

POLUIÇÃO SONORA: UM ESTUDO DE CASO DO PARQUE EÓLICO ASA BRANCA II, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE PARAZINHO-RN

Noise Pollution: a study of wind farm case Asa Branca II, located in the municipality of Parazinho-RN

Vinicius Meressiev Melo de Oliveira*

Ana Beatriz Câmara Maciel**

Leci Martins Menezes Reis***

***Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN e
Diretoria de Recursos Naturais - DIAREN / Natal, Rio Grande do Norte**
vinicius_oliveira_@hotmail.com

****Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
Diretoria de Recursos Naturais - DIAREN / Natal, Rio Grande do Norte**
anabeatriz_ead@yahoo.com.br

*****Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte - IFRN
Diretoria de Recursos Naturais - DIAREN / Natal, Rio Grande do Norte**
leci.reis@ifrn.edu

RESUMO

Nos últimos anos, têm se investido no Brasil uma quantidade cada vez maior de projetos de energia eólica, que, além de ser de fonte renovável, também se aproxima da sustentabilidade, se relacionada com outros meios de se gerar energia. Porém, há de se destacar que durante a fase de implantação das usinas eólicas, vários impactos ambientais negativos são produzidos. Um dos impactos ambientais negativo, é a perturbação sonora. Portanto, a pesquisa teve como objetivo geral o de monitorar a qualidade sonora da área de implantação do Parque Eólico Asa Branca II, analisando o atendimento aos requisitos legais e a repercussão dos resultados nas comunidades de Santa Luiza e Lagoa de Vera Cruz, no Município de Parazinho/RN. Os procedimentos metodológicos utilizados para alcançar os objetivos foram: a pesquisa bibliográfica acerca de energias renováveis, energia eólica, como também trabalho empírico com a realização de um monitoramento dos níveis de ruídos, uma vez por mês e durante toda a fase de implantação do empreendimento. Estes valores foram analisados de acordo com a legislação e norma pertinente, assim como, foi aplicado questionário com a população local a fim de auferir possíveis incômodos. Os resultados mostraram que em praticamente todos os pontos os valores de ruído estiveram em desacordo com o preconizado pela legislação e pela norma pertinente. Porém, a partir da análise dos questionários, pode-se afirmar que o ruído não incomodou a população local.

Palavras-chave: Impactos ambientais. Parques eólicos. Degradação sonora. Parazinho/RN.

ABSTRACT

Nowadays, there is a lot of investment in Brazil related to wind energy projects, which is a renewable source of energy and get close to sustainability as well, if compared to another ways to generate energy. however, it is important to emphasize that during the implementation of wind energy plants a lot of negative impacts occur. One of the negative impacts is the noise pollution. Therefore, the main goal of this research is to monitor the noise quality of the Asa Branca II wind energy plant, analyzing if the legal requirements are being taken into consideration and the impacts of the results on the communities of Santa Luiza and Lagoa de Vera Cruz, at the city of Parazinho-RN. The methodological procedure used to achieve the target were: bibliographic research on renewable energy, wind energy, and empiric procedure in monitoring the noise levels, once in a month during the implementation of the enterprise. The values were analysed according to the actual legislation and norm, in addition, a survey with the local population was performed in order to

know about any disturb. The results show that the noise levels were different to the allowed by the legislation and norm. On the other hand, in analysing the survey, the noise levels do not disturb the population.

Keywords: Environmental impacts. Wind farms. Sound degradation. Parazinho/RN.

1 INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira ainda é composta, em sua grande parte, por energias não renováveis, ou seja, aquelas que utilizam recursos naturais finitos como fonte de energia, como é o caso do petróleo e seus derivados, gás natural, carvão mineral e urânio, significando que um dia estes recursos não estarão mais disponíveis à sociedade (BRASIL, 2015).

Segundo o Balanço Energético Nacional Brasil (2015), publicado pela Empresa de Pesquisa Energética do Brasil (EPE), 60,6% da energia produzida pelo Brasil é de fonte não renovável. Com relação a estas energias não renováveis, há grandes fatores negativos a elas atreladas, devido ao fato das mesmas produzirem gases de efeitos estufa, resíduos sólidos, efluentes sanitários, contaminação do solo e dos recursos hídricos por produtos químicos, riscos de explosão, e principalmente por utilizarem recursos naturais finitos, que atrelado às outras desvantagens citadas, terminam por causar intensa degradação ambiental.

Dessa forma, nas últimas décadas, o Brasil tem investido cada vez mais em projetos de geração de energias renováveis, como biomassa da cana, hidrelétrica, lenha e carvão vegetal, eólica, solar, de maré, que ocupam cerca de 39,4% da matriz energética brasileira, ainda segundo o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2015).

Porém, mesmo classificadas como energias renováveis, por utilizarem recursos naturais infinitos, muitas destas energias citadas não podem ser consideradas como sustentáveis, pelo fato de causarem também grande degradação ambiental, como no caso da biomassa da cana, lenha e carvão vegetal, que necessitam para sua operação, da realização de supressão vegetal de grandes áreas. Podemos citar também as hidrelétricas, que necessitam muitas vezes de desvios de cursos d'água e barramentos, de forma que muitas vezes é preciso realocar comunidades inteiras, impactando também diretamente a vegetação, fauna, recursos hídricos e solo (AMORIM; JESUS, 2006).

Diante deste quadro, nos últimos anos, têm se investido no Brasil também em uma quantidade cada vez maior de projetos de produção de energia a partir de fonte eólica, que além de ser de fonte renovável, por utilizar o vento como recurso natural energético infinito, e de pouca variação, caminha também numa perspectiva maior de sustentabilidade, se comparado com as outras formas de se produzir energia. Isto se dá, pelo motivo da mesma apresentar baixíssimo impacto ambiental, com geração mínima, durante a sua operação, de resíduos sólidos e efluentes sanitários, por não emitir gases de efeito estufa, não ter a necessidade excessiva de supressão vegetal e de desvios, ou aterramento de cursos d'água, de inundações de áreas, e realojamento de comunidades.

Segundo Castro (2005) o uso da terra não fica comprometido com a instalação de turbinas eólicas, uma vez que apenas uma pequena percentagem do espaço onde é instalado o parque eólico fica efetivamente ocupada. Dessa forma, durante a sua operação, outras atividades podem ser realizadas em paralelo na mesma área, como agricultura, pecuária, pesca, ecoturismo, esportes radicais e manifestações culturais.

Vale ressaltar também, que os projetos de energia eólica movimentam a economia local, através da geração de renda produzida a partir do valor de arrendamento pago pelo empreendedor ao proprietário da terra, e geralmente, este valor é reinvestido na propriedade para agricultura e pecuária.

Além disso, o Brasil, e principalmente a Região Nordeste, tem grande disponibilidade de ventos com as características adequadas para geração de energia eólica, assim como, vale destacar, que a tecnologia de construção de aerogeradores está cada vez mais barata, influenciando diretamente os investimentos no setor. Segundo o portal virtual da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA, 2017), atualmente 298 usinas eólicas já estão implantadas no Brasil, com capacidade

instalada de 12,33 GW, o que daria para abastecer cerca de 18,72 milhões de habitantes. Segundo a mesma, a maior parte destas usinas está instalada no Nordeste brasileiro, com destaque para o Estado do Rio Grande do Norte, que é líder em geração de energia eólica do Brasil, respondendo por cerca de 27%, 94 % da energia eólica produzida no país (3,446 GW), tornando o estado autossuficiente, ou seja, tem capacidade de atender ao consumo interno, assim como de exportar parte da energia gerada.

Entretanto, mesmo com as vantagens citadas, de se produzir energia através dos ventos, há de se destacar que durante a fase de implantação das usinas eólicas, assim como tantas outras atividades de construção civil, vários impactos ambientais negativos são produzidos pelas atividades das obras, e absorvidos pelo meio ambiente, no meio antrópico, biótico e físico, de forma momentânea, geralmente dentro de uma escala de 2 anos.

Dessa forma, os órgãos ambientais são responsáveis pela emissão das licenças ambientais, que autorizam a instalação e operação de parques eólicos, mediante apresentação, de responsabilidade do empreendedor, do Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que irá identificar os impactos positivos e negativos, que serão produzidos pela implantação do projeto, sugerindo os programas ambientais que serão necessários para mitigar os impactos negativos e potencializar os impactos positivos, e que deverão ser executados durante a fase de implantação do empreendimento.

Um dos impactos ambientais negativos, e previstos, nos estudos ambientais para licenciamento de implantação de parques eólicos, diz respeito a perturbação sonora, devido à previsão de aumento de emissão de ruídos, por consequência das atividades de construção civil dos empreendimentos, como durante a mobilização de equipamentos pesados, veículos e pessoas. Portanto, comumente é proposto e executado, durante o período de implantação de usinas eólicas, um programa ambiental específico de monitoramento dos níveis de ruídos, que tem como propósito assegurar a manutenção da qualidade ambiental acústica das populações circunvizinhas aos empreendimentos, e avaliar a propagação da emissão de ruídos a partir das fontes emissoras, certificando-se de que os receptores críticos não serão afetados.

