

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE ÁREAS AGRÍCOLAS COM ENERGIA EÓLICA

<https://doi.org/10.4215/rm2020.e19030>

Manoel Fortunato Sobrinho Júnior ^{a*} - Elis Regina Costa de Moraes ^b - Paulo César Moura da Silva ^c

(a) Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade. Técnico em Agropecuária na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1718-9546>. **LATTES:** <http://lattes.cnpq.br/0472474242798071>.

(b) Doutora em Recursos Naturais. Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0545-0700>. **LATTES:** <http://lattes.cnpq.br/1621529280559168>.

(c) Doutor em Recursos Naturais. Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró (RN), Brasil.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2512-4806>. **LATTES:** <http://lattes.cnpq.br/4070582933073155>.

Article history:

Received 03 September, 2020

Accepted 18 September, 2020

Publisher 15 December, 2020

(*) CORRESPONDING AUTHOR

Address: UFERSA. Av. Francisco Mota, 572, CEP:59625-900, Costa e Silva, Mossoró (RN), Brasil. Tel:(84) 3317-8280

E-mail: mjunior.fortunato@gmail.com

Resumo

A energia eólica, apesar de ser considerada limpa e renovável, apresenta impactos negativos no âmbito social e ambiental, alterando significativamente as áreas costeiras e do interior do Nordeste Brasileiro, isto se dá, principalmente, pelos novos usos da terra advindos da instalação das torres eólicas. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi analisar as mudanças no uso e ocupação do solo de áreas agrícolas exploradas pela energia eólica, identificar o potencial dessas áreas agrícolas para construção de parques eólicos e verificar a conciliação entre atividade eólica e agrícola. Utilizou-se de coleta de dados primários e secundários, abrangendo entrevistas semiestruturadas e análise de imagens de satélites. A área de estudo foi o município de Serra do Mel, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Os resultados obtidos foram processados no sistema de informação geográfica QGIS e demonstrados através de mapas temáticos e gráficos. Foi possível concluir que a instalação de parques eólicos provocou poucas mudanças nas classes de uso e ocupação do solo, que as áreas agrícolas de Serra do Mel possuem ótimo potencial para energia eólica pela velocidade dos ventos e pela condição do terreno e que existe a possibilidade de conciliação da atividade agrícola e eólica.

Palavras-chave: Energia Eólica; Meio Ambiente; Sensoriamento Remoto; Serra do Mel.

Abstract / Resumen

SOIL USE AND OCCUPATION OF WIND FARM AGRICULTURAL AREAS

Wind energy, despite being considered clean and renewable, has negative impacts in the social and environmental scope, significantly altering coastal areas and the interior of Northeast Brazil, this is mainly due to the new land uses arising from the installation of wind towers. Thus, the objective of this research was to analyze changes in land use and occupation of agricultural areas exploited by wind energy, to identify the potential of these agricultural areas for the construction of wind farms and to verify the reconciliation between wind park and agricultural activity. Primary and secondary data collection was used, covering semi-structured interviews and analysis of satellite images. The study area was the municipality of Serra do Mel, located in the State of Rio Grande do Norte, Brazil. The results obtained were processed in the geographic information system QGIS and demonstrated through thematic maps and graphs. It was possible to conclude that the installation of wind farms caused few changes in the classes of land use and occupation, that the agricultural areas of Serra do Mel have great potential for wind energy due to the speed of the winds and the condition of the land and that there is the possibility of reconciliation of agricultural and wind activity.

Keywords: Wind Energy; Environment; Remote sensing; Serra do Mel.

USO DEL SUELO Y OCUPACIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS DE PARQUES EÓLICOS

La energía eólica, a pesar de ser considerada limpia y renovable, tiene impactos negativos en el ámbito social y ambiental, alterando significativamente las zonas costeras y el interior del Nordeste brasileño, esto se debe principalmente a los nuevos usos del suelo derivados de la instalación de torres eólicas. Así, el objetivo de esta investigación fue analizar los cambios en el uso y ocupación del suelo de las áreas agrícolas explotadas por la energía eólica, identificar el potencial de estas áreas agrícolas para la construcción de parques eólicos y verificar la conciliación entre la actividad eólica y agrícola. Se utilizó la recolección de datos primarios y secundarios, cubriendo entrevistas semiestructuradas y análisis de imágenes de satélite. El área de estudio fue el municipio de Serra do Mel, ubicado en el Estado de Rio Grande do Norte, Brasil. Los resultados obtenidos fueron procesados en el sistema de información geográfica QGIS y demostrados mediante mapas y gráficos temáticos. Se pudo concluir que la instalación de parques eólicos provocó pocos cambios en las clases de uso y ocupación del suelo, que las áreas agrícolas de Serra do Mel tienen un gran potencial de energía eólica debido a la velocidad de los vientos y al estado del terreno y que existe la posibilidad de conciliación de la actividad agrícola y eólica.

Palabras-clave: Energía Eólica; Medio Ambiente; Detección remota; Serra do Mel.

INTRODUÇÃO

A crise do petróleo, as dificuldades provocadas por fontes de produção de energias convencionais, as preocupações com o meio ambiente e os danos causados pelas atividades industriais tornaram-se mais relevantes nas últimas décadas e aceleraram o desenvolvimento de novas fontes de energias (DANTAS et al., 2019). Nos últimos anos, em todo o mundo, houve um interesse crescente em desenvolver e implementar sistemas de fontes alternativas de energia, pois desempenha um papel importante na consecução dos objetivos de políticas de desenvolvimento sustentável relacionadas à segurança energética, redução do impacto ambiental pela restrição de uso de combustíveis fósseis e, portanto, mitigação das mudanças climáticas (CÎRSTEA, 2015).

Atualmente a energia eólica é destaque no cenário energético mundial e, também, no Brasil por ser uma fonte energética renovável que apresenta elevada disponibilidade no território e cujo aproveitamento apresenta baixos níveis de emissão de gases de efeito estufa. Em razão desses aspectos, a energia eólica é uma promissora alternativa para ajudar a reverter o quadro atual de crise energética e para garantir a segurança energética nacional. Entretanto, como qualquer outra atividade econômica, pode causar impactos sociais e ambientais que devem ser analisados e mitigados (BRANNSTROM et al., 2015; PINTO et al., 2017).

