

ANÁLISE DO RUÍDO E PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS CAUSADOS POR PARQUE EÓLICO NA COMUNIDADE XAVIER, CAMOCIM, LITORAL OESTE DO CEARÁ

Lígia de Nazaré Aguiar **Silva**¹, Adryane **Gorayeb**², Christian **Brannstrom**³, Ivan José Ary **Júnior**⁴

(1 – Pontificia Universidad Javeriana, Discente no programa de Doutorado de Estudios Ambientales y Rurales, ligiaaguiarsilva@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7110-979X>, 2 – Universidade Federal do Ceará, Docente no Departamento de Geografia, adryanegorayeb@yahoo.com.br, <https://orcid.org/0000-0002-7304-8836>, 3 – Texas A&M University, Docente no Departamento de Geografia, cbrannst@geos.tamu.edu, <https://orcid.org/0000-0002-6619-2020>, 4 – Universidade Federal do Ceará, Docente no Departamento de Engenharia de Transportes, ivan@det.ufc.br <https://orcid.org/0000-0001-8198-1231>)

Resumo: Impactos sonoros oriundos de parques eólicos são amplamente estudados na América do Norte e Europa. No Brasil, tais estudos ainda são insipientes. A indústria da energia eólica aumentou rapidamente no país, sem a análise do ruído das torres eólicas e como eles são percebidos por comunidades próximas. O objetivo do trabalho foi investigar quantitativamente os níveis de ruídos e analisar qualitativamente como os moradores da Comunidade de Xavier, Camocim-CE, percebem o ruído das torres de um parque eólico instalado a apenas 250m de distância de suas casas. Foram realizadas aferições dos níveis sonoros, aplicação de questionários, mapeamentos temáticos e análises dos dados. Na comunidade, os ruídos apresentaram níveis entre 34 e 57,2 dB(A) de dia e 46,2 e 60,4 a noite, ou seja, acima do recomendado pela norma (40 dB e 35 dB respectivamente). Os ruídos das torres causam incômodo em 25% dos entrevistados, enquanto 81,2% apenas percebem os ruídos.

Palavras-chave: Ruídos. Percepção. Energia Eólica.

**NOISE ANALYSIS AND PERCEPTION OF IMPACTS CAUSED BY WIND FARM
IN THE XAVIER COMMUNITY, CAMOCIM, WESTERN COASTLINE OF THE OF
CEARA - BRAZIL.**

Abstract: Sound impacts from wind farms are widely studied in North America and Europe. In Brazil, such studies are still emerging. The wind energy industry has increased rapidly in the country without analysis of the noise of wind turbines and how they are perceived by nearby communities. The objective of this work was to quantitatively investigate noise levels and qualitatively analyze how residents of the community of Xavier, Camocim-CE, perceive the noise of the turbines of a wind farm installed only 250m away from their homes. Measurement of sound levels, deployment of questionnaires, thematic mappings and data analysis were performed. In the community, noise presented levels between 34 and 57.2 dB(A) by day and 46.2 and 60.4 at night, that is, above the recommended by the norm (40 dB and 35 dB, respectively). Noise from the turbines caused discomfort among 25% of the interviewees, while 81.2% perceived noise.

Keywords: Noises. Perception. Wind Energy.

**ANALISIS DEL RUIDO Y PERCEPCIÓN DE LOS IMPACTOS CAUSADOS POR
PARQUE EÓLICO EN LA COMUNIDAD XAVIER, CAMOCIM, COSTA OESTE DE
CEARÁ - BRASIL.**

Resumen: Impactos sonoros originados de parques eólicos son largamente estudiados en América del Norte y Europa. En Brasil, tales estudios todavía son incipientes. La industria de energía eólica ha crecido rápidamente en el país, pero sin análisis del ruido de las torres eólicas y como son percibidos por comunidades cercanas. El objetivo del trabajo fue investigar cuantitativamente los niveles de ruidos y analizar cualitativamente como los residentes de la Comunidad de Xavier, Camocim-CE, perciben el ruido de las torres de un parque eólico instalado en su territorio, con apenas 250m de distancia de las casas. Fueron realizadas mediciones de los niveles sonoros, aplicación de cuestionarios, mapeamientos temáticos y análisis de los datos. En la comunidad, los ruidos presentaron niveles entre 34 y 57,2 dB(A) durante el día y 46,2 y 60,4 el en período nocturno, valor más alto que el recomendado por la norma (40 dB e 35 dB respectivamente). Los ruidos de las torres causan incomodo en 25% de los entrevistados, mientras 81,2% perciben el ruido.

Palabras-clave: Ruidos. Percepción. Energía Eólica.

1. Introdução

A energia eólica aumentou rapidamente no país desde 2001 (Silva et al. 2016; Juárez et al. 2014). Por isso, tornou-se necessário análises de impactos dos parques eólicos focadas no acesso de recursos, posse de terras e impactos ambientais (Meireles et al. 2013; Gorayeb et al. 2018; Brannstrom et al. 2018; Chaves et al. 2017). Os impactos dos ruídos oriundos de parques eólicos estão descritos em estudos da América do Norte e Europa realizados, principalmente, por Pedersen e Waye (2007), Hanning (2012) e Bakker et al. (2012). Contudo, no Brasil, estudos sobre os ruídos de parque eólicos e como são percebidos por comunidades vizinhas, são insipientes pois são direcionados para a análise quantitativa do ruído, como ocorre em Aor et al. (2014).

Para agregar conhecimento a este tema pouco investigado, esta pesquisa analisou os níveis de ruídos e impactos perceptíveis aos moradores em seu cotidiano e na paisagem sonora da Comunidade Xavier. Esta Comunidade está situada ao lado de um empreendimento eólico, em sua possível área de influência. Entretanto, o Relatório Ambiental Simplificado (RAS) apresentado ao órgão licenciador do estado do Ceará (SEMACE) não definiu quais seriam as áreas direta e indiretamente afetadas pelo parque eólico. Além disso, não há, neste estudo, referência à existência da Comunidade, argumento que dá subsídios para que a geração de ruído pelo parque seja citada como um impacto negativo pequeno e curto, pois, de acordo com o estudo, não há habitação próxima o suficiente para o alcance dos ruídos. É interessante ressaltar que não foi relatado qual a previsão de ruídos a serem gerados, tampouco a distância por estes alcançada.

Estar submetido durante longos períodos aos ruídos das torres pode ter consequências físicas e psicológicas. Alguns efeitos negativos sobre a saúde das pessoas já são associados aos ruídos acima dos níveis adequados e o descontentamento dos habitantes próximos a esses parques é algo relatado na literatura internacional e nacional, como em Pedersen e Waye (2007), Meireles (2011), Bakker et al. (2012), e Mendes, Gorayeb e Brannstrom (2016).

Além dos ruídos, há o impacto na paisagem litorânea. Melazo (2005) analisa que a paisagem é percebida primeiramente por elementos da geologia e geomorfologia. Em seguida, são consideradas as ações antrópicas e, por fim, as relações socioculturais criadas nesse ambiente. De forma análoga a descrita pelo autor, a chegada de um empreendimento, como um parque eólico, altera a paisagem a qual os moradores estavam habituados, cria um ruído que

pode modificar a relação do morador com aquele ambiente e, conseqüentemente, por ser um elemento estranho, pode modificar a percepção dos moradores sobre o parque e a comunidade.

Neste contexto, a pesquisa pretende responder junto aos moradores os seguintes questionamentos: Qual o nível sonoro de ruídos existente e com qual frequência é possível percebê-los? Qual a percepção dos moradores em relação à paisagem e aos ruídos dos aerogeradores? De que forma a presença dos ruídos alterou o cotidiano comunitário?

2. Percepção de ruídos dos parques eólicos

O ruído é classificado como som desagradável ou que não possui nenhum significado auditivo (MAIA, 2010) e sua medição é dada em decibéis (dB). Nos parques eólicos, o ruído possui origem mecânica, pois surge na caixa de engrenagens, responsável por multiplicar a rotação das pás para o aerogerador e possui propagação assimétrica, sendo facilmente identificado. Existe ainda o ruído aerodinâmico, “influenciado diretamente pela velocidade do vento incidente sobre a turbina eólica” (TERCIOTE, 2002).

