



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

CENTRO TECNOLÓGICO - CTC

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO - Pós-ARQ

Jessica Lobo Moraes

**Proposta de Diretrizes para Avaliar o Ruído de Turbinas de Vento em Parques Eólicos
Brasileiros**

Florianópolis

2020

Jessica Lobo Moraes

**Proposta de Diretrizes para Avaliar o Ruído de Turbinas de Vento em Parques Eólicos
Brasileiros**

Dissertação/Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Arquitetura e Urbanismo.
Orientador: Prof. Dr. Erasmo Felipe Vergara Miranda

Florianópolis

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Moraes, Jessica

Proposta de Diretrizes para Avaliar o Ruído de Turbinas
de Vento em Parques Eólicos Brasileiros / Jessica Moraes ;
orientador, Erasmo Felipe Vergara Miranda, 2020.
115 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Arquitetura e Urbanismo. 2. Ruído de Turbinas Eólicas.
3. Incômodo. 4. Diretrizes de Ruído. I. Felipe Vergara
Miranda, Erasmo. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e
Urbanismo. III. Título.

Jessica Lobo Moraes

**Proposta de Diretrizes para Avaliar o Ruído de Turbinas de Vento em Parques
Eólicos Brasileiros**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca
examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Erasmo Felipe Vergara Miranda, Dr.

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Pós-ARQ/UFSC

Prof. Fernando Simon Westphal, Dr.

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – Pós-ARQ/UFSC

Prof. Cristiano Jose Castro de Almeida Cunha, Dr.

Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento - PPGECC

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi
julgado adequado para obtenção do título de mestre em Arquitetura e Urbanismo.

Prof.(a) Prof. Paolo Colosso, Dr.

Coordenador do Programa

Prof. Erasmo Felipe Vergara Miranda, Dr.

Orientador

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais e irmão.

AGRADECIMENTOS

À minha família, que sempre me apoiou nesta jornada e que acreditou em mim, proporcionando-me a capacidade de realizar esta etapa. Aos meus amigos Marisa, Fabiano, Thary e Bruna, pelo incentivo e paciência de me ouvir, e pela compreensão da minha ausência durante esta caminhada.

Ao meu orientador, Dr. Erasmo Felipe Vergara Miranda, pela excelência na orientação e apoio, capacitação, dedicação e compreensão.

Aos professores da Pós-Arq-Ufsc e EGC por compartilharem seus conhecimentos e mostrar quão importante é uma pesquisa científica, e como a busca por informações com comprovações científicas e dados confiáveis tornaram-se prioridade nesta situação de pandemia vivida atualmente.

Aos membros das bancas de qualificação e de defesa do mestrado, Dr. Martin Ordenes Mizgier, Cristiano J. Castro de A. Cunha e Fernando Simon Westphal,, pelo estímulo, sugestões e contribuições.

Ao CNPQ, Capes e UFSC pelo auxílio dado e ótimo ambiente de estudo.

“Se o conhecimento pode criar problemas, não é através da ignorância que podemos solucioná-los.” (Isaac Asimov)

RESUMO

Esta dissertação reúne dados sobre ruído de aerogeradores em parques eólicos, buscando evidências científicas para indicação de diretrizes que auxiliem na quantificação do conforto acústico. Buscaram-se dados na América do Norte, Europa e Oceania. A compilação, classificação, organização e análise de materiais bibliográficos realizou-se por meio de um protocolo de revisão sistemática integrativa. Utilizou-se uma ferramenta computacional chamada *AtlasTI* para auxiliar na organização dos documentos (artigos, periódicos, teses, dissertações, normas, relatórios, resoluções legislativas etc.). Além disso, foram analisadas as legislações e regulamentações nacionais vigentes no Brasil relativas a meio ambiente e comunidade. Limitamo-nos a dados de ambientes rurais nos continentes selecionados no estudo, já que no Brasil os parques eólicos situam-se nesse meio. Verificou-se que a América do Norte, Europa e Oceania possuem regulamentações com valores variados dos níveis sonoros máximos recomendados para área rural, variando entre 35dB(A) e 60dB(A), enquanto que na normativa brasileira não há citação de ruído de aerogeradores em parques eólicos. Por fim, são propostos critérios de ruído e diretrizes de regulamentação para estabelecer condições de conforto acústico à população afetada pelo ruído de aerogeradores em parques eólicos brasileiros. Os critérios propostos para avaliação do ruído de turbinas em parques eólicos são: métodos de medição de ruído, descritores de avaliação, limites de emissão de ruído e velocidade do ar.

Palavras-chave: Ruído de Turbinas Eólicas. Incômodo. Diretrizes de Ruído

ABSTRACT

*This study collect data about wind turbines noise in wind farms, search for scientific evidence to indicate guidelines that help in the quantification of acoustic comfort. Data were searched on the North American, Europe and Oceania continents. The compilation, classification, organization and analysis of bibliographic materials was carried out using an integrative systematic review protocol. A computational tool called AtlasTI was used to assist in the organization of documents (articles, journals, theses, dissertations, rules, reports, legislative resolutions, etc.). In addition, the national laws and regulations in force in Brazil **regarding environmental and community** noise were analyzed. It was limited to data from rural environments on the continents selected in the study, since Brazilian wind farms are located in this environment. It was found that North America, Europe and Oceania have regulations with values varying from the maximum sound levels recommended for rural areas ranging from 35 dB(A) to 60 dB(A). While in Brazilian regulations, there is no mention of wind turbines noise in wind farms. Finally, noise criteria and regulatory guidelines are proposed to establish acoustic comfort conditions for the population affected by noise from wind turbines in Brazilian wind farms. The proposed criteria to assess the wind turbine noise in wind farms are: noise measurement methods, assessment descriptors, noise emission limits and air speed.*

Keywords: *Wind Turbine Noise. Nuisance. Noise Guidelines*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Emissão de CO ₂ evitadas por mês em 2019 (em milhões).....	19
Figura 2 – Velocidade média anual do vento a 50m de altura no Brasil.....	20
Figura 3 – Geração por estado em 2019 (MW médio)	21
Figura 4 – Evolução da capacidade eólica instalada no Brasil.....	22
Figura 5 - Os 10 países com maior capacidade eólica acumulada em 2019.....	22
Figura 6 - Os 15 países com maior com capacidade eólica nova em 2019.....	23
Figura 7 – Esquema do escoamento de ar em torno de uma pá de aerogerador.....	26
Figura 8 – Tipos de Revisão de Literatura.....	43
Figura 9 – <i>Printscreen</i> da tela do programa <i>software</i> AtlasTI.....	48
Figura 10 – <i>Printscreen</i> da tela do programa <i>software</i> AtlasTI.....	52
Figura 11 – <i>Printscreen</i> da tela do programa <i>software</i> AtlasTI.....	52
Figura 12 – <i>Printscreen</i> da tela do programa <i>software</i> AtlasTI.....	53
Figura 13 – Quantidade de artigos segundo Qualis Capes.....	54
Figura 14 – Procedência dos artigos por continente.....	54
Figura 15 – Porcentagem de artigos publicados por continente.....	55
Figura 16 – Mínima distância de recuo entre aerogeradores e residências na União Europeia e Austrália.....	59
Figura 17 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades na Oceania.....	63
Figura 18 – Valores obtidos Laeq diurno em estudos com medições na União Europeia	71
Figura 19 – Valores de Laeq diurno obtidos em estudos com medições na Itália.....	72
Figura 20– Valores obtidos em estudos com medições na Irlanda.....	72
Figura 21 – Limites de emissão de ruído (LAeq) do ruído de aerogeradores em parques eólicos nos Estados Unidos	74

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Protocolo da revisão sistemática integrativa.....	51
Quadro 2 – Impactos negativos de emissão e implementação de parques eólicos.....	55
Quadro 3 - Distâncias mínimas para implantação de um aerogerador na Alemanha.....	59
Quadro 4 – Média anual de velocidade do vento em regiões brasileiras.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Recomendações para limites de ruído na comunidade de acordo com a ISO 1996 de 1971.....	34
Tabela 2 – Limites de som de aerogeradores.....	37
Tabela 3 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades nos Estados Unidos...	63
Tabela 4 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades nos Estados Unidos...	64
Tabela 5 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades nos Estados Unidos...	67
Tabela 6 – Descritores de ruído na Europa.....	68
Tabela 7 – Descritores de ruído na América do Norte.....	68
Tabela 8 – Métricas de ruído e limites na Europa.....	71
Tabela 9 – Métricas de ruído e limites na Oceania.....	73
Tabela 10 – Métricas de ruído e limites na Oceania.....	73
Tabela 11 – Limites de emissão de ruído (LAeq) do ruído de aerogeradores em parques eólicos no Canadá.....	74
Tabela 12 – Níveis de ruído permitidos em LAeq em estados canadenses.....	74
Tabela 13 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período.....	75
Tabela 14 – Média anual de velocidade do vento em regiões brasileiras.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Conama – Comissão Nacional do Meio Ambiente
Etsu-R – The assessment and Rating of Noise from Wind Farms
Jasa – The Journal of the Acoustical Society of America
NBR – Norma Brasileira
Seeg – Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa
GEE – Gases de Efeito Estufa
ABEEólica - Associação Brasileira de Energia Eólica
Aneel – Agência Nacional de Energia Elétrica
MCT – Ministério de Ciência e Tecnologia
CBEE – Centro Brasileiro de Energia Eólica
GWEC – Global Wind Energy Council
PUB-3 – Plataforma Ubarana 3
AM – Modulação da Amplitude
Proinfra – Pró-Reitoria de Infraestrutura
WHO – World Health Organization
RS – Revisão Sistemática
CAQDAS – Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software
WoS – Web of Science
NPS – Nível de Pressão Sonora
EPA – Environmental Protection Agency
NHMRC – National Health and Medical Research Council

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo geral.....	15
1.1.2	Objetivos específicos.....	15
1.2	Estrutura do trabalho.....	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	POTENCIAL DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL.....	17
2.2	RUÍDO EM PARQUES EÓLICOS.....	25
2.2.1	Fontes de ruído provocados por aerogeradores.....	26
2.3	EFEITOS DO RUÍDO DE PARQUES EÓLICOS NAS PESSOAS	27
2.3.1	Desconfortos	28
2.3.2	Efeitos sobre a saúde	29
2.4	MÉTRICAS DE RUÍDO	30
2.4.1	Definição, descrição e aplicação	31
2.5	NORMAS DE RUÍDO AMBIENTAL.....	34
2.5.1	IEC 61400-11.....	35
2.5.2	Normas ANSI S12.9-4 (2005), ISO 1996, BS7445-3 (1991), AS (1997), ASTM E1686-10	36
2.5.3	NZS 6808	36
2.5.4	AS 4959	37
2.6	CRITÉRIOS.....	38
2.6.1	Diretrizes Internacionais.....	38
2.6.2	Legislações Brasileiras.....	43
3	METODOLOGIA.....	44
3.1	Revisão Sistemática Integrativa.....	44
3.2	Uso da Ferramenta Computacional – ATLAS.TI.....	48

4	ANÁLISE DOS RESULTADOS	53
4.1	PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA integrativa.....	53
4.2	Dados do levantamento da pesquisa	53
4.2.1	Qualis Capes.....	57
4.2.2	Dados sobre publicações	57
4.2.3	Dados sobre referências encontradas.....	59
4.3	métodos de medição de ruído EM PARQUES EÓLICOS	60
4.3.1	Europa	61
4.3.2	Oceania	66
4.3.3	América do Norte.....	67
4.3.4	Brasil	69
4.3.5	Recomendações	70
4.4	descritores de ruído de aerogeradores	71
4.4.1	Europa	71
4.4.2	Oceania	72
4.4.3	América do Norte.....	72
4.4.4	Brasil	74
4.4.5	Recomendações	74
4.5	limites de ruído	74
4.5.1	Europa	75
4.5.2	Oceania	77
4.5.3	América do Norte.....	78
4.5.4	Brasil	80
4.5.5	Recomendações	82
5	Conclusão	84
6	Considerações Finais	85
	REFERÊNCIAS.....	86

APÊNDICE A – Protocolos de busca nas plataformas de pesquisa.....	95
APÊNDICE B – Documentos da Revisão Sistemática Integrativa	99

1 INTRODUÇÃO

Dentre variados problemas ambientais, o conforto acústico tornou-se um tema discutido em diversas vertentes, especialmente em fontes como *Applied Acoustics*, *JASA (The Journal of the Acoustical Society of America)*, *Acta Acustica*, *Building and Environmental*, entre outras, que publicam estudos científicos relacionados, inclusive, à acústica, com pretensão de entender, resolver, explorar e solucionar os efeitos dos incômodos sonoros.

Do ponto de vista de desconforto acústico produzido por turbinas em parques eólicos, diretrizes e orientações internacionais e nacionais foram criadas para minimizar os efeitos provocados nas pessoas. A nível internacional, temos diversas diretrizes específicas e adaptadas ao local, como a Etsu-R (*The assessment and Rating of Noise from Wind Farms*), no Reino Unido, de 1997, atualizada em 2013.

No Brasil, a Comissão Nacional do Meio Ambiente (Conama) estabeleceu, na Resolução nº 462/2014, critérios e procedimentos para o licenciamento de parques eólicos instalados em terra. É uma contribuição de base legal para que investidores do setor de energia elétrica consigam participar com empreendimentos no país. Tal resolução deve ser cumprida para que os empreendimentos eólicos possam fornecer energia e operar no Brasil cumprindo as exigências ambientais estabelecidas relacionadas a possíveis impactos ambientais provocados no local.

As documentações relacionadas a limites de emissão de ruído no país são as NBR 10.151 (2019) e NBR 10.152 (2017). A recentemente atualizada NBR 10.151 (2019) estabelece técnicas, procedimentos e avaliação de conforto de ambientes externos, e a NBR 10.152 (2017) em ambientes internos. Embora atualizadas, tais normas não possuem especificações (técnicas, procedimentos e avaliação) relacionadas a fontes de ruído produzido por aerogeradores em parques eólicos. (MORAES e VERGARA, 2019).

Segundo Pedersen e Waye (2004) e Pedersen e Waye (2007), o incômodo ou desconforto acústico provocado por aerogeradores em parques eólicos é o principal efeito da poluição sonora na saúde humana. A avaliação do incômodo acústico não depende apenas de levantamento de dados a partir de simulações ou medições acústicas, mas também de fatores socioacústicos tais como perturbação do sono e do descanso, interferência na comunicação falada, irritabilidade, sensibilidade, estresse, falta de concentração etc. (Bakker *et al.*, 2011; Nissebaum *et al.*, 2012, Jeffery *et al.*, 2013, McCunney, 2014).

Estudos de Phillips (2011), Schmidt e Klokker (2014) e Shepherd *et al.* (2011) apontam que um dos fatores com maior reclamação para quem mora próximo a parques eólicos é a perturbação do sono. Como também afirmam que, em uma avaliação adequada da qualidade do sono, devem ser consideradas a qualidade subjetiva, a latência, duração, eficiência habitual, distúrbios, uso de medicações para dormir e disfunção diurna.

Pedersen e Waye (2004) apontaram que os aerogeradores em parques eólicos possuem níveis de pressão sonora variando entre 35dB(A) e 37dB(A) em áreas rurais, percebidos por cerca de 85% das pessoas entrevistadas. Essas turbinas produzem um incômodo maior comparado aos gerados por fontes de ruído aeronáutico e tráfego veicular, devido ao fato de os aerogeradores possuírem uma quantidade de energia contida em baixas frequências e características impulsivas.

O estudo apresentado nesta dissertação justifica-se ante o fato de as normativas existentes no Brasil, apesar de atualizadas recentemente, não serem suficientes e mesmo específicas para determinar procedimentos de medição e avaliação do conforto acústico do ruído de aerogeradores em parques eólicos.

É importante o tratamento e controle característicos do incômodo do ruído produzido por turbinas eólicas, e para este estudo é necessária a consulta de critérios e metodologias a nível internacional, atualizadas, considerando tópicos como a área de estudo, os níveis sonoros máximos permissíveis, a predição dos níveis sonoros, e uma avaliação do impacto acústico.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Identificar evidências para indicação de diretrizes que auxiliem na quantificação do conforto acústico em localidades próximas a parques eólicos no Brasil.

1.1.2 Objetivos específicos

- Sugerir critérios de avaliação do ruído de aerogeradores em parques eólicos construídos a partir de uma avaliação multi, inter e transdisciplinar, utilizando procedimentos sistemáticos da metodologia de pesquisa científica;
- Indicar diretrizes que auxiliem na quantificação do desconforto do ruído de aerogeradores instalados no Brasil, considerando a intensidade e duração de ruído, velocidade de vento e aspectos subjetivos do seu incômodo provocado nas pessoas;
- Propor indicadores e valores recomendados apropriados para o Brasil.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em sete capítulos. O primeiro corresponde à introdução, onde é exposto o tema discutido na pesquisa; a justificativa dessa pesquisa; bem como seus objetivos, geral e específicos.

O segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica – ou seja, a revisão bibliográfica atualizada sobre ruído, energia eólica, ruído proveniente de turbinas eólicas e poluição sonora – a partir do estudo de publicações em revistas científicas, artigos de congressos, teses, dissertações e normas e diretrizes internacionais. Além disso, são feitas consultas à legislação e regulamentação nacional vigente sobre ruído ambiental e na comunidade. São, também, pesquisados estudos e dados sobre o histórico da utilização da energia eólica no Brasil.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia adotada para a realização dos estudos e à justificativa para utilização do uso da ferramenta computacional AtlasTI.

O quarto capítulo aborda o protocolo da revisão sistemática integrativa baseado no protocolo de Okoli e Schabram (2010) aplicado na dissertação e também se refere à análise dos resultados e recomendações, propondo critérios de ruído e diretrizes para regulamentação brasileira.

Por fim, o quinto e sexto capítulos referem-se à conclusão e considerações finais do estudo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 POTENCIAL DE ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

Assuntos como degradação, preservação do meio ambiente e mudanças climáticas são hoje estudados e debatidos entre governos, cientistas e empresas. Os processos atuais mais utilizados para obtenção de energia estão entre os que mais emitem Gases de Efeito Estufa (Pazheri *et al.*, 2014).

Fortin *et al.* (2003) consideram estarem os parques eólicos incluídos nos grandes projetos de infraestrutura que provocam discussões sociais a nível global. Os autores Fortin *et al.* (2003) e Nadaï e Labussière (2010) explicam que os estudos sobre energia eólica mostraram que há dificuldade em avaliar o grau de aceitabilidade desse tipo de tecnologia. Os autores também atentam para o fato de ser necessário um comprometimento da comunidade que vive no entorno dos parques eólicos para se obter êxito nos projetos.

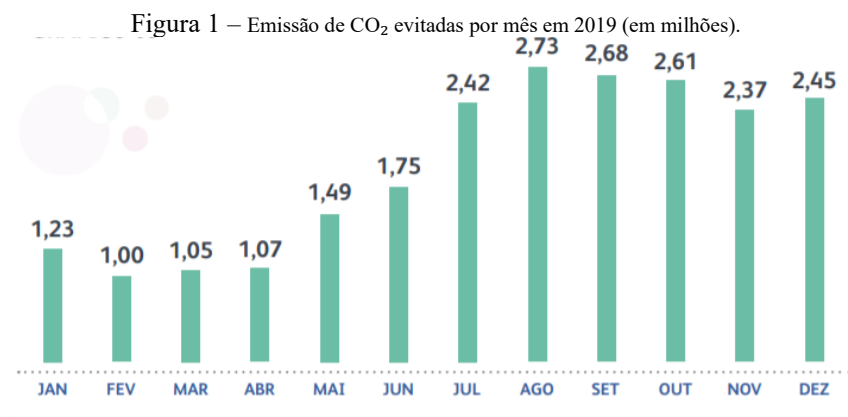
Na Europa, Estados Unidos e Canadá há grande aceitabilidade da sociedade em relação a projetos energéticos, e, nesses locais, os governos, instituições, empresas, pesquisadores etc. manifestam a importância dos fatores sociais nas implementações dos projetos (TOLEDO e FRAGA, 2016).

Loaire *et al.* (2009) verificaram que o Brasil está entre os países que mais emitem dióxido de carbono (CO₂) no mundo, e acredita que as elevadas taxas de desmatamento e queimadas são os maiores contribuintes para as emissões de tais gases no país; Azevedo *et al.* (2017), porém, argumentam que segundo o Sistema de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa (Seeg), o setor de energia emitiu 220,8 milhões de toneladas de dióxido de carbono em 1990, e, em 2013, emitiu mais que o dobro, cerca de 449,3 milhões de toneladas. Foi nesse setor, portanto, que se apresentou a maior taxa média de crescimento anual de emissões de GEE no período de 2013 a 2015, superando as emissões de agropecuária e quase equiparando-se às emissões por mudança de uso de terra.

Malagueta *et al.* (2014), Brasil (2015) e Santos *et al.* (2017) reconhecem que o Brasil vem mantendo um esforço contínuo para manutenção de uma matriz energética limpa para seguirem medidas de redução de CO₂ determinadas por acordos internacionais. A Associação

Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica) é a representante dos envolvidos com a cadeia de produção, desenvolvimento e operação dos parques eólicos no Brasil.

Em seu boletim anual de 2019, a ABEEólica informou que nesse ano foram gerados 15,45 GW de potência instalada, tendo sido instalados 620 parques eólicos no país. Em 2019, de acordo com seu relatório, teve-se uma redução de 22,85 milhões de toneladas de emissão de CO₂. A Figura 1 mostra a quantidade de emissões e CO₂ evitadas por mês em 2019.



Fonte: ABEEólica, 2019.

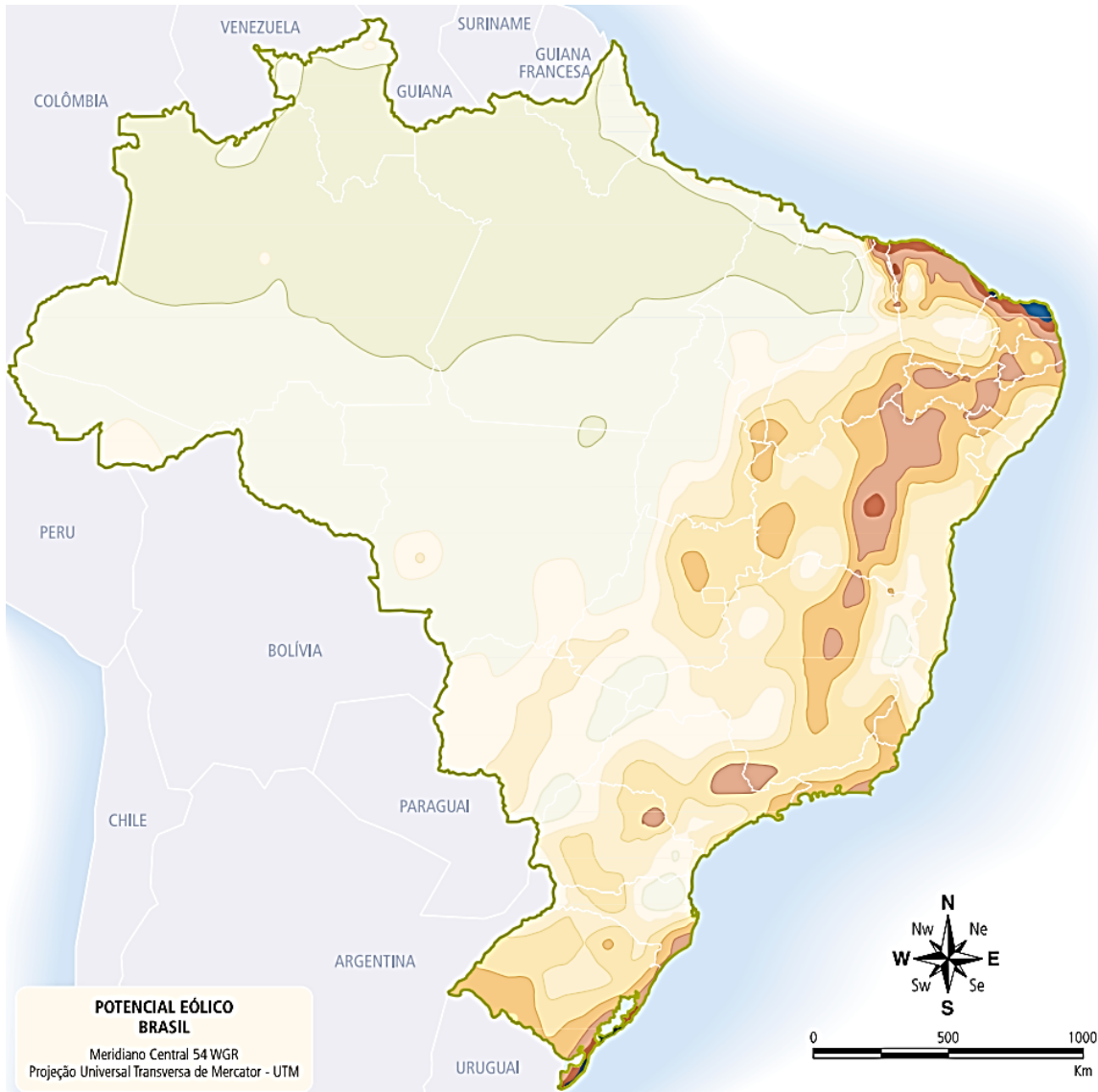
Para que se invista em empreendimentos eólicos no Brasil são necessárias informações sobre o potencial eólico no país. Além disso, segundo Grubb e Meyer (1993), para que o parque eólico opere de forma eficiente é necessário que a energia eólica seja maior ou equivalente a 500W/m², com altura de 50m, e velocidade mínima de vento entre 7 a 8m/s.

Em 1998, com o apoio da Aneel, do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) e do Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE), publicou-se a primeira edição do *Atlas Eólico da Região Nordeste*, contendo as primeiras informações sobre o potencial eólico brasileiro. Os estudos e levantamentos expandiram-se, resultando no *Panorama do Potencial Eólico no Brasil* (2003), no qual se encontram informações sobre velocidade média anual do vento e energia eólica média à altura de 50m acima da superfície, para cinco condições topográficas distintas (zona costeira, campo aberto, mata, morro e montanha).

A documentação divulgou dados de Feitosa (2003), onde o autor analisou as regiões em termos de potencial eólico, tendo classificado quatro classes de energia. A classe 1 foi considerada como possuindo baixo potencial eólico; a classe 4, como a de locais mais

apropriados para aproveitamento dos ventos no Brasil; e, por fim, as classes 2 e 3, que dependem de suas condições topográficas, podendo ou não ser consideradas favoráveis, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Velocidade média anual do vento a 50m de altura no Brasil



		Velocidade média do vento (m/s) 50 m acima do nível da superfície				
		Mata	Campo Aberto	Zona Costeira	Morro	Montanha
Classes de energia	4	> 6,0	> 7,0	> 8,0	> 9,0	> 11,0
	3	4,5 - 6,0	6,0 - 7,0	6,0 - 7,0	7,5 - 9,0	8,5 - 11,0
	2	3,0 - 4,5	4,5 - 6,0	4,5 - 6,0	6,0 - 7,5	7,0 - 8,5
	1	< 3,0	< 4,5	< 4,5	< 6,0	< 7,0

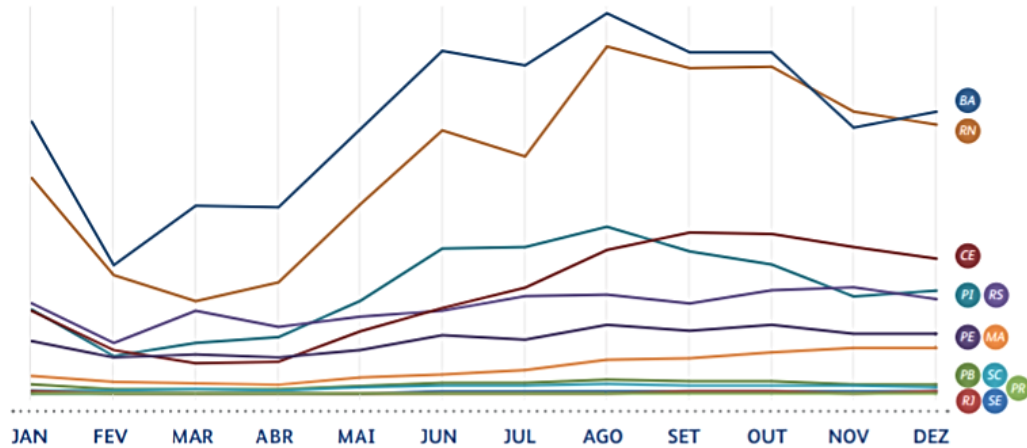
NOTAS:
 Mata indica áreas de vegetação nativa, com arbustos e árvores altas.
 Campo aberto refere-se a áreas planas de pastagens, plantações e/ou vegetação baixa, sem muitas árvores altas.
 Zonas costeiras são áreas de praia, normalmente com larga faixa de areia, onde o vento incide predominantemente no sentido mar-terra.
 Morros são áreas de relevo levemente ondulado, relativamente complexo e de pouca vegetação ou pasto.
 Montanhas representam áreas de relevo complexo com altas montanhas. O potencial eólico é dado para locais nos topos das montanhas em condições favoráveis para o fluxo de vento.