Neste contexto, algumas discussões estão sendo travadas no sentido de tornar esta fonte de fato sustentável, tendo em vista, que o processo de instalação dos aerogeradores vem afetando diretamente o meio ambiente e as comunidades que residem próximas aos parques eólicos, gerando muitos conflitos socioambientais (LOUREIRO et al., 2015). Para Armstrong et al. (2016) o esforço para produzir energia de baixo carbono resultou em uma implantação sem precedentes de turbinas eólicas terrestres, representando uma mudança significativa no uso da terra para a geração de energia eólica.

Nas últimas décadas a indústria eólica vem se destacando na região Nordeste do Brasil, tendo em vista, as condições climáticas que favorece a disponibilidade da matéria-prima, o vento, porém, a expansão de parques eólicos vem provocando alterações significativas nos ambientes que vão desde a modificação visual da paisagem, até a privatização de extensas áreas de terra (MENDES et al., 2016). Segundo dados da ABEEólica (2018) os três principais produtores de energia eólica estão situados nesta região, sendo o estado do Rio Grande do Norte (RN), líder neste setor.

Atualmente o RN tem capacidade para gerar 4,3 GW, com mais de 2000 aerogeradores instalados, distribuídos em 159 Usinas Eólio-Energéticas em operação, considerando o total da participação da energia eólica na matriz energética nacional, algo em torno de 15,6 GW, o RN contribui com 28% da produção de energia através dos ventos em território brasileiro (ANEEL, 2020). É na região litorânea onde ocorrem as maiores especulações de propriedades, pois, além das condições naturais serem propícias à atividade, o fator locacional é primordial para tal demanda. Porém, atualmente, o RN passa por um processo de interiorização dos parques eólicos.

O crescimento do setor eólico, constitui-se em nova dinâmica produtiva, econômica e de ocupação dos territórios localizados tanto nas regiões litorâneas como no interior do Estado do RN, mas também de transformação e impactos socioambientais nos territórios onde estão sendo implantados parques eólicos. Desta forma, para minimizar os impactos socioambientais dos parques eólicos as geotecnologias se materializam como grandes aliadas, oferecendo ferramentas importantes na caracterização, monitoramento e gestão do espaço, atuando de forma eficaz na detecção de possíveis impactos (STORTO E COCATO, 2018).

Os impactos ambientais sofridos pelo processo de antropização, devido ao uso da terra, podem ser mitigados por meio de monitoramento, utilizando informações espaços-temporais, com apoio de imagens de satélites para avaliar as transformações ocorridas na paisagem. As técnicas de sensoriamento remoto e ferramentas de geoprocessamento vem contribuindo em diversos estudos sobre o comportamento da cobertura e uso do solo (DORTZBACH et al., 2015).

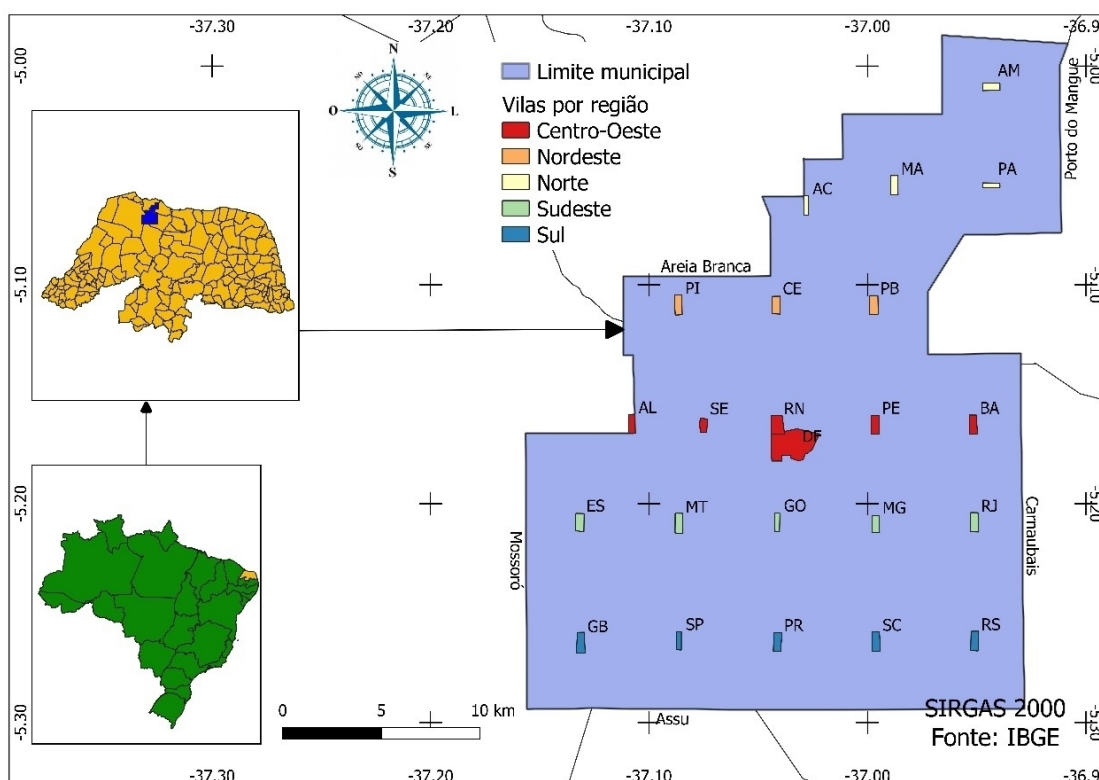
Assim, é importante a realização de estudos que analisem os fatores que influenciam o avanço do processo de uso e ocupação das terras e que detectem as mudanças sofridas e os seus impactos no solo, principalmente, para que possa servir de subsídios para o planejamento e gestão dos recursos naturais, pois a energia eólica, apesar de ser uma energia “limpa”, pode afetar diretamente as comunidades situadas no entorno dos parques, podendo gerar conflitos com os novos usos e ocupação da terra, sendo

assim, o objetivo geral desta pesquisa foi analisar as mudanças no uso e ocupação do solo de áreas agrícolas exploradas pela energia eólica, de forma específica identificar o potencial dessas áreas agrícolas para construção de parques eólicos e verificar a possibilidade de conciliação entre atividade eólica e agrícola no município de Serra do Mel-RN no período de 2014 a 2019.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Esse estudo foi desenvolvido no município de Serra do Mel ($05^{\circ}10'12,0''$ de latitude sul e $37^{\circ}01'44,4''$ de longitude oeste), estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). O município de Serra do Mel nasceu de um projeto de colonização idealizado em 1970, implantado em 1972, mas somente concluído no ano de 1982. Em pouco tempo, passou a ser um grande celeiro produtivo do Rio Grande do Norte, principalmente através do cultivo do cajueiro (*Anacardium occidentale*) e à grande exportação de castanha de caju. No ano de 1988, Serra do Mel conseguiu sua autonomia política, tornando-se um município do Rio Grande do Norte, o único a ter sua origem a partir de uma área de assentamento de trabalhadores sem terra no Estado (IBGE, 2017).