As medições dos ruídos no contexto dos complexos eólicos podem ocorrer de forma preventiva, no sentido de realizar a previsão dos níveis de ruídos aos quais a vizinhança será submetida, e/ou de forma posterior a fim de analisar os impactos causados. Para ambos os casos, é imprescindível que a legislação vigente tenha parâmetros sonoros bem estabelecidos.

A legislação brasileira que dispõe sobre produção de energia eólica não trata especificamente deste aspecto. A Resolução CONAMA Nº 462 de 24 de julho de 2014 estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos geradores de energia a partir de fonte eólica e determina que seja feita a caracterização dos ruídos em casos em que parques eólicos estejam a menos de 400 metros de distância de residências, além do atendimento as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (BRASIL, 2014). Por sua vez, a NBR 10151 determina os níveis de ruídos em áreas habitadas e estabelece procedimentos de medição. Para este trabalho, devido as características da Comunidade Xavier, foi adotado como parâmetro os valores para áreas de sítios e fazendas, ou seja, 40 e 35 db(A) para período diurno e noturno, respectivamente (BRASIL, 2014).

No Brasil, estudos demonstram percepções contraditórias sobre os ruídos emitidos por eólicas. Mendes (2016), identificou na Comunidade Xavier desconforto e insatisfação com os ruídos por parte dos moradores, enquanto Improta (2008, p. 103) afirma que “não há reclamações sobre os ruídos de aerogeradores”. As opiniões diferem porque a percepção

ambiental se dá através da imersão do indivíduo em um ambiente. Este termo é associado ao uso da visão de um cenário ou paisagem, entretanto, “uma pessoa que simplesmente ‘vê’ é um espectador, um observador, alguém que não está envolvido com a cena” (TUAN, 1974, p.12).

Além da vivência pessoal, outros elementos influenciam a percepção dos ruídos. Bakker (2012) analisou a relação entre irritabilidade e beneficiamento econômico adquirido através do parque eólico. Constatou-se que os beneficiados apresentaram irritabilidade quatro vezes menor do que os não beneficiados. A pesquisa foi realizada através da aplicação de questionários com pessoas que vivem até 2,5 km de parques eólicos na Holanda. Cerca de 23% dos moradores relataram algum nível de irritação quando estão fora de casa e escutam o som advindo das eólicas, enquanto 14% consideraram-se irritados com o ruído perceptível dentro de casa.

Sob outra perspectiva, Pedersen e Wayne (2007) relacionaram a percepção dos ruídos com diferentes ambientes. O estudo concluiu que em áreas rurais a irritação é maior que em áreas urbanas, além de variar de acordo com diferentes relevos e com a visibilidade das turbinas.

No Brasil, Gomes (2017) realizou, em complexo eólico na Bahia, medições para identificar se os ruídos estavam compatíveis com a legislação. O autor aferiu o dB em cinco pontos, cada ponto analisado por dez minutos, três vezes de manhã e três à tarde, o que totalizou uma hora de gravações em cada ponto. Os resultados demonstram que, apesar do nível de ruído cair de maneira proporcional à distância, 70% dos valores está acima de 40 dB(A), máximo permitido pela NBR 10.151 para áreas rurais (ABNT, 2000). Entretanto, não são encontrados estudos que considerem a percepção humana em relação à alteração identificada por meio de medições sonoras. No caso do parque eólico estudado, essa comparação não é possível, pois não foi encontrado nos estudos ambientais do parque, qualquer prognóstico de ruído.

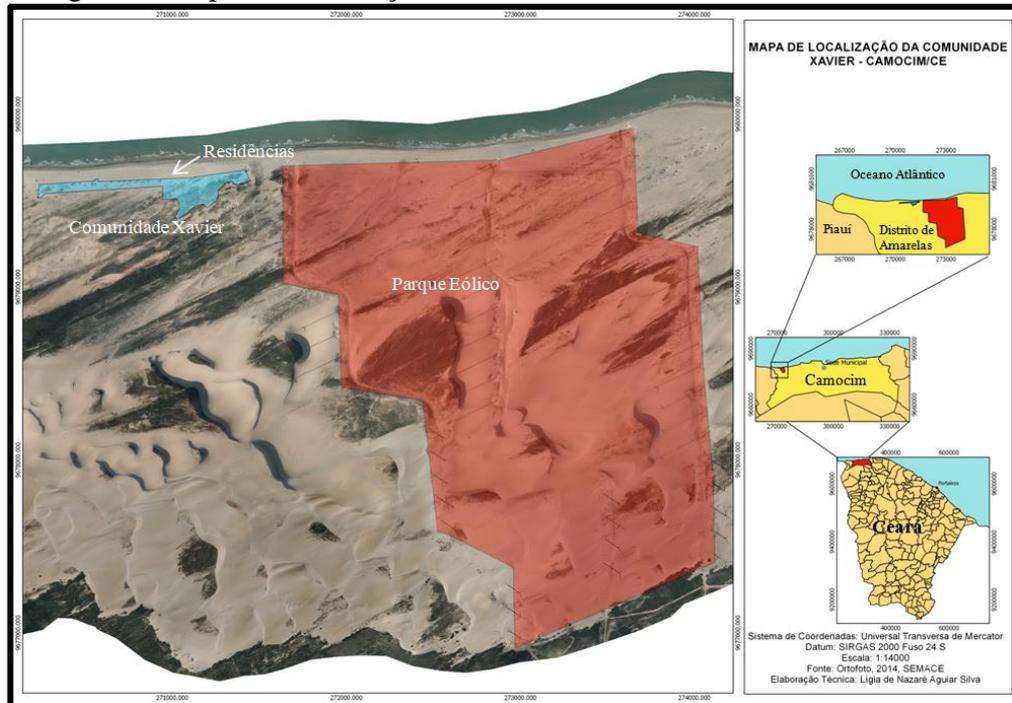
3. Aspectos técnicos e metodológicos da pesquisa

A área de estudo foi a Praia de Xavier, situada no distrito de Amarelas, em Camocim, litoral oeste do Ceará (Figura 1). Inicialmente, houve coleta de informações através de pesquisas bibliográficas e documentais, seguidas das etapas de aplicação de questionários e medição de ruídos.

A comunidade é constituída por 17 famílias que sobrevivem da pesca, artesanato e mariscagem, o que a caracteriza, de acordo com Inciso I, do art. 3º, do Decreto nº 6.040 de 7 de fevereiro de 2007, como comunidade tradicional (BRASIL, 2007). Foi nesse cenário que se instalou, em 2009, o então maior parque eólico do Brasil (MENDES, 2016), com 50 torres

eólicas em uma área de 1040 ha e capacidade de geração de 105.000 KW (ANEEL, 2018). O parque está no território da comunidade a uma proximidade de 250 metros da primeira casa.

Figura 1: Mapa de localização da Comunidade de Xavier – Camocim/CE.



3.1 Aplicação de questionários e entrevistas

De forma concomitante às pesquisas bibliográficas, houve aplicação de questionários, em de maio de 2018, elaborados com base em Pedersen e Waye (2007). Foram aplicados dezesseis questionários, valor que contempla 94% das casas. Apenas uma família recusou-se a responder, pois, optaram por não se manifestar sobre nenhum assunto relacionado ao parque. Observou-se que os moradores, às vezes por timidez ou desinteresse, resistiam em responder um segundo questionário realizado na mesma casa. Por isso, optou-se por única aplicação por residência. Também foram realizadas entrevistas semiestruturadas. Estas conversas foram gravadas e transcritas para análise qualitativa. A autorização para esse procedimento foi obtida através do processo Nº 22 07104818.5.0000.5054 do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará.

