



**XVIII ENANPUR**  
NATAL 2019  
27 a 31 maio

## **ANÁLISE DOS RUÍDOS GERADOS POR AEROGERADORES NO COMPLEXO EÓLICO CANOAS E LAGOAS**

### **Autores:**

LEOHANDSON SANTOS DA SILVA - FIP - [leo.handson@hotmail.com](mailto:leo.handson@hotmail.com)

RAFAEL DE CARVALHO COSTA ABRANTES - UFPB - [rafaelabrantes@fiponline.edu.br](mailto:rafaelabrantes@fiponline.edu.br)

### **Resumo:**

Nos últimos anos, registou-se um aumento no crescimento da potência instalada de energia limpa em todo o mundo, uma das componentes que tem contribuído para esse crescimento é a energia eólica. Desta forma, um dos aspetos a ter em conta na instalação de um aerogerador é o ruído causado por seu funcionamento. Logo, fica exposta a relevância de verificar os níveis de ruídos que este sistema emite. Nos aerogeradores, os ruídos podem ter três fontes: aerodinâmico, estrutural e o mecânico. O objetivo desse trabalho é analisar os ruídos gerados por aerogeradores instalados no Complexo Eólico Canoas e Lagoas. A metodologia utilizada neste trabalho baseia-se na obtenção de dados in loco, pesquisa e revisão bibliográfica em fontes primárias e secundárias; utilizou-se equipamento denominado de “decibelímetro”, da marca INSTRUTEMP modelo ITEDC 4000, em seguida, foram geradas informações de caráter qualitativo e quantitativo, assim, a pesquisa possibilitou investigar e caracterizar os ruídos provocados por aerogeradores do Complexo Eólico mencionado, que está situado entre os municípios de Santa Luzia, São José do Sabugi e Junco do Seridó, no estado da Paraíba.

# **ANÁLISE DOS RUÍDOS GERADOS POR AEROGERADORES NO COMPLEXO EÓLICO CANOAS E LAGOAS**

## **INTRODUÇÃO**

A energia eólica é uma tecnologia limpa e ambientalmente correta que produz eletricidade. O seu caráter renovável e o fato de não poluir durante sua operação, tornam a energia eólica uma das fontes mais promissoras para alívio de problemas ambientais tanto a nível global como local (EWEA, 2009).

A União Europeia estabeleceu como uma das suas prioridades a utilização de fontes renováveis para a produção de energia, tendo em vista o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a energia eólica aflora como uma peça central da nova economia energética, conveniente pelo fato de ser inesgotável. O desenvolvimento tecnológico que permite transformar esta fonte de energia primária em energia elétrica tem evoluído de forma exponencial e presentemente pode-se encontrar aerogeradores que surgem como uma forma de aproveitar a energia eólica (COSTA, 2014).

A tendência do crescimento do mercado mundial de energia eólica de permanecer forte e expressivo pode ser vista no seu desempenho no ano de 2011 onde teve uma taxa de crescimento de 20,3 % em relação a 2010, apresentando, desta forma, a menor taxa de crescimento nos últimos 10 anos. Recentemente, o tradicional mercado Europeu de energia eólica tem reduzido seu ritmo de expansão, mas, em compensação, os mercados Chineses, Americanos e Indianos continuam em franca expansão, tomando a liderança do mercado mundial de energia eólica (ATHANASIA; JACOPPO, 2014).

No Brasil, a primeira turbina de energia eólica foi instalada em Fernando de Noronha em 1992. Dados do setor da energia eólica disponibilizado pela Associação Brasileira de Energia Eólica - ABE EÓLICA, constata que no país, a energia eólica teve seu primeiro indício em 1992, que foi resultado de uma parceria entre o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco-CELPE (ENERGIA EÓLICA, S/A).

Dez anos depois, o governo federal criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) para incentivar a utilização de outras fontes renováveis, como eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). O Brasil realizou o seu primeiro leilão de energia eólica em 2009, em um movimento para diversificar a sua matriz de energia (ENERGIA EÓLICA, S/A).

De acordo com a ABE EÓLICA 2017, o ano de 2017, foi um período em que os benefícios da fonte eólica ficaram ainda mais presentes. No Nordeste, a fonte eólica foi a salvação em um ano de secas de reservatórios das hidrelétricas, chegando a suprir mais de 60% da energia da região

A produção de energia eólica de 2017 apurada pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, foi 26,5 % superior à de 2016 e, pela primeira vez, a fonte chegou a atingir dois dígitos na matriz de produção, representando 10% da energia do País em agosto e 11% em setembro, meses que fazem parte da chamada “safra dos ventos”. De acordo com dados do GWEC - Global Wind Energy Council, no ano de 2017, o Brasil ultrapassou o Canadá e ocupa agora a 8ª posição no Ranking Mundial de capacidade instalada de energia eólica (ABE - EÓLICA, 2017).