Legenda:

Acre (AC), Alagoas (AL), Amazonas (AM), Bahia (BA), Brasília (DF, zona urbana), Ceará (CE), Espírito Santo (ES), Goiás (GO), Guanabara (GB), Maranhão (MA), Mato Grosso (MT), Minas Gerais (MG), Pará (PA), Paraíba (PB), Paraná (PR), Pernambuco (PE), Piauí (PI), Rio de Janeiro (RJ), Rio Grande do Norte (RN), Rio Grande do Sul (RS), São Paulo (SP), Santa Catarina (SC) e Sergipe (SE).

Figura 1 - Mapa de localização e limites territoriais, divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel. Fonte: IBGE (2020), elaborado pelo autor.

A população é de 10.287 habitantes, sendo que destes 7.589 residem na zona rural, a área territorial é de 61.151,04 hectares (IBGE, 2010), essa área é subdividida em 23 vilas, sendo 22 vilas rurais (vilas comunitárias de produção) e 1 vila central (zona urbana), cada vila recebe o nome de um Estado Brasileiro (Figura 1). As vilas rurais são compostas por 59 lotes, geralmente com 50 hectares (ha) cada, nesses lotes, 15 ha são destinados ao cultivo permanente do caju (*Anacardium occidentale*), 10 ha para culturas temporárias e 25 ha em mata nativa para reserva florestal (ROCHA, 2013).

A principal atividade econômica do município é a produção e beneficiamento de castanha de caju, mas desde 2015 possui investimentos na área de energia eólica, o crescimento neste setor elevou Serra do Mel a condição de maior produtor de energia eólica do Estado e o segundo maior do País, com potência geral de energia outorgada de 1.176 MW (ANEEL, 2020).

COLETA DE DADOS E ÁREA AMOSTRAL

Diante do caráter do problema de pesquisa formulado, a mesma pode ser classificada como um estudo de caso, pois consiste em coletar e analisar informações sobre determinado grupo ou comunidade, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto, caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (GIL, 2008).

Para coleta de dados o município foi dividido em cinco regiões como mostrado na (Figura 1), essa divisão considera a posição geográfica das vilas e remete a divisão regional do Brasil, nas quais foram realizadas 220 entrevistas, sendo que em cada vila, exceto a vila urbana, foram entrevistados 10 proprietários (agricultores) de lote, que foram ou serão beneficiados com parques eólicos. Os agricultores foram convidados a participar da pesquisa, mas não eram identificados. Para definição da população amostrada levou-se em consideração a proposição para amostras finitas (GIL, 2008) e o critério de saturação teórica (FONTANELLA et al., 2008).

A coleta de dados foi realizada por meio de questionários constituídos de perguntas semiabertas que serviram como base para as entrevistas, e abordavam a percepção do entrevistado em relação aos impactos gerados pelos parques eólicos, no que diz respeito ao uso da terra, a possibilidade de conciliação da atividade eólica com a atividade agrícola, além da percepção em relação a perda de produção provocada pela implantação de parques eólicos. As entrevistas foram realizadas no lote/residência de cada agricultor, para maior comodidade do entrevistado, bem como porque, conforme citado por Duarte (2002), o ambiente doméstico transmite ao entrevistado sensação de liberdade para a expressão das suas ideias e vivências.

Ainda foram coletados dados nos sites do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM). As informações oficiais coletadas foram em diversos formatos, inclusive no formato Shapefile que é um arquivo contendo informações geoespaciais. Esses arquivos dispõem de conteúdos relativos aos limites municipais, relevo, solos, estradas e dispõem de informações como a localização de parques eólicos, a capacidade dos parques, a velocidade dos ventos e a localização dos aerogeradores entre outras bases relevantes.

Também foram obtidas imagens orbitais através do banco de dados espaciais do repositório Earth Explorer da USGS (United States Geological Survey) que é o Departamento de solos e geologia dos Estados Unidos, utilizando-se de imagens do satélite multiespectral Landsat 8 OLI/TIRS. As imagens foram utilizadas para produzir mapas de uso e ocupação do solo do município de Serra do Mel no período de 2014 a 2019, esse espaço temporal é relativo ao primeiro ano anterior a construção dos parques eólicos até o período da realização da pesquisa. O período de seleção das imagens foram os meses de julho e agosto de cada ano, por ser um período que apresenta menos nebulosidade na captura das imagens e por coincidir com o final da estação chuvosa. Foram obtidas uma imagem ou um conjunto de imagens representativas da área pesquisada.

PROCESSAMENTO DOS DADOS

Para sistematização das respostas e análise de conteúdo dos dados coletados nas entrevistas e nos sites oficiais foi utilizado o sistema de informações geográficas Quantum GIS (QGIS, versão 2.18.24

LTR), onde as informações foram repassadas para a tabela de atributos do software e na sequência os dados foram selecionados, categorizados e trabalhados de modo a permitir uma análise qualitativa e quantitativa. Para produção dos mapas de uso e ocupação do solo utilizou-se a ferramenta SemiAutomatic Classification Plugin (SCP).

A classificação das imagens teve objetivo de verificar as mudanças na área do município de Serra do Mel após o processo de implantação de parques eólicos no intervalo entre os anos de 2014 e 2019. Para o alcance dos objetivos aplicou-se a técnica de contraste linear para realçar as feições de interesses, por meio de combinações de bandas, cores e contrastes de modo a extrair o máximo de informações das imagens, onde foram usadas as bandas (3, 4, e 5) dos sensores Landsat-8. Esta combinação, com duas bandas no visível e uma no infravermelho permitem uma diferenciação melhor da vegetação e do solo exposto.

