

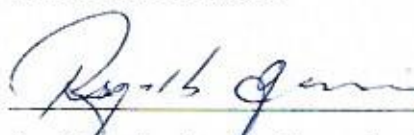
FILIPPE HENRIQUE

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA

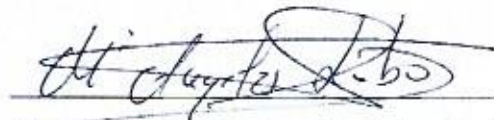
Trabalho de Conclusão de Curso na
modalidade de artigo científico para a
aprovação na disciplina de Trabalho de
Conclusão de Curso do curso de
Engenharia de Energia da Universidade
Federal de Santa Catarina-Campus
Araranguá

Aprovado em: 29/06/2017


Banca examinadora:



Prof. Dr. Reginaldo Geremias (Orientador)



Profa. Dra. Maria Angeles Lobo Recio



Prof. Dr. Claus Tröger Pich

**ESTUDOS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS DE
EMPREENDIMENTOS EÓLICOS COMO SUBSÍDIOS PARA A RESOLUÇÃO
DO CONAMA 462/2014**

Filipe Henrique*

RESUMO

Os empreendimentos eólicos são caracterizados como de fonte renovável e sustentável, entretanto são capazes de provocar impactos negativos sobre o meio ambiente. Neste contexto, a Resolução do CONAMA 462/2014 estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. Dentre as diretrizes, estão as propostas de termos de referência para os Estudos de Impactos Ambientais (EIA) e de conteúdo mínimo para os Relatórios Simplificado de Licenciamento. O presente trabalho teve como objetivo geral avaliar se os impactos ambientais provocados por empreendimentos eólicos descritos na literatura estão efetivamente contemplados nos termos de referência e conteúdos mínimos previstos da Resolução, com vistas a subsidiar o aprimoramento deste instrumento jurídico. Os resultados obtidos nos estudos da literatura permitiram constatar que estes empreendimentos são capazes de causar danos ao meio biótico, físico e na saúde e bem estar da população humana. Na avaliação dos termos de referência e conteúdos mínimos, se pode observar que os mesmos não contemplam de forma direta todos os impactos ambientais encontrados na bibliografia, o que poderia comprometer a eficiência deste instrumento jurídico na proteção do meio ambiente. A partir dos resultados obtidos, se pode concluir que há a necessidade do aprimoramento da Resolução e que os estudos conduzidos na presente pesquisa podem servir de subsídio para este propósito, com consequente contribuição para a efetiva proteção do meio ambiente impactado por empreendimentos eólicos.

Palavras-chaves: Empreendimentos eólicos. Impactos ambientais negativos. Resolução do CONAMA 462/2014

* Graduando do Curso de Engenharia de Energia da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Araranguá, Rodovia Governador Jorge Lacerda, 3201, Jardim das Avenidas Araranguá, Santa Catarina, Brasil, CEP 88900-000. E-mail: filipe.henrique@grad.ufsc.com.br

1 INTRODUÇÃO

A matriz energética brasileira é caracterizada pela sua diversidade, sendo que a oferta interna de energia em 2015 apresentou valores de 75,5% para fontes renováveis e que a energia eólica representou 3,5% do total da matriz energética nacional, conforme dados divulgados no Balanço Energético Nacional (BEN) do ano de 2016 pelo Ministério de Minas e Energia (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2017).

A energia eólica é caracterizada como sendo de fonte renovável e de menor impacto ambiental negativo quando comparada a outras fontes energéticas, tais como petróleo e derivados, carvão mineral, gás natural, hidráulica entre outras (VICHI, 2009). Entretanto, diversos estudos da literatura têm demonstrado que os empreendimentos eólicos podem causar, em toda sua cadeia produtiva, impactos negativos ao meio ambiente, podendo afetar a fauna, flora, solo e o ar, bem como a saúde e bem estar em populações humanas (CORREA, 2010; DAI et al., 2015; WANG, 2015).

