

7.2.3 Ruídos

O local onde será instalado o empreendimento situa-se na zona rural do Município de Piracicaba, próximo Rodovia Deputado Laercio Corte. A gleba é afastada dos centros urbanos, havendo apenas lavoura de cana de açúcar no seu entorno.

Para realização do diagnóstico do parâmetro ruído foram executadas medidas do nível de pressão sonora em pontos selecionados no dia 14/07/2014, de maneira que pudesse caracterizar a AID. Os mesmos são ilustrados na **Figura 7.2.3-1** onde também é mostrada a ADA e as opções de acesso a gleba.



Figura 7.2.3-1 – Pontos para Realização do Diagnóstico do Parâmetro Ruído, ADA e Opções de Acesso a Gleba

Para as medições foi utilizado o calibrador de nível sonoro da marca Instrutherm, modelo CAL-3000 (série N278168), o qual encontra-se devidamente calibrado, conforme certificado inserido no **Anexo V**.

A **Tabela 7.2.3-1**, mostra o nível critério de avaliação (NCA) para ambientes externos.

Tipos de Áreas	DIURNO	NOTURNO
Áreas de Sítios e Fazendas	40	35
Área estritamente Residencial/Urbana/ou de Escolas	50	45
Área Mista, predomínio Residencial	55	50
Área Mista, com Vocação Comercial/e Administrativa	60	55
Área Mista, com Vocação Recreacional	65	55
Área predominantemente Industrial	70	60

Tabela 7.2.3-1 – Nível Critério de Avaliação (NCA) para Ambientes Externos – LAeq(A) NBR 10151 (2000), Avaliação de ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade - Procedimentos

Neste trabalho o L_{Aeq} foi determinado em um período de integração de 5 minutos, já que a energia sonora é estacionária não havendo variações súbitas no estado básico do ruído. As correções para determinação do L_{ra} não precisaram ser aplicadas, pois não foram identificados ruídos de impactos ou componentes tonais, necessários para tal. Desta maneira o L_{Aeq} e L_{ra} possuem o mesmo valor.

A NBR 10151 (2000) determina que o L_{ra} do local de medição seja determinado para que possa ser comparado com o NCA sugerido para cada tipo de zona urbana, devendo prevalecer o maior valor. O NCA deve ser determinado segundo a micro ocupação do local de medição. Os valores do NCA são determinados pela Tabela 1 da NBR 10151 (2000) e podem ser substituídos pelo L_{ra} se estes forem superiores.

O medidor de nível de pressão sonora utilizado foi um QUEST 2200, série KOG050005 e o calibrador CAL 3000, série N272168 calibrados conforme certificados em anexo. O aparelho foi calibrado antes e verificado após a conclusão das medidas, foi utilizado o protetor de vento, posicionado a 1,20 metros do piso e 2 metros de superfícies reflexivas, e foi utilizada a escala de compensação “A”.

7.2.3.1 Área Indiretamente Afetada

Considera-se a AID um perímetro de cerca de 1000 m da ADA. Os pontos de medição 1 a 6 estão no entorno da ADA a cerca entre 100 e 200 m. O acesso a ADA e pontos de medição na AID é feito por pequenas estradas vicinais e carreadores localizados na lavoura de cana de açúcar.

A ocupação da AID é rural havendo apenas plantações sem núcleo residencial próximo. Na AID a única fonte significativa de ruído é o gerado pelos equipamentos e veículos ligados a lavoura de cana de açúcar que puderam ser percebidos durante as medições mas não são capazes de alterar a condição sonora da AID, pelo menos na distância em que operavam. Os equipamentos que já operam na ADA também não são capazes de alterar a condição sonora da AID. No restante da região prevalece a energia sonora gerada por pássaros e insetos, como mostra as Fotos a seguir.



Foto 7.2.3.1-1- Vista da AID a partir do ponto de medição 1



Foto 7.2.3.1-2 - Vista da AID a partir do ponto de medição 2



Foto 7.2.3.1-3 - Vista da AID a partir do ponto de medição 3



Foto 7.2.3.1-4 - Vista da AID a partir do ponto de medição 4



Foto 7.2.3.1-5 - Vista da AID a partir do ponto de medição 5

A **Tabela 7.2.3.1-1** resume a localização de cada ponto de medição e o nível de ruído ambiente em cada local, o critério de avaliação da NBR 10151 (2000), NCA, a fonte de ruído diagnosticada no local.

