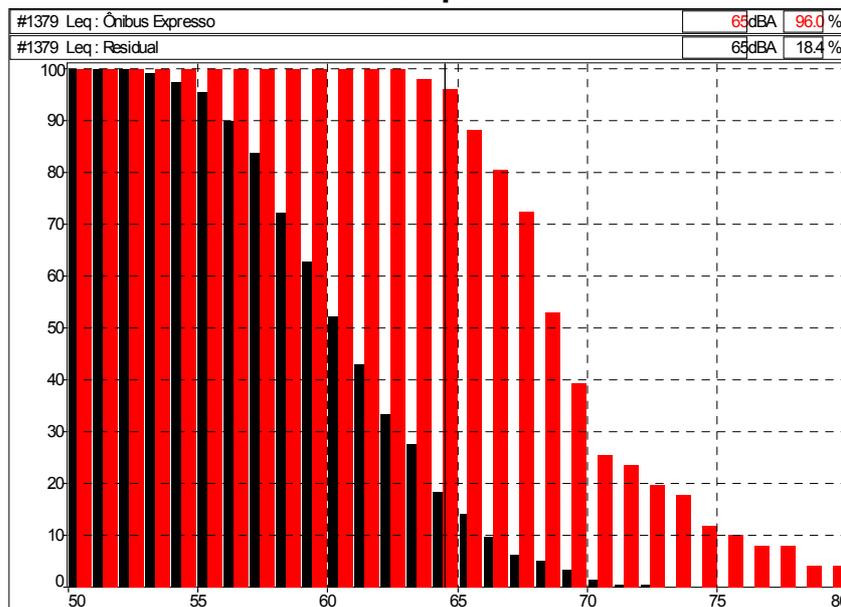
A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 148 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 31,6% do tempo amostrado.

Figura 148 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis equivalentes específicos (por fontes) excederam os 65 dB(A) propostos como limite de emissão para a zona, em 96,0% e 18,4% do tempo amostrado como mostra a Figura 149.

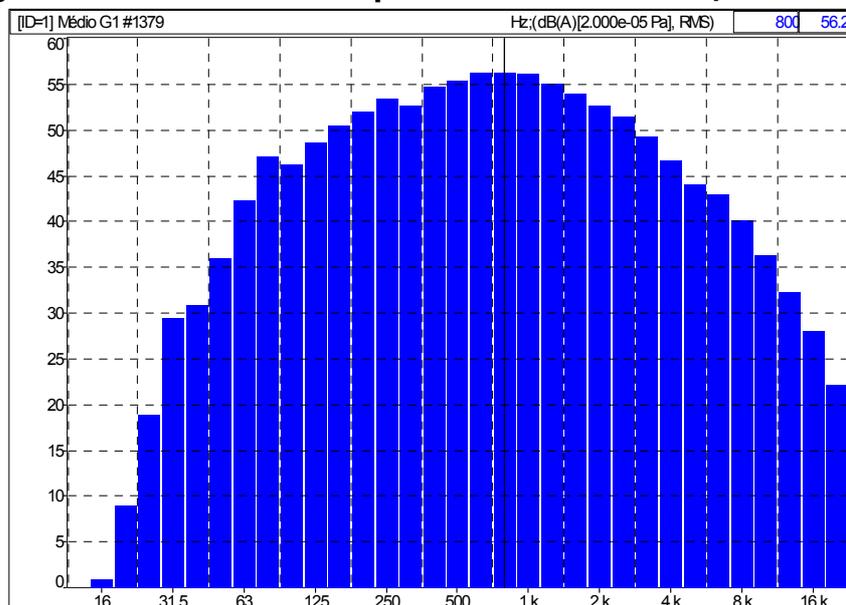
Figura 149 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 150, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 150 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

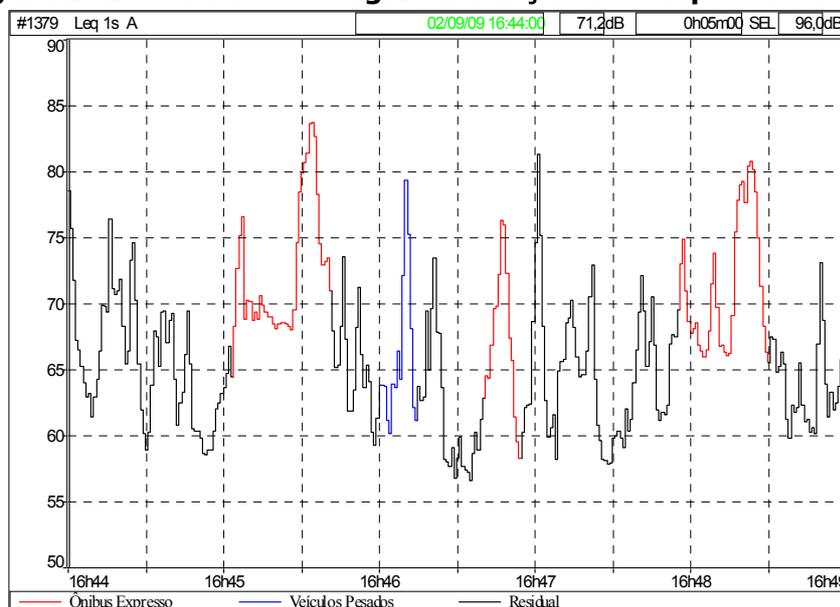


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.24 Ponto 14

As flutuações de pressão sonora do Ponto 14 são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 151 a seguir.

Figura 151 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 14



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados são decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 151 – são descritos na Tabela 55 abaixo.

Tabela 55 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 14

Arquivo: P014.CMG				
Data: 02/09/09		Início: 16:44:00 Fim: 16:49:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	74,8	58,3	83,7	00:01:27
Veículos Pesados	70,7	60,1	79,3	00:00:14
Fontes listadas juntas	74,5	58,3	83,7	00:01:41
Residual	67,6	56,6	81,3	00:03:19
Global	71,2	56,6	83,7	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observou-se que o nível equivalente global foi de 71,2 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 67,6 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em 6 decibels.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 56.

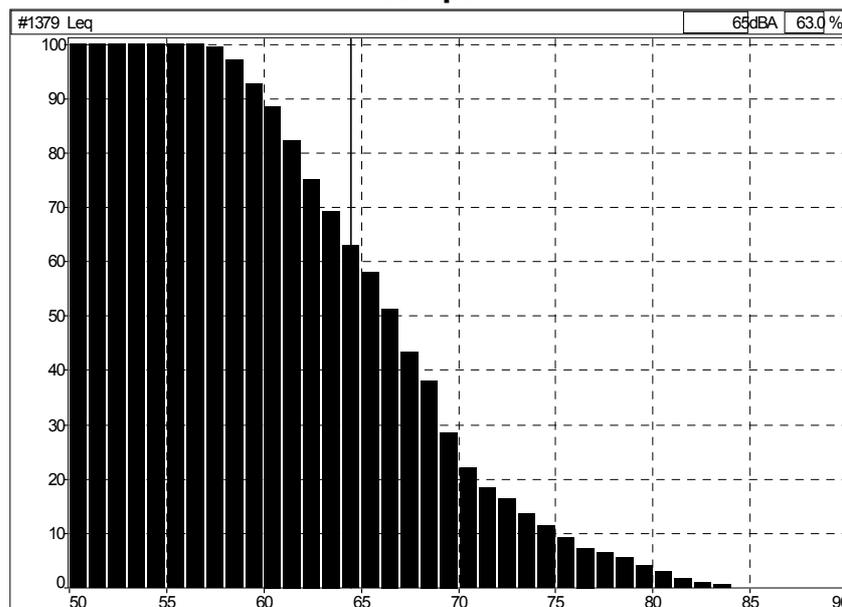
Tabela 56 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} – Ponto 14

Arquivo: P014.CMG				
Data: 02/09/09		Início: 16:44:00 Fim: 16:49:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	74,8	59,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 152 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 63,0% do tempo amostrado.

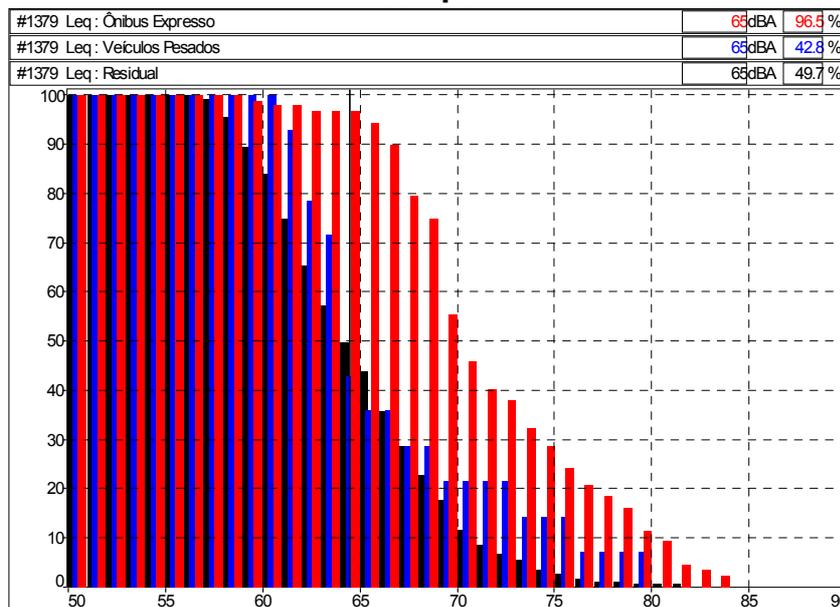
Figura 152 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), propostos como limite de imissão para a zona, em 49,7% do tempo amostrado (Figura 153).

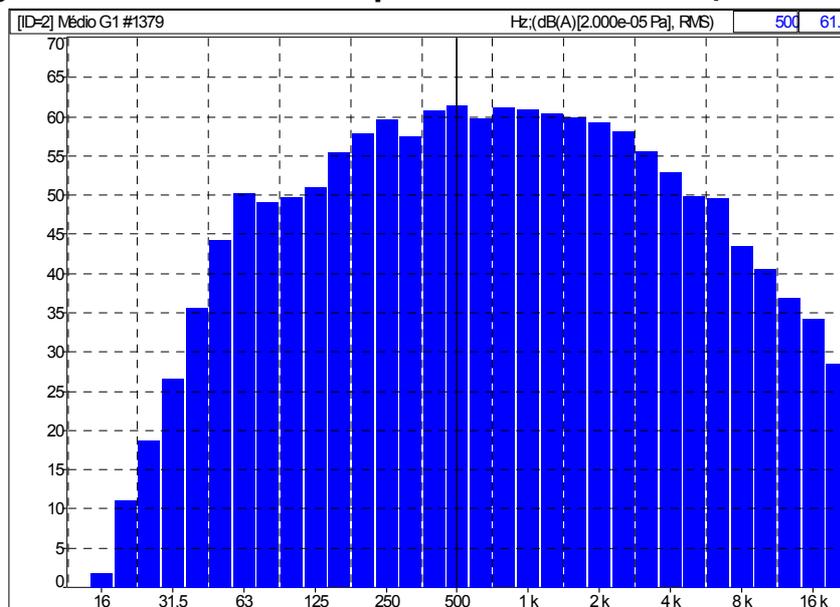
Figura153 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 154, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura154 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

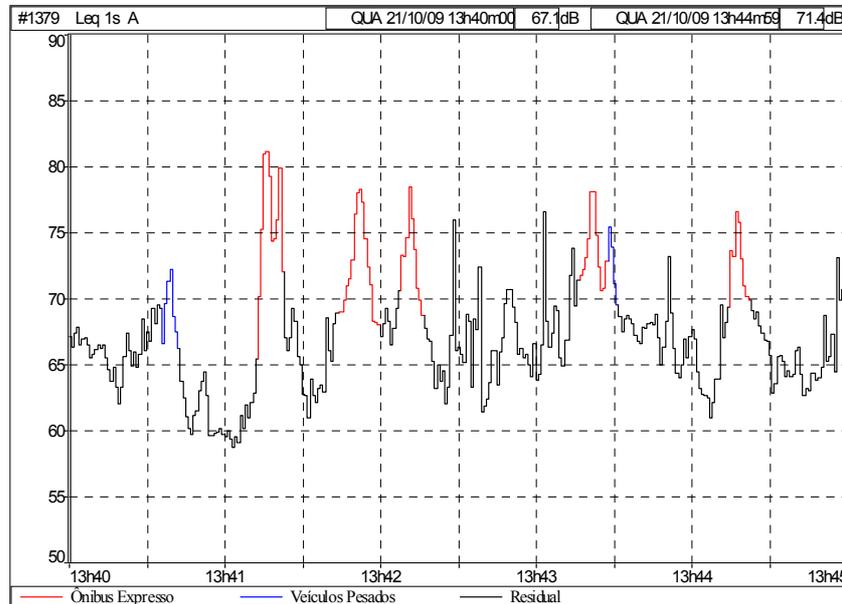


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.25 Ponto 14

As flutuações de pressão sonora do Ponto 14A são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 155 abaixo.

Figura 155 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 14A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes mais elevados são decorrentes do fluxo de veículos pesados. Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 155 – são descritos na Tabela 57 abaixo.

Tabela 57 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 14A

Arquivo: P014A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 13:40:00 Fim: 13:45:00		
Descriptor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	74,9	68,0	81,1	00:00:54
Veículos Pesados	71,1	66,2	75,4	00:00:11
Fontes listadas juntas	74,5	66,2	81,1	00:01:05
Residual	66,9	58,7	76,6	00:03:05
Global	70,0	58,7	81,1	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

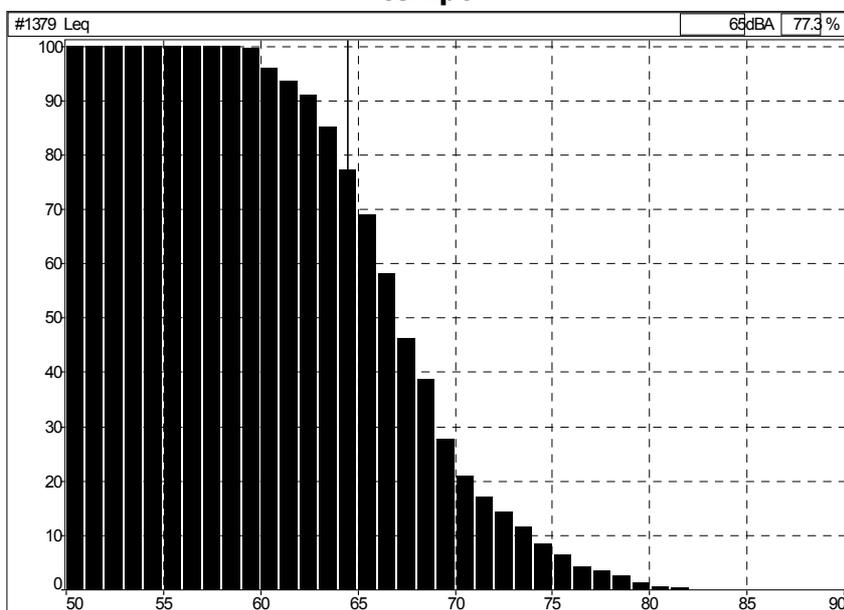
Observou-se que o nível equivalente global foi de 70,0 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 66,9 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 58.

Tabela 58 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 14A

Arquivo: P014A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 13:40:00 Fim: 13:45:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	73,2	62,3

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

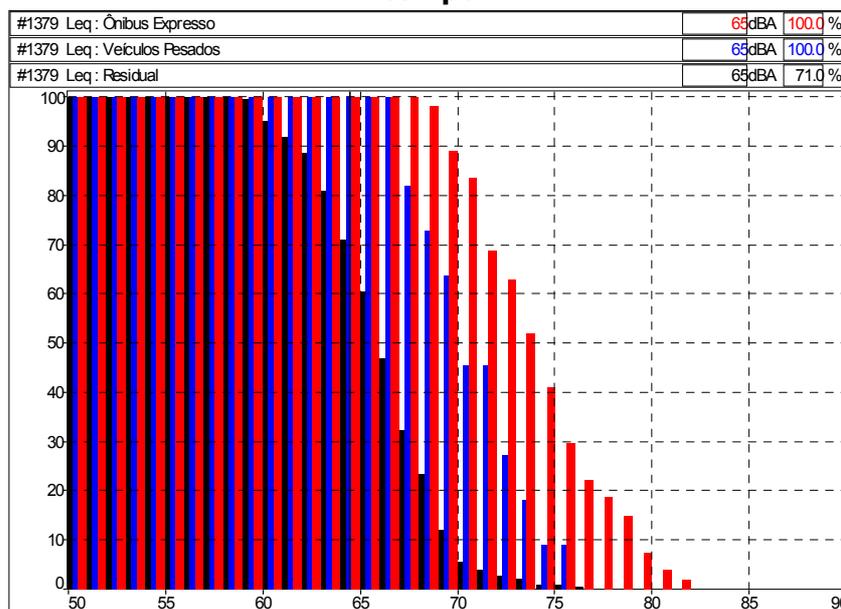
No Ponto 14A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 156. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 77,3% do tempo amostrado.

Figura 156 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), proposto como limite de emissão para a zona, em 71,0% do tempo amostrado (Figura 157).

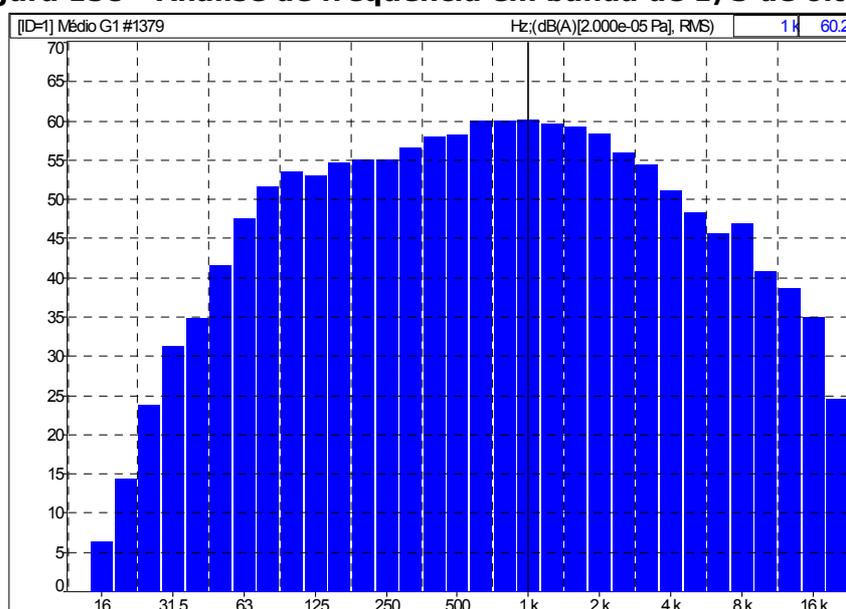
Figura 157 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 158, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 158 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

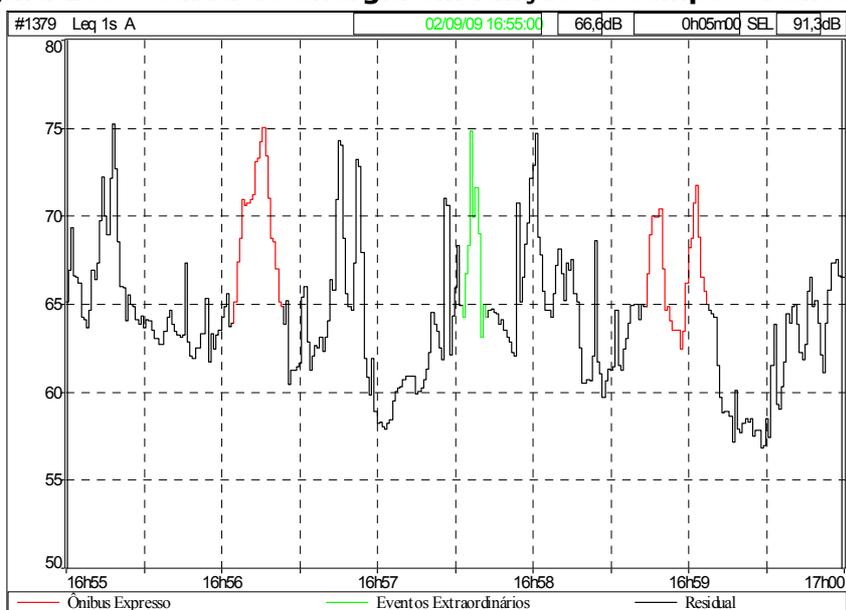


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.26 Ponto 15

O Ponto 15 está localizado a aproximadamente 40 m do Terminal do Portão. Dos eventos registrados na medição destacam-se o fluxo de ônibus e a passagem de uma motocicleta. Os níveis de pressão sonora são descritos na curva de energia em função do tempo na Figura 159 abaixo.

Figura 159 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 15



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes medidos para as fontes específicas (ônibus e moto) e o nível sonoro residual foram respectivamente 69,4 dB(A), 69,3 dB(A) e 65,6 dB(A). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 159 – são descritos na Tabela 59 abaixo.

Tabela 59 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 15

Arquivo: P015.CMG				
Data: 02/09/09		Início: 16:55:00 Fim: 17:00:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	69,4	62,4	75,0	00:00:43
Eventos Extraordinários	69,3	63,1	74,8	00:00:10
Fontes listadas juntas	69,4	62,4	75,0	00:00:53
Residual	65,6	56,8	75,2	00:04:07
Global	66,6	56,8	75,2	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 60.