Fonte: Feitosa (2003).

Em relação ao potencial eólico no Brasil, a ABEEólica (2019) apresentou dados coletados no país no ano de 2019, onde a maior geração de energia eólica aconteceu no estado da Bahia, com 16,83TWh, seguido por Rio Grande do Norte (14,09TWh), e, em terceiro

lugar, Piauí (6,34 TWh). Conforme mostra a Figura 3, os estados do nordeste predominam entre os com maior geração de energia eólica em 2019.

Figura 3 – Geração por estado em 2019 (MW médio).



	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
RN	1.472,2	895,2	630,9	787,3	1.295,4	1.855,5	1.618,3	2.367,3	2.284,7	2.224,2	1.989,2	1.827,6
BA	1.848,5	972,1	1.278,3	1.314,9	1.798,3	2.408,1	2.236,1	2.592,9	2.398,7	2.319,6	1.877,5	1.925,2
PI	574,5	285,3	347,8	395,5	628,6	1.016,1	994,2	1.134,6	1.003,9	882,2	687,7	698,9
RS	611,0	386,0	561,1	471,6	519,5	580,4	658,3	669,0	633,5	701,5	744,4	644,0
CE	564,0	329,0	206,1	226,2	425,9	604,4	724,7	980,7	1.131,7	1.086,6	1.030,1	916,7
PE	357,8	278,1	268,7	257,6	299,2	405,3	362,4	462,2	441,2	462,0	414,6	407,4
MA	119,6	85,7	73,1	59,9	113,0	131,5	158,7	233,2	244,0	275,5	319,1	303,2
PB	59,9	38,9	33,5	34,8	50,0	76,9	70,3	93,9	85,6	82,5	67,0	63,0
SC	20,1	25,8	29,4	23,9	40,4	49,9	51,6	59,7	52,8	51,1	51,3	42,8
SE	7,4	7,9	5,2	4,1	2,7	8,2	9,9	9,0	9,0	10,5	9,3	9,8
RJ	13,5	5,6	3,6	4,2	3,5	3,1	5,1	6,9	10,2	11,9	6,8	8,7
PR	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3

Fonte: CCEE/ABEEólica, 2019.

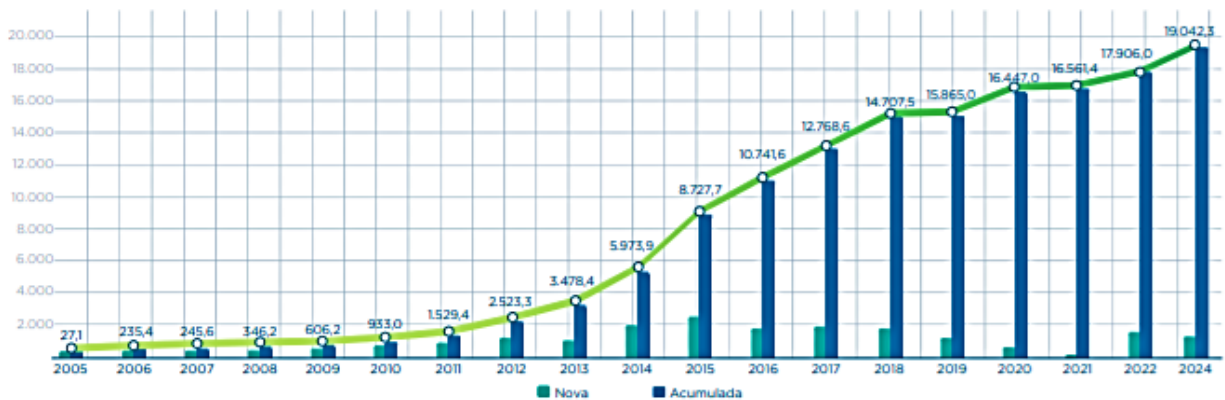
Amarante *et al.* (2001), Martins *et al.* (2008), Costa *et al.* (2013) e Schmidt *et al.* (2016) alegam ser o Brasil um país que possui condições favoráveis de relevo, hidrografia e clima tropical, proporcionando o aproveitamento de fontes renováveis de energia. Os benefícios da inserção da energia eólica para a segurança da matriz elétrica brasileira são importantes devido à sua complementaridade com o regime hídrico e manutenção do caráter limpo e renovável da matriz energética do país (Rampinelli e Rosa Júnior, 2012).

Segundo Pinto *et al.* (2017), a energia eólica é umas das fontes mais promissoras para a mitigação de problemas ambientais em nível nacional e global, por possuir um caráter

renovável e não lançar poluentes para a atmosfera durante sua operação. Amponsah *et al.* (2014), porém, ressaltam que a energia eólica, como qualquer outra atividade industrial, também pode causar impactos no ambiente que devem ser considerados e mitigados.

Até 2024, segundo a ABEEólica (2018), é esperado um crescimento da fonte eólica, alcançando mais de 19.000,0MW ao fim desse ano. A Figura 4 mostra as previsões para o crescimento até 2023.

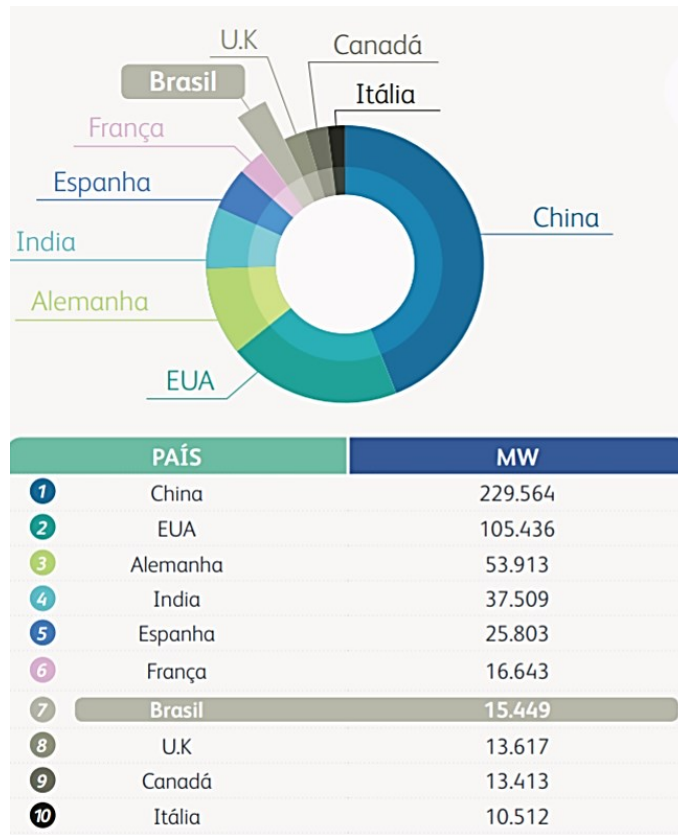
Figura 4 – Evolução da capacidade eólica instalada no Brasil.



Fonte: ABEEólica, 2018.

O Conselho Global de Energia Eólica (*Global Wind Energy Council-GWEC*) divulgou em seu Relatório Anual de 2019 que o Brasil possui um ritmo similar ao do resto do mundo, com 12.763MW de capacidade eólica acumulada. O país está em sétima posição, como mostra na Figura 5. Os líderes em implementação foram a China, Estados Unidos e Alemanha.

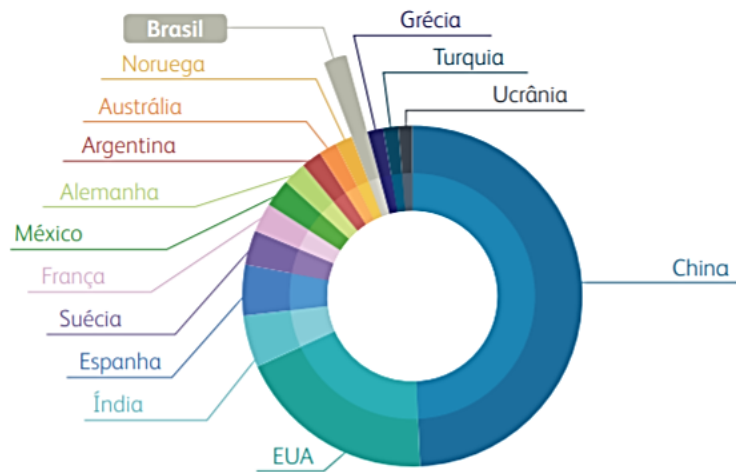
Figura 5 – Os 10 países com maior capacidade eólica acumulada em 2019.



Fonte: GWEC (2019).

A Figura 6 mostra os quinze países com maiores capacidades novas instaladas. O Brasil ficou na 12ª posição, e apesar de ter perdido sete posições em relação ao ano anterior, o país ainda permanece entre os países que mais instalam parques eólicos no mundo.

Figura 6 – Os 15 países com maior com capacidade eólica nova em 2019.



	PAÍS	MW
1	China	23.760,00
2	EUA	9.143,00
3	Índia	2.377,2
4	Espanha	2.319,0
5	Suécia	1.588,0
6	França	1.336,0
7	México	1.281,0
8	Alemanha	1.078,0
9	Argentina	931,2
10	Austrália	837,0
11	Noruega	780
12	Brasil	745
13	Grécia	727,7
14	Turquia	686
15	Ucrânia	637

Fonte: GWEC (2019).

Atualmente, existem no Brasil 620 parques eólicos em operação. Segundo a ABEEólica (2019), o país segue crescendo acima da média mundial, possuindo mais de 7 mil aerogeradores ativos em 12 estados. Mas, apesar de manter-se entre os maiores em produção de energia eólica, o país não possui regulamentações de ruído como, por exemplo, Estados Unidos, Alemanha e Canadá, que definem limites e critérios. (MORAES e VERGARA, 2019)

Em 2018, também foi divulgado no *site* oficial da Petrobrás, estar a empresa licenciando um projeto-piloto para geração eólica *offshore* (em alto-mar) no campo de Ubarana – localizado na plataforma continental do Rio Grande do Norte, na bacia Potiguar, cerca de 13km da costa do município de Guamaré. A empresa já iniciou o licenciamento

ambiental do projeto, a ser instalado até 2022, com apenas um aerogerador, a 1km de distância da Plataforma Ubarana 3 (PUB-3) e potência nominal de 5MW.

2.2 RUÍDO EM PARQUES EÓLICOS

O som que se torna desagradável ou indesejável ao indivíduo é denominado ruído; então, a diferença entre som e ruído depende de cada pessoa, sua formação sociocultural e estado emocional. Bistafa (2006) e Long (2006) consideram que o incômodo causado por um som pode ser um fator altamente pessoal e extremamente subjetivo. Avaliá-lo e quantificá-lo tem sido, pois, uma tarefa difícil no âmbito da pesquisa (Martins, 2017).

Conforme Bistafa (2006), apesar de o ruído ainda requerer definições mais precisas, sua avaliação vem indicando parâmetros físicos que mais influenciam na sensação subjetiva. São eles: conteúdo espectral e níveis sonoros associados; a complexidade do espectro e a existência de tons puros; duração; amplitude e frequência das flutuações de nível, e tempo de subida de tons impulsivos.

Por sua vez, o controle de ruído de aerogeradores está se tornando cada vez mais problemático à medida que as turbinas eólicas tornam-se maiores, emitem ruídos individualmente e aumentam os componentes de baixa frequência em seu espectro (Møller e Pedersen, 2011). De acordo com a ISO 9613-1 (1993), o som de baixa frequência é menos atenuado pela atmosfera do que um som de alta frequência. As turbinas eólicas maiores são escutadas de uma distância maior.

Laratro *et. al.* (2014) apontam uma quantidade significativa do público que possui um ponto de vista negativo em relação às emissões sonoras de aerogeradores em razão das “qualidades irritantes” sentidas. Para Persson Wayne e Öhrström (2002), tais qualidades aumentam em 40dB(A) o incômodo do ruído de turbinas eólicas acima do nível do ruído (Persson Wayne e Öhrström, 2002).

Consequentemente, o efeito será maior em uma área mais ampla, se o som de baixa frequência com tais qualidades citadas for comparado às fontes de ruído de alta frequência. A maioria das regulamentações internacionais determinou a minimização do problema do desconforto dessas qualidades. A EPA *South Australia*, (2009) e NSW DPI (2011), por

exemplo, estipulam o acréscimo de 5dB ao nível de ruído nos seus limites de emissão com a finalidade de atenuar o ruído em PE sobre as pessoas.

2.2.1 Fontes de ruído provocados por aerogeradores

Há dois tipos de ruídos produzidos por aerogeradores: ruído mecânico e aerodinâmico.

O primeiro origina-se dos componentes mecânicos e a resposta dinâmica entre eles, o atrito de rolamento e engrenagens – apesar de modelos mais recentes possuírem sistemas de amortecimento de vibrações e cargas a fim de minimizar o ruído e o desgaste prematuro das peças. Dentre os componentes mecânicos, a caixa de engrenagens é normalmente a principal responsável pela emissão de ruídos. (CTGÁS-ER, 2012)

Já o ruído aerodinâmico surge do movimento e turbulência gerados nas pás em operação. Neste caso, quanto maior o diâmetro das pás, mais evidente é o ruído, dada que a velocidade é sempre maior nas extremidades da pá do que no centro do rotor (cubo). (MAIA, 2012).

Muitos fenômenos de fluxo complexos acontecem em diferentes faixas de frequência (TONIN, 2012), sendo os sons originados da aerodinâmica seus maiores responsáveis.

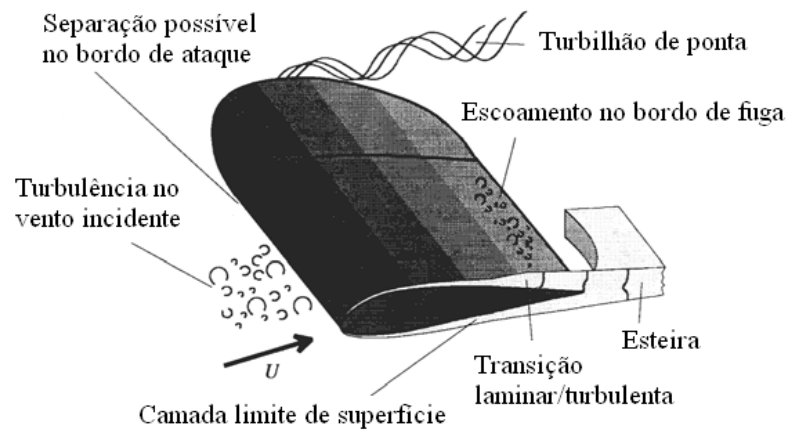
Segundo Wagner *et al.* (1996), os ruídos aerodinâmicos podem ser divididos em três categorias. A primeira é chamada de som de baixa frequência, produzido pela alta rotação da pá, ou quando a pá encontra variações no escoamento de ar provenientes da passagem em volta da torre (principalmente para rotores sotavento – *downwind*). A segunda categoria é o som proveniente da turbulência incidente, originado pela interação entre as pás e a turbulência atmosférica.

Por fim, o ruído próprio do aerofólio (ou de forma do perfil), onde os ruídos gerados no bordo de fuga e na ponta da pá são causados pela interação da camada limite com a superfície da pá, pelo descolamento do fluxo devido ao fenômeno de estol e proveniente das imperfeições na superfície da pá.

Tais fontes de ruídos podem estar localizadas tanto no bordo de ataque da pá quanto no bordo de fuga (OELERMANS, 2011). Esse tipo de ruído é o principal grupo de ruídos

aerodinâmicos. A Figura 7 mostra o esquema de escoamento de ar em torno de uma pá de um aerogerador.

Figura 7 – Esquema do escoamento de ar em torno de uma pá de aerogerador.



Fonte: Wagner, 1996.

Para a mitigação do ruído emitido por aerogeradores através das pás, Rogers *et al.* (2006) descrevem alternativas relacionadas à redução da velocidade da ponta da pá, e explicam que, a partir da diminuição da velocidade rotacional ou pela substituição por pás menores, outras estratégias são relacionadas ao bordo de fuga, podendo utilizar ângulos de ataque menores e velocidade de rotação variável.

2.3 EFEITOS DO RUÍDO DE PARQUES EÓLICOS NAS PESSOAS

O ruído de parques eólicos (RPE) incomoda as pessoas individualmente ao interferir na concentração, na conversação, no lazer, no sono e nas demais atividades do cotidiano (BISTAFA, 2006, p.110). Conforme García, Suárez e Díaz (2012) o principal efeito do ruído de turbinas eólicas sobre as pessoas durante o dia é o aborrecimento; durante a noite, a

alteração do sono. O ruído possui características negativas: desconforto e efeitos nocivos sobre a saúde.

2.3.1 Desconfortos

Em relação ao desconforto, Bowdler (2011) apresentou fatores que indicam o impacto do ruído de turbinas, quais características acabam por se tornar incômodas e o porquê se tornam desconfortáveis. O fator que determina o impacto do ruído pode ser resumido em nível de pressão sonora em (dB), especialmente em comparação com o ruído já existente. Esse fator engloba a intensidade e uma sonoridade particular em relação ao ruído de fundo antes do desenvolvimento do parque eólico em termos de desconforto, e como esse afeta a aproximação do parque às habitações.

Em relação à caracterização do ruído – sem considerar tonalidade e outras características, que em grande parte podem ser mitigadas – temos a modulação da amplitude (AM) como ponto principal de ruído de turbinas que não pode ser mitigado por inteiro. García, Suárez e Díaz (2012) afirmam que o ruído de modulação da amplitude é mais irritante do que o ruído sem nenhum tipo de modulação, tornando-se impossível não notá-lo.

Existem dois tipos de ruído de AM. Um denomina-se ruído de *swish* ou de silbido. Conforme Oerlemans e Schepers (2009), todas as turbinas grandes e modernas mostram o AM estando o observador próximo delas ou mesmo em distâncias maiores, em direções específicas (efeito de diretividade e amplificação do ruído de *Doppler*). Assim, estar-se a favor do vento faz com que ele reduza-se bastante, com a distância sendo naturalmente determinante; entretanto, quando o vento é cruzado, o ruído pode projetar-se em distâncias maiores. Outro tipo de AM é o ruído *trump*, presente entre 125 a 250Hz. Esse tipo de ruído, porém, ainda está sendo estudado mais profundamente, e tudo sugere que possui o tempo de subida mais rápido que o da silbido, mas não se pode afirmar com certeza. García *et al.* (2012) informam que o ruído de silbido é mais desconfortável, de acordo com estudos em que pessoas o descrevem subjetivamente, considerando esse um ruído mais inconveniente comparado ao do *trump*.

O estudo de Palmer (2011) confirma a presença de sons de baixa frequência em casas próximas de parques eólicos. Foram utilizadas medições e análises espectrais de casas próximas e distantes de parques eólicos, e feita a comparação do som ponderado em A com o não ponderado para o cálculo do L_{eq} em oitavas de 16Hz a 8000Hz. Como conclusão do estudo, resultou que, em casas próximas, as turbinas eólicas apresentaram níveis de som em todas as bandas de oitavas abaixo de 1.000Hz. E também as casas possuem 15dB e 20dB a mais, se comparado a casas à distância de 5.000 metros de turbinas eólicas em condições ambientais similares.

Por fim, no tocante à percepção do ouvinte em relação ao ruído, o estudo de Masullo *et al.* (2011) abordou a influência da visão na avaliação do incômodo do ruído proveniente de parques eólicos. Utilizaram-se vários testes com estímulos distintos a fim de entender a percepção auditiva e como a visão pode modificar o juízo das pessoas em relação aos parques eólicos. E concluiu-se, em relação ao desconforto do ruído: a combinação de velocidade das hélices dos aerogeradores com diferentes estímulos de som, assim como a forma das hélices dos aerogeradores, possui papel significativo. Por outro lado, quantidade e cor das hélices não foram incômodas às pessoas.

2.3.2 Efeitos sobre a saúde

No mundo, pesquisadores estão procurando experimentar diversas formas de avaliação de desconforto causado nas pessoas pelo ruído de aerogeradores; dentre elas, questionários, recursos audiovisuais e entrevistas. No Brasil, há grande incentivo governamental para implementação e geração de energias alternativas. Através da Lei Nº 10.438/2002, criada pelo Proinfra, é crescente, ano após ano, o número de artigos sobre parques eólicos (ruídos, potencial energético, medições), porém, há pouca referência ainda, no país, para esse tipo de estudo.

Van den Berg (2011) apresentou em seu trabalho uma visão dos efeitos do ruído de turbinas eólicas sobre a saúde das pessoas, e aponta seus efeitos. Desconforto e transtornos no sono são os mais comuns relatados, já que podem ocorrer em níveis de sons mais reduzidos. Efeitos sobre a pressão arterial, aprendizagem e rendimento, estresse e fatores psicológicos

também. São necessários mais estudos sobre essa área, para quantificação de uma relação entre os efeitos apresentados e o ruído.

Artigos relacionados a tais efeitos foram igualmente publicados na última década. Abbasi *et al.* (2016) utilizaram questionários e *softwares* para gerar dados estatísticos, e concluíram que as exposições a ruído estão correlacionadas a todas as subescalas de saúde.

Botelho *et al.* (2017), ao aplicar questionários em Portugal, averiguaram que a exposição ao som da turbina eólica prejudica o bem-estar dos indivíduos, a ponto de influir fortemente na decisão de gastar ou considerar gastos na adaptação de suas casas.

Diversos artigos relatam o desconforto do ruído em pessoas que moram próximo a parques eólicos, em áreas com edificações nas proximidades. Ruotolo *et al.* (2012), Mroczek *et al.* (2015), Abbasi *et al.* (2016), e Botelho *et al.* (2017) contam sobre efeitos na qualidade do sono, perda de concentração e queixas sobre afetar atividades de lazer. Mas, devido ao fato de a maioria dos estudos serem baseados em relatórios subjetivos, ainda persistem dificuldades para avaliação dos efeitos nas pessoas.

Recentemente, a WHO divulgou para a Europa orientações relativas a ruído ambiental, onde são fornecidos dados que evidenciam ser esse um dos principais riscos ambientais para a saúde física e mental e para o bem-estar no continente. Lançado oficialmente em outubro de 2018, o documento indica os níveis de ruído que geram impactos significativos na saúde das pessoas, e recomenda ações para reduzir a exposição ao ruído.

2.4 MÉTRICAS DE RUÍDO

Segundo Bistafa (2006), a reação das pessoas ao ruído depende de fatores como a audibilidade, tonalidade, características espectrais, hora de ocorrência, duração etc. No livro *Acústica aplicada ao Controle do Ruído e Ruído: Fundamentos e Controle*, Bistafa (2006, p.101) e Gerges (1992, p.53) sustentam que, para desenvolver métodos de avaliação de ruído, deve-se levar em consideração fatores físicos e comportamentais mais significativos para situações específicas, e explicam as várias escalas e critérios que foram desenvolvidos para quantificar e garantir o conforto acústico e o estado do sistema auditivo.

Os critérios, métodos e escalas de aceitabilidade serão mencionados nesta dissertação e tornarão a avaliação do ruído subjetiva. De acordo com Bistafa (2006), no ruído são permitidas classificações, comparações e medidas mitigadoras, formando também a base de normas e legislações aplicáveis.

2.4.1 Definição, descrição e aplicação

Uma das mais importantes ferramentas de interação social entre os homens é o som, e para medi-lo utiliza-se a unidade decibel, simbolizada por dB, e o dB(A) para a audibilidade humana, já que o ouvido humano não é sensível a todos os níveis de frequência.

Medições na curva “A” baseiam-se na atenuação similar do ouvido humano. Segundo Bistafa (2006), em baixas frequências a curva de ponderação “A” atenua de forma significativa, atenuação que diminui à medida que se aproxima da frequência de 1.000Hz, na qual a atenuação da curva “A” é zero. De 1.000Hz a 5.000Hz, a curva “A” amplifica, e volta a atenuar a partir de 5.000Hz. Esse circuito aproxima-se da resposta ao ouvido humano.

Os níveis sonoros ponderados, sejam totais ou em banda de frequência, são o básico para a avaliação do grau de perturbação causados por ruídos estacionários. O ruído pode comprometer o sistema auditivo, tendo como fatores determinantes o tempo de exposição ao ruído e o nível de ruído ao qual o homem está exposto (MORAES *et al.*, 2003).

Ruído ambiente tem como definição uma superposição de ruídos, geralmente de naturezas diferentes e distintas origens, próximas ou remotas, mas nenhuma delas possui foco de interesse ou consideração específica. Quando possui, é considerado ruído de fundo.

O Nível Sonoro Equivalente (L_{Aeq}) é o nível sonoro médio integrado durante uma faixa de tempo especificada. Seu cálculo é baseado na energia de ruído (ou pressão sonora quadrática), definida pela Equação (1):

$$L_{eq} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right) [\text{dB}] \quad (1)$$

Nela, $L_p(t)$ é Nível de pressão sonora no instante t ; $p(t)$ é pressão sonora no instante; T é intervalo de tempo de registro.

O L_{eq} é uma grandeza utilizada por diversas normas e legislações relativas a legislações de ruído (BISTAFA, 2006) normativas, como a da Austrália (AS 2009, QLD 2016, NSW 2011 e WA 2004), e da Nova Zelândia (VIC NSZ 6808:2010), por exemplo.

Embora seja bem aceita para a avaliação de ruídos não estacionários, para Bistafa (2006) tal medida é questionável para a avaliação da perturbação causada por ruídos impulsivos de curta duração, porque a energia contida nesse tipo de ruído “dilui-se” nas partes “silenciosas”. Quando o $L_p(t)$ é o Nível de Pressão Sonora (NPS) ponderado em A, então o L_{eq} será em dB(A), denominado L_{Aeq} .

A EPA (*Environmental Protection Agency*, USA) desenvolveu o NPS equivalente dia-noite ou LDN. Essa grandeza permite avaliar, em comunidades, os ruídos provenientes de todas as fontes. A medição é similar ao L_{eq} para um período de vinte e quatro horas, mas durante o horário noturno há a penalização de 10dB.

Tal penalidade é justificada na NBR 10.152 (2017), por ser considerado de repouso para maior parte da população, sendo, portanto, sentido como mais perturbador durante ele do que no diurno.

O LDN utilizado para o ruído na comunidade pode ser calculado a partir do L_{eq} resultante a cada hora do dia.

$$Ldn = 10 \log \left[\frac{1}{24} \sum_{i=1}^{15} 10^{\frac{Leqi}{10}} + \sum_{j=1}^9 10^{\frac{Leqj+10}{10}} \right] [\text{dBA}] \quad (2)$$

Onde o $Leqi$ é o NPS equivalente da i -ésima hora do espaço diurno (7h às 22h), o $Leqj$ é NPS equivalente da j -ésima hora do noturno (22h as 7h). Simplificando, o cálculo do LDN pode ser representado como:

$$Ldn = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(15 * 10^{\frac{Ld}{10}} + 9 * 10^{\frac{(Ln+10)}{10}} \right) \right] [\text{dBA}] \quad (3)$$

Onde o L_d é o NPS equivalente do período diurno e o L_n é NPS equivalente do noturno. Sendo:

$$Ld = 10 \log \left[\frac{1}{15} \sum_{i=1}^{15} 10^{\frac{Leqi}{10}} \right] [\text{dBA}] \quad (4)$$

$$ln = 10 \log \left[\frac{1}{9} \sum_{j=1}^9 10^{\frac{Leqj}{10}} \right] [\text{dBA}] \quad (5)$$

Para mapeamento de ruído, a Diretiva de Ruído Ambiental (END, Europa) na *Directive 2002/49/EC* recomenda dois indicadores: o L_{den} e L_n .

$$Ldn = 10 \log \left[\frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{Ld}{10}} + 4 * 10^{\frac{(+5)}{10}} + 8 * 10^{\frac{(ln+10)}{10}} \right) \right] [\text{dBA}] \quad (6)$$

Onde L_d é o NPS equivalente ponderado em A do espaço diurno (7h às 19h, durante um ano); L_e é o NPS equivalente ponderado em A do período vespertino (19h às 23h, durante um ano); L_n é o NPS equivalente ponderado em A do intervalo noturno (23h às 7h, durante um ano). Sendo:

$$Ld = 10 \log \left[\frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} 10^{\frac{Leqi}{10}} \right] [\text{dBA}] \quad (7)$$

$$10 \log \left[\frac{1}{4} \sum_{j=1}^4 10^{\frac{Leqj}{10}} \right] [\text{dBA}] \quad (8)$$

$$ln = 10 \log \left[\frac{1}{8} \sum_{k=1}^8 10^{\frac{Leqk}{10}} \right] [\text{dBA}] \quad (9)$$

Conforme Bistafa (2006), os níveis estatísticos ou níveis de excedência são níveis sonoros em que é calculada a porcentagem de tempo de determinado nível sonoro excedido durante o período de medição.

