



NEOENERGIA

Estudo Inicial e de Previsão do Impacto Sonoro do Complexo Eólico de Oitis (PI/BA)

N° projeto : 2020-106b-fa1
Réf documento : r2108001c-fa1
Data : 25/10/2021

ECOА CONSULTORIA ACÚSTICA uma filial de GAMBA INTERNATIONAL	Ecoa Consultoria Acústica 120 Rua Professor Hermes Lima CEP 22795-065 RIO DE JANEIRO-RJ, BRASIL Tel : +55 (21) 3042 8785	Gamba Internacional 163 rue du Colombier 31670 LABEGE, FRANCE Tel : +33 (0)5 62 24 36 76
	www.ecoa-acustica.com.br	www.acoustique-gamba.fr

Índice

1	Introdução	4
2	Definições técnicas.....	5
3	Legislação e normas aplicáveis.....	6
3.1	Resolução CONAMA nº 001/1990.....	6
3.2	Norma ABNT NBR 10.151:2019.....	6
4	Metodologia Geral.....	8
4.1	Caracterização do ruído residual.....	8
4.2	Modelagem computacional	8
4.3	Avaliação do ruído total	8
5	Procedimento de medição do ruído residual.....	9
5.1	Data e tempo de medição	9
5.2	Localização dos pontos de medição.....	9
5.3	Instrumentação	10
5.4	Regulagem dos aparelhos.....	10
6	Medição e referência do vento.....	11
6.1	Referência do vento.....	11
6.2	Direções e velocidades do vento.....	11
7	Resultados da campanha de medição de ruído residual.....	13
7.1	Índice estatístico L50.....	13
7.2	Representação gráfica dos níveis sonoros residuais em função da velocidade do vento..	13
8	Análise das medições na vizinhança	14
8.1	Períodos de avaliação.....	14
8.2	Hipóteses adotadas	14
8.3	Definição do ruído residual em dB(A)	14
9	Cálculos de previsão da propagação sonora - software AcouS PROPA	16
9.1	Hipóteses de cálculo.....	16
9.1.1	. Coeficientes de absorção do solo.....	16
9.1.2	Incertezas	16
9.1.3	. Condições meteorológicas	16
9.1.4	Intervalos de análise	17
9.1.5	Pontos de análise.....	17
9.1.6	Aerogeradores.....	17
10	Níveis totais em dB(A) no exterior das residências	18
10.1	Tabela de resultados	18
10.2	Mapa das contribuições sonoras a 6 m/s para a direção Sudeste.....	18
11	Conclusão	19
	Anexo 1 : REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA CAMPANHA DE MEDIÇÃO.....	20
	Anexo 2 : NUVENS DE PONTOS EM Db(a).....	39
	Anexo 3 : APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE ACOUSPROPA®.....	58
	anexo 4 : COORDENADAS DOS AEROGERADORES.....	62
	Anexo 5 : DADOS DE POTÊNCIA SONORA DOS AEROGERADORES	64
	anexo 6 : ANÁLISES DE IMPACTO ACÚSTICO DO PROJETO NA VIZINHANÇA.....	66

Tabela de revisões do documento

Índice de revisão	Data	Detalhamento revisão	Feito por	Aprovado por
A	25/10/2021	Emissão do documento	F. AÖR	

1 Introdução

A empresa ECOA ACÚSTICA foi contratada para a realização do estudo de impacto acústico do projeto eólico OITIS, localizado na divisa dos estados do Piauí (Dom Inocêncio) e da Bahia (Casa Nova).

O projeto compreende 12 parques eólicos, com uma capacidade de geração de 566,5 MW e um total de 103 aerogeradores. O estudo foi requisitado pela empresa NEOENERGIA, responsável pelo projeto, com o objetivo de prever o impacto sonoro do projeto na sua vizinhança.

Este relatório apresenta o conteúdo do estudo e os resultados obtidos. Abaixo, o resumo das etapas do estudo apresentadas neste relatório:

- Identificação do contexto normativo e legislativo para avaliação do impacto sonoro do projeto eólico,
- Campanha de medição sonora para amostragem dos níveis de pressão sonora e definição do ruído residual na vizinhança do projeto,
- Metodologia aplicada para análise do impacto acústico com relação à velocidade e direção do vento na região,
- Modelagem e simulação computacional da propagação do ruído emitido pelos aerogeradores do projeto eólico e previsão do impacto sonoro do projeto em operação na sua vizinhança,
- Outras informações pertinentes relacionadas as atividades envolvidas no estudo, bem como apresentação de dados e informações utilizadas, com suas origens e natureza especificadas.

2 Definições técnicas

- **Período diurno:** período compreendido entre 7 h e 22h do mesmo dia.
- **Período noturno:** O horário complementar ao período diurno, ou seja, as horas antes das 7h e aquelas após as 22h.
- **Ruído:** Todo som que gera ou possa gerar incômodo.
- **dB(A):** Escala de indicação da pressão sonora em decibéis com ponderação A.
- **Nível de pressão sonora específica – L_{esp} :** Nível de pressão sonora da(s) fonte(s) sonora(s) do objeto de análise.
- **Nível de pressão sonora residual – L_{res} :** Nível de pressão sonora existente no local que não é proveniente da(s) fonte(s) objeto de análise.
- **Nível de pressão sonora total – L_{tot} :** Nível de pressão sonora de todas as fontes sonoras, específicas e residuais.
- **Nível de pressão sonora equivalente – $L_{Aeq,T}$:** Nível contínuo equivalente aos níveis sonoros medidos com tempo de integração T.
- **Nível corrigido – L_c :** correção a ser aplicada em ruídos medidos em presença da fonte em questão que apresentem características especiais (impulsivos ou tonais).
- **Limites de níveis de pressão sonora – RL_{Aeq} :** Valor limite que não deve ser ultrapassado pelo nível sonoro utilizado para análise e que leva em consideração o uso e a ocupação do solo onde é realizada a medição e o período de ocorrência da mesma.

3 Legislação e normas aplicáveis

3.1 Resolução CONAMA nº 001/1990

Dispõe sobre a emissão de ruídos de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.

Entre outros, a Resolução estabelece que “*são prejudiciais à saúde e ao sossego público*” os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma ABNT NBR 10.151:2019 e que as medições de ruído deverão ser efetuadas de acordo com as recomendações desta Norma.

3.2 Norma ABNT NBR 10.151:2019

Através desta norma a Associação Brasileira de Normas Técnicas especifica os equipamentos a serem utilizados, o método a ser aplicado para as medições sonoras e fixa as condições exigíveis para a avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades.

Para a avaliação do impacto sonoro, a norma NBR 10.151:2019 recomenda níveis de pressão sonora ambiental a serem respeitados de acordo com a classificação da região onde as medições são realizadas e o período do dia, os níveis recomendados são denominados Limites de níveis de pressão sonora (RL_{Aeq}). Os valores RL_{Aeq} para cada tipo de área são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tipos de áreas – NBR 10.151	RLAeq dB	
	Diurno 7h à 22h	Noturno 22h à 7h
Área de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Tabela 1 : Limites de níveis de pressão sonora (RL_{Aeq}) para ambientes externos.

A norma determina que para a avaliação sonora em ambientes externos deve ser usado o descritor nível de pressão sonora equivalente $L_{Aeq,T}$ para a medição do L_{tot} , L_{res} e cálculo do L_{esp} .

É considerado aceitável quando o nível sonoro L_{tot} não ultrapassa o limite RL_{Aeq} para a região e o período da medição. Caso isso não se verifique, deve-se calcular o nível específico da fonte objeto de avaliação L_{esp} e este não deve ultrapassar o mesmo limite RL_{Aeq} .

A norma define ainda correções para ruídos com características tonais ou impulsivas. O nível de ruído L_c , em presença da fonte a ser avaliada, é a base para a determinação dos níveis L_{tot} , L_{res} e L_{esp} . Deve ser calculado das seguintes maneiras:

- O nível corrigido L_c para ruído com características impulsivas ou de impacto é determinado pelo nível de pressão sonora $L_{Aeq,T}$ acrescido de 5 dB,
- O nível corrigido L_c para ruído com componentes tonais é determinado pelo $L_{Aeq,T}$ acrescido de 5 dB,
- O nível corrigido L_c para ruído que apresente simultaneamente características impulsivas e componentes tonais deve ser determinado aplicando-se os procedimentos anteriores conjuntamente.

4 Metodologia Geral

Para uma completa avaliação do impacto sonoro dos parques eólicos, este estudo baseia-se na metodologia apresentada a seguir. Em todas as análises, serão calculados os valores de ruído total em função das velocidades de vento. Para isto, foram definidos valores de ruído residual na vizinhança dos parques, em dB(A), por velocidade de vento. Estes resultados foram somados aos valores de contribuição sonora dos aerogeradores, obtidos na modelagem computacional, também calculados para cada velocidade de vento em dB(A).

O estudo consiste na avaliação do impacto sonoro no exterior das residências, nos locais mais próximos da edificação (jardim, varanda), sendo esta situação considerada a mais restritiva para o projeto.

4.1 Caracterização do ruído residual

As medições de ruído residual são efetuadas no exterior das residências vizinhas ao projeto. Os níveis sonoros existentes na vizinhança são registrados em dB(A). Em paralelo às medições sonoras, as velocidades e direções do vento são registradas no local por torres anemométricas instaladas pelo próprio desenvolvedor do projeto (possibilidade de obtenção de dados para diferentes alturas). Para as análises, os dados de vento foram calculados a uma altura de 10m acima do solo.

A análise simultânea das medições sonoras e do vento permitem a avaliação da evolução dos níveis sonoros residuais em função das velocidades do vento, os resultados são apresentados sob a forma de um gráfico de dispersão (nuvens de pontos). São definidos intervalos discretos na escala de valores de velocidades de vento utilizadas na análise e a mediana dos níveis sonoros dentro de cada um dos intervalos representa o nível sonoro definido para aquele determinado intervalo. Os níveis sonoros são decibéis na ponderação A – dB(A) – e a análise é feita para os períodos diurnos e noturnos.

4.2 Modelagem computacional

Para a realização da modelagem da propagação sonora, utilizamos o software AcouS PROPA, desenvolvido pela empresa francesa Groupe Gamba. A partir da potência sonora dos aerogeradores, do *layout* do projeto e da topografia do local, calculamos os níveis de ruído resultantes do funcionamento dos aerogeradores no exterior das residências vizinhas mais expostas ao projeto, para as direções de vento dominantes.

Os cálculos consideram a influência dos gradientes de vento e da temperatura na curvatura dos raios sonoros.

4.3 Avaliação do ruído total

Na etapa final do estudo, verificamos a conformidade do projeto aos critérios ambientais vigentes para o controle do ruído na sua vizinhança. Para isto, comparamos o valor do ruído total previsto em cada ponto, por velocidade de vento, ao limite de ruído admissível no local, durante o dia e a noite. O valor do ruído total é obtido através da soma entre os valores de ruído residual (obtidos nas medições efetuadas em campo) e os níveis de contribuição sonora dos aerogeradores (calculados através de modelagem), para cada intervalo de velocidade de vento. Nesse estudo, o critério de avaliação do impacto acústico são os níveis recomendados pela norma NBR 10151 para **área mista predominantemente residencial**.

5 Procedimento de medição do ruído residual

A campanha de medição consistiu na instalação de medidores de pressão sonora na área externa de residências vizinhas ao projeto para o registro, contínuo, do ruído residual (níveis globais em dB(A)). Durante a realização da campanha, torres de medição instaladas na área de implantação do parque registraram as velocidades e direções do vento e estes dados foram utilizados na avaliação.

A campanha de medição de ruído foi realizada sob a influência do vento, parâmetro principal a ser avaliado em ambientes sonoros eólicos.

5.1 Data e tempo de medição

As medições foram efetuadas do dia 16 de abril ao dia 2 de maio de 2021. Para cada ponto, o tempo de medição foi de aproximadamente 5 dias contínuos.

5.2 Localização dos pontos de medição

A definição dos pontos de medição depende essencialmente da sua proximidade com o projeto, da topografia do local e da vegetação.

Os registros fotográficos dos aparelhos instalados nos pontos de medição são apresentados no **Anexo 1**.

Coordenadas dos pontos de medição (UTM ZONA 24S / SAD69)		
Ponto	Longitude (X)	Latitude (Y)
1	201136	9005342
2	200558	9003595
3	199349	9003545
4	199099	8999828
5	198280	8999123
6	194909	8999411
7	199889	8997807
8	201876	8997993
9	200878	8997426
10	201179	8996346
11	199681	8996394
12	199155	8996505
13	198420	8996856
14	196938	8996754
15	198830	8995049
16	196646	8994366
17	198618	8993123
18	198743	8993319

Tabela 2. Coordenadas das residências onde foram realizadas as medições de ruído residual.

5.3 Instrumentação

- 5 sonômetros de classe 1, tipo SOLO da marca ACOEM,
- Software de análise e tratamento de dados dBTrait versão 5.5 da marca ACOEM,
- 1 calibrador de classe 1, tipo CAL21 da marca ACOEM.

Todos os equipamentos foram certificados por laboratório acreditado da Rede Brasileira de Calibração (RBC) e possuem certificados válidos. Durante o procedimento de medição o microfone do sonômetro foi protegido das ações do vento com o uso de protetor conforme instruções de seu fabricante.

5.4 Regulagem dos aparelhos

Os medidores de pressão sonora foram regulados com um tempo de integração de 1 segundo.

6 Medição e referência do vento

Em paralelo às medições sonoras, as velocidades e direções do vento foram registradas por torres instaladas pelo desenvolvedor na área do projeto. Para as análises, foram utilizados os dados registrados pela torre **ROMÃO (D150097)**. Foram feitas análises estatísticas em caráter preliminar dos dados de ventos de duas torres anemométricas, ROMÃO e VA97, com dados referentes aos meses de abril e maio. A conclusão da análise mostrou que as duas torres apresentavam condições muito similares, com a diferença que os dados de ROMÃO poderiam ser melhor aproveitados nas etapas subsequentes.

6.1 Referência do vento

Todos os resultados apresentados neste relatório foram definidos para velocidades de vento na altura de referência igual a 10 metros acima do solo nas condições de rugosidade padrão (0.05m).

6.2 Direções e velocidades do vento

Durante a campanha de medição, o setor de vento caracterizado foi o Leste-Sudeste. Os intervalos aproximados das análises de medição de vento, medidos na torre Romão, são apresentados na tabela a seguir:

Setor Leste-Sudeste
ROMÃO
Dia: entre 1 e 12 m/s
Noite: entre 1 e 12 m/s

Tabela 3. Intervalos de velocidade de vento obtidos durante a campanha de medição de ruído.

Abaixo, o setor de vento adotado para as análises:

✓ Setor Leste - Sudeste: 60°-150°

Apresentamos a seguir as rosas dos ventos obtidas para a torre de medição Romão durante a campanha. Cada ponto do gráfico representa a média de um conjunto de medições durante períodos de 10 minutos.

ROMÃO: velocidade e direção do vento a 10m std.

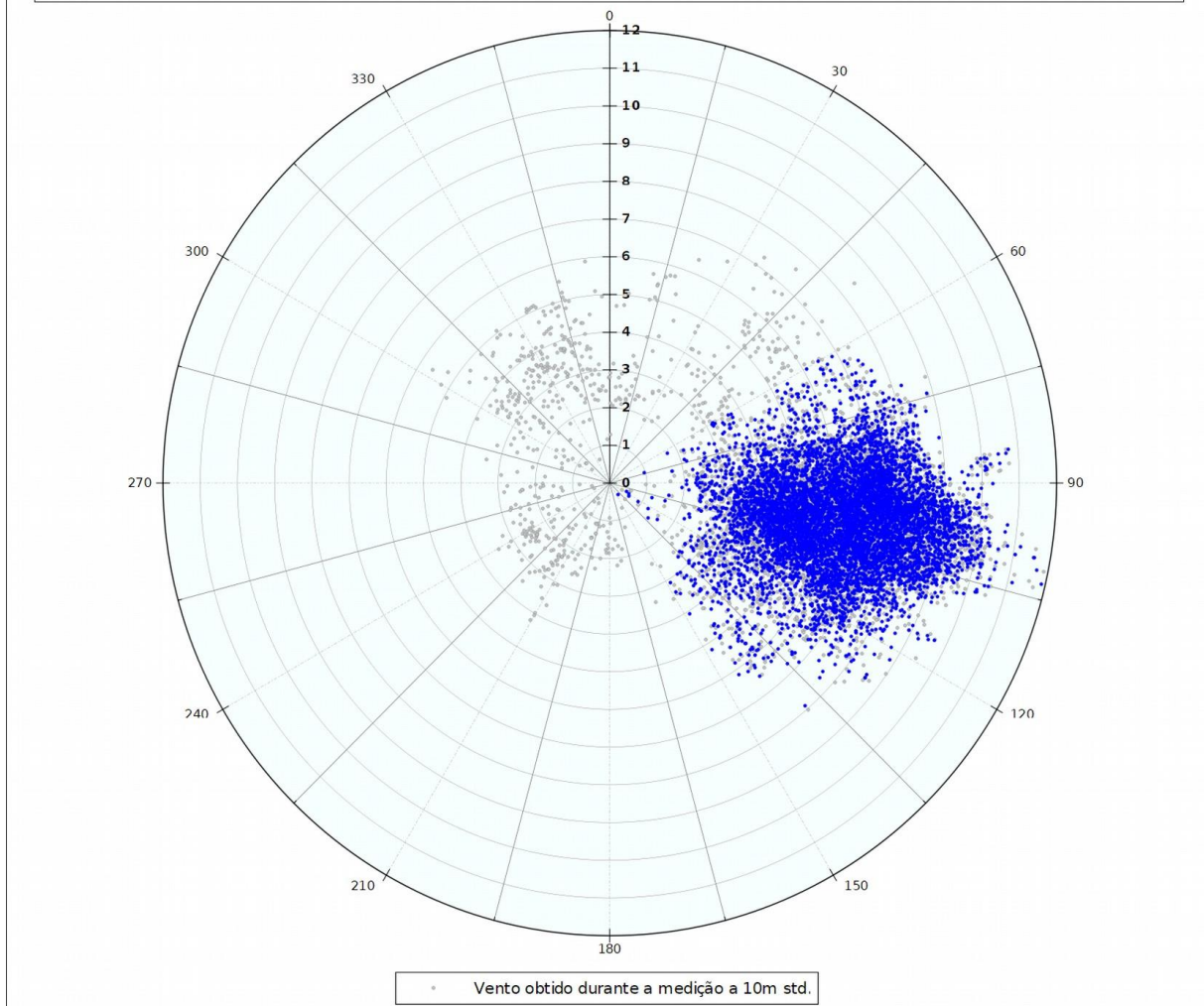


Figura 1. Rosa dos ventos da torre anemométrica Romão.