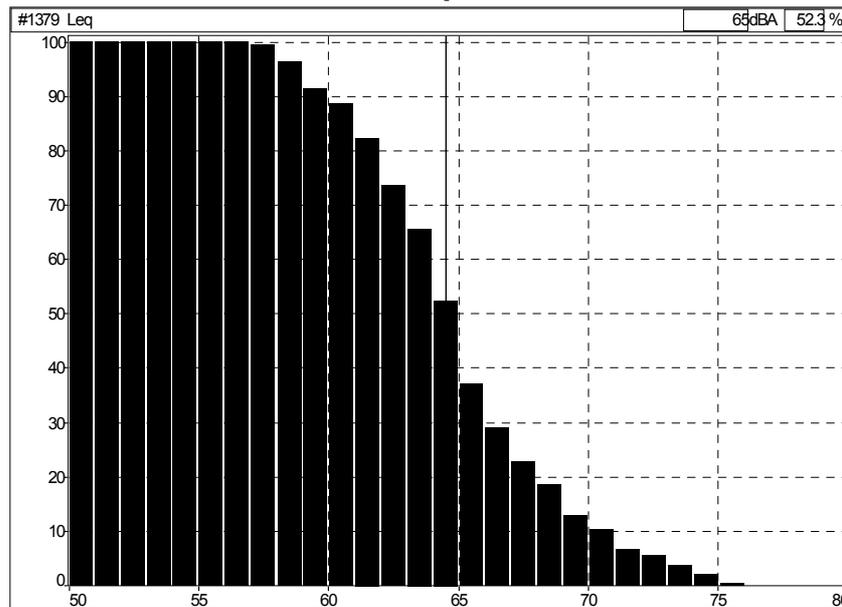
Tabela 60 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 15

Arquivo: P015.CMG				
Data: 02/09/09		Início: 16:55:00 Fim: 17:00:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	70,5	59,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

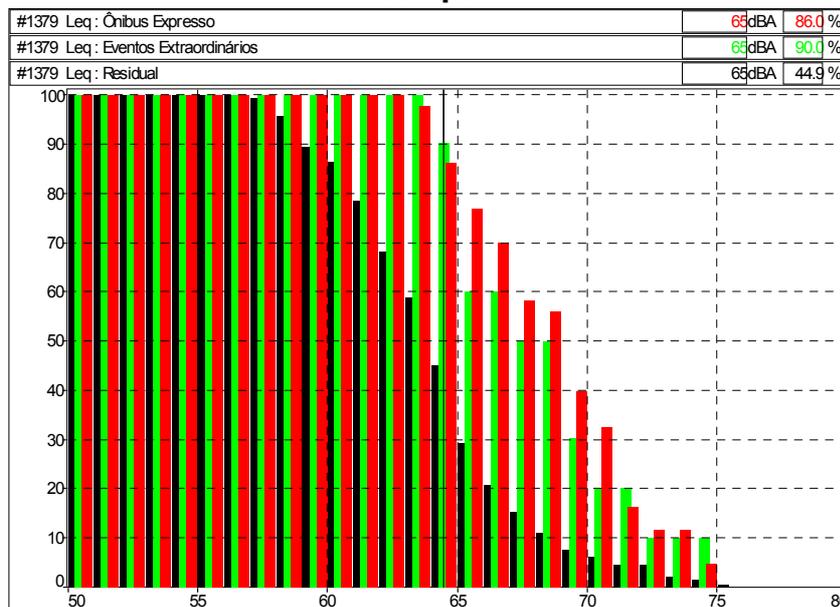
A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 160 a seguir. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 52,3% do tempo amostrado.

Figura 160 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



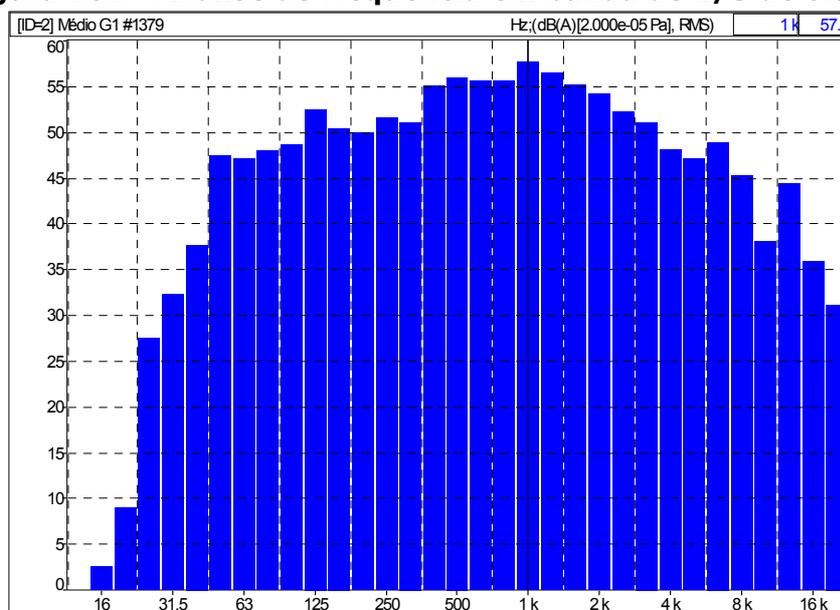
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente residual pode ser observado na Figura 161. A amostra revela que este nível excedeu o limite de imposto para a área durante 44,9% do tempo amostrado.

Figura 161 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 162, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 162 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

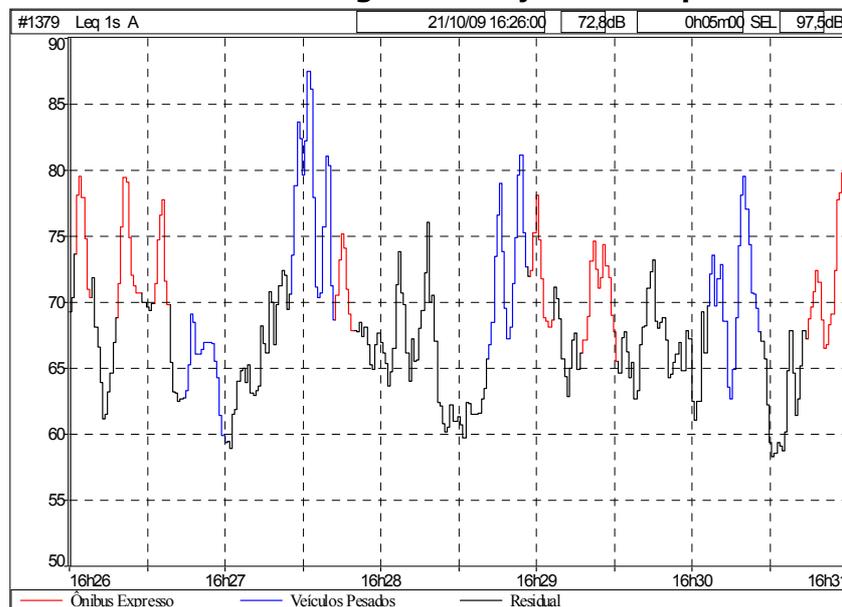
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.27 Ponto 15

Neste ponto também foi identificado um intenso tráfego de ônibus expresso e veículos pesados (tanto de carga quanto de passageiros). As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 163.

Os níveis sonoros equivalentes medidos para as fontes específicas foram respectivamente 74,0 dB(A), 76,6 dB(A) e 67,8 dB(A) para os ônibus expresso, veículos pesados e ruído residual (na ausência das fontes identificadas). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 163 – são descritos na Tabela 61.

Figura 163 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 15A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Tabela 61 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 15A

Arquivo: P015A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 16:26:00 Fim: 16:31:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	Lmin	Lmax	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	74,0	65,5	79,8	00:01:06
Veículos Pesados	76,6	59,3	87,5	00:01:08
Fontes listadas juntas	75,5	59,3	87,5	00:02:14
Residual	67,3	58,3	76,0	00:02:46
Global	72,8	58,3	87,5	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 62.

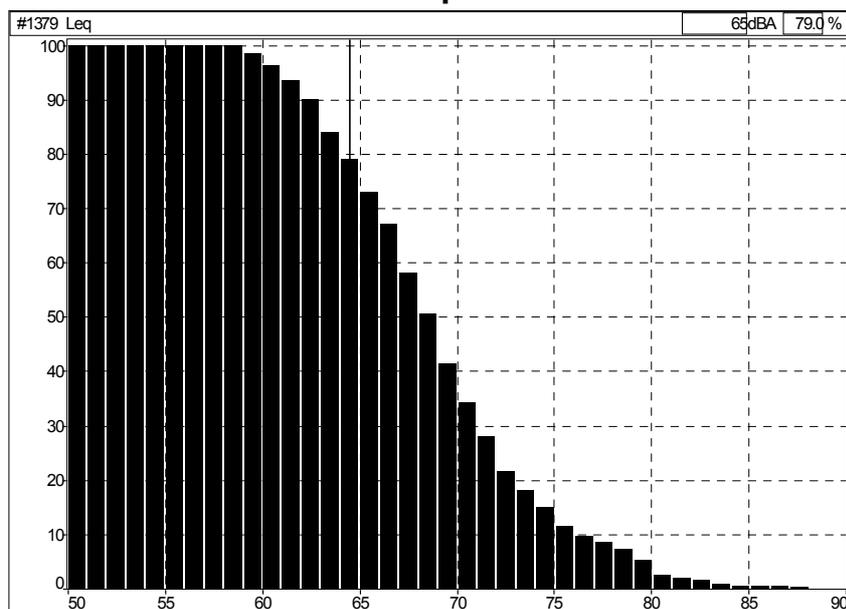
Tabela 62 - Níveis Sonoros Estatísticos L10 e L90 – Ponto 15A

Arquivo: P015A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 16:26:00 Fim: 16:31:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	70,5	59,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 15A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 164 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 79,0% do tempo amostrado.

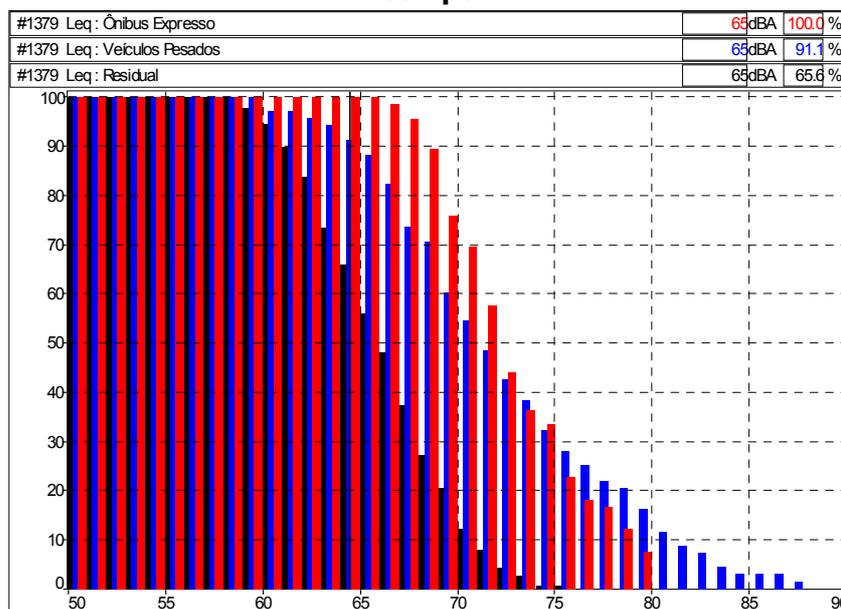
Figura 164 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, o nível equivalente residual (sem a presença das fontes destacadas) teve seu tempo acima do limite legal reduzido em 12%. Excedeu os 65 dB(A) em 65,6% do tempo amostrado (Figura 165).

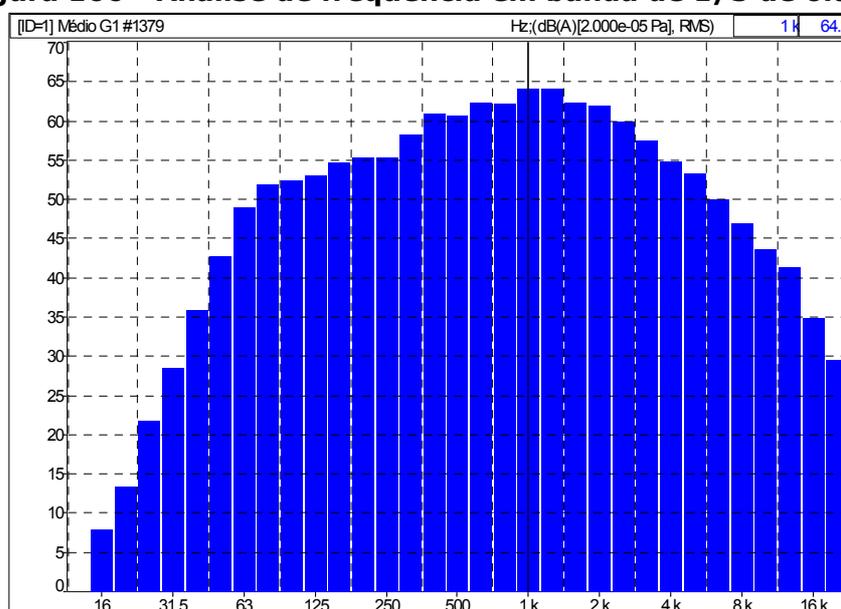
Figura 165 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 166, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 166 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

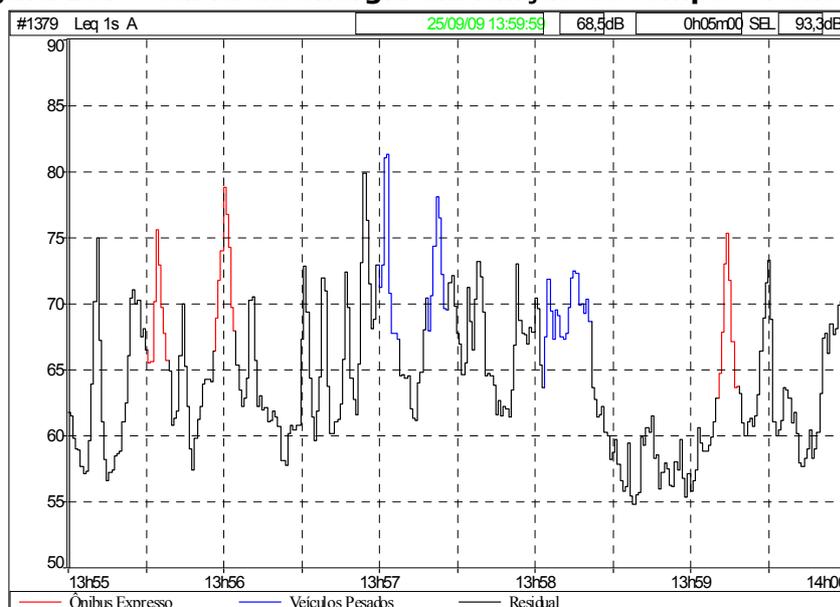


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.28 Ponto 16

O Ponto 16 está localizado na Avenida República Argentina, Setor Estrutural no Bairro do Portão. Este ponto foi posicionado em frente ao Hospital do Trabalhador distando de sua entrada aproximadamente 100 m. Em virtude da instalação hospitalar o ponto 16 está em uma ZONA SENSÍVEL À RUÍDO e seu limite diurno de omissões sonoras é de 55 dB(A). As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 167.

Figura 167 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 16



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes medidos para as fontes específicas foram respectivamente 72,1 dB(A), 73,1 dB(A) e 66,4 dB(A) para os ônibus expresso, veículos pesados e ruído residual (na ausência das fontes identificadas). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 167 – são descritos na Tabela 63.

Tabela 63 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 16

Arquivo: P016.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 13:55:00 Fim: 14:00:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	72,1	63,6	78,8	00:00:24
Veículos Pesados	73,1	67,3	81,3	00:00:34
Fontes listadas juntas	72,7	63,6	81,3	00:00:58
Residual	66,4	54,8	79,9	00:04:02
Global	68,5	54,8	81,3	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 64.

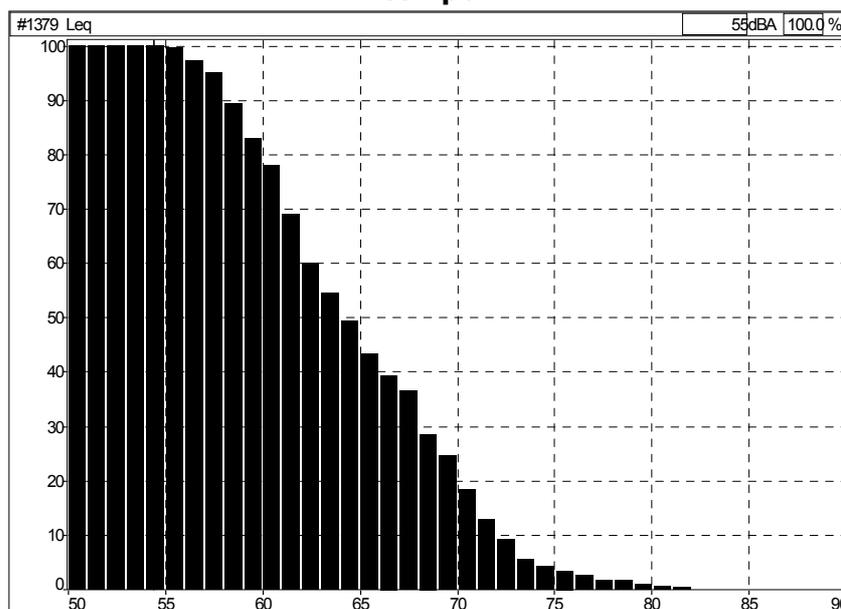
Tabela 64 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 16

Arquivo: P016.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 13:55:00 Fim: 14:00:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	71,8	57,8

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

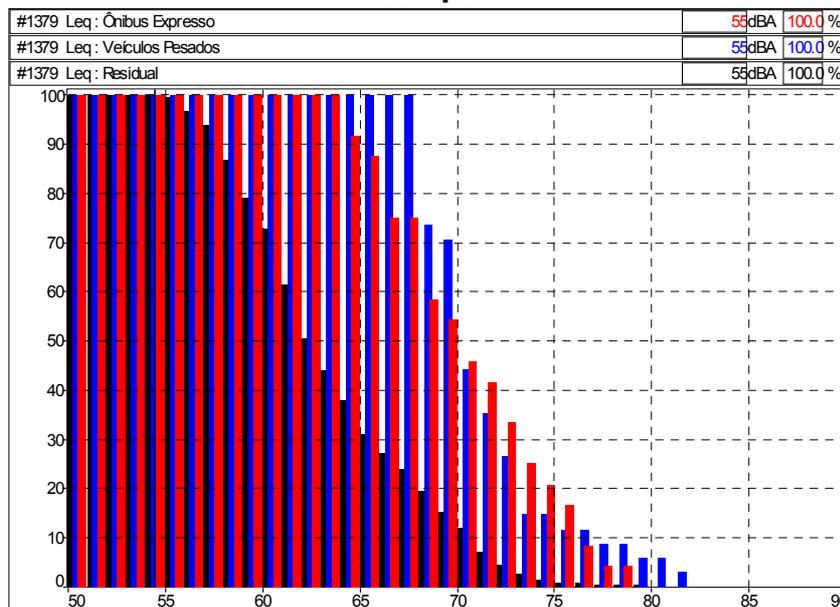
No Ponto 16 a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 55 dB(A) é mostrada na Figura 168 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado.

Figura 168 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



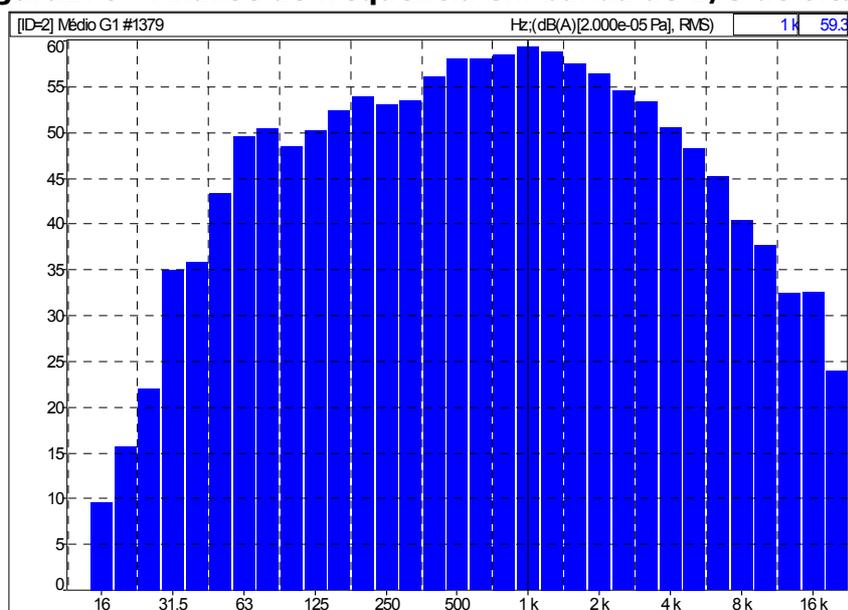
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Da mesma forma se comportaram os níveis específicos, observou-se que o nível equivalente residual também excedeu os 55 dB(A) em 100% do tempo. A distribuição cumulativa separada por fontes é apresentada na Figura 169.

Figura 169 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 170, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

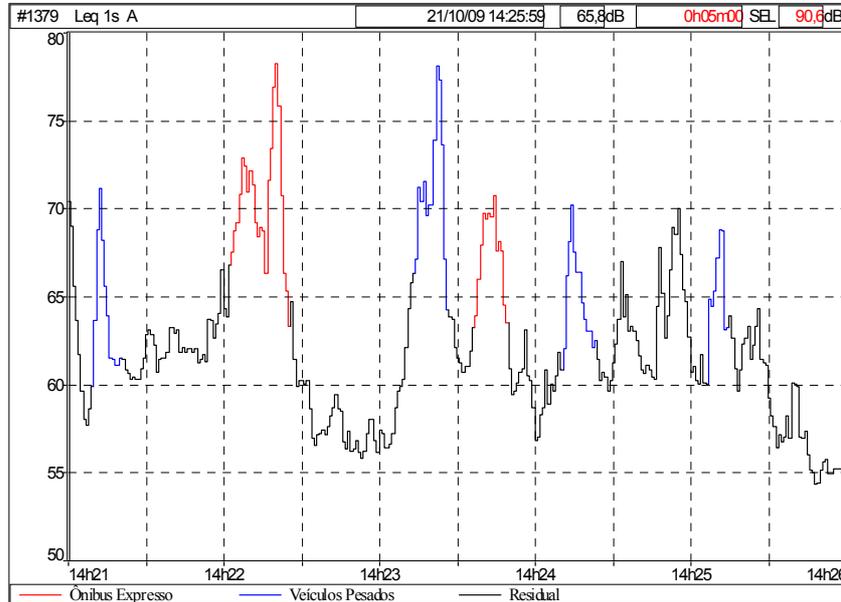
Figura170 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.29 Ponto 16

No Ponto 16A as flutuações de pressão sonora demonstram a influência do fluxo de veículos pesados na composição dos níveis sonoros do local conforme Figura 171.

Figura 171 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 16A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 171 – são descritos na Tabela 65.

Tabela 65 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 16A

Arquivo: P016A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 14:21:00 Fim: 14:26:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	70,9	63,3	78,2	00:00:36
Veículos Pesados	69,2	61,1	78,1	00:00:45
Fontes listadas juntas	70,0	61,1	78,2	00:01:21
Residual	61,8	54,3	70,4	00:03:39
Global	65,8	54,3	78,2	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observou-se que o nível equivalente global foi de 65,8 dB(A) e que o nível sonoro residual foi de 61,8 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em menos de 1dB(A).

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 66.