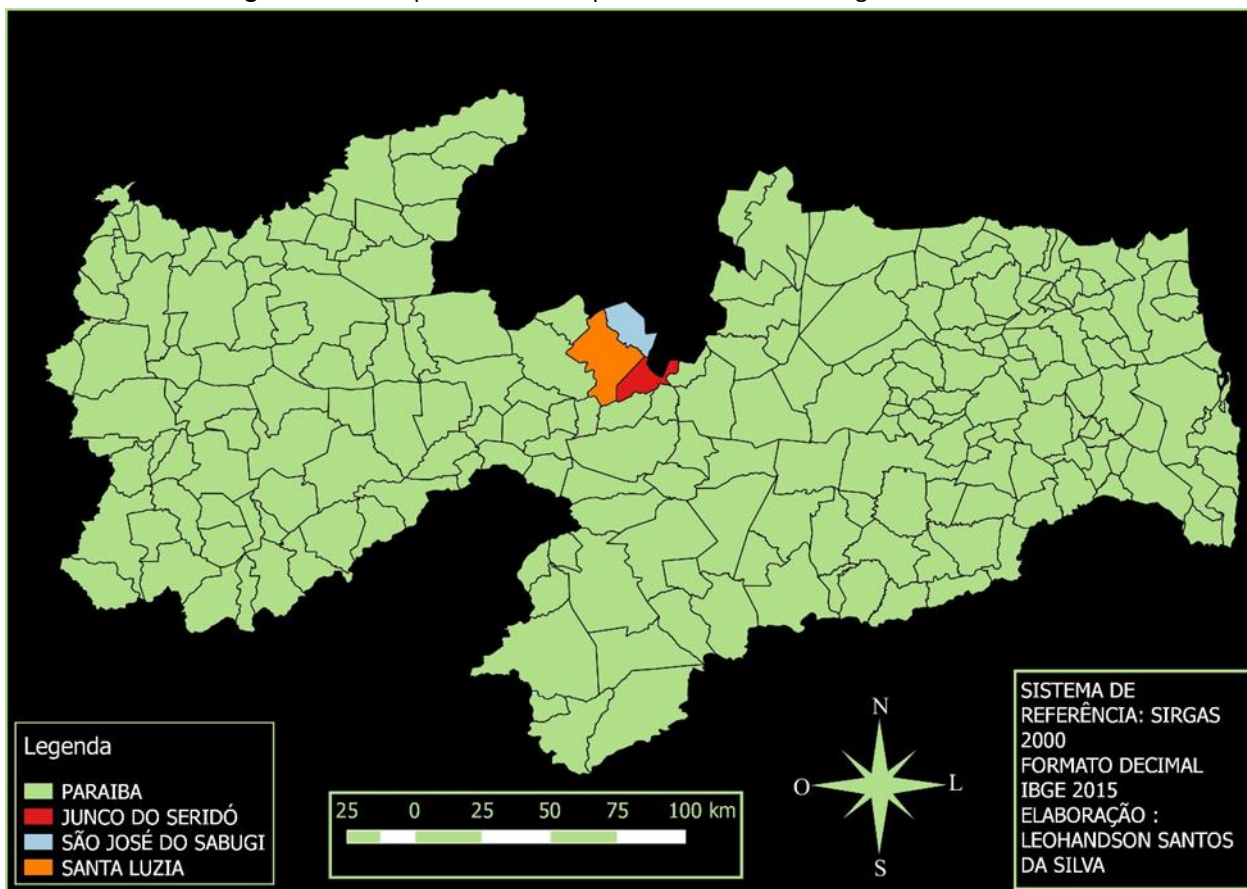
Apesar do reconhecimento dos benefícios globais associados e a forte aceitação pública favorável à energia eólica, impactos locais associados a parques eólicos podem causar a oposição da comunidade local e/ou de grupos específicos ao desenvolvimento de empreendimentos eólicos (MONTEZANO, 2012). Alguns impactos ambientais desfavoráveis atribuídos a parques eólicos instalados em terra são: impacto visual e degradação da paisagem, ruído, cintilação de sombra (shadow flicker), ofuscamento, interferência eletromagnética e danos à fauna e flora. Em geral, esses impactos são específicos do local e, portanto, fortemente dependentes da localização selecionada para a instalação do parque eólico (EWEA, 2009).