Bowdler e Leventhall (2011), e na Etsu-R-97 (2013), explicam ser esse um critério mais usual e significativo obtido pelo histograma. O histograma é uma forma de apresentar estatisticamente os níveis sonoros que ocorreram em um certo intervalo de tempo. Os níveis estatísticos mais utilizados são: L_{90} , L_{50} , L_{10} .

O L_{90} é uma medida de nível residual, onde o nível sonoro foi excedido 90% durante o tempo de medição. Tal grandeza mede a condição mais característica do ruído mensurado.

O L_{50} é uma medida de nível de ruído mediano. Pode não ser necessariamente igual ao do ruído médio, onde, durante a medição, seu nível sonoro excedeu 50% do tempo de medição.

O L_{10} é uma medida de níveis de ruído de pico, chamado ruído intrusivo. Durante a medição, o seu nível sonoro foi excedido 10% do tempo; nessa grandeza encontram-se níveis de pico mais significativos. Ele é adotado pela Administração Federal de Rodovias dos Estados Unidos (FHWA – *Federal Highway Administration*) como grandeza para avaliar o ruído em loteamentos destinados a residências, sendo também determinado como nível-critério para a construção de estradas – ou seja, nível máximo recomendado para a grandeza L_{10} , com vistas à aprovação da construção.

O indicador de variabilidade do ruído durante o período de medição é a diferença entre $L_{10} - L_{90}$.

Por fim, a grandeza $L_{A90,10min}$, considerada o nível de ruído excedido em 90% do tempo em um intervalo de 10 minutos da medição que, comparado ao $L_{Aeq,T}$, possui de 1,5 a 2,5dB a menos. É utilizada em medições no Reino Unido (Etsu-R-97, 2013) e na Nova Zelândia (NZS 6808, 2010),

2.5 NORMAS DE RUÍDO AMBIENTAL

Em seu livro, Bistafa (2006) explica que as pessoas reagem diferentemente ao mesmo tipo de ruído, seja ele de baixa ou alta frequência; sendo audível, estudos apontam que pelo menos uma pessoa terá queixas a tal respeito, por algum motivo.

Cada país propõe métodos de quantificação e avaliação do impacto do ruído na população. As metodologias de medição visam adequar as características complexas da audição e da psicologia humana em relação ao ruído de aerogeradores.

Normativas internacionais de energia eólica impostas atualmente contêm definições de requisitos de segurança, técnicas de medição e procedimentos de teste de equipamentos com base nas normas elaboradas pela IEC (*International Electrotechnical Commission*).

O comitê da IEC é formado por 25 países, possuindo 13 países observadores; o Brasil é um deles, representado pelo Cobei (Comitê Brasileiro de Eletricidade, Eletrônica, Iluminação e Telecomunicações), por intermédio de acordo com a ABNT.

2.5.1 IEC 61400-11

A norma IEC 61400-11 Sistemas de Aerogeradores – Parte 11: Técnica de Medição de Ruído Acústico é aceita internacionalmente como padrão a ser seguido, definindo:

- A qualidade, o tipo e a calibração dos instrumentos de medição utilizados para medição da velocidade do som e do vento;
- Locais e tipos de medições que devem ser realizadas;
- Como reduzir os dados na medição e elaborar relatórios.

Para determinar o nível de potência sonora da turbina eólica e existência de qualquer frequência específica de som dominante, essa norma requisita medições de banda larga de som, níveis de som em terços de oitava e tonalidade. Em relação a medições, é orientado medir a velocidade do vento à altura de 10 metros a 6, 7, 8, 9 e 10m/s. Quanto à diretividade do ruído, o infrassom (<20 Hz), o ruído de baixa frequência (entre 20 Hz e 100 Hz) e a impulsividade são opcionais.

O NPS de aerogeradores é em função da potência elétrica nominal. As emissões de som de turbinas eólicas aumentam geralmente com o tamanho da turbina. (GARCÍA, SUÁREZ E DÍAZ, 2012). Søndergaard (2011) avaliou a norma e considera que houve melhorias de forma significativa, em particular, na seção de análise e tratamento de dados, resultando em uma regulamentação mais ampla e complexa.

Tal norma já foi atualizada para sua terceira edição em 2012. Em 2019 houve atualizações e esclarecimentos de referências, extensão de classes de aerogeradores e revisão das especificações de fatores de segurança da Emenda 1. Segundo a IEC, porém, não é necessário solicitar alterações adicionais para essa norma. Esse documento não estabelece níveis aceitáveis de ruído na comunidade.

2.5.2 Normas ANSI S12.9-4 (2005), ISO 1996, BS7445-3 (1991), AS (1997), ASTM E1686-10

A ANSI S12.9-4 de 2005 não especifica níveis ponderados máximos permitidos admissíveis em ponderação A. Essa norma, porém, considera que nível máximo permitido especificado nos regulamentos deve ter a redução de 5dB, caso o ruído for impulsivo, e adiciona 5dB, caso o ruído possua tons identificáveis. É considerado que o som mantém-se em baixa frequência, se o nível de C exceder o nível de ponderação A em 10dB.

Dessa forma, para mitigar o incômodo, os níveis de banda de oitava de 16Hz, 31,5Hz e 63Hz devem ser menores de 65dB. A norma também contém ajustes para níveis sonoros que aumentam rapidamente a uma taxa maior que 15dB.

A norma ISO 1996 atualizada em 2007 não recomenda nenhum nível máximo de ruído, apesar de a anterior, de 1971, ter recomendado níveis máximos, como mostra na Tabela 1.

Tabela 1 – Recomendações para limites de ruído na comunidade de acordo com a ISO 1996 de 1971.

Tpo de distrito	DIA	TARDE	NOITE
	7h às 17h (dBA)	17h às 23h (dBA)	23h às 7h (dBA)
Rural	35	30	25
Suburbana	40	35	30
Urbana residencial	45	40	35
Urbana mista	50	45	40

Fonte: ISO 1996 – 1971, adaptado pela autora.

Outras regulamentações ambientais de ruído como a BS75445-3/1991, AS1055.2/1997 e ASTM E1686-10/2010 não recomendam limites de ruído aceitáveis, e apenas oferecem orientações vagas.

2.5.3 NZS 6808

A NZS6808/2010 é a norma mais recente de ruído ambiental que propõe níveis de ruído na comunidade, e também descreve métodos adequados para medição e previsão de

parques eólicos. O critério aceitável de ruído é de 40dB(A) (L_{A90}), e o nível permitido recomendado é de 35dB(A), onde o ruído de fundo existente é menor, especialmente durante a noite, e a diferença média da predição entre os níveis de ruído no ambiente do L_{A90} excede 8dBA.

Essa norma também permite o ajuste de ruídos que possuam características especiais, como tonalidade e impulsividade, sendo que o ajuste máximo permitido é a adição de 6dBA para o nível de ruído medido. A regulamentação especifica dois métodos para cálculo de ruído em comunidades, sendo um baseado na ISO 9613-2 e uma versão simplificada baseada na mesma ISO de 1996.

Há orientação que mostra a medição de níveis de ruído em função da velocidade do vento antes da construção do parque eólico, e medidas e avaliação de conformidade após a construção. A norma sugere medir os níveis de ruído com e sem as turbinas operando, para obtenção da contribuição relacionada às turbinas. Não é necessário, porém, desligá-las caso as turbinas não contribuam consideravelmente para os níveis de ruído nos locais de medição.

2.5.4 AS 4959

A normativa AS4959 de 2010 sugere escolhas de modelos analíticos que possuem a finalidade de estimar níveis de ruído utilizando níveis de potência sonora como critério. Nela, mostra como medir o $L_{A90,10min}$ de níveis de ruído de fundo, e como calcular a média em função da velocidade do vento na altura do *hub* da turbina eólica por análise de regressão.

Em relação à conformidade, a norma sugere testes em que o $L_{A90, 10min}$ seja medido quando o parque eólico esteja em operação, representando um panorama somado ao $L_{A90, 10min}$ na medição. Assim, a diretriz considera uma aproximação no nível do L_{Aeq} produzido pelo vento no parque eólico; dessa forma, pode ser usado como uma medida para comparar com critérios do L_{Aeq} .

A argumentação é que para o ruído de parques eólicos, na ausência de ruído de fundo, o $L_{A90,10min}$ medido é menor que o $L_{Aeq, 10min}$, com medições entre 1,5 e 2,5dB (A), sendo esse o valor pelo qual o ruído de fundo pode aumentar o $L_{A90, 10min}$ medido.

Hansen, Doolan e Hansen (2017) consideram a justificativa uma suposição razoavelmente precisa em algumas situações, porém não pode ser aplicada em todas as

situações, em especial durante a noite, quando os níveis de ruído no ambiente rural são mais baixos do que o implícito pela equivalência explicada acima. Nesse contexto, os níveis de L_{Aeq} seriam desconsiderados em 1,5 a 2dBA, ou possivelmente mais.

Um método alternativo de conformidade é também sugerido nessa norma, envolvendo o $L_{Aeq, 10min}$ com medições nas turbinas em operação e desligadas – subtraindo o $L_{Aeq, 10min}$ sem a operação com o $L_{Aeq, 10min}$ com operação. A normativa AS4959/2010 não sugere nenhum nível de ruído na comunidade aceitável.

2.6 CRITÉRIOS

Grande parte das regulamentações e portarias governamentais são baseadas em diretrizes disponíveis atualmente onde foram elaboradas. Na maioria dos países, as regulamentações de ruído definem limites, e esses variam de país a país; em um mesmo país, os critérios podem variar de acordo com as condições dos planejamento locais. Geralmente, os critérios sugeridos são distintos para o dia e para a noite, e podem variar de acordo com o entorno em que o parque eólico é inserido.

Hansen, Doolan e Hansen (2017) afirmam que cada país deve ser cauteloso, que seu governo deve confiar em seus próprios regulamentos para especificar níveis de ruído e quaisquer penalidades para compensação do caráter irritante do ruído. As diretrizes a seguir são as que obtiveram acesso a informações públicas.

2.6.1 Diretrizes Internacionais

Na Europa, assim como na Austrália, existem normativas (ISO 9613-2) que determinam critérios e parâmetros de ruído em parques eólicos. Zagubien, Ingielewicz (2017) compararam resultados de valores reais medidos de pressão sonora em um parque eólico na Polônia, e compararam com a norma ISO 9613-2. Os autores sentiram dificuldade em realizar as medições em um tempo considerado bom para medições, porém as medições feitas na Europa atenderam a regulamentação.

Como já citado, em outubro de 2018 foi divulgada orientação de ruído ambiental da WHO para a região, comparada às orientações anteriores da própria WHO sobre ruído. A recente versão contém a inclusão de ruído de aerogeradores, além de uma abordagem padronizada para avaliar as evidências; contém, ainda, uma revisão sistemática de evidências, definindo a relação entre a exposição de ruído, indicando riscos à saúde. No documento são, também, sugeridos indicadores de exposição ao ruído de médio a longo prazo, prevendo da melhor maneira os resultados adversos à saúde.

As recomendações existentes na documentação em relação ao ruído de aerogeradores são de exposição média ao ruído abaixo de 45dB para o L_{den} ; efeitos adversos à saúde já são associados a níveis acima desse valor. Em relação ao L_{dn} , não há nenhuma recomendação à exposição noturna ao ruído de turbinas eólicas, observado como baixo para permitir uma recomendação.

Voltada aos tomadores de decisão e especialistas técnicos, as diretrizes visam apoiar a legislação e a formulação de políticas a níveis local, nacional e internacional. Apesar de as orientações concentrarem-se na Europa e focar critérios orientados pela Diretiva de Ruído Ambiental da União Europeia, elas podem ter relevância global, pois as evidências que sustentam as diretrizes foram baseadas em pesquisas na América, Ásia e Austrália.

No artigo de Toledo e Fraga (2016), os autores descrevem que no México coube ao governo definir parâmetros gerais da política eólica, deixando para as autoridades locais definirem procedimentos de inserção de parques eólicos em suas regiões – prática comum em muitos países. Os autores, porém, criticam isso, já que haviam comentado anteriormente em seu artigo que a NORMA 151, de 2006, que possui a finalidade de avaliar os impactos ambientais dos parques eólicos, criada pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Naturais no México, fora revogada em 2012, deixando as empresas livres na escolha de normas e instrumentos que fossem pertinentes para avaliar o impacto dos parques eólicos nos ecossistemas.

Para Laratro, Arjomandi, Kelso, Cazzolato (2014), nas regulamentações EPA South Australia de (2009) e NSW Departamento f Planning & Infrastructure (2011), é adicionado 5dB para compensação do desconforto causado pelo ruído de aerogeradores na Austrália. Davy, Burgemeister e Hillman (2018) reuniram em seu artigo os limites de som das turbinas eólicas nos estados australianos e de outros países. Nele, concluíram que é utilizado o L_{den} ,

critério selecionado para determinar a limitação da emissão de ruído de aerogeradores para residências.

Na tabela a seguir, os autores reuniram dados atuais de outros países e compararam com os limites de som de turbinas eólicas da Austrália. Davy, Burgemeister e Hillman (2018) afirmam que, em geral, o país está dentro da faixa de valores utilizados como limites comparados ao exterior.

Tabela 2 – Limites de som de aerogeradores.

Normas	Unidade de medição	Delimitação	Período	LA90 (10min)	Limites
Etsu-R-97 (Inglaterra)	LA90 (10min)	Nenhum envolvimento financeiro	Dia	≤ 30 a 35dB	35 a 40 dB
Etsu-R-97 (Inglaterra)	LA90 (10min)	Nenhum envolvimento financeiro	Dia	> 30 a 35 dB	BKGND+5 dB
Etsu-R-97 (Inglaterra)	LA90 (10min)	Nenhum envolvimento financeiro	Noite	≤ 38dB	43dB
Etsu-R-97 (Inglaterra)	LA90 (10min)	Nenhum envolvimento financeiro	Noite	> 38dB	BKGND+5dB
Etsu-R-97 (Inglaterra)	LA90 (10min)	Possui envolvimento financeiro	Nenhum	≤ 40 dB	45 dB
Etsu-R-97 (Inglaterra)	LA90 (10min)	Possui envolvimento financeiro	Nenhum	> 40dB	BKGND+5dB
VIC NZS 6808:1998	LA95 (10min)	Nenhum	Nenhum	≤ 35dB (LA95)	40dB
VIC NZS 6808:1998	LA95 (10min)	Nenhum	Nenhum	> 35dB(LA95)	BKGND+5dB
SA EPA 2003	LAeq (10min) Predição LA90 (10min) Medição	Nenhum	Nenhum	≤ 30dB	35dB
SA EPA 2003	LAeq (10min) Predição LA90	Nenhum	Nenhum	> 30 dB	BKGND+5 dB

	(10min) Medição				
WA 2004	LAeq (10min)	Nenhum	Nenhum	≤	35dB
				30dB	
WA 2004	LAeq (10min)	Nenhum	Nenhum	>	BKGND+5dB
				30dB	
SA EPA 2009	LAeq (10min) Predição LA90	Padrões	Nenhum	≤	40dB
	(10min) Medição				
SA EPA 2009	LAeq (10min) Predição LA90	Padrões	Nenhum	>	BKGND+5dB
	(10min) Medição				
SA EPA 2009	LAeq (10min) Predição LA90	Área rural	Nenhum	≤	35dB
	(10min) Medição				
SA EPA 2009	LAeq (10min) Predição LA90	Área rural	Nenhum	>	BKGND+5dB
	(10min) Medição				
VIC NZS 6808:2010	LA90 (10min)	Padrões	Nenhum	≤	40dB
				35dB	
VIC NZS 6808:2010	LA90 (10min)	Padrões	Nenhum	>	BKGND+5dB
				35dB	
VIC NZS 6808:2010	LA90 (10min)	Amenidade	Dia	≤	40dB
				35dB	
VIC NZS 6808:2010	LA90 (10min)	Amenidade	Dia	>	BKGND+5dB
				35dB	
VIC NZS 6808:2010	LA90 (10min)	Amenidade	Tarde ou Noite (menos de 6m/s)	≤	35dB
				30dB	
VIC NZS 6808:2010	LA90 (10min)	Amenidade	Tarde ou Noite (menos de 6m/s)	>	BKGND+5dB
				30dB	
NSW Draft 2011	LAeq (10min) LA90 (10min) + 1.5dB	Nenhum	Dia	≤	35dB
				30dB	
NSW Draft 2011	LAeq (10min) LA90 (10min) + 1.5dB	Nenhum	Dia	>	BK GND+5 dB
				30dB	
NSW Draft 2011	LAeq (10min) LA90	Nenhum	Noite	≤	35dB

	(10min) + 1.5dB			30dB	
NSW Draft 2011	LAeq (10min) LA90 (10min) + 1.5dB	Nenhum	Noite	> 30dB	BKGND+5dB
QLD 2016	LAeq (10min) Predição	Lote sem edificação	Manhã ou Tarde	≤ 32dB	37dB
QLD 2016	LAeq (10min) Predição	Lote sem edificação	Manhã ou Tarde	> 32dB	BKGND+5dB
QLD 2016	LAeq (10min) Predição	Lote sem edificação	Noite	≤ 30dB	35dB
QLD 2016	LAeq (10min) Predição	Lote sem edificação	Noite	> 30dB	BKGND+5dB
QLD 2016	LAeq (10min) Predição	Lote com edificação	Nenhum	≤ 40dB	45dB
QLD 2016	LAeq (10min) Predição	Lote com edificação	Nenhum	> 40dB	BKGND+5 dB
Demark	LAeq (10min), 8m/S @10m	Padrões	Nenhum	Nenhum	44dB
Demark	LAeq (10min), 6m/S @10m	Padrões	Nenhum	Nenhum	42dB
Demark	LAeq (10min), 8m/S @10m	Sensibilidade ao ruído	Nenhum	Nenhum	39dB
Demark	LAeq (10min), 6m/S @10m	Sensibilidade ao ruído	Nenhum	Nenhum	37dB
Canadá, Ontario	LAeq (1h)	Urbano	Nenhum	≤38dB RefBG	45dB
Canadá, Ontario	LAeq (1h)	Urbano	Nenhum	>38dB RefBG	RefBG+7 dB
Canadá, Ontario	LAeq (1h)	Rural	Nenhum	≤33dB RefBG	40dB
Canadá, Ontario	LAeq (1h)	Rural	Nenhum	>33dB RefBG	RefBG+7 dB
Suécia	LAeq (10min), 8m/S @10m	Padrões	Nenhum	Nenhum	40dB
Suécia	LAeq (10min), 8m/S @10m	Silencioso	Nenhum	Nenhum	35dB
Países Baixos	LAden	Nenhum	Nenhum	Nenhum	47dB
Países Baixos	LAeq	Nenhum	Noite	Nenhum	41dB

Fonte: Davy, Burgemeister e Hillman (2018), adaptada pela autora.

Por fim, Davy, Burgemeister e Hillman (2018) consideram que tais limites devem ser decididos pelos governos estaduais ou municipais. Deve-se equilibrar a necessidade de reduzir o incômodo e fornecer uma comodidade razoável para a comunidade local.

2.6.2 Legislações Brasileiras

No Brasil, a Resolução nº 001 de 09/03/1990 do Conama determina padrões para emissão de ruídos. De nível federal, limita a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas no interesse da saúde e do sossego público. As normativas emitidas em data posterior a essa resolução devem seguir conjuntamente.

A norma NBR 10.152, atualizada em 2019, possui três procedimentos de medição; a NBR 10.151 foi atualizada em 2017. Mas, apesar da atualização (e como dito anteriormente), no Brasil há ausência de métodos e critérios específicos para efeitos do ruído de aerogeradores em parques eólicos em comunidades.

Como se pode notar, em cada país onde são definidos limites de emissão de ruído de turbinas eólicas, são especificados critérios que diferem entre tipo de uso do solo, descritor utilizado, período do dia, velocidade do vento, distanciamentos da fonte etc. Dessa forma, no próximo capítulo será abordada a metodologia de obtenção de dados de tais critérios, que, posteriormente, serão analisados e discutidos.

3 METODOLOGIA

Na dissertação será utilizada a ferramenta computacional Atlas.TI como aplicação de metodologia sistemática integrativa de pesquisa científica.

A ferramenta da metodologia de pesquisa será usada para selecionar e hierarquizar os documentos (artigos, periódicos, teses, dissertações, normas, relatórios, resoluções legislativas etc.) que serão analisados e discutidos para propor critérios de ruído, e as diretrizes de regulamentação que estabelecem condições de conforto acústico à população afetada pelo ruído de aerogeradores em parques eólicos brasileiros.

3.1 REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA

Revisão sistemática considerada para Botelho *et al.* (2011 *apud* Perissé, Gomes e Nogueira, 2001, p.133) e Greenhalgh (1997) é definida como um tipo de estudo onde se aplicam estratégias científicas que permitem uma limitação do viés de seleção de artigos, elaborando uma avaliação crítica e sintética de todos os estudos relevantes escolhidos pelo autor da pesquisa em um tópico específico, e podendo ser reproduzido. Assim, tendências pessoais do pesquisador influenciando sua abordagem podem ser contornadas a partir do processo de revisão sistemática.

Revisão sistemática, considerada para Botelho *et al.* (2011 *apud* Perissé, Gomes e Nogueira, 2001, p.133) e Greenhalgh (1997), é definida como um tipo de estudo onde se aplicam estratégias científicas que permitem uma limitação do viés de seleção de artigos, elaborando uma avaliação crítica e sintética de todos os estudos relevantes escolhidos pelo autor da pesquisa em um tópico específico, podendo ser reproduzido. O processo de revisão sistemática procura, evitar e superar possíveis vieses que o pesquisador possa ter no momento da análise da literatura sobre um tema (GALVÃO, SAWADA e TREVISAN, 2004).

Esse tipo de revisão é útil para integrar informações de um conjunto de estudos realizados sobre determinado assunto, que podem apresentar conteúdos conflitantes e/ou coincidentes. Além de identificar temas que necessitam de evidência, a RS possibilita auxiliar em orientações de investigações futuras. Outras vantagens incluem a possibilidade de

avaliação da consistência e generalização dos resultados entre populações ou grupos clínicos, bem como especificidades e variações de protocolos de tratamento (SAMPAIO E MANCINI, 2007).

Para Rother (2007) existem quatro tipos de revisão sistemática – meta-análise, sistemática, qualitativa e integrativa.

Cordeiro *et al.* (2007) e Glass (1976) consideram revisão sistemática de meta-análise quando se utilizam análises estatísticas, e é considerada uma RS quantitativa, possuindo objetividade e validade dos resultados da pesquisa.

A revisão apenas de forma sistemática, segundo os autores Perissé, Gomes e Nogueira (2001) e Castro (2006), é um método que segue um protocolo sem agregar documentação na pesquisa, focada em uma única pergunta que tenta identificar, avaliar, selecionar e sintetizar todas as provas de investigação de alta qualidade relevantes para essa pergunta. Redeker (2000) explica a RS como um tipo de revisão mais amplo, o qual incorpora literaturas teóricas e empíricas e pode possuir abordagens metodológicas diferentes (quantitativa e qualitativa).

A revisão sistemática qualitativa tanto para Whitemore e Knafl (2005) quanto Botelho, Cunha e Macedo (2011) é utilizada com frequência nas últimas décadas, e utilizam-se métodos como metassínteses, metaestudos, Grounded Theory e metaetnografia para sintetizar achados de estudos qualitativos individuais, transformando esses dados em ferramentas para a construção de novas teorias.

Do ponto de vista de Botelho *et al.* (2011), a revisão sistemática integrativa é entendida como uma análise sobre o conhecimento já construído em pesquisas de um tema escolhido pelo pesquisador, publicadas anteriormente. Os estudos incluídos na revisão são analisados de forma sistemática em relação aos seus objetivos, materiais e métodos, permitindo que o leitor analise o conhecimento preexistente sobre o tema investigado. (POMPEO *et al.*, 2009).

O método de revisão integrativa é uma abordagem que permite a inclusão de estudos que adotam diversas metodologias (ou seja, experimental e de pesquisa não experimental) (BOTELHO *et al.* 2011). A análise de dados é uma fase importante para revisão integrativa, e Whitemore e Knalf (2005) consideram essa fase um grande desafio para o pesquisador, em

razão da complexidade de análise e síntese de várias fontes. Na Figura 8, é dado um resumo em relação aos tipos de literatura na revisão sistemática.

Figura 8 – Tipos de Revisão de Literatura

Tipo de Revisão e Exemplar	Definição	Propósito	Escopo	Amostra	Análise
Revisão Integrativa (REDEKER, 2000)	Um sumário da literatura, num conceito específico ou numa área de conteúdo, em que a pesquisa é sumariada (resumida), analisada, e as conclusões totais são extraídas	Revisar métodos, teorias, e/ou estudos empíricos sobre um tópico particular	Limitada ou ampla	Pesquisa quantitativa ou qualitativa; literatura teórica; literatura metodológica	Narrativa
Meta-Análise (CLEMMENS, 2001)	Um sumário de pesquisas passadas, que usa técnicas de estatísticas para transformar descobertas de estudos com hipóteses idênticas ou relativas em uma medida comum e que calcula o efeito total, a magnitude do efeito, e efeitos de subamostras	Estimar o efeito de intervenções ou de relacionamentos	Limitada	Pesquisa quantitativa de metodologia similar	Estatística
Revisão Sistemática (FORBES, 1998)	Um sumário de pesquisas passadas, que usa um objetivo e uma abordagem rigorosa de estudos com hipóteses idênticas ou relativas	Sumariar (resumir) evidência concernente a um problema clínico específico	Limitada	Pesquisa quantitativa de metodologia similar	Narrativa ou estatística
Meta-sumário Meta-síntese Teoria constituída formalmente Meta-estudo (Beck, 2002)	Um sumário de pesquisas passadas, que combina as descobertas de múltiplos estudos qualitativos	Informar pesquisas ou práticas pela sumarização (resumo) de processos ou experiências	Limitada ou ampla	Pesquisa qualitativa	Narrativa

Fonte: Botelho, Cunha e Macedo (2008) adaptado de Whitemore (2005)

Sendo assim, esse tipo de revisão permite que se elabore uma síntese de diversos estudos publicados, gerando novos conhecimentos, correlacionados em resultados apresentados pelas pesquisas anteriores (MENDES *et al.*, 2008; BENEFIELD, 2003; POLIT e BECK, 2006). A presente dissertação encaixa-se nessa tipologia de revisão sistemática.

“Integrativa” é um termo de origem na integração de opiniões, conceitos ou ideias provenientes das pesquisas utilizadas no método, e, segundo Whitemore e Knafl (2005), é considerado neste ponto em que se determina a aptidão de produzir ciência. Os próprios

autores definem como uma boa revisão integrativa aquela que apresenta o estado da arte sobre um tema, contribuindo para o desenvolvimento de teorias.

Existem etapas preliminares que precisam ser consideradas antes de se iniciar uma revisão sistemática: definir o objetivo, identificação da literatura e seleção de estudos possíveis de serem incluídos. Tais etapas preliminares são importantes, uma vez que auxiliam os pesquisadores a adequar a pergunta norteadora da revisão, com base na informação disponível sobre o tema de interesse (SAMPAIO E MANCINI, 2007).