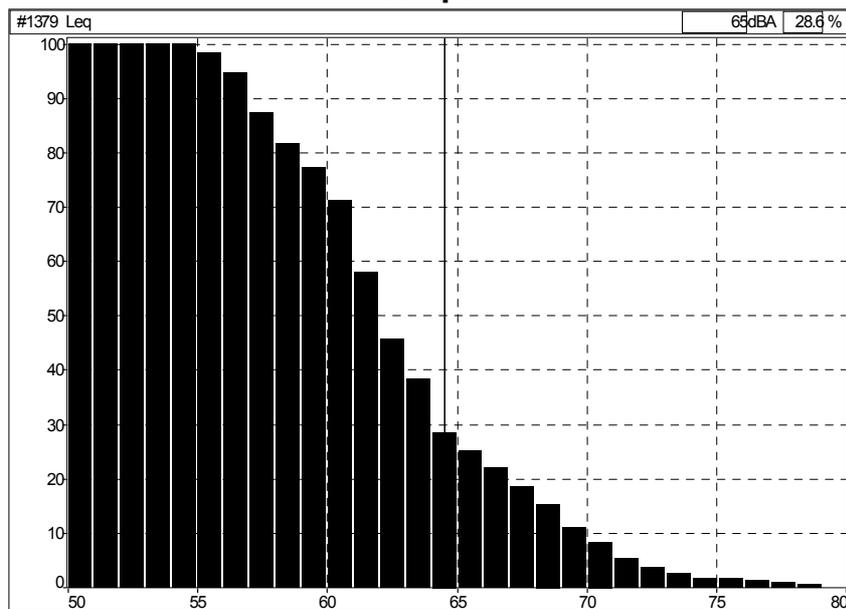
Tabela 66 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 16A

Arquivo: P016A.CMG				
Data: 21/10/09	Início: 14:21:00 Fim: 14:26:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	69,4	56,7

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) que é mostrada na Figura 172 abaixo pode-se observar que o nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 28,6% do tempo amostrado.

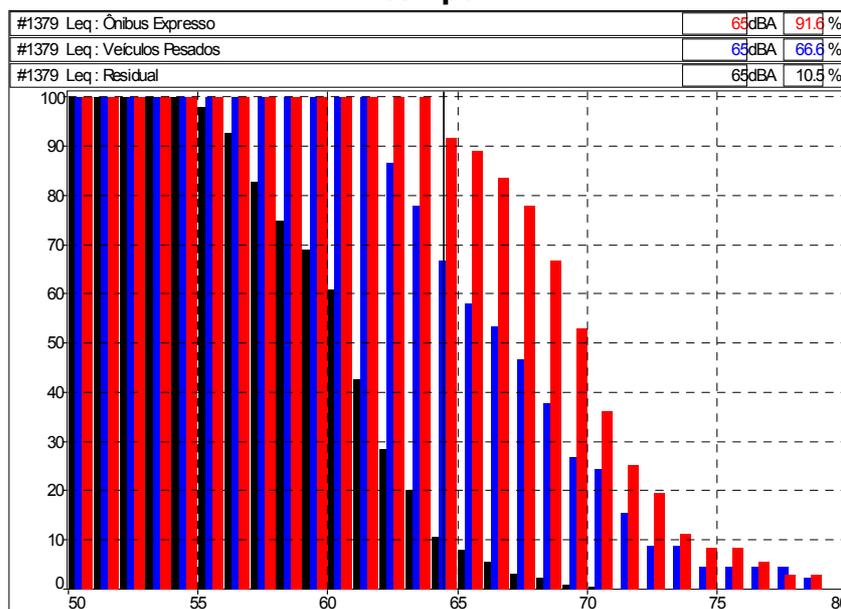
Figura 172 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 173 pode-se constatar que os veículos pesados são os responsáveis pelo aumento dos níveis sonoros e que na ausência dessas fontes, somente em 10,5% do tempo amostrado os níveis sonoros excederam 65 dB(A).

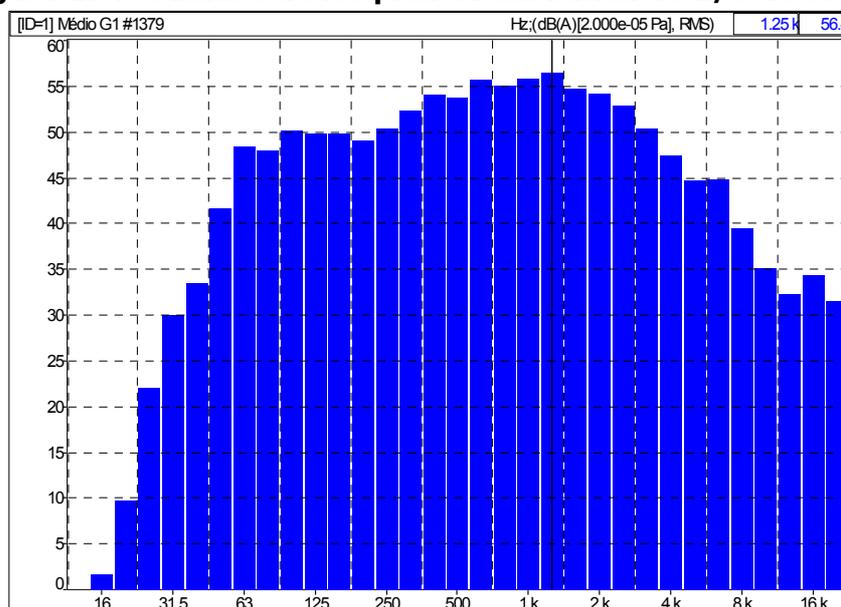
Figura 173 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 174, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 174 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

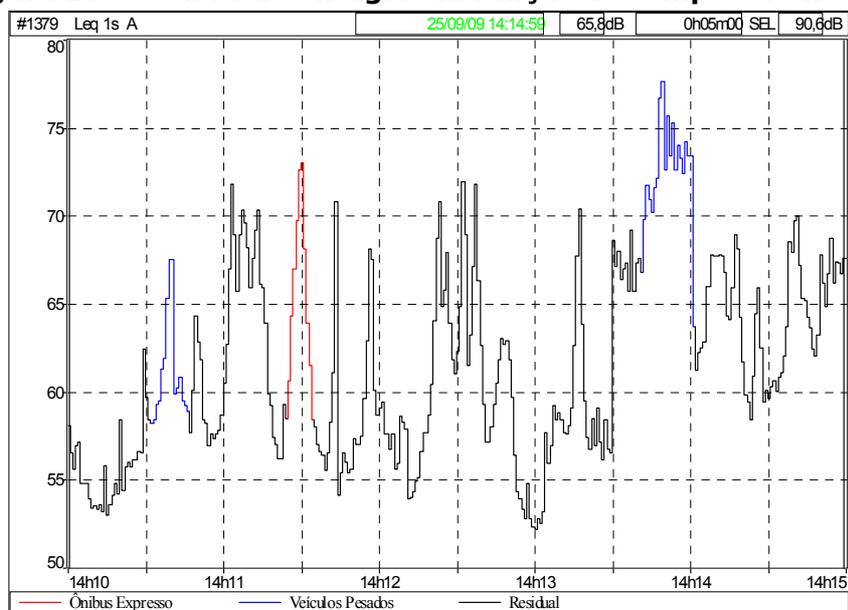


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.30 Ponto 17

O Ponto 17 está localizado no Setor Estrutural nas proximidades do Terminal do Capão Raso e de uma garagem de uma viação de ônibus urbano. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 175 a seguir.

Figura 175 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 17



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observou-se na Figura 175 elevados níveis de pressão sonora produzidos por um veículo pesado de carga em trânsito pela pista marginal da Avenida República Argentina. O nível sonoro máximo medido neste evento foi de 77,6 dB(A). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 67.

Tabela 67 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 17

Arquivo: P017.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:10:00 Fim: 14:15:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	68,3	58,4	73,0	00:00:10
Veículos Pesados	71,4	58,4	77,6	00:00:34
Fontes listadas juntas	70,9	58,4	77,6	00:00:44
Residual	63,8	52,2	71,9	00:04:16
Global	65,8	52,2	77,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente global foi de 65,8 dB(A) e o nível sonoro equivalente dos ônibus e caminhões listados junto foi de 70,9dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o Setor Estrutural em menos de 1 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 68.

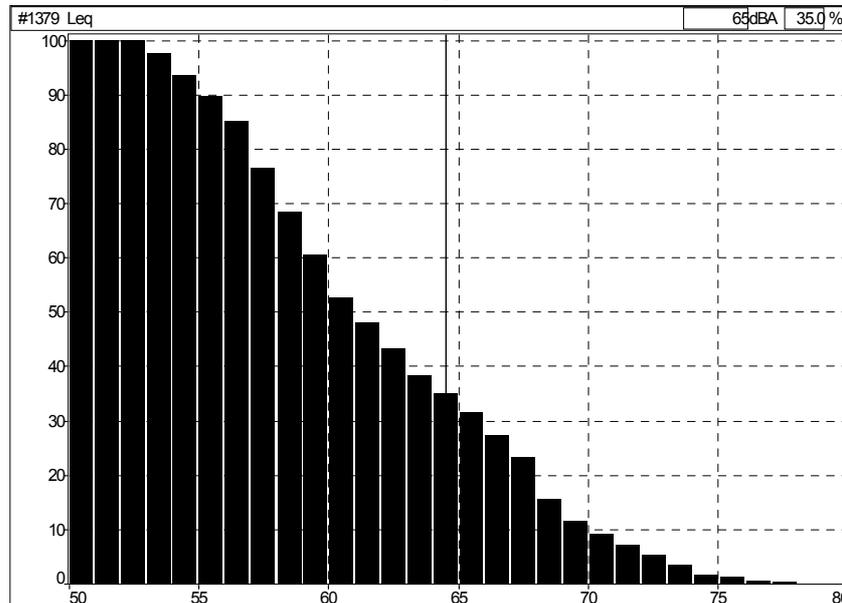
Tabela 68 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 17

Arquivo: P017.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:10:00 Fim: 14:15:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	69,7	54,8

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 176 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 35,0% do tempo amostrado.

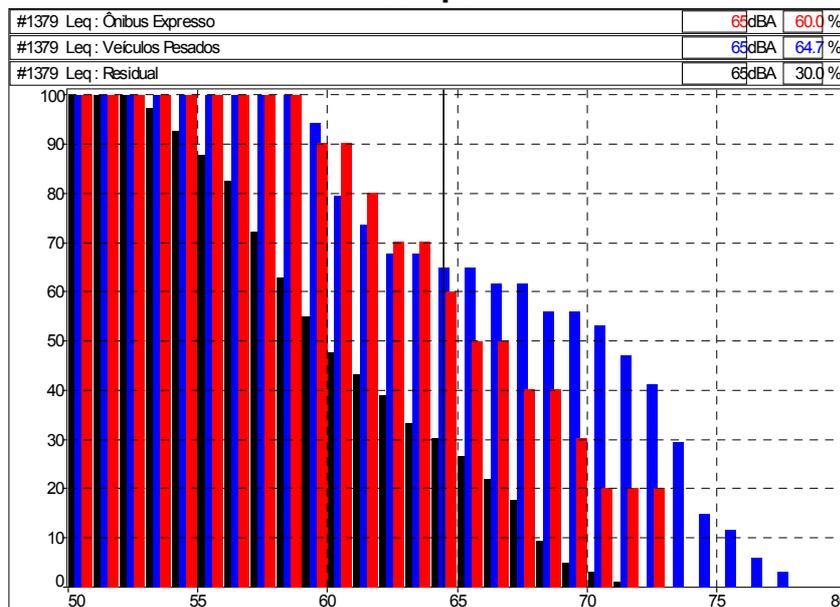
Figura 176 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu 65 dB(A) em 30,0% do tempo amostrado conforme Figura 177.

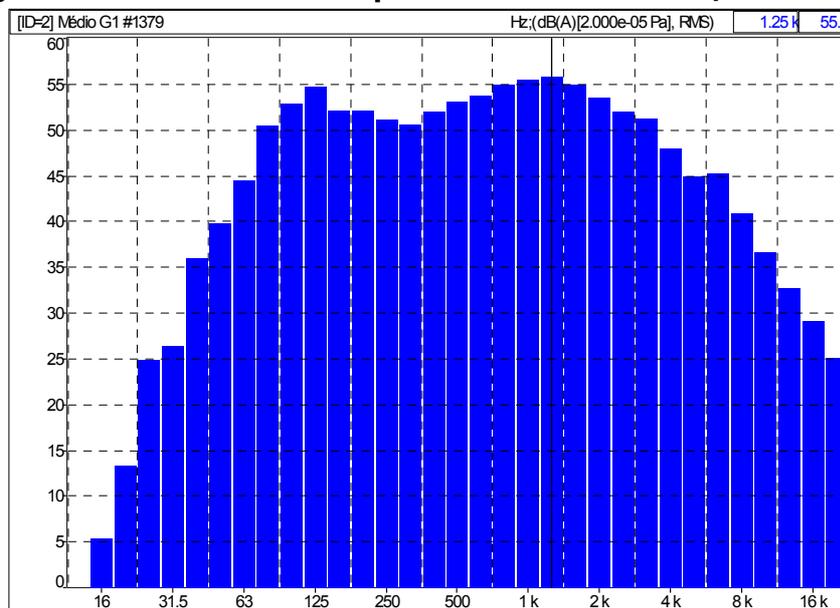
Figura 177 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 178, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 178 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

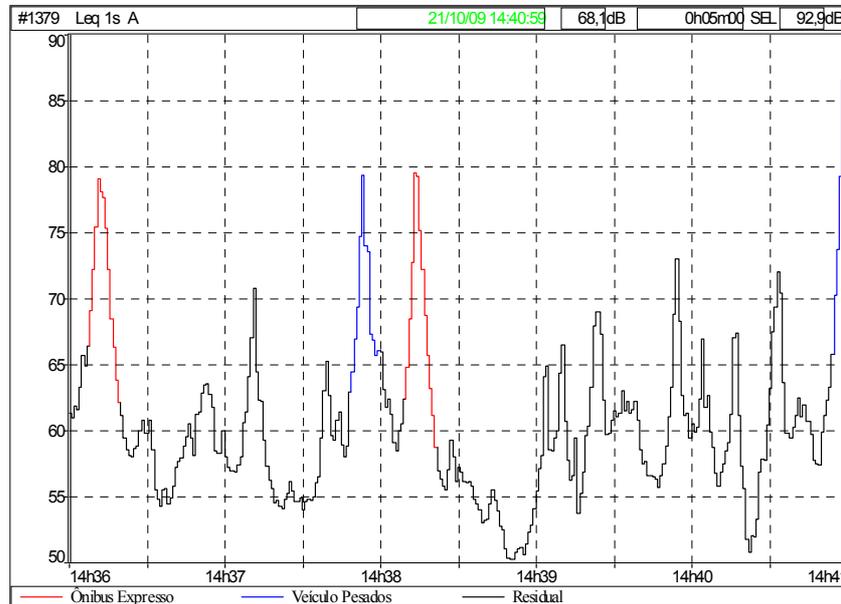


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.31 Ponto 17

O Ponto 17A tem suas flutuações de pressão sonora descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 179 abaixo.

Figura 179 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 17A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes medidos nos quatro eventos marcados na curva acima foram respectivamente 79,1 dB(A), 79,36 dB(A), 79,5 dB(A) e 86,6, sendo as fontes alternadas ônibus expresso e caminhão. O nível equivalente global foi de 68,1 dB(A). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 179 – são descritos na Tabela 69 abaixo.

Tabela 69 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 17A

Arquivo: P017A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 14:36:00 Fim: 14:41:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	Lmin	Lmax	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,9	58,7	79,5	00:00:24
Veículos Pesados	77,9	64,4	86,6	00:00:16
Fontes listadas juntas	76,0	58,7	86,6	00:00:40
Residual	61,5	50,2	73,0	00:04:20
Global	68,1	50,2	86,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

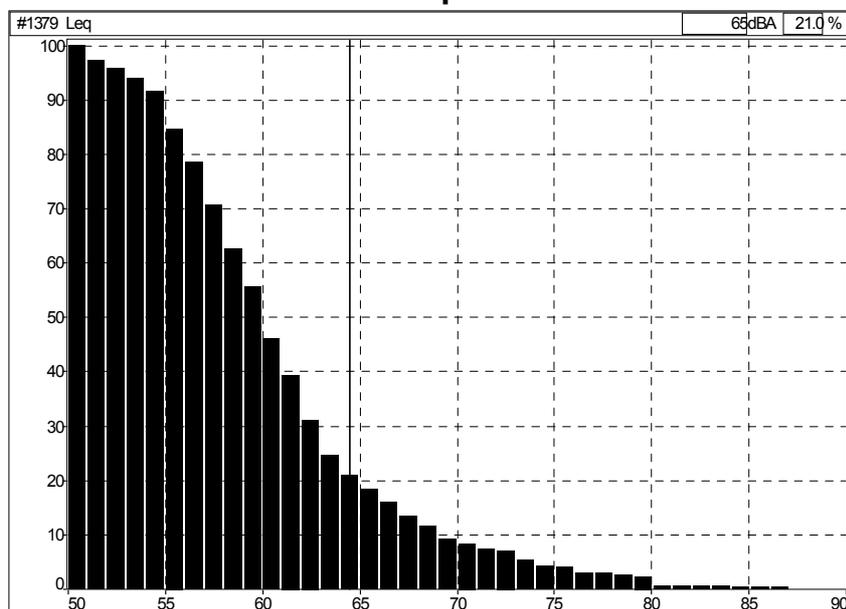
A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 70.

Tabela 70 - Níveis Sonoros Estatísticos L10 e L90 – Ponto 17A

Arquivo: P017A.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:10:00 Fim: 14:15:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	68,9	54,3

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

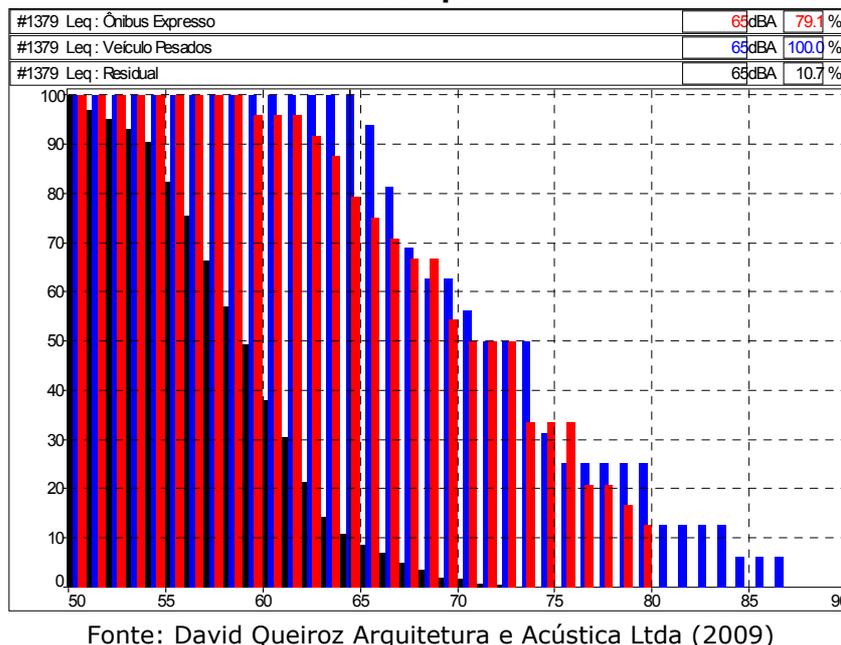
O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 21% do tempo amostrado como pode ser observado na Figura 180.

Figura 180 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

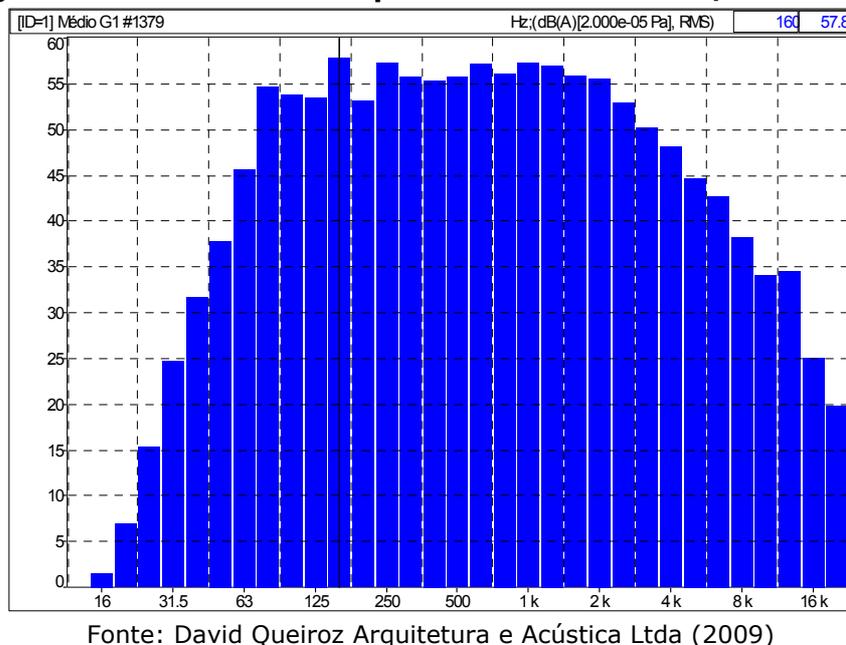
A Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte pode ser observada na Figura 181 a seguir.

Figura 181 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Na Figura 182, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz e com pronunciado aumento em baixas frequências especialmente na banda de 160 Hz, sem presença de componentes tonais perceptíveis.

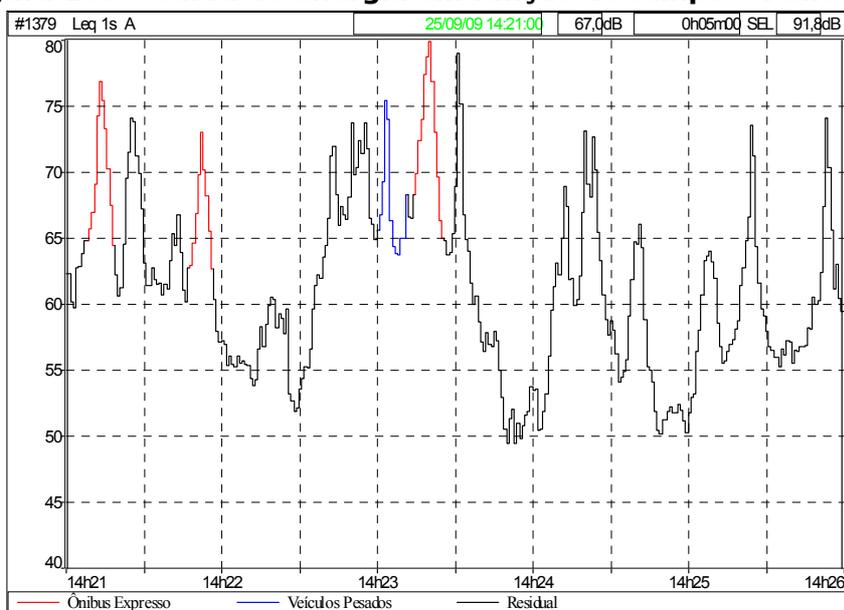
Figura 182 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava



6.32 Ponto 18

No Ponto 18, localizado na Avenida Winston Churchill, o nível sonoro equivalente medido foi de 67,0 dB(A) e ficou 2 decibels acima do limite imposto para a zona. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 183 abaixo.