Diante do exposto, foi realizada uma análise da qualidade sonora da Área de Influência Direta (AID) da implantação do Parque Eólico Asa Branca II, localizado no Município de Parazinho, no Estado do Rio Grande do Norte, antes e durante a fase de obras, avaliando seu atendimento aos requisitos legais, e a sua repercussão nas comunidades do entorno.

Portanto, a pesquisa foi norteada pelas seguintes indagações: Em qual condição se encontrava a qualidade sonora da área de intervenção do empreendimento antes do início das obras? Como se comportou a qualidade sonora da área durante a fase de implantação do empreendimento? Quais às atividades da obra que mais causaram poluição sonora? A emissão do nível de ruídos durante a fase de obras do projeto respeitou a legislação vigente? Qual a percepção da população circunvizinha ao projeto, com relação a qualidade sonora da área durante a implantação do projeto?

Para responder tais questionamentos, o estudo teve como objetivo geral o de monitorar a qualidade sonora da área de implantação do Parque Eólico Asa Branca II, analisando o atendimento aos requisitos legais e a repercussão dos resultados nas comunidades de Santa Luiza e Lagoa de Vera Cruz, no Município de Parazinho/RN. A pesquisa teve como objetivos específicos os itens listados a seguir: medir o nível de ruídos da área de intervenção do empreendimento antes do início das obras; medir o nível de ruídos da área de intervenção do projeto durante a sua fase de implantação; fazer uma análise correlativa dos resultados dos níveis de ruídos com as atividades em execução no empreendimento; fazer uma análise correlativa entre os resultados obtidos durante o monitoramento dos níveis de ruídos no decorrer da fase de obras do empreendimento com a legislação vigente; identificar a percepção da população com relação ao nível de ruído gerado pela obra durante a sua fase de implantação.

A execução da presente pesquisa foi justificada pelo fato das energias renováveis e sustentáveis, como a energia eólica, serem de grande importância para a sociedade, de modo que pesquisas como essa permitem conhecer mais sobre os impactos ambientais negativos gerados pela implantação deste tipo de empreendimento. Este artigo, também poderá servir como referência para

os órgãos ambientais, durante a análise dos estudos de impactos ambientais, com relação à perturbação sonora gerada durante a fase de construção de projetos eólicos, assim como revisão de condicionantes da Licença de Instalação (LI). Por fim, este trabalho também poderá contribuir para o meio acadêmico, visto que pouco material, até o presente momento, foi elaborado com relação a esta temática.

2 MEIO AMBIENTE E ENERGIAS RENOVÁVEIS

De acordo com a Lei nº 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente no Brasil (BRASIL, 1981), em seu 3º artigo e inciso I, meio ambiente é definido como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga, e rege a vida em todas as suas formas.

De forma mais didática, meio ambiente também pode ser compreendido como a composição e interação da rocha, do solo, dos seres vivos, da vegetação, do clima, da água e etc. Portanto, meio ambiente é um conceito bastante amplo, que praticamente contempla tudo à nossa volta, e que devido as suas características, e interações dos seus diversos componentes, permite a vida humana, assim como de outros seres vivos, no Planeta Terra. Para se alimentar, respirar, habitar, se locomover, se comunicar, ou seja, para realizar praticamente todas as atividades que um humano moderno atualmente necessita, o mesmo depende dos recursos naturais disponíveis no meio ambiente.

Mas o que seria recurso natural? No Dicionário Aurélio (Ferreira, 2008) de língua portuguesa, “recurso está definido como meio para resolver uma dificuldade”, e o conceito de natural está descrito como o “que é produzido pela natureza”. Ou seja, recurso natural é aquilo que é produzido pela natureza e pode ser utilizado de alguma forma, por qualquer organismo vivo, para satisfazer as suas necessidades. Sobre isto, Art (1998) afirma que um recurso natural é qualquer coisa obtida do ambiente vivo ou não vivo para preencher as necessidades e desejos humanos. Dessa maneira, pode-se afirmar que em um espaço determinado só adquire valor quando a sociedade passar a ter técnicas de produção satisfatória, ou seja, quando o homem enquanto ser social decide utilizar algo da natureza em detrimento às suas necessidades. Sendo assim, podemos compreender por recurso natural o petróleo, a madeira, a água, o vento, o solo, o ferro, que o homem transforma em produto, e o utiliza de acordo com a sua conveniência.

Os recursos naturais, de acordo com uma visão antropocêntrica, podem ser classificados como renováveis ou não renováveis, dependendo do período de tempo que estes levam a se recompor no meio ambiente. Assim sendo, os recursos naturais, quando renováveis, tem a capacidade de se reestabelecer no meio ambiente dentro de um período de tempo hábil às necessidades humanas, de modo que para o homem este recurso sempre estará disponível como aborda Dulley (2004).

Dessa forma, para garantir as suas diversas atividades cotidianas, das mais complexas às mais simples, o homem moderno é extremamente dependente da energia elétrica, que pode ser gerada através de um recurso renovável ou não renovável. Como exemplo de recurso natural renovável, que utilizamos para a geração de energia elétrica, podemos citar a luz do sol, a força dos ventos ou das marés, que sempre estarão disponíveis no meio ambiente.

Entretanto, mesmo utilizando recursos naturais que tem grande capacidade de se reestabelecer no meio ambiente, alguns dos tipos de energias renováveis, ainda assim, causam uma degradação significativa nas suas áreas de implantação. Como exemplo, podemos citar as hidrelétricas, que apesar de utilizarem a água como fonte de recurso renovável, durante a sua implantação e operação, se torna necessária à realização de desvios de cursos d'água e barramentos. Estes procedimentos terminam por alagar de forma artificial extensas áreas, impactando negativamente de forma direta na vegetação, fauna, solo, recursos hídricos, e muitas vezes também no meio antrópico, através da realocação de comunidades inteiras. Por tanto, esse é um tipo de energia renovável não sustentável.

Dessa forma, o conceito de sustentabilidade remete a ideia de utilizar os recursos naturais disponíveis no meio ambiente, de modo que estes tenham grande capacidade de recuperação (recursos naturais renováveis), mas que o seu consumo também não provoque ao meio ambiente alterações ambientais definitivas e de grande escala, como no exemplo mencionado.

Uma das energias renováveis, que na atualidade são consideradas sustentáveis, é a energia eólica, pois além de utilizar um recurso natural renovável que é o vento, não necessita de supressão vegetal de grandes áreas, e convive em harmonia com outros usos do solo ou atividades econômicas. Empreendimentos de energia eólica também não realizam desvios ou aterramento de cursos d'água, como também não são necessárias realocações de comunidades, não gera grande quantidade de resíduos sólidos, efluentes sanitários e gases de efeito estufa, durante a sua operação como afirmam Santos, Ramos, Santos², e Oliveira (2006).

Este tipo de energia é produzido por uma máquina chamada de aerogerador. Isto se torna possível, quando a força do vento (energia potencial) movimenta as pás dos aerogeradores (energia cinética) que por sua vez acionam uma turbina ligada um gerador elétrico, transformando a energia cinética em energia elétrica, que é conduzida através de cabos para uma estação coletora.

Sendo assim, um conjunto de aerogeradores formam um Parque Eólico, ou Usina Eólica. Por sua vez, uns conjuntos de Parques Eólicos formam um Complexo Eólico, composto também por uma subestação de energia e pelos acessos internos de ligação, chamados de sistemas associados.

A utilização da energia eólica configura-se como uma importante alternativa na geração de energia elétrica, sobretudo quando tratamos de mudanças climáticas e a necessidade de redução na emissão de gases de efeito estufa do setor energético (BARBOSA FILHO; AZEVEDO, 2013).

Porém, mesmo com as vantagens citadas, devemos salientar que durante o período de construção de Parques Eólicos, assim como de outras tantas obras de engenharia civil, nas suas diversas atividades, como construção de acessos, canteiro de obras e subestação, fundações, implantação de postes, transporte, descarregamento e montagem das torres, impactos ambientais negativos e positivos também são absorvidos no meio ambiente.

A resolução CONAMA 001, de 23 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986), em seu primeiro artigo, define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria, energia ou resultante das atividades humanas. Dessa forma, para identificar e/ou prever os impactos ambientais que serão produzidos pela implantação de um parque eólico, o empreendedor deve apresentar um estudo de impacto ambiental ao órgão ambiental licenciador, que deverá analisá-lo e concluir se a construção do empreendimento é viável, ou não, do ponto de vista ambiental. Concomitantemente, no Estudo de Impacto Ambiental também são propostas medidas mitigadoras de impactos ambientais negativos, e potencializadoras de impactos ambientais positivos, através da execução de programas ambientais que deverão ser executados durante o período de obras do empreendimento.