O Brasil apresenta um expressivo arcabouço jurídico ambiental que regula as atividades potencialmente causadoras de impacto ambiental negativo. Dentre os instrumentos jurídicos, está a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº462 de 24 de julho de 2014, a qual estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. Na referida Resolução, em seu Anexo I, consta a proposta de termos de referência, os quais têm por objetivo estabelecer um referencial para a elaboração dos Estudos de Impactos Ambientais (EIA). No Anexo II está descrito a proposta de conteúdo mínimo que deve nortear a elaboração do Relatório Simplificado de Licenciamento.

Entretanto, faz-se necessário avaliar se os conteúdos ambientais presentes nas diretrizes dos termos de referência e do conteúdo mínimo da Resolução 462/2014 se mostram suficientes em termos de previsão dos impactos ambientais de empreendimentos eólicos de forma que a mesma seja efetiva na proteção ambiental.

Partindo destes pressupostos, o presente trabalho se propôs a avaliar se os impactos negativos sobre o meio ambiente provocados por empreendimentos eólicos descritos na literatura estão efetivamente contemplados Resolução 462/2014.

Estes estudos são de grande relevância, pois podem servir como subsídio para o aprimoramento da referida Resolução, de forma que a mesma tenha efetiva eficácia na proteção do meio ambiente impactado por empreendimentos energéticos de fonte eólica.

2 METODOLOGIA

2.1 Estudos dos impactos negativos de empreendimentos eólicos em superfície terrestre

Na presente etapa, foram pesquisados na literatura científica os impactos negativos de empreendimentos eólicos de superfície terrestre em suas fases de implantação e operação. Para este propósito, utilizou-se como fonte de pesquisa, livros, artigos científicos, dissertações de mestrado, teses de doutorado, relatórios de entidades governamentais e informações em sites especializados.

2.2 Estudos dos termos de referência e conteúdos mínimos da Resolução 462/2014

Nesta etapa foram pesquisados os conteúdos ambientais das propostas dos termos de referência para a elaboração dos Estudos de Impactos Ambientais (Anexo I) e de conteúdo mínimo do Relatório Simplificado de Licenciamento (Anexo II), presentes na Resolução 462/2014. Por meio desta pesquisa, foi possível estabelecer correlações entre os estudos da literatura e as exigências previstas na Resolução descrita na etapa que se segue.

2.3 Correlação entre os impactos ambientais e os termos de referência e conteúdos mínimos da Resolução 462/2014

Esta etapa foi realizada mediante estudos comparativos entre os impactos negativos ao meio ambiente causados pela implantação de empreendimento eólico descritos na literatura e as diretrizes ambientais previstas nos termos de referência e conteúdos mínimos da Resolução 462/2014. Com base nesta comparação, procurou-se avaliar se os impactos descritos na literatura estão efetivamente contemplados na Resolução, a fim de subsidiar o aprimoramento deste instrumento jurídico, de forma que tenha efetiva eficácia na proteção do meio ambiente impactado por estes empreendimentos. Também foi proposto sugestões para o aprimoramento dos anexos da Resolução.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estudos dos impactos ambientais negativos de empreendimentos eólicos

Durante muito tempo, o termo impacto ambiental foi relacionado a temas de contaminação e focado em estudos urbanos; logo o conceito se estendeu a espécies de animais, vegetação e ecossistemas. Contudo, se pode definir amplamente impacto ambiental como a alteração significativa dos sistemas naturais, transformados em recursos, provocada pela ação humana. Portanto, os impactos se expressam nas diversas atividades e se apresentam tanto em ambientes naturais como naqueles que resultam da intervenção e criação humana. O impacto é uma alteração significativa de parte ou da totalidade do ambiente (ESPINOZA, 2001).

Na pesquisa da literatura sobre os impactos negativos provocados por empreendimento eólicos, constatou-se que os mesmos podem provocar impactos sobre o meio físico, biótico, bem como na saúde e bem estar humano, tanto na fase de implantação, como de operação, os quais serão descritos a seguir.