Os níveis sonoros, inerentes aos aerogeradores, podem ser medidos, mas de forma similar, a outras preocupações ambientais, a percepção de pessoas exposta ao impacto acústico de aerogeradores é, em parte, de determinação subjetiva. Segundo diversos estudos, os aerogeradores podem induzir o mesmo grau de incomodidade que o tráfego rodoviário, aéreo e ferroviário, para níveis sonoros mais baixos e podem ainda ser considerados incomodativos por algumas pessoas, mesmo a uma distância de separação, entre os aerogeradores e o receptor (COSTA, 2014).

O ruído produzido por aerogeradores, por exemplo, pode vir a prejudicar populações humanas em localidades próximas a aerogeradores. Em decorrência disso, normas internacionais foram criadas a fim de se manter um rígido controle sobre o ruído de aerogeradores, como por exemplo a norma IEC 61400-11 (INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 2002), da Comissão Eletrotécnica Internacional-IEC, ou a NBR 10151(NBR10...2000), da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (LIMA, 2015).

Os ruídos podem ter basicamente três fontes: o ruído aerodinâmico gerado pela rotação das pás no fluido, o ruído estrutural devido a vibração da estrutura e o ruído mecânico devido ao atrito de rolamentos e engrenagens confinados na nacelle (LIMA, 2015). Como esses ruídos podem causar impactos negativos a residências próximas a parques eólicos, tornou-se relevante uma análise de medição dos ruídos gerados por alguns aerogeradores do Complexo Eólico Canoas e Lagoas, o qual é composto por 45 aerogeradores, na Figura 1, o mapa mostra que está localizado na região do Seridó Ocidental, no Estado da Paraíba, contemplando as cidades de Santa Luzia, São José do Sabugí e Junco do Seridó, juntos, os parques irão produzir 94,5 MW de energia elétrica (MODESTO, 2017).

**Figura 1** – Municípios onde o complexo Eólico Canoas e Lagoas está situado.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2018.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GERAL

- Analisar os ruídos gerados por aerogeradores instalados no Complexo Eólico Canoas e Lagoas, que estejam próximos a residências unifamiliares.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar os ruídos produzidos por aerogeradores de grande porte;
- Identificar em qual categoria está inserido a fonte dos ruídos no objeto analisado;
- Medir os níveis de ruídos em 5 aerogeradores no Complexo Eólico Canoas e Lagoas;
- Avaliar se os níveis de ruídos estão de acordo com as normas vigentes da ABNT.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### TIPOS DE AEROGERADORES UTILIZADOS EM PARQUES EÓLICOS

Os aerogeradores quanto à sua localização podem ser classificados como “onshore” e “offshore” (Figuras 2 e 3), caso se localizem em terra ou na água, respectivamente. As principais diferenças entre os dois tipos têm a ver com o tipo de fundação usada e a interligação com a rede elétrica, além dessa subdivisão, os aerogeradores podem possuir dois tipos de eixo, o vertical e horizontal (SIMÕES, 2015).

**Figura 2** - Parque Eólico Middelgrunden na Dinamarca



**Fonte:** Twenergy, S/A.

**Figura 3** - Parque Eólico Osório no Brasil



**Fonte:** A folha, 2017.



## AEROGERADORES DE EIXO VERTICAL

Os aerogeradores de eixo vertical são baixos; entre 0,1 e 0,5 vezes a altura do próprio rotor, o que permite a colocação de todo o dispositivo de conversão de energia (gerador, caixa de velocidades, etc) na base do aproveitamento, facilitando as operações de manutenção, neste tipo de aerogeradores, não é necessário o dispositivo de orientação da turbina face ao vento, como acontece nos aerogeradores de eixo horizontal. No entanto, o vento junto ao solo é de mais fraca intensidade o que implica um menor rendimento deste tipo de aerogeradores e a torre fica sujeita a elevados esforços mecânicos (E-LEE, S/A).

**Figura 4** – Aerogerador de eixo vertical.



**Fonte:** Energia Eólica e Aerogeradores, 2013.

## AEROGERADORES DE EIXO HORIZONTAL

Os aerogeradores de eixo horizontal baseiam-se no princípio de funcionamento dos moinhos de vento, sendo constituídos por turbinas de uma a três pás ou múltiplas (acima de três pás). Os aerogeradores de 3 pás são os mais comuns, uma vez que possuem um bom compromisso entre coeficiente de potência, custo e velocidade de rotação, bem como uma melhor estética comparada aos aerogeradores de 2 pás. Apesar dos aerogeradores de 2 pás serem mais eficientes, são mais instáveis e propensas a turbulências, trazendo risco a sua

estrutura, o que não acontece nos aerogeradores de 3 pás que são muito mais estáveis (E-LEE, S/A).