Deve-se considerar também que as atividades sazonais, como o corte e transporte da cana de açúcar, alteram consideravelmente esta condição elevando os níveis de energia sonora em toda a AID. O Nível Critério de Avaliação, NCA para este tipo de região é de 40 dB(A) de maneira que os valores atualmente existentes são superiores aos critérios da NBR 10151 (2000), caso seja mantida a condição ambiental encontrada no dia das medições.

Ponto de medição	Localização	L _{ra} (dB(A))	NCA NBR 10151 (dB(A))	Fonte de ruído
1	22° 38.587'S 47° 32.772'O	36,5	40	Vegetação ao vento e pássaros. Ruído de Equipamentos
2	22° 38.263'S 47° 32.545'O	36,7	40	Vegetação ao vento e pássaros. Ruído de Equipamentos
3	22° 38.205'S 47° 32.275'O	38,8	40	Vegetação ao vento e pássaros. Ruído de Equipamentos
4	22° 38.548'S 47° 32.151'O	35,9	40	Vegetação ao vento e pássaros. Ruído de Equipamentos
5	22° 38.797'S 47° 32.817'O	35,1	40	Vegetação ao vento e pássaros. Ruído de Equipamentos
6	22° 38.967'S 47° 32.417'O	35,2	40	Vegetação ao vento e pássaros. Ruído de Equipamentos

Tabela 7.2.3.1-1 – Síntese dos pontos de medição da AID

7.2.3.2 Avaliação da Energia Sonora Gerada pelo Empreendimento

Os equipamentos que operarão no empreendimento na fase de operação são os listados na **Tabela 7.2.3.2-1**. Considera-se que o nível de pressão sonora equivalente gerado por cada equipamento individualmente é de 85 dB(A) medidos a cerca de 5 metros de distância.

Equipamentos	Nível de pressão sonora (dB(A))	Quantidade
Veículo leve	70	1
Trator Esteira	85	1
Retro escavadeira	85	2
Caminhão basculante	85	1
Caminhão Pipa	85	1

Tabela 7.2.3.2-1 – Relação dos equipamentos utilizados no empreendimento

Para a avaliação da energia total gerado pode-se considerar um ponto médio de referência onde cada equipamento diste 25 metros, ou seja, estaria a 50 metros de distância um do outro. Por meio da Equação 1 é possível calcular o decaimento da energia sonora com o aumento da distância para fontes pontuais, considerando r_1 igual 5 metros e r_2 igual 25 metros de maneira que o nível de pressão sonora de cada equipamento decairia para L_{Aeq} de 71 dB(A).

$$NPS_1 - NPS_2 = 20 * \log\left(\frac{r_1}{r_2}\right) \quad (\text{dB(A)})$$

1

Somando a efeito das duas fontes de ruído neste ponto médio (71 + 71 dB(A)) com o auxílio da Equação 2 obtêm-se o valor de 74 dB(A). Novamente pode-se considerar outros dois equipamentos a 50 metros dos primeiros de maneira que resulte uma distância de 75 metros

(50 m + 25 m) do ponto central de análise. Novamente é possível calcular o decaimento da energia sonora para esta distância, 62 dB(A), r_1 igual 5 metros e r_2 igual 75 metros. Somando as fontes no ponto médio novamente através da Equação 2 ($71 + 71 + 62 + 62$ dB(A)) obtém-se o L_{Aeq} de 74 dB(A), ou seja as fontes de ruído mais distantes não alteram o L_{Aeq} gerado pelas duas mais próximas. Portanto esta análise nos permite considerar como nível de pressão sonora médio na interior da gleba o L_{Aeq} de 74 dB(A). Permite também haver uma flexibilidade na estimativa da quantidade de equipamentos em operação, estimados segundo a Tabela 5, já que não há a soma direta da energia sonora gerada pelos mesmos caso estejam a 75 metros de distância um do outro.

$$L_{Aeq} = 10 * \log \left[10^{\frac{L_1}{10}} + 10^{\frac{L_2}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_n}{10}} \right] \quad (\text{dB(A)})$$

2

A geração de ruído devido aos veículos que trafegarão nas opções de acesso pode ser obtida por meio da Equação 3. Atualmente a mais confiável e testada por trabalhos científicos é a proposta pelo *Her Majesty's Stationery Office (HMSO)*, do departamento de transportes do Reino Unido. Nesta equação são considerados: o volume de tráfego em veículos/h (q), velocidade média dos veículos em Km/h (v), e a quantidade de veículos pesados em % (p).