Após essas etapas preliminares, é necessária uma metodologia padronizada, e no artigo de Okoli e Schabram (2010) os autores reuniram técnicas de diversos autores e apresentaram diretrizes para uma revisão sistemática de literatura. Seguem os oito passos para realizar uma RS:

I - Propósito da RS: No primeiro passo deve-se identificar claramente a finalidade e os objetivos pretendidos da revisão, lembrando que se deve ser explícito para o leitor;

II - Protocolo e treinamento: Criar um documento com o procedimento detalhado a ser seguido; é necessário o treinamento para assegurar consistência na execução da revisão;

III - Procura por literatura: O revisor precisa ser explícito ao descrever os detalhes da busca, explicando e justificando como a abrangência da pesquisa foi admitida;

IV - Triagem para inclusão ou Tela Prática: Requer que o pesquisador explique claramente quais estudos foram considerados para revisão e quais foram excluídos. Para os estudos excluídos, o revisor deve justificar quais as razões práticas e como a revisão resultante ainda pode ser abrangente com os critérios de exclusão elegidos;

V - Avaliação de qualidade ou triagem para exclusão: O pesquisador deve julgar quais obras são de qualidade suficiente para incluir na análise e quais são insuficientes; todos os documentos devem ser pontuados pela sua qualidade, dependendo das metodologias de pesquisa empregadas pelos artigos.

VI - Extração de dados: Após a seleção de arquivos, o revisor deve extrair sistematicamente as informações aplicáveis em cada estudo.

VII - Síntese dos estudos ou análise dos estudos: Essa etapa envolve a combinação de fatos extraídos dos estudos usando técnicas apropriadas, sejam qualitativas, quantitativas ou ambas.

VIII - Escrevendo a revisão: Além dos princípios padrões para uma pesquisa, o processo de uma RS precisa ser detalhado o suficiente para que os resultados da revisão sejam reproduzidos independentemente.

3.2 USO DA FERRAMENTA COMPUTACIONAL – ATLAS.TI

Os CAQDAS (*Computer Assisted Qualitative Data Analysis Software*) são programas que foram criados nos Estados Unidos na década de 1960, com o propósito de recorte de fichas, codificação de textos por meio de sublinhados e junção de dados em um documento mestre segundo Gómez e González, 2011); porém, possuíam limitações. A partir de meados dos anos 1980, com o avanço da informática e da tecnologia, esses *softwares* foram atualizados, ganhando mais funcionalidades e tornando-se, assim, mais atraentes para pesquisadores da área de estudo qualitativo.

Gómez e González (2012) explicam que tais programas dividem-se em dois grupos de tarefas, a descrição-interpretação e a produção indutiva de dados. O primeiro isola e organiza dados coletados, enquanto o segundo evidencia e gera, de maneira indutiva, explicações sobre os fenômenos surgidos no levantamento de dados. Jacks *et al.* (2016) explicam que essas tarefas são complementares e flexíveis, deixando que o pesquisador decida a forma de serem trabalhadas, com finalidade de proporcionar uma sistematização adequada e produção de resultados. De acordo com Creswell (2007), as ferramentas informacionais têm mais utilidade em grandes bancos de dados, porém podem ser bem aproveitadas em pesquisas menores.

Para Gómez e González (2012), o grande avanço dos CAQDAS permite superar o olhar isolado do pesquisador sobre os dados de que, antes, dispunha apenas pelo seu próprio ponto de vista. Dessa forma, tais ferramentas computacionais oferecem ao pesquisador a possibilidade de interligar dados provenientes de diversas fontes (vídeos, textos, relatos, fotografias etc.), de uma maneira interativa e intuitiva. Como resultado, podem-se gerar redes conceituais, como mapas semânticos, matrizes temáticas que mostram as conexões entre os dados.

Esses programas permitem ao pesquisador, em sua pesquisa, planejar com métodos e técnicas diferentes, com a possibilidade de visualizar hipóteses, interpretação em diferentes aspectos com um nível de complexidade que seria mais limitado se dependesse apenas de recursos humanos. Segundo Jacks *et al.* (2016) é possível uma investigação mais complexa e interdisciplinar com dados quantitativos e qualitativos a partir desses *softwares*.

Em pesquisas qualitativas, no percurso investigativo é necessária a reavaliação de cada etapa de acordo com as condições de coleta e análise de dados. E os CAQDAS facilitam a triangulação dos métodos e técnicas, permitindo testes sobre possibilidades de análise desses dados na pesquisa. Além disso, segundo Gómez & González (2011) os *softwares* oferecem uma ampla visão do pesquisador sobre os dados coletados na pesquisa.

As novas gerações de ferramentas estão, em geral, totalmente integradas aos aplicativos *Microsoft Windows*, permitindo novas possibilidades para atividades inerentes ao processo de pesquisa (LAGE & GODOY, 2008). Um diferencial desses programas é que é possível o compartilhamento das análises e interpretações entre grupos de pesquisadores que trabalham com o mesmo tipo de ferramenta. Rettie *et al.* (2008) explicam que os arquivos de dados de um projeto (por exemplo, transcrições, textos codificados e matrizes comparativas) podem ser “salvos” e enviados através de *e-mails*, para serem “carregados” na base de dados de um outro computador. Isso resulta na possibilidade de troca de experiências entre pesquisadores ou ainda entre um orientado e seu orientador.

No Brasil, Lage & Godoy (2008) afirmam que os *softwares* voltados à pesquisa qualitativa são utilizados em pesquisas nas áreas de ciências humanas ou sociais há alguns anos – por exemplo, em áreas da educação, psicologia e políticas públicas, entre outras. Na arquitetura, porém, ainda é pouco utilizada. A experiência mais recente foi no estudo de Tissot (2016), em que a autora utilizou o programa *MAXQDA* para analisar o conteúdo das entrevistas de forma qualitativa e quantitativa.

Outro programa utilizado na área de ciências humanas sociais é o Atlas.TI, e Rodrigues, Machado e Cruz (2011), em seu artigo, utilizaram o programa para auxiliar na análise de relatórios de administração e demonstrações contábeis de quatro empresas, Delfino (2017) e Krenkel (2018) empregaram o *software* para análise de codificação em suas teses.

Para Caterall (1996), a possibilidade de utilizar um *software* dispensa o pesquisador das suas ferramentas tradicionais, tornando a pesquisa mais produtiva, sobretudo quando o

volume de dados é muito grande. Dembkowski e Lloyd (1995) entendem que utilizar o computador permite que o pesquisador esteja em constante interação com seus dados. A facilidade para registrar todos os passos da análise e resultados intermediários abre a possibilidade de verificação do processo executado, a qualquer momento (DOLAN; AYLAND, 2001).

Para grande volume de dados, esses *softwares* auxiliam nos processos por meio de ferramentas, e, para o pesquisador, é necessário o registro detalhado das etapas, seguindo o protocolo, e o uso desses programas traz transparência ao processo de análise. É consenso também que os *softwares* não tomam decisões e não direcionam os rumos da pesquisa; tampouco possuem intuição e criatividade. São ferramentas de apoio; portanto, é função do pesquisador eleger os recursos a serem utilizados, quais as codificações e aprofundamento do processo analítico.

Existem diversos tipos de CAQDAS com diversas funções, como gerenciamento de dados, pesquisa de textos, construção de mapas conceituais e construção de teoria com base em atividades de codificação, recuperação etc. Na literatura recente sobre o tema, as ferramentas mencionadas com mais frequência são NUD*IST/NVivo, Atlas.ti, e HyperRESEARCH e MAXQDA. Segundo Dolan e Ayland (2001) todos os *softwares* são voltados à construção de teoria com base em atividades de codificação e recuperação de textos.

Ferramentas como o NVivo e Atlas.ti implementam recursos para a visualização dessas correlações como redes ou mapas de ideias, que podem ser armazenados em etapas, de acordo com a evolução da análise (DEMBKOWSKI e LLOYD, 1995). Os registros das diferentes etapas facilitam a elaboração dos relatórios de pesquisa, assim como a demonstração das etapas seguidas, para efeitos de avaliação geral do processo.

Por possuir uma plataforma intuitiva (Figura 9), suporte para diversos formatos, elegeu-se o *software* Atlas.ti, versão 7.5.18, cujo custo possibilitou à pesquisadora adquirir com recursos próprios. Além de ser um dos *softwares* mais utilizados e estável no mercado, testado por pesquisadores do mundo inteiro, o Atlas.ti dá suporte às necessidades teóricas e metodológicas da pesquisa.

Figura 9 – Printscreen da tela do programa software Atlas.TI.



Fonte: Autora, 2020.

O Atlas.ti é apropriado para a pesquisa por auxiliar na organização de dados que serão coletados em grande quantidade, especialmente na identificação de padrões e agrupamentos de ideias para a formação de famílias e *codes* (criados durante a pesquisa) e redes de relacionamento. As principais ferramentas e funções do Atlas.ti são:

Hermeneutic Unit (HU): unidade hermenêutica que armazena todos os dados da pesquisa;

Primary Documents (PD): arquivos de dados coletados da pesquisa que vão ser analisados. O Atlas.ti suporta diversos tipos de formatos: PDF, DOC, JPEG, vídeos e áudio e documentos de geoprocessamento (Google Earth);

Quotations: são os trechos selecionados pelo pesquisador que são considerados significativos à pesquisas nos documentos. Esses trechos selecionados devem estar de acordo com o referencial teórico-metodológico adotado;

Codes: referem-se às codificações realizadas nos trechos selecionados dos documentos.

Memos: esta ferramenta é utilizada para o pesquisador poder inserir informações, lembretes que considera relevantes à pesquisa.

Families: organiza as categorias de análise e associa documentos e memos. Ferramenta que organiza os dados e interpretações.

Networks: são esquemas gráficos no formato de redes que possibilitam a visualização dos resultados da pesquisa. Permite visualizar articulações entre diferentes elementos.

Outputs: são relatórios gerados pelo *software*, a partir das necessidades do pesquisador. Esses podem juntar as diferentes ferramentas e associá-las entre si.

Em vista disso, o Atlas.ti preserva os dados da pesquisa com segurança. Conservando a unidade hermenêutica com o mecanismo de *bundle*, isto é, criando uma cópia da pesquisa completa com todos os dados necessários. Essa função permite trabalhar em outros computadores com o *software* Atlas.ti instalado, permitindo compartilhamento de pesquisas de maior amplitude, como é o caso das pesquisas multicêntricas. O principal destaque dessa ferramenta é a maneira factível e descomplicada de manipular o *software*, ou seja, o pesquisador vê a possibilidade de analisar os dados qualitativos em menor tempo e com maior confiabilidade (Forte *et al.*, 2017).

Dessa forma, a escolha do *Atlas.ti* auxiliará não somente na organização e concentração das documentações, mas também agilizará na busca de palavras-chave, identificação de quais arquivos necessitem maior atenção, agrupamento de assuntos, entre outras funcionalidades.

No capítulo a seguir será abordado o protocolo da RS de acordo com Okoli e Schabram(2010).

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

As análises dos dados foram divididas em criação e execução do protocolo da RS e análises dos dados quantitativos obtidos nesta dissertação. Foram elaborados gráficos, tabelas e quadros por conta da aplicação protocolo da RS. As análises qualitativas serão abordadas nos tópicos seguintes.

4.1 PROTOCOLO DA REVISÃO SISTEMÁTICA INTEGRATIVA

Para a procura de literatura foram realizadas buscas nas seguintes bases de dados: *Web of Science* (WoS) no banco de teses e dissertações, WoS periódicos, Scopus periódicos. Limites de data foram aplicados na estratégia de busca com abrangência entre 2009 e 2019. As buscas foram realizadas em abril de 2019 e posteriormente em dezembro de 2019. Os idiomas selecionados nas buscas foram: inglês, espanhol e português. Um dos critérios adotados foi a ordenação dos resultados por publicações mais acessadas e mais citados.

Durante as buscas, foram utilizados termos em português e inglês relacionados ao tema da dissertação, como por exemplo, *wind farm*, *noise*, *guidelines*, *measurement*, *annoyance*, ruído, parque eólico. Nos termos das pesquisas das plataformas de pesquisa foram incorporados operadores booleanos e truncagem para obter buscas bem-sucedidas.

Para a triagem, foram retirados documentos duplicados. Após estas etapas, houve a leitura dos resumos dos artigos, teses e dissertações encontrados para verificar a relação com o tema do estudo. Foram incluídos estudos de acesso livre relacionados aos continentes americano, europeu e Oceania. Além das buscas, foram adicionados artigos, teses, dissertações, relatórios, guias, regulamentações e normativas para complementar a qualidade da RS.

4.2 DADOS DO LEVANTAMENTO DA PESQUISA

As buscas por documentações resultaram em 59 artigos na WoS, 18 artigos na Scopus, 11 artigos adicionados, totalizando 88 artigos. No banco de teses e dissertações da WoS foram selecionados 20 e incluídos a partir das referências dos artigos selecionados,

foram adicionados mais 9 documentos, totalizando 29 teses e dissertações. Somando todos artigos, teses e dissertações, resultaram em 117 documentos. As listas de buscas estão detalhadas por plataformas de pesquisa estão no Apêndice A desta dissertação. As listas de documentações selecionadas após triagem estão no Apêndice B desta dissertação.

Além das 117 documentações foram selecionados nas plataformas de pesquisa, foram adicionados 06 livros, 42 normativas internacionais e 02 normas brasileiras na revisão, totalizando por fim, 167 documentações. A lista detalhada das documentações está no Apêndice B da dissertação.

No Quadro 1 é apresentado os oito passos para realização da RS segundo Okoli e Schabram (2010).

Quadro 1 – Protocolo da revisão sistemática integrativa.

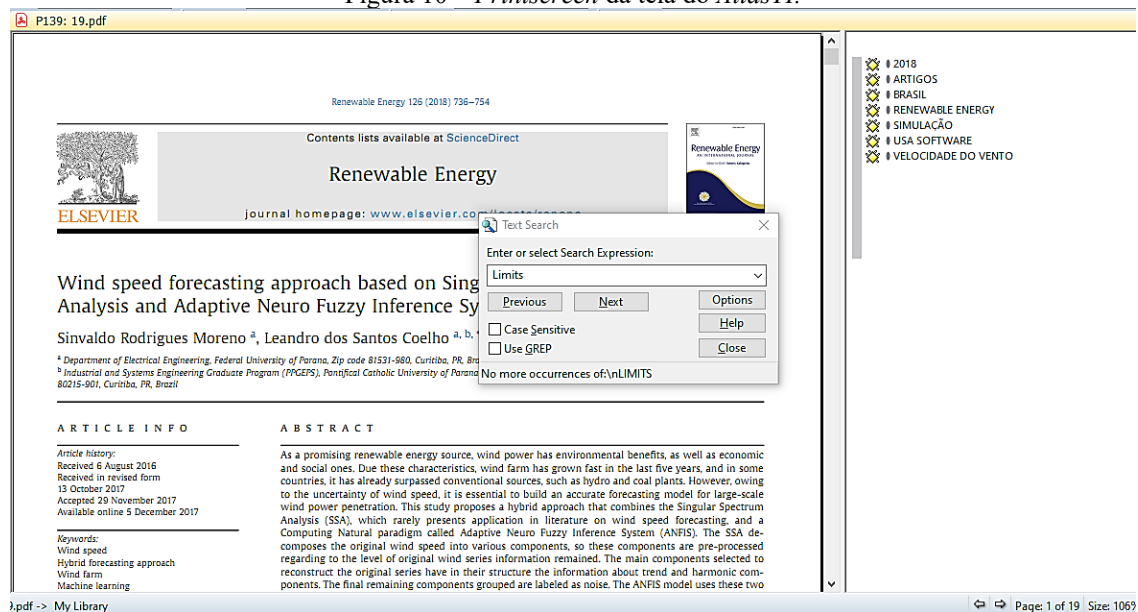
I - Propósito da RS:	<ul style="list-style-type: none"> • Tema: Conforto acústico em parques eólicos. • Finalidade: Encontrar critérios de avaliação do ruído de aerogeradores em parques eólicos. Encontrar indicadores, valores e evidências.
II - Protocolo e treinamento:	<ul style="list-style-type: none"> • Plataformas de pesquisa: <i>Web of Science</i> e <i>Scopus</i>. • Documentações: artigos científicos, teses, dissertações, resumos, normativas, guias, livros, diretrizes, legislações internacionais e nacionais. • Termos utilizados na pesquisa: wind farm, wind farm noise, noise, sound, limits, Brazil ,criteria, measurement, ruído, medição, parque eólico. • Operadores booleanos: AND, OR, * e ().
III - Procura por literatura:	<ul style="list-style-type: none"> • Abrangência da pesquisa (2009 a 2019); • Idiomas (Inglês, espanhol e português); • Refinamento de pesquisa (Mais acessados, mais recentes, mais citados).
IV - Triagem para inclusão ou Tela Prática:	<ul style="list-style-type: none"> • Leitura do resumo; • Confirmação de idioma selecionado de acordo com a proposta do protocolo. • Verificação se o documento está de acordo com o tema proposto no protocolo; • Retirar documentos duplicados; • Verificar disponibilidade de acesso do documento.
V - Avaliação de qualidade ou triagem para exclusão:	Verificação <i>Qualis Capes</i> de artigos baseado no Novo <i>Qualis Capes</i> 2019.

VI - Extração de dados:	Nesta etapa a autora extraiu os dados relevantes para análise.
VII - Síntese dos estudos ou análise dos estudos:	Nesta etapa a autora extraiu os dados relevantes das análises e utilizou para criar gráficos, quadros e esquemas.
VIII - Escrevendo a revisão:	Após a conclusão das etapas, iniciou o processo de escrita dos resultados, conclusão e considerações finais da dissertação.

Fonte: Autora, 2020.

O Software *Atlas.TI* foi utilizado a partir da etapa VI, este software foi escolhido por possuir menor custo e interface intuitiva. Durante o desenvolvimento da análise dos dados e resultados, o software foi consultado diversas vezes para verificação e confirmação de dados. Na Figura 10 mostra uma busca por um termo “limits” entre as documentações incluídas no software.

Figura 10 – Printscreen da tela do *Atlas.TI*.

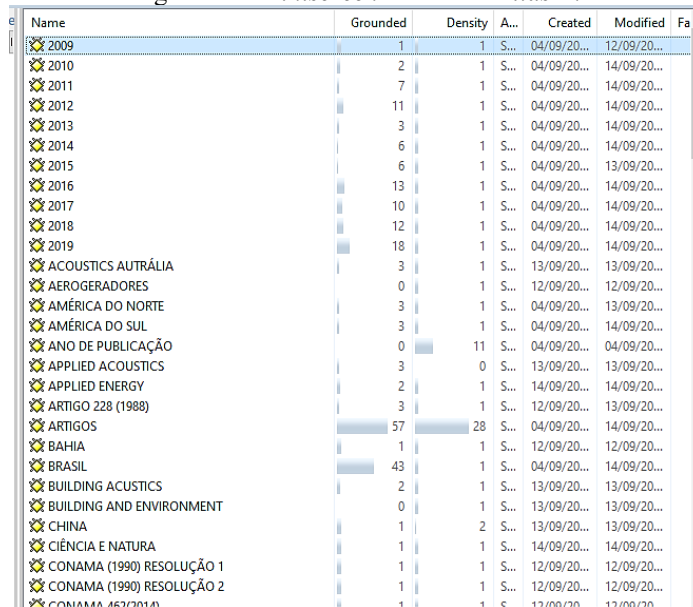


Fonte: Autora, 2020.

Nas buscas por *Codes* e *Families* resultaram em uma agilidade em encontrar os dados, já que no programa estavam reunidos todos os artigos, dissertações e teses. Apesar do grande volume de documentos, foi possível visualizar facilmente quais os 120 *Codes* e 10 *Families* que foram criados durante as leituras e análises. Foi possível também uma busca ágil e eficaz, de acordo com ano, localização da publicação, tipo de documento, etc. Além de

dados quantitativos e associação dos códigos como é mostrado na Figuras 11 e 12. Os indicadores *Grounded* e *Density* são o nº de artigos de acordo com os códigos e quantidade de vezes que o código foi aplicado no artigo, respectivamente.

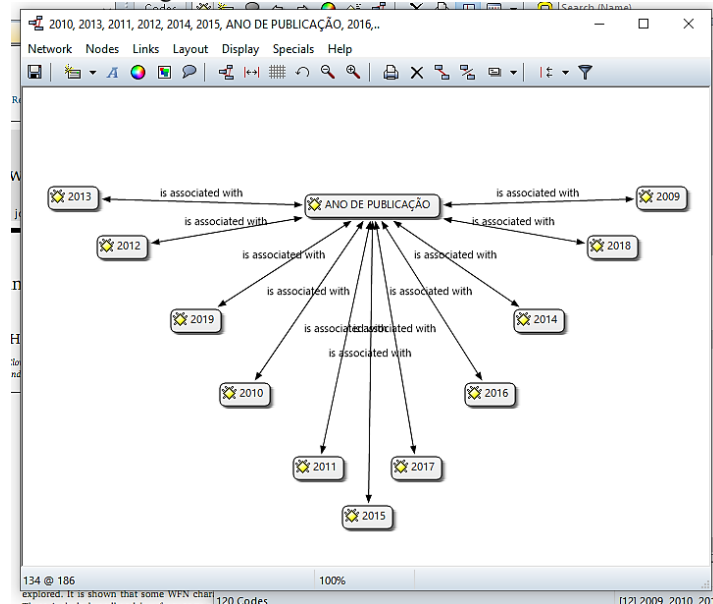
Figura 11– Printscreen da tela do Atlas.TI.



Name	Grounded	Density	A...	Created	Modified	Fa
2009	1	1	S...	04/09/20...	12/09/20...	
2010	2	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2011	7	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2012	11	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2013	3	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2014	6	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2015	6	1	S...	04/09/20...	13/09/20...	
2016	13	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2017	10	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2018	12	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
2019	18	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
ACOUSTICS AUSTRÁLIA	3	1	S...	13/09/20...	13/09/20...	
AEROGERADORES	0	1	S...	12/09/20...	12/09/20...	
AMÉRICA DO NORTE	3	1	S...	04/09/20...	13/09/20...	
AMÉRICA DO SUL	3	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
ANO DE PUBLICAÇÃO	0	11	S...	04/09/20...	04/09/20...	
APPLIED ACOUSTICS	3	0	S...	13/09/20...	13/09/20...	
APPLIED ENERGY	2	1	S...	14/09/20...	14/09/20...	
ARTIGO 228 (1988)	3	1	S...	12/09/20...	13/09/20...	
ARTIGOS	57	28	S...	04/09/20...	14/09/20...	
BAHIA	1	1	S...	12/09/20...	12/09/20...	
BRASIL	43	1	S...	04/09/20...	14/09/20...	
BUILDING ACOUSTICS	2	1	S...	13/09/20...	13/09/20...	
BUILDING AND ENVIRONMENT	0	1	S...	13/09/20...	13/09/20...	
CHINA	1	2	S...	13/09/20...	13/09/20...	
CIÊNCIA E NATURE	1	1	S...	14/09/20...	14/09/20...	
CONAMA (1990) RESOLUÇÃO 1	1	1	S...	12/09/20...	12/09/20...	
CONAMA (1990) RESOLUÇÃO 2	1	1	S...	12/09/20...	12/09/20...	
CONAMA 452/2014	1	1	S...	13/09/20...	13/09/20...	

Fonte: Autora, 2020.

Figura 12 – Printscreen da tela do Atlas.TI.



Fonte: Autora, 2020.

Além dessas ferramentas utilizadas no programa, foi possível acessar as observações (Memo) que foram escritas pela autora durante a leitura das documentações, desta forma não se perdeu as observações escritas no início do processo de análise dos dados.

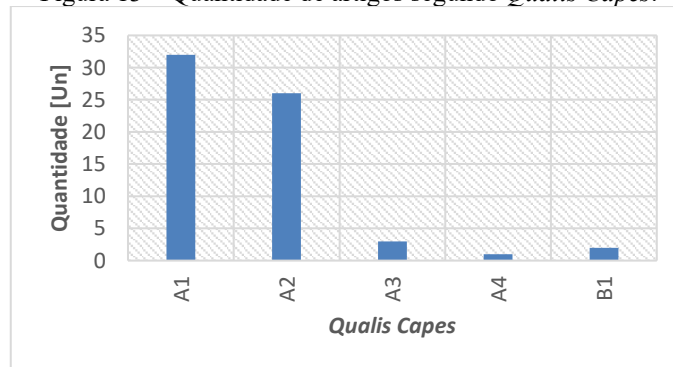
4.2.1 Qualis Capes

A partir dos dados obtidos dos artigos, foi verificado a classificação segundo *Qualis Capes* de 2019 dos periódicos. A maior porcentagem de revistas científicas foram *Qualis Capes* A1 (42% - 13 revistas), seguido por *Qualis Capes* A2 (36% - 11 revistas) e *Qualis Capes* A3 (13% - 4 revistas). Não foram encontrados a classificação de alguns periódicos que foram obtidos artigos em congressos, encontros, boletins e/ou conferências, portanto não foram incluídos nesta avaliação. Somente foram avaliadas 31 revistas científicas.

Avaliando os 64 artigos que foram possíveis classificar, a revista com o maior número de artigos é *Renewable Energy* (*Qualis* A2 – 11 artigos). A segunda revista com maior quantidade de artigos foi a *Renewable and Suinstable Reviews* (A1 – 7 artigos), seguido por *Applied Acoustics* e *Energy* com 6 artigos com *Qualis* A2 e A1, respectivamente.

Foram encontradas maior quantidade de publicações de artigos selecionados para a RS em periódicos com classificação *Qualis Capes* A1 (32 artigos), seguindo por A2 (26 artigos) e A3 (3 artigos) como se observa na Figura 13.

Figura 13 – Quantidade de artigos segundo *Qualis Capes*.



Fonte: Autora, 2020.

Conforme a avaliação do *Qualis Capes* das revistas científicas onde artigos foram publicados, resultaram em evidências de procedência que correspondem aos primeiros na hierarquia. Portanto, os materiais obtidos para o estudo são possivelmente confiáveis e de qualidade.

4.2.2 Dados sobre publicações

Para esta dissertação, foi determinado publicações entre artigos, teses e dissertações no período de até 10 anos (2009 a 2019). Ocorreram publicações em todos os anos pesquisados com algumas oscilações, mantendo em média 12,1 publicações por ano.

Na Figura 14 mostra que ocorreram dois picos de publicações durante os anos 2016 com 24 documentos publicados e 2019 com 22 publicações.

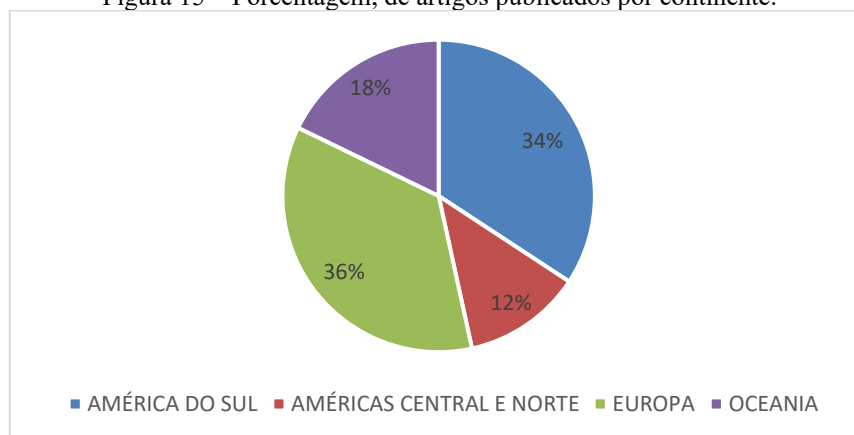
Figura 14 – Procedência dos artigos por continente.



Fonte: Autora, 2020.

Em relação aos locais onde foram publicados os documentos encontrados para a RS, entre artigos, América do sul com 25 artigos (34%), Europa com 27 artigos (36%), Oceania com 14 artigos (18%) e Américas Central e Norte com 9 artigos (12%). Na Figura 15 a seguir mostram as porcentagens de artigos publicados por continente. Foi priorizado dissertações e teses na américa do sul, com 97% com 32 publicações.

Figura 15 – Porcentagem, de artigos publicados por continente.



Fonte: Autora, 2020.

4.2.3 Dados sobre referências encontradas

Com base nos objetivos estabelecidos na dissertação e nos procedimentos da revisão sistemática integrativa, foi construído um quadro onde se encontram referências encontradas na base de dados *Web of Science*, *Scopus* e documentações acrescentadas. Foi criado o Quadro 2 categorias de acordo com o tipo de impacto gerado pela implementação de parques eólicos. Foi enumerado cada um dos documentos (artigos, teses e dissertações) da RS e encontram-se no Apêndice B.