Um desses impactos ambientais negativos, previsto para a fase de implantação de empreendimentos de energia eólica, é a poluição sonora. Para compreender melhor este impacto ambiental recorrente em obras de construção civil, primeiramente é preciso entender a diferença entre os conceitos de “som” e “ruído”. Segundo Maia (2010, p.21), o som tem origem numa variação de ar que, uma vez estimulado (por exemplo, por cordas vocais ou equipamentos) transmite esse estímulo às partículas de ar adjacentes até chegarem ao ouvido. Já o ruído, segundo Machado [s/d] é o som ou um conjunto de sons indesejáveis, desagradável, perturbadores ao cérebro humano.

Segundo Maia (2010) existe vários tipos de ruídos, a saber: ruído de banda estreita; ruído impulsivo; ruído particular; ruído residual e; ruído ambiente. Neste trabalho foi realizado o monitoramento somente do ruído ambiente que é definido por Maia (2010) como a representação do ruído global observado para uma dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto de todas as fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado.

Diante deste contexto, a poluição sonora acontece quando “as ondas sonoras podem causar mal-estar ou afetar a saúde do homem de forma física ou psicológica”, ou seja, “quando o som se

torna indesejável”, conforme Calixto e Rodrigues (2004, p.46). Sendo assim, a poluição sonora é um problema atual que já vem sendo discutido como um problema de saúde pública, podendo causar diversos tipos de desdobramentos a saúde das pessoas que estão expostas ao ruído, como perturbação do sono, doenças cardiovasculares, doenças vibroacústicas, como aponta Maia (2010, p. 39) em seu estudo, e outros problemas, apontados por Medeiros (1999), como distúrbios de comunicação, distúrbios vestibulares, distúrbios comportamentais, distúrbios digestivos, distúrbios neurológicos, distúrbios hormonais, e etc.

Desse modo, a poluição sonora gerada durante a fase de obras de um Parque Eólico, geralmente é monitorada diretamente através da aplicação de um programa ambiental de monitoramento dos níveis de ruídos, e indiretamente por meio da execução do programa de comunicação social. Segundo Jannuzzi et al., (2009), o monitoramento “tem o propósito de subsidiar os gestores com informações mais simples e tempestivas sobre a operação e os efeitos do programa, resumidas em painéis ou sistema de indicadores de monitoramento”.

Sendo assim, o monitoramento dos níveis de ruídos, permite ao gestor ambiental, acompanhar de forma precisa, contínua e durante todo o período de construção dos empreendimentos eólicos, o comportamento da qualidade sonora da área com relação às atividades da obra em andamento. Através da análise dos valores obtidos pelo monitoramento, o gestor ambiental também tem a oportunidade de confrontar os resultados com a legislação vigente e verificar se a obra está atendendo aos requisitos legais.

De forma indireta, o gestor ambiental de um parque eólico, também pode acompanhar o impacto negativo da poluição sonora através de trabalho de comunicação social, com aplicação de questionário de satisfação com a comunidade. Então, a comunicação social possibilita ao analista ambiental, através do contato direto com a comunidade, auferir a percepção ambiental da população com relação à perturbação sonora do ambiente que eles habitam, ou realizam suas atividades cotidianas, recolhendo também dúvidas e sugestões.

Melazo (2005) afirma que o ambiente natural assim como os ambientes construídos é percebido de acordo com os valores e significados em um determinado grau de importância em suas vidas pelas pessoas. Portanto, vale ressaltar que para este trabalho o conceito de percepção ambiental está relacionado à como o ser humano, no caso, os moradores das comunidades de Lagoa de Vera Cruz e Santa Luiza, diretamente e indiretamente afetadas pelo empreendimento, respectivamente, atribuem valor ou significado com relação à qualidade sonora da área de implantação do Parque Eólico Asa Branca II, em Parazinho/RN.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foram adotados os procedimentos metodológicos descritos a seguir. Realizou-se uma revisão bibliográfica, para o embasamento da fundamentação teórica da pesquisa, com relação a conceitos relacionados a meio ambiente, impactos ambientais de parques eólicos, poluição sonora e percepção ambiental, assim como de estudos anteriores sobre a mesma temática.

Foi analisada também a Lei nº 6.621, de julho de 1964 que “dispõe sobre o controle da poluição sonora e condicionantes do meio ambiente no Estado do Rio Grande do Norte”, assim como a resolução CONAMA nº 01, de 9 de março de 1990 e a NBR 10.151, da ABNT, que trata sobre a avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. A análise destas leis, resoluções ou normas técnicas, teve como objetivo gerar conhecimentos sobre o atendimento aos requisitos legais brasileiro e estadual, para a emissão de níveis de ruídos e padrões de qualidade sonora, para efeito de comparação aos resultados encontrados pela pesquisa.

Paralelamente, foi também realizada uma pesquisa documental, sendo analisada parte do Relatório Ambiental Simplificado (RAS), aprovado pelo órgão ambiental IDEMA, referente à previsão dos impactos negativos a qualidade sonora, provocado pela fase de instalação do

empreendimento de geração de energia eólica, Parque Eólico Asa Branca II, localizado no município de Parazinho, no Estado do Rio Grande do Norte. O objetivo da análise deste relatório resume-se ao conhecimento de quais impactos a qualidade sonora nas comunidades foram previstos, e se estes realmente se confirmaram durante a fase de obras da referida usina eólica, de acordo com os resultados auferidos durante o monitoramento.

Para a fase mais técnica do trabalho, e para dar suporte ao monitoramento realizado, foi feita a definição do mapa de situação da área do empreendimento supracitado, com a locação dos pontos de medição/amostragem que foram executados. A locação destes pontos levou em consideração a possibilidade de se caracterizar a qualidade acústica das áreas do entorno da usina eólica, auferindo possíveis incômodos às comunidades de Santa Luiza e Lagoa de Vera Cruz, referente à sua fase de instalação.

Dessa forma, foram locados 04 pontos, dentro de um raio de 1 km dos aerogeradores seguindo a metodologia preconizada pelo Relatório de Detalhamentos dos Programas Ambientais (GEOCONSULT, 2013), apresentado ao IDEMA, como um dos requisitos para emissão da Licença de Instalação (LI) do empreendimento. Além do raio de influência utilizado, para a locação dos pontos também foi levado em consideração à proximidade destes às habitações, comunidades, escolas e postos de saúde. Desse modo, apenas o ponto de monitoramento 01 se encontra fora do raio de 1 km, sendo inserido devido à proximidade da Comunidade Lagoa de Vera Cruz.

Portanto, para a locação dos pontos mencionados, foi utilizado sistema de informação geográfica (SIG) ArcGis 10.1, com a sobreposição do layout do empreendimento. A partir da função *buffer*, presente no software já mencionado, foi gerada uma área de influência de 1 Km dos aerogeradores. Foi realizada também a constatação *in loco* da localização dos pontos escolhidos.

Após a fase acima descrita, foi realizada a definição dos recursos necessários para o monitoramento. Para a execução das campanhas de medição dos ruídos, foi utilizado decibelímetro digital portátil com microfone omnidirecional (Figura 1), devidamente registrado e/ou certificado pelo INMETRO e com certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC), conforme aponta Brasil (1990); 04 planilhas de determinação dos níveis de ruídos, com espaço para registro de 30 medições, para cada ponto; memorando com regras básicas de medição com o objetivo de auxiliar o técnico responsável pela medição, dirimindo possíveis dúvidas; computador portátil para armazenamento dos dados coletados; máquina fotográfica para registrar a situação da área durante as medições; aparelho GPS de precisão, para localizar os pontos pré-estabelecidos; calculadora para processar a média aritmética das medições por ponto de coleta; veículo para o deslocamento em campo. Quanto aos recursos humanos, foi necessária a presença de no mínimo dois técnicos durante cada campanha.

Figura 1 – À direita decibelímetro digital, e à esquerda GPS, ambos utilizados durante as campanhas de coleta do nível de ruído



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Com base na metodologia aprovada pelo IDEMA, o período do monitoramento foi executado em 01 campanha antes do início das atividades da obra, e durante toda a fase de instalação do empreendimento, totalizando 20 campanhas de medição, o que favoreceu a avaliação e comparação da qualidade sonora da área antes da intervenção da obra e durante a implantação da usina eólica. Neste caso, foi realizada uma campanha por mês, sempre na segunda semana de cada mês, ao longo de um dia de execução.

No momento das medições, em posse dos recursos descritos anteriormente, a campanha foi executada nos 04 pontos locados, de acordo com a seguinte metodologia: preenchimento da planilha de determinação dos níveis de ruídos, com a identificação do ponto (ex. R01); coordenadas de localização em UTM; data e horário da coleta; caracterização geral da área no momento da medição; registro de 30 medições por ponto com pelo menos 05 minutos no mesmo ambiente, tendo cada medição um hiato de no mínimo 10 segundos, efetuadas entre 1,20 e 1,50 metros do solo e a uma distância de no mínimo 3,50 metros de superfícies refletoras, como paredes ou edifícios; cálculo da média aritmética das 30 medições e; assinatura dos técnicos responsáveis pela medição.