**Figura 5 – Aerogerador de eixo horizontal.**



**Fonte:** Energia Eólica e Aerogeradores, 2013.

## FONTES DE RUÍDOS DE AEROGERADORES

De acordo com Simões (2015), os ruídos produzidos pelos aerogeradores pode ser dividido em duas categorias: ruído mecânico, que resulta da interação dos diferentes componentes mecânicos do aerogerador, e ruído aerodinâmico, que é produzido pelo fluxo de ar sobre as pás do aerogerador. Sendo os ruídos mecânicos originados a partir do movimento relativo de componentes mecânicos e a resposta dinâmica entre eles. Como componentes mecânicos tem-se.

1. Caixa Multiplicadora;
2. Gerador;
3. Mecanismo de orientação;
4. Ventoinhas de arrefecimento;
5. Equipamento auxiliar.

Uma vez que o ruído está relacionado à rotação do equipamento mecânico e elétrico, este tende a ser tonal, além disso, o cubo, o rotor e a torre podem atuar como altifalantes, transmitindo o som mecânico e difundindo-o. O som pode ser transmitido diretamente da superfície dos componentes do aerogerador para o ar ou transmitido ao longo de outros componentes estruturais antes de ser difundido para o ar, é possível constatar que a principal fonte dos sons mecânicos é a caixa multiplicadora (LIMA, 2015).

Os ruídos aerodinâmicos estão diretamente relacionados com os fluxos de ar em torno das pás, que resultam de forças aplicadas sobre as mesmas. O som aerodinâmico geralmente aumenta com a velocidade do rotor. O som pode ser dividido em 3 grupos (MAIA, 2010).

1. Ruído de baixa frequência (Low Frequency Sound): Som gerado quando os encontros das pás rotatórias localizam deficiências de fluxo em volta de uma torre ou quando ocorrem mudanças da velocidade do vento.

2. Ruído da turbulência do fluxo (Inflow Turbulence Sound): Som que depende da quantidade de turbulência atmosférica. O ruído da turbulência do fluxo resulta da interação das pás com a turbulência atmosférica. O ruído emitido é de banda larga.

3. Ruído próprio da pá (Airfoil Self Noise): Som gerado pelo fluxo de ar diretamente ao longo da superfície da pá.

## NORMAS E PADRÕES DE MEDIÇÃO

Como o desenvolvimento de parques eólicos é relativamente recente na maior parte do mundo, a evolução no setor sofreu impactos, que pode ser ligada a falta de legislação e normas a respeito de ruídos de aerogeradores (MAIA, 2010).

Para se ter uma base de comparação, tomemos como parâmetros a Organização Mundial de Saúde, OMS. Segundo a OMS, os limites recomendados para ruído externo são 50 a 55 dBA durante o dia e 45 dBA à noite (GOELZER; HANSEN; SEHRNDT, 2001), de um modo geral. Em regiões residenciais, entretanto, a OMS recomenda limites de 35 dBA durante o dia e de 30 dBA no período da noite, a fim de evitar distúrbios no sono, incômodo e outros efeitos. No Brasil, utiliza-se como base a NBR 10151 de junho de 2002 (LIMA, 2015).



**Tabela 1** - Níveis Permitidos de Ruído para o Brasil, com níveis de pressão sonora (dB).

TIPOS DE ÁREAS	DIURNO	NOTURNO
Áreas de sítios e fazendas	40 dB	35 dB
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50 dB	45 dB
Área mista, predominante residencial	55 dB	50 dB
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60 dB	55 dB
Área mista, com vocação recreacional	65 dB	55 dB
Área predominante industrial	70 dB	60 dB

Fonte: NBR 10151, 2000.

## APARELHO UTILIZADO PARA MEDIR VOLUME DE RUÍDOS

Para verificações de ruídos utiliza-se o decibelímetro, que é um instrumento de medição feito para medir ruídos de qualquer meio ou ambiente. Chamado também de medidor de nível da pressão sonora, ele é usado principalmente, para garantir que os ruídos gerados em determinado local, não estejam fora do permitido, em termos legais e também de saúde. Os decibelímetros medem a pressão sonora, a intensidade e o volume do som que está sendo emitido no ambiente. Isso acontece através de um microfone interno, presente em todos os modelos do aparelho, que tem uma sensibilidade aguçada, capaz de detectar o nível do “som/ruído” (INSTRUSUL, 2017).

## METODOLOGIA

O método utilizado neste trabalho baseia-se na obtenção de dados in loco, além da pesquisa e revisão bibliográfica em fontes primárias: órgãos governamentais e documentos técnicos, e secundárias: artigos, revistas, dissertações, monografias e teses, pois, segundo Gil (2008), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.