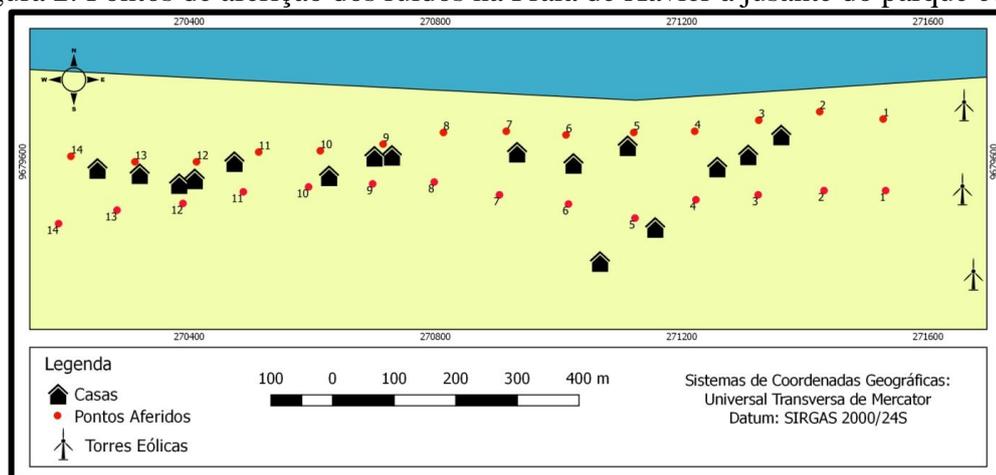
3.2 Medição e análise de Ruídos

A área analisada está inserida no clima tropical quente semiárido brando, com temperaturas médias entre 26 e 28°C. O período chuvoso corresponde aos meses de janeiro a abril, com pluviosidade em torno de 1032 mm anuais (IPECE, 2009). Todas as aferições foram realizadas no período não chuvoso, que corresponde também ao período com maior velocidade dos ventos, devido à influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que migra para o norte e deixa os ventos alísios mais intensos sobre o estado (Camelo et al. 2008).

A aferição dos níveis de ruídos ocorreu em setembro de 2018, na comunidade (à jusante do parque eólico). Posteriormente, optou-se por fazer aferições em área oposta à comunidade, ou seja, à montante do parque eólico. O procedimento de aferição foi realizado conforme o recomendado pela norma IEEE *Instrumentation Measurement Society* (2016) e IEC 61400-11 (2012). A aferição dos níveis de pressão sonora foi realizada através de decibelímetro da marca Kimo modelo DB 200, classe 2. Os valores foram acessados no software LDB123, que fornece o *L_{Aeq}*, parâmetro utilizado pela NBR 10151, correspondente ao nível de ruído contínuo equivalente, ou seja, é o valor médio da gravação.

Foram realizadas medições em 24 pontos espacializados a cada 100m, à jusante do parque, de acordo com a espacialização das residências (Figura 2).

Figura 2: Pontos de aferição dos ruídos na Praia de Xavier à jusante do parque eólico



As medições diurnas iniciaram às 6h e as noturnas às 18h. A norma IEEE 2400-2016 convencionou que para medições realizadas próximas às áreas residenciais ou mais distantes da área do parque, o microfone deve estar instalado a 1,20 metros do solo (Figura 3). A aferição ocorreu nos dias 2 e 8 de setembro de 2018. No primeiro dia, foi realizada medição na área em

frente às casas, correspondente à faixa de praia e em dia posterior atrás das casas, para que fossem contempladas, também, as residências mais distantes (Figura 4).

Figura 3 – Equipamento de Medição



Fotografia: Lígia Silva (setembro/ 2018).

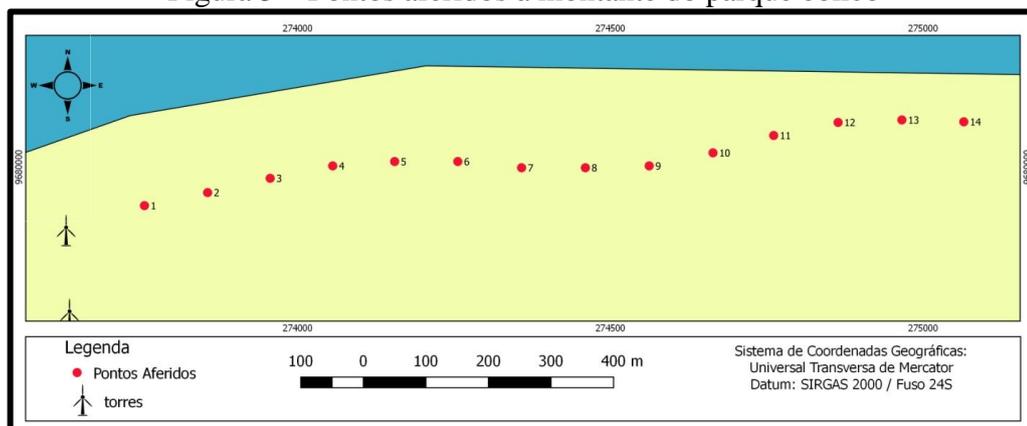
Figura 4 – Comunidade Xavier



Fotografia: Lígia Silva (setembro/ 2018).

Para garantir a simetria dos dados, o mesmo procedimento foi realizado do lado oposto, à montante do parque. Contudo, por não haver casas nesta área, foi realizada a coleta de 12 pontos apenas na faixa de praia (Figura 5). Os dados noturnos foram obtidos no dia 1 de dezembro de 2018 com início às 18h e os diurnos no dia 2 do mesmo mês e ano, com início às 6h. Ressalta-se que não foi possível realizar comparações entre o ambiente sonoro antes e após a instalação do parque, pois não foi realizada aferição por parte da empresa que conste no estudo ambiental.

Figura 5 – Pontos aferidos à montante do parque eólico



Os resultados foram apresentados no mapa de ruídos da Comunidade Xavier. Esse instrumento facilitou o debate entre as informações contidas no mapa e as opiniões obtidas através de questionários. Para complementar a análise, os valores de L_{Aeq} foram considerados

para comparação com o estabelecido pela legislação brasileira, a fim de investigar se os moradores estão submetidos ou não a níveis acima do permitido.

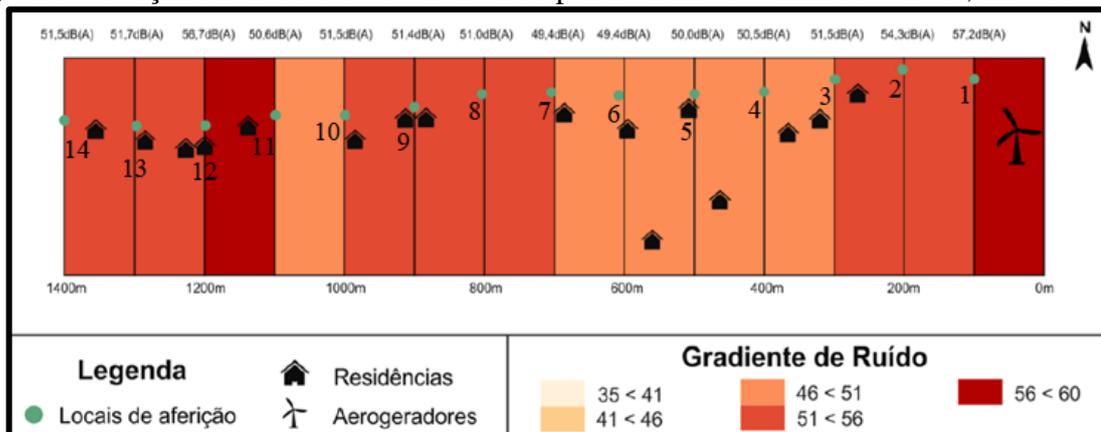
4 Resultados e Discussão

4.1 Níveis de ruídos no entorno do parque eólico

Os sons prevaletentes em Xavier foram, principalmente, do mar e do vento, além do movimento da vegetação sob o vento, sons de animais como galos, cachorros e grilos são frequentes e facilmente perceptíveis, ou seja, sons que não refletem qualquer processo de antropização. Contudo, durante as visitas de campo, foi visualizado moradores que caminhavam com caixas de som e fluxo de veículos, fenômeno recente na comunidade, mas que deve ser considerado como um componente do ambiente sonoro local. Neste cenário, está presente o ruído das torres eólicas. Na região, a direção do vento ocorre de leste para oeste, ou seja, o vento pode direcionar os ruídos em direção as casas, possivelmente, sendo um fator agravante para a percepção desses ruídos.

Sublinha-se que os valores apresentados não representam o máximo de ruído que pode ser percebido, pois nas duas ocasiões de medição, onze das cinquenta torres não estavam funcionando. No primeiro dia de mediação diurna (Figura 6), a temperatura média foi 28°C, umidade do ar de 74,8%, pressão atmosférica de 1009 hPA e ventos com velocidade média de 3,7 m/s.