Além das medições realizadas nos pontos pré-estabelecidos pelo mapa de locação, também foi aplicada uma entrevista nas comunidades circunvizinhas ao projeto. A partir da análise dos resultados desta entrevista, tornou-se factível avaliar o nível de satisfação desta população com relação à emissão de ruídos provocado pela instalação da usina eólica, auferindo além do preconizado pelas leis, resoluções e normas, possíveis incômodos aos moradores locais.

Todos os dados coletados, tanto nas medições realizadas por campanha, quanto durante a aplicação dos questionários de satisfação, foram devidamente tratados estatisticamente, analisados e apresentados de forma didática neste trabalho, como seguem nos resultados. A representação geral da metodologia utilizada, e descrita nos parágrafos abaixo, está representada na Figura 2.

Figura 2 – Representação geral da metodologia utilizada durante a pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

4 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O Parque Eólico Asa Branca II, faz parte de um Complexo Eólico denominado de Casa dos Ventos I, juntamente com os Parques Eólicos Asa Branca I, Asa Branca III e Eurús IV, e fica localizado no Município de Parazinho, no Estado do Rio Grande do Norte, sendo composto por 10 (dez) turbinas eólicas do modelo Alstom ECO122, com 89 metros de altura, que totalizam juntas uma potência instalada de 27,0 MW.

Com relação à área de influência direta (AID), esta Usina Eólica foi implantada em 05 propriedades: Fazenda Boa Esperança, Fazenda Vera Cruz, Fazenda Lagoa de Vera Cruz, Fazenda Lagoa de Vera Cruz II e Fazenda Santa Tereza, totalizando uma área 638,42 hectares.

Na sua área de influência, estão localizadas duas comunidades, pertencentes ao Município de Parazinho. A comunidade de Lagoa de Vera Cruz (Figura 3), está localizada na área de influência

direta (AID) do empreendimento, e situa-se a 3Km da sede municipal de Parazinho, sendo constituída por duas ruas principais, e formada por aproximadamente “30 famílias, totalizando cerca de 180 habitantes, prevalecendo uma população jovem com faixa etária de 15 a 30 anos” (GEOCONSULT, 2012). A comunidade de Santa Luiza, está dentro da área de influência indireta (AII) do empreendimento, e localiza-se a 5Km da sede municipal de Parazinho, constituída também por duas ruas principais e 30 famílias, com aproximadamente 86 habitantes com faixa etária predominantemente adulta de 25 a 50 anos.

Figura 3 – À direita visão da rua principal da comunidade de Lagoa de Vera Cruz, e à esquerda visão da rua principal da comunidade de Santa Luiza

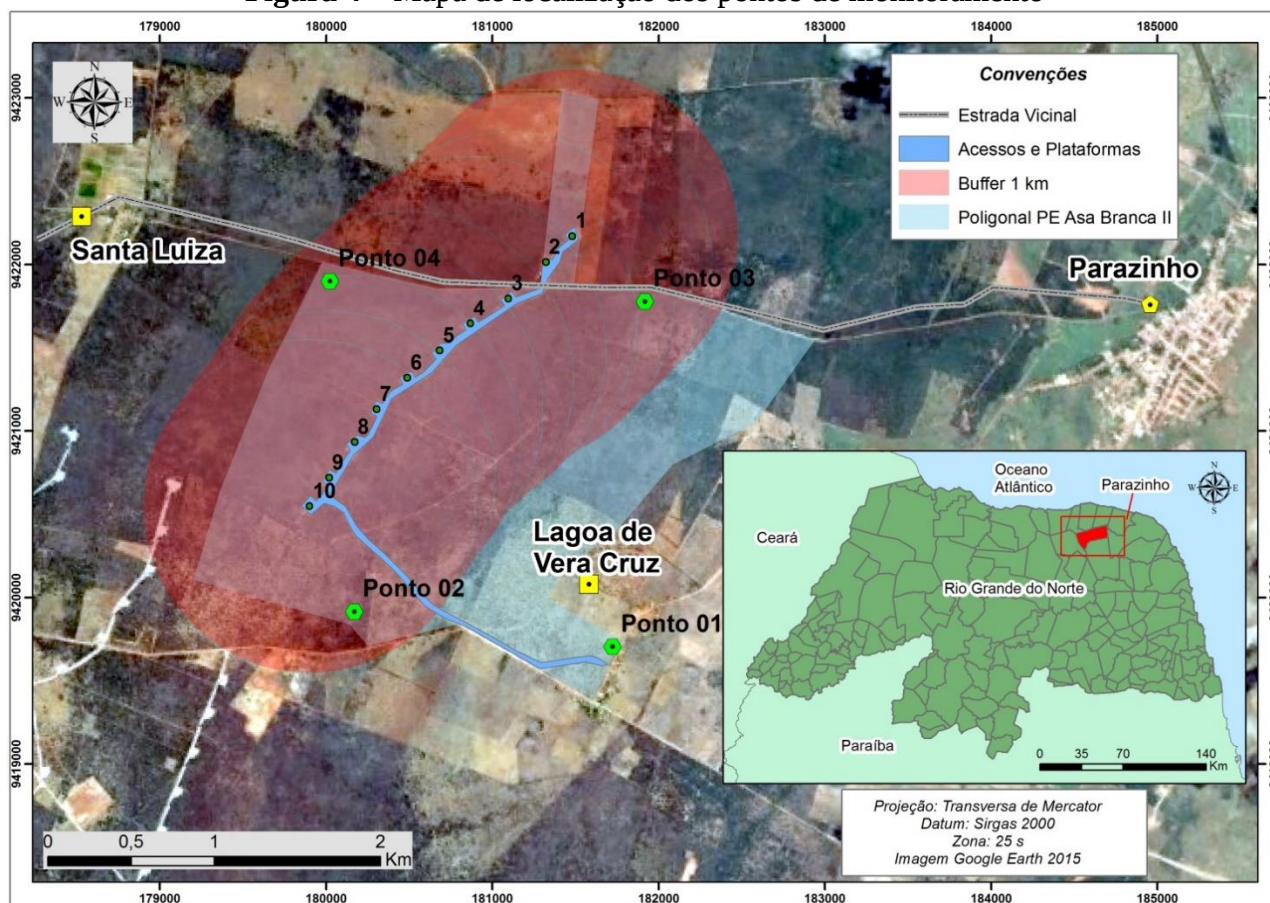


Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Dessa forma, o Programa de Monitoramento dos Níveis de Ruídos, foi elaborado com o objetivo de monitorar, mitigar e controlar os impactos gerados pela emissão de ruídos decorrentes das atividades de implantação do Parque Eólico Asa Branca II. Para tanto, foram definidos 04 pontos de coletas mensais dos níveis de ruídos (conforme coordenadas constantes no quadro 1 e representação expressa no mapa 01), levando em consideração a distância do empreendimento com relação às sedes das fazendas localizadas na Área de Influência Direta (AID), e também da Área de Influência Indireta (AII), composta pelas comunidades de Lagoa de Vera Cruz e Santa Luiza, visando a garantia do conforto acústico dos moradores locais.

- O ponto de monitoramento 01 fica localizado na comunidade de Lagoa de Vera Cruz, entre as Fazendas Vera Cruz e Lagoa de Vera Cruz, no acesso principal da localidade, e próximo às residências da mesma.
- O ponto de monitoramento 02 localiza-se dentro da Fazenda Vera Cruz, próximo a habitação sede da mesma, a cerca de 400 metros do aerogerador 10, e também do acesso interno do Parque Eólico Asa Branca II.
- O ponto de monitoramento 03 está localizado no acesso de ligação ao centro do Município de Parazinho.
- O ponto de monitoramento 04 foi locado próximo ao acesso da comunidade de Santa Luiza, a cerca de 800 metros do aerogerador 03. Todos os pontos de monitoramento estão dentro da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento (Figura 4).

Levando em conta que o monitoramento de ruídos foi realizado durante o período de setembro de 2013 a março de 2015, nos quatro pontos caracterizados, várias atividades de implantação do Parque Eólico influenciaram os resultados. Dessa forma, no tópico de resultados deste artigo, a análise da variação dos níveis de ruídos medidos, foi relacionada com o tipo de atividade que estava ocorrendo no momento da medição.

Figura 4 – Mapa de localização dos pontos de monitoramento

Elaboração: Autor (2014).