$$L_{10} = 10 * \log q + 33 * \log \left(v + 40 + \frac{500}{v} \right) + 10 \log \left(1 + \frac{5 * p}{v} \right) - 26,6$$

3

Este modelo é válido no caso da fonte estar a 0,5m do solo para vias de 7,0m de largura no mínimo. O nível de pressão obtido é para uma distância de 13,5 metros do meio fio. Como a Equação 3 fornece o nível estatístico L_{10} (onde apenas 10% das medidas instantâneas obtidas no período de integração superam este valor) deve-se através da Equação 4 obter o L_{Aeq} proposta por Alexandre (1975) calcular o L_{Aeq} .

$$L_{Aeq} = L_{10} - 3$$

4

O decaimento das fontes sonoras envolvidas com a operação do empreendimento pode ser calculado devido ao aumento da distância, absorção do ar e efeito vegetação e/ou solo.

A absorção da energia sonora irradiada através do fluido de propagação, neste caso o ar, se deve ao fato do mesmo ser um meio perfeitamente elástico, e durante suas sucessivas compressões e rarefações, ocorrem processos internos resultando das combinações dos efeitos de viscosidade e de condução do calor durante o ciclo de pressão da onda acústica. Ocorre também a relaxação e dissipação de energia durante o processo de vibratório das moléculas de oxigênio, que é dependente da umidade, temperatura e pressão. A norma ISO 9613-2 (2001) indica que para a frequência de 1000 Hz, de 20°C e a umidade relativa de 70% a atenuação é de cerca de 0,005 dB/m.

Zonas de densa folhagem produzem uma atenuação na pressão sonora, geralmente mais perceptível nas altas frequências. Folhagens densas podem ter atenuação de até 8dB/100m, para arvores duras 15dB/100m e plantações de pinhos 20dB/100m, nas faixas de 1000Hz. Para tal é necessário que haja grupos de vegetação de pelo menos 50 metros de largura. Considera-se um grupo de vegetação quando não se consegue contato visual além de 2 metros. Como na região analisada não existe vegetação com estas características, será considerada apenas a energia absorvida pela vegetação rasteira devido ao efeito solo calculada pela Equação 5 (ISO 9613-2 (2001))

$$A_{SOLO} = 4,8 - \left(\frac{2 * h_m}{d} \right) * \left[17 + \left(\frac{300}{d} \right) \right]$$

5

Fazendo-se uso das equações apresentadas é possível estimar o decaimento devido aos principais atenuadores de ruído conforme é apresentado na **Tabela 7.2.3.2-2** e ilustrado no **Gráfico 7.2.3.2-1**. Considera-se L_{Aeq} de 74 dB(A) a 25 metros de distância dos equipamentos em operação.

Distância	Nível	At. Dist.	Abs. do Ar	At Veg	NPS Prev.
(m)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
25	74	0	0	0	74
50		6,0	0,1	0,9	67
100		12,0	0,4	3,8	58
150		15,6	0,6	4,3	54
200		18,1	0,9	4,4	51
250		20,0	1,1	4,5	48
500		26,0	2,4	4,7	41
600		27,6	2,9	4,7	39

Tabela 7.2.3.2-2 – Decaimento do nível de pressão sonora gerada pelos equipamentos na fase de implantação e operação devido ao aumento da distância, absorção sonora do ar e absorção sonora pela vegetação.

Na **Tabela 7.2.3.2-2**: **Nível** é o nível de pressão sonora na dada distância; **At. Dist.** é o decaimento do nível de pressão sonora devido o aumento da distância, calculado pela Equação 1; **Abs. do Ar** é o decaimento devido a absorção do ar, **At Veg** é o decaimento devido ao efeito da vegetação considerando formações rasteiras que absorvem as ondas sonoras dificultando sua propagação, calculado por meio da Equação 5 considerando a altura média de 1,8 metros; **NPS Prev** é o nível de pressão sonora previsto. O **Gráfico 7.2.3.2-1** ilustra os resultados.