Quanto aos procedimentos de investigação, inicialmente foi iniciado a revisão bibliográfica, após isso, iniciou-se os processos de verificações in loco dos níveis de pressão sonora, os quais foram medidos em decibéis (dB) em cada aerogerador que foi escolhido, para isso foram adotados equipamentos denominados de “decibelímetros”, da marca INSTRUTEMP modelo ITEDC 4000.

Após a coleta dos dados, foram geradas informações de caráter qualitativo e quantitativo, segundo Gerhardt e Silveira 2009, as informações qualitativas buscam explicar o porquê das coisas, exprimindo o que convém ser feito, mas não quantificam os valores e as trocas simbólicas nem se submetem à prova de fatos, pois os dados analisados são não-métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens.

Já a pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. referentes as medições dos ruídos realizadas com uso do decibelímetro (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### IDENTIFICAÇÃO DA PROBLEMÁTICA

A ideia de analisar os ruídos gerados por aerogeradores no Complexo Eólico Canoas e Lagoas, o qual está situado nos municípios de Santa Luzia, São José Do Sabugi e Junco Do Seridó, todas localizadas no estado da Paraíba, partiu de conversas cotidianas no dia 20 de Junho de 2018, com moradores residentes próximos aos aerogeradores instalados no complexo eólico citado anteriormente, percebeu-se então a importância de averiguar os níveis de ruídos, na medida em que, existia a possibilidade dos aerogeradores causar incômodos como: falta de atenção, estresse e insônia, que são apenas algumas das doenças que podem ser causadas pelo excesso do barulho. Logo, viu-se a importância da averiguação dos níveis de pressão sonora no Complexo Eólico Canoas e Lagoas, os ruídos podem ser medidos com o auxílio de um decibelímetro, equipamento com finalidade de medir a pressão sonora de um ambiente interno ou externo.

Numa pesquisa onde é realizada algum tipo de amostra quantitativa, para ser considerado a validade da amostragem realizada, a análise deve-se ser executada em no mínimo 10% da amostragem total de objetos (LAKATOS; MARCONI, 2003). Com isso, neste trabalho avaliou-se 5 aerogeradores do Complexo Eólico Canoas e Lagoas visto que existem 45 aerogeradores no complexo, onde foram obtidos os dados, e seus resultados apresentados em tabulação, possibilitando maior facilidade na verificação das inter-relações entre eles, visto que, a tabulação é uma parte do processo técnico de análise estatística, que permite sintetizar os dados de observação e representá-los graficamente, dessa forma, poderão ser melhor compreendidos e interpretados mais rapidamente (LAKATOS; MARCONI, 2003).

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica é um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema. O estudo da literatura pertinente pode ajudar a planificação do trabalho e representa uma fonte indispensável de informações, podendo até orientar as indagações (LAKATOS, MARCONI, 2003).

As fontes primárias podem ser “dados” históricos, bibliográficos e estatísticos; informações, pesquisas e material cartográfico; arquivos oficiais e particulares; registros em geral; documentação pessoal (diários, memórias, autobiografias); correspondência pública ou privada. E também em fontes Secundárias – (imprensa em geral e obras literárias) (LAKATOS, MARCONI, 2003).

O ruído emitido durante o funcionamento de aerogeradores possui basicamente duas origens: mecânica e aerodinâmica. O avanço da tecnologia utilizada para a fabricação das máquinas, como o melhor isolamento da nacela e melhoria na continuidade dos movimentos na turbina, possibilitou a redução dos ruídos de origem mecânica. Atualmente, a principal fonte de ruído em aerogeradores é de natureza aerodinâmica, som emitido no momento em que o vento atravessa as pás do rotor (AOR, 2014).

Quando existem pessoas morando próximo de um parque eólico cuidados devem ser tomados para garantir que o som proveniente dos aerogeradores esteja a níveis razoáveis em relação ao nível de som ambiente na região. Em geral os parques eólicos são localizados em áreas rurais onde existem áreas mais expostas com menos obstáculos e rugosidade mais baixa. As áreas rurais são mais silenciosas, mas os parques eólicos ficam localizados em áreas com intensidade de vento elevadas, onde o ruído de fundo é maior e tende a mascarar o ruído produzido pelas turbinas (EWEA, 2009).

Considerando os efeitos diretos no aparelho auditivo, os níveis sonoros medidos na vizinhança de parques eólicos em operação não possuem intensidade suficiente de forma a comprometer a saúde auditiva da população. Todavia, os seus efeitos “não auditivos” podem ter significativa importância (AOR, 2014).

## MEDIÇÃO DO NÍVEL DE RUÍDOS

As medições foram efetuadas de acordo com as Associação Brasileira de Normas técnicas - ABNT, como está descrito que em pontos afastados, a medição deve ser realizada a 1,2 m do piso e pelo menos 2 m do objeto que foi escolhido para análise e de quaisquer outras superfícies refletoras, como muros, paredes, entre outros de acordo com a NBR 10151.