O monitoramento dos níveis de ruídos do Parque Eólico Asa Branca II teve início no mês de agosto de 2013, e finalização no mês de março de 2015, totalizando, desta forma, 20 campanhas mensais ininterruptas, executadas sempre na segunda semana de cada mês. A primeira campanha (agosto de 2013) foi executada antes do início das obras de implantação do empreendimento, com o objetivo de estabelecer valores que expressassem a qualidade sonora da área sem interferência das atividades da obra, de modo que seus resultados, por ponto de coleta, servissem de referência para a análise das campanhas posteriores. Dessa forma, os valores encontrados nesta primeira campanha serão denominados, por este trabalho, de valores referências.

5 RESULTADOS

Como podemos afirmar de acordo com os valores apresentados na Tabela 1, a média das medições dos níveis de ruídos da 1ª campanha, expressaram a qualidade sonora nos 04 pontos de coleta, sem interferência de atividades da obra, expressando o seu nível de ruído inerente aos usos e ocupações do solo originais das fazendas e comunidades do entorno do projeto, assim como da dinâmica cotidiana da sua população, da vegetação e da fauna.

Como já era de se esperar, o nível de ruído mais elevado, nesta primeira campanha, foi encontrado no ponto de monitoramento 01, com uma média de 61,7 dBA, pelo fato do ponto está locado em uma via de acesso da comunidade de Lagoa de Vera Cruz, com certa movimentação de veículos leves e motocicletas, assim como pôde-se verificar durante a medição, a presença do ruído proveniente das atividades cotidianas da sua população, e de animais domésticos e silvestres. Os restantes dos pontos medidos ficaram entre 45,69 dB (ponto 09) a 49,14 dB (ponto 08), representando também uma qualidade sonora compatível com os usos e ocupações do solo realizados em cada área.

Tabela 1 – Resultado das Médias das Medições do Nível de Ruídos na 1ª campanha – agosto de 2013

Pontos	01	02	03	04
Valor (dB)	61,7	49,1	45,7	48,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

A Figura 5 apresenta a série histórica do monitoramento dos níveis de ruídos a partir do mês de setembro do ano de 2013 a março do ano de 2015, o que nos proporcionou à análise da variação da qualidade acústica da área dos pontos de coleta com relação às diversas atividades desenvolvidas durante toda a fase de implantação do Parque Eólico Asa Branca II. Desta forma, podemos afirmar que os picos de degradação sonora expressados por este, ocorreram em quatro momentos principais, sendo: em primeiro lugar nos meses de setembro, outubro e novembro do ano de 2013; em segundo lugar, nos meses de janeiro, fevereiro de março de 2014; em terceiro lugar, no mês de setembro de 2014, e; em quarto lugar, no mês janeiro de 2015.

No primeiro pico de degradação sonora, foram realizadas às atividades de supressão vegetal, terraplanagem da área do canteiro de obras e da subestação, corte do material lenhoso com uso de motosserra e escavação mecânica das bases 02 e 03. Portanto, os valores elevados dos níveis de ruídos nos meses de setembro, outubro e novembro de 2013, ocorreram devido às atividades supracitadas, de modo que para a realização destas há uma demanda muito grande de movimentação de tratores de esteira, tratores de disco, rolo compactador, fluxo contínuo de caminhões carregando areia oriunda de jazida, retroescavadeiras, britadeiras, motosserras, alterando a qualidade acústica do seu entorno.

O ponto de monitoramento 01 destacou-se neste período, pelo fato do acesso da comunidade de Lagoa de Vera Cruz servir inicialmente como local de passagem das máquinas e equipamentos utilizados nas atividades, já que o acesso interno do Parque Eólico Asa Branca II ainda não estava finalizado, obtendo um nível de ruído de 64,7 dB em no mês de setembro e 62,5 dB no mês de novembro, do ano de 2013.

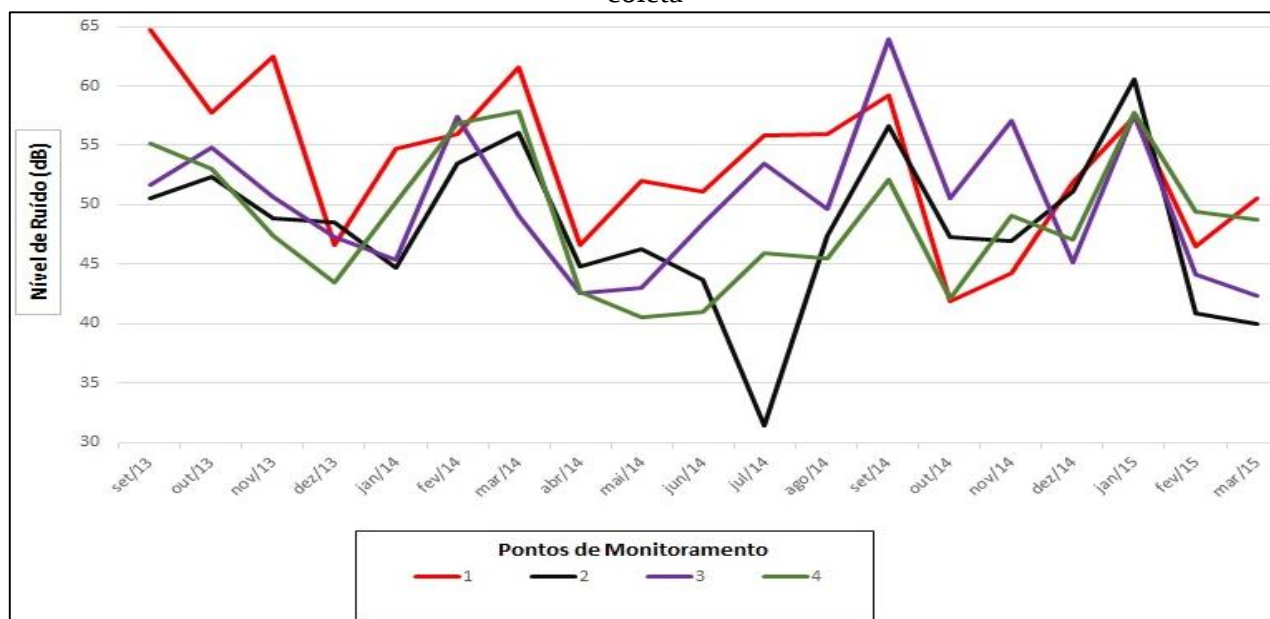
No segundo pico, representadas pelos meses de janeiro, fevereiro e março de 2014, foram realizadas às atividades de execução de fundação das bases, concretagem de, e lançamento de BGS (brita) no acesso com terraplanagem já concluída. A execução da fundação das bases, com implantação de estaca raiz, armação férrea e concretagem, causa um fluxo contínuo muito alto de passagem de caminhões betoneiras (em média 35 caminhões para cada base), caminhonetes para transportar o material de ferro utilizado, britadeira de demais equipamentos de perfuração de solo e gerador. À atividade de lançamento de BGS, necessita de um fluxo constante de caminhões que carregam esta brita da usina de concreto ao Parque Eólico. Dessa forma, a degradação sonora da área foi consequência da execução destas atividades, com destaque para os pontos de monitoramento 01, 02, e 04, que obtiveram uma média neste período de 54,62 dBA.

No terceiro pico de degradação sonora verificado, representado pelo mês de setembro do ano de 2014, foi realizada a pavimentação do acesso da comunidade de Lagoa de Vera Cruz de responsabilidade do empreendedor do Parque Eólico Asa Branca II, assim como estava em andamento a desmobilização da área do canteiro de obras, com a retirada das salas, do refeitório, dos depósitos, da estação de tratamento de esgotos, e raspagem do solo para a retirada de concreto e BGS. Sendo assim, para a realização destas ações, foi necessária a terraplanagem do acesso da comunidade de Lagoa de Vera Cruz, assim como transporte e implantação dos paralelepípedos utilizados, com utilização de máquina compactadora, e intensa presença de colaboradores no local. Para a realização da desmobilização do canteiro de obras foi utilizado caminhões, retroescavadeiras, e guindastes. Diante deste quadro, a qualidade sonora da área foi afetada, com destaque para os pontos 01 e 03 que obtiveram as maiores médias, de 59,2 dB e 63,9 dB, respectivamente.

No quarto e último pico, expresso pelo mês de janeiro de 2015, foram executadas às atividades de implantação da rede de média tensão, recuperação da área do canteiro de obras, e

transporte, descarregamento e estocagem das peças que compõem os aerogeradores. Por consequência destas atividades, houve um fluxo contínuo de guindastes, caminhões de carregamento dos postes, e dos aerogeradores, e retroescavadeiras e tratores de discos utilizados na recuperação da área do canteiro de obras. É importante salientar também, que neste período os 04 pontos de coleta tiveram pouca variação quanto aos níveis de ruídos medidos, variando de 57,4 dB no ponto 01 a 60,6 dB no ponto 02, com uma média de 58,35 dB nos 04 pontos de coleta.