Como Serra do Mel é uma região de relevo plano e uniforme, não possui reservatórios superficiais de água, foram então definidas e mapeadas três classes de uso do solo: mata nativa, área agrícola e solo exposto, representados pelas cores verde escuro, verde claro e amarelo, respectivamente. Os mesmos itens de classificação foram utilizados em todos os mapas para comparação e análise do uso do solo e para a realização do cálculo da área de cada classe com informações de área em hectares (ha) e área percentual de ocupação no território de Serra do Mel.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serra do Mel se encontra na região “Costa Branca” ou Litoral Setentrional do RN que é uma área privilegiada em ventos e de clima seco, a maioria dos municípios da região situa-se no litoral e são alvos de investimentos em energia eólica e no turismo. Diferente dos outros municípios, Serra do Mel se concentra em uma área de transição entre o litoral e o sertão, o clima é predominantemente semiárido, caracterizado não só pelo baixo nível pluviométrico, mas também pela irregularidade das chuvas, a vegetação é composta sobretudo pela caatinga. A altitude média no município é de 185 m e a máxima de 271 m, recebendo ventos alísios do Oceano Atlântico, o relevo apresenta-se em forma de tabuleiros costeiros, com topografia plana e pouca declividade (IBGE, 2017; IBGE, 2020; MMA, 2020; CPRM, 2020), existem poucos obstáculos no solo e formado basicamente por áreas de aptidão agrícola, muitas delas já antropizadas pela agricultura, estando em área de baixo impacto ambiental segundo a legislação para implantação de parques eólicos o que pode facilitar as licenças ambientais e a construção dos parques.

Características de vento forte são bons indicadores de locais em potencial para parques eólicos, no entanto, não é possível construir um parque eólico em todos os locais promissores, pois critérios adicionais para seleção de sítios eólicos podem ser impostos devido às preocupações econômicas ou ambientais. Cetinay et al. (2017), cita que critérios econômicos podem incluir a falta ou dificuldade de transporte para o local, o custo do terreno ou a distância da rede elétrica, enquanto fatores ambientais podem ser o local próximo aos centros das cidades, aeroportos ou áreas florestais, com altitude elevada e assim por diante. Portanto, alguns locais não possuem condições favoráveis para a implantação de aerogeradores, devido a fatores como altitude, relevo, vegetação, entre outros. As áreas escolhidas para a implantação dos parques obedecem a aspectos técnicos, restrições ambientais, qualidade e quantidade de vento e, ainda, a necessidade de um grande espaço físico (ENEVOLDSEN et al., 2019).

Além das características físicas do terreno, o potencial eólico de Serra do Mel, deve-se a região ser privilegiada com relação a qualidade dos ventos, que possui, em média, ventos entre 7 a 9 m s⁻¹ e o processo de instalação dos parques eólicos levou em consideração esse potencial em ordem decrescente de velocidade (Figura 2). O primeiro complexo eólico foi instalado na vila Amazonas, o qual é constituído por quatro parques e tem capacidade de 93 MW, em seguida foram instalados os complexos eólicos das vilas Pará com capacidade de 99 MW e Acre com capacidade instalada de 58 MW, ambas localizadas na região Norte do Município.

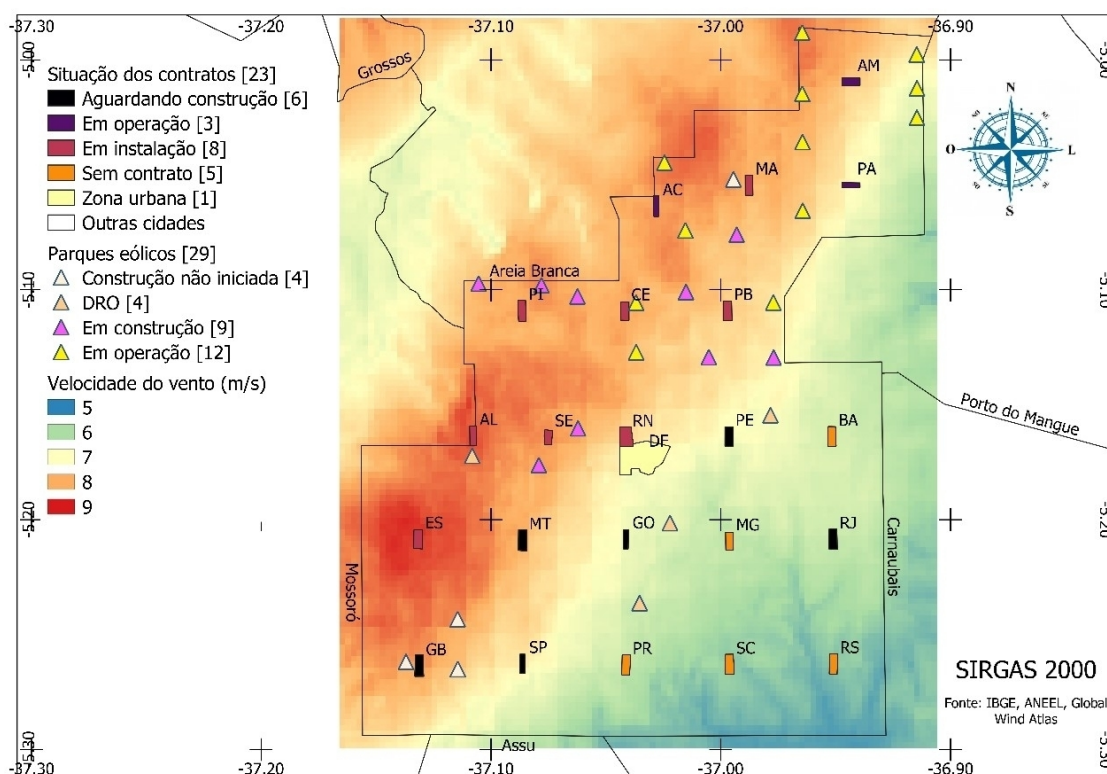


Figura 2 – Velocidade dos ventos na região de Serra do Mel, situação de instalação dos parques eólicos e situação dos contratos por vila. Fonte: Dados IBGE (2020), ANEEL (2020), Global Wind Atlas (2020), elaborado pelo autor.

Atualmente em Serra do Mel há 12 parques eólicos em operação, 9 em construção, 4 autorizados com construção não iniciada e 4 com declaração de recebimento de requerimento de outorga (DRO) (Figura 2). Das vinte e duas vilas rurais que constituem o município, atualmente, dezessete possuem contratos com empresas de exploração eólica e há cinco vilas sem contratos, que são Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (região Sul), Minas Gerais (Sudeste) e Bahia (Centro-Oeste) conforme mostrado na (Figura 2). Nesse contexto, há situações distintas em relação a exploração eólica no município, dentro de uma mesma região, pois há vilas sem contrato, vilas com parques em construção e vilas com parques em funcionamento.