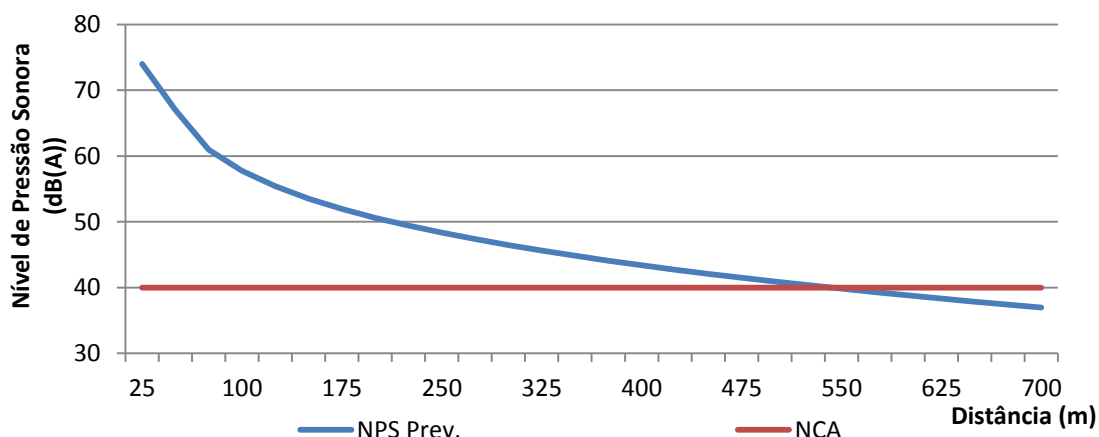


Gráfico 7.2.3.2-1 - Decaimento do nível de pressão sonora com o aumento da distância

A previsão diária de descarga de lixo no aterro é de 65 viagens/dia de maneira que pode ser considerado que o horário de pico com uma frequência de 20%, ou seja, 13 viagens/h. Inserindo este dado nas Equações 3 e 4 e considerando a velocidade de 50 km/h o nível de ruído gerado será de 54 dB(A).

Novamente é possível fazer uso das equações apresentadas para estimar o decaimento devido aos principais atenuadores de ruído. Considera-se L_{Aeq} de 58 dB(A) a 13,5 metros de distância da via de circulação. Nesta situação a Equação 2 pode ser utilizada pois o volume de tráfego é pequeno de forma que os veículos podem ser considerados como fonte pontual e não linear. O **Gráfico 7.2.3.2-2**, ilustra os resultados. Nota-se que o NCA diurno é obtido e cerca de 70 m da via e no noturno a cerca de 100 m.

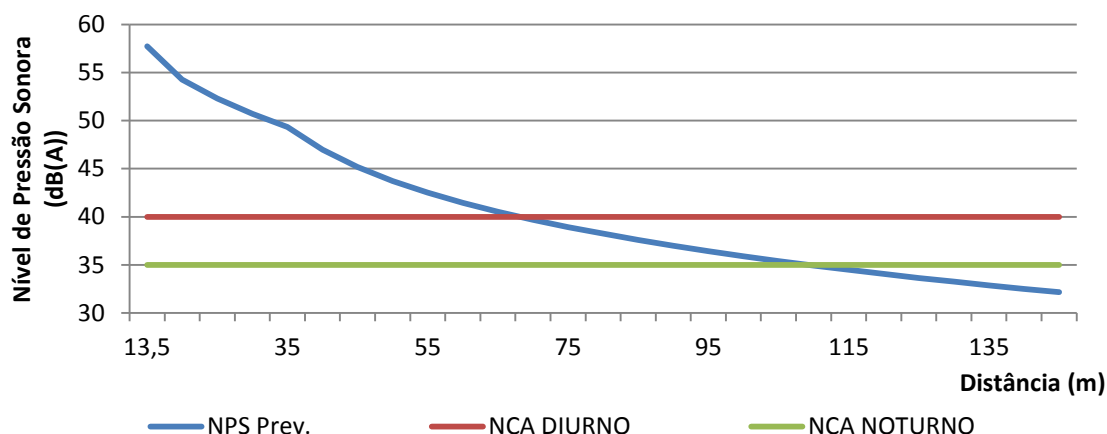


Gráfico 7.2.3.2-2 - Decaimento do nível de pressão sonora gerado pelo tráfego de veículos pesados em função do aumento da distância

7.2.3.3 Conclusões

O ruído emitido pelas fontes do empreendimento decairá para níveis compatíveis com o NCA da NBR 10151 (2000), 40 e 35 dB(A) a cerca de 550 e 750 metros de distância, no período diurno e noturno respectivamente, dá área de operação dos mesmos. A esta distância não existe núcleos residenciais.

O nível de pressão sonora gerado pelo fluxo de veículos que se dirigirão ao empreendimento, 58 dB(A) decairá para 40 e 35 dB(A) a 70 m da via no período diurno e no noturno a cerca de 100 m.