Figura 5 – Nível de pressão sonora (dBA) ao longo do período de monitoramento por ponto de coleta



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

A Resolução CONAMA nº 01, de 08 de março de 1990 (BRASIL,1990), que dispõe sobre os critérios de emissões de ruídos, determina que a emissão de ruídos em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais, recreativas, inclusive as de propaganda política, não devem ser superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR 10.151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade da ABNT.

Dessa forma, à avaliação do nível de ruído ambiente foi estabelecida de acordo com a norma NBR 10151/2000, no qual, determina os limites aceitáveis de ruídos em dBA de acordo com a área em que se deseja realizar as medições. Para a avaliação dos dados coletados, serão apresentados gráficos que expõem os valores máximos e médios dos níveis dos ruídos coletados durante todo o período de monitoramento. Tomaremos como base de nível de critério de avaliação os valores estabelecidos na norma da ABNT-NBR 10151/2000, de acordo com a área onde os pontos de monitoramento estarão inseridos, e a primeira campanha de monitoramento de ruído, realizada em agosto de 2013, de modo que seus resultados são adotados como valores de referência, devido representar à qualidade sonora da área anterior a interferência da obra.

Para tanto, os pontos de monitoramento foram enquadrados de acordo com os limites de decibéis por tipo de área, estabelecidos pela NBR: 10151/2000, representado na Tabela 1. O ponto de monitoramento 01 foi classificado como área mista, predominantemente residencial, por estar localizado na comunidade de Lagoa de Vera Cruz, onde o uso e ocupação do solo são compostos por acessos, fazendas, mas principalmente por residências. O ponto de monitoramento 02 foi classificado como área de sítio e fazendas, devido este está locada dentro da Fazenda Vera Cruz. O ponto de monitoramento 03 também foi enquadrado como área de sítio e fazendas, pelo motivo de, mesmo estar localizado em uma via de acesso, onde há passagem de veículos leves e motocicletas, o uso do solo é predominantemente de fazendas, sítios, e vegetação nativa, estando este muito distante de quaisquer residências. O ponto de monitoramento 04 foi classificado como de área mista,

predominantemente residencial, por estar localizado na via de acesso da comunidade de Santa Luiza, próximo a residências.

Tabela 1 – Limites de decibéis por tipo de área, segundo NBR: 10151/2000

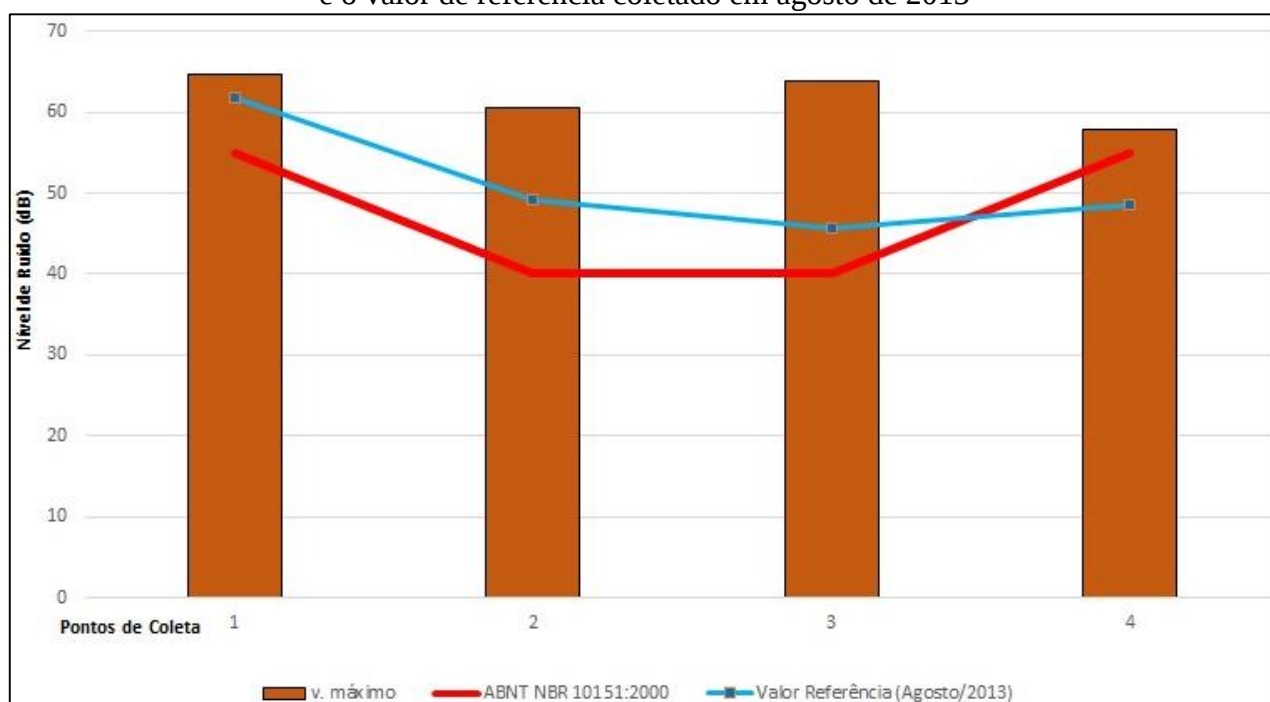
Tipos de áreas	Diurno (dBA)	Noturno (dBA)
Áreas de sítio e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: ABNT 10151/2000 (2000).

Desse modo, através da análise da Figura 6, podemos afirmar que em todos os locais de monitoramento, os valores máximos de níveis de ruídos coletados estiveram acima do permitido pela Resolução CONAMA nº 1, 26 de janeiro de 1986 (BRASIL, 1986), e pela Norma da ABNT 10151/2000. Pode-se destacar os pontos 02 e 03, que obtiveram como valor máximo obtido durante as medições 60,0 dBA e 63,9 dB, respectivamente, porém o limite permitido pela norma da ABNT 10151:2000 é apenas de 40 dBA.

Através do mesmo gráfico, podemos perceber uma degradação sonora da área com relação aos valores encontrados antes da intervenção do empreendimento, denominados aqui de valores de referência, medidos em agosto de 2013, se comparado com os valores máximos obtidos durante as 19 campanhas de monitoramento por local de coleta. Porém, também podemos auferir, ao analisar os dados apresentados, que na maioria dos pontos de coleta o valor de referência é maior do que o valor estabelecido pela norma da ABNT. Devemos salientar também, que estes são valores máximos, ou seja, apenas representam picos de degradação sonora da área, por cada ponto de coleta, não significando que os moradores das comunidades de Lagoa de Vera Cruz e de Santa Luiza estavam, a todo o momento, expostos a este nível de ruído.

Figura 6 – Valores máximos de ruído por ponto de coleta, com relação à ABNT NBR 10151:2000 e o valor de referência coletado em agosto de 2013