Outras situações vivenciadas pelos agricultores estão relacionadas com o tempo dos contratos, com o período e os valores pagos pelas indenizações e pelo percentual da produção de energia gerada. As discrepâncias entre o tempo do contrato e o tempo de pagamento de indenizações pelo uso da terra geram insatisfações, pois nos primeiros contratos o tempo de pagamento das indenizações eram iguais ao tempo do contrato, e nos contratos atuais a indenização é paga apenas nos primeiros oito anos de contrato.

Desde o início das instalações dos parques eólicos que aconteceu no ano de 2015 até o ano de 2019, é possível constatar variação, ano a ano, na ocupação do solo no município de Serra do Mel para as áreas de solo exposto, áreas agrícolas e vegetação nativa (Figura 3), onde as áreas de solo exposto abrangem desmatamentos, estradas, áreas urbanizadas, parques eólicos, a mata nativa é formada basicamente por vegetação de caatinga e a área agrícola pela exploração da cultura do Caju (*Anacardium occidentale*).

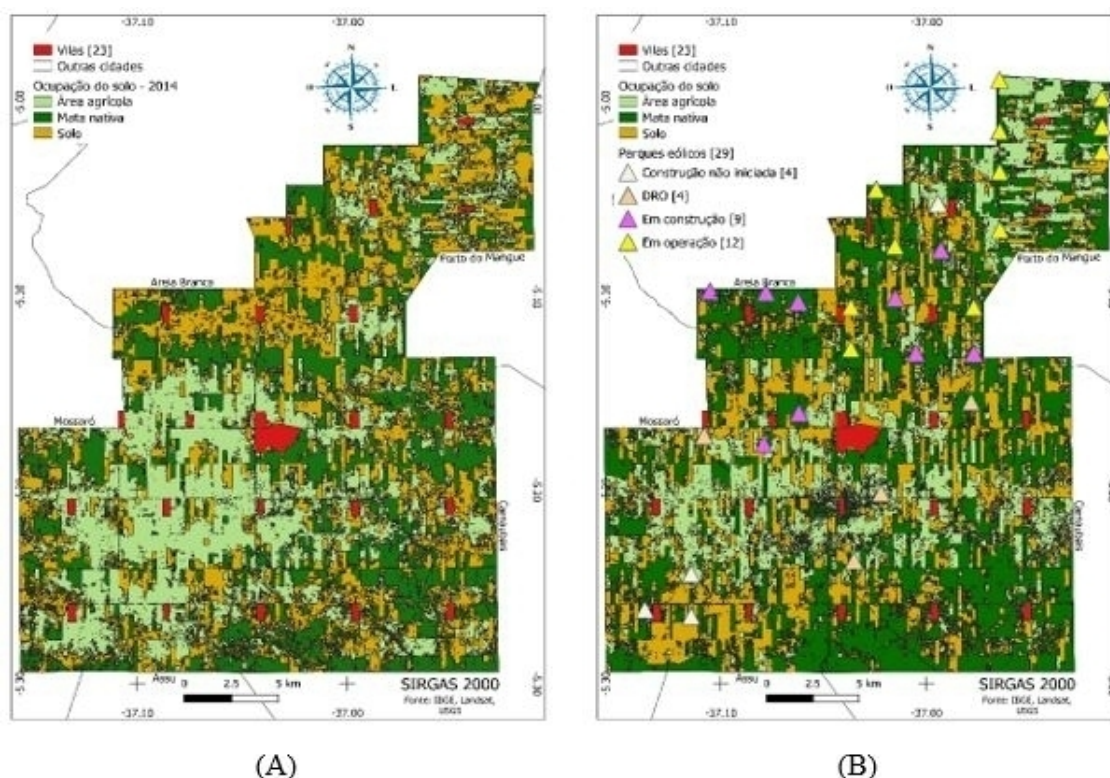


Figura 3 – Mudanças no uso e ocupação do solo no período de 2014, antes de iniciada a instalação dos parques eólicos (A), e 2019 (B) situação atual, no Município de Serra do Mel. Fonte: Landsat 8; USGS; IBGE (2020); elaborado pelo autor.

Pela distribuição e organização espacial do uso e ocupação do solo do município, de 2014 até 2019, verificou-se redução de 4% na área de solo exposto, o que, possivelmente, está relacionado ao aumento do regime pluviométrico na região, principalmente nos anos de 2017, 2018 e 2019 (Figura 4); que contribui para o aumento da área de mata nativa de 10%. Para o mesmo período foi verificado, também, redução da área agrícola de 6% (Tabela 1).

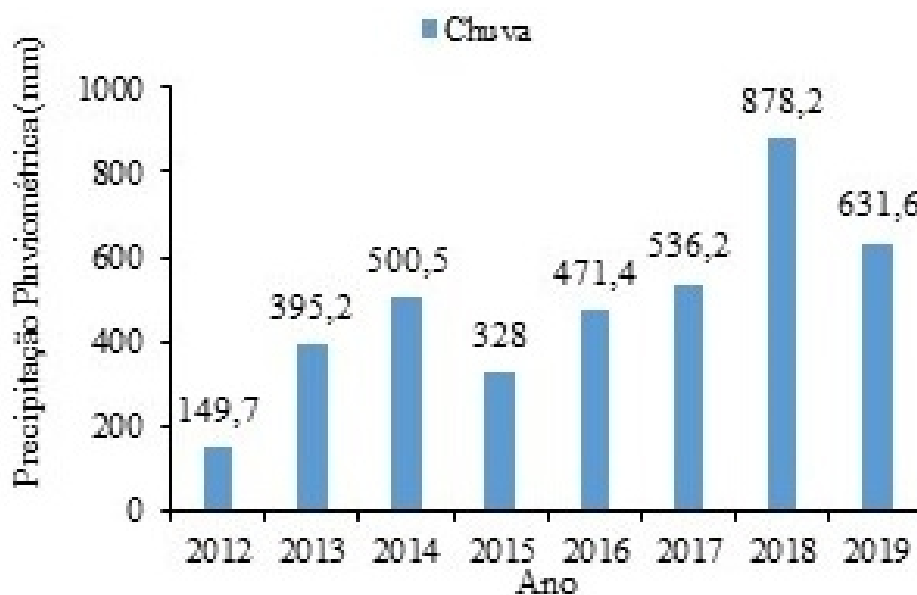


Figura 4 – Precipitação pluviométrica Fonte: Dados da EMPARN (2020), elaborado pelo autor.