Figura 183 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 18



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 183 – são descritos na Tabela 71 abaixo.

Tabela 71 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 18

Arquivo: P018.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:21:00 Fim: 14:26:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	72,9	62,6	79,9	00:00:30
Veículos Pesados	69,5	63,7	75,4	00:00:11
Fontes listadas juntas	72,3	62,6	79,9	00:00:41
Residual	65,0	49,4	79,0	00:04:19
Global	67,0	49,4	79,9	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 72.

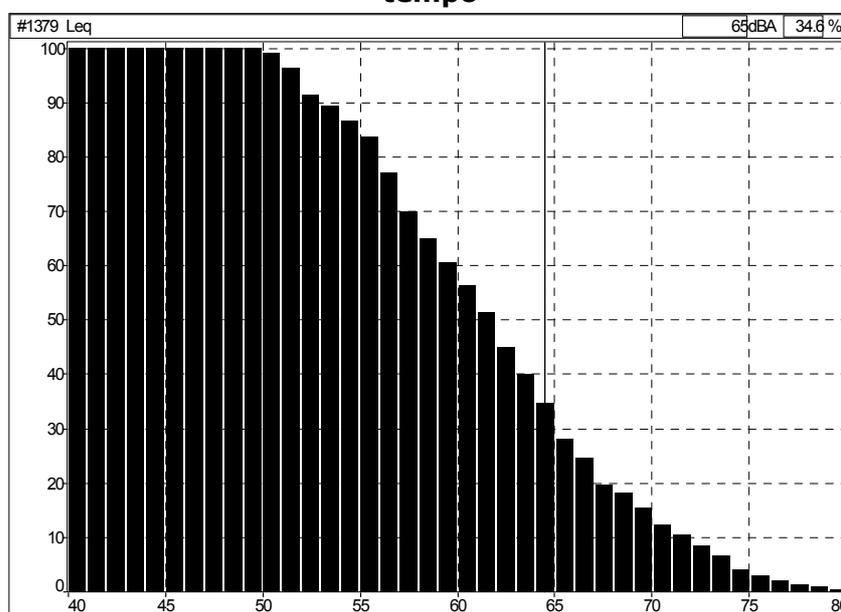
Tabela 72 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 18

Arquivo: P018.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:21:00 Fim: 14:26:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	71,1	52,8

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

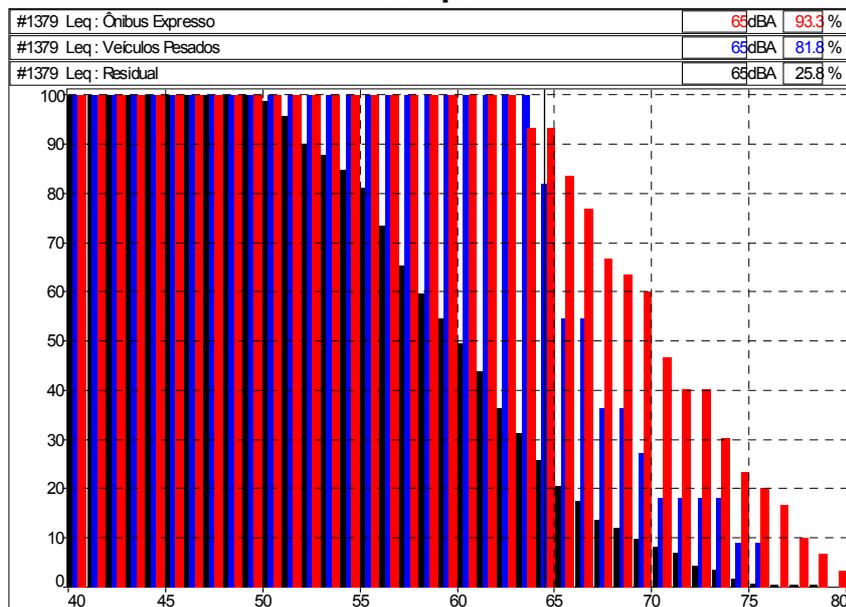
A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 184 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 34,6% do tempo amostrado.

Figura 184 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



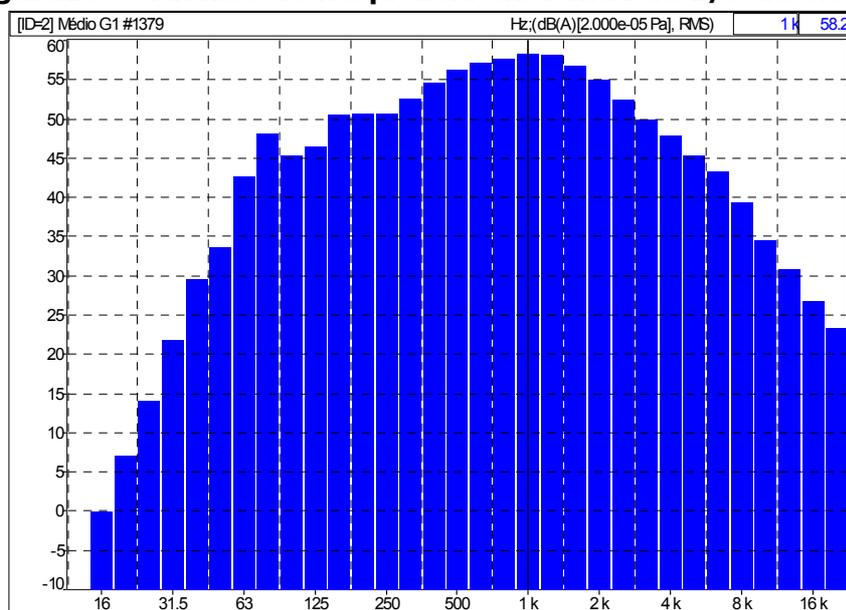
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis equivalentes específicos excederam os 65 dB(A) propostos como limite de imissão para a zona, em 93,3%, 81,8% e 25,8% do tempo amostrado como mostra a Figura 185.

Figura 185 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 186, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

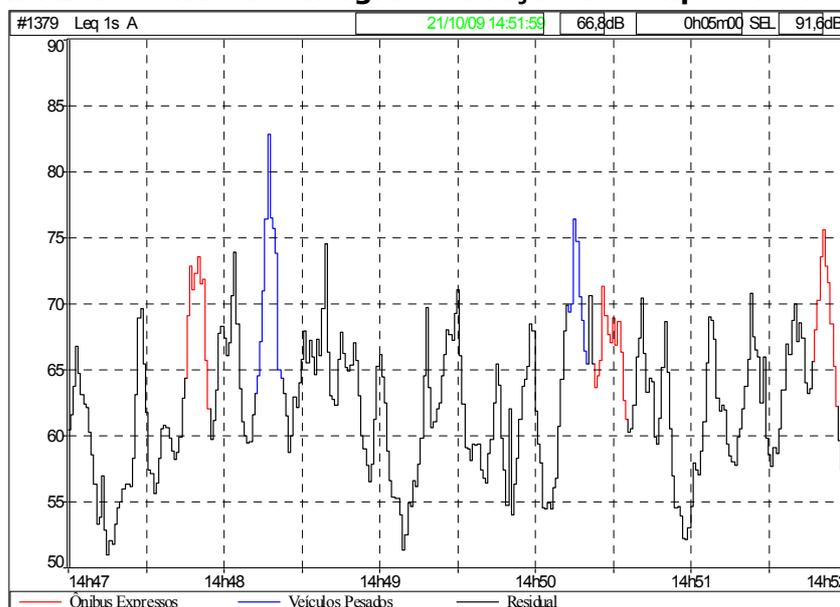
Figura 186 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.33 Ponto 18

As flutuações de pressão sonora para o Ponto 18A são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 187.

Figura 187 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 18A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se na figura acima que duas fontes sonoras especialmente intensas. A primeira é a passagem do ônibus expresso e a outra a passagem de veículos pesados de passageiros (ônibus convencional). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 187 – são descritos na Tabela 73 abaixo.

Tabela 73 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 18A

Arquivo: P018A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 14:47:00 Fim: 14:52:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	LeqEspec.	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	69,9	61,2	75,6	00:00:31
Veículos Pesados	74,3	64,3	82,8	00:00:18
Fontes listadas juntas	72,1	61,2	82,8	00:00:49
Residual	64,1	50,9	74,5	00:04:11
Global	66,8	50,9	82,8	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observa-se que o nível equivalente global é de 66,8 dB(A) e que o nível sonoro residual é de 64,1 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 74.

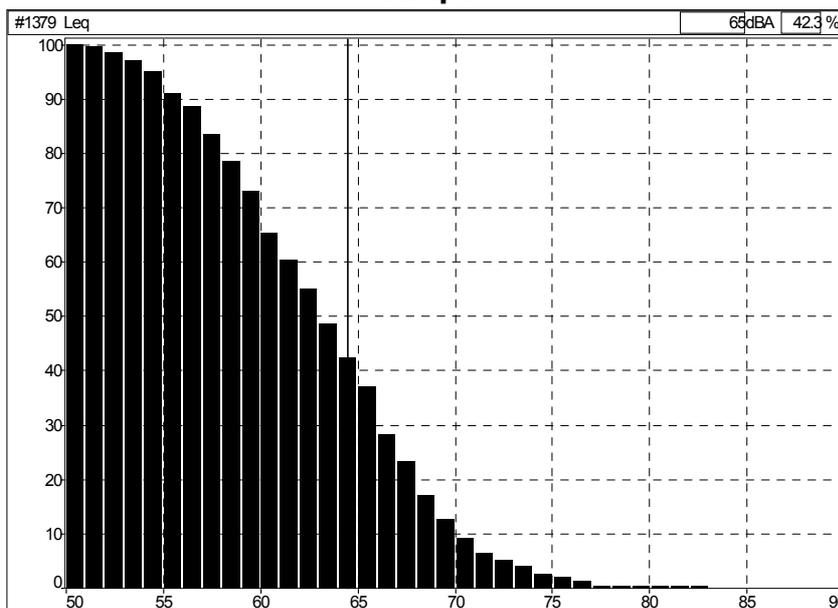
Tabela 74 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 18A

Arquivo: P018A.CMG				
Data: 21/10/09	Início: 14:47:00 Fim: 14:52:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	69,9	55,5

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 18A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 188 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 42,3% do tempo amostrado.

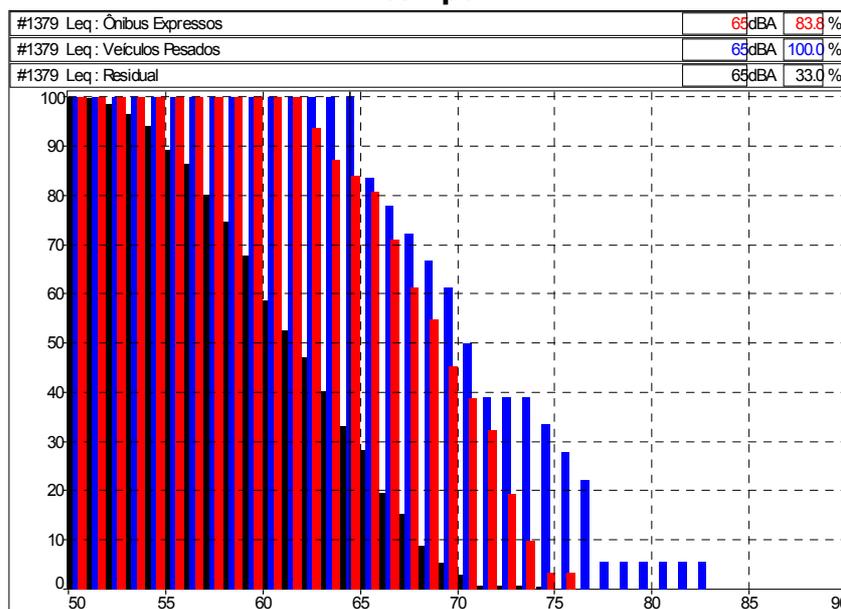
Figura 188 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), proposto como limite de imissão para a zona, em 33,0% do tempo amostrado (Figura 189).

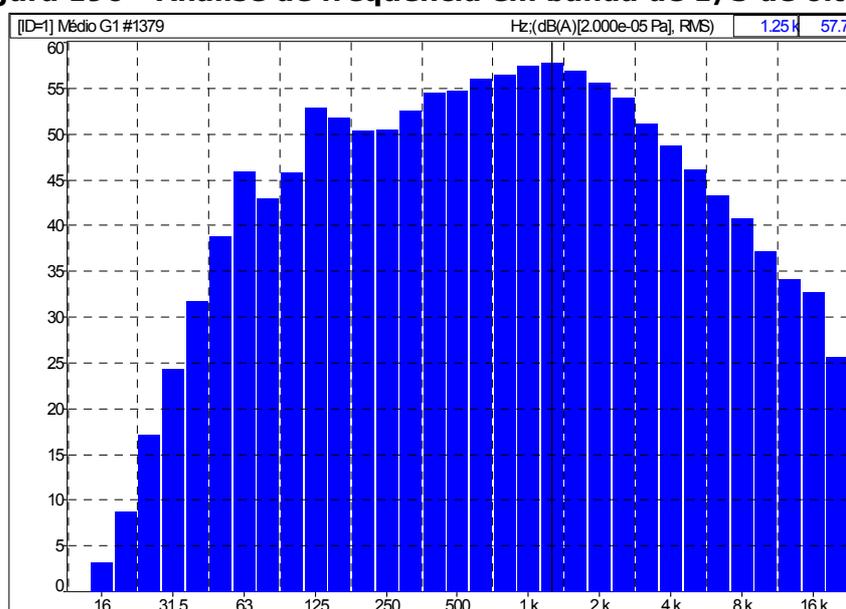
Figura 189 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 190, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 190 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

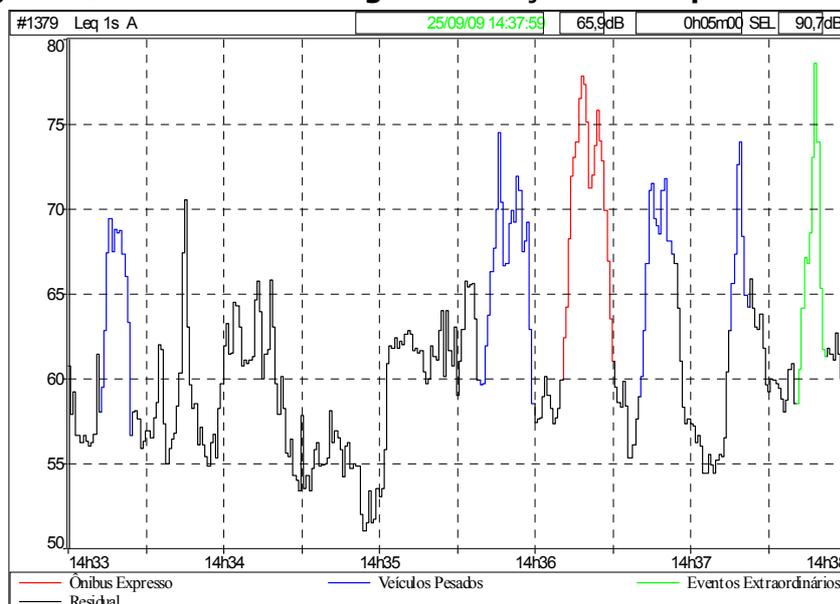


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.34 Ponto 19

O ponto 19 está localizado no Setor Estrutural. Neste ponto além dos veículos pesados foi identificada a passagem de uma motocicleta que produziu o maior nível sonoro durante a medição, 78,6dB(A) como pode ser observado na Figura 191.

Figura 191 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 19



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação da Figura 191 – são descritos na Tabela 75 abaixo.

Tabela 75 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 19

Arquivo: P019.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:33:00 Fim: 14:48:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Ônibus Expresso	73,2	61,0	77,8	00:00:20
Veículos Pesados	68,5	56,6	74,5	00:00:53
Eventos Extraordinários	70,8	58,5	78,6	00:00:12
Fontes listadas juntas	70,4	56,6	78,6	00:01:25
Residual	60,3	51,0	70,5	00:03:35
Global	65,9	51,0	78,6	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 76.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

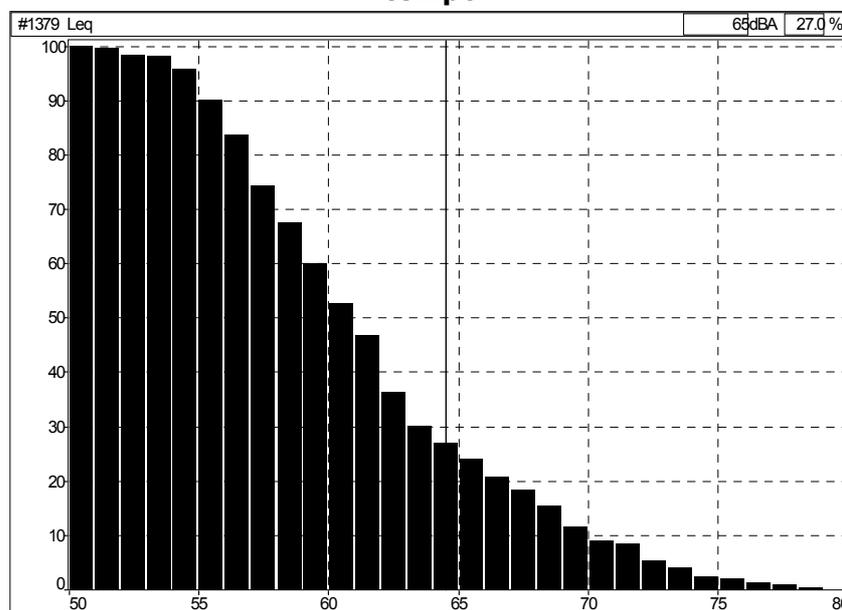
Tabela 76 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 19

Arquivo: P019.CMG				
Data: 25/09/09	Início: 14:33:00	Fim: 14:48:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	69,8	55,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

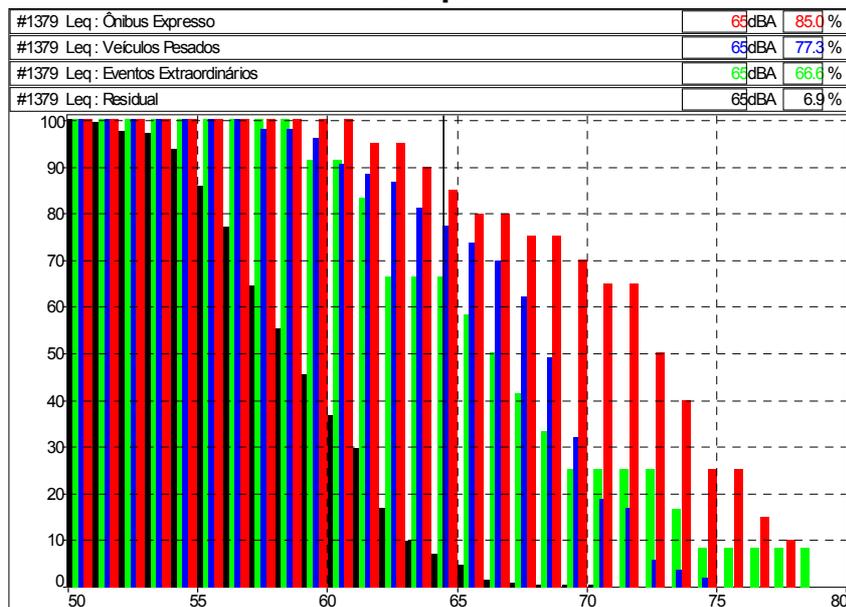
A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 65 dB(A) é mostrada na Figura 192 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 27,0% do tempo amostrado.

Figura 192 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



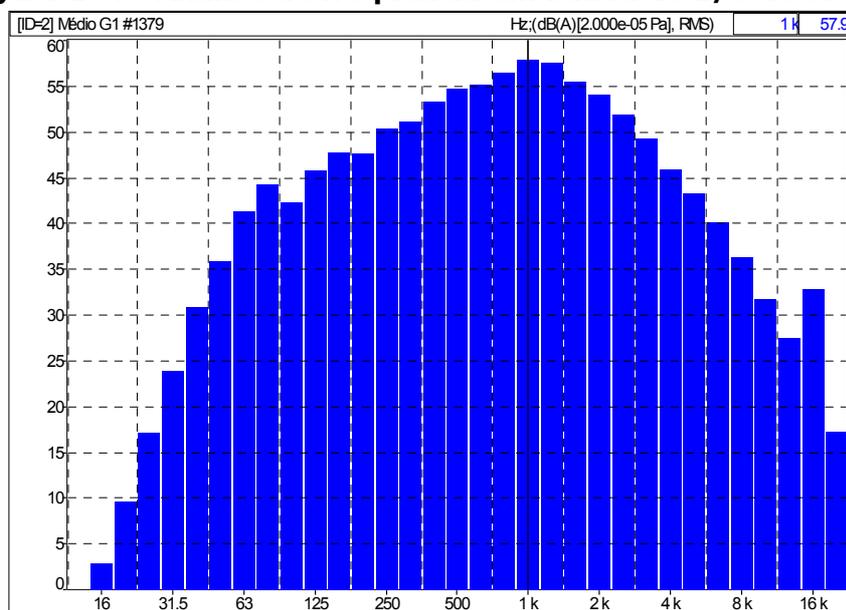
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A), proposto como limite de emissão para a zona, em apenas 6,9% do tempo amostrado (Figura 193).

Figura 193 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 194, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

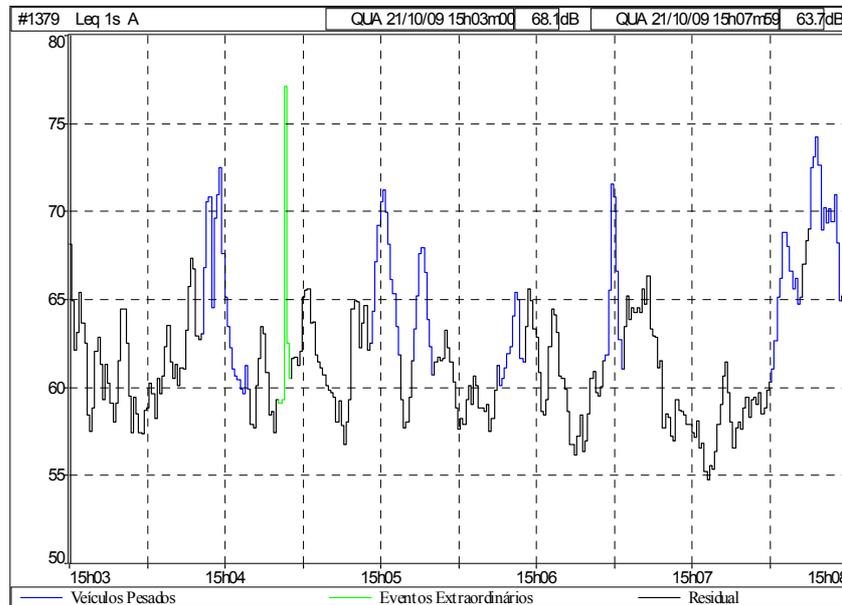
Figura 194 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.35 Ponto 19

Assim como no Ponto 19, no Ponto 19A também foi identificada uma passagem de motocicleta. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 195 abaixo.