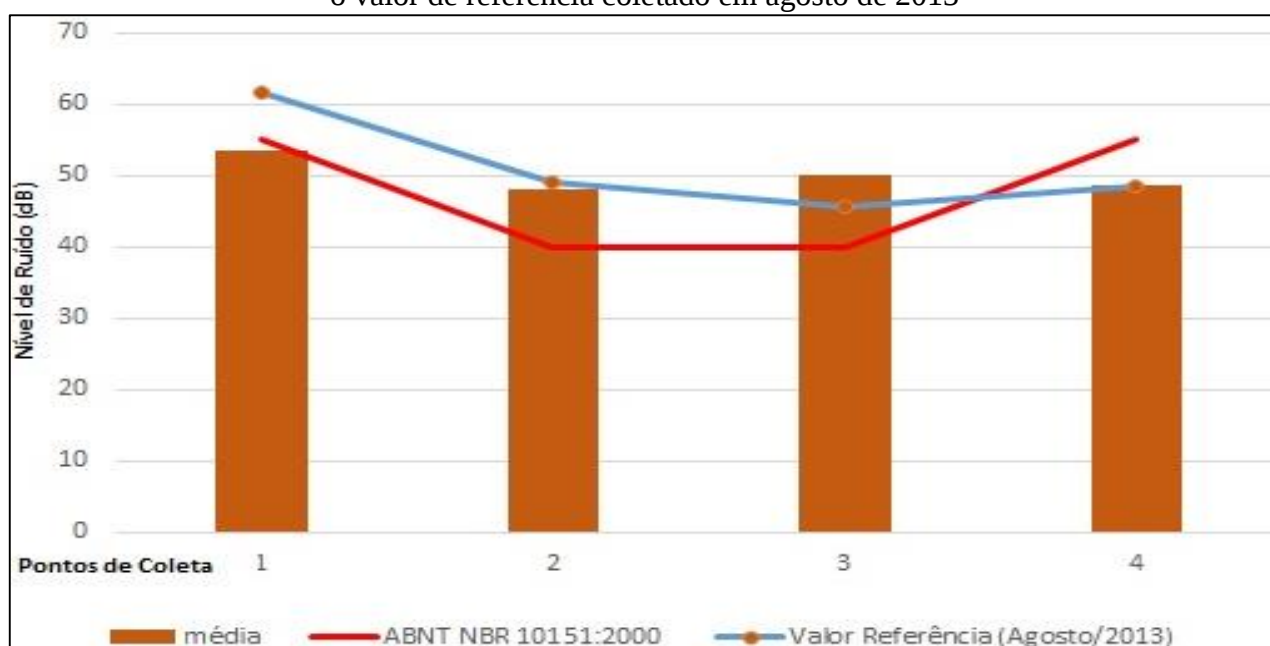


Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Com relação aos valores médios, calculados a partir da soma dos valores de ruídos por ponto de coleta durante todo o período de monitoramento, dividido por 19, que corresponde ao número total de campanhas realizadas, a situação melhora um pouco, como podemos constatar ao analisar a Figura 7. O ponto de monitoramento 01, obteve uma média de 53,5 dB, durante todo o período de monitoramento, ficando abaixo tanto do valor de referência que foi de 61,7 dB quanto do preconizado pela norma da ABNT 10151:2000 que é de 55 dB, denotando que não houve degradação sonora no local com relação aos valores médios de emissão de ruído. Da mesma forma, podemos afirmar que no ponto 04 também não houve degradação sonora, pois a média de emissão de ruído encontrada para este local foi de 48,7 dB, enquanto o limite estabelecido pela norma da ABNT 10151:2000 é de 55 dB. Com relação ao valor de referência, de 48,5 dB, podemos observar uma diferença de apenas 0,2 dB com relação a emissão média de ruído encontrada para este ponto. Portanto, como se trata de uma diferença mínima, não podemos considerar como degradação sonora.

Porém, podemos observar uma pequena degradação sonora nos pontos de monitoramento 02 e 03. No ponto 02, observa-se uma degradação sonora de apenas 8 dB, devido ao fato de a média de ruído encontrada foi de 48 dB, enquanto o limite estabelecido pela norma da ABNT 10151:200 é de 40 dB. O valor de referência para este ponto de 49,1 dB já demonstra que a área já encontrava-se antes da obra com valores de ruído acima do estabelecido pela norma da ABNT 10151:2000. Porém, a média encontrada para este ponto, difere apenas 1,1 dB com relação ao valor de referência, denotando uma mínima degradação sonora. No ponto de monitoramento 03, a média de ruído encontrada ao longo das campanhas realizadas foi de 50,2 dB, denotando uma degradação sonora de 10,2 dB, se relacionada com a norma da ABNT 10151:2000, e de apenas 4,5 dB, se relacionada com o valor de referência.

Figura 7 – Valores médios de ruído por ponto de coleta, com relação à ABNT NBR 10151:2000 e o valor de referência coletado em agosto de 2013



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Como forma de avaliar a percepção da população quanto ao impacto negativo da poluição sonora ocasionado pelas atividades de implantação do Parque Eólico Asa Branca II, foi aplicado um questionário de satisfação com a população das comunidades de Lagoa de Vera Cruz e de Santa Luiza, ao final da obra. Este questionário é composto por 07 perguntas objetivas (Quadro 1), com opção de respostas “sim” e “não”. Para a definição do número de questionários a serem aplicados, foi levado em consideração à soma do número de habitantes das duas comunidades. Dessa forma, foram

aplicados um total de 200 questionários, sendo 130 na comunidade de Lagoa de Vera Cruz, e 70 em Santa Luiza. Sendo assim, nas comunidades de Lagoa de Vera Cruz e Santa Luiza, os questionários aplicados tiveram uma representação de 72,2% e 81,4% da sua população total, respectivamente.

Quadro 1 – Perguntas contempladas no questionário de satisfação aplicado nas comunidades de Lagoa de Vera Cruz e Santa Luiza – Parazinho/RN

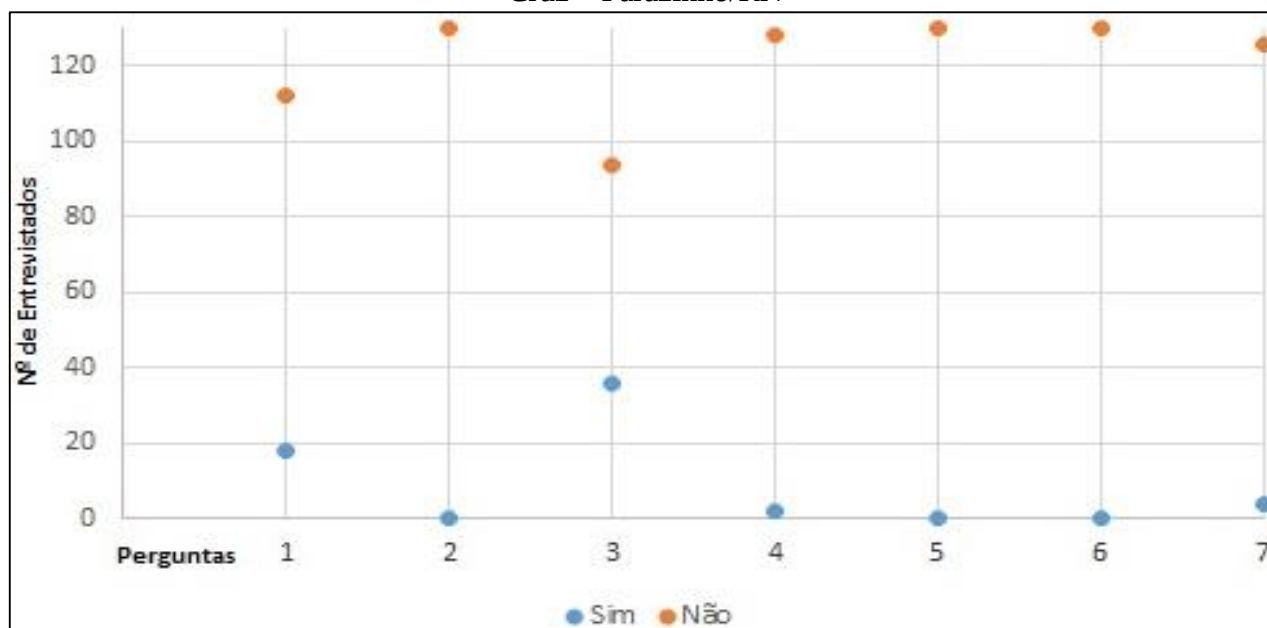
Sequência	Pergunta
01	Antes do início das obras, havia barulho causando incômodo?
02	Houve algum caso de doença na família por conta do barulho emitido após o início das obras?
03	O barulho produzido pelos tratores/máquinas da obra é escutado na sua residência?
04	O barulho produzido pelos trabalhadores da obra é escutado na sua residência?
05	O barulho produzido pelos trabalhadores da obra fora do expediente de trabalho incomoda você?
06	O barulho produzido na obra atrapalha a realização de alguma atividade sua?
07	O horário de barulho dos tratores ultrapassa às 18 horas?

Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Na comunidade de Lagoa Vera Cruz, podemos perceber de uma forma geral, ao analisar a Figura 8, que a grande maioria dos entrevistados responderam a opção “Não” às perguntas aplicadas, com destaque para os questionamentos 02, 04, 05 e 06. Nestes questionamentos, 100% dos entrevistados preferiram esta opção de resposta, no que diz respeito a algum caso de doença provocada pela emissão de ruídos, o barulho produzido pelos trabalhadores da obra, dentro e fora do expediente de trabalho, e a influência da qualidade sonora em decorrência da obra com relação às atividades cotidianas dos moradores.

Com relação às respostas “sim”, apenas 27,7% dos entrevistados afirmaram que o barulho produzido pelos tratores/máquinas da obra é escutado na sua residência, e com um número ainda menor, 13,8% das pessoas questionadas confirmaram que antes do início das obras havia barulho causando incômodo.