Ano	Classe	Área (ha)	Percentual	Varição (%)
2014	Solo exposto	22677	37	0
	Área agrícola	21947	36	0
	Mata nativa	16528	27	0
2015	Solo exposto	21746	35	-2
	Área agrícola	20038	33	-3
	Mata nativa	19367	32	+5
2016	Solo exposto	25300	41	+6
	Área agrícola	18737	31	-2
	Mata nativa	17114	28	-4
2017	Solo exposto	23031	38	-3
	Área agrícola	17827	29	-2
	Mata nativa	20294	33	+5
2018	Solo exposto	18495	30	-8
	Área agrícola	20973	34	+5
	Mata nativa	21683	36	+3
2019	Solo exposto	20416	33	+3
	Área agrícola	18382	30	-4
	Mata nativa	22353	37	+1

Tabela 1 – Alterações da área, do percentual e da variação anual do uso e ocupação do solo, em relação a área total do Município de Serra do Mel no período de 2014 a 2019, para solo exposto, área agrícola e de mata nativa. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os agricultores consideram que a redução na área agrícola pode ter sido ocasionada pela mortalidade da cultura do caju em decorrência da irregularidade e do baixo volume pluviométrico nos anos de 2012 a 2016 (Figura 4), pelas podas da parte aérea seca da cultura para venda da madeira, intensificando a supressão vegetal, ou, ainda, pela supressão da cultura para instalação dos parques eólicos. Os agricultores afirmaram não haver redução do interesse na atividade agrícola em decorrência da renda proveniente da energia eólica, pois consideram que o uso prioritário do lote é à agricultura, e ainda mencionam que os recursos financeiros provenientes da energia eólica são um incentivo para reestruturação das áreas agrícolas. Porém, Katsaprakakis e Christakis (2016), alertam que a instalação de grandes centrais de geração de energia eólica pode afetar as atividades existentes e alterar costumes tradicionais.

No período de 2014 a 2016, foram instalados cinco parques eólicos, houve aumento de 4% na área de solo exposto, de 1% na área de mata nativa e redução de 5% na área de cultivo (Tabela 1). Nesse período, teve início, também, a construção de novas estradas, de linhas de transmissão e de subestações. Quando questionados sobre o uso e ocupação do solo do município pelos parques eólicos, os agricultores, tem a percepção que houve, além do uso das áreas internas do lote, também pela abertura de novas estradas e linhas de transmissão nos lotes e/ou nas vilas.

Em 2017, entrou em operação mais um parque eólico, entretanto contatou-se redução na área de solo exposto, em relação ao ano anterior, em 3% (Tabela 1), possivelmente devido ao crescimento da vegetação nativa pelo aumento da intensidade pluviométrica (Figura 4). Nesse ano, conforme informado pelos agricultores, não houve retomada da agricultura visto que à baixa produção de caju dos anos anteriores não gerou recurso financeiro.

Em relação ao ano de 2017, no ano de 2018 houve redução do solo exposto em 8%, nesse ano pode-se identificar reconstrução da vegetação nativa em 3% e nas áreas agrícolas de 5% (Tabela 1). Vale relatar que em 2018 ocorreu chuvas regulares (Figura 4), e segundo os agricultores replantio do cajueiro, entretanto, muitos agricultores realizaram o replantio visando aumento do valor das indenizações, pois estas são maiores em áreas onde há supressão da cultura do caju. No entanto, os

agricultores relataram, que só se sabe quanto e o local que será suprimido de cada lote no momento da construção do parque, pois os contratos são assinados sem definição de quais lotes e quanto de cada lote será suprimido.

Entre os anos de 2018 e 2019, houve redução de área agrícola em 4% e aumento de 3% da área de solo exposto (Tabela 1) e com regime de chuvas regular não afetou área de vegetação nativa. No ano de 2019, entrou em operação um parque eólico e teve início a construção de quatro, que entraram em operação no início de 2020. Mesmo havendo redução de área agrícola não foi considerado, pelos agricultores, perda significativa de área produtiva, corroborando com Yanaguizawa Lucena e Azevedo Lucena (2019), os autores afirmam que os parques eólicos ocupam pouco espaço físico, não comprometendo o uso da terra, visto que apenas uma pequena porcentagem do espaço é ocupada, isto sugere que os impactos gerais no uso da terra seriam baixos, pois muitas atividades podem continuar ocorrendo (WEISS et al., 2018). Contudo, o intenso crescimento do setor eólico pode reduzir a disponibilidade de áreas agrícolas e causar conflitos decorrentes de divergências pelo uso e ocupação do solo conforme citado por Tabassum-Abassi et al. (2014).

Em relação a conciliação da atividade agrícola e da atividade eólica, determinado dentro do contrato entre as partes interessadas, mais de 80% dos agricultores, em todas as regiões de Serra do Mel, afirmaram que é possível a coexistência das duas atividades, e relatam que a instalação dos parques eólicos provoca poucas alterações no lote, não inviabilizando a prática da atividade agrícola (Figura 5A). Dentre as principais dificuldades relatadas pelos agricultores para conciliação das duas atividades, foi citado que a instalação das torres no meio do lote dificulta o uso de máquinas agrícolas, como por exemplo o trator, para os tratos culturais do cajueiro e também na colheita e que, mesmo não havendo nenhum impedimento contratual para exploração agrícola do lote, há restrições impostas pelos agentes bancários para contratação de crédito rural.

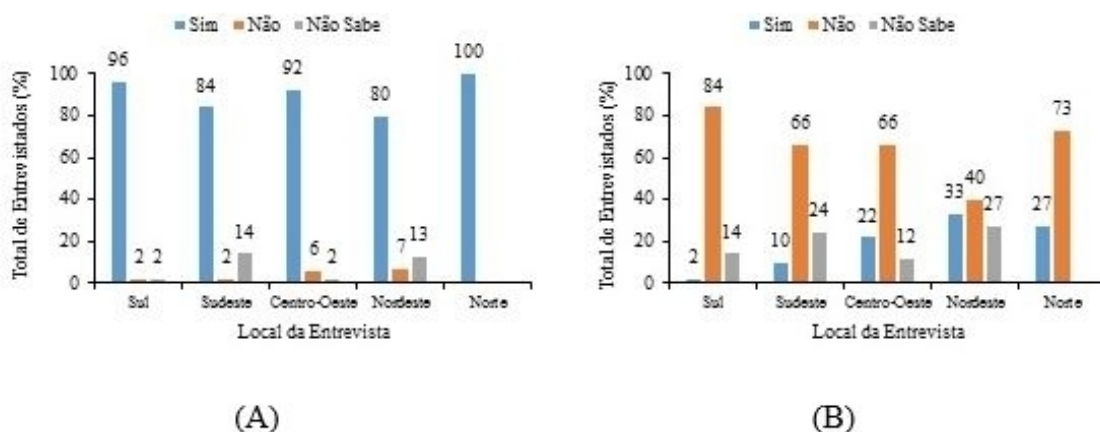


Figura 5 – Percepção em relação a conciliação da atividade agrícola e eólica (A) e percepção em relação a perda de produção (B) em função dos entrevistados por região. Fonte: Elaborado pelo autor.