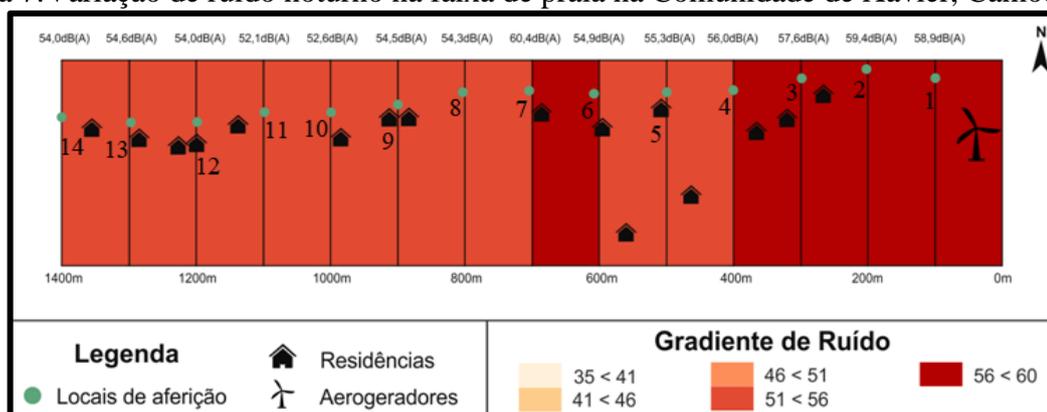
Figura 6: Variação de ruído diurno na faixa de praia na Comunidade de Xavier, Camocim-CE



Observa-se queda no nível de ruído nos primeiros pontos (Figura 6), à medida que estes se distanciam das torres e, a partir do ponto 8 um discreto aumento, provavelmente devido ao balançar das folhas das árvores, além de frequentes latidos de cachorros. No ponto 12, houve

um pico, em consequência de haver música, pessoas conversando e ruídos de animais como cachorros e galos. Neste momento, todos os pontos estão acima do recomendado em legislação. Durante a noite, os valores são mais homogêneos, entretanto são maiores (Figura 7).

Figura 7: Variação de ruído noturno na faixa de praia na Comunidade de Xavier, Camocim-CE

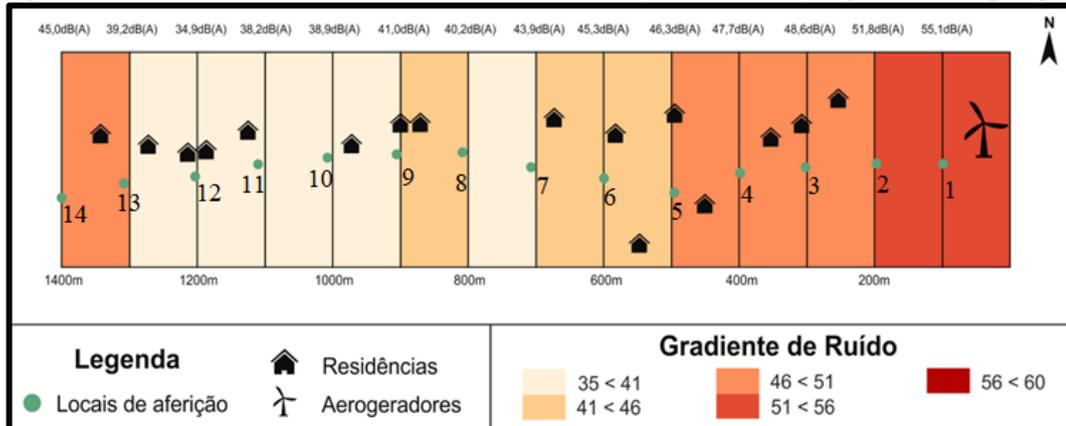


No período noturno, observou-se o mesmo comportamento do ruído diurno. Os níveis diminuem até o ponto 6 e em seguida apresentam discreta variação. No ponto 7, por exemplo, ocorreu o nível máximo noturno de 60,4 dB(A), e nos pontos 12 e 13, também é possível observar discreto aumento do som. Semelhante ao período diurno, nenhum valor está em conformidade com a legislação. Contudo, esse cenário é atribuído principalmente aos elementos naturais da área, como movimento da vegetação e ruídos de animais, pois até mesmo nos pontos mais distantes do parque, os valores não atendem ao recomendado.

De forma semelhante ao primeiro dia, as aferições realizadas no segundo dia foram iniciadas às 6h da manhã e às 18h da noite. Estas contemplaram uma área de maior recuo em relação ao mar. A temperatura foi de 28°C, umidade 73,3%, pressão atmosférica de 1011 hPA e ventos com velocidade média de 5 m/s. Os níveis diurnos são descritos na Figura 8.

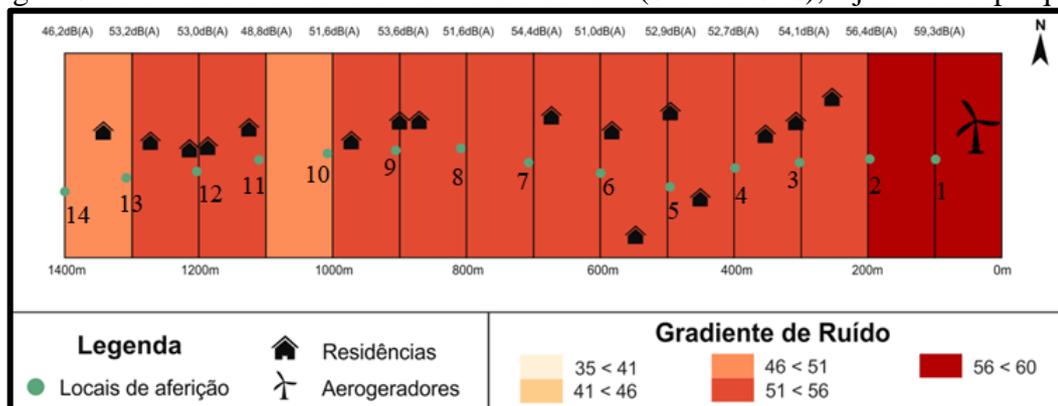
Observou-se mínima influência externa, pois os pontos aferidos são distantes da rota de automóveis, não há fluxo de pessoas, não foi percebido em campo músicas de caixas de som ou advindo das residências e, com exceção do ponto 14, não houve ruídos perceptíveis de animais. Dessa maneira, é possível inferir que estes valores são os que melhor ilustram o ruído das torres dentro da comunidade. Observou-se cinco pontos em conformidade com a norma, ou seja, abaixo de 40 dB. Estes estão situados a 1 km de distância das torres.

Figura 8: Ruídos diurnos aferidos atrás das casas (02 set. 2018), à jusante do parque.



Semelhante ao primeiro período noturno analisado, os valores apresentaram discreto decréscimo, principalmente nos primeiros 600 metros (Figura 9). O ruído noturno apresenta o mesmo comportamento em frente e atrás das casas, com diminuição do ruído até o ponto 6, o que pode indicar a maneira como se dissipa neste ambiente.

Figura 9: Ruídos noturnos aferidos atrás das casas (02 set. 2018), à jusante do parque.



Os valores diurnos das duas medições variam de 34 a 57 dB(A). Ao observar a Figura 10 percebe-se que os maiores níveis estão situados nos pontos próximos ao mar.

A maior diferença de valores está nos pontos mais recuados do mar, pois são pouco influenciados pelo som das ondas, vegetação e animais. Assim, representam mais fielmente o som das torres, que diminui ao longo da comunidade (Figura 11).

Os valores noturnos estão acima de 35 dB, portanto, em desacordo com a norma. Pela homogeneidade dos níveis de pressão sonora encontrados não é possível atribuir os altos níveis ao parque eólico, principalmente na faixa de praia, local de interferências, seja pelo fluxo de visitantes ou dos próprios moradores, além da variação de maré que altera o som das ondas.

Figura 10: Mapa de calor dos ruídos diurnos da Comunidade de Xavier, Camocim-CE (à jusante do parque).