7 Resultados da campanha de medição de ruído residual

Através da análise simultânea das medições sonoras e de vento foi possível compreender a evolução dos níveis sonoros residuais em função da velocidade do vento sob a forma de nuvem de pontos (gráficos de dispersão). Os valores mais prováveis para cada velocidade de vento são definidos a partir da mediana dos conjuntos de registros sonoros (a cada 10 minutos) neste intervalo. Estas análises foram efetuadas no período diurno e noturno para os valores globais em dB(A).

7.1 Índice estatístico L50

Os níveis de pressão sonora no meio ambiente podem variar devido à existência de diferentes fontes de ruído: canto de pássaros, tráfego de veículos, atividades humanas, etc.

Estas fontes podem ser contínuas ou intermitentes. Além disso, podem ter maior ou menor intensidade.

O nível de pressão sonora equivalente ponderado em A no tempo t (L_{Aeq}) corresponde à média energética de todos os eventos acústicos no tempo de amostragem considerado. Eventos de curta duração e forte intensidade tem influência significativa no resultado do L_{Aeq} . Porém, estes eventos podem não ser representativos do ambiente sonoro característico daquele local.

Portanto, para garantia da representatividade das medições e tratamento dos picos sonoros registrados não característicos do ambiente estudado, propomos uma avaliação baseada nos valores L50 obtidos para cada ponto. O valor L50 corresponde ao nível de ruído ultrapassado 50% do tempo total de medição, ele é considerado como o « valor de ruído médio ».

7.2 Representação gráfica dos níveis sonoros residuais em função da velocidade do vento

Para cada ponto de análise, foram estabelecidos pares de valores médios (níveis sonoros L50 e velocidades de vento correspondentes) a cada 10 minutos. Todos os eventos acústicos não representativos da situação a ser caracterizada (máquinas rurais à proximidade do ponto, atividades humanas perturbadoras, passagens chuvosas, etc.) foram eliminados das análises. Assim, foram obtidas as nuvens de pontos no período diurno e noturno. Para cada intervalo de velocidade de vento apresentamos a mediana dos valores dos níveis sonoros registrados. A mediana será considerada como o valor que melhor representa o ruído residual por velocidade de vento. As nuvens de pontos obtidas, dB(A), são apresentadas no **Anexo 2**.

Nota: as nuvens de pontos apresentam os resultados das medições de ruído residual em campo – níveis sonoros existentes nos pontos avaliados antes da construção dos parques eólicos. Os valores de ruído residual serão somados aos níveis de contribuição sonora dos aerogeradores (calculados em simulação computacional) para a obtenção do ruído total previsto nas residências vizinhas ao empreendimento. A comparação dos valores de ruído total com o valor de RL_{Aeq} aplicável definirá o grau de impacto sonoro do projeto na vizinhança.

8 Análise das medições na vizinhança

8.1 Períodos de avaliação

Para a avaliação de impacto sonoro em áreas habitadas, é estabelecido que os procedimentos sejam realizados para períodos diferentes. Os períodos de avaliação são:

- Período diurno (7h às 22h),
- Período noturno (22h às 7h).

8.2 Hipóteses adotadas

Hipóteses para os intervalos de velocidade de vento:

Para os valores de velocidades de vento a serem utilizados nas análises, são considerados os ventos de 2 a 10 m/s. No cálculo do nível sonoro residual os intervalos de velocidade de vento têm largura de 1 m/s, onde o primeiro intervalo é centralizado em 2 m/s e o último em 10 m/s, totalizando assim 9 intervalos.

Em certos pontos, os conjuntos de dados registrados não foram suficientes para o estabelecimento de um valor sonoro para todos os intervalos de velocidade de vento compreendidos (mínimo de 10 registros por nível de velocidade). Assim, a fim de possibilitar a futura avaliação do impacto sonoro do projeto para estas situações, algumas hipóteses para a estimativa dos níveis de ruído nestas faixas de velocidade incompletas foram adotadas. Estas hipóteses baseiam-se na evolução do nível sonoro nas velocidades de vento adjacentes, nos conjuntos de valores sonoros obtidos para o intervalo de vento em questão e em nossa experiência na análise do ruído residual em ambientes eólicos.

Estes níveis sonoros extrapolados são identificados **em azul** nas tabelas a seguir.

8.3 Definição do ruído residual em dB(A)

Apresentamos abaixo as tabelas dos níveis sonoros residuais definidos para cada intervalo de velocidade do vento, em dB(A), obtidos durante as medições para caracterização do estado acústico inicial do projeto.

Período diurno (07h-22h) :

	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Ponto 1	33.0	33.0	33.0	36.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5
Ponto 2	30.0	30.0	31.0	35.5	38.0	41.0	41.0	42.0	42.0
Ponto 3	35.0	35.0	36.5	38.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0
Ponto 4	37.0	37.5	39.0	41.0	44.0	44.5	47.0	47.0	47.0
Ponto 5	39.0	40.0	41.5	42.5	43.0	46.0	48.5	48.5	48.5
Ponto 6	35.0	35.0	35.0	36.0	36.5	37.0	38.0	38.0	38.0
Ponto 7	36.0	36.0	36.5	36.5	36.5	37.0	37.0	37.0	37.0
Ponto 8	35.0	35.0	35.0	40.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
Ponto 9	36.0	38.0	38.0	40.0	41.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Ponto 10	36.0	36.0	36.5	40.0	42.5	43.0	43.0	43.0	43.0
Ponto 11	34.0	34.0	37.0	41.5	42.0	43.0	45.0	46.0	46.0
Ponto 12	31.0	31.0	34.0	35.5	39.5	42.0	45.5	47.0	47.0
Ponto 13	37.0	34.5	37.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Ponto 14	36.0	36.0	36.5	37.0	37.5	41.5	42.0	42.0	42.0
Ponto 15	34.0	34.0	36.0	40.0	40.0	44.5	45.5	46.0	46.0
Ponto 16	33.0	33.0	34.0	34.5	38.0	38.5	45.0	46.0	46.0
Ponto 17	36.0	36.0	38.0	38.5	39.0	39.5	41.5	42.0	42.0
Ponto 18	30.5	30.5	32.5	34.0	36.5	38.0	40.0	41.0	41.0

Tabela 4. Níveis residuais do período diurno.

Período noturno (22h-07h) :

	2 m/s	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s	7 m/s	8 m/s	9 m/s	10 m/s
Ponto 1	33.0	33.0	33.0	33.0	34.0	37.5	40.5	40.5	40.5
Ponto 2	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Ponto 3	36.0	36.0	38.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Ponto 4	36.0	36.0	38.0	40.0	42.0	42.5	42.5	42.5	42.5
Ponto 5	36.0	36.0	38.0	41.0	41.0	41.0	42.5	43.0	43.0
Ponto 6	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Ponto 7	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Ponto 8	33.0	33.0	35.0	39.0	43.0	44.0	44.0	44.0	44.0
Ponto 9	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	38.0	38.0	38.0	38.0
Ponto 10	39.0	39.0	39.0	40.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Ponto 11	36.0	36.0	36.0	37.0	37.5	40.0	41.0	41.0	41.0
Ponto 12	30.0	30.0	31.0	31.0	38.0	38.5	39.0	41.0	41.0
Ponto 13	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0
Ponto 14	36.0	36.0	38.0	38.0	38.5	38.5	39.5	40.0	40.0
Ponto 15	34.0	34.0	36.0	38.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Ponto 16	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	37.0	38.5	39.0	39.0
Ponto 17	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
Ponto 18	30.5	30.5	32.5	34.0	34.0	34.0	35.5	36.0	36.0

Tabela 5. Níveis residuais do período noturno.

9 Cálculos de previsão da propagação sonora - software AcouS PROPA

Em estudos acústicos de parques eólicos, as distâncias de propagação sonora entre fonte de ruído e receptores são longas, normalmente superiores a 200m. Para tais distâncias, além da atenuação devido à distância, devem ser consideradas a influência da absorção atmosférica e das condições meteorológicas na propagação sonora.

Neste estudo, os cálculos de previsão foram efetuados através do software AcouS PROPA, desenvolvido pelo Groupe Gamba. A ficha técnica do software AcouS PROPA encontra-se no **Anexo 3**.

Conhecendo as coordenadas geográficas de localização dos aerogeradores (projeto) e das residências mais próximas aos parques, desenvolvemos um modelo de cálculo da área de implantação dos projetos e de sua vizinhança. Em seguida, a partir dos dados de potência sonora dos aerogeradores, sua localização e dimensões, foram calculados os níveis de ruído gerados pelo funcionamento do parque nas residências vizinhas, sempre considerando a direção do vento, a influência dos gradientes de vento e de temperatura na curvatura dos raios sonoros, a absorção atmosférica e eventuais efeitos de solo e de relevo.

9.1 Hipóteses de cálculo

9.1.1 . Coeficientes de absorção do solo

O coeficiente de absorção do solo adotado para o cálculo foi o de solo arenoso com vegetação baixa.

	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
CAA dB/100m	0.1	0.1	0.1	0.3	0.55	1.3	3.3	6
α_{sol}	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Tabela 6. Coeficientes de absorção do solo por banda de oitava.

9.1.2 Incertezas

Deve ser considerada a incerteza de +/- 4.5 dB(A) em todos os resultados de cálculo. Lembramos que estas incertezas devem ser consideradas sobre os resultados de ruído total (L_{tot}).

9.1.3 . Condições meteorológicas

As condições meteorológicas consideradas na modelagem foram as seguintes :

Vento Leste-Sudeste	Noite	Dia
Direção do vento	97°	101°
Temperatura	24°C	28°C
Umidade	70%	70%
Nebulosidade	céu limpo	--
Radiação	--	forte

Tabela 7. Condições meteorológicas consideradas no cálculo de previsão da propagação sonora.

9.1.4 Intervalos de análise

Os cálculos das contribuições das emissões sonoras dos aerogeradores foram realizados para cada um dos intervalos de velocidade de vento analisados, isto é, o valor central de cada intervalo. Cada um dos cenários é desenvolvido nos períodos diurnos e noturnos.

9.1.5 Pontos de análise

Para a avaliação do impacto sonoro dos parques, foram estimados os níveis de ruído total em 18 pontos localizados na área de influência do projeto. Na determinação do ruído total L_{tot} são utilizados os níveis representativos de ruído residual, da análise dos dados coletados em campanha, e a contribuição sonora dos aerogeradores do complexo obtida através de modelagem, o ruído específico L_{esp} para cada um dos intervalos de velocidade de vento analisados.

As coordenadas dos pontos de avaliação são apresentadas na Tabela 1.

9.1.6 Aerogeradores

9.1.6.1 Modelo de máquina

Consideramos 1 modelo de aerogerador nos cálculos realizados para o *layout* de projeto:

- 103 aerogeradores modelo 5.x-158-60 Hz c/LNTE do fabricante GE com nacela de altura igual a 126 m. As coordenadas dos aerogeradores são apresentadas no **Anexo 4**.

9.1.6.2 Potência sonora

A potência sonora do aerogerador utilizada nos cálculos, em modo *potência nominal de 107.5 dBA*, por velocidade de vento a 10m padrão, é apresentada na tabela a seguir. A referência do documento do fabricante com os dados encontra-se no **Anexo 5**.

Vel. Vento [m/s] (10 metros)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Potência Sonora Total [dBA]	92.8	93.9	97.2	102.3	105.9	107.2	107.6	107.7	107.7

Tabela 8. Potência sonora dos aerogeradores por velocidade de vento (modo 107.5 dBA).

10 Níveis totais em dB(A) no exterior das residências

10.1 Tabela de resultados

Apresentamos no **Anexo 6** as tabelas com os resultados das análises regulamentares em dB(A), por velocidade de vento, no exterior das residências avaliadas. Cada tabela identifica o critério regulamentar (RL_{Aeq}), o ruído residual (L_{res}), a contribuição do complexo eólico (L_{esp}) e o ruído total (L_{tot}).

A avaliação regulamentar procura detectar o quanto a fonte de emissão sonora contribui para a ultrapassagem do critério RL_{Aeq} . Nas tabelas apresentadas no **Anexo 6**, as células de L_{tot} coloridas em vermelho apresentam as situações onde foram identificadas ultrapassagens nos limites RL_{Aeq} , e quando a célula L_{esp} estiver também em vermelho, então configura-se o caso de quando as emissões do complexo eólico não estão em conformidade com os critérios regulamentares. Desse modo, em cada ponto, fica caracterizada a ultrapassagem do critério para cada velocidade de vento considerada.

10.2 Mapa das contribuições sonoras a 6 m/s para a direção Sudeste

O mapa abaixo representa as contribuições sonoras do projeto eólico em sua vizinhança no período diurno. Ele é representativo do ambiente sonoro também no período noturno, pois a diferença dos resultados nesses cenários é inferior às incertezas envolvidas.

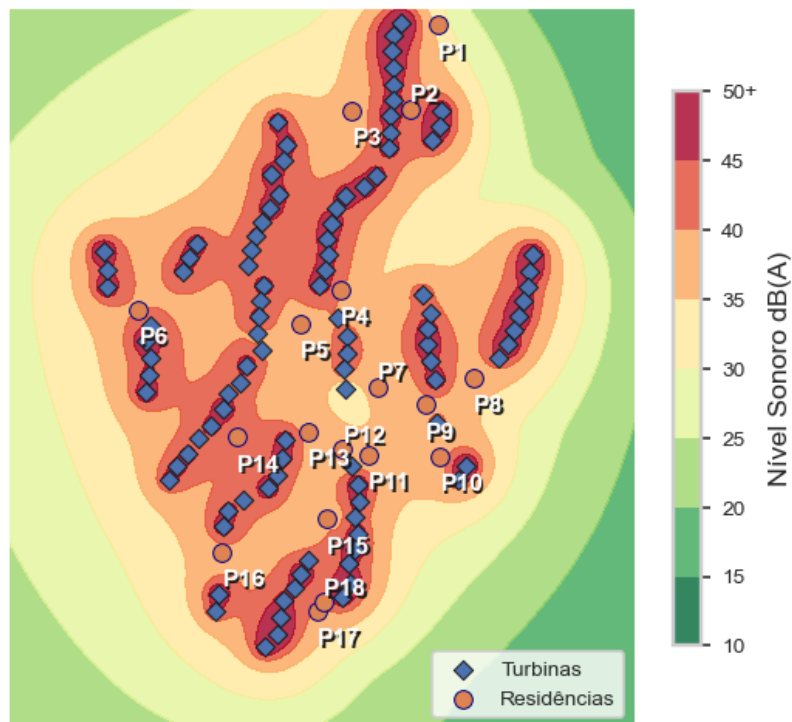


Figura 2. Mapa de ruído com a contribuição sonora do complexo eólico na sua vizinhança.

11 Conclusão

Os projetos eólicos estudados devem respeitar critérios ambientais que limitam o nível de ruído total na área de influência dos projetos a 55 dB(A) durante o período diurno e 50 dB(A) em período noturno. O presente relatório apresenta a avaliação do impacto sonoro do projeto com base nestes critérios.