No Texas-EUA, a implantação dos parques eólicos não afeta a realização de outras atividades (pastagem, agricultura, extração de petróleo), sendo realizadas simultaneamente na mesma área, com apenas entre 3 a 5% da área produtiva perdida para as eólicas (LOUREIRO et al., 2017). Porém, a utilização da área por parte dos agricultores depende dos termos acordados entre os arrendatários, desta forma, é importante que exista compatibilidade da ocupação e uso da terra com a energia eólica. Locais onde existem atividades econômicas que não influenciem demasiadamente no comportamento dos ventos, como a pecuária e certos tipos de agricultura, são os mais adequados (YANAGUIZAWA LUCENA E AZEVEDO LUCENA, 2019), no entanto, esse processo só ocorre em áreas onde a posse da terra é segura e legal (BRANNSTROM et al., 2017).

Já em relação a perda de produção da atividade agrícola, na percepção da maioria dos agricultores não houve ou não existe perda de produção dos cajueiros próximo aos parques eólicos. As regiões que os agricultores mais perceberam perdas na produção foram Nordeste, Norte e Centro-Oeste, com 33%, 27% e 22% respectivamente (Figura 5B), nessas regiões existem parques em operação e em construção. Segundo os agricultores, a poeira provocada pelo uso de máquinas para realizar a supressão vegetal e

abertura de vias de acesso aos parques, bem como pela empresa de construção civil que fabrica a base dos aerogeradores tem causado redução na produção de caju e castanha, principalmente em lotes próximos de parques em construção e vias de acesso, tal fato é relatado as empresas gestoras dos parques, que para amenizar a poeira passaram a molhar as estradas, entretanto nenhuma medida foi adotada pela construtora da base dos aerogeradores. Não há relatos de perda de produção pelo efeito sombra que é a projeção das turbinas no solo durante o dia, e nem perdas de produção relacionadas com a possíveis mudanças na temperatura provocada pelos aerogeradores.

Segundo levantamento do IBGE (2017), houve queda na produção agrícola do município com redução na quantidade de castanha de caju produzida de 7.620 toneladas em 2014 para 5.600 toneladas em 2018 (Figura 6A), no mesmo estudo também foi demonstrado queda na área agrícola de 35.000 hectares em 2014 para 20.000 hectares em 2018 (Figura 6B).

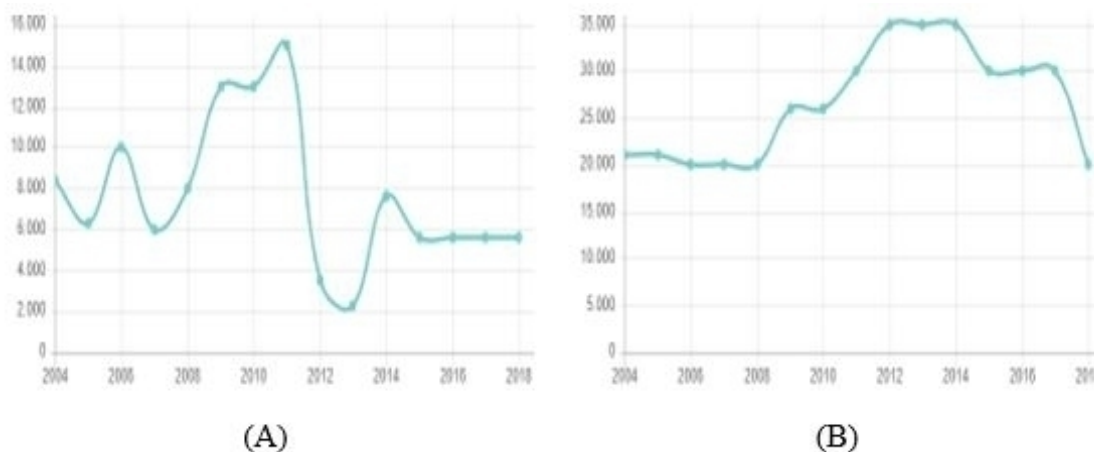


Figura 6 - Quantidade produzida de castanha de caju (tonelada) (A), e Área destinada à colheita (ha) (B) dados do IBGE (2017).

Tang et al. (2017), em um estudo no norte da China, relatou que usinas de energia eólica suprimiram o teor de água no solo e aumentaram o estresse hídrico, o que foi diretamente ligada a uma redução de 8,9% da produção primária bruta de verão e 4,0% da receita líquida anual da produção primária. De acordo com Traldi (2018), a enorme procura por propriedades que dispõem de elevado potencial eólico, especialmente na área rural, tem-se verificado que resulta em redução das áreas destinadas a produção agrícola e ainda que não haja restrição de uso das propriedades para agricultura, o que se verifica é que no semiárido aqueles que arrendam suas propriedades para a geração eólica acabam por deixar de produzir produtos agrícolas.

CONCLUSÃO

Avaliando os mapas de uso e ocupação do solo, foi possível concluir que a instalação de parques eólicos não provocou mudanças significativas nas classes de solo exposto, área agrícola e vegetação nativa do município de Serra do Mel. Assim, os impactos provocados pelo uso agrícola e pela precipitação pluviométrica no mesmo período foram mais intensos que os provocados pelo uso da terra para construção de parques eólicos. Porém, percebe-se que nos períodos que existiram mais construções de parques eólicos houve aumento no solo exposto e redução simultânea da área de cajueiro naquele ano, indicando que as construções ocorreram com frequência maior em áreas agrícolas, o que pode ter influenciado a redução dessa classe no período.