Quadro 2 – Impactos negativos de emissão e implementação de parques eólicos.

Impactos negativos			
Dimensão	Tipo de impacto	Descrição	Referências
Meio Ambiente	Poluição Sonora	Uma turbina eólica produz ruído, mesmo sendo de baixa frequência, pode gerar incômodos às pessoas em residências próximas a PE.	8, 21, 28, 29, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 67, 81, 82, 88, 89, 93, 94, 95, 96, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122.
	Poluição Visual	O impacto visual é subjetivo, influenciado por fatores como cores e tamanhos de pás, quantidade e design de aerogeradores.	21, 32, 48, 49, 55, 82, 96, 105, 120, 122.
	Impactos na biodiversidade de flora e fauna.	Estudos relatam efeitos sobre as populações de pássaros, violação de trajetórias de migração.	1, 16, 21, 27, 48, 67, 90, 99, 120.
Social	Impacto na saúde das pessoas	Estudos utilizando metodologias que comprovem o incômodo do ruído em pessoas que moram próximo a PE.	8, 21, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 40, 43, 45, 46, 47, 48, 49, 54, 55, 67, 81, 82, 89, 91, 96, 98, 101, 102, 104, 105, 112, 113, 114, 120, 117, 118, 119, 120, 122.
	Impacto na moradia	Estudos sobre impactos em residências onde	1, 8, 21, 22, 28, 29, 32, 34, 46, 47, 48, 49,, 55, 67, 70, 95, 96, 109, 122.

		PE foram instalados.	
Síndrome da Turbina Eólica		O termo <i>Wind Turbine Syndrome</i> (WTS) é uma condição proposta pela pediatra Nina Pierpont, onde a autora se baseou em uma série de entrevistas abrangendo um grupo de 10 famílias selecionadas morando em proximidades de parques eólicos entre 2004 e 2007.	8, 120, 122.
Casos de estudo População x PE x Governo		Estudos que relatam sobre o impasse sobre a implementação de parques eólicos, regulamentação e população e residente.	1, 8, 21, 22, 27, 28, 35, 46, 70, 75, 81, 82, 85, 104, 107, 109, 116, 114, 122.

Fonte: Autora.

A primeira categoria é composta por artigos, dissertações e teses que tratam sobre a dimensão de impactos negativos relacionados a Meio Ambiente. Neste, inclui poluições sonoras e visuais e impactos na biodiversidade. A segunda categoria é composta sobre a dimensão social, relacionando artigos que tratam sobre impacto na saúde das pessoas, na moradia, casos de estudo com impasses entre população/governo/empresas e Síndrome da turbina eólica.

4.3 MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE RUÍDO EM PARQUES EÓLICOS

Para o critério de métodos de medição de ruído foram selecionados dados de parques eólicos (normativas, distanciamentos e metodologia de medição) situados na área rural. Visto que os parques eólicos no Brasil se situam na área rural, desta forma, foi decidido optar por dados relacionados a este tipo de região nos diversos continentes selecionados para o estudo.

4.3.1 Europa

No continente europeu, cada país tem desenvolvido suas próprias normas baseadas na ETSU-R-97 e IEC 61400 (2012) em relação a procedimentos de medição de ruídos gerados pelas turbinas de vento em parques eólicos. A IEC 61400 (2012) trata especificamente de processos de medição de ruído emitido por aerogeradores incluindo análise e caracterização do ruído.

O método de medição da IEC 61400-11 (2012) avalia a emissão de ruídos em locais próximos de aerogeradores, com o propósito de evitar erros pertinentes à propagação do som, porém suficiente distante para permitir o tamanho finito da fonte. Esta documentação fornece procedimentos que facilitam a caracterização do ruído em estudos de ruído em comunidades em função de variedades de velocidades e direções de vento.

As medições são feitas em locais próximos à turbina, a fim de minimizar a influência dos efeitos do terreno, das condições atmosféricas ou do ruído induzido pelo vento (GOMES, 2017). Posiciona-se um microfone em uma placa colocada no chão com o objetivo de reduzir o ruído do vento gerado no microfone e assim, minimizando a influência da variedade de solos.

Utiliza-se uma posição de referência R_0 , com base nas dimensões da turbina eólica. Para determinar a direção, compara-se os NPS ponderados em A em três posições em torno da turbina na posição de referência.

A velocidade do vento e NPS são medidos simultaneamente em períodos curtos em uma gama de velocidade de vento (de 6, 7, 8, 9 e 10 m/s) convertidas a uma altura referência de 10 m. Estes dados por fim, são utilizados para calcular os NPS ponderada em A.

Os parâmetros de medição, posicionamento dos instrumentos, atenuação do ruído, correção do ruído medido é feito de acordo com a distância, velocidade do vento no local, potência e dimensão do aerogerador, tipo do aerogerador, dentre outros (IEC, 2012). Para a coleta e análise destes dados, a documentação recomenda que utilize os seguintes equipamentos:

- Medição de pressão sonora na escala ponderada “A”;
- Equipamento para a determinação de um espectro de bandas de um terço de oitava;
- Equipamento para determinação de espectro de banda estreita;

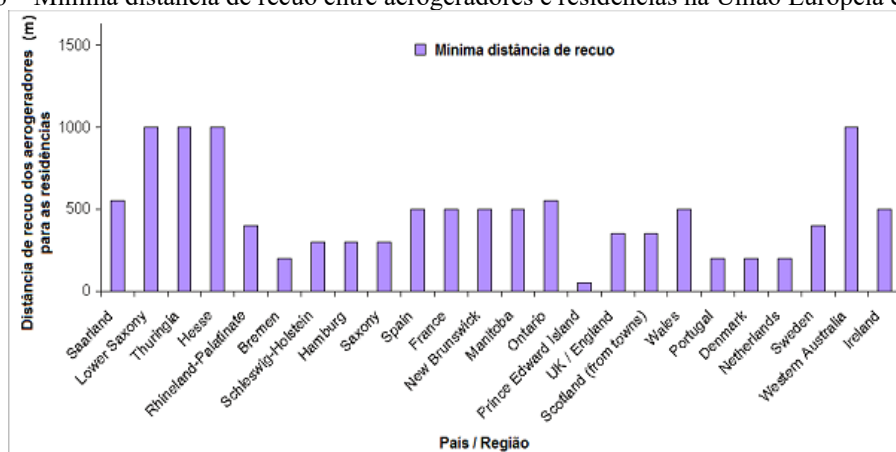
- Microfone com placa de medição;
- Calibrador acústico;
- Sistemas de gravação / reprodução de dados
- Anemômetros;
- Transdutor de energia elétrica;
- Transdutor de direção do vento;
- Higrômetro com medidor de temperatura e humidade;
- Câmera e equipamento de medição de distância.

A nível continental, a WHO (2018) não especifica métodos de medição de ruído no continente Europeu como: período de medição, distâncias de medição, aferição de velocidade do ar. Porém, as normativas dos países na Europa possuem horários padronizados.

Em geral os países da Europa possuem padrão de medições entre 7 e 17 horas (diurno), 17 até 22 horas (entardecer) e 22 a 7 horas (noite). Existem algumas exceções, como o Reino Unido. Onde o período noturno começa às 23 horas, na Itália em que o período diurno engloba de 7 às 21 horas. Por fim, a Holanda, onde o período do entardecer está entre 19 e 23 horas.

Em relação as distâncias mínimas entre residências e aerogeradores, os países deste continente possuem distanciamentos que variam entre 250 m a 1.000 m. No Figura 13, Gomes (2017) reúne dados de distâncias de recuo entre normativas da Europa e Austrália. A maioria dos países mantém a distância mínima de recuo entre aerogeradores e residências entre 250 m e 500 m.

Figura 16 – Mínima distância de recuo entre aerogeradores e residências na União Europeia e Austrália.



Fonte: Gomes (2017)

Além destes dados, encontrou-se no livro de Hansen *et al.* (2017) que na Noruega e Itália não se aplicam limites mínimos de distância de recuo. Nesta mesma obra, na Bélgica, especificamente na cidade de Flanders, aplica-se o valor obtido através do comprimento da pá do aerogerador multiplicado por seis para obtenção de limites mínimos de distância de recuo. Também na Bélgica, na Wallonia, o distanciamento mínimo entre aerogerador e comunidade é o valor ao cubo obtido da altura do aerogerador.

A EPA (*Environmental Protection Agency*) da Suécia recomenda-se valores de referência para medições de velocidade do vento, com a justificativa de que segundo estudos realizados, estas medições devem ser com velocidade de vento de 8 m/s a 10 m de altura, e estes dados estão normatizados para o uso do modelo computacional sugerido para cálculos do incômodo do ruído de aerogeradores.

No estudo de Haugen (2011) adaptado por Gomes (2017) onde o autor reuniu dados de distâncias mínimas de instalação de e operação parques eólicos na Alemanha. As distâncias entre as comunidades vizinhas e parques eólicos variam de localidade para localidade como pode ser verificado no Quadro 3.

Quadro 3 - Distâncias mínimas para implantação de um aerogerador na Alemanha.

Região / Estado	Norma / Recomendação
Sarre	Turbinas são geralmente colocados a um mínimo de 550 e 850 metros de casas.
Baixa Saxônia	O estado geralmente recomenda uma distância de 1000 metros de distância de turbinas eólicas de residências, mas isso não é mandatório e os municípios tomam a decisão final. O distanciamento dos aerogeradores é frequentemente determinado caso a caso, considerando a paisagem local, podendo o afastamento ser de até 5.000 metros.
Turingia	O Ministério da Construção, Desenvolvimento da Terra e Tráfego da Turingia recomendou que as turbinas eólicas sejam localizadas a pelo menos 1.000 metros de residências e áreas históricas e recreativas.
Hesse	Hesse recomenda uma distância de 1.000 metros entre os aerogeradores e as áreas residenciais.
Bremen	Bremen adota na prática, uma distância de recuo de cerca de 500 metros das residências

Eslésvico-Holsácia	<p>Em um documento chamado "Princípios para o Planejamento de Turbinas Eólicas", Eslésvico-Holsácia, informa as distâncias recomendadas para os aerogeradores de vários modos. Os aerogeradores devem estar recuados 1.000 metros de cidades e áreas turísticas, 500 metros de áreas rurais com apenas uma casa, e 300 metros de áreas rurais a partir de duas casas. Por questões de segurança, as turbinas eólicas devem estar localizadas a uma distância entre 50 e 100 metros de estradas, ferrovias, linhas de comunicação e linhas de energia. Além disso, as turbinas eólicas devem ser colocadas pelo menos 200 a 500 metros de cursos de água e áreas de preservação ambiental. Essas distâncias foram estabelecidas a partir da preocupação da população para possíveis impactos na paisagem, saúde e qualidade de vida, áreas históricas e culturais, meio ambiente e turismo.</p>
Hamburgo	<p>Hamburgo publicou um documento intitulado "Zonas de exclusão para turbinas eólicas em Hamburgo", que descreve as exigências das distâncias dos aerogeradores. Estes devem ser recuados a pelo menos 300 metros de moradias individuais e 500 metros de áreas residenciais. Os aerogeradores, também precisam estar localizadas a pelo menos 50 metros das estradas mais próximas, ferrovias, linhas de energia, transmissores de rádio e limites de propriedades. Para proteger o meio ambiente, os aerogeradores devem ser afastados a distância de 200 a 500 metros de florestas, áreas úmidas, áreas migratórias de aves e morcegos e outras áreas de proteção ambiental.</p>
Saxônia	<p>A Saxônia publicou um extenso documento intitulado "Turbinas eólicas: informações para proprietários e agricultores". Este documento determina as mínimas distâncias entre os aerogeradores. Neste caso ao invés de determinar as o afastamento com base no número de residências próximas, a Saxônia determina os afastamentos com base no número aerogeradores. Os aerogeradores individuais devem estar localizados a uma distância mínima de 300 metros de edificações, e as linhas de transmissão de energia devem estar afastadas a pelo menos 500 metros, sendo que os aerogeradores devem-se manter a distância mínima a sua altura.</p>
Renânia-Palatinado	<p>É recomendado o distanciamento de 1.000 metros entre os aerogeradores e as residências no entorno. Neste caso a distância mínima estabelecida se deve a uma decisão judicial para evitar impactos negativos em áreas residenciais. Outra decisão a implantação uma distância mínima de 400 metros dos aerogeradores de casas individuais.</p>
Berlim	<p>Berlim não tem políticas ou diretrizes para o desenvolvimento de turbinas eólicas. Apenas uma turbina foi erguida devido à densidade da população.</p>

Fonte: Gomes (2017).

A Holanda possui uma distinção entre as normativas dos outros países europeus. A distância mínima entre aerogeradores e comunidades vizinhas é de quatro vezes a altura medida do aerogerador.

Dos artigos selecionados nas buscas de bases de dados relacionados ao continente europeu, encontrou-se estudos com medições de King *et al.* (2012), Botelho *et al.* (2017), Zagubień e Ingielewicz (2017), Iannace *et al.* (2019).

King *et al.* (2012) mediram 10 localidades em áreas rurais no sudoeste da Irlanda. As medições foram a distância de 200 m de aerogeradores e tiveram a finalidade de detectar o pior cenário de emissão de ruído. Os autores utilizaram como referência a ISO 9613-2, onde foi considerado 6 m/s a velocidade do vento durante o dia, e 8 m/s durante a noite. Os autores constataram que a velocidade do vento pode mudar durante o período noturno. E das combinações de medição de ruído de aerogeradores, 25% resultaram em velocidade do ar diferente durante a noite.

Porém, os autores criticaram a normativa do país. King *et al.* (2012) recomendam um detalhamento no número de pontos mínimos de medição requeridos pela normativa, além de uma avaliação mais profunda do ruído. Por fim, os autores concluíram que as avaliações de ruído na Irlanda não deveriam ser restritas à velocidade máxima do vento durante o dia, e sim, considerar também uma avaliação noturna.

Botelho *et al.* (2017) realizaram medições em Portugal em 8 locais diferentes, entre regiões com topografias altas e baixas. O distanciamento entre os pontos variou entre 250 m e 1000 m, com a duração de 5 minutos cada medição (total de 39 medições). Através dos dados coletados e modelagem os autores concluíram que a exposição ao som dos aerogeradores prejudica consideravelmente o bem estar dos indivíduos avaliados no experimento.

Zagubień e Ingielewicz (2017) avaliaram as discrepâncias dos resultados de NPS medidos na Polônia. Com pontos de medição de até 500 m de distância de aerogeradores, os autores o observaram que nem todas as turbinas eólicas possuíam flutuações no NPS.

Iannace *et al.* (2019) analisam aerogeradores no sul da Itália, entre áreas montanhosas. A distância entre os locais de medição e as quatro torres analisadas variavam de 230 m a 780 m. O método de medição escolhido pelos autores foi a IEC 61400-11 (2012). A partir desses dados, os autores utilizaram um modelo de predição em que mostra uma visão geral do ruído emitido por estes aerogeradores. Iannace *et al.* (2019) concluíram que o método

Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) é um suporte metodológico que auxilia no processo de tomada de decisão na locação de aerogeradores.

Em geral, os autores utilizaram a normativa IEC 61400-11 (2012) adaptada a região de estudo. É possível notar que nos estudos, os autores buscam alternativas metodológicas para simular o ruído causado por aerogeradores e auxiliar em mudanças nas regulamentações para melhor avaliação do ruído.

4.3.2 Oceania

A *Wind Farms Environmental Noise Guidelines* (EPA) foi atualizada em 2019, revisando novos padrões internacionais e avaliando critérios atuais de ruído em relação à WHO (2018). Neste documento buscou-se estudos do *National Health and Medical Research Council* (NHMRC) sobre efeitos do ruído em parques eólicos.

A EPA (2019) com o intuito de auxiliar diretrizes e orientações para a comunidade. Para a coleta de dados, o ruído de fundo é medido sincronizadamente com a velocidade do ar durante o período de 10 minutos.

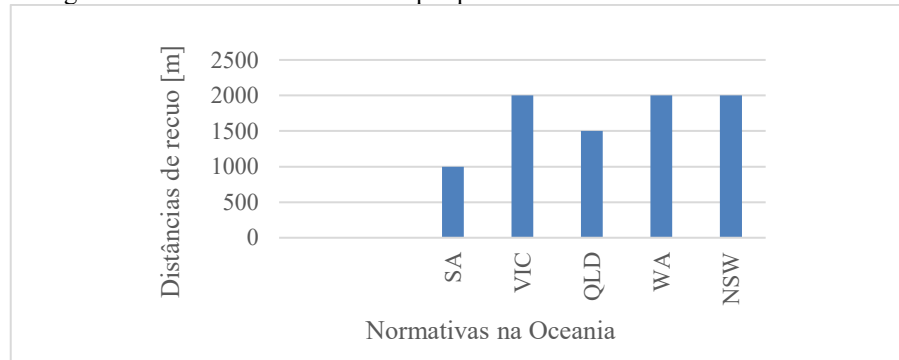
O local de aferição da velocidade do ar deve estar posicionado entre 1,2 m a 1,5 m acima do piso. Pode-se utilizar um valor igual para a velocidade do ar ou o valor excedido em 90% durante a medição. A EPA (2019) recomenda modelos de propagação de acordo com a ISO 9613-2 ou CONCAWE.

Para a análise de dados, a EPA (2019) recomenda o método da IEC 61400-11. O mínimo de medições de ruído de fundo e velocidade do vento exigidos pela normativa são 2000 dados em pelo menos 500 pontos mensurados na pior condição do vento.

Em casos de dois ou mais aerogeradores localizados em distância similares, as duas turbinas deverão ser analisadas e comparadas. Por fim, a normativa determina que deve ser relacionado as piores condições de vento em ambos os casos.

As normativas da Oceania são mais exigentes no método de medição de ruído comparados às outras normativas de outros continentes. Na Figura 17, a seguir, mostra dados obtidos no estudo dos autores Hansen et Al. (2017). Os distanciamentos mínimos entre comunidade e parques eólicos na Oceania variam entre 1.000 m e 2.000 m.

Figura 17 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades na Oceania.



Fonte: SA(2009), VIC(2010),QLD(2016),WA(2004), NSW(2011) adaptado pela autora.

4.3.3 América do Norte

O padrão de horário de medições na América do norte geralmente estão entre 7 e 17 horas (diurno), 17 até 22h (entardecer) e 22 a 7 horas (noite). Porém, somente em Arapahoe Country (Colorado) o período noturno inicia às 19h.

Nas normativas dos Estados Unidos foram reunidas por Hansen et Al. (2017) e verificado se houveram alterações até o estado atual da pesquisa. De modo geral, 25 localidades não se aplicam distanciamento entre comunidades e parques eólicos, como se observa no Tabela 3.

Tabela 3 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades nos Estados Unidos.

País	Região	Estado	Cidade	Distâncias de Recuo
Estados Unidos	Oeste	Califórnia	Alameda	N/A
			Contra Costa	N/A
			Fairfield	N/A
			Fresno	N/A
			Kern	N/A
			Kern	N/A
			Monterey	N/A
			Morro Bay	N/A
			Riverside	2-3000 ft
			Sacramento	N/A
			San Bernadino	N/A
			San Francisco	N/A
			San Joaquina	N/A
			Santa Cruz	N/A
			Solano	2000 ft
Solano	2000 ft			
Colorado	Colorado	N/A		

	Nevada	Arapahoe	H + B
	New Mexico	Lyon	2(H + B)
	Oregon	San Miguel	0.5 miles
		Oregon	N/A
	Washington	-	N/A
	Wyoming	Laramie	5.5H
		Plympton	N/A
	Georgia	-	Various
	Illinois	-	N/A
	Indiana	Tipton	N/A
	Maine	Freedom	13H
	Michigan		N/A
	Michigan	Huron	N/A
	Minesota		N/A
Leste	Minesota	Lincoln	750 ft
	New York	Jefferson	1000 ft / 5 H LA10
	North Carolina	-	2.5(H + B)
	North Carolina	Carteret	2.5(H + B)
	Pennsylvania	Potter	1750 ft / 5(H + B)
	Wisconsin	-	N/A
	Wisconsin	Shawano	1250 ft / 3.1(H + B)
	Alberta	-	N/A
	Colúmbia Britânica	-	N/A
	Manitoba	-	N/A
Canadá	New Brunswick	-	N/A
	Ontario	-	N/A
	Prince Eduard Island	-	3H

(N/A) Não se aplica; (B) Comprimento da pá; (H) altura ao cubo; (ft) pé: unidade de medida .

Fonte: Hansen et Al. (2017) adaptado pela autora.

No Canadá, somente na cidade de Prince Eduard Island possui limitações em relação à distância de recuo entre comunidades de parques eólicos, como se observa da Tabela 4.

Tabela 4 – Distanciamentos entre parques eólicos e comunidades nos Estados Unidos.

Cidades	Distâncias de recuo
Alberta	N/A
Colúmbia Britânica	N/A
Manitoba	N/A
New Brunswick	N/A
Ontario	N/A
Prince Eduard Island	3H

(N/A) Não se aplica; (H) altura ao cubo;

Fonte: Hansen et Al. (2017) adaptado pela autora.

4.3.4 Brasil

Atualmente no Brasil foi atualizada a norma NBR 10.151 (2019), esta possui três novas especificações de procedimentos para a avaliação de ruídos. Os equipamentos exigidos pela norma é o calibrador sonoro que atenda à IEC 609442, para classe 1, ou sonômetro classe 2 com calibrador classe 2. Além destes equipamentos, o microfone para medição deve atender à IEC 61672-1 ou à IEC 61094-4.

Em todos os métodos, as medições não podem ser realizadas durante precipitações pluviométricas ou sob condições ambientais de vento, temperatura e umidade relativa do ar em desacordo com as especificações das condições de operação dos instrumentos de medição estabelecidas pelos fabricantes.

O primeiro método é o método simplificado, onde se utiliza para medição de NPS global em ambientes internos e externos as edificações. O objetivo deste método é a identificação e caracterização de sons contínuos e intermitentes.

O método detalhado é utilizado para medição do NPS global e para medição espectral em ambientes internos e externos nas edificações. Com o objetivo de identificar e caracterizar sons contínuos, intermitentes, impulsivos e tonais.

O método de monitoramento de longa duração, onde é utilizado para aplicação em períodos completos com a finalidade de planejamento urbano e monitoramento por 24 h. Neste método é recomendado uma gravação de áudio para identificação de sons específicos e intrusivos que se destacarem do som residual e tonal durante a análise dos dados. Este último método citado é o mais adequado para medição em parques eólicos.

O sonômetro utilizado na medição do método de longa duração e deve ser ajustado com o calibrador acoplado ao microfone antes de cada série de medições. Ao final de uma série de medições, no ambiente avaliado, deve ser lido o NPS com o calibrador sonoro ligado e acoplado ao microfone. Caso a diferença entre a leitura e o valor ajustado inicialmente for superior a 0,5 dB ou inferior a - 0,5 dB, os resultados devem ser descartados e devem ser realizadas novas medições. Outra observação é que dependendo do conjunto de instrumentos utilizado e do tempo de medição, a norma recomenda realizar ajustes intermediários, por exemplo, a cada 1 h.

Nas medições em locais externos a NBR 10151 (2019) determina que as medições executadas no nível do solo, o microfone deve ser posicionado entre 1,2 m e 1,5 m do solo. E caso as medições executadas em alturas superiores a 1,5 m do solo, a altura onde a medição for executada deve ser declarada no relatório.

A norma também exige que o microfone deve ser posicionado em um distanciamento mínimo de 2 m de paredes, muros, veículos ou outros objetos que possam refletir as ondas sonoras. Outra observação da NBR 10151 (2019) é que em monitoramento sonoro de longa duração ou de período completo e nas medições para fins de planejamento de controle da poluição sonora urbana, onde se utilizam estações de monitoramento sonoro, a norma recomenda que o microfone seja posicionado a pelo menos 4 m do solo. Caso não for possível assegurar as distâncias mínimas previstas, deve-se informar no relatório as condições de execução das medições.

4.3.5 Recomendações

Baseado nos estudos dos métodos de medição de ruído em aerogeradores em parques eólicos nos continentes Europeu, Oceania e América do Norte, recomenda-se:

- Atualizar a normativa brasileira, incluindo o termo “Parques eólicos” em área rural de uso misto na medição e avaliação de ruído na normativa brasileira;
- Incluir a medição de ruídos em parques eólicos brasileiros no método detalhado da NBR 10151 (2019), mantendo as especificações deste método para medições em ambientes externos (distanciamento do solo, distanciamentos da edificação, uso e calibração de sonômetro);
- Apesar da norma brasileira não recomendar distanciamentos mínimos, é sugerido incluir limitações de distanciamentos mínimos de 1000 m entre comunidades e construção de parques eólicos no país já que este critério já é utilizado em outros continentes para mitigação de efeitos da emissão do ruído em PE.

4.4 DESCRITORES DE RUÍDO DE AEROGERAÇÃO

Buscou-se analisar documentações por descritores que ocorreram com maior frequência nos continentes Europeu, Americano e na Oceania. A partir destas análises, foi elaborado uma investigação da situação atual de legislações brasileiras.

4.4.1 Europa

As diretrizes da WHO (2018) visam apoiar a legislação e políticas a nível nacional e internacional e apesar destas orientações se concentrarem no continente europeu e focarem na Diretiva de Ruído Ambiental da União Europeia, esta documentação pode ter relevância global, já que as evidências que sustentam as diretrizes foram baseadas em pesquisas nos continentes Americanos, Ásia e Oceania.

O descritor recomendado pela WHO (2018) é o L_{den} , porém não há especificações sobre tipologia da área habitada em proximidades de parques eólicos. Na Tabela 5 a seguir mostra os descritores que ocorrem com maior frequência na Europa.

Tabela 5 – Métricas de ruído e limites na Europa.

País	Cidade	Métrica de Ruído
Alemanha	(d)	LAeq
Bélgica	Flanders	LAeq
Bélgica	Wallonia	LAeq
Dinamarca	(d)	LAeq
França	(d)	LAeq
Holanda	(d)	Lden
Holanda	(d)	Lnight
Irlanda	(d)	LAeq
Itália	(d)	LAeq
Noruega	(d)	Lden
Reino Unido	(d)	LA90, 10 min
Suécia	(d)	Laeq em 8m/s

Suíça	(d)	LAeq
Não há especificação para cidade.		

Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora

O L_{den} e L_{dn} também são descritores importantes e não podem ser descartados. Países de referência na área como Noruega e Holanda utilizam o L_{den} , enquanto que na Holanda além do L_{den} , utiliza-se também o descritor L_{dn} .

4.4.2 Oceania

Na Austrália e na Nova Zelândia foram encontradas seis normativas determinando limites de emissão de ruído em parques eólicos, os dados foram apresentados na Tabela 6. De acordo com as normativas encontradas para medição de ruído em áreas rurais, encontrou-se a mesma quantidade de uso dos descritores $L_{A90, 10 \text{ min}}$ e L_{Aeq} .

Tabela 6 – Descritores de ruído na Europa.

País	Normativas	Métrica de Ruído
Austrália	SA (2009)	LA90, 10 min
	VIC (2010)	LA90, 10 min
	QLD (2016)	LAeq
	NSW (2011)	LAeq
	WA (2004)	LAeq
Nova Zelândia	NZS 6808(2010)	LA90, 10 min

Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora.

4.4.3 América do Norte

Neste continente foram encontradas 47 localidades e diversas métricas de ruído. O descritor encontrado com maior frequência nos Estados Unidos e Canadá foi o L_{Aeq} como é verificado na tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Descritores de ruído na América do Norte.