3.1.1 Impactos na fase de implantação

Nas pesquisas sobre os impactos na fase de implantação de empreendimentos eólicos, foi constatado que as atividades de terraplanagem podem alterar o nível hidrostático do lençol freático, influenciando no fluxo de água subterrânea, uma vez que os cortes e aterros são submetidos às obras de engenharia para a estabilidade dos taludes e as vias são compactadas para possibilitar a continuidade do tráfego de caminhões. Outro fator de alteração do nível hidrostático do lençol freático está vinculado à produção de concreto para confecção das fundações das torres eólicas, visto que é elevada a quantidade de material a ser utilizado. Ou seja, há interferência na disponibilidade hídrica local, devido ao elevado consumo de água na fabricação do concreto. O conjunto de impactos ambientais poderá interferir no controle da erosão, dinâmica hidrostática e disponibilidade de água doce, supressão de habitats e alterações da paisagem vinculadas aos aspectos cênicos e de lazer (BARBOSA, 2013).

Além disso, durante a fase de implantação, a supressão da vegetação pode causar problemas ambientais relacionados à erosão do solo que fica exposto ao efeito dos ventos e das chuvas (BARRADAS et al, 2014; DAI et al, 2015).

Na fase de construção e descomissionamento da usina, observa-se níveis mais elevados de ruídos, na ordem de 80 dB, num raio de 30 m do local, devido às atividades das obras, tais como movimentações de terras e de infraestrutura. Entretanto, essas atividades são operadas em período mais reduzido de tempo (BARRADAS et al, 2014).

A implantação da usina eólica pode implicar na interferência da fauna terrestre, por atingir seus habitats e pelo aumento da movimentação e ruído na fase de implantação, que tende a afugentar a fauna para outras localidades, podendo, esta, sofrer atropelamentos nas rodovias. Porém, nota-se o retorno da fauna terrestre quando do término das obras (BARBOSA, 2013).

Outros impactos ambientais observados na fase de implantação são referentes ao transporte dos equipamentos, que são estruturas grandes e pesadas. A necessidade de abertura de estradas para o transporte de equipamento, para a construção de linhas de transmissão e do espaço para a instalação da usina ocasionam grandes perdas da biodiversidade local, tanto na flora pelo desmatamento e supressão da área, como na fauna, que tem seu habitat destruído, o que pode ocasionar um desequilíbrio ecológico do local (BARBOSA, 2013).

As usinas eólicas, quando em processo de instalação, podem degradar consideravelmente a área ocupada, devido ao processo de desmatamento, topografia, e terraplanagem, pois é necessária a criação e manutenção de uma rede de vias de acesso para os aerogeradores. Os impactos gerados pela terraplanagem estão relacionados com atividades de retirada e soterramento da cobertura vegetal, abertura de cortes transversais e longitudinais e aterros para a abertura de vias de acesso, área de manobra para caminhões, pás mecânicas e tratores de esteira, além de preparação do terreno para a instalação do canteiro de obras (BARBOSA, 2013)

A implantação e operação do canteiro de obras, incluindo banheiros, almoxarifado e escritórios, são geradores de resíduos que podem, inclusive, ocasionar a proliferação de espécies indesejadas. O transporte de materiais entre o canteiro e as frentes de serviços, associado ao armazenamento de óleos e outras substâncias potencialmente poluentes, representam riscos de contaminação dos solos e do lençol freático. Tem-se, também, problemas de derramamento de óleos das máquinas e automóveis que irão trabalhar no empreendimento (DAI et al, 2015; MOURA-FÉ, 2013).

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) promovida por parques eólicos *onshore* foi avaliada em estudo realizado por Chen (2011). De acordo com a pesquisa, o

principal gás emitido durante o ciclo de vida de uma usina eólica é o CO₂. A partir deste resultado, estimou-se que um parque eólico operando por período de 20 anos emite, aproximadamente, 9.930 Toneladas de CO₂, o que equivale a emissão de 0,002 Kg de CO₂ por 1 MJ de energia gerada. Estimou-se que 68,8% da emissão total de CO₂ nestes empreendimentos é proveniente de obras de construção civil, com a movimentação de máquinas e utilização de equipamentos movidos a combustível fóssil durante a instalação dos parques eólicos.