Figura 195 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 19A



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Não se observou neste ponto passagens de ônibus expressos. Os níveis sonoros equivalentes medidos para as fontes identificadas na Figura 195 foram respectivamente 67,6 dB(A) e 70,5 dB(A). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte – conforme codificação – são descritos na Tabela 77 abaixo.

Tabela 77 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 19A

Arquivo: P019A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 15:03:00 Fim: 15:08:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Veículos Pesados	67,6	59,6	74,2	00:01:18
Eventos Extraordinários	70,5	59,1	77,1	00:00:05
Fontes listadas juntas	67,8	59,1	77,1	00:01:23
Residual	61,3	54,7	69,0	00:03:37
Global	64,3	54,7	77,1	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

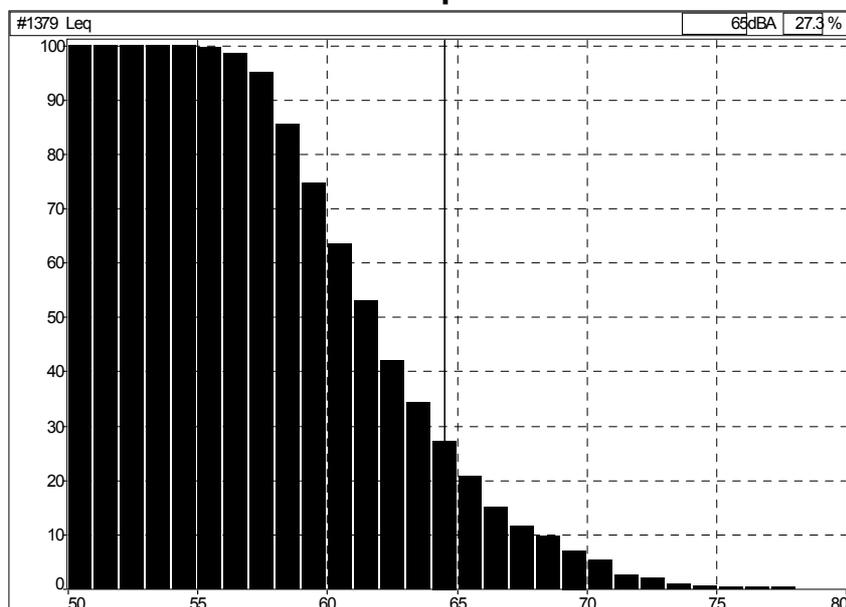
A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 78.

Tabela 78 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 19A

Arquivo: P019A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 15:03:00 Fim: 15:08:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	67,9	57,6

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

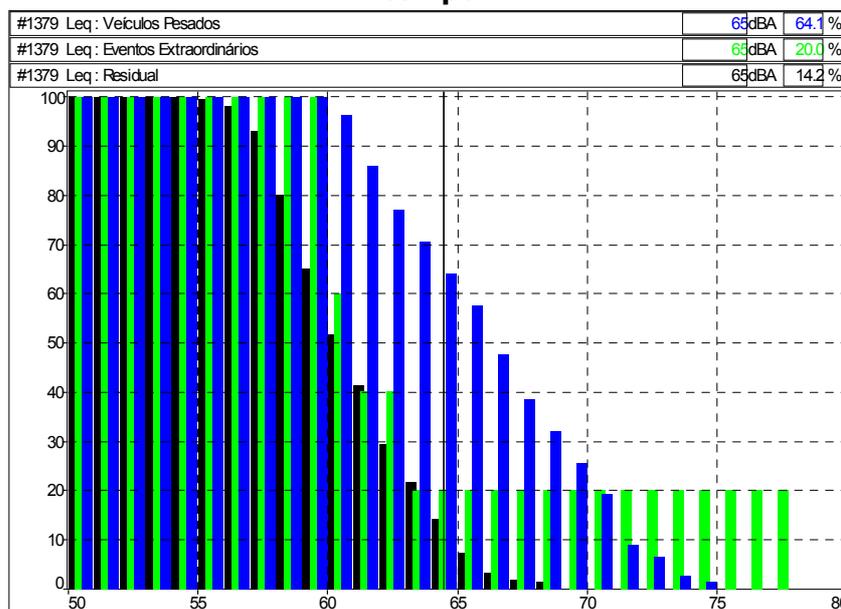
No Ponto 19A o nível sonoro equivalente global excedeu 65 dB(A) em 27,3% do tempo amostrado (ver Figura 196).

Figura 196 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por sua vez, quando se avaliou os níveis equivalentes específicos (por fontes) observou-se que o nível equivalente residual excedeu os 65 dB(A) propostos como limite de imissão para a zona, em apenas 14,2% do tempo amostrado (Figura 197).

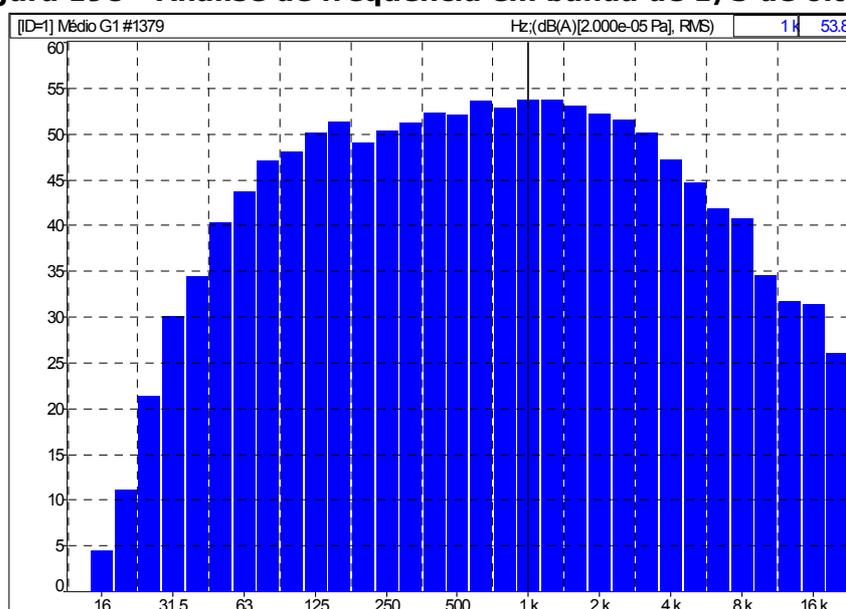
Figura 197 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 198, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 198 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava



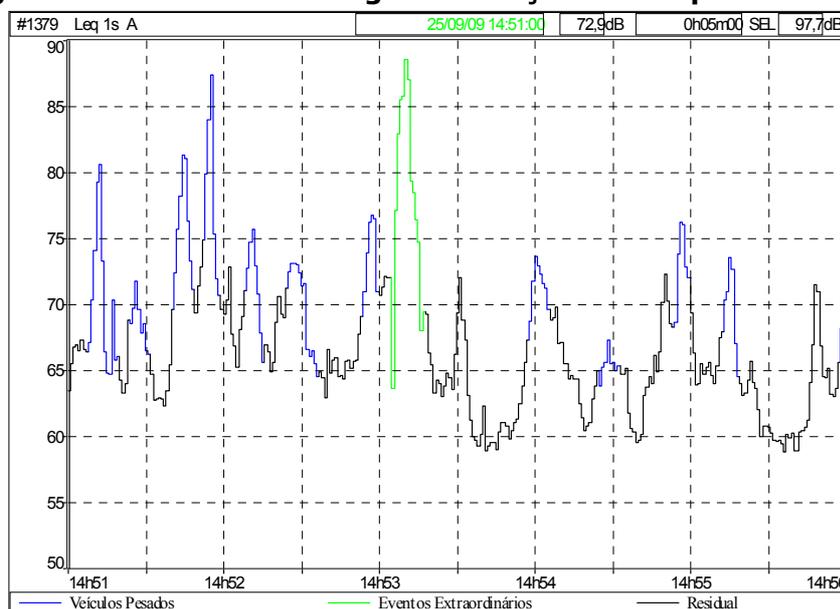
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.36 Ponto 20

O Ponto 20 é o último ponto situado no Setor Estrutural que se estende de norte ao sul da cidade. Este ponto foi posicionado ao lado da Unidade de Saúde do Pinheirinho. Outra característica importante é a ausência de fluxo de ônibus expresso a partir deste ponto.

A Unidade de Saúde modifica o limite de imissões sonoras no local. Mesmo que o zoneamento vigente seja mais permissivo os limites considerados aqui serão os da ZONA SENSÍVEL À RUÍDO. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 199.

Figura 199 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 20



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observou-se novamente neste ponto a presença de motocicletas. A passagem deste tipo de veículo produziu o maior nível de pressão sonora registrado no período de medição, 88,5 dB(A). Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 79.

Tabela 79 - Nível sonoro equivalente por fonte codificada – Ponto 20

Arquivo: P020.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:51:00 Fim: 14:56:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq _{Espec.}	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Veículos Pesados	74,7	63,8	87,4	00:01:29
Eventos Extraordinários	82,7	63,6	88,5	00:00:13
Fontes listadas juntas	77,0	63,6	88,5	00:01:42
Residual	66,4	58,8	74,9	00:03:18
Global	72,9	58,8	88,5	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

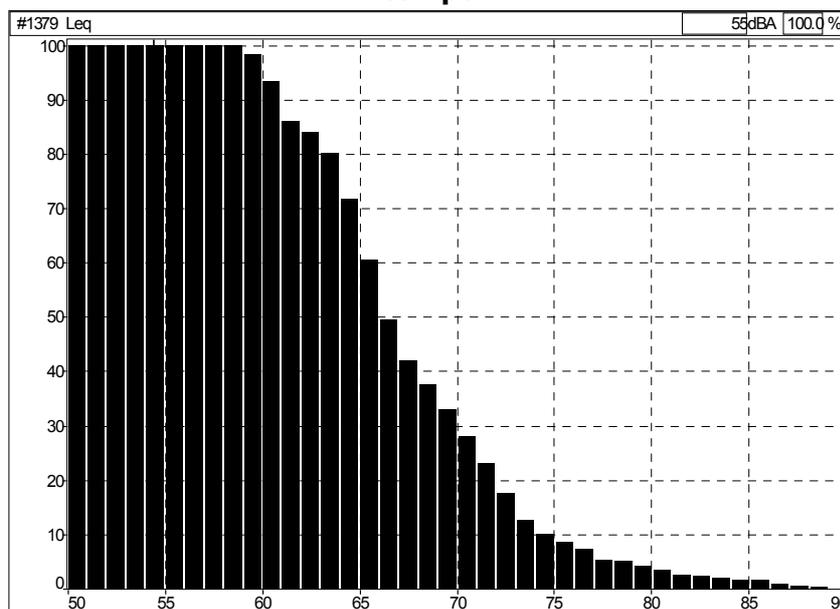
Observou-se que o nível equivalente global foi de 72,9 dB(A) e que os níveis sonoros produzidos pelas diferentes fontes foram de 74,7 e 82,7 decibels respectivamente para veículos pesados e motocicleta. Estes níveis excedem os propostos pela legislação municipal para áreas do Setor Estrutural e de forma ainda mais grave para ZONAS SENSÍVEIS À RUÍDO.

A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 80. No Ponto 20 a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 55 dB(A) é mostrada na Figura 200 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 55 dB(A) em 100% do tempo amostrado.

Tabela 80 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 20

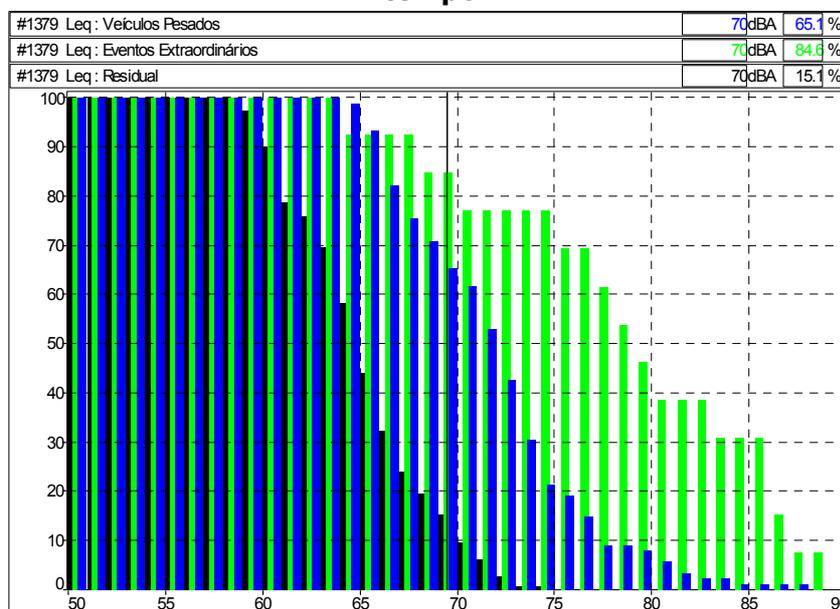
Arquivo: P020.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 14:51:00 Fim: 14:56:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	74,0	60,3

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Figura 200 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

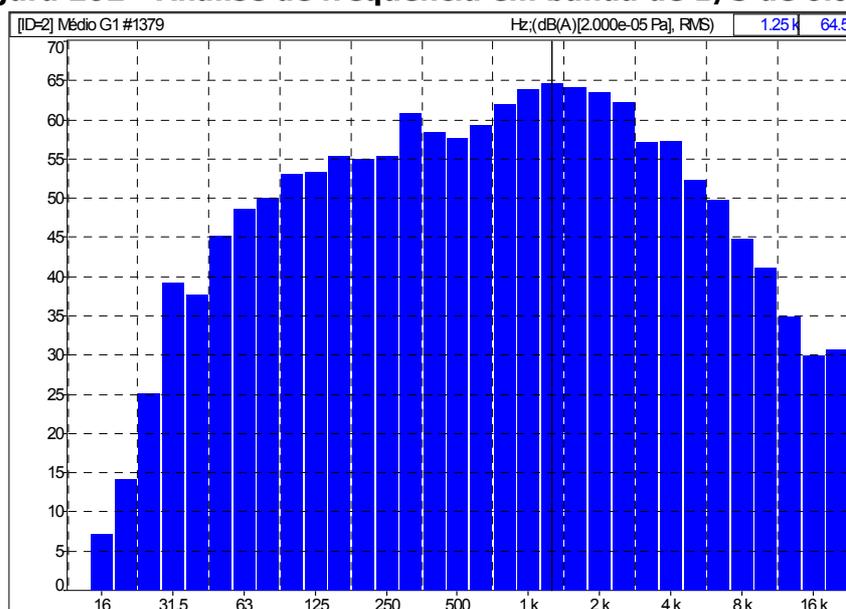
O nível equivalente residual excedeu 55 dB(A), proposto como limite de emissão para a zona, em 100% do tempo amostrado (Figura 201).

Figura 201 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros por fonte em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 202, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 202 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

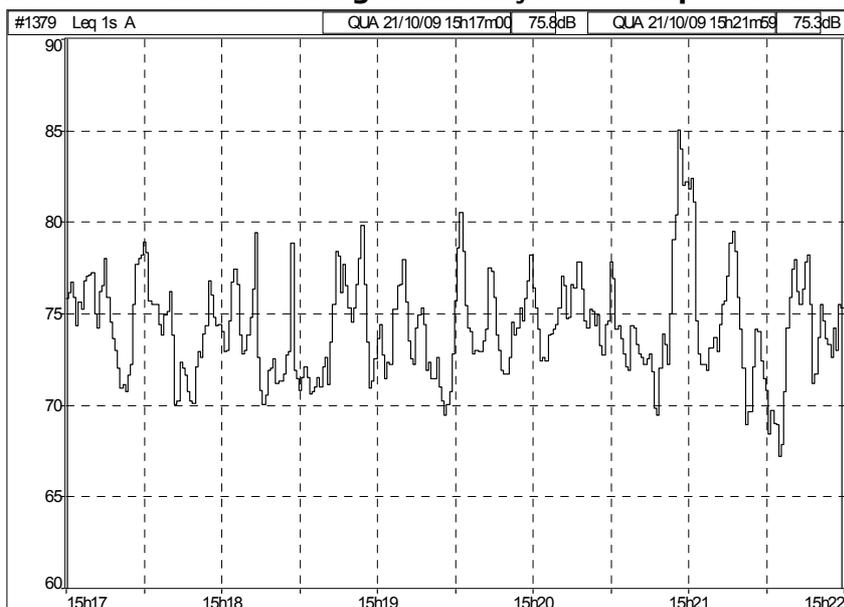


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.37 Ponto 20

No Ponto 20A não foram codificadas fontes específicas como realizado nos demais pontos até aqui apresentados. A partir do Ponto 20A as medições foram realizadas na pista marginal da Rodovia Régis Bittencourt no sentido Curitiba – Porto Alegre. Em virtude do intenso tráfego de veículos pesados o isolamento deste tipo de fonte se torna inexecutável. No Ponto 20A predomina o tráfego rodoviário intenso e a ausência de semáforos controladores de fluxo faz com que os níveis globais de pressão sonora sejam mais elevados que os medidos em trechos de via exclusiva de ônibus.

As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 203 abaixo.

Figura 203 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 20A

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes de cada fonte são descritos na Tabela 81 abaixo.

Tabela 81 - Nível sonoro equivalente – Ponto 20A

Arquivo: P020A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 15:17:00 Fim: 15:22:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm ss
Global	75,2	67,2	85,0	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para o a Zona de Serviços 2 em 5,2 dB(A). A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 82.

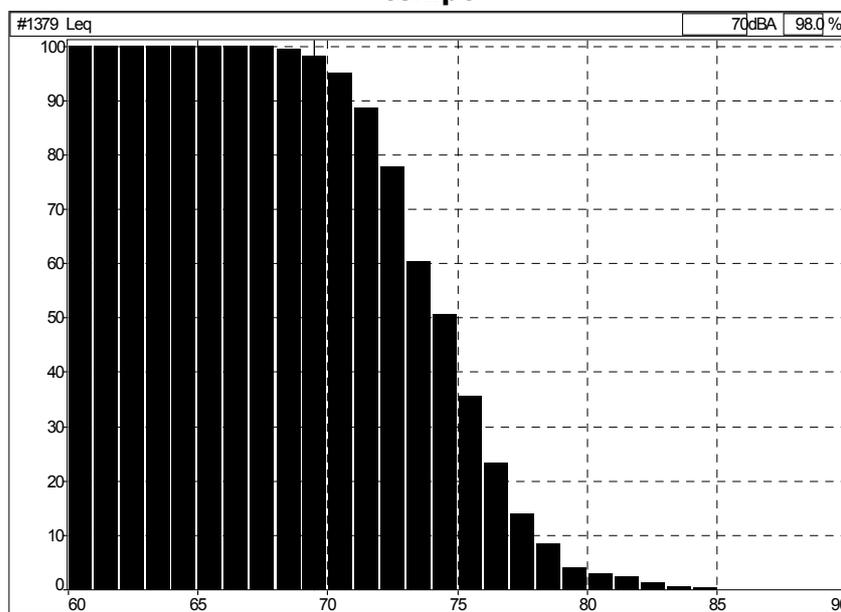
Tabela 82 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 20A

Arquivo: P020A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 15:17:00 Fim: 15:22:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	77,8	70,8

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 20A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 70 dB(A) é mostrada na Figura 204 a seguir. O nível sonoro equivalente global excedeu 70 dB(A) em 98,0% do tempo amostrado.

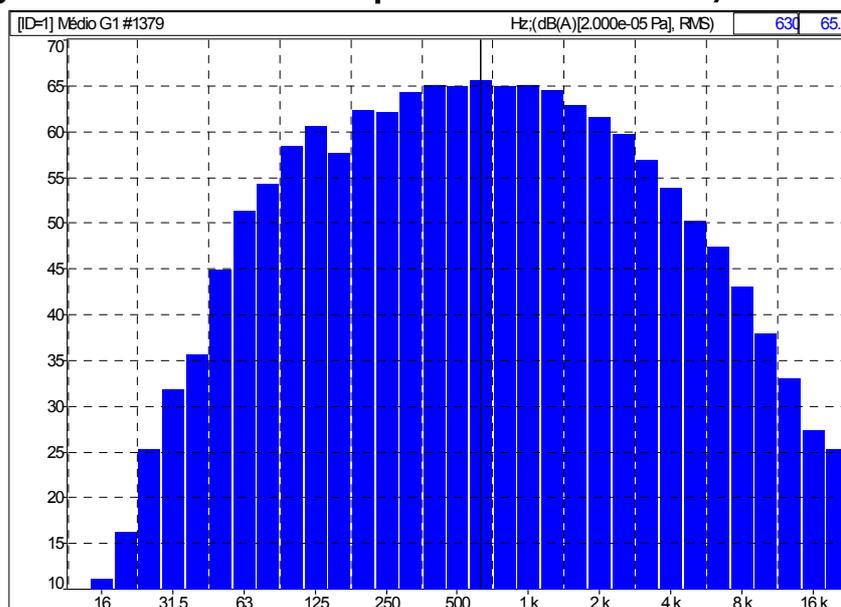
Figura 204 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 205 a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 205 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

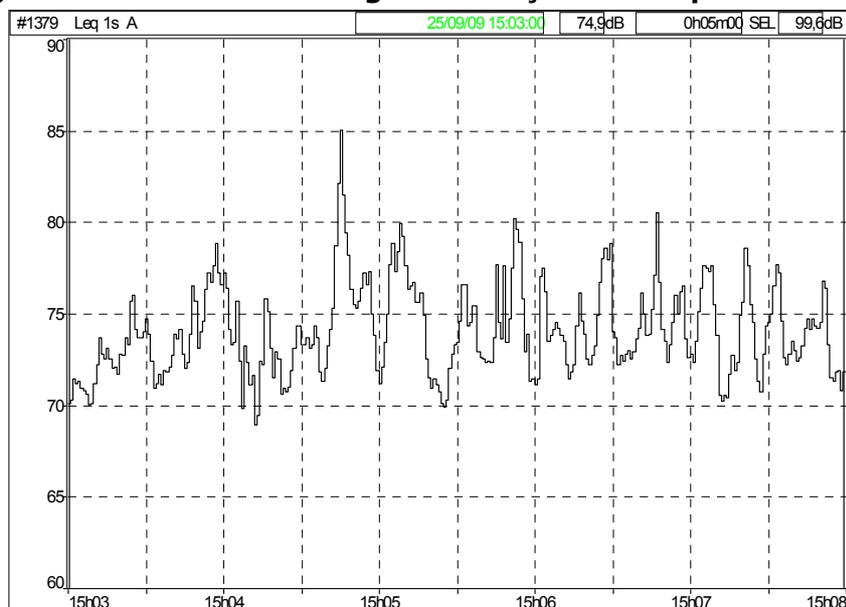


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.38 Ponto 21

O Ponto 21 está localizado na Zona Industrial. Para este ponto as flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 206.