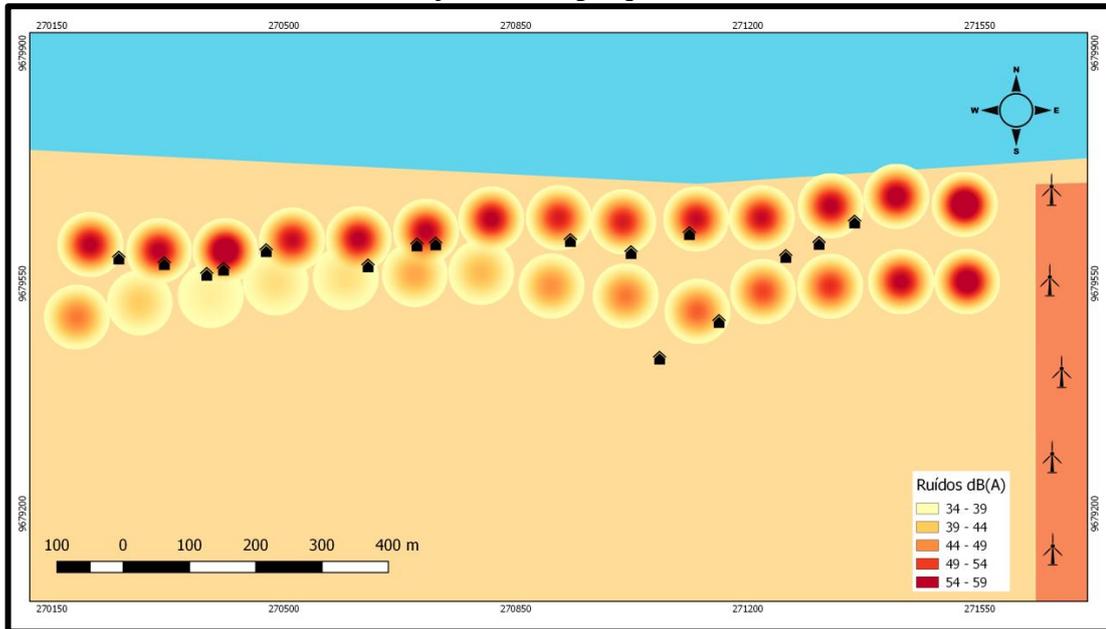
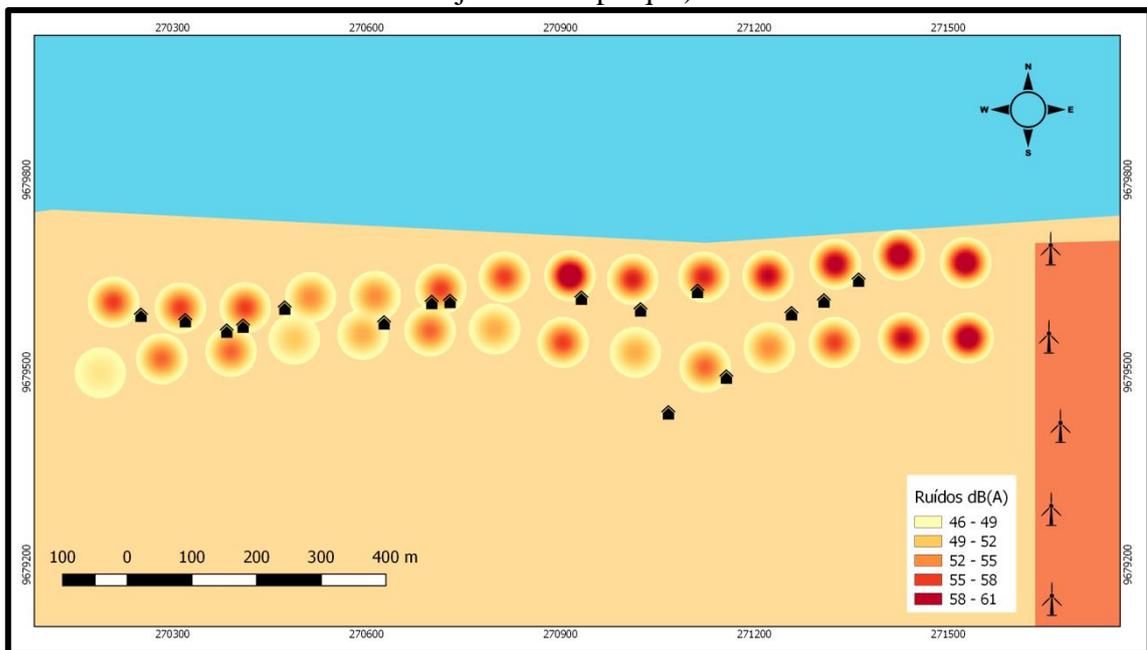


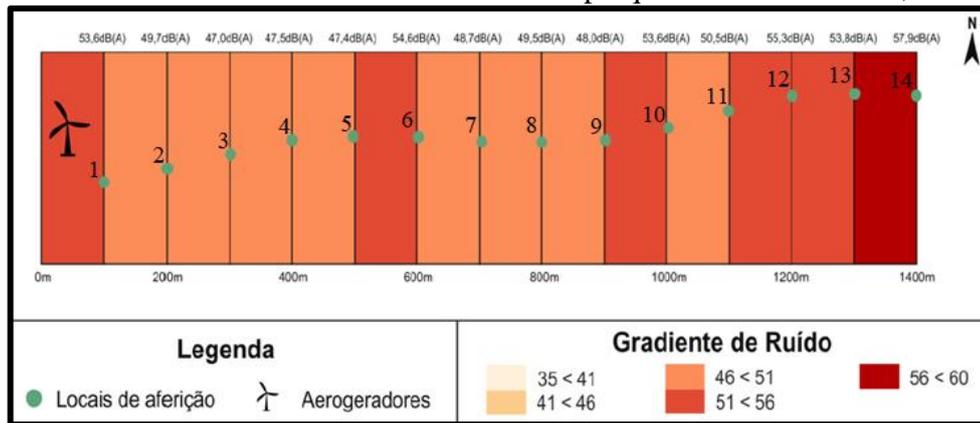
Figura 11: Mapa de calor dos ruídos noturnos da Comunidade de Xavier, Camocim-CE (à jusante do parque)



Também houve aferição à montante do parque eólico, onde não há presença de residências ou fluxo de pescadores. Essa medição ocorreu nos dias 1 e 2 de dezembro de 2018, quando as condições ambientais estavam semelhantes as do mês de setembro de 2018, com temperatura média de 28°C e umidade de 75,1%. Apenas a maré apresentou condições distintas,

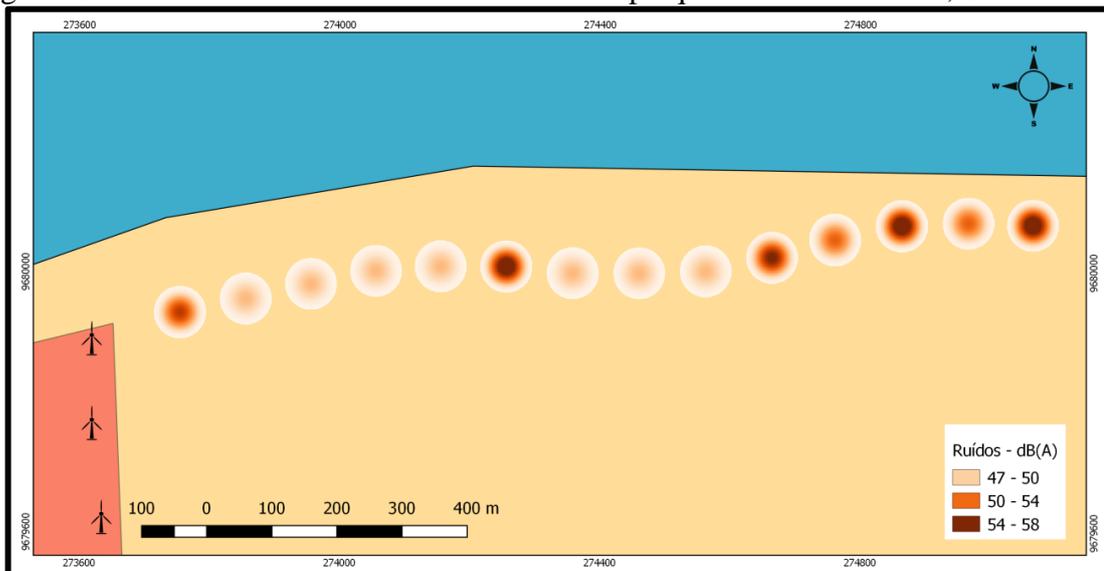
pois não havia formação de ondas e os pontos estavam a uma distância de 190 metros do mar. Observa-se que os valores da Figura 12 possuem o mesmo comportamento dos ruídos diurnos da Comunidade Xavier, uma vez que decrescem até o ponto 5, e aumentam até o ponto 14.