País	Estado e Cidade	Métrica de Ruído
Estados Unidos	Califórnia-Alameda	L50
	Califórnia-Contra Costa	Ldn
	Califórnia-Fairfield	LAeq
	Califórnia-Fresno	L50
	Califórnia-Kern	Ldn
	Califórnia-Kern	LA8.3
	Califórnia-Monterey	Lden
	Califórnia-Morro Bay	LAeq
	Califórnia-Riverside	Laeq
	Califórnia-Sacramento	L50
	Califórnia-San Bernadino	LAeq
	Califórnia-San Francisco	LAeq
	Califórnia-San Joaquina	LAeq
	Califórnia-Santa Cruz	Laeq
	Califórnia-Solano	LAeq
	Califórnia-Solano	Lden
	Colorado	LAeq
	Colorado-Arapahoe	LAeq
	Nevada-Lyon	LAeq
	Novo México-San Miguel	LAeq
	Oregon	LA50
	Washington	LAeq
	Washington	LA25
	Washington	LA16.7
	Washington	LA2.5
	Wyoming-Laramie	LAeq
	Wyoming-Plympton	LCeq – LAeq
	Georgia	LAeq
	Georgia	Leq
	Indiana-Tipton	Leq
	Maine-Freedom	LAeq
	Michigan	LAeq
	Michigan-Huron	LA90
Minesota	LAeq	
Minesota-Lincoln	LAeq	
Nova York-Jefferson	LA10	
Carolina do Norte	LAeq	
Carolina do Norte-Carteret	LAeq	

	Pennsylvania-Potter	LAeq
	Wisconsin	LAeq
	Wisconsin-Shawano	LAeq
	Alberta	LAeq
	Colúmbia Britânica	LAeq
	Manitoba	LAeq
Canadá	New Brunswick	LAeq
	Ontario	LAeq
	Prince Eduard Island	LAeq

Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora.

4.4.4 Brasil

Nas NBR 10151 (2019) e 10152 (2017) embora possuam atualizações recentes, não há menções a métodos de medição específicos para parques eólicos. Porém a norma utiliza o descritor L_{Aeq} para determinar limites de emissão de ruído. O método de monitoramento de longa duração seria o mais adequado para medição de ruído em PE. Este método é recomendado para fins de monitoramento por 24h.

4.4.5 Recomendações

Com base nos dados encontrados nesta pesquisa, a proposta é utilizar o L_{Aeq} de emissão de ruído de aerogeradores diurno e noturno nas normativas brasileiras. O L_{Aeq} , além de ser um dos descritores que mais aparecem com frequência nos estudos e normativas dos continentes, é o descritor utilizado nas NBRs brasileiras.

4.5 LIMITES DE RUÍDO

Os dados sobre limites recomendados para emissão de ruído de aerogeradores foram nos continentes: Americano, Europeu e na Oceania. A partir destas análises, foi elaborado uma investigação da situação atual de legislações brasileiras relacionadas à limites de emissão de ruído em parques eólicos.

4.5.1 Europa

Em 2018 foi divulgado pela World Health Organization (WHO, 2018) um guia que orienta limites de emissão de ruído ambiental, e foi incluído o ruído em parques eólicos na lista, junto com ruído tráfego nas estradas, ferrovias e aeronaves e ruído de entretenimento. O documento expõe dados com evidências que o ruído é um dos principais riscos ambientais para a saúde física e bem-estar das pessoas. O guia indica níveis de ruído que geram impactos significativos na saúde das pessoas e também recomenda ações para minimizar os danos da exposição do ruído.

Lançada em outubro de 2018, este guia recomenda a exposição média ao ruído de turbinas eólicas abaixo de 45 dB para o descritor L_{den} , porém não há recomendação de exposição noturna e nem especificação de emissão em tipologias de áreas habitadas, como áreas rurais e industriais, por exemplo.

Na Tabela 8, apresentam limites para áreas rurais na Europa. O descritor que ocorre em maior frequência na tabela neste continente é o L_{Aeq} , com valores que variam de 35 dB (A) a 50 dB(A) durante o período diurno e 35 dB(A) a 37 dB(A) para o período noturno.

Tabela 8 – Métricas de ruído e limites na Europa.

País	Cidade	Métrica de Ruído	Limites	
			Rural	
			Dia	Noite
Alemanha	(b)	L_{Aeq}	50	35
Bélgica	Flanders	L_{Aeq}	48	43
Bélgica	Wallonia	L_{Aeq}	45	45
Dinamarca	(b)	L_{Aeq}	42-44	42-44
França	(b)	L_{Aeq}	35	35
Holanda	(b)	L_{den}	47	47
Holanda	(b)	L_{night}	41	41
Irlanda	(b)	L_{Aeq}	40	40
Itália	(b)	L_{Aeq}	50	40
Noruega	(b)	L_{den}	45	45
Reino Unido	(b)	$LA_{90, 10 min}$	35-40	43
Suécia	(b)	L_{aeq} em 8m/s	35	35
Suíça	(b)	L_{Aeq}	50	40

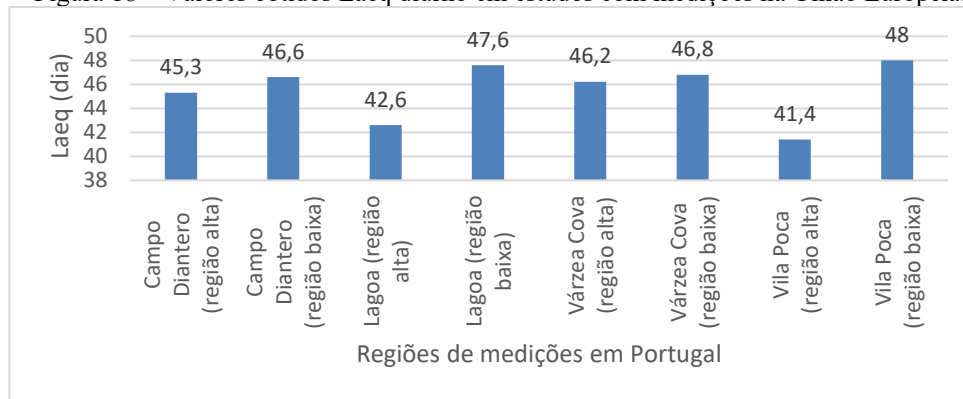
(b) Não há especificação para cidade.

Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora

Na Europa, em diversos países, há uma penalidade de 5dB que deve ser aplicada quando for identificado sons tonais, para garantir o bem-estar. Na Alemanha adiciona-se 3 dB ou 6 dB de acordo com o som identificado. Entretanto, nos países: Noruega, França e Holanda não se aplicam nenhuma penalidade tonal.

Nas Figuras 18, 19 e 20 mostram os estudos com medições de ruído de Botelho et Al. (2017) em Portugal e King et Al. (2012) na Irlanda. No gráfico 4, Botelho et al (2017) obtiveram valores do L_{Aeq} durante o dia variaram entre 41,4 dB(A) e 48 dB(A).

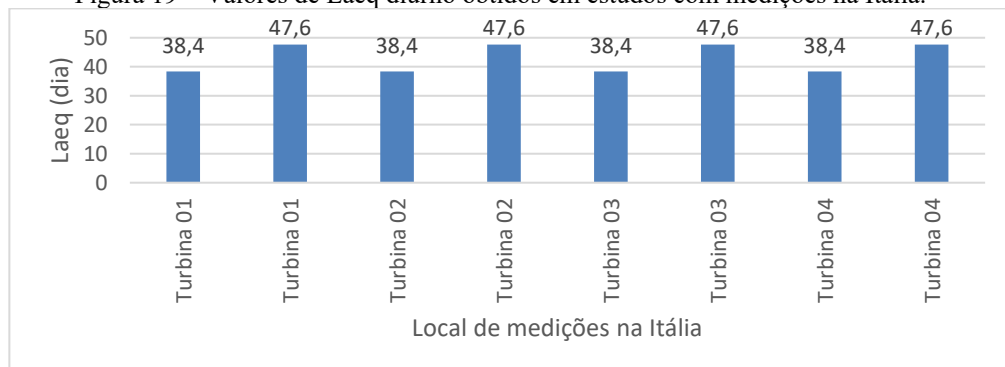
Figura 18 – Valores obtidos L_{Aeq} diurno em estudos com medições na União Europeia.



Fonte: Botelho et al (2017).

No gráfico 19, Iannace et al. (2017) obtiveram valores do L_{Aeq} que variaram entre 38,4 dB(A) e 47,6 dB(A). Os valores obtidos neste estudo estão em conformidade com a normativa vigente no país.

Figura 19 – Valores de L_{Aeq} diurno obtidos em estudos com medições na Itália.

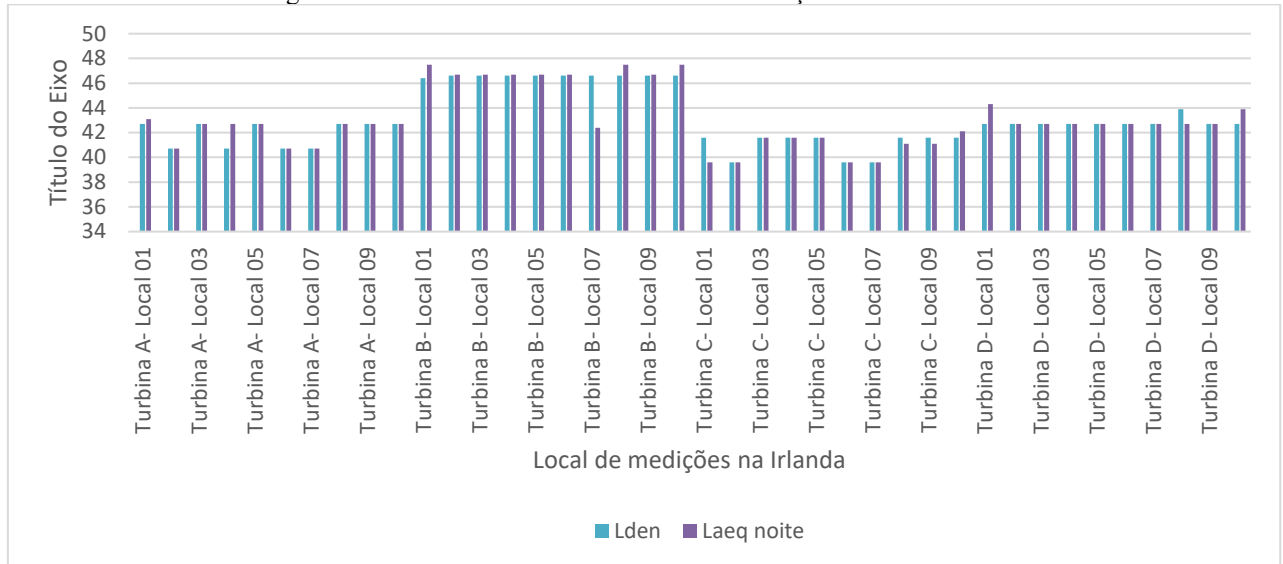


Fonte: Iannace et al (2017).

Na Figura 20, King et al. (2012) obtiveram valores do L_{den} que variaram entre 39,6 dB(A) e 46,7 dB(A). O L_{Aeq} noite variou entre 39,6 dB(A) e 47,5 dB(A). O limite segundo a

normativa no país seria 40 dB(A), portando, algumas destas medições não estariam em concordância com o limite de emissão de ruído.

Figura 20– Valores obtidos em estudos com medições na Irlanda.



Fonte: King et Al. (2012)

4.5.2 Oceania

Para áreas rurais na Oceania, segundo a Tabela 9, o descritor L_{Aeq} apresentou valores com limites entre 35(A) e 37 dB(A) no período diurno e 35 dB(A) para o período noturno. O $L_{A90, 10 \text{ min}}$ apresentou valores diários com limites de 40 dB(A) e 35 e 40 dB(A) para período o noturno.

Tabela 9 – Métricas de ruído e limites na Oceania.

País	Normativa	Métrica de Ruído	Limites Rural	
			Dia	Noite
Austrália	SA (2009)	$LA_{90, 10 \text{ min}}$	40	40
	VIC (2013)	$LA_{90, 10 \text{ min}}$	40	40
	QLD (2016)	L_{Aeq}	37	35
	NSW (2011)	L_{Aeq}	35	35
	WA (2004)	L_{Aeq}	35	35
Nova Zelândia	NZS 6808 (2010)	$LA_{90, 10 \text{ min}}$	40	35

Fonte: SA(2009), VIC(2013),QLD(2016),WA(2004), NSW(2011).

As documentações do sul da Austrália AS (2009) e VIC (2013), há uma diferenciação entre a aérea residencial rural e a área industrial rural. De acordo com estudos locais, foi descoberto que agricultores estão suscetíveis a 5 dB(A) a mais se comparado à área residencial rural. Sendo assim, as duas normativas limitam a emissão de ruído de 40 dB tanto para o período diurno quanto ao período noturno. Estes países demonstram a preocupação com o bem-estar da população que reside nas proximidades de parques eólicos.

Outra observação encontrada nas normativas da Oceania é que o descritor L_{Aeq} varia em função da velocidade do vento a 10 metros de altura, como se observa na Tabela 10.

Tabela 10 – Métricas de ruído e limites na Oceania.

Estado	Área	Velocidade do vento a 10m de altura (m/s)							
		4	5	6	7	8	9	10	11
Ontário	Rural	40	40	40	43	45	49	51	-
Ontário	Residencial	45	45	45	45	45	49	52	-

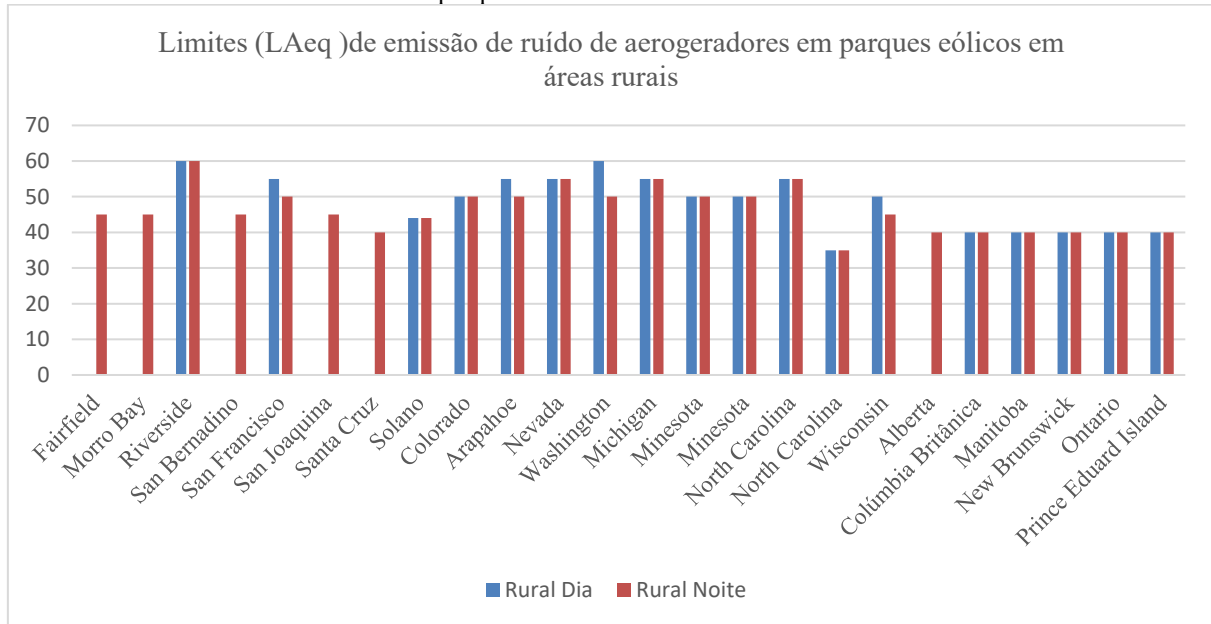
Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017) adaptado pela autora.

4.5.3 América do Norte

Os países da América do Norte que se destacam na área de energia eólica são os Estados Unidos e o Canadá, e também se destacam por possuir regulamentações e limites para áreas residenciais, rurais e próximas a indústrias.

Nas Figuras 21 e Tabela 11 são apresentados métricas utilizadas para a área rural e seus limites por estado e/ou cidade dos dois países citados. O descritor L_{Aeq} é o mais utilizado nos Estados Unidos e Canadá com limites de valores entre 35 dB(A) a 60 dB(A) para o dia e para a noite.

Figura 21– Limites de emissão de ruído (LAeq) do ruído de aerogeradores em parques eólicos nos Estados Unidos.



Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora.

Tabela 11– Limites de emissão de ruído (LAeq) do ruído de aerogeradores em parques eólicos no Canadá.

País	Estado	Rural Limites	
		Dia	Noite
Canadá	Alberta	(c)	40
	Colúmbia Britânica	40	40
	Manitoba	40	40
	New Brunswick	40	40
	Ontario	40	40
	Prince Eduard Island	40	40

Não existe limite para nível de ruído emitido no período diurno.

Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora.

Assim como ocorre no sul da Oceania, no Canadá (Manitoba e New Brunswick), os limites do L_{Aeq} em áreas rurais e residenciais variam em função da velocidade do vento medida a 10 metros de altura, conforme é visto na tabela 12. Esta variação de limites de acordo com a velocidade do vento é um método que se diferencia dos países da União Europeia, já que países como o Canadá, possuem um território extenso, diferente dos países europeus e as regiões canadenses possuem potencial eólico distintos.

Tabela 12 – Níveis de ruído permitidos em L_{Aeq} em estados canadenses.

Estado	Área	Velocidade do vento a 10m de altura (m/s)							
		4	5	6	7	8	9	10	11
Manitoba	Rural e Residencial	40	40	40	43	45	49	51	53

New Brunswick	Rural e residencial	40	40	40	43	45	49	51	53
---------------	---------------------	----	----	----	----	----	----	----	----

Fonte: Hansen, Doolan, Hansen (2017), adaptado pela a autora.

4.5.4 Brasil

As normas NBR 10151 (2019) e NBR 10152 (2017), em 2017, apesar das recentes atualizações, como já foi dito anteriormente, no Brasil, não cita a avaliação da emissão de ruído em parques eólicos. E, também nenhum critério específico para efeitos do ruído de aerogeradores em parques eólicos em comunidades.

Como já se foi dito anteriormente, o método apropriado para medição em PE brasileiros é o método de monitoramento de longa duração. Onde neste método é avaliado a comparação dos resultados de L_d e L_n com os limites de RL_{Aeq} correspondentes aos períodos apresentados pela normativa. A NBR 10151 (2019) considera aceitável o resultado obtido quando o L_d e o L_n forem menores ou iguais aos limites de RL_{Aeq} , apresentados na Tabela 13, para a área e o horário em questão.

Tabela 13 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período.

Tipos de áreas habitadas	RL_{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período Noturno
	Áreas de residências rurais	40
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151 (2019).

Em 2003 foi publicado o Panorama Eólico no Brasil, onde contém informações sobre velocidade média anual de vento médias a altura de 50m acima da superfície para cinco condições topográficas distintas (zona costeira, campo aberto, mata, morro e montanha), identificando os possíveis locais favoráveis para implementação de parques eólicos.

O Panorama do Potencial Eólico no Brasil (2003) utilizou dados de Feitosa (2003), em que o autor analisou as regiões considerando o potencial eólico, classificando em quatro classes de energia. No Brasil, existem alguns estados brasileiros que possuem Atlas Eólico,

como no Rio Grande do Sul, com valores de medições de vento a 50, 70 e 100m, Bahia (com medições a 50 e 70 m).

Pinto (2017) reuniu em seu livro, dados de medições de velocidade de vento de diversos estudos no Brasil. O Quadro 4 a seguir possui dados destes estudos com valores médios anuais de velocidade de vento em cada região do Brasil.

Quadro 4 – Média anual de velocidade do vento em regiões brasileiras.

Região	Área	Média anual de velocidade do vento em m/s
Região Norte	Bacia Amazônica	< 3,5
	Fronteira de Roraima com Venezuela	8 a 10
	Costa Litorânea	5 a 7,5
Região Nordeste	Maranhão	6 a 9
	Piauí	6 a 9
	Ceará	6 a 9
	Rio Grande do Norte	6 a 9
	Paraíba	3,5 a 6
	Bahia	3,5 a 6
	Serras e chapadas do Rio Grande do Norte ao Rio de Janeiro	6,5 a 8
	Margem esquerda da bacia do Rio São Francisco	4 a 6
Região Centro-Oeste	Parte norte	< 4
	Parte sul	5 a 6
	Próximo à fronteira do Paraguai	7
Região Sudeste	Litoral (exceção sul do Espírito Santo e nordeste do Rio de Janeiro)	3,5 a 6
	Nordeste do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo	7,5
	Áreas a 1000 km de distância da costa do Rio Grande do Norte até o Rio de Janeiro	6,5 a 8
	Área sul da Região Sudeste	5,5 a 6,5
Região Sul	Litoral sul	7
	Áreas mais elevadas e de alta rugosidade	7 a 8

Fonte: Pinto (2017), adaptado pela autora.

Segundo Pinto (2017), os locais mais propícios para energia eólica são: Litorais do Rio Grande do Norte, Ceará, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, assim como algumas áreas de Minas Gerais e na Região Centro-Oeste e na Fronteira do Paraguai.

Dos periódicos e documentações selecionados no Brasil, somente quatro estudos haviam medições de ruído. Porém somente os estudos no nordeste do país que tinham informações sobre valores de velocidade do ar como se observa na Tabela 14. As velocidades do ar variaram ente 7 a 10 m/s.

Tabela 14 – Média anual de velocidade do vento em regiões brasileiras.

Dados das medições				
Autores	Local de medição		Pontos de Identificação	Velocidade do ar (m/s)
	Região	Estado		
Montenegro (2014)	Nordeste	Rio Grande do Norte	Aerogerador 01	Dado não fornecido
			Aerogerador 01	7
Gomes (2017)	Nordeste	Bahia	Aerogerador 02	7
			Aerogerador 01	8,8
Lima (2015)	Nordeste	Ceará	Aerogerador 01	8,5
			Aerogerador 01	10
			Aerogerador 01	10
Alencar et al. (2019)	Sul	Dado não fornecido	Ponto 1	Não fornecido

Fonte: Montenegro (2014), Lima (2015), Gomes (2017) e Alencar et Al (2019).

4.5.5 Recomendações

A WHO (2018) recomendou o valor abaixo de 45 dB para o descritor L_{den} , considerando aceitável para exposição de ruído de aerogeradores.

No continente Americano, Estados Unidos e Canadá se destacam por que já incluir em suas normativas medições e limitações de ruídos provenientes aerogeradores em parques eólicos. Na América do Norte apresentou valores do descritor L_{Aeq} durante o dia em área rural com valores maiores comparados aos dos outros continentes estudados. Os valores se mantêm entre 35 dB(A) e 60 dB(A).

A discrepância de valores ocorre, porque Estados Unidos e Canadá possuem uma ampla área, com regimes de vento que variam de região para região. Em decorrência disto, é necessário de estudos específicos para adequar os critérios. Desta forma, os valores são adequados com estado ou província.

Na Europa, limites diurnos alcançam no máximo 50 dB(A) e na Oceania, 37 dB(A). Os limites durante a noite na Europa possuem o limite no máximo 47 dB(A) e na Oceania 35 dB(A). Comparando os valores destes continentes com os valores obtidos na América do Norte nota-se diferenças nos limites de valores nas normativas.

Ao que indica que os Estados Unidos e Canadá possuem um maior número de regulamentações, que são mais específicas para cada região. Vale salientar que cada país adequa os valores no intuito de minimizar os efeitos nocivos que podem causar nos residentes próximos a parques eólicos.

No Brasil, a normativa NBR 10.151 (2019), ainda que possua atualização nos métodos de medição e limites de ruído, não inclui ruídos provenientes de aerogeradores em parques eólicos. Como recomendação, para normativa brasileira será a utilização do método de monitoramento de longa duração com suas especificações de distanciamentos, equipamentos e condições ambientais especificados pela NBR 10151 (2019). Para descritores é recomendado o L_d , L_n L_{Aeq} já que a avaliação do ruído consiste em ser o resultado de medições do L_d e L_n comparados ao L_{Aeq} . É recomendado também a inclusão do termo de “parque eólico” em tipos de áreas habitadas em áreas rurais.

Baseado nas regulamentações analisadas, a proposta é utilizar o L_{Aeq} , de nível de emissão de ruído de aerogeradores diurno abaixo de 40 dB(A) e noturno abaixo de 35 dB(A) em áreas rurais.

Outra sugestão seria utilizar valores ajustados de acordo com a velocidade do vento como existem em normativas no Canadá e Austrália. Os países utilizam valores ajustados de acordo com a velocidade do vento medida a 10 metros de altura. No Brasil também poderia ser utilizado, já que o país apresenta uma variação de regime de ventos. Além disso, existem estudos de medição de vento no país, possibilitando a compilação destes dados por estado ou região.

Com estes resultados obtidos nesta revisão sistemática integrativa, foi possível analisar e discutir os métodos de medição de ruído, descritores, limites de emissão de ruído e velocidade do ar nos continentes europeu, norte americano e Oceania. No próximo capítulo foi elaborado a conclusão do estudo baseados nas evidências encontradas.

5 CONCLUSÃO

Nesta dissertação foram apresentados dados sobre metodologia de mensuração, regulamentações, experimentações, análise de ruído provenientes de aerogeradores em parques eólicos nos continentes Europeu, América do Norte, Oceania e análise das regulamentações atuais no Brasil.

O Brasil está em crescente participação na geração de energias renováveis, e com isso, se tornando referência mundial em geração de energia eólica. Contudo, este aumento de instalações de empreendimentos de geração de energia eólica no país não está seguindo o exemplo de outros países em investir em estudos, mensuração e análise para criar e estabelecer limites de emissão de ruído. Apesar das normas NBR 10.151 e NBR 10.152 estarem atualizadas recentemente, não há especificações claras sobre mensuração e análise sobre o assunto no Brasil. Além disso, a encontrou-se poucas documentações na busca por material bibliográfico atualizado sobre mensuração e estudos sobre efeitos do ruído em parques eólicos brasileiros nos últimos 10 anos.

Com base nas evidências encontradas na RS em relação a métodos de medição de ruído, descritores, limites de emissão de ruído e velocidade do ar norte americanas, europeias e Oceania, recomenda-se o distanciamento de edificações de 1000m à parques eólicos como já são exigidos em países do continente europeu e norte americano. Em relação ao método de medição, o apropriado para PE é sugerido o método de longa duração com os descritores: L_d e L_n comparados ao L_{Aeq} baseados na medição de ambientes externos da NBR 10151 (2019).

Com a intenção de prevenir residentes que vivem próximos de parques eólicos brasileiros, os limites de emissão de ruído para o ambiente rural no Brasil e baseado na NBR 10.151(2019), o estudo mais recente no país de Alencar *et al.* (2019) e normativas norte americanas, europeia e da Oceania, são propostos 40 dB(A) para período do dia e 35 dB(A) para a noite. Estes valores foram propostos considerando que os parques eólicos existentes no Brasil se encontram em regiões costeiras e rurais.

O uso do AtlasTI, auxiliou na organização do grande volume das informações, auxiliando na agilidade da extração e análise dos dados para a dissertação. O software

possibilitou uma visualização, organização e contabilização de materiais e menor perda de informações na busca dados para a pesquisa.

Desta forma, apesar de ser um assunto recentemente estudado a nível mundial, é preciso realizar mais estudos sobre o tema no país.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além das análises abordadas nesta dissertação, foram encontrados poucos estudos sobre os efeitos na saúde de pessoas que vivem em proximidades de parques eólicos brasileiros. Desta forma, propõe-se os seguintes trabalhos futuros em relação ao tema:

- Investigar detalhadamente sobre efeitos subjetivos relacionados à exposição do ruído de aerogeradores em parques eólicos brasileiros;
- Realizar mais estudos sobre mensuração de ruído em parques eólicos no Brasil utilizando as NBR atualizadas;
- Criação de um banco de dados para consulta de regulamentações estaduais.

REFERÊNCIAS

ABBASI, Milad; MONAZZAM, Mohammad Reza; EBRAHIMI, Mohammad Hossein; ZAKERIAN, Seyed Abolfazl; DEHGHAN, Somayeh Farhang; AKBARZADEH, Arash. **Assessment of noise effects of wind turbine on the general health of staff at wind farm of Manjil, Iran**. Journal of low frequency noise vibration and active control. Volume 35, edição 1. Março 2016.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.151: Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral**. Segunda edição Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

_____. **NBR 10.152: Níveis de pressão sonora em ambientes internos das edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, **Boletim Anual de Geração Eólica 2018**, São Paulo: Abeeólica, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA, **Boletim Anual de Geração Eólica 2019**, São Paulo: Abeeólica, 2019.

AMARANTE, O. A. C.; BROWER, M.; ZACK, J.; DE SÁ, A. L. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001. 45 p.

AMPONSAH, N.; TROLDBORG, M.; KINGTON, B.; AALDERS, I.; HOUGH, R. L. Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of life cycle considerations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 39, p. 461-475, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.087>

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 2ª Edição; Brasília. 2003.