Figura 206 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 21



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os níveis sonoros equivalentes são descritos na Tabela 83 abaixo.

Tabela 83 - Nível sonoro equivalente – Ponto 21

Arquivo: P021.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 15:03:00 Fim: 15:08:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm ss
Global	74,9	68,9	85,0	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Observou-se que o nível equivalente global foi de 74,9 dB(A). Neste ponto, o nível sonoro equivalente global medido ultrapassou o limite determinado para a Zona Industrial em quase 5 decibels. A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 84.

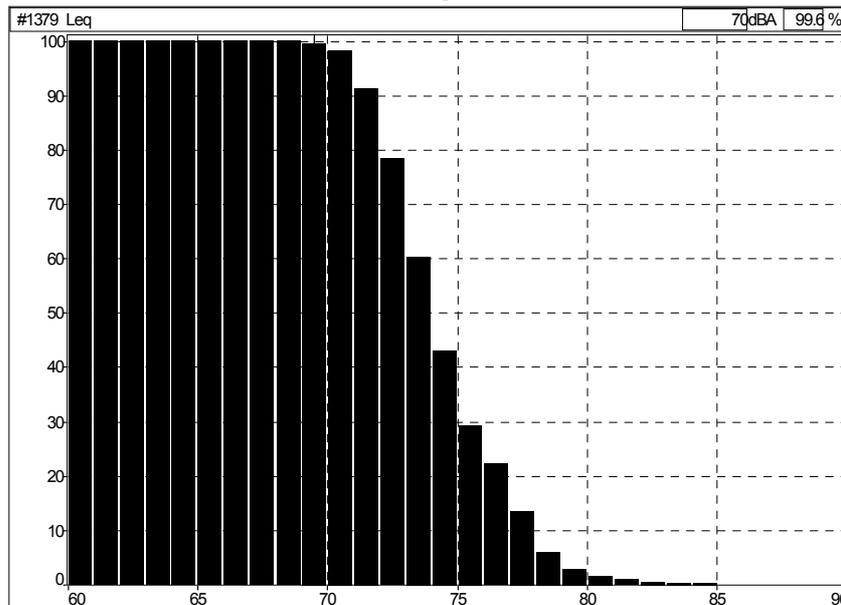
Tabela 84 - Níveis Sonoros Estatísticos L_{10} e L_{90} - Ponto 21

Arquivo: P021.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 15:03:00 Fim: 15:08:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L_{10}	L_{90}
Leq	A	dB	77,4	71,1

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

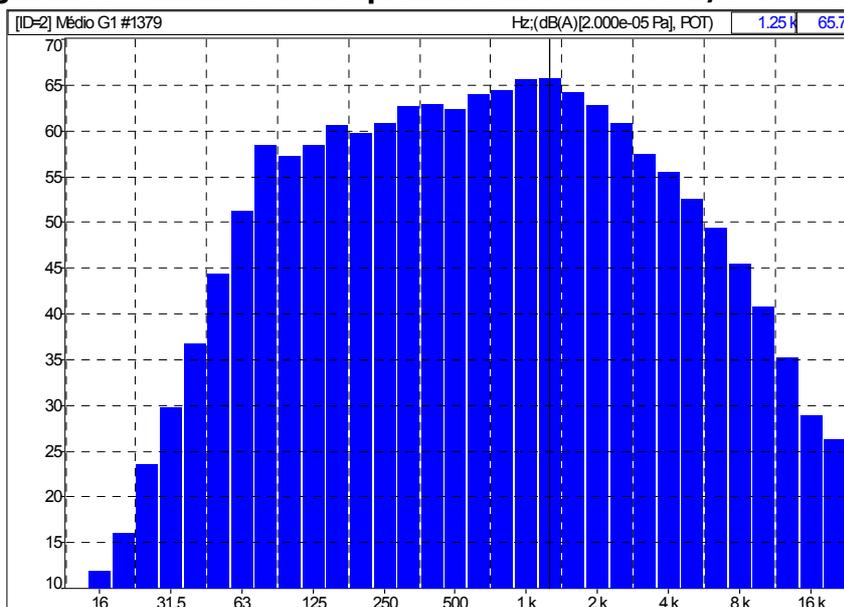
A distribuição cumulativa para o nível estatístico de 70 dB(A) é mostrada na Figura 207 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 70 dB(A) em 99,6% do tempo amostrado.

Figura 207 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

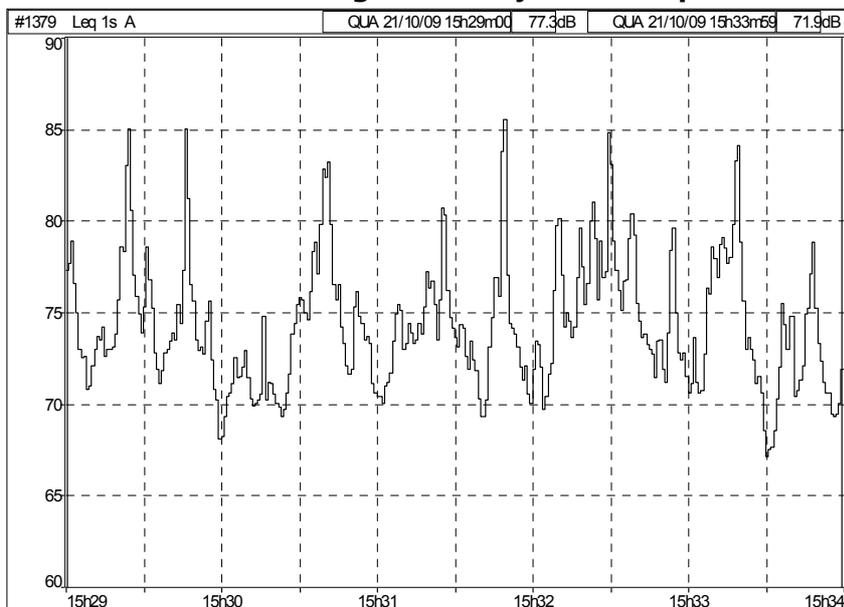
Na Figura 208, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura208 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

6.39 Ponto 21

As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 209.

Figura 209 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 21A

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível sonoro equivalente medido foi de 76,0 dB(A) e pode ser visto na Tabela 85.

Estudo de Impacto Ambiental da Linha Azul - Santa Cândida/CIC Sul do Sistema de Metrô de Curitiba no Eixo Norte/Sul da Rede Integrada de Transporte

Tabela 85 - Nível sonoro equivalente – Ponto 21A

Arquivo: P021A.CMG				
Data: 21/10/09		Início: 15:29:00 Fim: 15:34:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm ss
Global	76,0	67,1	85,5	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

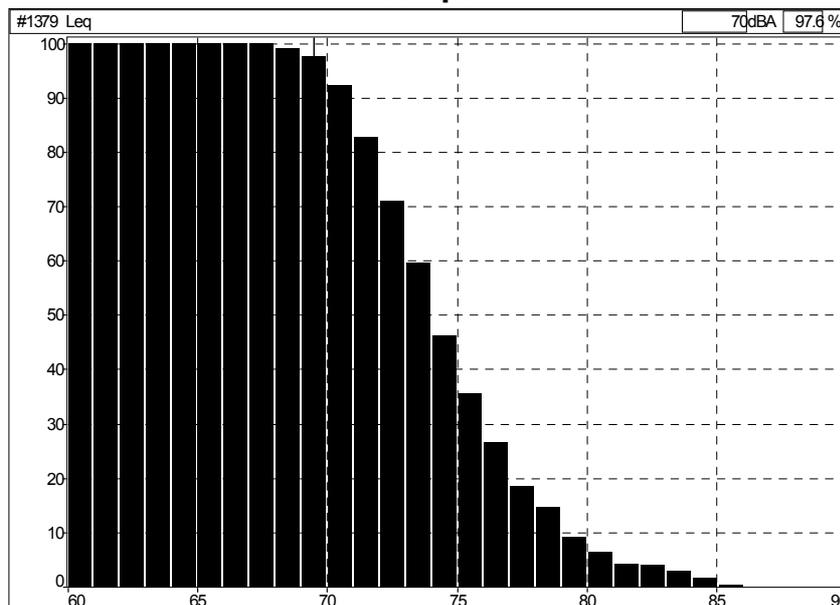
A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 86.

Tabela 86 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ – Ponto 21A

Arquivo: P021A.CMG				
Data: 21/10/09	Início: 15:29:00 Fim: 15:34:00			
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	78,9	70,3

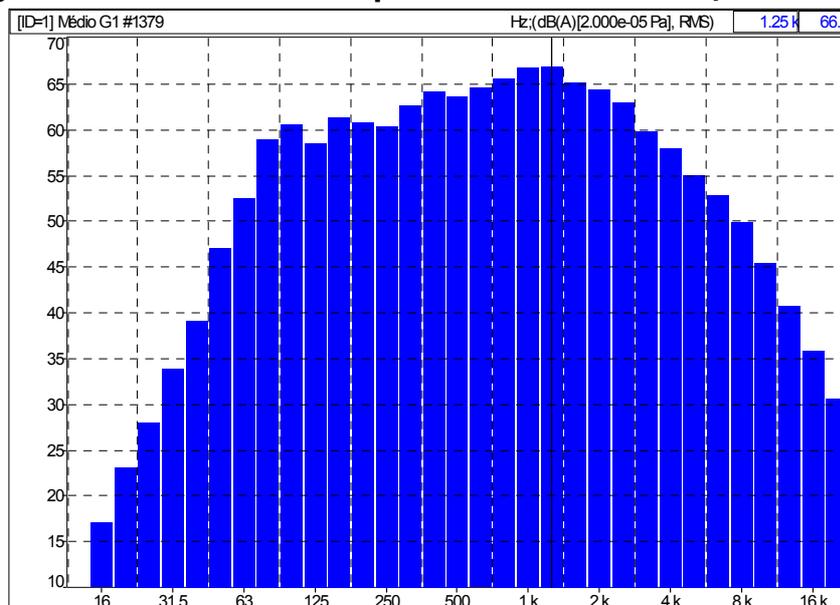
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 21A a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 70 dB(A) é mostrada na Figura 210 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 70 dB(A) em 97,6% do tempo amostrado.

Figura 210 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 211, a análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com frequências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 211 - Análise de frequência em banda de 1/3 de oitava

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por fim, o Ponto 22 localizado na Zona Industrial à margem da Rodovia Régis Bittencourt apresentou um nível equivalente de 75 dB(A). Nível sonoro compatível com o tráfego de uma rodovia de importância regional, mas acima 5 decibels dos níveis recomendados para a ZI pela Lei Municipal 10.625. As flutuações de pressão sonora são descritas na curva de energia em função do tempo na Figura 212 a seguir.

Figura 212 - Curva de energia em função do tempo – Ponto 22



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O nível sonoro equivalente é descrito na Tabela 87 abaixo.

Tabela 87 - Nível sonoro equivalente – Ponto 22

Arquivo: P022.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 15:13:00 Fim: 15:18:00		
Descritor Leq		Ponderação: A		
Fonte	Leq	L _{min}	L _{max}	Duração acumulada hh:mm:ss
Global	75,0	66,9	83,3	00:05:00

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

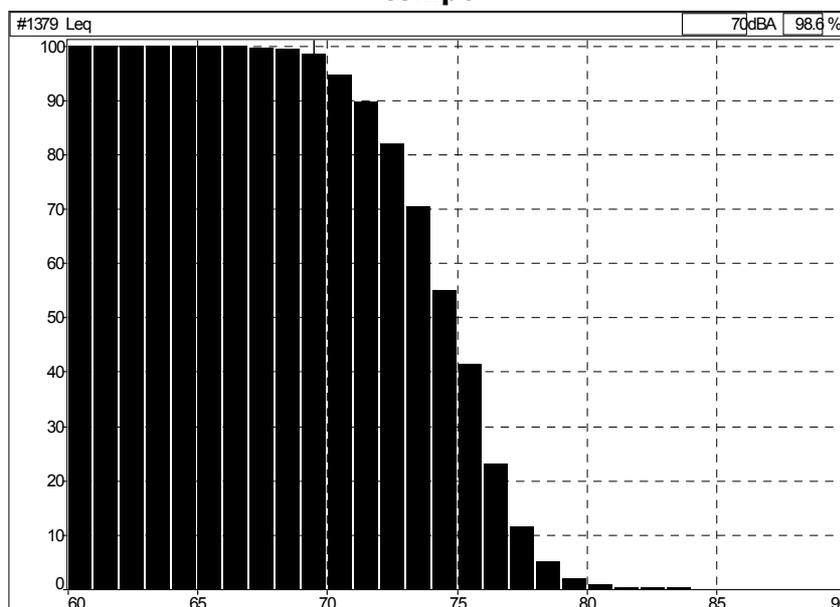
A análise estatística dos níveis sonoros amostrados em função do tempo para o período diurno pode ser vista na Tabela 88.

Tabela 88 - Níveis Sonoros Estatísticos L₁₀ e L₉₀ - Ponto 22

Arquivo: P022.CMG				
Data: 25/09/09		Início: 15:13:00 Fim: 15:18:00		
Tipo	Ponderação	Unidade	L ₁₀	L ₉₀
Leq	A	dB	77,2	70,9

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

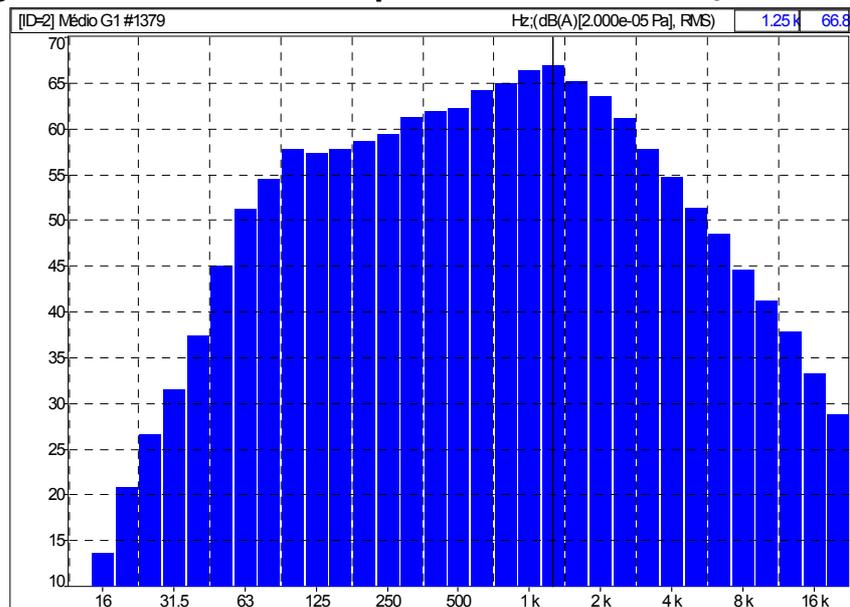
No Ponto 22 a distribuição cumulativa para o nível estatístico de 70 dB(A) é mostrada na Figura 213 abaixo. O nível sonoro equivalente global excedeu 70 dB(A) em 98,6% do tempo amostrado.

Figura 213 - Distribuição cumulativa dos níveis sonoros globais em função do tempo

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Na Figura 214, a análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava demonstra um espectro típico de ruído de tráfego, com freqüências dominantes entre 500 Hz e 2000 Hz sem presença de componentes tonais perceptíveis.

Figura 214 - Análise de freqüência em banda de 1/3 de oitava



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

7. NÍVEIS SIMULADOS – NOISE MAPS

Os resultados dos níveis sonoros calculados a partir de um modelo computacional serão apresentados segundo procedimento metodológico já abordado anteriormente.

Em primeiro lugar serão apresentados dados referentes à calibração do modelo de predição do ruído emitido pelo tráfego de veículos. Como exposto na seção Materiais e Método, utilizou-se neste trabalho uma variação de até 2,5 dB(A) entre os níveis sonoros medidos e calculados para a calibração do modelo.

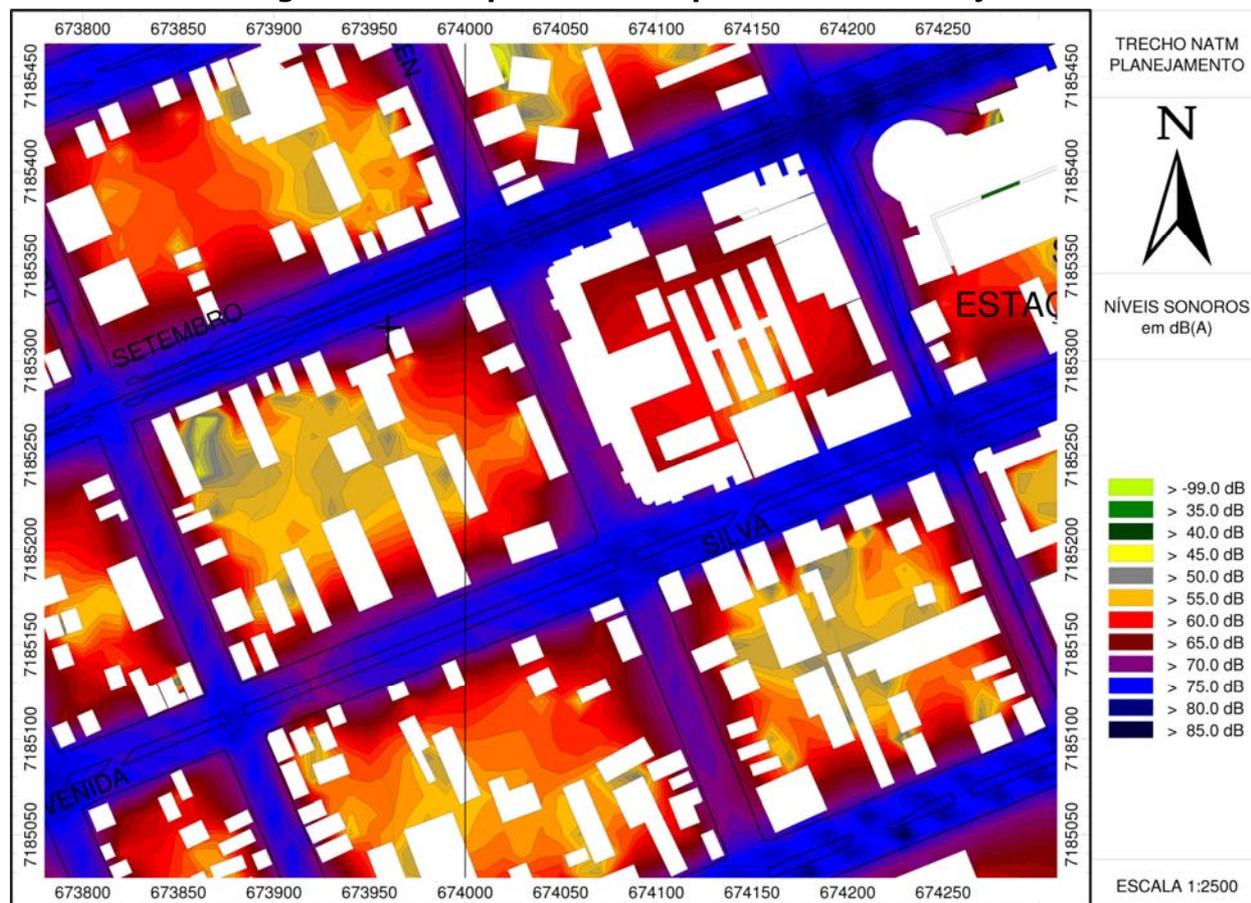
A partir desta calibração foram realizadas predições sonoras para a implantação e operação da Linha Azul do metrô de Curitiba. Os resultados obtidos através dos cálculos foram comparados com os níveis sonoros recomendados para áreas habitadas, parte integrante da norma brasileira NBR 10151 e Lei 10625 do Município de Curitiba.

Os mapas foram gerados para três seções modelo do sistema de transporte a ser implementado respectivamente: 1) trecho aéreo, 2) trecho *Cut and Cover* e 3) trecho NATM ou túnel profundo.

7.1 Calibração do Modelo

Os mapas com os resultados das três seções são apresentados nas figuras 215, 216 e 217 nas quais os níveis foram calculados para uma malha retangular de 10 metros de espaçamento entre os receptores.

Figura 215 - Mapa sonoro do ponto 9A – Calibração



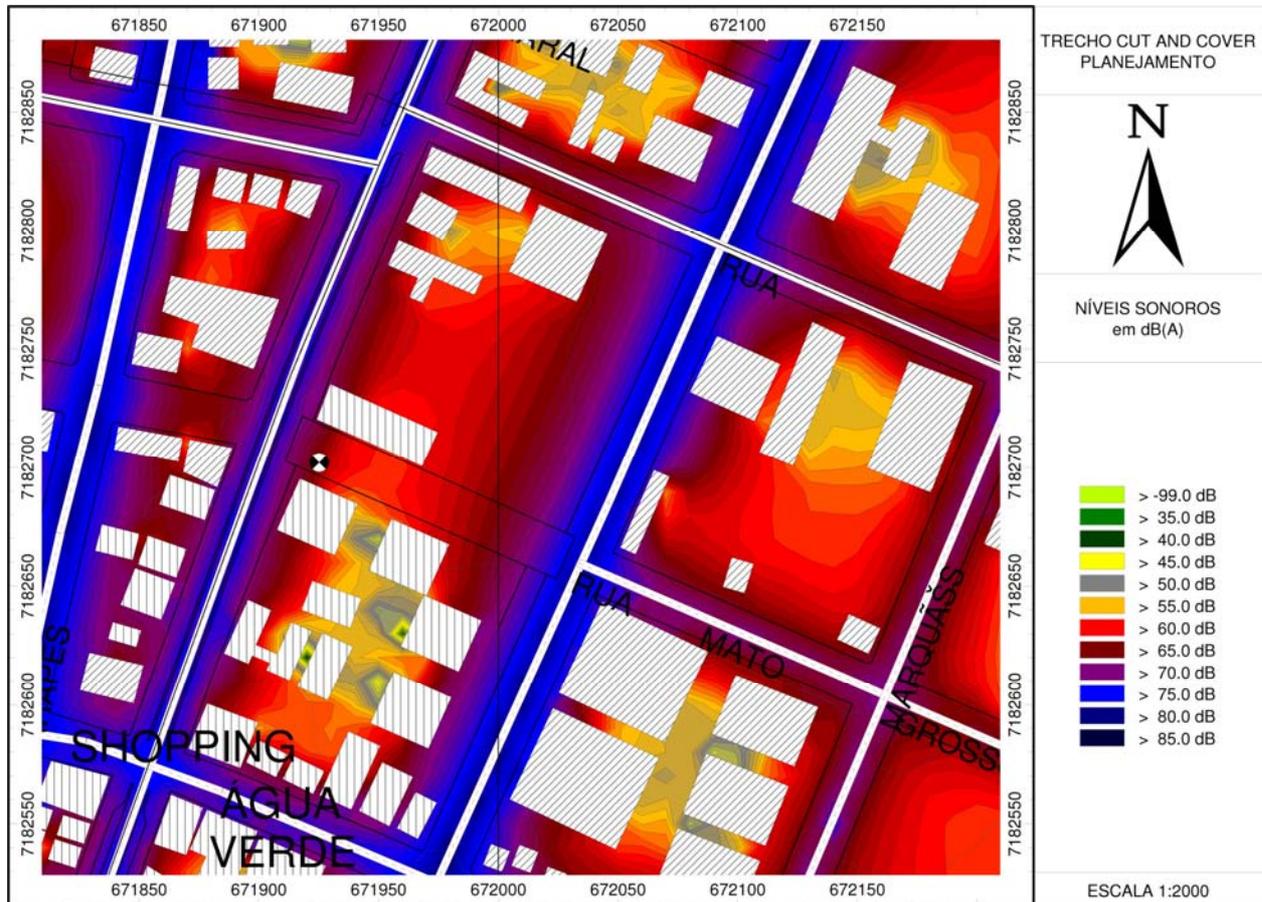
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O mapa sonoro da figura acima corresponde à seção do Ponto 9A. Neste ponto o fluxo de veículos é bastante intenso tanto no sistema trinário (Av. Sete de Setembro, Av. Visconde de Guarapuava e Av. Silva Jardim) como nas vias adjacentes (Av. Getúlio Vargas). Dados da contagem de veículos produzidos pela Urbanização de Curitiba URBS registram uma média superior a 1500 veículos/hora nestas vias.