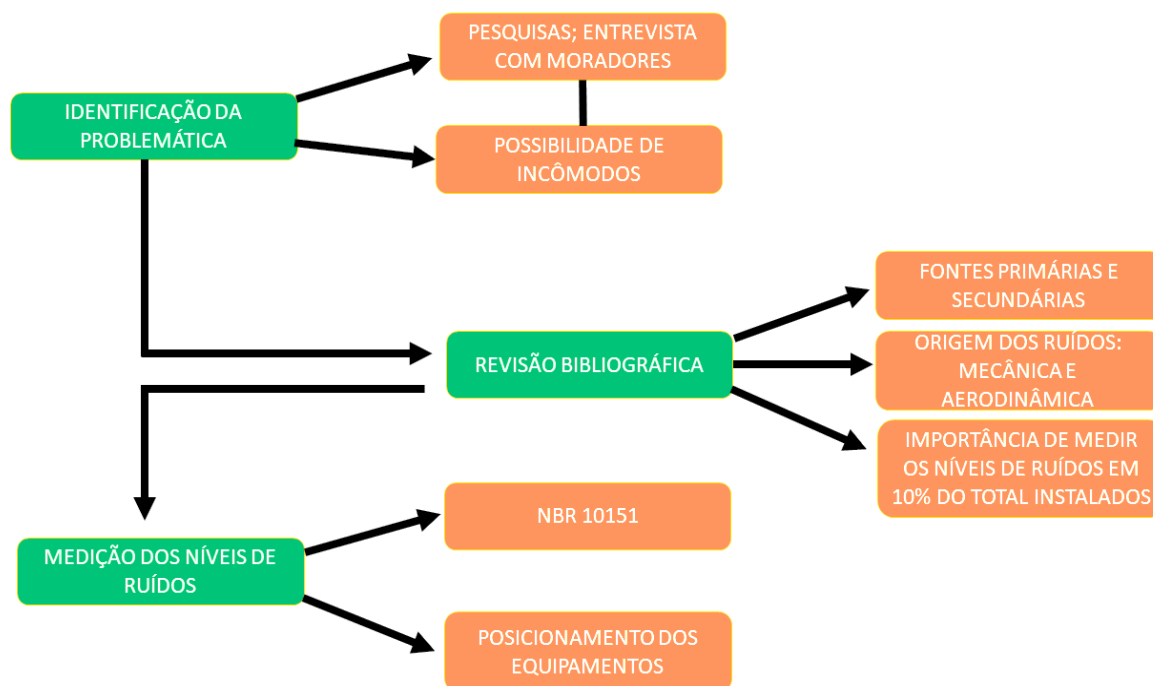
As mensurações dos níveis de pressão sonora (dB), sucederam primeiramente de escolher os aerogeradores que estavam instalados mais próximos das residências de moradores, após isso, os níveis dos ruídos foram medidos utilizando o decibelímetro, de forma a permitir a caracterização do ruído em questão.

Ao término das averiguações “*in loco*”, foram obtidos dados quantitativos e qualitativos, para então, gerar informações dos níveis de ruídos no Complexo Eólico Canoas e Lagoas o qual está localizado nas zonas rurais dos municípios que o abrangem.

## FLUXOGRAMA METODOLÓGICO

Na Figura 6, é possível visualizar o fluxograma adotado nesse estudo. O fluxograma metodológico representa por meio de esquemas, todos os procedimentos metodológicos, visto que, é uma forma mais lúdica e intuitiva de visualização das principais etapas para melhor desenvolvimento das etapas que foram realizadas ao decorrer da análise executada (RODRIGUEZ, 2017). Portanto, na Figura 6, é possível visualizar o fluxograma adotado nesse estudo.

Figura 6 – Fluxograma metodológico.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

As medições de ruído foram realizadas no dia 08 de outubro de 2018, no período de referência diurno e sem a influência de ruído de tráfego rodoviário ou outras fontes sonoras que mascarassem o ruído proveniente do aerogerador. aerogeradores no Complexo Eólico Canoas e Lagoas, tornou-se possível concluir que os ruídos têm origens aerodinâmicas e estão na categoria “Airfoil Self Noise”, nessa categoria os ruídos são produzidos pelos fluxos de ar que passam sobre as “pás” dos aerogeradores. Na Tabela 2 visualiza-se os níveis de ruídos em cada aerogerador verificado, essa tabela tem intuito de facilitar o entendimento das informações geradas.