Figura 8 – Dispersão dos resultados das entrevistas realizadas na comunidade de Lagoa de Vera Cruz – Parazinho/RN

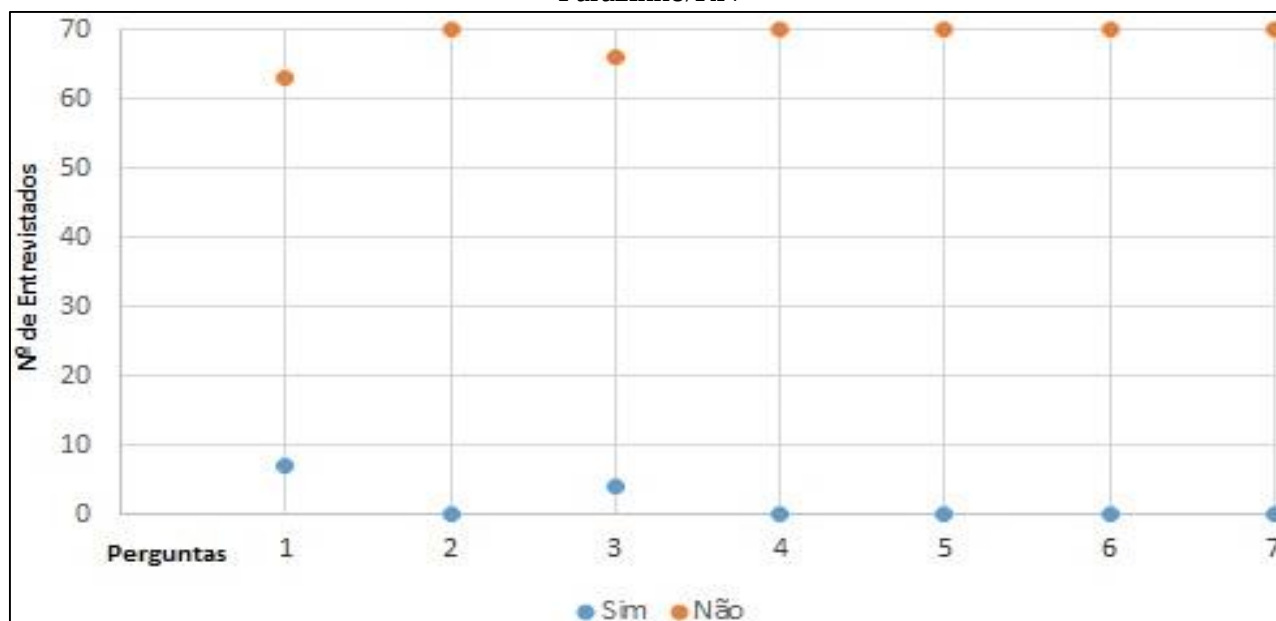


Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Na comunidade de Santa Luiza, podemos auferir ao analisar a Figura 9 que o mesmo padrão de respostas observado na comunidade Lagoa de Vera Cruz se repetiu, de modo que a maior parte dos entrevistados preferiram a opção de resposta “não”. Vale destacar também, que em boa parte das perguntas 100% das pessoas questionadas responderam “não”, como nas perguntas 02, 04, 05, 06 e 07.

Com relação às respostas “sim”, somente 5,7 % dos entrevistados afirmaram que o barulho produzido pelos tratores/máquinas da obra é escutado na sua residência, e 10% das pessoas questionadas confirmaram que antes do início das obras já havia barulho no local causando incômodo.

Figura 9 – Dispersão dos resultados das entrevistas realizadas na comunidade de Santa Luiza – Parazinho/RN



Fonte: Elaborado pelo autor (2014).

Dessa forma, percebemos que mesmo com a degradação sonora da área, principalmente com relação aos valores máximos, e secundariamente com os valores e médios, encontrados nos pontos de coleta, ter sido comprovada, através da sua comparação com a legislação vigente, e com o valor de referência medido antes do início das obras, o nível de ruídos gerado não incomodou à população local, de acordo com os resultados das entrevistas. Com relação às entrevistas, podemos perceber que devido ao fato da comunidade de Lagoa de Vera Cruz estar mais próxima do empreendimento, esta sofreu uma degradação sonora maior se relacionada com a comunidade de Santa Luiza, que se encontra um pouco mais distante do Parque Eólico Asa Branca II.

5 CONCLUSÕES

Pode-se concluir que os objetivos propostos para o presente trabalho foram plenamente atendidos, através da metodologia utilizada, e desta forma, todas as perguntas de pesquisa foram respondidas de forma satisfatória. Os 04 pontos de coleta foram locados de forma representativa, o que nos deu um bom resultado sobre a qualidade sonora da área antes e durante a implantação do empreendimento, com relação às comunidades.

Através do valor de referência, medido antes do início das obras, foi possível analisar se houve ou não degradação sonora a partir da influência das atividades do empreendimento em execução, com relação ao nível de ruído que a população já estava acostumada.

Por meio da série histórica, tivemos a oportunidade de constatar que algumas atividades de construção civil de empreendimentos eólicos causam uma degradação sonora maior do que outras.

Dessa forma, através dos resultados da associação dos picos de emissão de ruídos com relação às atividades da obra desenvolvidas no mesmo período, poderão servir como parâmetro para outras equipes de análise ambiental de outros empreendimentos eólicos, de forma a colaborar com relação ao direcionamento de medidas mitigadoras mais objetivas durante as atividades provocadoras de uma emissão maior de ruídos identificada por este trabalho.

Com a análise dos valores máxima de ruído, com relação à norma da ABNT 10151:200 e o valor de referência medido antes do início das obras, foi possível afirmar que na maioria dos pontos de coleta foi verificada uma degradação sonora por conta da obra. Contudo, pudemos compreender também que, tratando-se de valores máximos, não podemos afirmar que os moradores das comunidades de Lagoa de Vera Cruz e de Santa Luiza estavam a todo o momento, durante os 19 meses de monitoramento, submetidos a estes níveis de ruídos.

Através da análise dos valores médios, com relação à norma da ABNT 10151:200 e o valor de referência medido antes do início das obras, foi verificado uma pequena degradação sonora apenas nos pontos 02 e 03 de monitoramento. O ponto 02 justifica-se pelo fato de estar muito próximo ao layout do empreendimento. O ponto 03 justifica-se pelo fato de estar localizado em uma via de acesso ao município de Parazinho, com passagem de diversos tipos de automóveis.

No entanto, através da aplicação dos questionários de satisfação com a comunidade, podemos afirmar que a maior parte da população não se sentiu incomodada com o aumento da emissão de ruídos verificado ao longo do monitoramento, de modo que a degradação sonora não lhes causou nenhum prejuízo à saúde, nem atrapalhou às suas atividades cotidianas.

REFERÊNCIAS

AMORIM, F. L.; JESUS, A. Impactos socioambientais da construção da UHE: Estreito na comunidade de Plamatuba em Babaçulândia – TO. **Revista Geoambiente on-line**, Jatai, Goiás, n. 7, jul./dez. 2006. Disponível em: <www.revistas.ufg.br/index.php/geoambiente/article/download/.../14883>. Acesso em: 23 set.2014.

ART, W. H. **Dicionário de ecologia e ciências ambientais**. São Paulo: UNESP/Melhoramentos, 1998. 584p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA – ABEEOLICA. **Dados mensais**: Outubro de 2017. São Paulo: Paulista, 2017. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 10151**: Acústica – Avaliação de ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BARBOSA FILHO, W. P.; AZEVEDO, C. S. **Impactos ambientais em usinas eólicas**. Itajubá: 2013.

ABEEÓLICA - **Associação brasileira de energia eólica - Brasil**. 2017. Disponível em: <www.portalabeeolica.org.br>. Acesso em: 08 abr. 2017.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**. Brasília, DF, ago 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 10 abr. 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional. Rio de Janeiro, RJ:** Empresa de pesquisa energética (EPE), julho de 2015. Brasília, 2015. 61p. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2015_Web.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 001**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para avaliação de impacto ambiental. In: Resoluções, 1986. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 17 de fevereiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 10 abr. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 001**, de 08 de março de 1990. Dispõem sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. In: Resoluções, 1990. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 02 de abril de 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=98>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

CALIXTO, W.; RODRIGUES, C. G. **Poluição Sonora**. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2004.

CASTRO, R. M.G. **Energias Renováveis e Produção Descentralizada: Introdução à Energia Eólica**. Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico Deec/Secção de Energia. Maio de 2005. Ed. 2.1.

DULLEY, R. D. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. **Agric.** São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, jul./dez. 2004.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio Ilustrado**. Curitiba: Positivo, p. 560, 2008.

GEOCONSULT. **Relatório ambiental simplificado do Parque Eólico Asa Branca II**. Fortaleza, dez. 2012.

GEOCONSULT. **Relatório de detalhamento dos programas ambientais do Parque Eólico Asa Branca II**. Fortaleza, mar. 2013.

JANNUZZI, P. M.; MIRANDA, W. L.; SILVA, D. S. G. da. Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações. **Revista Informática Pública**, Belo Horizonte, ano II, p. 69-87, 2009.

MAIA, D. S. N. **Ruídos de parques eólicos: análise e caracterização**. Mestrado integrado em engenharia civil – 2009/2010 – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2010.

MEDEIROS, L. B. **Ruído: efeitos extra-auditivos no corpo humano (Monografia)**. Porto Alegre: 1999.

MELAZO, G. C. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Uberlândia: olhares e trilhas**, ano VI, n. 6, p. 45-51, 2005.

SANTOS A. A. dos; RAMOS D. S.; SANTOS N. T. F. dos; OLIVEIRA P. P. de; **Projeto de geração de energia eólica**. Projeto de Graduação do Curso de Engenharia Industrial Mecânica. Universidade Santa Cecília. Santos-SP, 2006.

Data de submissão: 23.11.2016

Data de aceite: 14.11.2017

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.