Os agricultores afirmaram que é possível conciliar a atividade agrícola com a atividade eólica, sem maiores repercussões nos lotes rurais e sem conflitos aparentes entre agricultores e empresa operadora dos parques. Porém alguns agricultores identificam perdas na cultura do caju provocadas pela poeira gerada na construção dos parques, o que foi confirmado pelos dados oficiais do IBGE. Na pesquisa percebeu-se também que as áreas agrícolas do município de Serra do Mel possuem um

potencial excelente para exploração de energia eólica, com características favoráveis tanto em relação a velocidade dos ventos, como pelas características do terreno, isso explica a crescente expansão de energia eólica no município.

REFERÊNCIAS

- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Sistema de Informações da ANEEL (SIGA). Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 04 fev. 2020.
- ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Sistema de informações geográficas do setor elétrico (SIGEL). Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 04 fev.2020.
- ARMSTRONG, A.; BURTON, R. R.; LEE, S. E.; MOBBS, S.; OSTLE, N.; SMITH, V.; WALDRON, S.; Whitaker, J. Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. *Environmental Research Letters*, v. 11, p. 1-8, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/044024>
- ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Boletim anual de Geração, 2018. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf. Acesso em: 2 abr. 2020
- BRANNSTROM, C.; TILTON, M.; KLEIN, A.; JEPSON, W. Spatial distribution of estimated wind-power royalties in west Texas. *Land*, 4, 1182-1199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/land4041182>
- BRANNSTROM, C.; GORAYEB, A.; MENDES, J. S.; LOUREIRO, C.V.; MEIRELES, A. J. DE A.; SILVA, E. V.; FREITAS, A.L.R.; OLIVEIRA, R.F. Is Brazilian Wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67, 62–71, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.047>
- CETINAY, H.; KUIPERS, F.A.; GUVEN, A.N. Optimal siting and sizing of wind farms. *Renewable Energy* 101, 51e58, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.08.008>
- CÎRSTEA, S. Socio-economic impact of wind turbines implementation. *Annals of the „Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu, Economy Series, Issue 6/2015 Academica brâncuși” publisher*. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/cbujrnllec/y_3a2015_3av_3a6_3ap_3a145-151.htm.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Dados, informações e produtos do Sistema Geológico do Brasil. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 04 fev. 2020.
- DANTAS, E.J.A; ROSA, L. P.; SILVA, N. F.; PEREIRA, M.G. Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms. *Sustainability*, 11 (14), 3802, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11143802>
- DORTZBACH, D.; BLAINSKI, E.; FARIAS, M. G.; PEREIRA, A.P. E.; PEREIRA, M. G.; GONZÁLEZ, A. P. Análise da dinâmica da paisagem no uso e cobertura das terras nos municípios de Camboriú e balneário camboriú, SC. *Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente*, n.37, v.2, p.5-26, 2015. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2548>. Acesso em: 03 fev. 2020.
- DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. *Cadernos de Pesquisa*, n.115, p.139-154, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742002000100005>.
- EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RN. Monitoramento Pluviométrico. Disponível em: <http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/>. Acesso em: 03 fev. 2020
- ENEVOLDSEN, P., PERMIEN, F.-H., BAKHTAOUI, I., KRAULAND, A.-K. VON, JACOBSON, MZ, XYDIS, G., SOVACOO, B.K.; VALENTINE, S.V.; LUECHT, D.; OXLEY, G. How much wind power potential does europe have? Examining european wind power potential with an enhanced

socio-technical atlas. *Energy Policy*, 132, 1092-1100, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.06.064>

FONTANELLA, B. J. B; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.24, n. 1, p. 17-27, 2008, DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL WIND ATLAS. 2020. Arquivos GIS. Disponível em: <https://globalwindatlas.info/downloads/gis-files>. Acesso em: 04 fev.2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/serra-do-mel/panorama>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de mapas. 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 02 fev. 2020.

KATSAPRAKAKIS, D. A.; CHRISTAKIS, D. G. The Exploitation of electricity production projects from renewable energy sources for the social and economic development of remote communities. the case of Greece: an example to avoid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 341–349, 2016, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.029>

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB A.; BRANNSTROM C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do ceará, brasil. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 6, número especial (1), p. 24 - 38, out. 2015. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/361>. Acesso em: 20 abr. 2020

LOUREIRO, C.V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Análise comparativa de políticas de implantação e resultados sociais da energia eólica no Brasil e nos Estados Unidos. *Revista RaeGa*. Curitiba, v.40, p.231-247, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v40i0.45344>

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. *GEOSABERES-Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 6, n. 3, p. 243-254, 2016. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/510>. Acesso em 03 fev. 2017.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Download de dados geográficos. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 03 fev. 2020.

PINTO, L. I. C; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. *Revista Ambiente & Água* vol. 12 n. 6 Taubaté: 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.

ROCHA, A.P.B. A Atividade petrolífera e a dinâmica territorial no Rio Grande do Norte: uma análise dos municípios de Alto do Rodrigues, Guamaré e Mossoró. 2013, 279 p. Tese de Doutorado. UFPE, Recife. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10362/1/aristotelina_tese.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

STORTO, C., COCATO, G. P. Análise de Fragilidade Ambiental a partir de Técnicas de Geoprocessamento: Área de Influência da Hidrelétrica de Mauá – PR. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.11. n.5, 1694-1708, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1694-1708>

TABASSUM-ABBASI.; PREMALATHA, M.; TASNEEM-ABBASI, P.; ABBASI, S.A. Wind energy: Increasing deployment, rising environmental concerns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 270–288, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.019>

TANG, B., WU, D., ZHAO, X., ZHOU, T., ZHAO, W., WEI, H. The Observed Impacts of Wind Farms on Local Vegetation Growth in Northern China. *Remote Sensing*. 9(4), 332, 2017. DOI:

<http://dx.doi.org/10.3390/rs9040332>

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido Brasileiro. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Universitat de Barcelona Scripta Nova*, v. XXII, n.589, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1344/sn2018.22.19729>

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. 2020. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 03 fev.2020.

WEISS, C.V.V., ONDIVIEL, B., GUINDA, X., JESUS F.D., GONZALEZ, J., GUANCHE, R., JUANES, J.A. Co-location opportunities for renewable energies and aquaculture facilities in the Canary Archipelago. *Ocean. Coast. Manage.* 62-71, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.05.006>

YANAGUIZAWA LUCENA, J. A.; AZEVEDO LUCENA, K. A. Wind energy in Brazil: an overview and perspectives under the triple bottom line. *Clean Energy*, v.3, n.2, 69–84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ce/zkz001>