O nível sonoro equivalente medido para o ponto 9A foi de 69,0 dB(A) e o nível simulado para o mesmo ponto de 71,4 dB(A). A diferença de 2 decibels torna o modelo aceitável para a predição de ruído urbano.

Na AID e AII os níveis sonoros simulados foram respectivamente 72,0 dB(A) e 74,0 dB(A) em função do tráfego das avenidas Silva Jardim e Getúlio Vargas.

Figura 216 - Mapa sonoro do ponto 13A – Calibração.



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

No Ponto 13A (Figura 216) o tráfego é em média acima dos 1200 veículos/hora na via central do sistema trinário. A diferença entre o nível de pressão sonora medido e o simulado foi de 0,7 dB(A), valor dentro do limite recomendado para mapeamentos computacionais de ruído na União Européia.

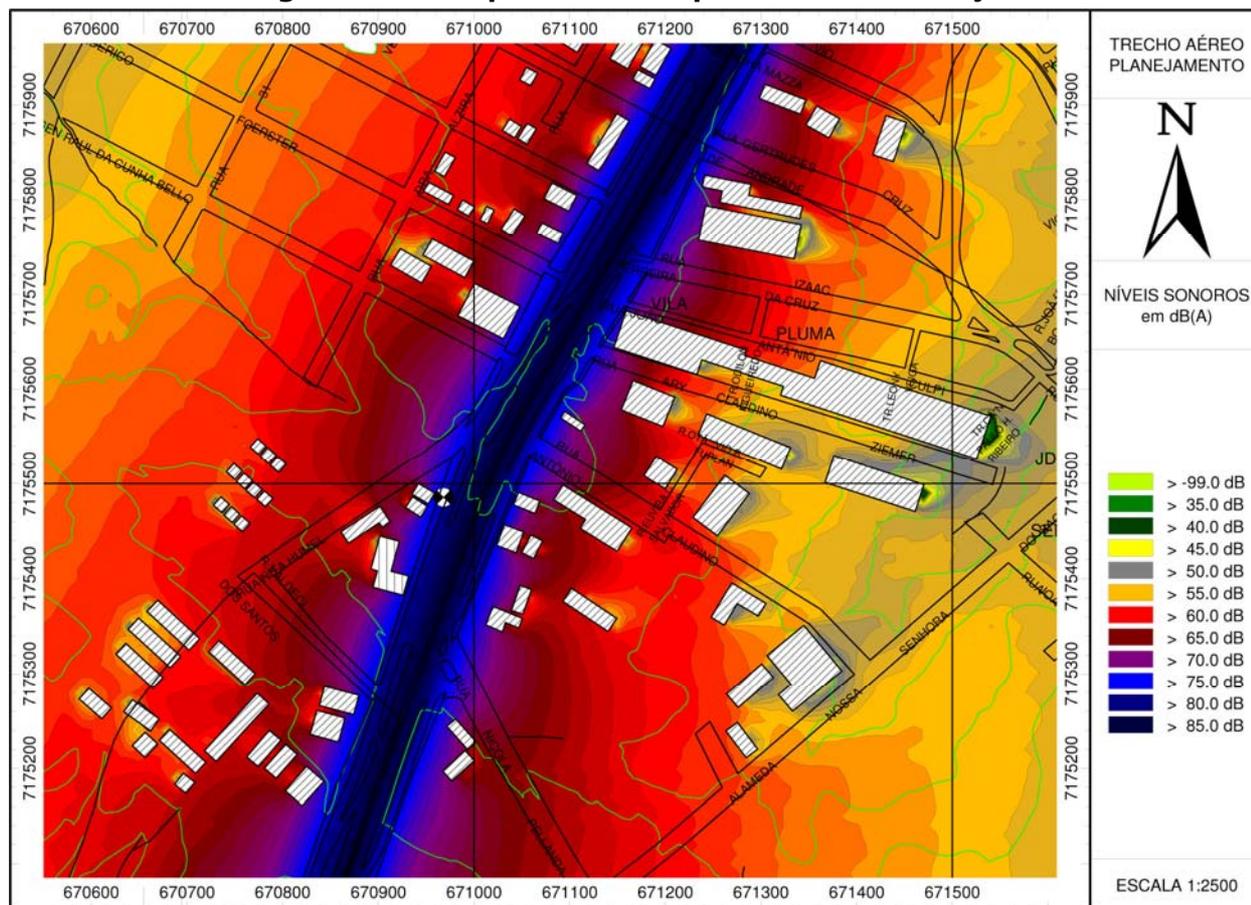
Os níveis sonoros na via central (ADA) são intensificados pela circulação de veículos pesados. Por sua vez, os níveis sonoros na AID, produzidos fluxo médio de 1600 veículos/hora os níveis sonoros produzidos pelo tráfego podem ultrapassar 70 dB(A).

Observa-se que na AII as emissões do tráfego produzem em torno de 65 dB(A). Na Rua Marquês do Paraná, o fluxo de veículos médio é de 480 veículos/hora no trecho avaliado.

Por sua vez, no trecho da rodovia federal Régis Bittencourt os níveis sonoros são da ordem de 75 dB(A) em função do fluxo de veículos de cerca de 4000 unidades/hora. A difusão sonora no entorno da rodovia é descrito na figura 217.

O nível simulado para o Ponto 21 é de 77,4 dB(A) apresentando diferença tolerável de 2,5 dB(A) em relação ao nível medido in situ.

Figura 217 - Mapa sonoro do ponto 21 - Calibração



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Os resultados para a calibração do modelo por trecho são descritos na tabela 89. Os níveis sonoros são apresentados em três colunas, duas colunas uma para os níveis medidos in situ e outra para os níveis calculados pelo modelo computacional RLS-90/ISO 9613 e uma com as respectivas diferenças para os resultados.

Tabela 89 - Calibração do modelo computacional.

Ponto de Medição	Zona	Máximo permitido dB(A)	Nível Medido dB(A)	Nível Simulado dB(A)	Diferença dB(A)	Status da Calibração
Ponto 9A	Z. Silêncio	55	69,0	71,4	2,4	CALIBRADO
Ponto 13A	Z. Silêncio	55	64,3	65,0	0,7	CALIBRADO
Ponto 21	ZI	70	74,9	77,4	2,5	CALIBRADO

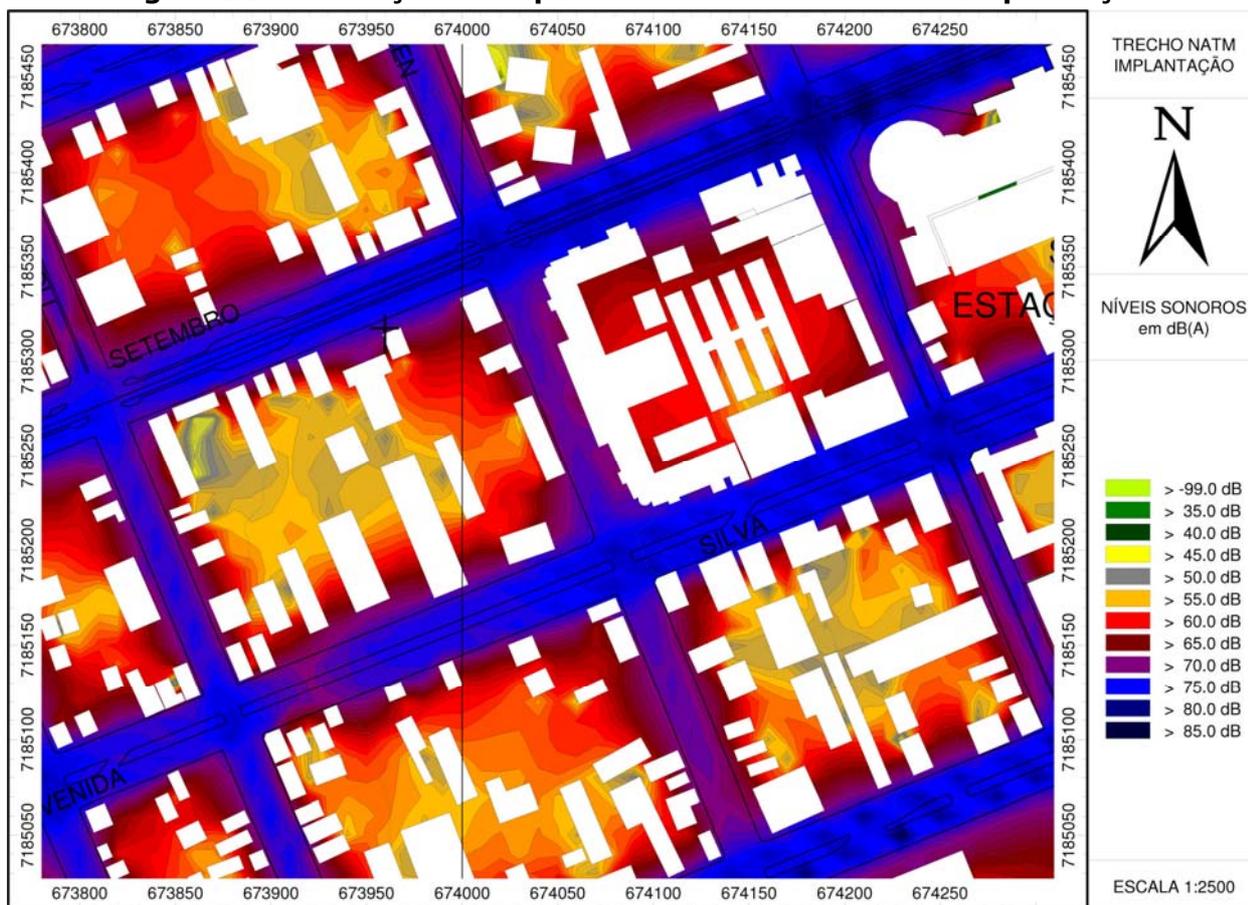
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

7.2 Predição computacional – Implantação

Uma vez calibrados, os modelos foram utilizados para a projeção de duas situações futuras, a saber: 1) A execução das obras denominada implantação e 2) a operação do sistema.

A implantação do trecho em túnel profundo (NATM) no Ponto 9A e demais pontos no centro da cidade devem ter o menor impacto sonoro sobre o entorno urbano. A execução em canteiro subterrâneo faz com que o impacto deste sistema construtivo seja pouco percebido. A paisagem sonora neste ponto deverá ser semelhante ao da situação de planejamento. A figura 218 descreve a difusão sonora no entorno do Ponto 9A.

Os níveis sonoros esperados junto à testada dos lotes nas áreas de influência ADA, AID e AII são respectivamente Leq_{ADA} 71,4 dB(A), Leq_{AID} 73,3 dB(A) e Leq_{AII} 70,1 dB(A).

Figura 218 - Predição de impacto sonoro no Ponto 9A – Implantação

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Em contraste, nos trechos em que o sistema construtivo for a céu aberto serão esperadas modificações nos níveis sonoros. A figura 219 exemplifica as alterações que devem ocorrer nos trechos em que se utilizará o sistema construtivo de vala a céu aberto (cut'n'cover). Neste sistema a escavação poderá implicar em bloqueio e desvio de tráfego. Este bloqueio fará com que os níveis sonoros sejam reduzidos.

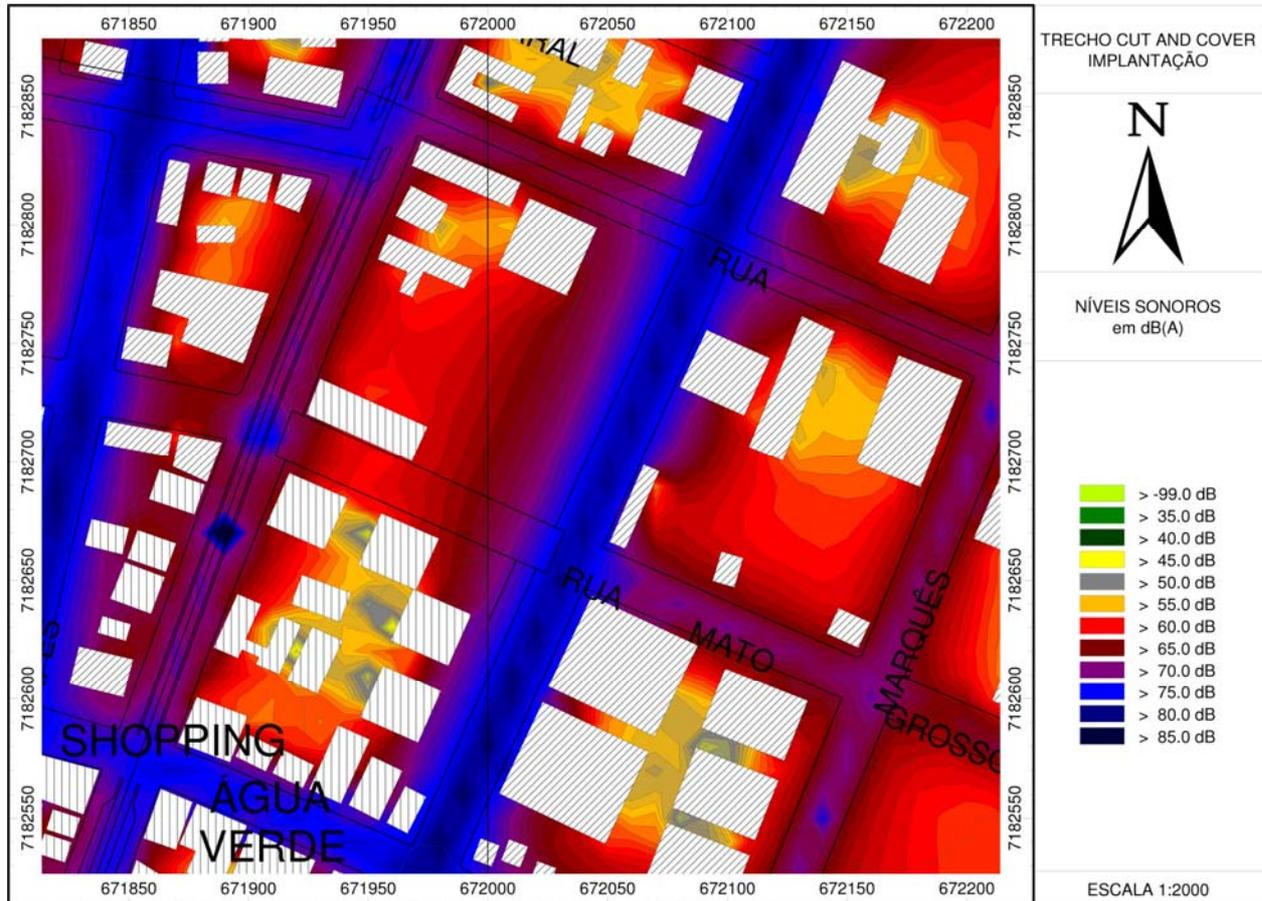
Por outro lado, a operação de máquinas poderá provocar aumento dos níveis sonoros na ADA.

O modelo da figura 219 aponta um discreto aumento de cerca de 2 dB(A) no entorno das áreas de operação das máquinas. Pode ser esperada uma imissão sonora de em torno de 67 dB(A) nesta situação

Na AID o impacto sonoro poderá ser intensificado em função do aumento temporário de veículos desviados em função das obras. A Figura 219 mostra um aumento nos níveis sonoros da ordem de 2 dB(A). Os níveis ao longo da Rua Guilherme Pugsley poderão atingir 75 dB(A) por este motivo.

Na AII o impacto sonoro deve ser muito pequeno, visto que o aumento de tráfego nesta área não deverá ser significativo. Os níveis sonoros deverão permanecer próximos a 65 dB(A).

Figura 219 - Predição de impacto sonoro no Ponto 13A – Implantação



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

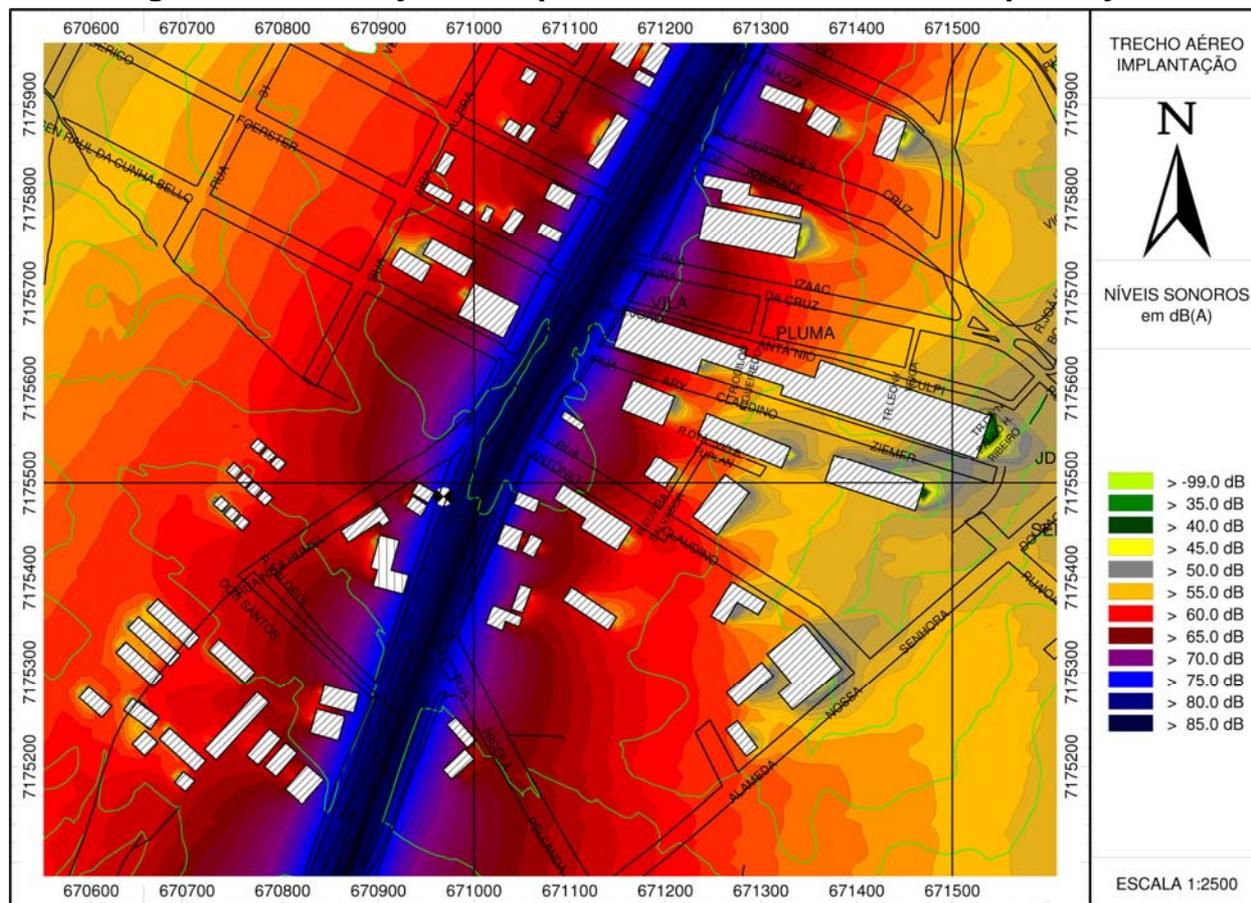
No Ponto 21 a construção do trecho elevado não deverá bloquear o tráfego na rodovia Régis Bittencourt. Desta forma, o ruído do canteiro de obras deve se somar às emissões da rodovia. O acréscimo nas emissões sonoras não modificará a paisagem sonora neste ponto.

Este trecho da rodovia tem tráfego contínuo bastante saturado. O ruído de fundo é elevado o suficiente para o mascaramento de uma fonte sonora com características similares ao do tráfego de veículos pesados. A figura 220 descreve os níveis sonoros no Ponto 21. O nível sonoro esperado nesta etapa deverá ser da ordem de 77 dB(A).

Os níveis sonoros nas áreas de influência avaliadas devem ser minimamente afetados na etapa de implantação. Efeito semelhante foi destacado durante as

obras de implantação da Linha Verde durante sua execução e fazem parte dos relatórios de acompanhamento da Secretaria Municipal de Obras Públicas SMOP.