AZEVEDO, J. P. M.; NASCIMENTO, R. S.; SCHRAM, I. B. Energia eólica e os impactos ambientais: um estudo de revisão. **Revista UNINGÁ**, v. 51, p. 101-106, 2017

BAKKER, R.H., PEDERSEN, E., VAN DEN BERG, G.P., Lok, S.W., Bourna, J. **Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress**. Science of the Total Environment 2012:425;42-51

BENEFIELD, L. E. Implementing evidence-based practice in home care. **Home Healthcare Nurse**, Baltimore, v. 21, n. 12, p. 804-811, Dec. 2003.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica Aplicada ao Controle do Ruído**. São Paulo: Edgard Blücher, 2011

BOTELHO, Louise Lira Roedel; CUNHA, Cristiano Castro de Almeida; MACEDO, Marcelo. **O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais**. *Gestão e Sociedade*. Belo Horizonte, v.5, n. 11, p. 121-136 · maio-ago. 2011 · ISSN 1980-5756. Disponível em: <http://www.gestaoesociedade.org/gestaoesociedade/article/view/1220/906>. Acesso em: 27 julho 2018.

BOTELHO, Anabela; AREZES, Pedro; BERNARDO, Carlos; DIAS, Hernâni; PINTO, Lígia M. Costa. **Effect of Wind Farm Noise on Local Residents Decision to Adopt Mitigation Measures**. *International journal of environmental research and public health*. Volume: 14 Edição: 7. JUL 2017.

BOWDLER, Dick. **Why Turbine Noise Annoys**, Fourth International Meeting on WTN, 2011.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **INDC - Intended Nationally Determined Contribution**. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 2015. Disponível em: www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRASIL-INDCportugues.Pdf

CASTRO, A. A. **Curso de revisão sistemática e metanálise**. São Paulo: LED-DIS/UNIFESP, 2006. Disponível em: <http://www.virtual.epm.br/cursos/metanalise> Acesso em: 21 set. 2018.

CATERALL, M. **Using computer programs to code qualitative data**. *Marketing Intelligence and Planning*, v. 14, n. 4, p. 29-33, 1996.

COSTA, A. O.; OLIVEIRA, L. B.; LINS, M. P. E.; SILVA, A. C. M.; ARAÚJO, M. S. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. et al. **Sustainability analysis of biodiesel production: A review on different resources in Brazil**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 27, p. 407–412, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.005>

CORDEIRO, Alexander Magno et al. **Revisão sistemática: uma revisão narrativa**. *Revista do Colégio Brasileiro de Corugiões*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 5, p. 428-431, nov./dez., 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>. Acesso em: 12 junho 2018.

CRESWELL, J.W. 2007. **Qualitative inquire & research design: choosing among five approaches**. Thousand Oaks, Sage Publications, xvii, 395 p.

DAVY, John L. Kym Burgemeister, David Hillman. **Wind turbine sound limits: Current status and recommendations based on mitigating noise annoyance** Applied Acoustics, Volume 140, 2018, Pages 288-295, ISSN 0003-682X.

DELFINO, Deisiane dos Santos. **Os valores da Paisagem como instrumento de gestão territorial na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca – Santa Catarina, Brasil** / Deisiane dos Santos Delfino ; orientadores: Angela da Veiga Beltrame ; Albert Pêlachs Mañosa. – Florianópolis, SC, 2017. 348 p.

DEMBKOWSKI, S.; LLOYD, S. H. **Computer applications – a new road of qualitative data analysis**. European Journal of Marketing, v. 29, n. 11, p. 27-37, 1995.

DOLAN, A.; AYLAND, C. **Analysis on trial**. International Journal of Market Research, v. 43, quarter 4, p. 377-389, 2001.

EPA South Australia, 2009. **Wind farms environmental noise guidelines**. EPA South Australia, Adelaide, Australia.

ETSU 1996 **ETSU-R-97: Assessment and rating of noise from wind farms**. Technical report, UK Department of Trade and Industry, Energy Technology Support Unit.

ETSU 2013 **ETSU-R-97: Assessment and rating of noise from wind farms**. Technical report, UK Department of Trade and Industry, Energy Technology Support Unit.

FEITOSA, E. A. N. et al. **Panorama do potencial eólico no Brasil**. Brasília: ANEEL, 2003. 68 p.

FORTIN, Marie-José, FORURNIS, Yann; BEAUDRY, Raymond. **Acceptabilité sociale, énergies et territoires: De quelques exigences fortes pour l'action publique. Mémoire soumis à la Commission sur les enjeux énergétiques**. 2013. http://www.uqar.ca/files/developpementterritorial/fortin_fournis_beaudry_uqar.pdf. Acesso em 8 julho 2018.

FORTE, Elaine Cristina Novatzki et al. **A hermenêutica e o software atlas.ti: união promissora. Texto contexto - enferm**. Florianópolis, v. 26, n. 4, e0350017, 2017. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-

07072017000400301&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 24 out. 2018. Epub 17-Nov-2017. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-07072017000350017>.

GALVÃO, Cristina Maria; SAWADA, Namie Okino; TREVIZAN, Maria Auxiliadora. **Revisão sistemática: recurso que proporciona a incorporação das evidências na prática da enfermagem**. Rev. Latino-Am. Enfermagem, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, jun. 2004. Disponível em: Acesso em: 27 jul. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692004000300014>

GARCÍA, Aguilar; SUÁREZ, Sandra Argüelles; DÍAZ, Katia María. **El Impacto Acústico de las Turbinas Eólicas sobre las Personas y Colectivos: Métodos de Evaluación y Control**. Máster Universitario en Ingeniería Energética, Universidade de Oviedo. 2012.

GERGES, Samir N. Y. **Ruído: fundamentos e controle**. Florianópolis: UFSC, 1992. 600p.

GLASS, G. V. **Primary, secondary, and meta-analysis of research**. Educational Researcher, Thousand Oaks, v. 5, p. 3-8, Oct. 1976.

GREENHALGH, T. Papers that summarise other papers (systematic reviews and meta-analyses). **BMJ: British Medical Journal**, v. 315, n. 7109, p. 672, 1997.

GÓMEZ, Orozco G.; GONZÁLEZ, R. 2012. **Una coartada metodológica: abordajes cualitativos en la investigación en comunicación, medios y audiencias**. México, Tintable, 211 p.

GRUBB, M. J; MEYER, N. I. **Wind energy: resources, systems and regional strategies**. In: JOHANSSON, T. B. et. al. Renewable energy: sources for fuels and electricity. Washington, D.C.: Island Press, 1993. cap. 3.

HANSEN, Colin, H. DOOLAN, Con J. HANSEN, Kristy L. **Wind Farm Noise: Measurement, Assessment and Control**. First Edition. JohnWiley & Sons Ltd. Published 2017 by JohnWiley & Sons Ltd. 2017

IEC 61400-11: **Wind Turbine Generator Systems – Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques**, 2006-11.

ISO 1996 1971 **Acoustics: Assessment of noise with respect to community response**. International Organization for Standardization

ISO 1996-1:2016 Preview Acoustics -- Description, measurement and assessment of environmental noise -- Part 1: Basic quantities and assessment procedures.

ISO 1996-2:2017, **Acoustics - Description, measurement and assessment of environmental noise - Part 2: Determination of environmental noise levels**.

JACKS, Toaldo, SCHMITZ, Mazer, MIRANDA, Gonçalves, Noll, Monteiro, Coruja, Costa & Wottrich. Uso de softwares na abordagem qualitativa: a experiência da pesquisa “Jovem e Consumo Midiático em Tempos de Convergência. **Questões Transversais – Revista de Epistemologias da Comunicação**. Vol. 4, nº 7, janeiro-junho/2016.

JEFFERY, R.D., KROGH, C., HORNER, B. **Adverse health effects of industrial wind turbines, Canadian Family Physician** 2013;59(5);473-75.

LAGE, MARIA CAMPOS LAGE 7 GODOY, ARILDA SCHMIDT. **O uso do computador na análise de dados qualitativos: questões emergentes**.ram – revista de administração Mackenzie..Volume 9, n. 4, edição especial, 2008, p. 75-98.

LARATRO, Alex; ARJOMANDI, Maziar; KELSO, Richard; CAZZOLATO, Benjamin. A discussion of wind turbine interaction and stall contributions to wind farm noise. **JOURNAL OF WIND ENGINEERING AND INDUSTRIAL AERODYNAMICS**. Volume: 127. Páginas: 1-10.. Publicado: APR 2014

LOAIRE, S. R.; ASNER, G. P.; FIELD, C. B. Boosted carbon emissions from Amazon deforestation. **Geophysical Research Letters**, v. 36, L14810, 2009. <http://dx.doi.org/10.1029/2009GL037526>

MAIA, Daniel Sérgio Névoa. Ruído de parques eólicos: análise e caracterização. 2010.

MALAGUETA, D., SKLO, A., SORIA, R., DUTRA, R., SCHAEFFER, R., BORBA, B., **Potential and impacts of Concentrated Solar Power (CSP) integration in the Brazilian electric power system**. *Renewable Energy*, v. 68, n. August 2014, p.223 – 235, 2014.

MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1-13, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172008000100005>

MASULLO, M.; LANNACE, S.; BASTURK, L.; MAFFEI, V.P.; SELENESE, F.; RUOTOLO, F. **The influence of vision on noise annoyance evaluation of wind farms**. Fourth International Meeting on WTN, 2011.

MCCUNNEY, R.J., MUNDT, K.A., COLBY, W.D., DOBIE, R., KALISKJ, K., BLAIS, M. **Wind turbines and health: a critical review of the scientific literature.** Journal of Occupational and Environmental Medicine 2014:56(11);108-30.

MENDES, A. L. L.; FRACOLLI, L. A. Revisão sistemática de literatura e metassíntese qualitativa: considerações sobre sua aplicação na pesquisa em enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**, Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 771-779, out./dez. 2008.

MORAES, Jessica L.; VERGARA, E. F. **Critérios e limites para avaliação do incômodo do ruído em parques eólicos brasileiros.** In: XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2019, João Pessoa. XV ENCAC, 2019.

MROCZEK, Bozena; BANAS, Joanna; MACHOWSKA-SZEWCZYK, Malgorzata; KURPAS, Donata. **Evaluation of Quality of Life of Those Living near a Wind Farm.** INTERNATIONAL JOURNAL OF ENVIRONMENTAL RESEARCH AND PUBLIC HEALTH. Volume 12, edição 6 JUN 2015.

MØLLER, H., PEDERSEN, C.S., 2011. **Low-frequency noise from large wind turbines.** 2011. J. Acoust. Soc. Am. 129, 3727–3744.

NADAÏ, Alain et Olivier Labussière. **Acceptabilité sociale et planification territoriale, éléments de réflexion à partir de l'éolien et du stockage du CO₂.** 2010. en Ha-Duong, Minh, Naceur Chaabane (eds.), Le captage et le stockage du CO₂: enjeux techniques et sociaux en France, Versailles, Quae, pp. 45-60.

NSW Department of Planning & Infrastructure (NSW DPI), 2011. **NSW planning guidelines: Wind farms.** NSW DPI, Sydney, Australia.

NISSEMBAUM, M.A., ARAMINI, J.J., Ha, C.D. **Effects of industrial wind turbine noise on sleep and health.** Noise & Health 2012:14(60);237-43.

OKOLI, C., SCHABRAM, K. **A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research.** *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 10(26). (2010). <http://sprouts.aisnet.org/10-26>.

OERLEMANS, S, **Primary Noise Sources, 2011.** In: BOWDLER, D; LEVENTHALL, G. **Wind Turbine Noise**, Brentwood: Multi-science, 2011, Cap, 2, p, 13-45

PALMER, W. **Evidence based study of noise impacting annoyance.** Fourth International Meeting WTN, 2011.

PAZHERI, F. R.; OTHMAN, M. F.; MALIK, N. H. **A review on global renewable electricity scenario**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 31, p. 835-845, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.020>

PEDERSEN, E. e WAYE, K.P. **Perception and annoyance due to wind turbine noise - a dose-response relationship**. *J Acous Soc Am* 2004;116(6);3460-70.

PEDERSEN, E., WAYE, K.P. **Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments**. *Occup Environ Med* 2007;64;480-6.

PERISSÉ ARS, Gomes MM, Nogueira SA. **Revisões sistemáticas (inclusive metanálises) e diretrizes clínicas**. In: Gomes MM, organizador. *Medicina baseada em evidências: princípios e práticas*. Rio de Janeiro (RJ): Reichmann & Affonso; 2001. p.131-48.

PERSOON, K. Waye, ÖHRSTRÖM, E., 2002. **Psycho-acoustic characters of relevance for annoyance of wind turbine noise**. *J. Sound Vib.* 250, 65–73.

PHILLIPS, C.V. **Properly interpreting the epidemiologic evidence about the health effects of industrial wind turbines on nearby residents**. *Bulletin of Science Technology Society* 2011;31(4):303-15.

PINTO, Iracema Chipponelli Pinto; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. **O Mercado Brasileiro da Energia Eólica, Impactos Sociais e Ambientais**. *Ambiente e Água*. *Ambiente e Água*, v. 12, p. 1082-1100, 2017

POLIT, D. F.; BECK, C. T. **Using research in evidence-based nursing practice**. In: POLIT, D. F.; BECK, C. T. (Ed.). *Essentials of nursing research. Methods, appraisal and utilization*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2006.

POMPEO, Daniele Alcalá; ROSSI, Lídia Aparecida; GALVAO, Cristina Maria. **Revisão integrativa: etapa inicial do processo de validação de diagnóstico de enfermagem**. *Acta paul. enferm.*, São Paulo, v. 22, n. 4, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ape/v22n4/a14v22n4.pdf> . Acesso em: 30 maio 2018.

RAMPINELLI, G. A.; ROSA JÚNIOR, C. G. Análise da geração eólica na matriz brasileira de energia elétrica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 14, n. 2, p. 273-302, 2012.

REDEKER, G. **Coherence and Structure in Text and Discourse**. In *Abduction, Belief and Context in Dialogue: Studies in Computational Pragmatics*, ed. Harry Bunt, and William Black. Amsterdam, p. 233-261, 2000.

RODRIGUES, Jeniffer Monteiro; MACHADO, Débora Gomes; CRUZ, Ana Paula Capuano da. **Evidenciação de custos ambientais em empresas do segmento de adubos e fertilizantes**. DOI:10.5007/2175-8069.2011v8n15p63. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, Florianópolis, v. 8, n. 15, p. 63-86, nov. 2011. ISSN 2175-8069. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/contabilidade/article/view/15040>>. Acesso em: 07 nov. 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/2175-8069.2011v8n15p63>.

RETTIE, R. et al. **CAQDAS: a supplementary tool for qualitative market research**. *Qualitative Market Research: An International Journal*. v. 11, n. 1, p. 76-88, 2008

ROTHER, E. T. **Revisão sistemática x revisão narrativa**. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, jun. 2007.

ROGERS, A. R. et al., **Wind Turbine Acoustic Noise**. Renewable Energy Research Laboratory, Amherst, Estados Unidos, 2006. 26p.

RUOTOLO, Francesco; Senese, VINCENZO Paolo; RUGGIERO, Gennaro; MAFFEI, Luigi; MASULLO, Massimiliano; IACHINI, Tina. **Individual reactions to a multisensory immersive virtual environment: the impact of a wind farm on individuals. Individual reactions to a multisensory immersive virtual environment: the impact of a wind farm on individuals**. *Cognitive processing*. Volume: 13 Edição especial: SI. Páginas: S319-S323. AUG 2012

SAMPAIO, Rosana F; MANCINI, M. C. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos. V. 11, n. 1, p. 83-89, jan/fev. 2007.

SANTOS, M. J.; FERREIRA, P.; ARAÚJO, M.; PORTUGAL-PEREIRA, J.; LUCENA, A. F.P.; SCHAEFFER, R. Scenarios for the future Brazilian power sector based on a multicriteria assessment. **Journal of Cleaner Production**, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.145>

SCHMIDT, J.; CANCELLA, R.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. **An optimal mix of Schmidt PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil**. *Renewable Energy*, v. 85, p. 137-147, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.010>

SCHIMDT, J. H.; KLOKKER, M. **Health effects related to wind turbine noise exposure: a systematic review.** Plos One, v. 9, n. 12, 2014.

SØNDERGAARD, B. **Testing new version of IEC 61400-11.** Fourth International Meeting on WTN, 2011.

TISSOT, Juliana Tasca. **Definição de elementos ambientais essenciais para a humanização em quartos de internação.** Dissertação de mestrado- Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. 2016.

TOLEDO, Ezequiel Zarate e FRAGA, Julia. **La política eólica mexicana: Controversias sociales y ambientales debido a su implantación territorial. Estudios de caso en Oaxaca y Yucatán. Trace (Méx. DF).**2016, n.69, pp.65-95. ISSN 2007-2392.

TONIN, R, **Sources of wind turbine noise and sound propagation,** Acoustics Australia, Melbourne, p, 20-27, abr, 2012.

VAN DEN BERG, F. **An overview of residential health effects in relation to wind turbine noise.** Fourth International Meeting on WTN. 2011.

WAGNER, S.; BAREIS, R.; GUIDATI, G. **Wind turbine noise,** p. 172-177. 1996.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. **The integrative review: updated methodology.** Journal of Advanced Nursing, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, Dec. 2005.

WHO, World Health Organization Regional Office for Europe. **ENVIRONMENTAL NOISE.** 2018.

ZAGUBIENÍ, Adam; INGIELEWICZ, Ryszard. **The analysis of similarity of calculation results and local measurements of wind farm noise.** Measurement, Volume 106, Pages 211-220, ISSN 0263-2241. 2017

APÊNDICE A – Protocolos de busca nas plataformas de pesquisa

<i>Web of Science</i> – Banco de Teses e Dissertações	
Busca 01	
	(WIND FARM) AND (NOISE)
Nº de documentos encontrados:	12
Nº de documentos selecionados:	01
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Autores mais citados, áreas de abrangência (ciências agrárias, engenharias, ciências biológicas e ciências humanas)
Busca 02	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT)
Nº de documentos encontrados:	63
Nº de documentos selecionados:	04
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Autores mais citados,
Busca 03	
	(PARQUE EOLICO) AND (MEDIÇÃO)
Nº de documentos encontrados:	25
Nº de documentos selecionados:	20
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Autores mais citados

Busca 04	
	(PARQUES EOLICOS) AND (RUIDO)
Nº de documentos encontrados:	7
Nº de documentos seleccionados:	5
Filtros utilizados:	Últimos 10 años (2009-2019), Autores mais citados
Busca 05	
	(TURBINA EOLICA) AND (RUIDO)
Nº de documentos encontrados:	17
Nº de documentos seleccionados:	15
Filtros utilizados:	Últimos 10 años (2009-2019), Autores mais citados.

Web of Science – Periódicos

Busca 01	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT)
Nº de documentos encontrados:	4448
Nº de documentos seleccionados:	01
Filtros utilizados:	Últimos 10 años (2009-2019), Autores mais acessados, idiomas (inglês, português, espanhol),
Busca 02	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT)
Nº de documentos encontrados:	2569
Nº de documentos seleccionados:	27
Filtros utilizados:	Últimos 10 años (2009-2019), Autores mais acessados, idiomas (inglês, português, espanhol).
Busca 03	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT)
Nº de documentos	2217

encontrados:	
Nº de documentos selecionados:	11
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Mais recentes, áreas de abrangência, idiomas (inglês, português, espanhol),
Busca 04	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT)
Nº de documentos encontrados:	7
Nº de documentos selecionados:	2
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Mais recentes, áreas de abrangência, idiomas (português, espanhol),
Busca 05	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT) AND (BRAZIL)
Nº de documentos encontrados:	1085
Nº de documentos selecionados:	21
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), mais recentes, áreas de abrangência, idiomas (inglês, português, espanhol),
Busca 07	
	(WIND FARM) AND (MEASUREMENT) AND (BRAZIL)
Nº de documentos encontrados:	17
Nº de documentos selecionados:	8
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), mais relevantes, áreas de abrangência, idiomas (inglês, português, espanhol),
Scopus – Periódicos	
Busca 01	
	(WIND FARM*) AND (MEASUR*)
Nº de documentos encontrados:	30
Nº de documentos selecionados:	8

Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Autores mais acessados, idiomas (inglês, português, espanhol),
Busca 02	
	(WIND FARM NOIS*) AND ((NOIS*) OR (SOUND*) OR (LIMIT*))
Nº de documentos encontrados:	269
Nº de documentos selecionados:	16
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), Autores mais acessados, idiomas (inglês, português, espanhol).
Busca 03	
	(WIND FARM NOIS*) AND (CRITER*)
Nº de documentos encontrados:	86
Nº de documentos selecionados:	1
Filtros utilizados:	Últimos 10 anos (2009-2019), mais recentes, áreas de abrangência, idiomas (inglês, português, espanhol),

APÊNDICE B – Documentos da Revisão Sistemática Integrativa

WOS BANCO DE TESES E DISSERTAÇÕES	
1.	MENDES, Jociclea de Sousa. Impactos da Implantação de Parques Eólicos no Litoral do Nordeste Brasileiro: Estudo de Caso na Praia de Xavier, Litoral Oeste do Ceará. 161 f. Doutorado em Geografia. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.
2.	ALMEIDA, Fernando Mattavo de. Numerical Simulation Of The Flow Through An Axial Tidal-Current Turbine Employing An Elastic-Free-Surface Approach. 165 f. Mestrado em Engenharia Naval e Oceânica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
3.	SANTOS, Marllen Aylla Teixeira dos. Sistema de Medição de Desempenho para Operação e Manutenção de Parques Eólicos no Brasil. Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
4.	MIGUEL, Jose Vitor Pereira. A Influência da Duração da Campanha de Medição Anemométrica na Avaliação de Recursos Eólicos com Base na Aplicação de Métodos MCP. 134 f. Mestrado em Energia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.
5.	MOREIRA, Alvaro Fagundes. Avaliação do Requisito de Tempo de Medição Anemométrica para Autorização e Contratação de Novos Parques Eólicos no Brasil. Mestrado Profissional em Economia. Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
6.	SILVA, Adaiana Francisca Gomes da. Estimativa de Geração de Energia Eólica Utilizando Diferentes Ferramentas Numéricas. 148 f. Doutorado em Engenharia Aeronáutica e Mecânica. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2017.
7.	SCHERER, Carla Trindade. Estudo Experimental da Deflexão da Esteira Aerodinâmica à Sotavento de Aeroogeradores Desalinhados com o Vento Incidente. 192 f. Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.
8.	GOMES, Leonardo Rafael Teixeira Cotrim. Avaliação de Ruídos em Aeroogeradores Situados no Complexo Eólico Serra Azul-BA. 117 f. Mestrado Profissional em Planejamento Ambiental. Universidade Católica do Salvador, Salvador, 2017.
9.	SAKAGAMI, Yoshiaki. Influência da Turbulência e do Perfil de Velocidade do Vento no Desempenho de Aeroogeradores em Dois Parques Eólicos na Costa do Nordeste Brasileiro. 187 f. Doutorado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
10.	LOUREIRO, Breno Andrade. Avaliação de Ferramentas e Métodos para a Elaboração de Mapas Eólicos. 74 f. Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.
11.	FREIRE, Selma Cristina de Freitas. Desempenho de Transformadores de Corrente em Regime Não Senoidal. 60 f. Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.
12.	PENA, Jessica Santoro Gonçalves. Uma avaliação da influência das janelas de

	tempo e do período de medição na análise de distorções harmônicas e inter-harmônicas em instalações eólicas. 85 f. Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade de Brasília, Brasília, 2016.
13.	TORIN, Lucas Ribeiro. Estudo Térmico para Estimativa de Temperatura de Transformadores de Potência a Seco Utilizando o Método de Elementos Finitos. 101 f. Mestrado em Engenharia Elétrica. Universidade Federal do ABC, Santo André, 2017.
14.	LOPES, Alberto dos Santos. Projetos e Testes de um Aerogerador de Pequeno Porte e de um Sistema de Medição de Eficiência Mecânica. 118 f. Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.
15.	SA, Franciene Izis Pacheco de. Efeito da Esteira de Aerogeradores Sobre a Produção do Parque Eólico de Beberibe. 170 f. Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
16.	OLIVEIRA, Luciana de Sousa de. Regras e Boas Práticas para Instalação de Torres Anemométricas Voltadas para Estudo de Potencial Eólico. 101 f. Mestrado em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
17.	NUNES, Hugo Miguel Pedro. Avaliação do Potencial Eólico ao Largo da Costa Nordeste do Brasil. 119 f. Mestrado em Geociências Aplicadas. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
18.	PINEDO, OMAR ELIAS HORNA. Projeto e Qualificação de um Aparato para o Estudo Experimental de Bolhas de Separação Laminar. 127 f. Mestrado em Engenharia Mecânica. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.
19.	BEZERRA, Jose Heldenir Pinheiro. Modelagem de Perfil Aerodinâmico de Pás Eólicas de Fibra Vegetal para Aerogeradores de Pequeno Porte. 67 f. Mestrado em Engenharia Agrícola. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.
20.	NASSIF, Felipe de Barros. A Tecnologia Lidar Aplicada a Medições Eólicas Sobre Corpos Hídricos e Oceano. 113 f. Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
•	Teses e Dissertações Incluídas
21.	GONÇALVES, Joeberson dos Santos. Diretrizes e Boas Práticas sob a Perspectiva da Sustentabilidade em Empreendimentos Eólicos. 186f. Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.
22.	SILVA, Rebeca Marota da. Dinâmica Socioeconômica das Eólicas no Rio Grande do Norte (2002-2015): Microrregiões e Políticas de Desenvolvimento Local. 144f. Mestrado em Estudos Urbanos. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
23.	NETO, Raimundo Pereira Amaral. A Atividade Eólica e o Desenvolvimento