Figura 12: Valores diurnos dos ruídos à montante do parque eólico em Xavier, Camocim-CE.



Os níveis de ruídos são maiores na Figura 6 o que demonstra uma possível influência do vento para direcionar o ruído do parque em direção à comunidade. Sublinha-se que essa influência pode ser ainda maior, pois os níveis aferidos na comunidade são de um período em que apenas 39 torres funcionavam, enquanto os valores da Figura 12, especializados na Figura 13, correspondem ao funcionamento de 46 torres.

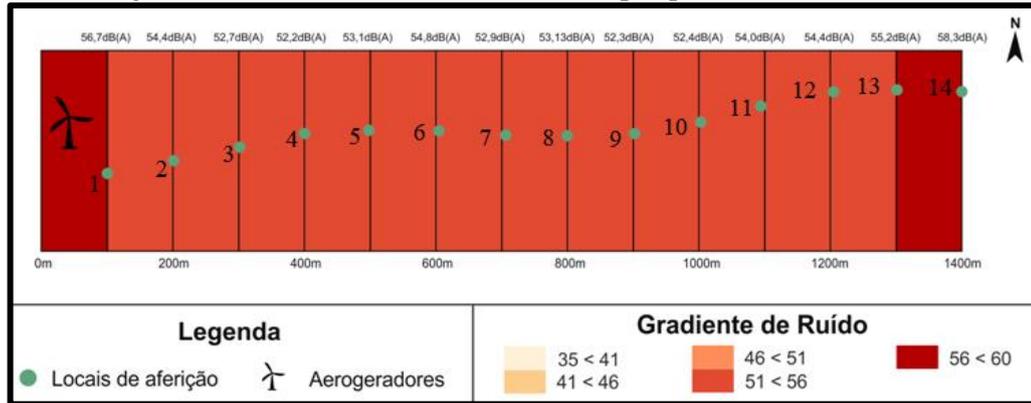
Figura 13: Níveis de ruídos diurnos à montante do parque eólico em Xavier, Camocim-CE.



Os ruídos noturnos se comportam de forma análoga aos diurnos (Figura 14). É perceptível um leve decréscimo próximo as torres nos quatro primeiros pontos. No entanto,

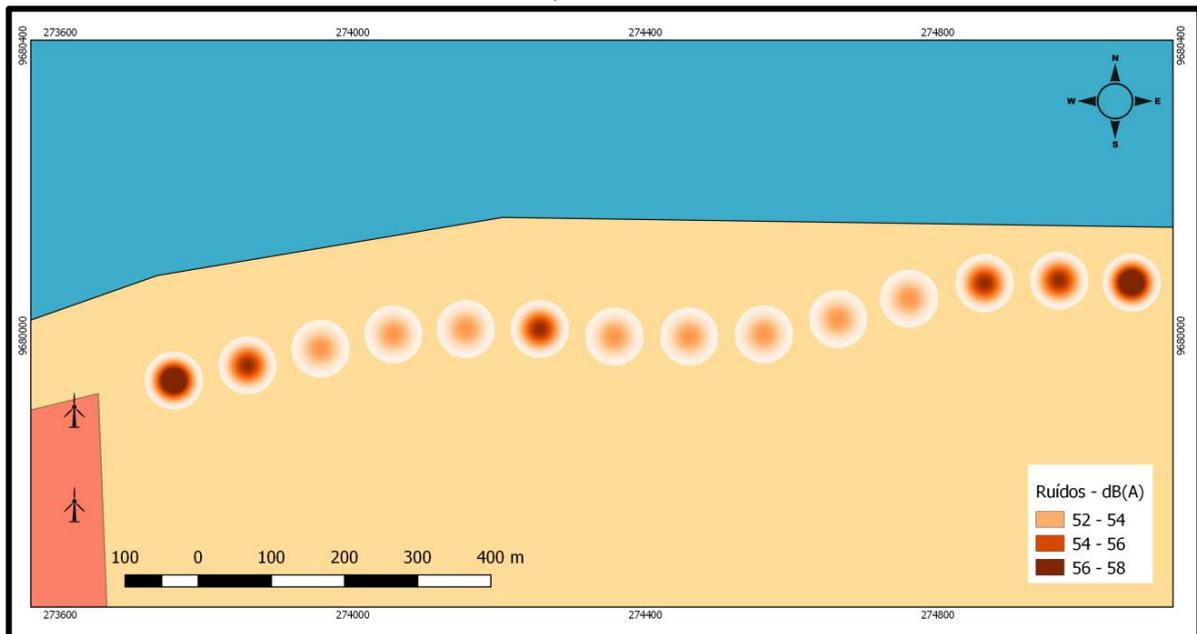
foram constatadas altas velocidades de vento, até 9,6 m/s, em relação à medição realizada em setembro. Assim, com ventos mais fortes, mais torres funcionando e, apesar disso, valores semelhantes à montante e jusante do parque, é possível inferir que a influência do ruído das torres na região à montante é menor do que o que pode ser encontrado na comunidade.

Figura 14: Variação de ruídos noturnos à montante do parque eólico em Xavier, Camocim-CE



Novamente, os valores não atendem ao recomendado pela legislação. Entretanto, devido a predominância de componentes naturais e discreta variação de decibéis, não é possível afirmar que existam valores acima do permitido devido à presença do parque eólico (Figura 15).

Figura 15: Mapa de calor dos níveis de ruídos noturnos, à montante do parque eólico em Xavier, Camocim-CE



5.2 Percepção dos ruídos dos moradores da Praia de Xavier, Camocim-CE

A pesquisa ouviu cinco homens e onze mulheres entre 18 e 63 anos, os quais totalizam 16 entrevistados. Doze pessoas relataram viver na Praia de Xavier há mais de dez anos, ou seja, estas conheceram o local antes da instalação do parque e acompanharam o processo de lutas e conflitos entre moradores e parque eólico. O parque foi instalado dentro da área da comunidade e de forma muito próxima às residências. Talvez por isso, a maioria, treze pessoas, afirmam escutar os ruídos do parque eólico (Tabela 1).

Tabela 1 – Percepção dos ruídos dos moradores da Praia de Xavier, Camocim-CE.

Afirmativa	Não percebe	Percebe mas não incomoda	Incomoda um pouco	Incomoda	Incomoda bastante
Com relação aos ruídos do parque você:	3	9	2	1	1

Entre os treze que percebem ou se incomodam, o segundo semestre do ano que corresponde aos meses de fortes ventos no Ceará (Moura et al. 2015), foi citado por onze pessoas como o período no qual os ruídos são mais perceptíveis. Quando questionado em qual horário o som fica mais forte, cinco pessoas disseram que durante o dia, três durante a noite e oito afirmaram que não há diferença. Contraditoriamente, apesar de mais pessoas perceberem os ruídos principalmente durante o dia, estes, de acordo com as aferições realizadas, são maiores no período noturno. Isso pode ocorrer porque as atividades comunitárias ocorrem principalmente durante o dia, o que deixa os moradores mais expostos aos ruídos.