Figura 220 - Predição de impacto sonoro no Ponto 21 – Implantação



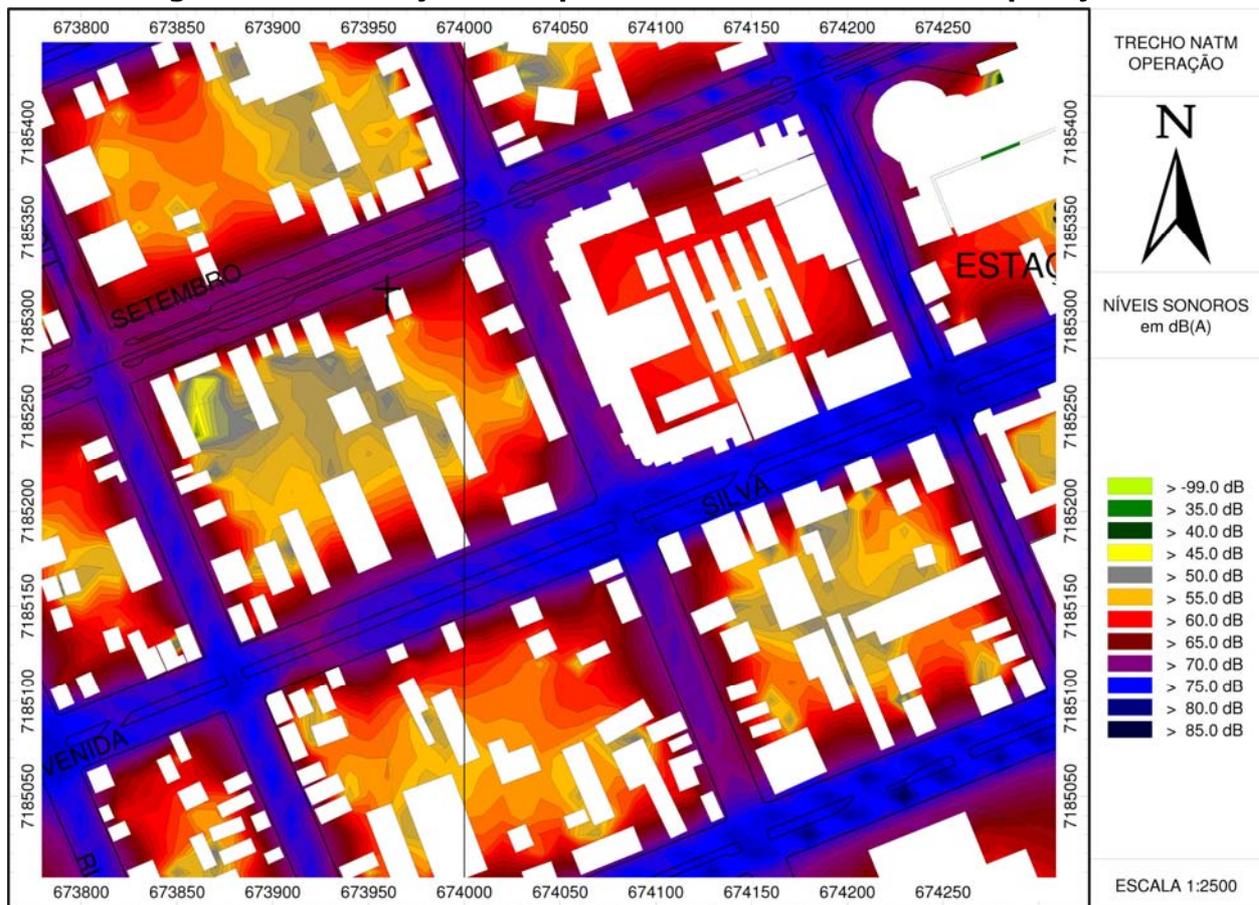
Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

7.3 Predição computacional - Operação

O impacto sonoro na operação do novo modal de transporte de massa foi simulado projetando-se uma redução de 10% no fluxo de veículos nas vias paralelas do sistema trinário para a área central da cidade (Ponto 9A). Este percentual se deve à característica da área central de receber um fluxo de pessoas de todas as áreas da cidade, servidas por diferentes meios de transporte.

O mapeamento sonoro para este cenário pode ser observado na Figura 221. Pode-se observar que a eliminação do fluxo de ônibus expressos da Av. Sete de Setembro associada à diminuição de fluxo de veículos leves poderá produzir um cenário com redução significativa dos níveis sonoros. Esta projeção apresenta uma redução de cerca de 3 decibels na ADA. O nível sonoro deverá ser portanto de cerca de 66 dB(A).

Figura 221 - Predição de impacto sonoro no Ponto 9A – Operação

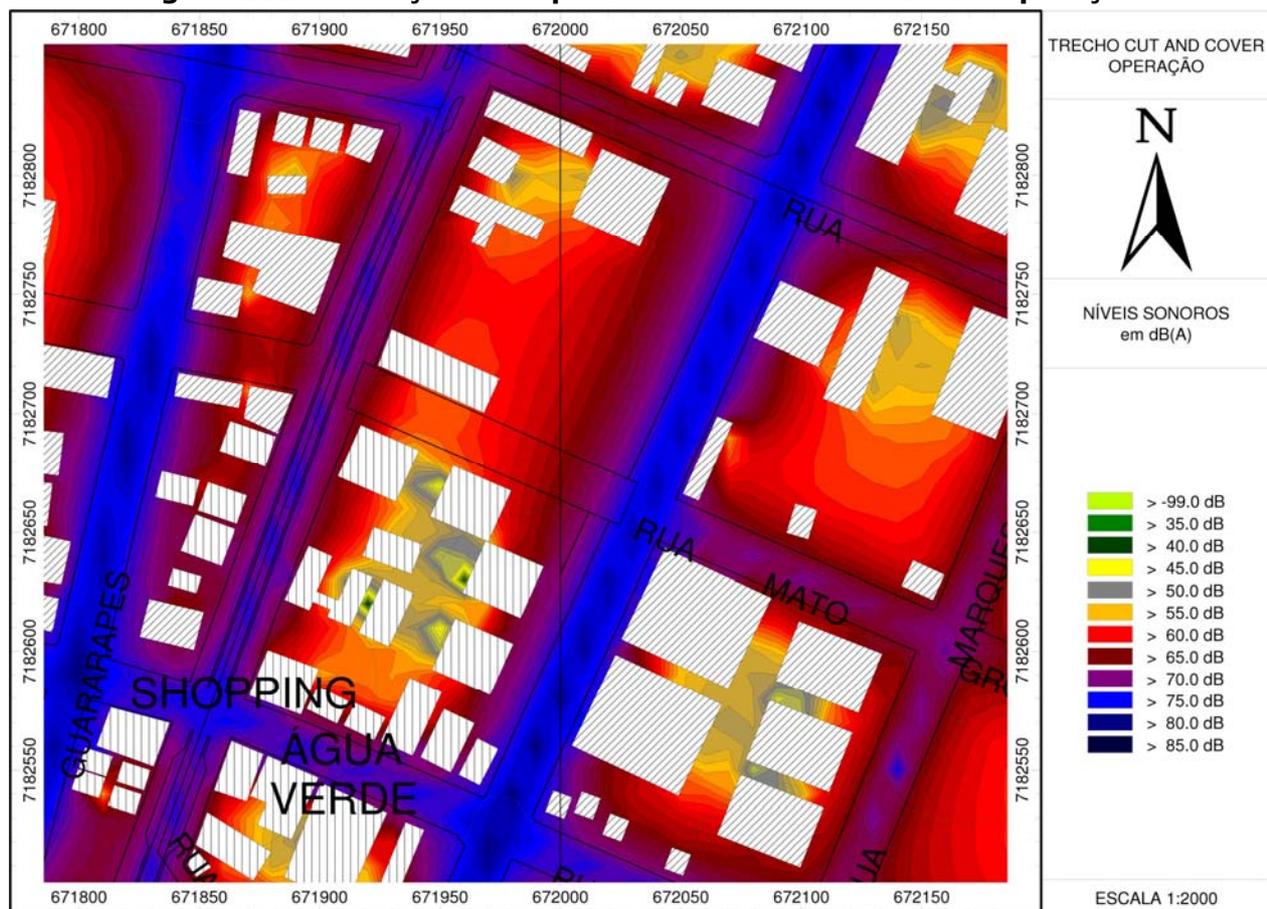


Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

O impacto nas áreas de influência direta e indireta (AID e AII) tende a não apresentar alterações significativas em relação aos níveis apresentados no mapa de calibração. As predições desta avaliação indicam níveis sonoros prováveis entre 69,0 dB(A) e 72 dB(A) nessas áreas.

Na seção do Ponto 13A foi proposta uma redução de 20% no fluxo de veículos para as vias paralelas das áreas de influência direta e indireta. Este percentual é maior para o Ponto 13A, pois o trecho está inserido em um eixo de desenvolvimento urbano no qual um percentual maior de pessoas devem se transportar fazendo uso do novo modal.

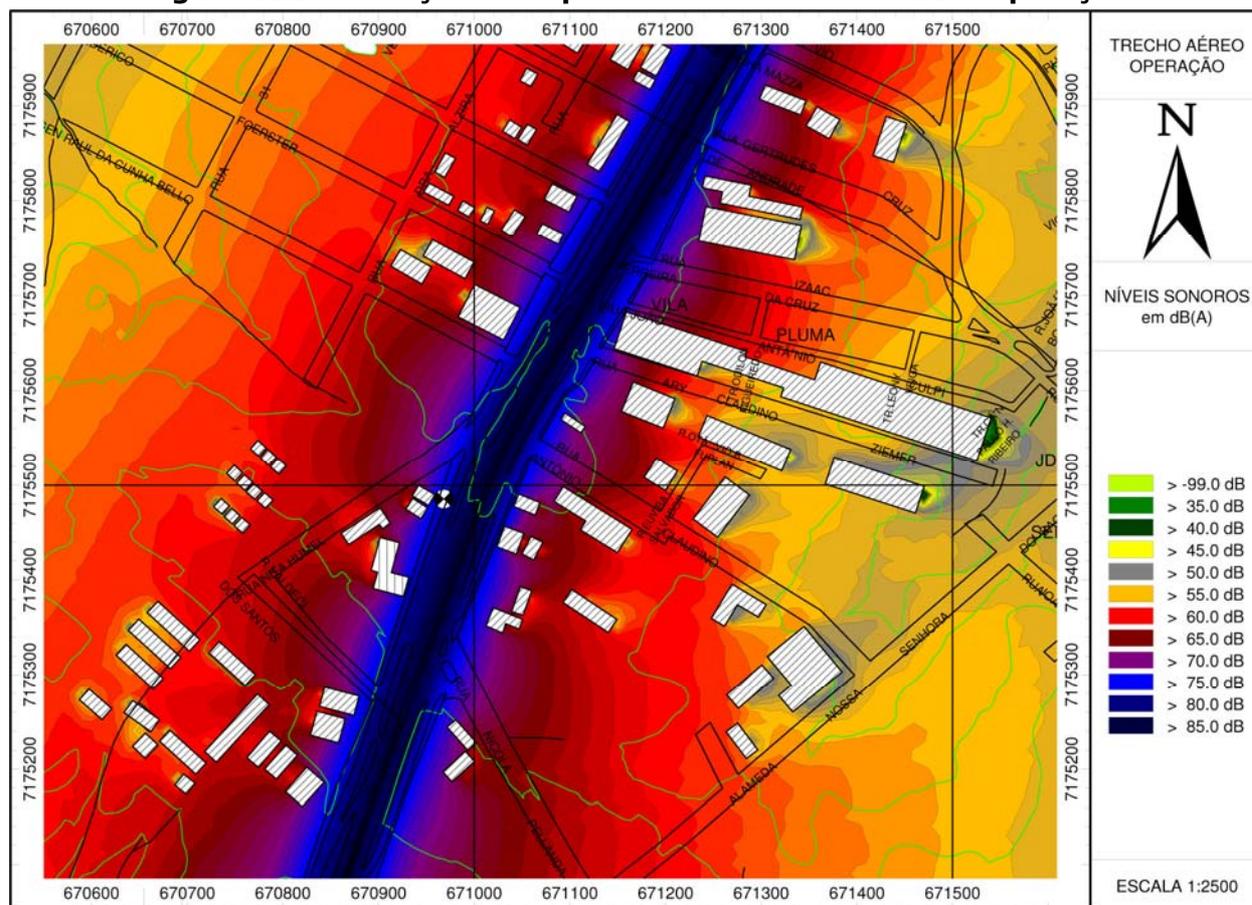
Na figura 222 pode-se observar o maior impacto da operação do novo modal na ADA em que se projeta um nível sonoro em torno de 64 dB(A). Nas demais áreas os níveis tenderão a sofrer uma pequena redução. A projeção com a redução do fluxo de veículos pesados deve manter os níveis cerca 1 dB(A) mais baixo que a situação atual, esperando-se níveis sonoros em torno de 72 dB(A) para a AID e 62 dB(A) para a AII.

Figura 222 - Predição de impacto sonoro no Ponto 13A – Operação

Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

Por último, ao longo do trecho aéreo os níveis sonoros devem manter-se compatíveis aos valores medidos neste relatório. A operação do metrô em trilho elevado juntamente com o intenso tráfego de veículos deverá produzir um aumento de cerca de 2 dB(A) ao longo da seção sobre a Rodovia Régis Bittencourt. A Figura 223 ilustra o mapa de ruído para o ponto 21. Nesta seção os níveis nas áreas adjacentes à rodovia correspondentes às áreas de influência direta e indireta (100 e 200 metros de afastamento do eixo da rodovia) deverão apresentar níveis sonoros da ordem de 67 dB(A).

Figura 222 - Predição de impacto sonoro no Ponto 21 – Operação



Fonte: David Queiroz Arquitetura e Acústica Ltda (2009)

8. CONCLUSÕES

A análise dos dados obtidos em medição ao longo de todo o eixo de transporte permite que se diga que o tráfego de veículos pesados e a circulação dos ônibus-expresso são diretamente responsáveis pelo aumento nos níveis sonoros globais.

Além do porte dos veículos, a velocidade é outra característica que interfere diretamente nos níveis sonoros. Quanto maior for a velocidade, ou quanto maior for a aceleração do motor, maior serão os níveis sonoros.

Observou-se que na ADA a maioria dos pontos apresenta níveis globais de pressão sonora que excedem os limites impostos pela legislação municipal e federal. Os resultados de todos os pontos são sumarizados na Tabela 90 para rápida referência.

Tabela 90 - Nível Sonoro Equivalente Residual – Impacto Ônibus-Expresso e Veículos Pesados

Ponto de Medição	Zona	Máximo permitido dB(A)	Leq _{global} dB(A)	Leq _{ônibus-expresso} dB(A)	Leq _{Veículos Pesados} dB(A)	Conforme Lei 10.625
Ponto 1	ZR-2	55	76,0	-	81,9	não
Ponto 1A	SE	65	72,9	77,0	76,7	não
Ponto 2	SE	65	69,3	73,6	78,7	não
Ponto 2A	Z. Silêncio	55	72,3	72,8	79,1	não
Ponto 3	SE	65	70,3	75,8	72,6	não
Ponto 3A	SE	65	62,2	68,9	-	sim
Ponto 4	SE	65	64,5	69,0	74,3	sim
Ponto 4A	SE	65	64,8	73,7	-	sim
Ponto 5	SE	65	69,1	77,3	-	não
Ponto 5A	SE	65	68,2	73,5	77,3	não
Ponto 6	Z. Silêncio	55	71,1	77,0	-	não
Ponto 6A	SE	65	66,6	72,8	68,4	não
Ponto 7	ZR-AG	60	69,9	72,8	44,9	não
Ponto 7A	Z. Silêncio	55	69,8	72,7	74,3	não
Ponto 8	Z. Silêncio	55	70,4	76,7	75,1	não
Ponto 8A	ZC	65	70,8	75,2	-	não
Ponto 9	SE	65	73,5	79,0	-	não
Ponto 9A	Z. Silêncio	55	69,0	74,1	70,0	não
Ponto 10	SE	65	71,9	78,7	-	não
Ponto 10A	Z. Silêncio	55	68,2	74,5	76,2	não
Ponto 11	Z. Silêncio	55	71,6	76,0	76,6	não
Ponto 11A	Z. Silêncio	55	65,0	71,2	63,8	sim
Ponto 12	Z. Silêncio	55	72,0	73,6	-	não
Ponto 12A	Z. Silêncio	55	69,6	73,1	-	não
Ponto 13	SE	65	68,5	73,4	72,4	não
Ponto 13A	Z. Silêncio	55	65,9	71,4	-	não
Ponto 14	SE	65	71,2	74,8	70,7	não
Ponto 14A	SE	65	70,0	74,9	71,1	não
Ponto 15	SE	65	66,6	69,4	-	não
Ponto 15A	Z. Silêncio	55	72,8	74,0	76,6	não
Ponto 16	SE	65	68,5	72,1	73,1	não
Ponto 16A	SE	65	65,8	70,9	69,2	não
Ponto 17	SE	65	65,8	68,3	71,4	não
Ponto 17A	SE	65	68,1	73,9	77,9	não
Ponto 18	SE	65	67,0	72,9	69,5	não
Ponto 18A	SE	65	66,8	69,9	74,3	não
Ponto 19	SE	65	65,9	73,2	68,5	não
Ponto 19A	Z. Silêncio	55	64,3	-	67,6	não
Ponto 20	SE	65	72,9	-	74,7	não
Ponto 20A	ZS-2	70	75,2	-	-	não
Ponto 21	ZI	70	74,9	-	-	não
Ponto 21A	ZI	70	76,0	-	-	não
Ponto 22	ZI	70	75,0	-	-	não

A análise de frequência em banda de 1/3 de oitava demonstrou que o ruído tem as características predominantes de ruído de tráfego, isto é, ruído de banda larga, com frequências predominantes entre 500 Hz e 2000 Hz.

Não foram registrados nos levantamentos ruídos de impacto ou com características claramente tonais.

As simulações computacionais, após devida calibração, mostraram para as três seções típicas do sistema a ser implantado (trecho aéreo, *Cut and Cover* e túnel profundo) que a ADA apresentará as maiores variações nos níveis sonoros equivalentes. No trecho aéreo, a influência do canteiro de obras impactará pouco a já saturada rodovia Régis Bittencourt.

No trecho de vala a céu aberto (*Cut and Cover*), o desvio do tráfego diminuirá a influência desta fonte sonora reduzindo sua participação na composição dos níveis globais. A operação das máquinas, no entanto, elevará os níveis sonoros nas proximidades de sua operação. Nesta etapa de implantação serão esperados níveis sonoros entre 65 e 70 dB(A) nesta área. Estes níveis, embora acima do legislado para a zona urbana, estarão dentro dos limites previstos para a execução de obras civis [90 dB(A)].

No trecho construído em túnel profundo, os níveis sonoros urbanos na superfície deverão manter os padrões registrados nas medições in situ deste relatório.

As simulações também mostraram que o desvio de tráfego será determinante da variação dos níveis sonoros. O aumento temporário no fluxo de veículos desviados do eixo central do sistema trinário para as vias laterais deverá produzir níveis sonoros da ordem de 75 dB(A) impactando a AID.

Na AII, os níveis sonoros deverão ser pouco alterados. O excedente de veículos desviados deverá produzir níveis sonoros de cerca de 65 dB(A) nestas vias.

A operação do sistema, desde que seja acompanhada de um controle de fluxo de veículos na via central do sistema trinário (canaleta) deverá ter impacto positivo na redução dos níveis sonoros produzidos pelo atual tráfego de veículos pesados. A redução estimada de até 3 dB(A) em relação aos níveis sonoros atuais foram baseadas em uma supressão total de veículos pesados na canaleta e uma redução de 10 a 20 por cento no fluxo de veículos leves. Embora o impacto seja positivo a operação não deverá garantir a redução dos níveis sonoros de forma a garantir sua conformidade com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/IEC 17025 Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração**. Rio de Janeiro, 2005.

CEC - COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. **Future Noise Policy – European Commission Green Paper**. COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 1996 Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/com_96_540.pdf> Acesso em: 07 ago. 2009.

CHO, D. S.; KIM, J. H; MANVELL, D. **Noise mapping using measured noise and GPS data**. Applied Acoustics, Volume 68, Fascículo 9, 1054-1061, setembro, 2007.
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resoluções do CONAMA: Resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008**. Brasília: CONAMA, p.928, 2008.

CURITIBA. **Lei 10.625, 19 de dezembro de 2002**. "Dispõe sobre ruídos urbanos, proteção do bem estar e do sossego público, revoga as Leis 8.583 de 02 de janeiro de 1995, 8726 de 19 de dezembro de 1996, 9.142 de 18 de dezembro de 1997 e dá outras providências." Publicada no **D.O.M.** em 19/12/2002.

CURITIBA. **Lei 9.800 de 03 de janeiro de 2000**. "Dispõe sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba e dá outras providências." Publicada no **D.O.M.** em 03/01/2000.

DATAKUSTIK GmbH. **Cadna-A for Windows**. Version 4.0: DATAKUSTIK GmbH, 2010, 1CD-ROM.

DER BUNDESMINISTER FÜR VERKHER. **RLS/90: RICHTLINIEN FÜR DEN LÄRMSCHUTZ AN STRABEN**. DBV, Bonn, 1990.

EUROPEAN COMMISSION WORKING GROUP ASSESSMENT OF EXPOSURE TO NOISE (WG-AEN), **Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure**. Version 2, 2006. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/wg_aen.pdf. Acesso em 22/05/2010.

EUROPEAN UNION, **Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002, relating to the assessment and management of environmental noise.** Disponível em <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:EN:PDF>. Acesso em 04/05/2010.

GARCÍA, A.; FAUS, L. J.; GARCÍA, A. M. **The Community Response to Aircraft Noise Around Six Spanish Airports.** Journal of Sound and Vibration, Inglaterra, v. 164, n. 1, p. 45-52, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE- **Relatório do ano 2000**, Brasília, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 1996** Acoustics – Description, measurement and assessment of environmental noise – Part 2: Acquisition of data pertinent to land use AMENDMENT 1. Genebra, 1998.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 9613** Acoustics - Attenuation of sound during propagation outdoors - Part 2: General method of calculation. Genebra, 1996.

KAGEYAMA, T.; KABUTO, M.; NITTA, N.; KUROKAWA, Y.; TAIRA, K.; SUZUKI, S.; TAKEMOTO, T. **A cross-sectional study on insomnia among Japanese adult women in relation to night-time road traffic noise.** Journal of Sound and Vibration, Inglaterra, v. 205, n. 4, p. 387-391, 1997.

KING, E. A.; RICE, H. J. **The development of a practical framework for strategic noise mapping.** Applied Acoustics, Volume 70, Fascículo 8, 1116-1127, agosto, 2009.

LEE, S. W.; CHANG, S. I.; PARK, Y.M. **Utilizing noise mapping for environmental impact assessment in a downtown redevelopment area of Seoul, Korea.** Applied Acoustics, Vol. 69, Fasc. 8, 704-714, agosto, 2008.

MASCHKE, C. **Preventive Medical Limits for Chronic Traffic Noise Exposure.** Fórum Acústico, Sevilha, v. 85, p. 448, 1999.

OSADA, Y.; YOSHIDA, T.; YOSHIDA, K.; KAWAGUCHI, T.; YOSHIYAMA, Y.; YAMAMOTO, K. **Path analysis of the community response to road traffic noise.** Journal of Sound and Vibration, Inglaterra, v. 205, n. 4, p. 493-498, 1997.

SAADU, A. A.; ONYEONWU, R. O.; AYORINDE, E. O.; OGISI, F. O. **Community attitudinal noise survey and analysis of eight Nigerian cities.** Applied Acoustics, Grã Bretanha, v. 49, n. 1, p. 49-69, 1996.

TSAI, K. T.; LIN, M. D.; CHEN, Y. H. **Noise mapping in urban environments: A Taiwan study.** Applied Acoustics, Volume 70, Fascículo 7, 964-972, julho, 2009.

ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B. D.; FERREIRA, J. A. C.; SCHUHLI, R. **Incômodo Causado pelo Ruído Urbano à População de Curitiba, PR.** Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 521-524, 2002.

ZANNIN, P. H. T.; DINIZ, F. B. **Environmental Noise Pollution in Residential Areas of the City of Curitiba.** Acustica Acta Acustica, Brasil, v. 87, p. 625-628, 2001.