**Tabela 2** - Níveis de ruídos obtidos nas aferições “*in loco*”.

<b>AEROGERADOR</b>	<b>VOLUME DE RUÍDOS EM (dB)</b>
1°	67,6
2°	72,1
3°	75,2
4°	69,4
5°	70,3

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2018.

Ao comparar os níveis de ruídos da Tabela 2, com níveis da Tabela 1 que são recomendados pela ABNT, identifica-se que os níveis de ruídos gerados por aerogeradores no Complexo Eólico Canoas e Lagoas, ultrapassam com uma margem elevada os níveis máximos de ruídos permitidos para a “área rural”, o qual de acordo com a NBR 10151, deveria ser de no máximo, 40 (dB) durante o “dia” e 35 (dB) durante a “noite”.

As amplitudes de ruídos no Complexo Eólico analisado são superiores aos ruídos permitidos de acordo com as normas utilizada como base na verificação. Esta diferença pode estar relacionada com o fato de a região possuir um nível de vento muito elevado, provocando deste modo níveis de ruído superiores.

Como medidas preventivas para minimizar o ruído produzido por complexo ou parque eólico deve-se ter em conta:

- Distância da fonte emissora - existem muitos fatores que contribuem para a forma como o som se propaga e é atenuado, tais como o ar, a temperatura, a humidade, barreiras, reflexões e materiais de superfície do solo. Tendo em conta que o ruído é medido em decibel, que é uma escala logarítmica, caso haja duplicação de energia sonora na fonte há um aumento de 3dB no nível de pressão sonora.
- Direção do vento - A direção do vento também tem influência na propagação do som. Quando o vento sopra na direção da fonte de ruído, verifica-se um acréscimo de ruído.
- Redução do ruído na fonte – Para que haja uma redução de ruído na fonte é necessário intervir sobre as fontes de ruído dos aerogeradores que se encontra dividido em duas categorias: ruído mecânico, que resulta da interação dos diferentes componentes mecânicos do aerogerador, e ruído aerodinâmico, que é produzido pelo fluxo de ar sobre as pás dos aerogeradores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu investigar e caracterizar os ruídos provocados por aerogeradores de eixo horizontal no Complexo Eólico Canoas e Lagoas; os resultados obtidos nas monitorizações realizadas permitem concluir que os níveis sonoros causados pelos



aerogeradores excedem os limites legais correspondentes ao critério de incomodidade, podendo causar incômodo “legal” a pessoas que se encontrem próximas destes aerogeradores. Dados os resultados das medições realizadas, considera-se que também será necessário instituir procedimentos regulares de monitorização – pós instalação do aerogerador, para verificação das estimativas da avaliação acústica e do efetivo cumprimento das normas técnicas.

Quanto à forma de abordagem foi um tipo de pesquisa qualitativa que está atrelado ao fato da qualidade acústica do local onde os aerogeradores estão instalados e quantitativa, visto que foram quantificáveis as medições dos níveis de ruídos de com recurso a decibelímetro. O método utilizado na elaboração deste estudo foi a avaliação objetiva. Os métodos objetivos de avaliação basearam-se em metodologias previstas em normas nacionais e internacionais (NBR 10151 e IEC) de medição de ruído. Muitas dessas metodologias não têm em conta a velocidade do vento, a altura dos geradores e as características específicas do ruído emitido por estes, pelo que se fazem adaptações às metodologias de medição para que se possa avaliar o que se passa na realidade.

- Identificação dos níveis de ruídos é muito importante e sugere a necessidade de estabelecer regras em relação à instalação de qualquer tipo de aerogerador, seriam:
- Obrigatoriedade da realização de uma estimativa de ruído, para o local da instalação, quando se pretende instalar um aerogerador, a fim de se verificar o cumprimento dos critérios constantes nas normas que regem a instalação de aerogeradores antes de se proceder ao seu licenciamento;
- Indispensabilidade da monitorização de ruídos depois de instalado o aerogerador, a fim de se verificar que efetivamente os critérios impostos pelas regras são cumpridos.

Logo, campanhas de monitorização são muito importantes uma vez que os níveis de ruído variam em função das características específicas e das condições climatéricas no local e o ruído causado pelo aerogerador pode aumentar devido ao envelhecimento dos componentes mecânicos dos aerogeradores e a deficiências na manutenção do mesmo.