O estudo de impacto sonoro efetuado consistiu nas seguintes etapas:

- campanha de medição para a definição do ruído ambiente nas residências vizinhas mais expostas ao ruído dos aerogeradores, por velocidade de vento. A campanha efetuada possibilitou a caracterização do ruído ambiente para a direção de vento dominante na área de implantação do projeto,
- cálculos de previsão das emissões sonoras dos parques através de modelagem computacional,
- estimativa dos níveis sonoros totais na vizinhança dos projetos a partir dos resultados obtidos na modelagem e dos resultados das medições de ruído ambiente realizadas na área de influência dos parques,
- avaliação do impacto sonoro dos projetos.

De acordo com as análises apresentadas, é previsto que o funcionamento do parque eólico não ultrapasse os limites de ruído na vizinhança do projeto, para as velocidades de vento avaliadas.



Fernanda Aör

Engenheira | Sócia- diretora
ECOA CONSULTORIA ACÚSTICA LTDA.
CREA nº 2014138388

ANEXO 1 : REGISTROS FOTOGRÁFICOS DA CAMPANHA DE MEDIÇÃO

Ponto 1:



Ponto 2:



Ponto 3:



Ponto 4:



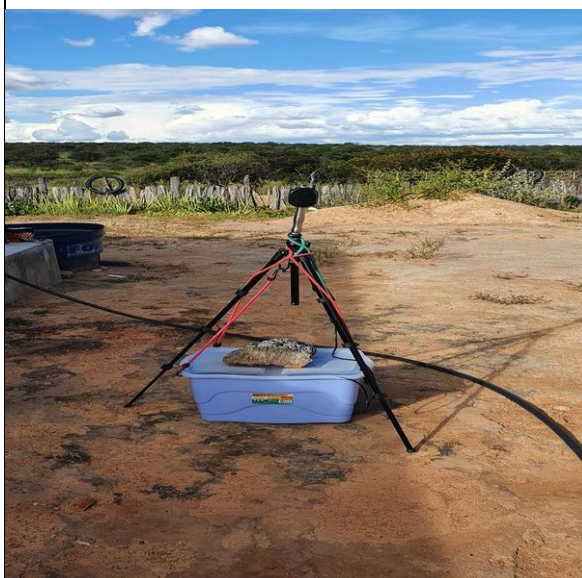
Ponto 5:



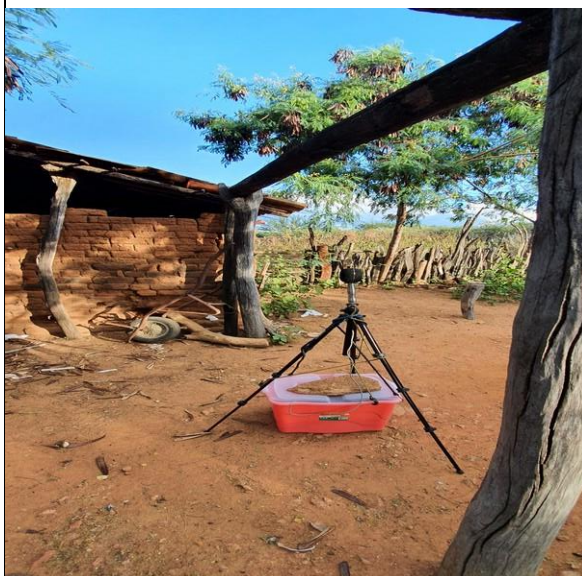
Ponto 6:



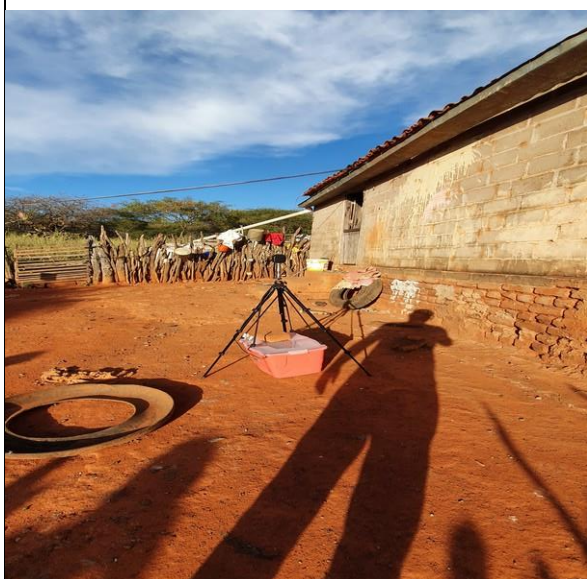
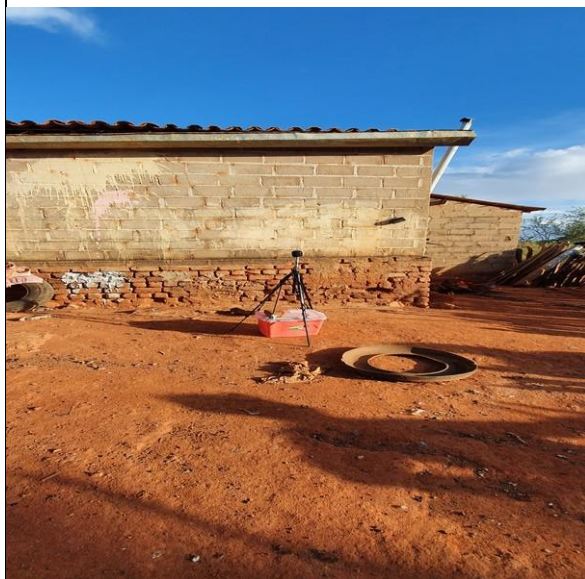
Ponto 7:



Ponto 8:



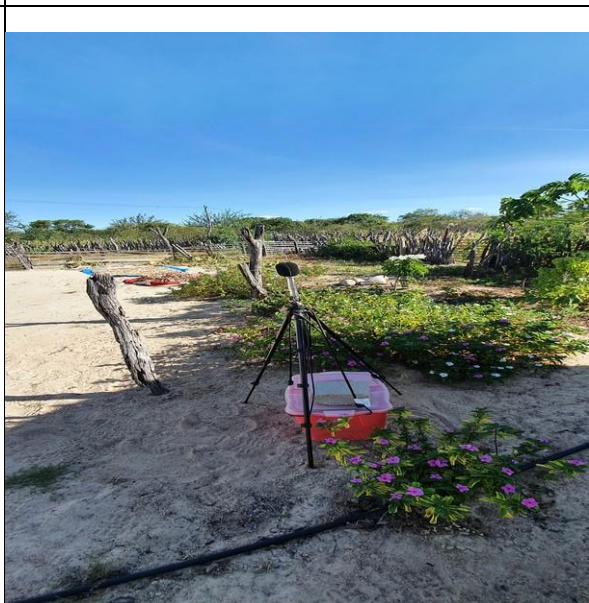
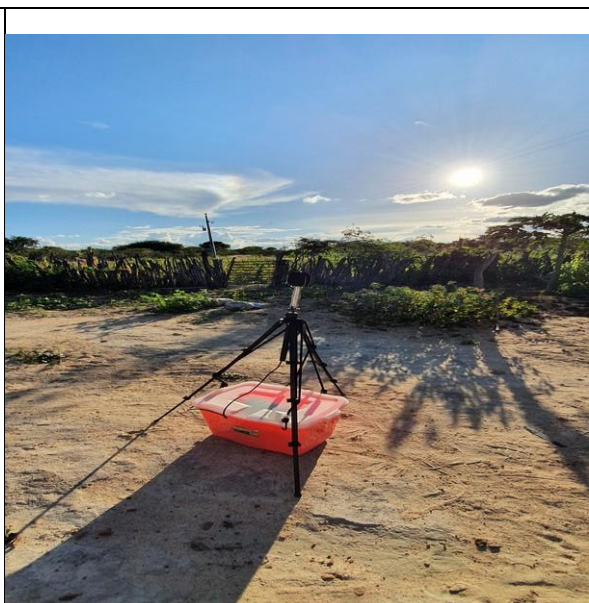
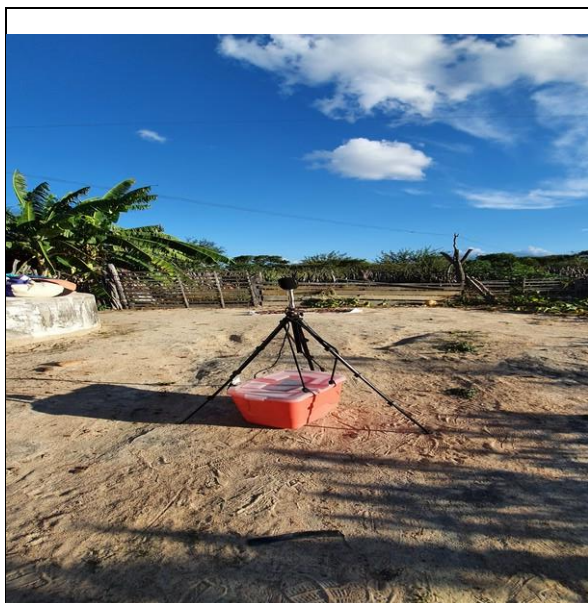
Ponto 9:



Ponto 10:



Ponto 11:



Ponto 12:



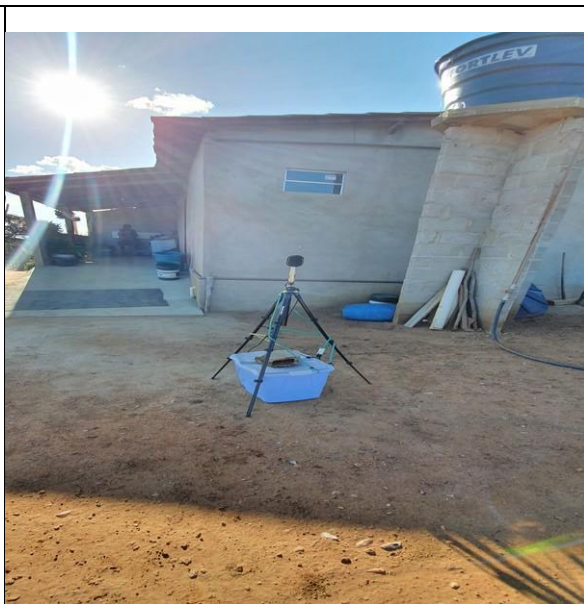
Ponto 13:



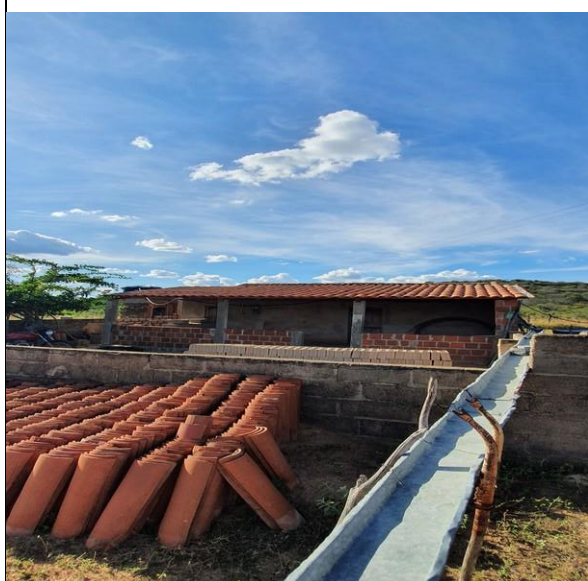
Ponto 14:



Ponto 15:



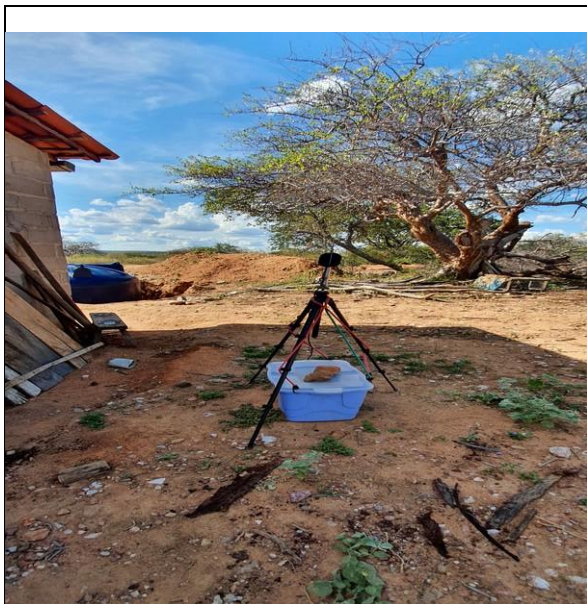
Ponto 16:



Ponto 17:

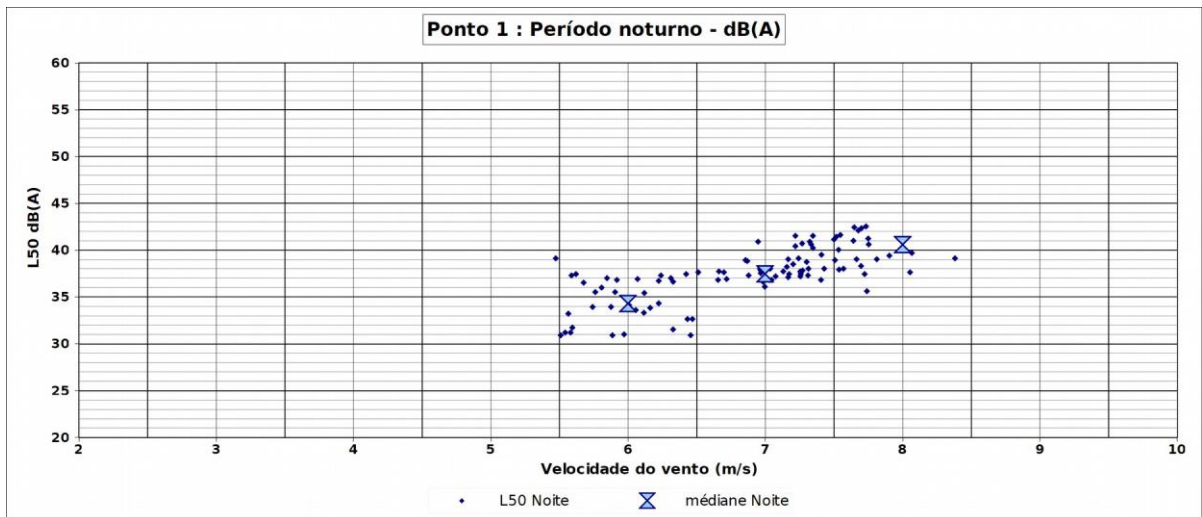
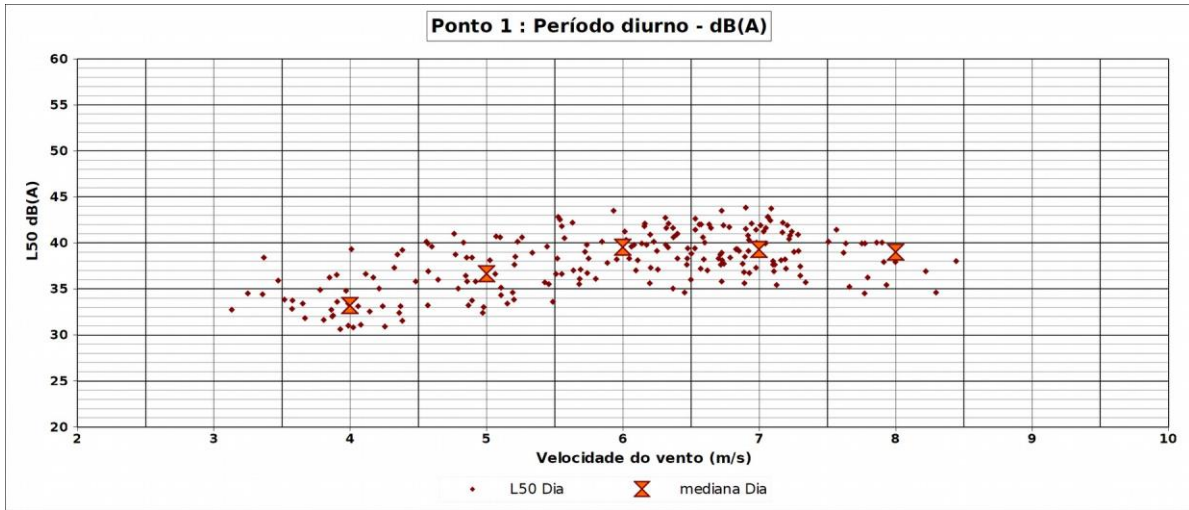


Ponto 18:

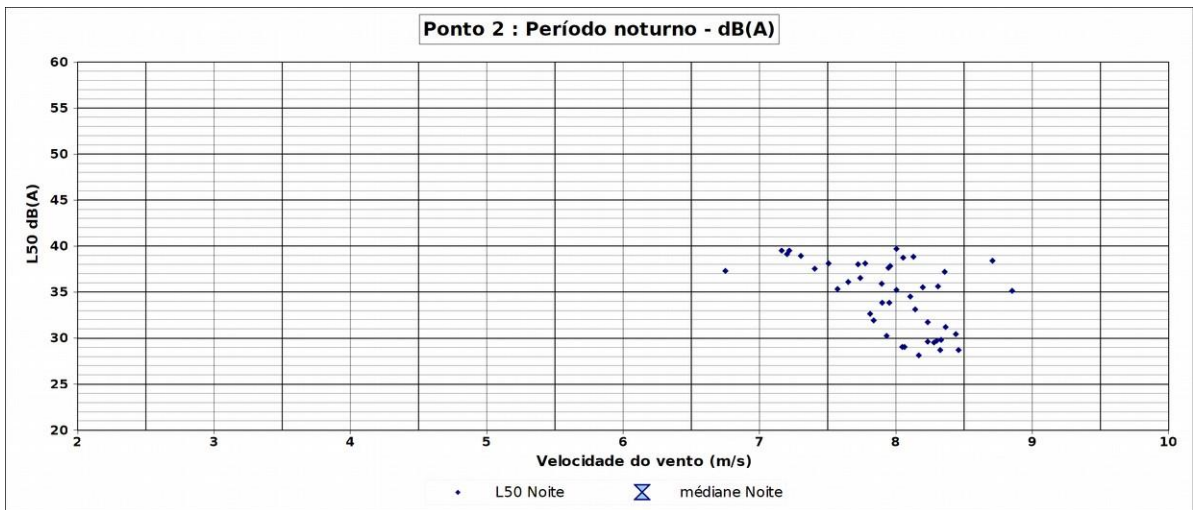
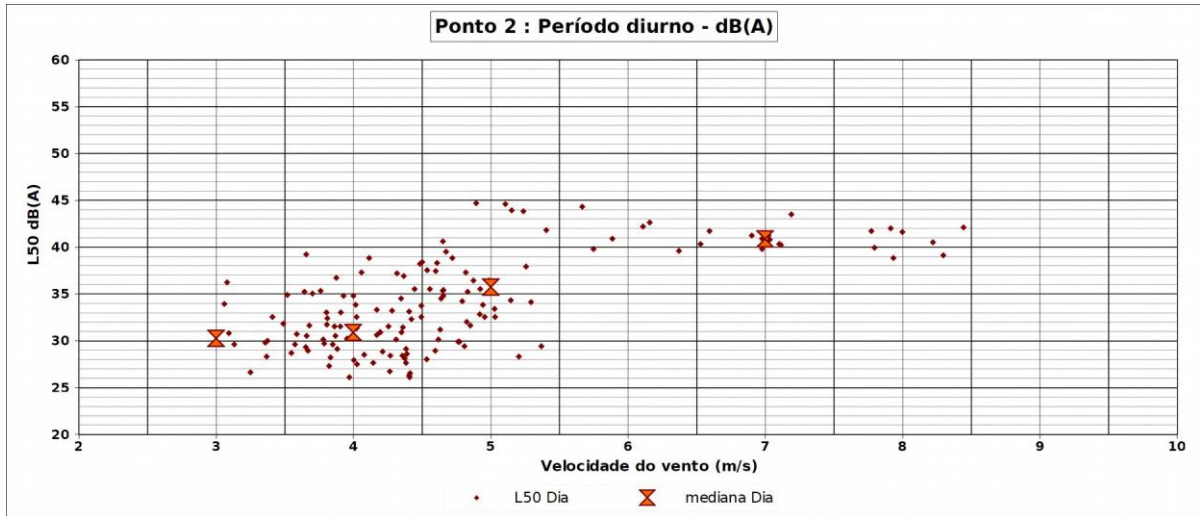


ANEXO 2: NUVENS DE PONTOS EM DB(A)

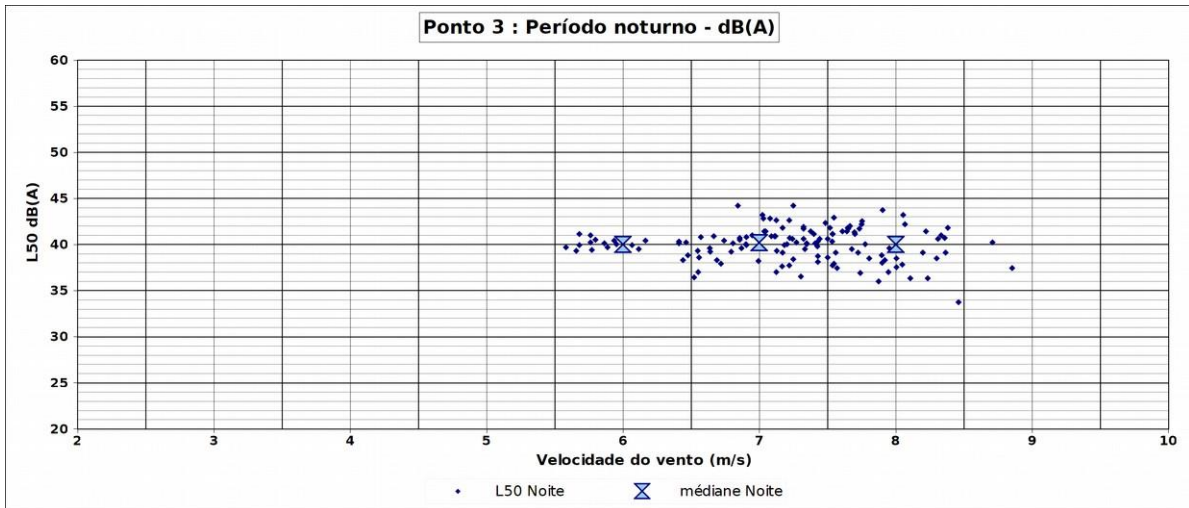
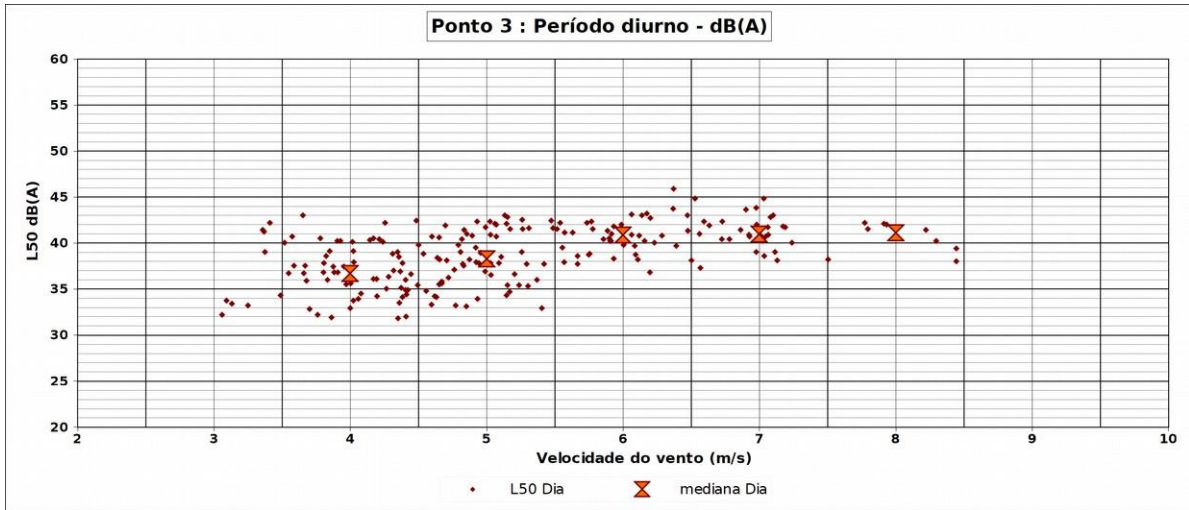
Ponto 1:



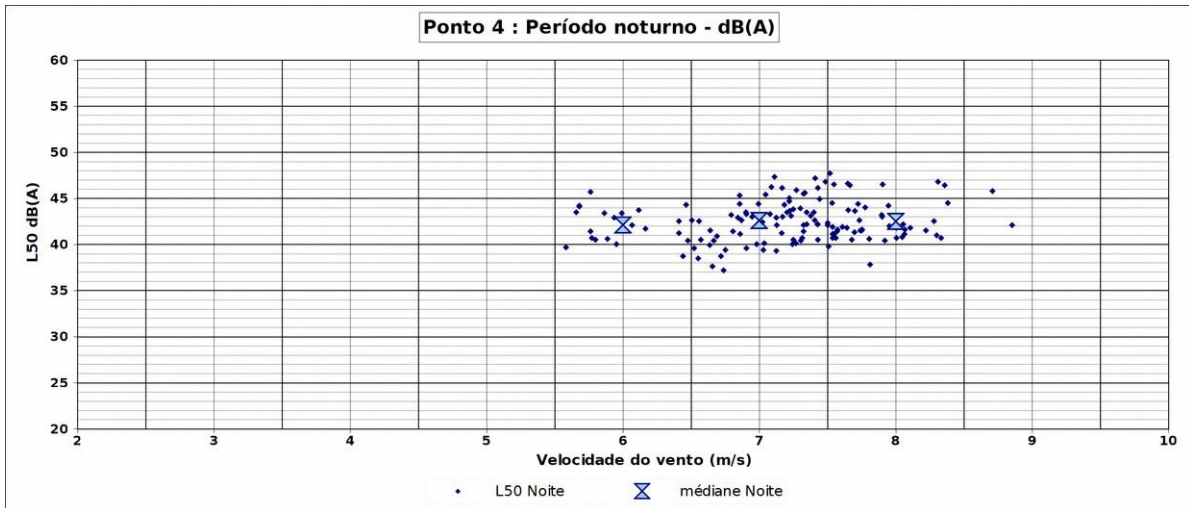
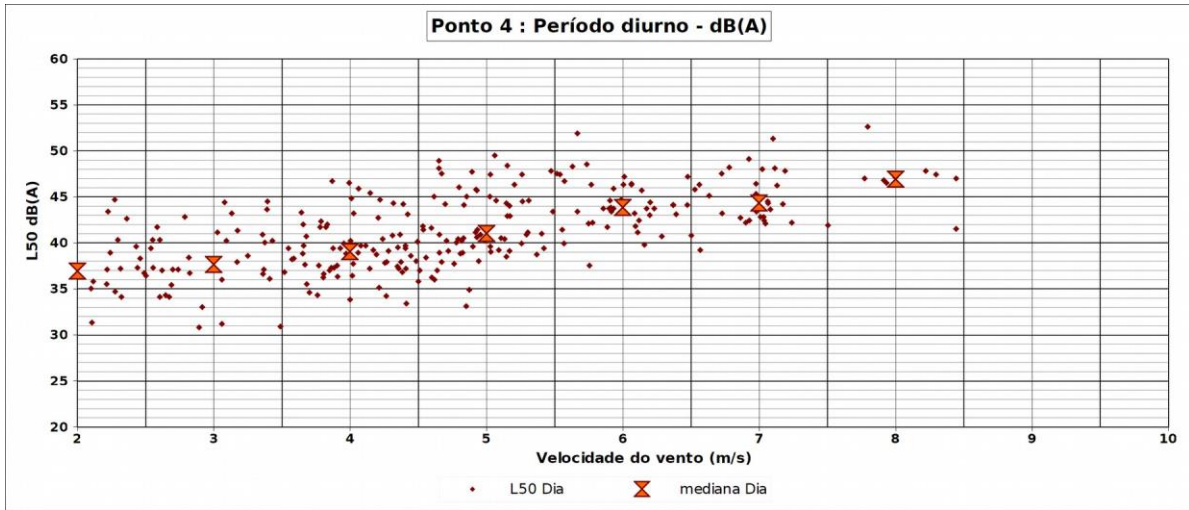
Ponto 2:



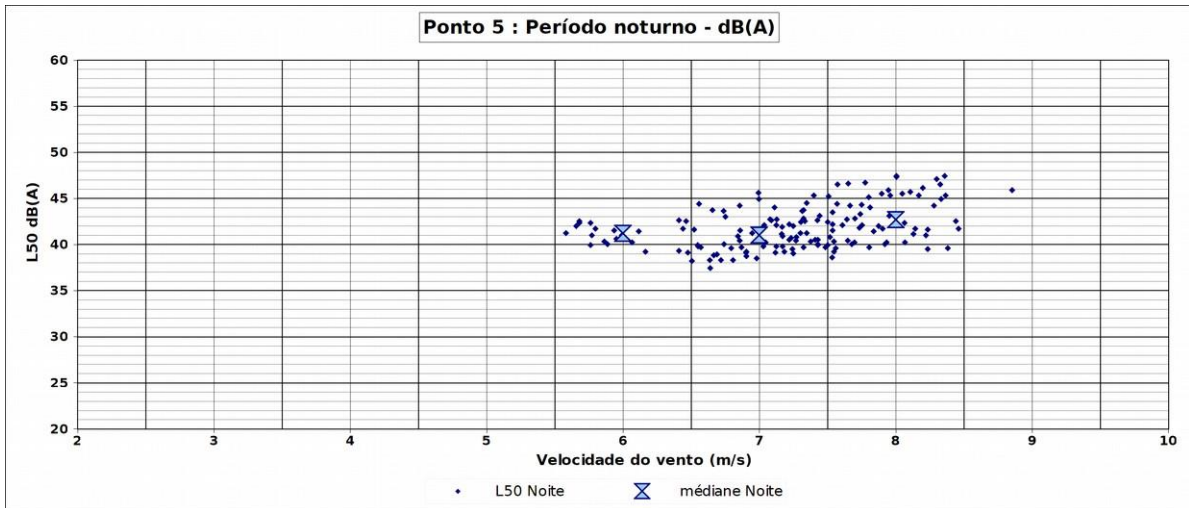
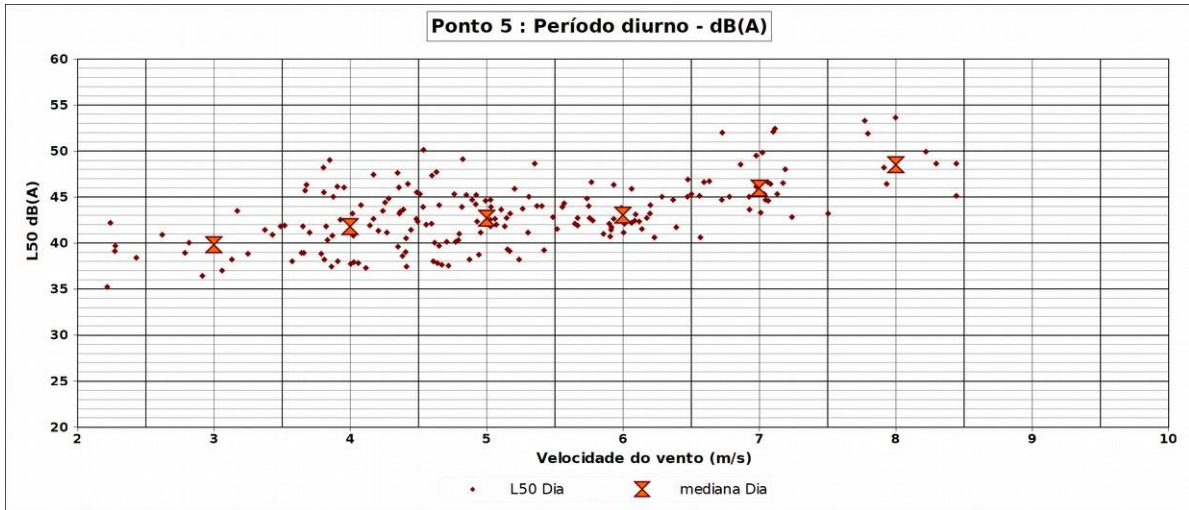
Ponto 3:



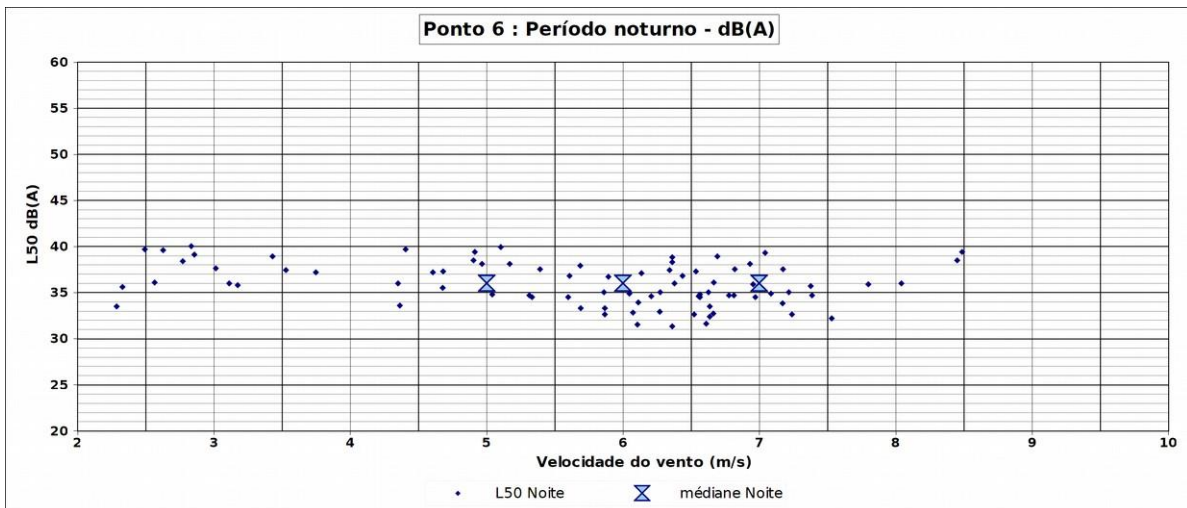
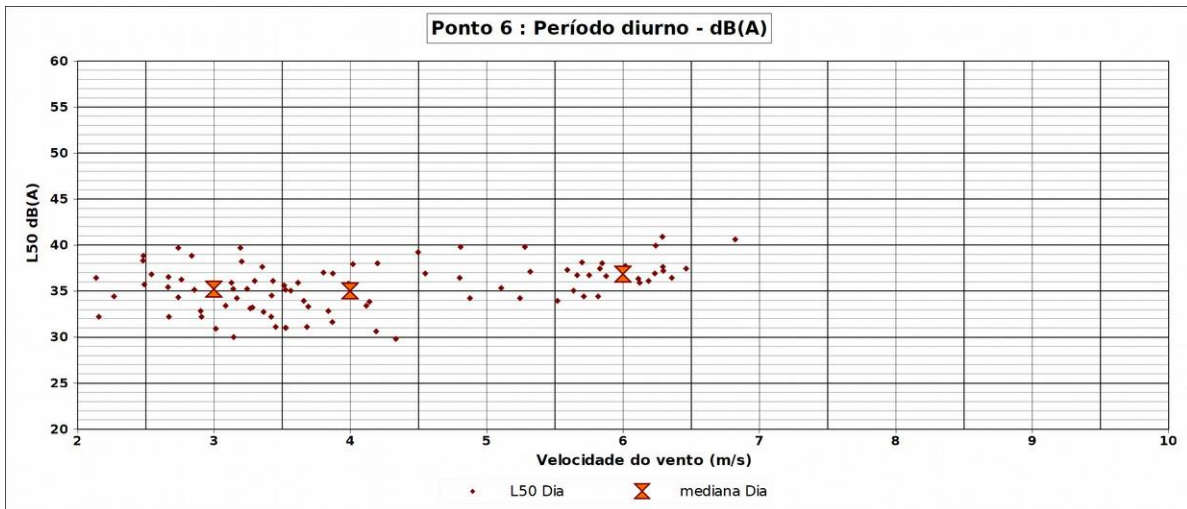
Ponto 4:



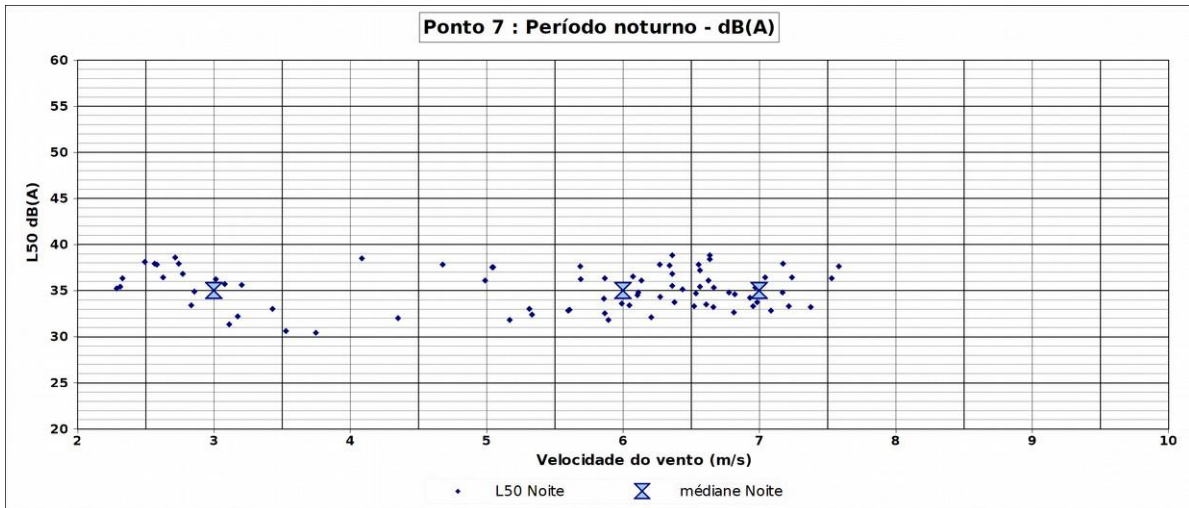
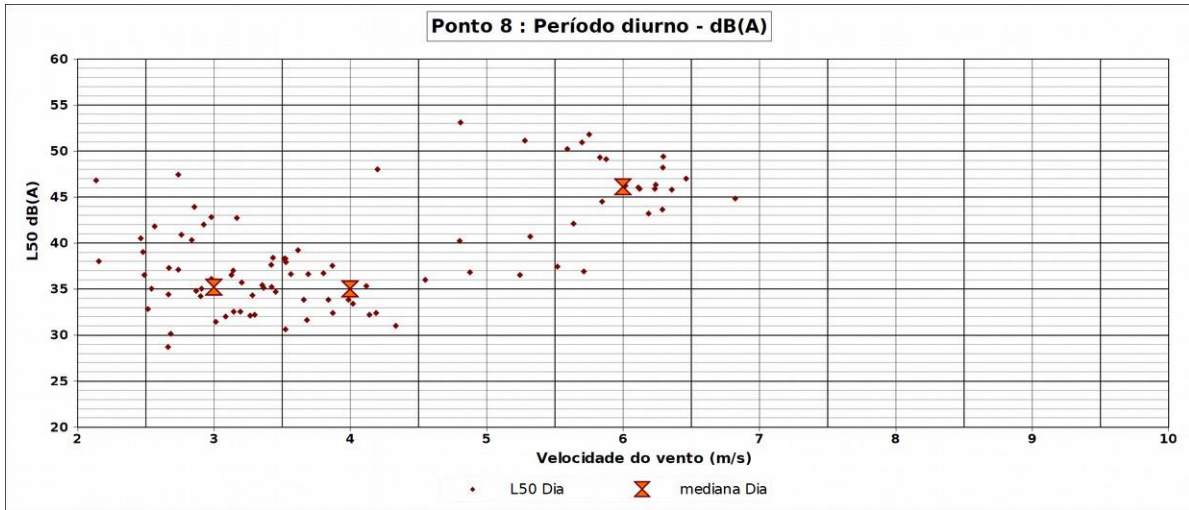
Ponto 5:



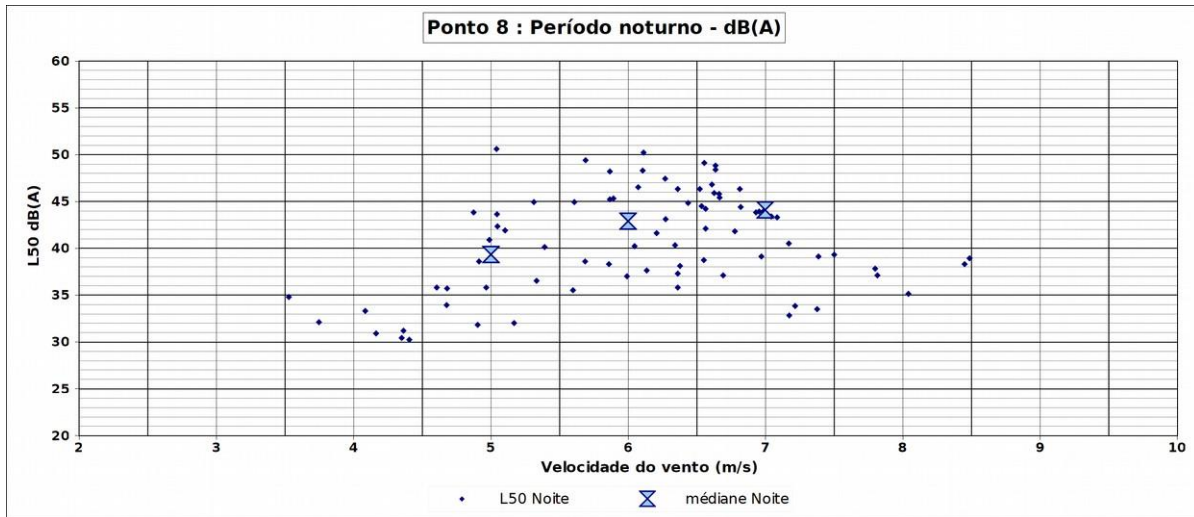
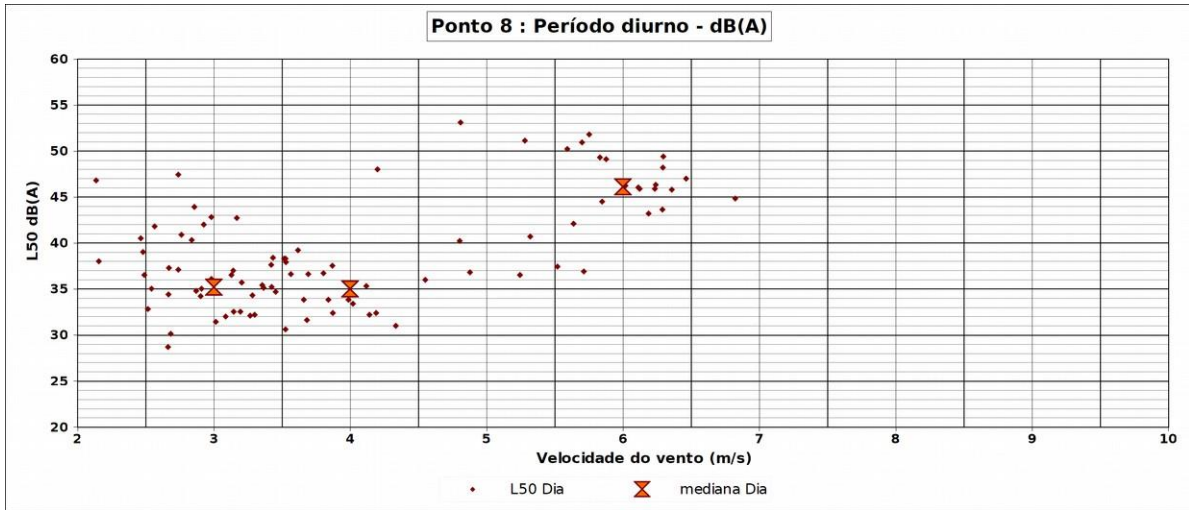
Ponto 6:



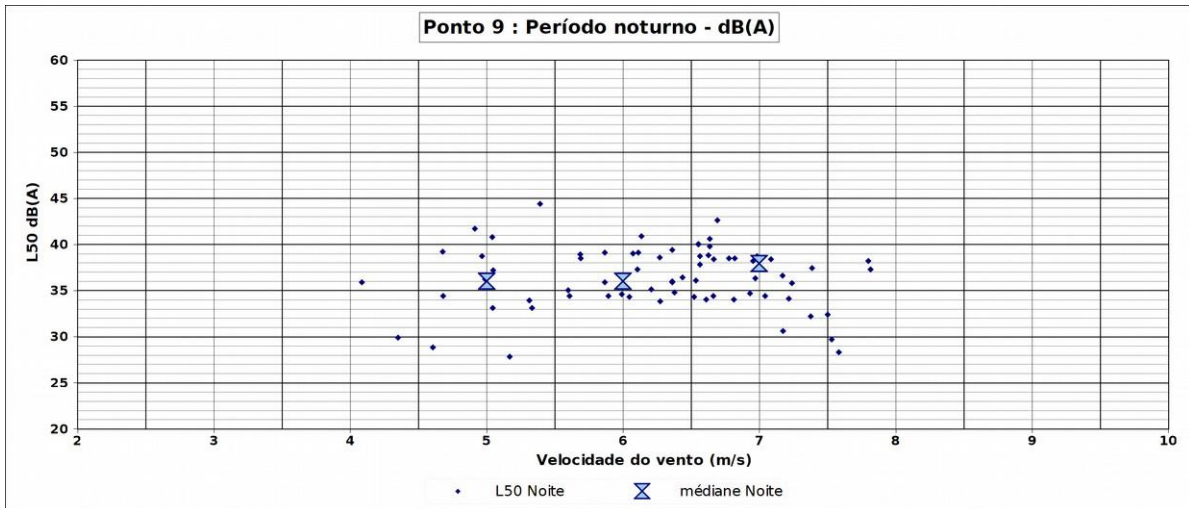
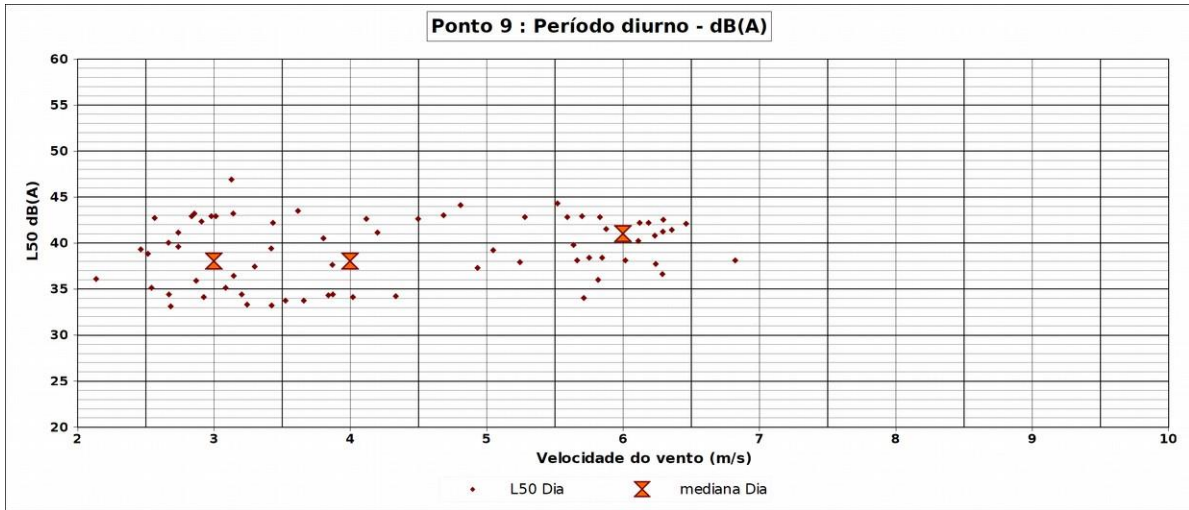
Ponto 7:



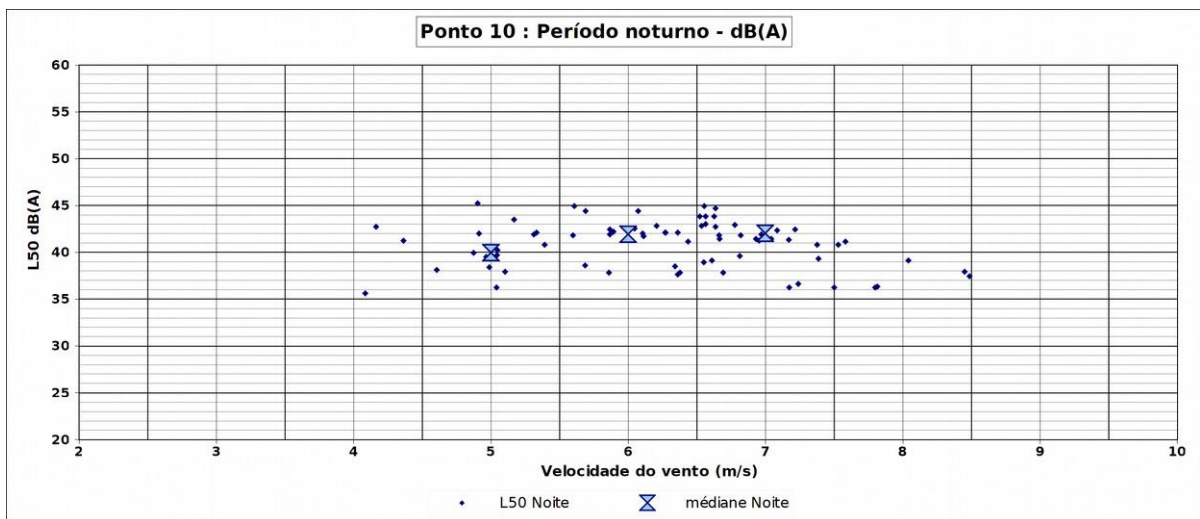
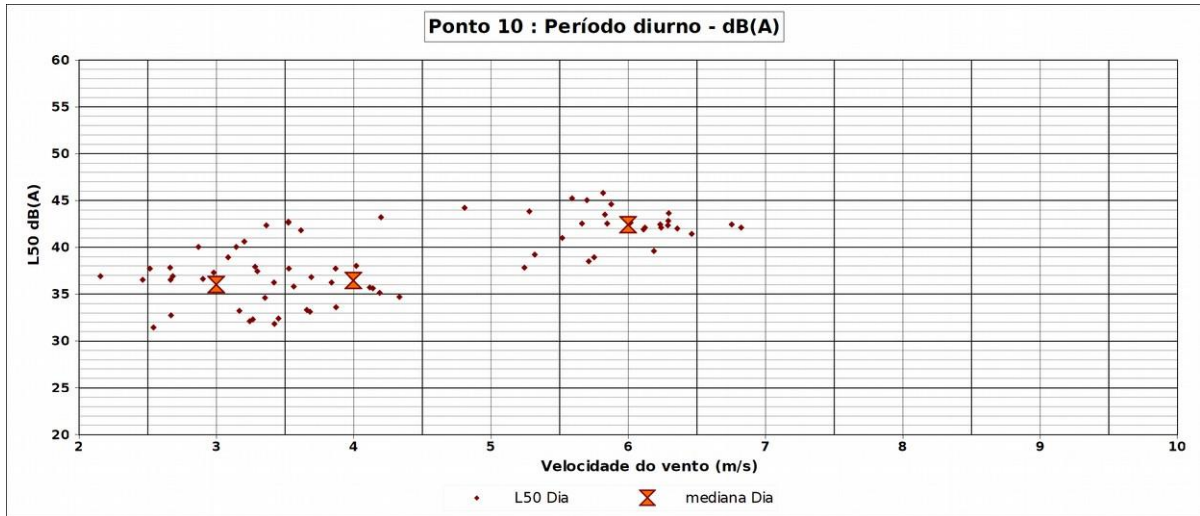
Ponto 8:



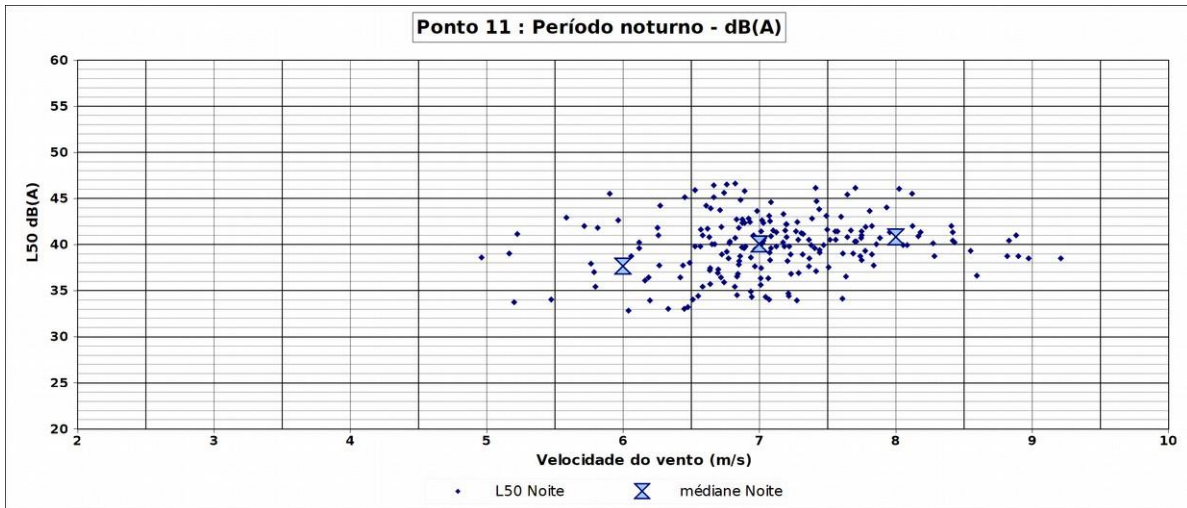
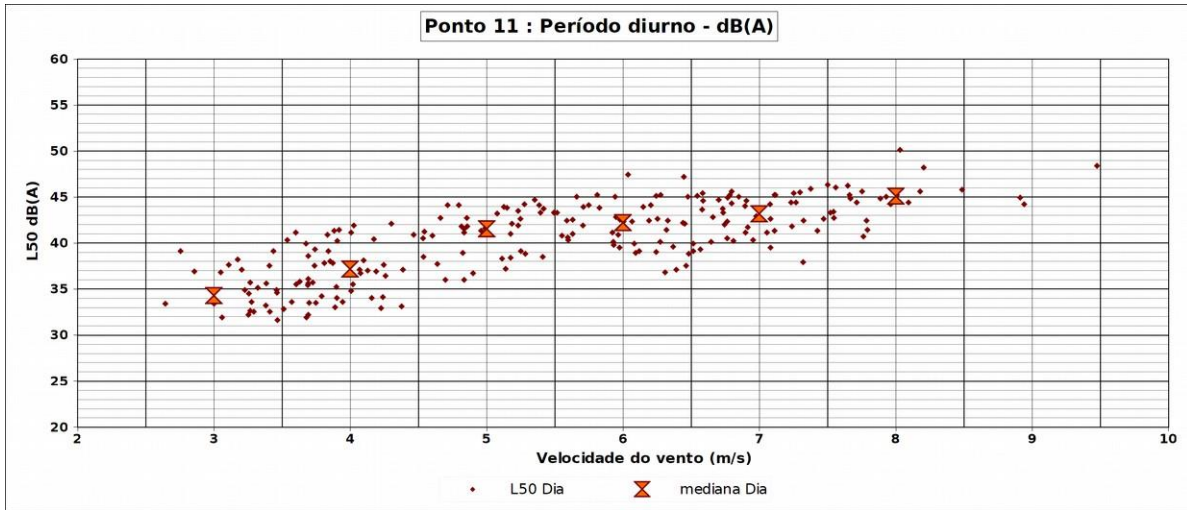
Ponto 9:



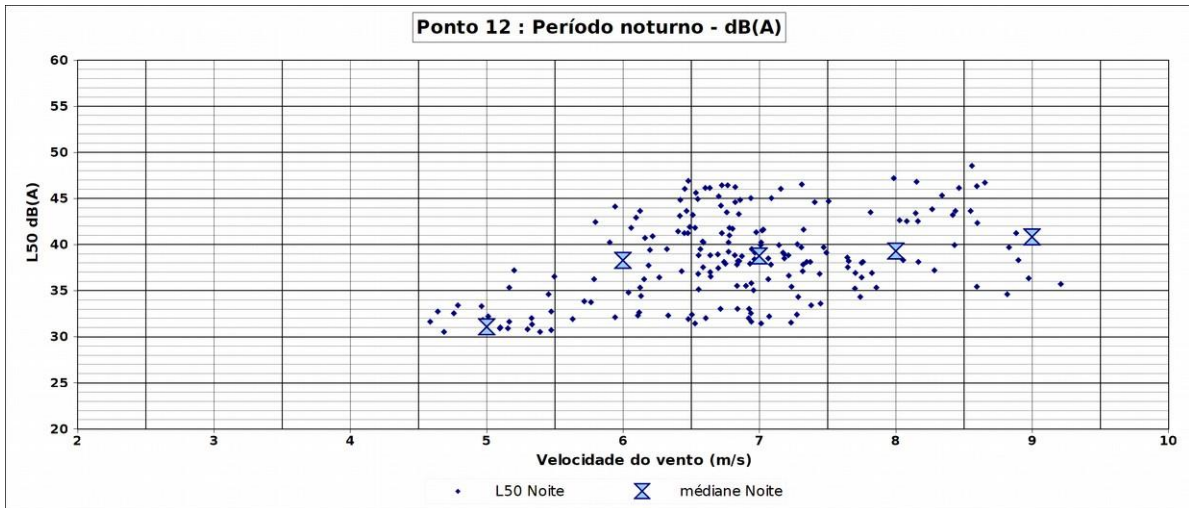
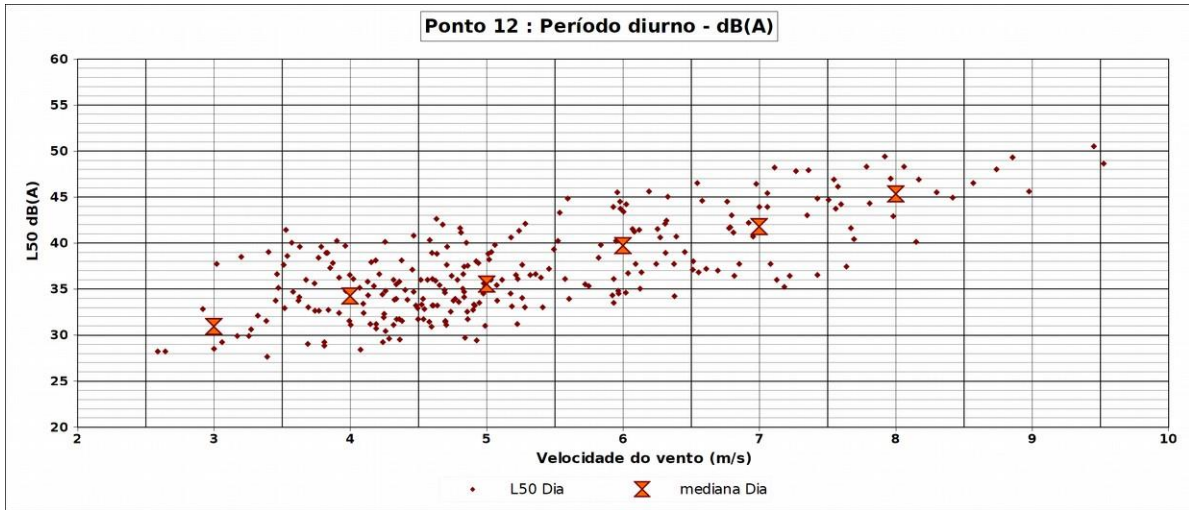
Ponto 10:



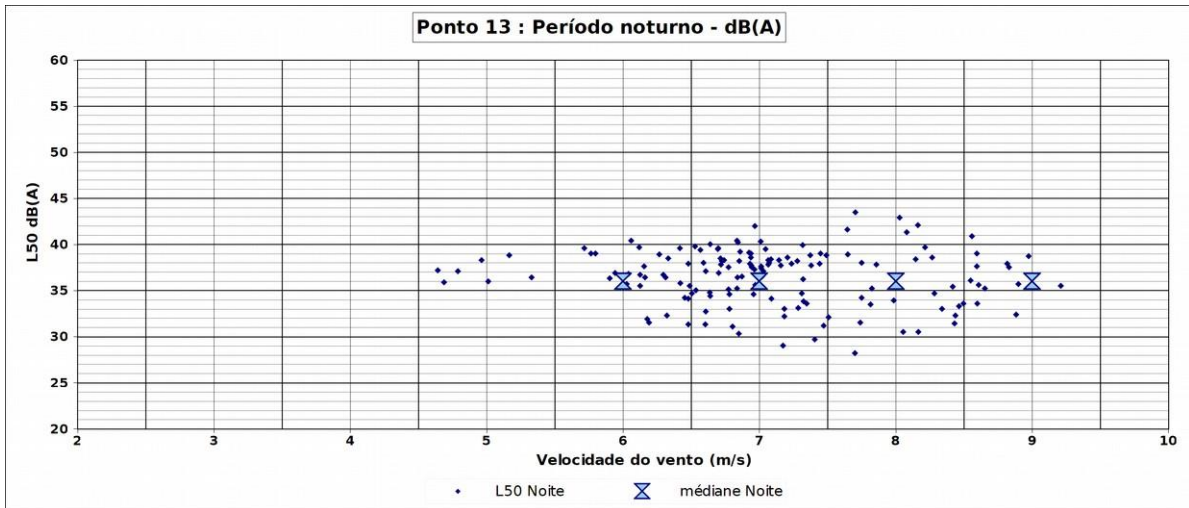
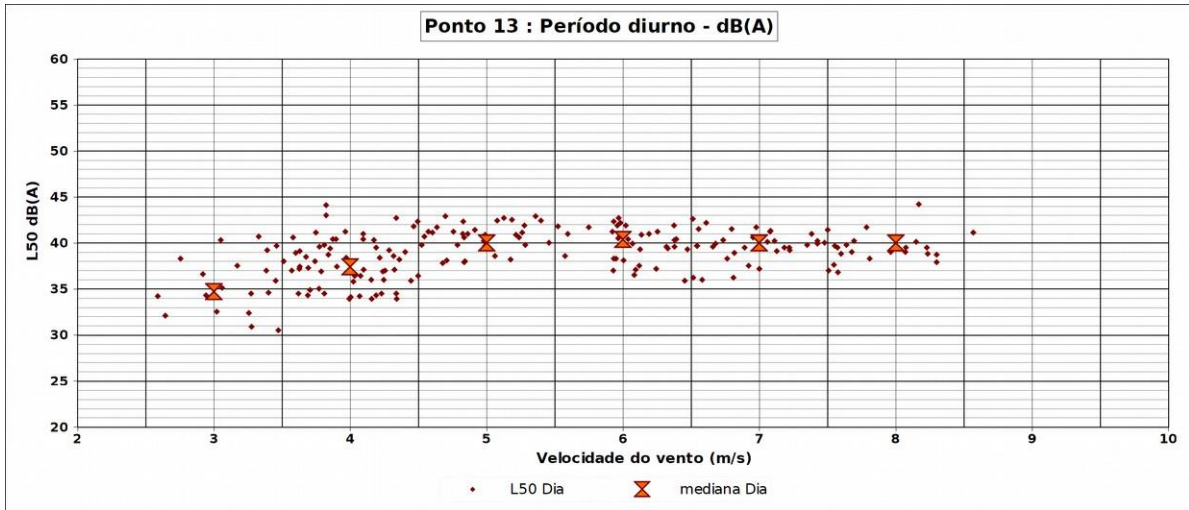
Ponto 11:



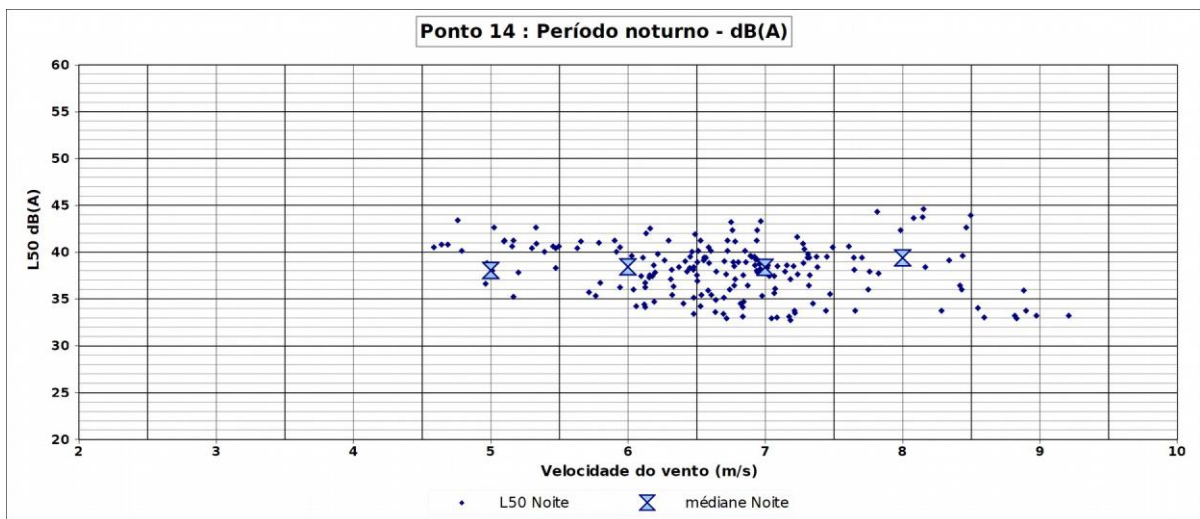
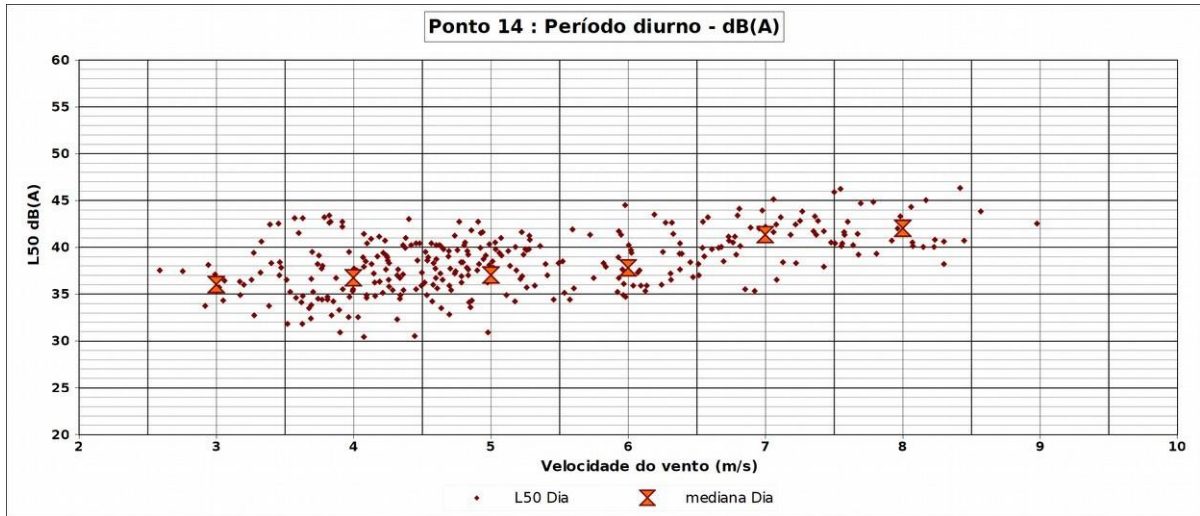
Ponto 12:



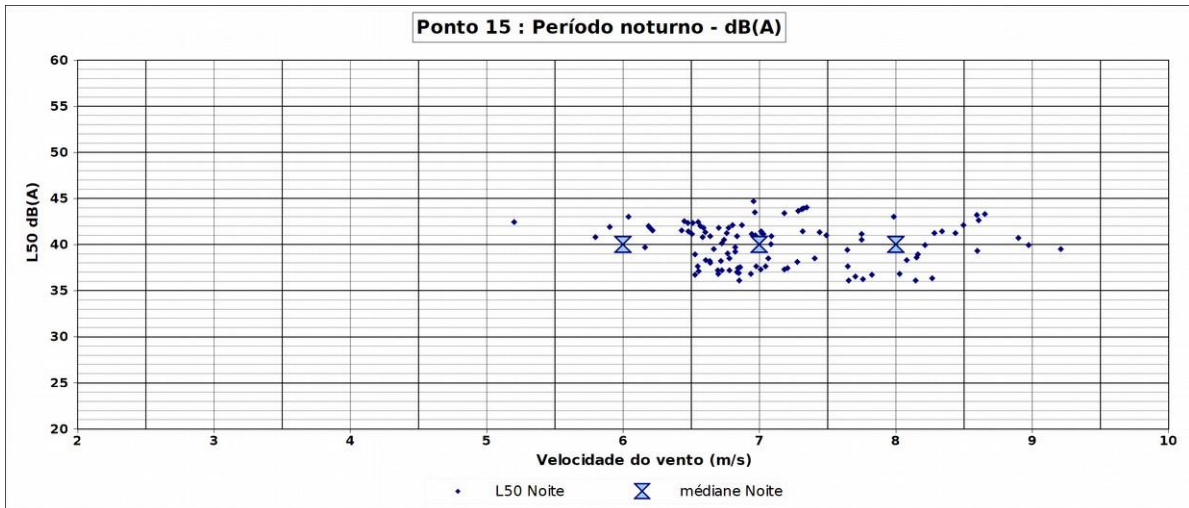
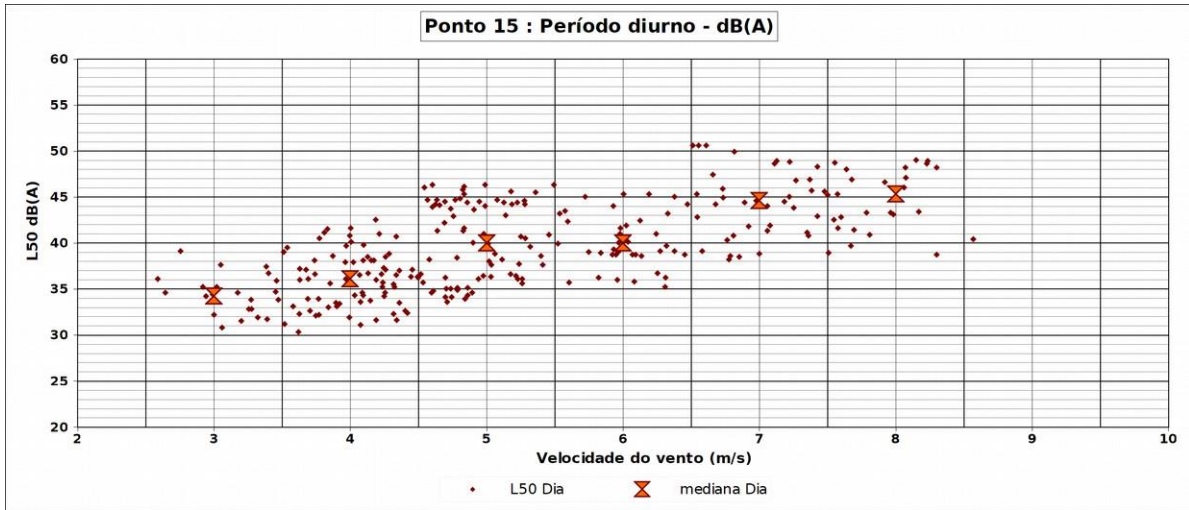
Ponto 13:



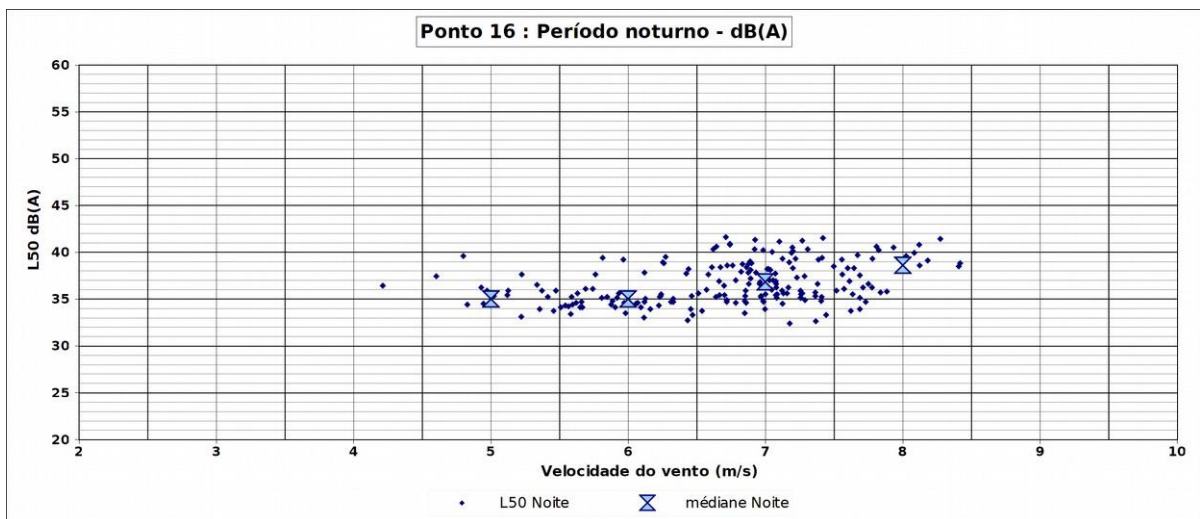
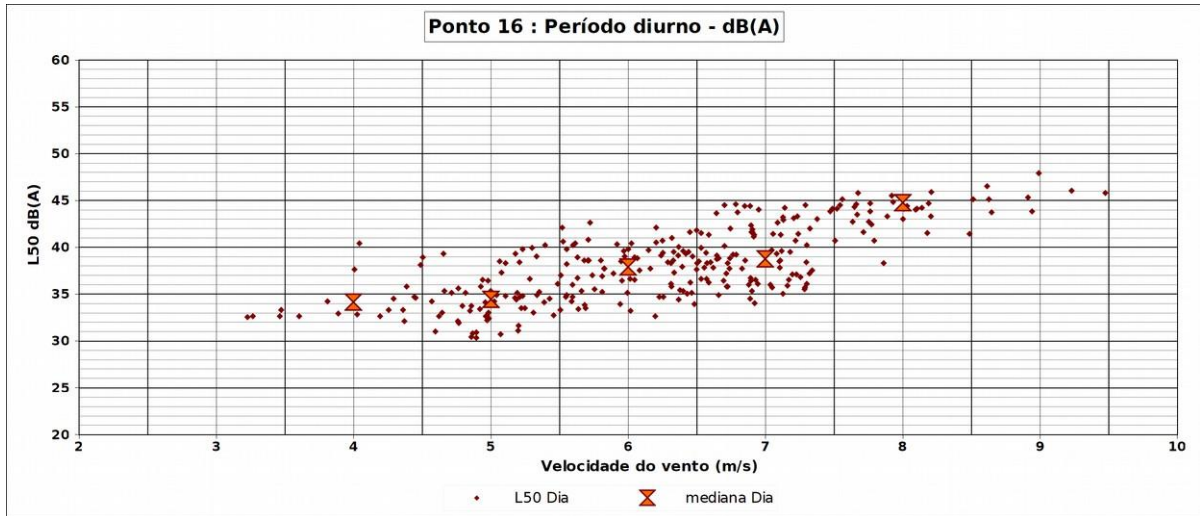
Ponto 14:



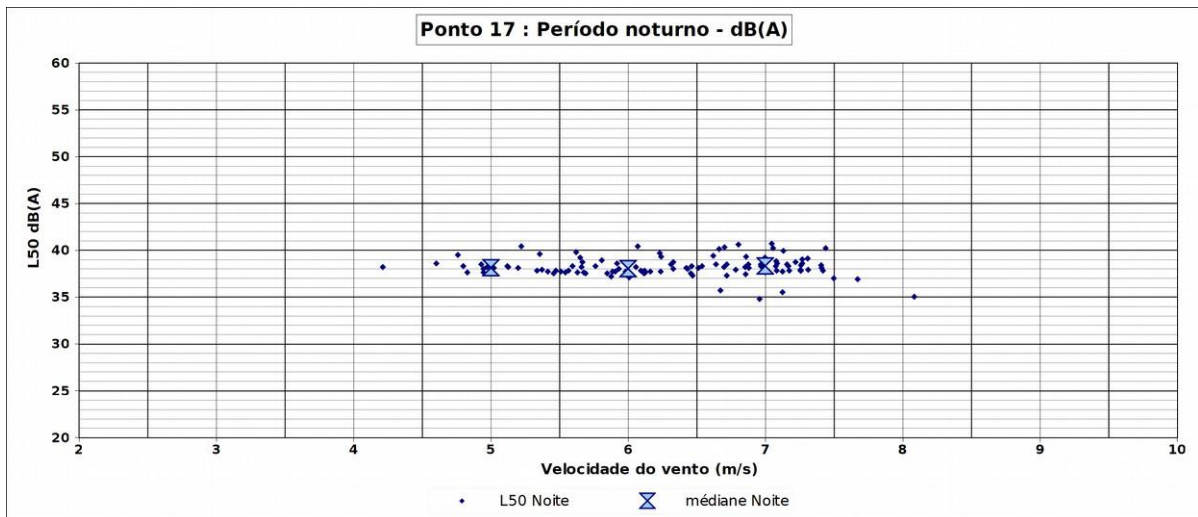
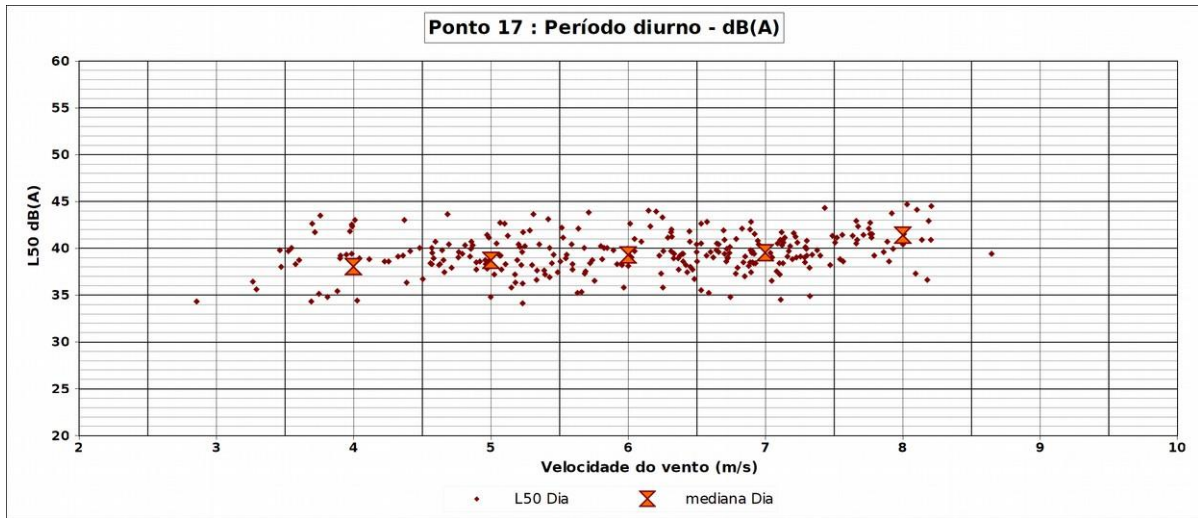
Ponto 15 :



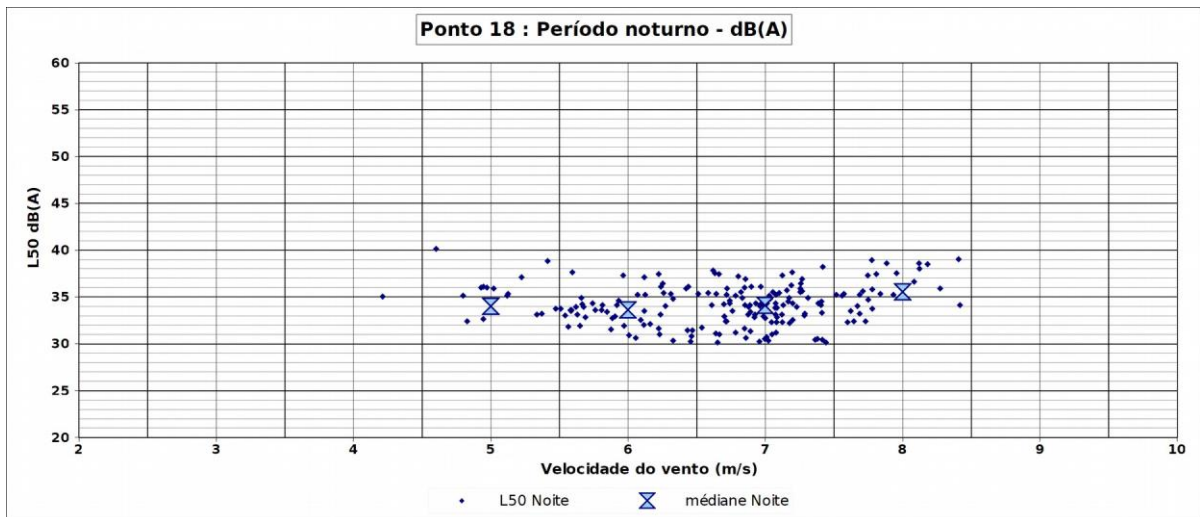
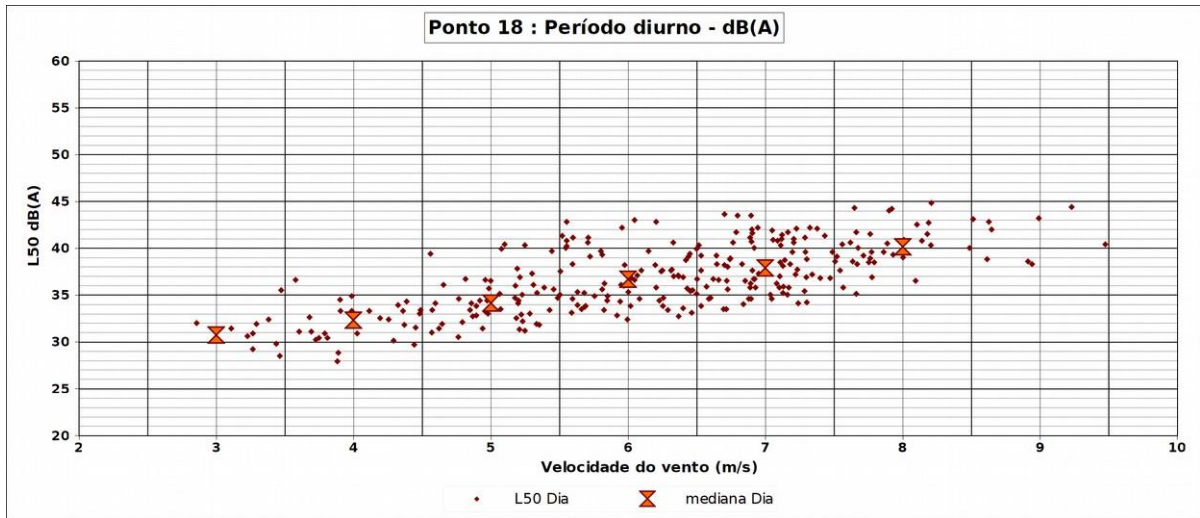
Ponto 16:



Ponto 17:



Ponto 18:



ANEXO 3: APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE ACOUSPROPA®

ANEXO 4: COORDENADAS DOS AEROGERADORES

(sistema de coordenadas SAD69, UTM ZONA 24S)

**Coordenadas dos aerogeradores
(SAD69 – UTM 24S)**

Aerogerador	Longitude (X)	Latitude (Y)	Aerogerador	Longitude (X)	Latitude (Y)	Aerogerador	Aerogerador	Aerogerador
OIT1-01	201184	9003557	OIT5-09	197397	8999266	OIT10-04	194242	8999902
OIT1-02	201161	9003226	OIT6-01	199166	8998196	OIT10-05	194265	9000247
OIT1-03	201011	9002937	OIT6-02	199206	8997748	OIT10-06	194173	9000620
OIT1-04	200372	9005398	OIT6-03	197887	8996329	OIT10-07	195822	9000217
OIT1-05	200187	9005128	OIT6-04	197792	8995972	OIT10-08	195950	9000507
OIT1-06	200162	9004798	OIT6-05	197596	8995690	OIT10-09	196110	9000785
OIT1-07	200188	9004452	OIT6-06	197080	8995456	OIT21-01	203088	9000555
OIT1-08	200211	9004108	OIT6-07	196773	8995219	OIT21-02	203047	9000217
OIT1-09	200188	9003775	OIT6-08	196660	8994900	OIT21-03	203008	8999892
OIT2-01	200142	9003455	OIT6-09	197962	8996693	OIT21-04	202898	8999584
OIT2-02	200152	9003115	OIT7-01	199338	8996146	OIT21-05	202804	8999278
OIT2-03	200119	9002786	OIT7-02	199455	8995770	OIT21-06	202707	8998974
OIT2-04	199859	9002204	OIT7-03	199488	8995411	OIT21-07	202580	8998681
OIT2-05	199592	9001965	OIT7-04	199404	8995100	OIT21-08	202394	8998410
OIT3-01	197800	9003321	OIT7-05	199446	8994747	OIT22-01	201559	8995869
OIT3-02	197981	9002860	OIT7-06	199399	8994426	OIT22-02	201726	8996156
OIT3-03	197917	9002539	OIT7-07	199276	8994131	OIT22-03	201118	8997047
OIT3-04	197809	9001809	OIT7-08	199309	8993714	OIT22-04	201078	8997954
OIT3-05	199215	9001775	OIT7-09	199143	8993431	OIT22-05	200982	8998328
OIT3-06	199010	9001512	OIT8-01	196505	8993133	OIT22-06	200921	8998690
OIT3-07	198903	9001210	OIT8-02	196570	8993487	OIT22-07	200906	8999031
OIT3-08	198829	9000896	OIT8-03	197543	8992385	OIT22-08	200980	8999345
OIT3-09	197656	9002236	OIT8-04	197775	8992663	OIT22-09	200800	8999740
OIT4-01	197643	9001529	OIT8-05	197845	8993003			
OIT4-02	197465	9001251	OIT8-06	197927	8993359			
OIT4-03	197329	9000961	OIT8-07	198131	8993623			
OIT4-04	197243	9000650	OIT8-08	198283	8993917			
OIT4-05	197175	9000334	OIT8-09	198444	8994202			
OIT4-06	197511	8999904	OIT9-01	195104	8998055			
OIT4-07	198839	9000553	OIT9-02	195063	8997699			
OIT4-08	198783	9000232	OIT9-03	196760	8997652			
OIT4-09	198671	8999934	OIT9-04	196673	8997340			
OIT5-01	197423	8999598	OIT9-05	196412	8996980			
OIT5-02	197367	8998935	OIT9-06	196150	8996720			
OIT5-03	197466	8998566	OIT9-07	195935	8996400			
OIT5-04	197152	8998259	OIT9-08	195709	8996141			
OIT5-05	197021	8997894	OIT9-09	195531	8995867			
OIT5-06	199054	8999245	OIT10-01	195157	8998391			
OIT5-07	199222	8998858	OIT10-02	195070	8998770			
OIT5-08	199240	8998512	OIT10-03	195157	8999097			

ANEXO 5: DADOS DE POTÊNCIA SONORA DOS AEROGERADORES

NÍVEIS DE POTÊNCIA SONORA

Potência sonora emitida pelo rotor do aerogerador GE 5.x-158-60Hz c/ LNTE, para diferentes velocidades de vento à altura do hub.

A Tabela 10 apresenta os valores de potência sonora fornecidos pelo fabricante. Para os cálculos, as potências sonoras para ventos padrão (a 10 metros do solo e rugosidade 0.05) são calculadas a partir dos valores apresentados na tabela abaixo, referentes à potência sonora nominal de 107.5 dB(A) para ventos na altura de referência de 126 metros. Estes valores foram medidos de acordo com as especificações da norma IEC 61400-11 e fornecidos pelo fabricante dos aerogeradores.

Vel. Vento [m/s] (Hub)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Bandas de Oitava [Hz]	63	76.3	77.1	79.2	82.0	87.1	89.9	90.9	90.9	90.9	90.9	90.9
	125	83.0	85.0	87.1	89.0	92.4	94.4	95.2	95.2	95.2	95.2	95.2
	250	86.8	88.7	91.8	94.1	96.6	97.8	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2
	500	87.2	87.7	91.7	95.5	98.3	100.0	100.5	100.5	100.5	100.5	100.5
	1000	87.6	87.0	90.6	95.1	98.5	101.5	102.8	102.8	102.8	102.8	102.8
	2000	86.4	86.4	88.7	92.4	95.7	99.3	101.0	101.0	101.0	101.0	101.0
	4000	80.9	82.2	84.0	86.6	88.2	91.1	92.7	92.7	92.7	92.7	92.7
	8000	65.1	67.2	69.6	72.4	71.2	72.8	73.8	73.8	73.8	73.8	73.8
Potência Sonora Total [dBA]	93.8	94.5	97.6	101.0	104.0	106.4	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5	107.5

Tabela 9. Níveis de potência sonora do aerogerador GE 5.x-158-60Hz c/ LNTE . Todos os valores estão na ponderação A do decibel

ANEXO 6 : ANÁLISES DE IMPACTO ACÚSTICO DO PROJETO NA VIZINHANÇA

Nível Limite de Pressão Sonora : 55 dB(A) Dia / 50 dB(A) Noite

Ponto 1 - Diurno										Ponto 1 - Noturno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55	45	45	45	45	45	45	45	45	45	
Lres	33.0	33.0	33.0	36.5	39.5	39.5	39.5	39.5	39.5	33.0	33.0	33.0	33.0	34.0	37.5	40.5	40.5	40.5	
Lesp	25.6	26.8	30.2	35	37.9	39	39	38.6	37.9	26.2	27.4	30.2	35.5	38.5	39.5	39.8	39.9	39.9	
Ltot	33.7	33.9	34.8	38.8	41.8	42.3	42.3	42.1	41.8	33.8	34.1	34.8	37.4	39.8	41.6	43.2	43.2	43.2	
Ponto 2 - Diurno										Ponto 2 - Noturno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Lres	30.0	30.0	31.0	35.5	38.0	41.0	41.0	42.0	42.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	
Lesp	33.3	34.5	37.9	42.8	46	47.2	47.4	47.5	47.5	33.5	34.7	37.9	43.1	46.3	47.4	47.7	47.8	47.8	
Ltot	35.0	35.8	38.7	43.5	46.6	48.1	48.3	48.6	48.6	37.3	37.9	39.7	43.7	46.6	47.6	47.9	48.0	48.0	
Ponto 3 - Diurno										Ponto 3 - Noturno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Lres	35.0	35.0	36.5	38.0	41.0	41.0	41.0	41.0	41.0	36.0	36.0	38.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
Lesp	28.3	29.6	32.9	37.7	40.6	41.7	42	42.1	41.9	28.8	29.9	32.9	38.1	41	42	42.3	42.3	42.3	
Ltot	35.8	36.1	38.1	40.9	43.8	44.4	44.5	44.6	44.5	36.8	37.0	39.2	42.2	43.5	44.1	44.3	44.3	44.3	
Ponto 4 - Diurno										Ponto 4 - Noturno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Lres	37.0	37.5	39.0	41.0	44.0	44.5	47.0	47.0	47.0	36.0	36.0	38.0	40.0	42.0	42.5	42.5	42.5	42.5	
Lesp	31.9	33	36.4	41.3	44.4	45.5	45.8	45.9	45.9	32.4	33.5	36.4	41.8	44.8	45.9	46.2	46.2	46.2	
Ltot	38.2	38.8	40.9	44.2	47.2	48.0	49.5	49.5	49.5	37.6	37.9	40.3	44.0	46.6	47.5	47.7	47.7	47.7	
Ponto 5 - Diurno										Ponto 5 - Noturno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Lres	39.0	40.0	41.5	42.5	43.0	46.0	48.5	48.5	48.5	36.0	36.0	38.0	40.0	40.0	40.0	42.5	43.0	43.0	
Lesp	30	31.1	34.5	39.3	42.2	43.2	43.4	43.5	43.3	30.5	31.7	34.5	39.8	42.7	43.8	43.9	43.9	43.9	
Ltot	39.5	40.5	42.3	44.2	45.6	47.8	49.7	49.7	49.6	37.1	37.4	39.6	42.9	44.6	45.3	46.3	46.5	46.5	
Ponto 6 - Diurno										Ponto 6 - Noturno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
Lres	35.0	35.0	35.0	36.0	36.5	37.0	38.0	38.0	38.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	
Lesp	30.9	32.2	35.6	40.5	43.6	44.6	44.9	45	45	31.1	32.3	35.6	40.6	43.8	35.8	45.2	45.3	45.3	
Ltot	36.4	36.8	38.3	41.8	44.4	45.3	45.7	45.8	45.8	37.2	37.5	38.8	41.9	44.5	38.9	45.7	45.8	45.8	

Ponto 7 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	36.0	36.0	36.5	36.5	36.5	37.0	37.0	37.0	37.0
Lesp	28.3	29.6	33	37.8	40.7	41.8	42	41.8	41.9
Ltot	36.7	36.9	38.1	40.2	42.1	43.0	43.2	43.0	43.1
Ponto 8 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	35.0	35.0	35.0	40.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0
Lesp	28.1	29.2	32.6	37.4	40.4	41.5	41.5	41.6	41.6
Ltot	35.8	36.0	37.0	41.9	47.1	47.3	47.3	47.3	47.3
Ponto 9 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	36.0	38.0	38.0	40.0	41.0	42.0	42.0	42.0	42.0
Lesp	29.9	31.1	34.4	39.3	42.5	43.6	43.9	44.0	44.0
Ltot	37.0	38.8	39.6	42.7	44.8	45.9	46.1	46.1	46.1
Ponto 10 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	36.0	36.0	36.5	40.0	42.5	43.0	43.0	43.0	43.0
Lesp	28.5	29.5	32.9	37.8	40.9	42.1	42.4	42.5	42.5
Ltot	36.7	36.9	38.1	42.0	44.8	45.6	45.7	45.8	45.8
Emerg.	18.3	18.1	16.9	13.0	10.2	9.4	9.3	9.2	9.2
Ponto 11 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	34.0	34.0	37.0	41.5	42.0	43.0	45.0	46.0	46.0
Lesp	30.0	31.1	34.5	39.4	42.5	43.5	43.8	43.8	43.8
Ltot	35.5	35.8	38.9	43.6	45.3	46.3	47.5	48.0	48.0
Ponto 12 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	31.0	31.0	34.0	35.5	39.5	42.0	45.5	47.0	47.0
Lesp	30.2	31.3	34.7	39.5	42.5	43.5	43.8	43.8	43.8
Ltot	33.6	34.2	37.4	41.0	44.3	45.8	47.7	48.7	48.7

Ponto 7 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
29	30.1	33	38.1	41.1	42.2	42.4	42.5	42.5	42.5
36.0	36.2	37.1	39.8	42.1	43.0	43.1	43.2	43.2	43.2
Ponto 8 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
33.0	33.0	35.0	39.0	43.0	44.0	44.0	44.0	44.0	44.0
28.8	29.9	32.6	37.9	41	42.1	42.3	42.3	42.3	42.3
34.4	34.7	37.0	41.5	45.1	46.2	46.2	46.2	46.2	46.2
Ponto 9 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0
30.5	31.6	34.4	39.8	42.9	43.9	44.2	44.2	44.2	44.2
37.1	37.3	38.3	41.3	43.7	44.9	45.1	45.1	45.1	45.1
Ponto 10 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
39.0	39.0	39.0	40.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0	42.0
29.3	30.4	32.9	38.5	41.3	42.4	42.7	42.8	42.8	42.8
39.4	39.6	40.0	42.3	44.7	45.2	45.4	45.4	45.4	45.4
10.6	10.4	10.0	7.7	5.3	4.8	4.6	4.6	4.6	4.6
Ponto 11 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
36.0	36.0	36.0	37.0	37.5	40.0	41.0	41.0	41.0	41.0
30.5	31.6	34.5	39.8	42.8	43.9	44.2	44.3	44.3	44.3
37.1	37.3	38.3	41.6	43.9	45.4	45.9	46.0	46.0	46.0
Ponto 12 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
30.0	30.0	31.0	31.0	38.0	38.5	39.0	41.0	41.0	41.0
30.7	31.9	34.7	40	43.1	44.2	44.4	44.4	44.2	44.2
33.4	34.1	36.2	40.5	44.3	45.2	45.5	46.0	45.9	45.9

Ponto 13 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	37.0	34.5	37.5	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
Lesp	29.6	30.6	34.0	38.8	41.9	43.0	43.3	43.4	43.4
Ltot	37.7	36.0	39.1	42.5	44.1	44.8	45.0	45.0	45.0
Ponto 14 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	36.0	36.0	36.5	37.0	37.5	41.5	42.0	42.0	42.0
Lesp	30.8	32.0	35.4	40.3	43.2	44.3	44.6	44.6	44.5
Ltot	37.1	37.5	39.0	42.0	44.2	46.1	46.5	46.5	46.4
Ponto 15 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	34.0	34.0	36.0	40.0	40.0	44.5	44.5	46.0	46.0
Lesp	30.7	31.9	35.2	40.0	42.9	43.9	44.2	44.3	44.3
Ltot	35.7	36.1	38.6	43.0	44.7	47.2	47.4	48.2	48.2
Ponto 16 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	33.0	31.0	34.0	34.5	38.0	38.5	45.0	46.0	46.0
Lesp	28.9	30.0	33.5	38.3	41.3	42.4	42.7	42.8	42.8
Ltot	34.4	33.5	36.8	39.8	43.0	43.9	47.0	47.7	47.7
Ponto 17 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	50	55	55	55	55	55	55	55
Lres	36.0	36.0	38.0	38.5	39.0	39.5	41.5	42.0	42.0
Lesp	30.3	31.6	35.0	39.9	42.9	44.0	44.2	44.3	44.3
Ltot	37.0	37.3	39.8	42.3	44.4	45.3	46.1	46.3	46.3
Ponto 18 - Diurno									
Vel.	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RLaeq	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Lres	30.5	30.5	32.5	34.0	36.5	38.0	40.0	41.0	41.0
Lesp	31.7	32.9	36.3	41.2	44.3	45.4	45.7	45.8	45.7
Ltot	34.2	34.9	37.8	42.0	45.0	46.1	46.7	47.0	47.0

Ponto 13 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	
36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	
30.2	31.4	34	39.5	42.5	43.4	43.6	43.7	43.7	
37.0	37.3	38.1	41.1	43.4	44.1	44.3	44.4	44.4	
Ponto 14 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	
36.0	36.0	38.0	38.0	38.5	38.5	39.6	40.0	40.0	
31.2	32.4	35.4	40.6	43.6	44.7	45	45	45	
37.2	37.6	39.9	42.5	44.8	45.6	46.1	46.2	46.2	
Ponto 15 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	
34.0	34.0	36.0	38.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	
31	32.2	35.2	40.4	43.4	44.6	44.8	44.8	44.7	
35.8	36.2	38.6	42.4	45.0	45.9	46.0	46.0	46.0	
Ponto 16 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	
35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	37.0	38.5	39.0	39.0	
29.3	30.6	33.5	38.8	41.8	42.9	43.1	43.2	43.2	
36.0	36.3	37.3	40.3	42.6	43.9	44.4	44.6	44.6	
Ponto 17 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	
38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	
30.8	32	35	40.1	43.3	44.4	44.6	44.7	44.7	
38.8	39.0	39.8	42.2	44.4	45.3	45.5	45.5	45.5	
Ponto 18 - Noturno									
2	3	4	5	6	7	8	9	10	
50	50	50	50	50	50	50	50	50	
30.5	30.5	32.5	34.0	34.0	34.0	35.5	36.0	36.0	
32	33.2	36.3	41.4	44.6	45.7	46	46.1	46.1	
34.3	35.1	37.8	42.1	45.0	46.0	46.4	46.5	46.5	