	Regional: Perspectivas na Formação do Polo Eólico no Rio Grande do Norte. 120f. Mestrado em Economia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Natal, 2012.
24.	HOLANDA, Juliana Sampaio Pedroso de. Ventos do Desenvolvimento: O Início da Cobertura Sobre Energia Eólica no Jornal Tribuna do Norte. 165f. Mestrado em Estudos da Mídia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.
25.	NETO, Calisto Rocha de Oliveira. Energia Eólica e Desenvolvimento no Terceiro Milênio: Reflexões a Partir do Brasil, Nordeste e Rio Grande do Norte. 150f. Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.
26.	FILHO, Haroldo Coutinho Varella. Medição de Desempenho na Cadeia de Suprimentos da Energia Eólica: Proposta de Um Conjunto de Indicadores de Desempenho. 145f. Mestrado em Estratégia; Qualidade; Gestão Ambiental; Gestão da Produção e Operações. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2013.
27.	MELLO, Mariana Torres Correia de. Estudo de Viabilidade Técnico-Ambiental para Implantação de Parques Eólicos: Um Estudo de Caso em Um Fragmento do Litoral Setentrional do Rio Grande do Norte/Brasil. 175f. Mestrado em Geografia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
28.	MONTOYA, Elías. Directrices para Elaboracion de Normativa Acústica, Asociada a La Etapa de Operación de Parques Eólicos en Chile. 2016
29.	BOLIN, K. Wind Turbine Noise And Natural Sounds: Masking, Propagation And Modeling. 2009.
•	WOS PERIÓDICOS
30.	POHL, Johannes; GABRIEL, Joachim; HÜBNER, Gundula. Understanding Stress Effects of Wind Turbine Noise - The Integrated Approach. Energy Policy. Vol. 112, P.119-128. 2018.
31.	THORNE, Bob. The Problems with “Noise Numbers” for Wind Farm Noise Assessment. Bulletin of Science, Technology & Society. Vol. 31(4), P. 262-290. 2011.
32.	ZAGUBIEN, Adam; INGIELEWICZ, Ryszard. The Analysis of Similarity of Calculation Results and Local Measurements of Wind Farm Noise. Measurement. Vol. 106, P. 211-220. 2017.
33.	BOTELHO, Anabela Et Al. Effect of Wind Farm Noise on Local Residents' Decision to Adopt Mitigation Measures. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 14, 2017.
34.	EVANS, Tom; COOPER, Jonathan. Comparison of Predicted and Measured Wind Farm Noise Levels and Implications for Assessments of New Wind Farms. Noise & Vibration Bulletin, P. 263a, 2012.
35.	KING E.; PILLA F.; MAHON J., Assessing Noise From Wind Farm Developments

	in Ireland: A Consideration of Critical Wind Speeds and Turbine Choice. Energy Policy Elsevier, 41, P. 548 – 560. 2012.
36.	HANSEN, K. L., ZAJAMŠEK, B.; HANSEN, C. H. Investigation of A Microphone Height Correction for Long-Range Wind Farm Noise Measurements. <i>Applied Acoustics</i> , 155, 9710. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.05.015 . 2019.
37.	KALDELLIS, J.K.; GARAKIS, K.; KAPSALI, M. Noise Impact Assessment on the Basis of Onsite Acoustic Noise Immission Measurements for a Representative Wind Farm, Renewable Energy, Elsevier, Vol. 41, P. 306-314. 2012.
38.	COOPER, J.C., EVANS, T.; NÁJERA, L.F. Comparison of Compliance Results Obtained From The Various Wind Farm Standards Used in Australia. 2012.
39.	BAATH, Lars. Noise Spectra From Wind Turbines. Renewable Energy. 57. P. 512–519. 10.1016/j.renene.2013.02.007. 2013.
40.	IANNACE, G. Wind Turbines Noise Measurements Inside Homes. Building Acoustics, 25(4), P. 339–350. https://doi.org/10.1177/1351010X18792884 . 2018
41.	DOOLAN, C.J., MOREAU, D.J.; BROOKS, L.A. Wind Turbine Noise Mechanisms and Some Concepts for its Control. 2011.
42.	VALERI, V. Lenchine. Assessment of Amplitude Modulation in Environmental Noise Measurements, Applied Acoustics, Volume 104, Pages 152-157. ISSN 0003-682X, https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2015.11.009 . 2016.
43.	SHEPHERD, Daniel; MCBRIDE, David; WELCH, David; DIRKS, Kim; HILL, Erin. Evaluating The Impact of Wind Turbine Noise on Health-Related Quality of Life. Noise & Health. 13. 333-9. 10.4103/1463-1741.85502. 2011.
44.	XIAO, H.; Et Al. Harmonic Analysis by Modeling and Simulation of the Wind Farm Based on DFIG. Elektronika Ir Elektrotechnika, Vol. 19, No. 7, 2013.
45.	NISSENBAUM, Michael A.; Et Al. Effects of Industrial Wind Turbine Noise on Sleep and Health. <i>Noise & Health</i> . 14. 60. 237-43. 2012.
46.	DIAMOND, K.E.; CRIVELLA, E.J. Wind Turbine Wakes, Wake Effect Impacts, and Wind Leases: Using Solar Access Laws as the Model for Capitalizing on Wind Rights During the Evolution of Wind Policy Standards. 2011.
47.	ZAJAMŠEK, Branko; HANSEN, Kristy L. Doolan; DOOLAN, Con J; HANSEN, Colin. Characterisation of wind farm infrasound and low-frequency noise. Journal of Sound and Vibration, Volume 370, 2016. Pages 176-190. ISSN 0022-460X. https://doi.org/10.1016/j.jsv.2016.02.001 .
48.	WANG, Shifeng; WANG, Sicong. Impacts of Wind Energy on Environment: A Review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 49. P. 437-443. ISSN 0022-460X.

	https://doi.org/10.1016/j.jsv.2016.02.001 . 2015.
49.	SHEPHERD, D.; BILLINGTON, R. Mitigating the Acoustic Impacts of Modern Technologies: Acoustic, Health, and Psychosocial Factors Informing Wind Farm Placement. Bulletin of Science, Technology & Society. 31(5), P. 389–398. https://doi.org/10.1177/0270467611417841 . 2011.
50.	ZAGUBIEN, Adam; WOLNIEWICZ, Katarzyna. The Impact of Supporting Tower on Wind Turbine Noise Emission. Applied Acoustics. 155. P. 260-270. ISSN 0003-682X. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2019.05.032 . 2019.
51.	SHEN, Wen Zhong. Et Al. Advanced Flow and Noise Simulation Method for Wind Farm Assessment in Complex Terrain. Renewable Energy. Vol. 143. P. 1812-1825. ISSN 0960-1481. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.140 . 2019.
52.	HE, Yaoyao; XU, Qifa; WAN, Jinhong; YANG, Shanlin. Short-Term Power Load Probability Density Forecasting Based on Quantile Regression Neural Network and Triangle Kernel Function. Energy. 114. P. 498-512. 10.1016/j.energy.2016.08.023. 2016.
53.	KHALED, Mohamed; IBRAHIM, Mostafa; HAMED, Hesham; ABDEL, Gawad Ahmed. Investigation of a Small Horizontalexaxis Wind Turbine Performance with and Without Winglet. Energy. 187. P. 1-11. 10.1016/j.energy.2019.115921. 2019.
54.	SARDARO, Ruggiero; FACCILONGO, Nicola; ROSELLI, Luigi. Wind Farms, Farmland Occupation and Compensation: Evidences from Landowners' Preferences Through a Stated Choice Survey in Italy. Energy Policy. 133. 110885. 10.1016/j.enpol.2019.110885. 2019.
55.	ALAMIR, Mahmoud; HANSEN, Kristy; ZAJAMSEK, Branko; CATCHESIDE, Peter. Subjective Responses to Wind Farm Noise: A Review of Laboratory Listening Test Methods. Renewable and Sustainable. Energy Reviews. 10.1016/j.rser.2019.109317. 2019.
56.	HOWLADER, Abdul; URASAKI, Naomitsu; YONA, Atsushi; SENJYU, Tomonobu; SABER, Ahmed. A Review of Output Power Smoothing Methods for Wind Energy Conversion Systems. Renewable And Sustainable Energy Reviews. 26. P. 135–146. 10.1016/j.rser.2013.05.028. 2013.
57.	FOTI, Daniel; YANG, Xiaolei; CAMPAGNOLO, Filippo; MANIACI, David; SOTIROPOULOS, Fotis. On the Wake Meandering of a Model Wind Turbine Operating in Two Different Regimes. Physical Review Fluids. 3. 10.1103/PhysRevFluids.3.054607. 2018.
58.	BANGGA, Galih; DESSOKY, Amgad; LUTZ, Thorsten; KRÄMER, Ewald. Improved Double-Multiple-Streamtube Approach for H-Darrieus Vertical Axis Wind Turbine Computations. Energy. 10.1016/j.energy.2019.06.083. 2019.
59.	KHEIRABADI, Ali; NAGAMUNE, Ryozo. (2019). A Quantitative Review of Wind Farm Control with the Objective of Wind Farm Power Maximization. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 192. P. 45-73. 10.1016/j.jweia.2019.06.015. 2019.

60.	HU, Rui; HU, Weihao; GÖKMEN, Nuri; LI, Pengfei; HUANG, Qi; CHEN, Z. High Resolution Wind Speed Forecasting Based on Wavelet Decomposed Phase Space Reconstruction and Self-Organizing Map. <i>Renewable Energy</i> . 140. 10.1016/j.renene.2019.03.041. 2019.
61.	LORI, Erfan; LEMAN, Zulkiflle. Renewable Energy Sources and Analyzing the Wind Turbine Performance: A Review. <i>Ciência e Natura</i> . 38. 780. 10.5902/2179460X21523. 2016.
62.	LIMA, Laerte; FILHO, Celso. Wind Energy Assessment and Wind Farm Simulation in Triunfo – Pernambuco, Brazil. <i>Renewable Energy</i> . 35. P. 2705-2713. 10.1016/j.renene.2010.04.019. 2010.
63.	OEBELS, Kerstin; PACCA, Sergio. Life Cycle Assessment of an Onshore Wind Farm Located at the Northeastern Coast of Brazil. <i>Renewable Energy</i> . 53. P. 60-70. 10.1016/j.renene.2012.10.026. 2013.
64.	FARKATT, Jamil; CLARO, João; RODRIGUES, José. Barriers to Onshore Wind Farm Implementation in Brazil. <i>Energy Policy</i> . 128. P. 253–266. 10.1016/j.enpol.2018.12.062. 2019.
65.	KHOSRAVI, Ali; MACHADO, Luiz; NUNES, R. Time-Series Prediction of Wind Speed Using Machine Learning Algorithms: A Case Study Osorio Wind Farm, Brazil. <i>Applied Energy</i> . 224. 10.1016/j.apenergy.2018.05.043. 2018.
66.	SILVA, Kleber; SAIDEL, M. Digital Control and Integration of a 192 MW Wind Farm With Doubly Fed Induction Generator Into the Brazilian Power System. <i>Electric Power Systems Research</i> . 80. P. 108-114. 10.1016/j.epsr.2009.08.010. 2010.
67.	GONZÁLEZ, Mario; GONÇALVES, Joeberson; VASCONCELOS, Rafael. Sustainable Development: Case Study in the Implementation of Renewable Energy in Brazil. <i>Journal of Cleaner Production</i> . 142. 10.1016/j.jclepro.2016.10.052. 2016.
68.	BÖHME, Gustavo; FADIGAS, Eliane; GIMENES, André; TASSINARI, Carlos. Wake Effect Measurement in Complex Terrain - A Case Study in Brazilian Wind Farms. <i>Energy</i> . 161. 10.1016/j.energy.2018.07.119. 2018.
69.	OLIVEIRA, Marcelo de Lellis Costa de; MENDONÇA, Anny; SARAIVA, Ramiro; TROFINO, A.; LEZANA, Álvaro. Electric Power Generation In Wind Farms With Pumping Kites: An Economical Analysis. <i>Renewable Energy</i> . 86. P. 163-172. 10.1016/j.renene.2015.08.002. 2016.
70.	GORAYEB, Adryane; MENDES, Jocicléa; MEIRELES, Antonio; BRANNSTROM, Christian; SILVA, Edson; FREITAS, Ana. Wind-Energy Development Causes Social Impacts in Coastal Ceará State, Brazil: The Case of The Xavier Community. <i>Journal of Coastal</i>

	Research. 75. 383-387. 10.2112/SI75-077.1. 2016.
71.	FERNANDES, Gláucia; GOMES, Leonardo; VASCONCELOS, Gabriel; BRANDÃO, Luiz. Mitigating Wind Exposure With Zero-Cost Collar Insurance . <i>Renewable Energy</i> . 99. P. 336-346. 10.1016/j.renene.2016.07.016. 2016.
72.	GARCIA-HELLER, Veronica; ESPINASA, Ramón; PAREDES, Stephan. Forecast Study of the Supply Curve of Solar and Wind Technologies in Argentina, Brazil, Chile and Mexico . <i>Renewable Energy</i> . 93. 168-179. 10.1016/j.renene.2016.02.065. 2016.
73.	MORENO, Sinvaldo; COELHO, Leandro. Wind Speed Forecasting Approach Based on Singular Spectrum Analysis and Adaptive Neuro Fuzzy Inference System . <i>Renewable Energy</i> . 126. 10.1016/j.renene.2017.11.089. 2017.
74.	BORBA, Bruno; SZKLO, Alexandre; SCHAEFFER, Roberto. PLug-In Hybrid Electric Vehicles As A Way to Maximize the Integration of Variable Renewable Energy in Power Systems: The Case of Wind Generation in Northeastern Brazil . <i>Energy</i> . 37. P. 469–481. 10.1016/j.energy.2011.11.008. 2012.
75.	BAROSEN, M.S. Justice and Public Participation in Renewable Energy Projects. A Comparative Case Study of Renewable Energy Auction Systems in Brazil and South Africa . 2018.
76.	SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Assessing Employment in Renewable Energy Technologies: A Case Study for Wind Power in Brazil . <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> . 31. P. 83–90. 10.1016/j.rser.2013.11.046. 2014.
77.	FRATE, Claudio; BRANNSTROM, Christian; VINÍCIUS, Marcus; MORAIS, Marcus; DE, Armando; CALDEIRA-PIRES, Armando. Procedural and Distributive Justice Inform Subjectivity Regarding Wind Power: A Case From Rio Grande Do Norte, Brazil . 2019.
78.	LEITE, G.; ARAÚJO, A.; ROSAS, P. Prognostic Techniques Applied to Maintenance of Wind Turbines: A Concise and Specific Review . <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> , 81. P. 1917-1925. 2018.
79.	DE JONG, Pieter; BARRETO, Tarssio; TANAJURA, C.; KOULOUKOUI, Daniel; ESQUERRE, Karla Oliveira; KIPERSTOK, Asher; TORRES, Ednildo. Estimating the Impact of Climate Change on Wind and Solar Energy in Brazil Using a South American Regional Climate Model . <i>Renewable Energy</i> . 141. 2019.
80.	DANTAS, Eduardo; ROSA, Luiz; SILVA, Neilton; PEREIRA, Marcio. Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, From The Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms . <i>Sustainability</i> . 11. 10.3390/su11143802. 2019.
81.	FINEGOLD, Lawrence; SCHWELA, Dietrich; LAMBERT, Jacques. Progress on Noise Policies From 2008 to 2011 . <i>Noise & Health</i> . 14. 307-12. 10.4103/1463-1741.104899. 2012.
82.	FREIBERG, Alice; SCHEFTER, Christiane; <u>GIRBIG</u> , Maria; MURTA, Vanise;

	SEIDLER, Andreas. Health Effects of Wind Turbines on Humans in Residential Settings: Results of a Scoping Review. Environmental Research. 169. 10.1016/J.Envres.2018.11.032. 2018.
83.	SAAB JR, Joseph; PIMENTA, Marcos; FARIA, Alexandre Martuscelli; RODRIGUEZ, Sara. Determination of Local Flow Conditions and Preliminary Investigation on the Validity of the Pnoise Code for Large-Size Wind Turbine. Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering. 40. 10.1007/S40430-018-1412-1. 2018.
84.	AHMED, Noor; CAMERON, Michael. The Challenges and Possible Solutions of Horizontal Axis Wind Turbines as A Clean Energy Solution for the Future. Renewable And Sustainable Energy Reviews. 38. P. 439–460. 10.1016/J.Rser.2014.06.004. 2014.
85.	HUESCA-PÉREZ, María; SHEINBAUM, Claudia; KÖPPEL, Johann. Social Implications of Siting Wind Energy in a Disadvantaged Region – The Case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. Renewable And Sustainable Energy Reviews. 58. 952-965. 10.1016/J.Rser.2015.12.310. 2016.
86.	TCHAKOUA, Pierre; WAMKEUE, René; OUHROUCHE, Mohand; HASNAOUI, F.; TAMEGHE, Tommy Andy Theubou; EKEMB, Gabriel. Wind Turbine Condition Monitoring: State-of-the-Art Review, New Trends, and Future Challenges. Energies. 7. 2595-2630. 10.3390/En7042595. 2014.
87.	MUENSTERMANN, Ingrid. Australia’s Climate Change, Wind Farming, Coal Industry and The ‘Big Carbon Plan’: Mine Coal, Sell Coal, Repeat Until Rich. Rural Society. 21. P. 231-249. 10.5172/Rsj.2012.21.3.231. 2014.
	SCOPUS
88.	IANNACE, G.; CIABURRO, G.; TREMATERRA, A. Wind Turbine Noise Prediction Using Random Forest Regression. <i>Machines</i> . 7 (4), 18 P. 2019.
89.	ZAGUBIENÍ, A. Analysis of Acoustic Pressure Fluctuation Around Wind Farms. <i>Polish Journal Of Environmental Studies</i> . 27 (6), P. 2843-2850. DOI: 10.15244/Pjoes/80947. 2018.
90.	XIA, G.; ZHOU, L. Detecting Wind Farm Impacts on Local Vegetation Growth in Texas and Illinois Using MODIS Vegetation Greenness Measurements. <i>Remote Sensin</i> . 9 (7). DOI: 10.3390/Rs9070698. 2017
91.	COOPER, S.E.; CHAN, C. Subjective Perception Of Wind Turbine Noise - The Stereo Approach. <i>Proceedings of Meetings on Acoustics</i> . 31 (1). DOI: 10.1121/2.0000653. 2017
92.	CHEN, J.; RABITI, C. Synthetic Wind Speed Scenarios Generation for Probabilistic Analysis of Hybrid Energy Systems. <i>Energy</i> . 120. P. 507-517. DOI:

	10.1016/J.Energy.2016.11.10. 2017.
93.	COOPER, S.E. Soundscape of a Wind Farm - The Cape Bridgewater Experience. <i>Proceedings of Meetings on Acoustics</i> , 25 (1). DOI: 10.1121/2.0000157. 2015.
94.	OKADA, Y.A.; YOSHIHISA, K.A.; HIGASHI, K.B.; NISHIMURA, N.C. Radiation Characteristics Of Noise Generated From A Wind Turbine. <i>Acoustical Science And Technology</i> . 36 (5). P. 419-427. DOI: 10.1250/Ast.36.419. 2015.
95.	MAFFEI, L.A.; IACHINI, T.B.; MASULLO, M.A.; ALETTA, F.A.; SORRENTINO, F.A.; SENESE, V.P.B; RUOTOLO, F.B. The Effects of Vision-Related Aspects on Noise Perception of Wind Turbines in Quiet Areas. <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> . 10 (5). P. 1681-1697. DOI: 10.3390/Ijerp10051681. 2013.
96.	SELTENRICH, N. Assessing Potential Health Impacts of Wind Turbine Noise: A Longitudinal Look at Multiple End Points. <i>Environmental Health Perspectives</i> . 127 (9). DOI: 10.1289/EHP5374. 2019.
97.	CASTELLANI, F.A.; ASTOLFI, D.A.; PEPPOLONI, M.B.; NATILI, F.A.; BUTTÀ, D.A.; HIRSCHL, A.B. Experimental Vibration Analysis of a Small Scale Vertical Wind Energy System For Residential Use. <i>Machines</i> . 7 (2). DOI: 10.3390/Machines7020035. 2019.
98.	POULSEN, A.H.A; RAASCHOU-NIELSEN, O.A C; PEÑA, A.B; HAHMANN, A.N.B; NORDSBORG, R.B.A; KETZEL, M.C E , BRANDT, J.C; SØRENSEN, M.A D. Long-Term Exposure to Wind Turbine Noise and Risk for Myocardial Infarction and Stroke: A Nationwide Cohort Study. <i>Environmental Health Perspectives</i> . 127 (3). DOI: 10.1289/EHP3340. 2019.
99.	PREWEDA, E. The Impact of Linear Investments on the Spatial Structure of Agricultural Regions. <i>E3S Web of Conferences</i> . 86. DOI: 10.1051/E3sconf/20198600011. 2019.
100.	ZHANG, M.A.B.; ARENDSHORST, M.G.A.; STEVENS, R.J.A.M.A. Large Eddy Simulations of the Effect of Vertical Staggering in Large Wind Farms. <i>Wind Energy</i> . 22 (2). P. 189-204. DOI: 10.1002/We.2278. 2019.
101.	IANNACE, G.; CIABURRO, G.; TREMATERRA, A. Wind Turbine Noise Prediction Using Random Forest Regression. <i>Machines</i> . 7 (4). DOI: 10.3390/Machines7040069. 2019.
102.	KAMP, I.A.V.; Berg, F.B.V.D. Health Effects Related to Wind Turbine Sound, Including Low-Frequency Sound and Infrasound. <i>Acoustics Australia</i> . 46 (1). P. 31-57. DOI: 10.1007/S40857-017-0115-6. 2018.
103.	MOLLASALEHI, E.; WOOD, D.; SUN, Q. Indicative Fault Diagnosis of Wind Turbine Generator Bearings Using Tower Sound and Vibration. <i>Energies</i> . 10 (11). DOI: 10.3390/En10111853. 2017.

104.	SCHOMER, P.; PAMIDIGHANTAM, P.K. A Possible Criterion for Wind Farms. <i>Proceedings of Meetings on Acoustics</i> , 30 (1). DOI: 10.1121/2.0000590. 2017.
105.	TONIN, R.A.; BRETT, J.B.; COLAGIURI, B.C. The Effect Of Infrasound And Negative Expectations To Adverse Pathological Symptoms From Wind Farms. <i>Journal of Low Frequency Noise Vibration and Active Control</i> . 35 (1). P. 77-90. DOI: 10.1177/0263092316628257. 2016.
	ARTIGOS ADICIONADOS
106.	ALENCAR, B. S.; PEREIRA, L. H. M. C.; VERGARA, E. F. Caracterização do Ruído de um Parque Eólico e Seu Incômodo Causado aos Moradores. 2019.
107.	MONTOYA, Elías. (2016). Directrices Para Elaboracion De Normativa Acústica, Asociada A La Etapa De Operación De Parques Eólicos En Chile. 10.13140/RG.2.1.3309.2721. 2016.
108.	DAVY, John; BURGEMEISTER, Kym; HILLMAN, David. Wind Turbine Sound Limits: Current Status and Recommendations Based On Mitigating Noise Annoyance. <i>Applied Acoustics</i> . 140. P. 288-295. 10.1016/J.Apacoust.2018.06.009. 2018.
109.	SCHMIDT, Ismael Gomez; SALAS, Claudio; PADILLA, Camilo. Análisis de Metodologías y Criterios de Evaluación de Impacto Acústico de Parques Eólicos Según Estándares Extranjeros Específicos y La Normativa Chilena Aplicable. 10.13140/2.1.4357.7920. 2014.
110.	FREDIANELLI, Luca; GALLO, Paolo; LICITRA, Gaetano; PALAZZUOLI, Diego; FIDECARO, Francesco. A Procedure for the Assessment of Wind Turbine Noise. <i>Applied Acoustics</i> . 114. P. 213-217. 10.1016/J.Apacoust.2016.07.025. 2016.
111.	STEPHEN, E. Keith; KATYA, Feder; SONIA, A. Voicescu; VICTOR, Soukhovtsev. Wind Turbine Sound Power Measurements. <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> . 139:3, P. 1431-1435. 2016.
112.	HARRISON, John. Wind Turbine Noise. <i>Bulletin of Science Technology & Amp Society</i> . 31. 10.1177/0270467611412549. 2011
113.	KOPPEN, Eric; FOWLER, Kevin. International Legislation for Wind Turbine Noise. <i>Euronoise</i> . 2015.
114.	MORAES, Jessica L.; VERGARA, E. F. Crítérios e Limites para Avaliação do Incômodo do Ruído em Parques Eólicos Brasileiros. In: XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e XI Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, João Pessoa. XV ENCAC, 2019.
115.	EVANS, Tom; COOPER, Jon. A Review of Australian Wind Farm Noise

	Assessment Procedures. Proceedings of Acoustics. Australia, 2016.
116.	DELAIRE, Christophe; GRIFFIN, Daniel. Review of Condictions From Planning Permits Recently Approved in Victoria. Australia. Fourth International Meeting on Wind Turbine Noise. Italy, 2011.
	LIVROS
117.	HANSEN, Colin; H. DOOLAN, Con J. HANSEN, Kristy L. Wind Farm Noise: Measurement, Assessment And Control. First Edition. Johnwiley & Sons Ltd. Published 2017 By Johnwiley & Sons Ltd. 2017.
118.	BOWDLER, Dick; LEVENTHALL, Geoff. Wind Turbine Noise. Multi – Science Publishing Co Ltda. United Kingdom, 2011.
119.	HANSEN, Colin; H. DOOLAN, Con J.; HANSEN, Kristy L. Wind Farm Noise: Measurement, Assessment and Control. First Edition. Johnwiley & Sons Ltd. 2017.
120.	PINTO, M. O. Fundamentos de Energia Eólica (Em Português do Brasil). Ltc, Isbn: 978-85-216-2160-7. 2017.
121.	ANEEL. Agência Nacional De Energia Elétrica (Brasil). Atlas De Energia Elétrica Do Brasil. Agência Nacional De Energia Elétrica. 3. Ed. – Brasília: Aneel, 2008
122.	CHAPMAN, Simon; CRICHTON, Fiona. Wind Turbine Syndrome – A Communicated Disease. Sydney University Press. Australia. 2017.
●	NORMATIVAS
123.	ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.151: Acústica – Medição e avaliação de níveis de pressão sonora em áreas habitadas – Aplicação de uso geral. Segunda edição Rio de Janeiro: ABNT, 2019.
124.	ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.152: Níveis de pressão sonora em ambientes internos das edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
125.	NSW Department of Planning & Infrastructure (NSW DPI), 2011. NSW planning guidelines: Wind farms. NSW DPI, Sydney, Australia.
126.	NSW Department of Planning and Environment 2016, Wind Energy: Noise Assessment Bulletin, NSW DPE, Sydney
127.	AS 4959 2010 Acoustics – measurement, prediction and assessment of noise from wind turbine generators. Standards Australia.
128.	EPA South Australia, 2009. Wind farms environmental noise guidelines. EPA South Australia, Adelaide, Australia.
129.	EPA South Australia, 2009. Wind farms environmental noise guidelines. EPA South Australia, Adelaide, Australia.
130.	EPA Victoria, 2013. Wind farm sound and health. EPA Victoria, Australia.

131.	WA Planning Commission 2004, Guidelines for Wind Farm Development , WA Planning Commission, Perth.
132.	Queensland Department of Infrastructure, Local Government and Planning 2016, Wind farm state code – Planning guideline , Queensland DILGP, Brisbane.
133.	ETSU 2013 ETSU-R-97: Assessment and rating of noise from wind farms . Technical report, UK Department of Trade and Industry, Energy Technology Support Unit.
134.	ISO 1996 1971 Acoustics: Assessment of noise with respect to community response . International Organization for Standardization
135.	IEC 61400-11 (Edition 3.0, released 2012-11), International Standard. Wind turbine generator systems – Part 11: Acoustic noise measurement techniques . 2012.
136.	ISO 9613-2:1996. Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation .
137.	ISO1996 1971 Acoustics: Assessment of noise with respect to community response . International Organization for Standardization
138.	Alberta Utilities Commission-Rule 012, Noise control . 2019.
139.	Best Practice for Wind Power Project Acoustic Assessment British Columbia. Ministry of Forests, Lands and Natural Resource Operations Ministry of Energy, Mines and Natural Gas Environmental Assessment Office, 2012.
140.	Final Report to Manitoba Intergovernmental Affairs on Land Use Planning for Wind Energy Systems in Manitoba October 9, 2009.
141.	Additional Information Requirements for Wind Turbines . Department of Environment and Local Government Environmental Impact Assessment Branch. October 2019.
142.	<i>Environmental Protection Act, R.S.O. 1990, c. E.19, Ontario Regulation 359/09, 2008.</i>
143.	AMEC Earth and Environmental, 2009. Preliminary Geotechnical Investigation: Proposed Wind Turbine Number 4 , Summerside Prince Edward Island, Geotechnical Report: TE51100, January 2009
144.	Alameda County Community Development Agency Impact Analysis Noise APWRA Repowering Final PEIR 3.11-1. 2014.
145.	Contra Costa, California - Wind Energy Ordinance, 2011.
146.	Fairfield Train Station Specific Plan EIR AECOM City of Fairfield, 2011.
147.	Kern County, California - Wind Energy Ordinance - Chapter 19 – Section 64.140, 2011.
148.	Monterey, California - Wind Energy Ordinance - Chapter 21.64.120, 2009.
149.	Plan Morro Bay Administrative Draft, January 2018.
150.	Riverside County, California - Wind Energy Ordinance - Chapter 17.224 Article 2, 2002.
151.	Sacramento Entertainment and Sports Center & 4.8-1 ESA / 130423 Draft Environmental Impact

	Report, 2013.
152.	San Bernadino, California - Wind Energy Ordinance - Title 8 Chapter 84 26, 2012.
153.	SSJID Plan to Provide Retail Electric Service, Sphere Plan, MSR, and Annexation 3.8 Noise and vibration, 2011.
154.	Santa Cruz County, California - Wind Energy Ordinance, 1983.
155.	Solano County, California - Wind Energy Ordinance - Section 28.80 , 2012.
156.	Arapahoe County, Colorado - Wind Energy Ordinance, 2012.
157.	Lyon County, Nevada - Wind Energy Ordinance - Title 10 - Chapter 21, 2012.
158.	Union County, Oregon - Wind Energy Ordinance, 2013.
159.	Umatilla, Washington - Wind Energy Ordinance - Chapter 152.616 - Section HHH, 2016.
160.	Wyoming State Section 18-5-501 though 5013.
161.	Floyd County, Georgia - Wind Energy Ordinance, 2010.
162.	Illinois – Windy Energy Ordinance, 2009.
163.	Tipton County, Indiana - Wind Energy Ordinance - Section 522, 2009.
164.	Freedom, Maine – Wind Energy Ordinance, 2009.
165.	Huron County, Michigan - Wind Energy Ordinance, 2010.
166.	Carteret County, North Carolina - Wind Energy Ordinance, 2013
167.	WHO, World Health Organization Regional Office for Europe. ENVIRONMENTAL NOISE. 2018.