## REFERÊNCIAS

ABE EÓLICA- Associação Brasileira de Energia Eólica. (2017). *Boletim anual de geração eólica*. Fonte: ABE EÓLICA- Associação Brasileira de Energia Eólica: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/04/Boletim-Anual-de-Geracao-2017.pdf>

ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas, N. 1. (2000). *Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade- procedimento*. Rio de Janeiro: ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AOR, F. (S/D de Agosto de 2014). *GESTÃO DO AMBIENTE SONORO DE PARQUES EÓLICOS: ALTERNATIVAS PARA*. Fonte: Monografias publicadas UFRJ: <http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10012023.pdf>

ATHANASIA Arapogianni, J. M. (S/D de March de 2014). *Avoiding fossil fuel costs with wind energy*. Fonte: EWEA The European wind Energy Association: [http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Avoiding\\_fossil\\_fuel\\_costs.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Avoiding_fossil_fuel_costs.pdf)

COSTA, A. R. (2014). *O RUÍDO AMBIENTAL DE AEROGERADORES DE PEQUENA DIMENSÃO*. Porto- Portugal: FEUP.

E-LEE. (S/D de S/M de S/A). Fonte: E-LEE: <http://e-lee.ist.utl.pt/realisations/EnergiesRenouvelables/FiliereEolienne/Generalites/Generalites/GeneralitesEolien2.htm>

ENERGIA EÓLICA. (S/D de S/M de S/A). *Energia Eólica no Brasil*. Fonte: Energia Eólica: <https://evolucaoenergiaeolica.wordpress.com/energia-eolica-no-brasil/>

EWEA The European wind Energy Association. (S/D de January de 2009). *EWEA The European wind Energy Association*. Fonte: EWEA: [http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Wind\\_at\\_work.pdf](http://www.ewea.org/fileadmin/files/library/publications/reports/Wind_at_work.pdf)

GERHARDT, T. E., & SILVEIRA, D. T. (2009). *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre-RS: UFRGS.

GIL, A. C. (2008). *Metódos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas.

GOELZER, B., HANSEN, C., & SEHRNDT, G. (S/D de S/M de 2001). *Occupatioonal exposure to noise: evalution prevention and control*. . Fonte: World Health Organisation: <https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/handle/2440/86444>

INTRUSUL, Instrumentos de medição. (15 de Dezembro de 2017). *Como fazer medição de ruídos com decibelímetro*. Fonte: INTRUSUL, Instrumentos de medição: <http://blog.instrusul.com.br/como-fazer-medicao-de-ruídos-com-decibelímetro/>

LIMA, S. A. (28 de Setembro de 2015). *Estudo de medição e análise do ruído de aerogeradores de grande porte no Estado do Ceará*. Fonte: Repositorio UFC: [http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14730/1/2015\\_dis\\_salima.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/14730/1/2015_dis_salima.pdf)

MAIA, D. S. (S/D de Junho de 2010). *Ruído de Parques Eólicos. Análise e caracterização*. Fonte: Repositorio aberto: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61503/1/000147708.pdf>

MARCONI, M. d., & LAKATOS, E. M. (2003). *Fundamentos da metodologia científica 5ª Ed.* São Paulo: Atlas.

MODESTO, C. (01 de Outubro de 2017). *Mais de 870 mil paraibanos terão energia dos ventos em 2018*. Fonte: CORREIO DA PARAÍBA: <http://correiodaparaiba.com.br/geral/mais-de-870-paraibanos-terao-energia-dos-ventos-em-2018/>

MONTEZANO, B. E. (S/D de Outubro de 2012). *Estratégias para identificação de sítios eólicos promissores usando sistema de informação geográfica e algoritmos evolutivos*. Fonte: CRESESB PUBLICAÇÕES: [http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/dissertacao/201210\\_montezano\\_b\\_e\\_m\\_ms.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/dissertacao/201210_montezano_b_e_m_ms.pdf)

ROCHA, G. (04 de JULHO de 2017). *Torres tem potencial para receber parque de energia eólica?* Fonte: A FOLHA: <https://afolhatorres.com.br/torres-tem-potencial-para-receber-parques-geradores-de-energia-eolica/>

RODRIGUEZ, F. (08 de Novembro de 2017). *FLUXOGRAMA: Definição, Elaboração e Aplicação*. Fonte: LINKDLN: <https://www.linkedin.com/pulse/fluxograma-defini%C3%A7%C3%A3o-elabora%C3%A7%C3%A3o-e-aplica%C3%A7%C3%A3o-francinei-rodrigues/>

SIMÕES, S. C. (S/D de S/M de 2015). *Caracterização do ruído de um parque eólico. Efeito sobre a população*. Fonte: Repositório Comum: [https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/10519/1/Tese%202015\\_Sara%20Sim%C3%B5es.pdf](https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/10519/1/Tese%202015_Sara%20Sim%C3%B5es.pdf)

TWENERGY. (12 de Setembro de 2014). *Parque eólico de Middelgrunden: O parque eólico mais social do mundo*. Fonte: TWENERGY: <https://twenergy.com/a/middelgrunden-el-parque-eolico-mas-social-del-mundo>