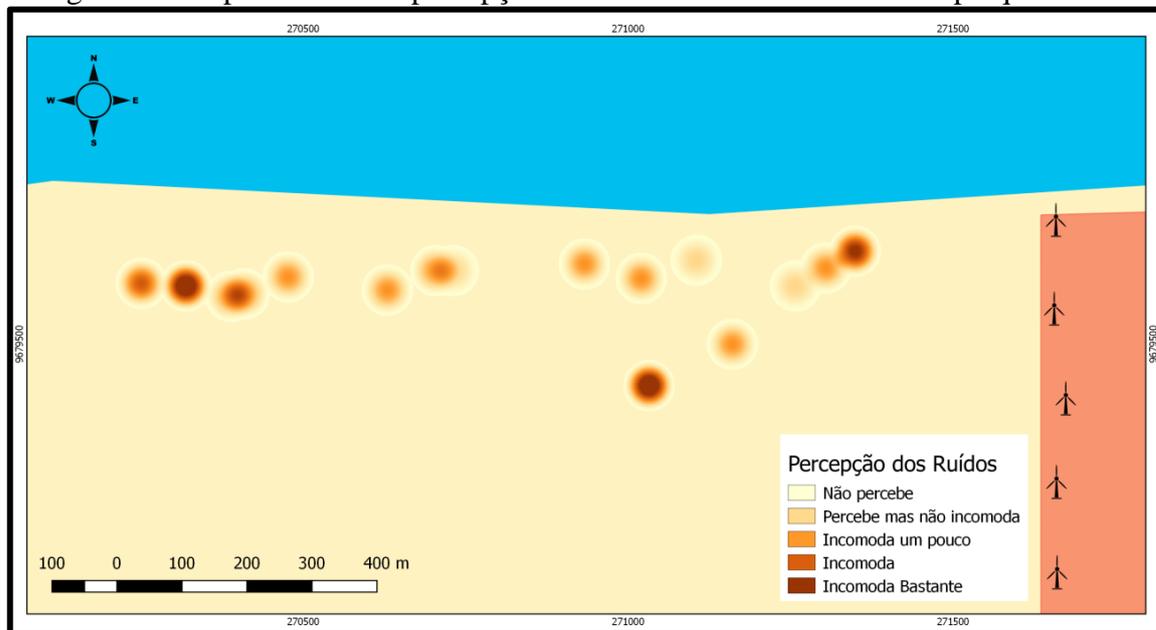
Além disso, a percepção dos ruídos não é proporcional à distância das torres, pois entrevistados que vivem em casas com distâncias intermediárias foram os que mais relataram perceber, mas não se incomodar com os ruídos, enquanto os que vivem a uma distância média de 1km das torres, área mais distante da comunidade, relataram incômodos (Figura 16).

Essa percepção corrobora com os níveis de ruídos encontrados. Observa-se que os entrevistados que não percebem os ruídos das torres vivem mais perto dos equipamentos que aqueles que se dizem irritados. De fato, os moradores das últimas casas estão submetidos a níveis semelhantes aos das primeiras, ou seja, valores acima de 50 dB(A). Porém, o fato de que em distâncias médias o ruído das torres influencie menos que em distâncias longas pode indicar que o nível sonoro encontrado nas últimas casas não possui grande contribuição do parque.

Um fator que pode contribuir para o desconforto dos moradores que vivem mais distantes do parque é que estes são integrantes da associação comunitária e protagonizaram a

busca por compensação por parte da empresa eólica. Dessa forma, tendem a apresentar maior rejeição e, em suas entrevistas, criticaram duramente os impactos causados pelo parque.

Figura 16: Mapa de calor da percepção de incômodo com os ruídos do parque eólico.



Com relação à adaptação aos ruídos, onze pessoas afirmam estarem acostumados com o ruído desde o primeiro ano de funcionamento do parque. Possivelmente por isso, a mesma porcentagem o reconhece como algo que já está integrado ao ambiente comunitário (Tabela 2).

Tabela 2 – Nível de adaptação aos ruídos do parque eólico pelos moradores da praia de Xavier, Camocim-CE

Afirmativas	Concordo totalmente	Concordo um pouco	Não tenho opinião	Discordo em parte	Discordo totalmente
O ruído já faz parte do ambiente natural da comunidade	11	2	0	0	3
Eu me acostumei aos ruídos do parque	11	3	0	1	1

Similar a Pedersen e Wayne (2007), observou-se relação entre a rejeição à instalação do parque e percepção negativa dos ruídos. Os quatro moradores que relataram algum incômodo foram contra a instalação do parque. Entretanto, apenas dois mantêm a opinião até a atualidade. Foi observado que dos sete entrevistados que se posicionaram total ou parcialmente contra o parque, cinco mudaram de opinião até o segundo ano de operação (Tabela 3).

Tabela 3 – Posicionamento dos moradores sobre a chegada do parque eólico na praia de Xavier, Camocim-CE.

Afirmativas	Concordo totalmente	Concordo um pouco	Não tenho opinião	Discordo em parte	Discordo totalmente
Eu fui contra a instalação do parque	4	3	5	0	4
Eu fui beneficiado economicamente pelo parque	7	3	0	0	6

Aqueles contra a instalação do parque relatam desinteresse da empresa para envolvê-los no processo de implantação e operação do empreendimento. Os que foram a favor, acreditaram que traria empregos para a comunidade. As pessoas que afirmam não ter opinião acerca da afirmativa “eu fui contra a instalação do parque” chegaram à comunidade após a implantação do parque. Entretanto, cinco dos sete que assinalaram as opções “concordo totalmente” ou “concordo um pouco” mantiveram essa opinião por um período de até dois anos após a implantação do parque, período de adaptação e de conflitos na comunidade devido as reivindicações dos moradores frente ao parque. A principal vantagem citada foi o acesso à estrada construída pela empresa, a qual os moradores não tinham autorização para utilizá-la. Além disso, foi citada o recurso dado para construção das casas em que vivem, fator que pode atenuar a percepção negativa dos ruídos.

No estudo de Bakker (2012), 16% dos entrevistados beneficiados economicamente relataram incômodo, em contrapartida, 25% dos que não receberam compensação monetária sentem-se irritados pelos ruídos. Quando questionados sobre alterações causadas pelos ruídos, apenas 12% relataram dificuldade para dormir (Tabela 4).

Tabela 4 – Influência dos ruídos na saúde, sono e área interna das residências

Afirmativas	Concordo totalmente	Concordo um pouco	Não tenho opinião	Discordo em parte	Discordo totalmente
Eu tenho/tinha dificuldade para dormir	2	1	0	0	13
Os ruídos me causam/causaram problemas de saúde ou sintomas que eu não sentia antes	0	0	0	0	16
Eu acordo/acordava a noite por causa dos ruídos	1	1	0	0	14
Eu escuto ruídos dentro de casa	9	6	0	0	1

A dificuldade pra dormir foi relativizada por um dos moradores: “Foi questão de poucas semanas a gente se acostumou”, relata referindo-se a ele e sua família. Contraditoriamente, um

morador que vive em casa mais distante se diz acostumado, porém ainda demora a dormir por causa do barulho.

Apesar do ruído ser percebido pela maioria, não houve alterações nos hábitos dos moradores, visto que os itens “local de trabalho”, “área da qual eu mais costumo explorar”, “local para me reunir com família e amigos”, “percursos que costumo fazer no meu dia a dia”, “eu passei a fechar as janelas para dormir”, “eu uso alguma proteção para não ouvir os ruídos” receberam 100% de “discordo totalmente”.

Devido à proximidade, 100% dos moradores veem as torres constantemente. Este pode ser um dos motivos pelos quais 69% responderam “concordo plenamente” para a afirmativa de que as torres já fazem parte do ambiente natural da comunidade (Tabela 5).

O fato de a comunidade naturalizar a imagem do parque pode ser um dos fatores para que os ruídos, apesar de percebidos, não sejam incômodos. Nesse contexto, a paisagem pode ser aspecto influenciador da percepção dos ruídos. Cinco pessoas discordam totalmente da afirmação “eu acho bonita a imagem das torres eólicas”, número semelhante ao de pessoas que são contra a existência do parque. O único entrevistado que se disse a favor e assinalou que não agrada a imagem das torres explica: “Eu não acho bonito não. Quando começaram a fazer eu achava. A gente [ele e a esposa] ia pra lá de noite, com chuva, só pra olhar pra elas e eles botavam a gente pra fora igual cachorro”.

Tabela 5 – Percepção dos residentes sobre a paisagem com parque eólico

Afirmativas	Concordo totalmente	Concordo um pouco	Não tenho opinião	Discordo em parte	Discordo totalmente
Eu vejo as torres constantemente	16	0	0	0	0
As torres já fazem parte do ambiente natural da comunidade	11	2	0	0	3
Posso ver as torres dentro de casa	8	1	0	1	6
É bonita a imagem das torres eólicas	9	1	0	1	5
Ver as torres não me incomoda	11	1	0	0	4

As respostas demonstram que este é um elemento já integrado à paisagem local. Reafirma essa ideia a pergunta sobre qual é o marco da paisagem da Praia de Xavier. Essa foi uma pergunta aberta e apenas duas pessoas, identificaram as torres eólicas como símbolo da comunidade. Os outros dividiram-se entre o mar, a praia e as lagoas (Tabela 6).

Tabela 6 – Componente símbolo da paisagem de Xavier, Camocim-CE, conforme a percepção de seus moradores.

Pergunta	Praia	Mar	Torres Eólicas	Lagoas	Natureza
Qual símbolo mais representa a paisagem de Xavier?	6	4	2	3	1

6. Conclusões

- Os resultados demonstraram que os ruídos do parque eólico são percebidos sem despertar incômodo. Os níveis encontrados não atendem a legislação, porém isso não pode ser atribuído ao parque eólico, visto que a influência dos ruídos do parque foi perceptível em um raio de 600 metros. Após essa distância, outros elementos podem ter influenciado este resultado, inclusive o vento que possui direção de leste para oeste, sentido parque para residências.
- Os moradores que se declaram contra o parque relatam mais incômodos. Eles alertam que não foram beneficiados economicamente com a instalação do empreendimento, o que confirma os resultados de Bakker (2012) e Pedersen; Waye (2007). Apesar das opiniões negativas, a pesquisa observou que a modificação no cotidiano dos habitantes foi pequena, uma vez que, os moradores não relatam alteração devido aos ruídos.
- Segundo 81% dos moradores, a presença do parque eólico já está naturalizada na paisagem de Xavier. Dessa maneira, não foram percebidos grandes incômodos ou reclamações quanto a paisagem formada pelo conjunto de torres.
- É interessante que sejam realizados estudos futuros para o aprofundamento da temática, uma vez que este estudo apresenta metodologia e *design* experimental. Por este motivo, faz-se necessária a aplicação em diferentes realidades para impulsionar resultados mais conclusivos sobre a temática.

7. Agradecimentos

Os autores agradecem à FUNCAP pelo subsídio através do projeto PRONEM/FUNCAP Proc. PNE 0112-00068.01.00/16 "Análise socioambiental da implantação de parques eólicos no Nordeste: perspectivas para a sustentabilidade da geração de energia renovável no Brasil e à CAPES PRINT Proc. 88887.312019/2018-00: Integrated socio-environmental technologies and methods for territorial sustainability: alternatives for local communities in the context of climate change.

8. Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10151. (2001) *Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento* Rio de Janeiro.
- ANEEL. Matriz energética do Brasil. 2018. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/CapacidadeEstado.cfm> Acesso em: 23 ago. 2018
- AÖR, F; GARRIGUES, S; & SENAT, C. (2014) Mapeamento da Propagação de Ruído: O Caso Específico de Parques Eólicos. *In: Brazil Windpower Conference*.
- BAKKER, R.H; PEDERSEN, E; VAN DEN BERG, G.P; STEWART, R.E; LOK,W; & BOUMA.J. (2012) Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress. *Science of the Total Environment*. P.42-51. 2012. <https://DOI:10.1016/j.scitotenv.2012.03.005>
- BRANNSTROM, C., GORAYEB, A., SOUZA, W. F. D., LEITE, N. S., CHAVES, L. O., GUIMARÃES, R., & GÊ, D. R. F. (2018). Perspectivas geográficas nas transformações do litoral brasileiro pela energia eólica. *Revista Brasileira de Geografia*, 63(1), 3-28. 2018. https://DOI:10.21579/issn.2526-0375_2018_n1_p3-28
- BRASIL. Decreto nº 6.040 de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6040.htm Acesso em: 08 out. 2018
- CAMELO, H.N., CARVALHO, P.C.M., LEAL JUNIOR, J. B. V., & ACCIOLY FILHO, J. B.P. (2008) Análise estatística da velocidade de vento do estado do Ceará. *Revista Tecnologias*. Fortaleza, v. 29, n. 2, p.211-223.
- CHAVES, L. O., BRANNSTROM, C., & SILVA, E. V. D. (2017). Energia eólica e a criação de conflitos: Ocupação dos espaços de lazer em uma comunidade no nordeste do Brasil. *Revista Sociedade e Território*, 29(2), 49-69. <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2017v29n2ID12881>
- GOMES, L. R. T. C. (2017) Avaliação de ruídos em aerogeradores situados no Complexo Eólico Serra Azul-BA. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento ambiental). Universidade Católica do Salvador. Salvador. Disponível em:

http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UCSAL-1_b22525d9b4bde22b84873a63eea7aed0

Acesso em: 08 ago 2018.

IEEE Instrumentation Measurement Society. (2016) *IEEE Standart for wind turbine aero acoustic noise measurement techniques*. United States of America.

IMPROTA, R. L. (2008) *Implicações socioambientais da construção de um parque eólico no Município de Fogo – RN*. Dissertação (Mestrado em Psicologia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/17428> Acesso em: 20 fev. 2019

INTERNATIONAL ELECTROTENICHAL COMISSION. IEC 61400-11. 2012.

IPECE. (2014) *Perfil Básico do município de Camocim*. Fortaleza.

HANNING, C. *Wind Turbine Noise, Sleep And Health*. The Northumberland County Council Core Issues and Options Report Consultations. 2012 Disponível em: <http://docs.wind-watch.org/Hanning-Wind-Turbine-Noise-Sleep-and-Health-Report-Jul-2012.pdf> Acesso em: 08 ago 2018

JUÁREZ, A. A., ARAÚJO, A. M., ROHATGI, J. S., & OLIVEIRA FILHO, O. D. Q. (2014) Development of the wind power in Brazil; Political, social, and technical issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 828-834. 2014. <https://DOI:10.1016/j.rser.2014.07.086>

MAIA, D. S. N. (2010) *Ruídos de Parque Eólicos. Análise e Caracterização*. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto. Porto. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61503/1/000147708.pdf> Acesso em: 09 nov. 2017

MEIRELES, A. J. D. A., GORAYEB, A., SILVA, D. R. F. d. S., & LIMA, G. S. d. (2013). Socio-environmental impacts of wind farms on the traditional communities of the western coast of Ceará, in the Brazilian northeast. *Journal of Coastal Research*, 65, 81-86. <https://DOI:10.2112/SI65-015.1>

MELAZO, G. C. (2005) Percepção Ambiental e Educação Ambiental: Uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. *Revista Olhares e Trilhas*. n. 6, p. 45-51. 2005. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/olhases trilhas/article/view/3477/2560> Acesso em: 11 ago 2018

MENDES, J. S.; GORAYEB, A. & BRANNSTROM; C. Diagnóstico Participativo e Cartografia Social Aplicados aos Estudos de Impactos das Usinas Eólicas no Litoral do Ceará: O Caso Da Praia De Xavier, Camocim. *Revista Geosaberes*. v.6, n.3, p. 243-254, fev, 2016.

MENDES, J. S. *Parques Eólicos E Comunidades Tradicionais No Nordeste Brasileiro: Estudo De Caso Da Comunidade De Xavier, Litoral Oeste Do Ceará, Por Meio Da Abordagem Ecológica/Participativa*. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2016. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/22807> Acesso em: 07 Out. 2017

MOURA, Í. J. M.; SANTOS, D. F.; PINHEIRO, F. G. M. & OLIVEIRA, C. J. (2015) Caracterização dos períodos seco e chuvoso da cidade de Fortaleza (CE). *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 37 Ed. Especial SIC, 2015, p. 03–07 Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. <https://DOI:10.5902/2179460X16206>

PEDERSEN, E; & WAYE, K. P. (2007) Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. *Occup Environ Med* v. 64, p. 480-486, mar. <https://DOI:10.1136/oem.2006.031039>

SILVA, R. C. D., MARCHI NETO, I., & SEIFERT, S. S. Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 328-341. 2016. <https://DOI:10.1016/j.rser.2016.01.001>.

TAVARES, G. U. (2018) *Impactos Socioambientais na Geração de Energia Eólica: Supressão de Lagoas Interdunares e Extinção do Peixe de Água Doce em uma Comunidade Tradicional do Litoral Oeste do Ceará*. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Geografia Bacharelado) - Universidade Federal do Ceará. Orientador: Adryane Gorayeb Nogueira Caetano. Fortaleza.

TERCIOTE, R. (2002) A Energia Eólica e o Meio Ambiente. In: *ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL*, 4. Campinas. Disponível em: < http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100002&lng=en&nrm=abn Acesso em: 07 Out. 2017.

TUAN, YU-FU. *Topofilia*. Difusão Editorial SA. São Paulo. 1974.