3.1.2 Impactos na fase de operação

Nas pesquisas sobre os impactos na fase de operação de empreendimentos eólicos em superfície terrestre, se pode destacar o trabalho realizado por Roy (2010), em que foi analisada a oscilação de temperatura atmosférica em parques eólicos. Observou-se que estes empreendimentos provocam um efeito de aquecimento durante a noite e de arrefecimento durante o dia na atmosfera local, este fenômeno ocorre em decorrência da intensificação da mistura vertical do ar atmosférico, a qual faz com que o ar quente vá para baixo, ocasionando o aquecimento do ar frio que está perto da superfície.

Zhou e colaboradores (2012) estudaram, por 8 anos, dados de satélite das regiões do centro-oeste do Texas/USA, equipadas com 2.358 turbinas eólicas, sendo observado um aumento de temperatura de 0,724 °C na área. O estudo também mostrou que, à noite, o aumento da temperatura foi ainda mais evidente.

Estudos demonstraram que, se 10% da demanda de energia global vier de energia eólica, no ano de 2100, a temperatura global aumentaria em 1°C. Os parques eólicos podem também mudar a distribuição global de chuvas e nuvens (DAI et al, 2015; WANG et al, 2015).

Trabalhos de modelagem mostraram que o impacto dos parques eólicos sobre a velocidade do vento na altura do ponto central das turbinas foi notável durante, pelo menos, 10 km ao longo da direção do vento. A mistura vertical do ar perto da superfície do solo causadas pelas turbinas provoca efeitos de resfriamento durante o dia e efeitos de aquecimento durante a noite para grandes parques eólicos. Em uma atmosfera estável, onde uma camada de ar quente sobrepõe uma camada de ar frio, a mistura vertical pode soprar o ar quente para baixo e o ar frio para cima, levando a uma superfície morna do solo. Por outro lado, em uma atmosfera instável com uma taxa de lapso negativa, a mistura vertical pode empurrar o ar frio para baixo e o ar quente para

cima, resultando em um efeito de resfriamento perto da superfície do solo. Portanto, os parques eólicos alteraram o clima regional e esta mudança climática pode induzir impacto a longo prazo sobre a vida selvagem e padrões climáticos regionais (DAI et al, 2015).

Outro aspecto negativo decorrente da fase de operação é o ruído gerado pelas turbinas eólicas. Durante muito tempo, essa foi a problemática mais discutida com relação às instalações de usinas eólica. O ruído proveniente das turbinas eólicas tem duas origens: mecânica e aerodinâmica. O ruído mecânico tem sua principal origem da caixa de engrenagens, que multiplica a rotação das pás para o gerador. A transmissão de ruído mecânico também pode ser ocasionada pela própria torre, através dos contatos desta com a nacelle. O ruído aerodinâmico é um fator influenciado diretamente pela velocidade do vento incidente sobre as pás da turbina eólica. Ainda existem vários aspectos a serem pesquisados e testados tanto nas formas das pás quanto na própria torre para a sua redução (WANG et al, 2015).

O efeito estroboscópico é outro impacto constatado. Este efeito é devido à passagem das lâminas antes do sol que ocorre no início ou no final do dia quando o sol está mais baixo no céu. O grau de sombreamento intermitente depende da distância da torre, da latitude do local, do período do dia e do ano. Torna-se mais relevante quanto menor for a distância das pás e o receptor, bem como o fato de estar em uma mesma altitude. Segundo pesquisas, o sombreamento intermitente pode causar incômodo e prejudicar pessoas que sofrem de epilepsia, além de náuseas e dores de cabeça nos moradores afetados. O efeito é sentido em uma distância até 10 vezes o diâmetro das pás e depende da direção das turbinas eólicas de residências. O efeito é bem documentado em diversos países do mundo, porém ainda não efetivamente regulamentado pela legislação (PIRES, 2010).

Outro efeito negativo causado por empreendimentos eólicos é o impacto visual. Os modernos aerogeradores, com alturas das torres superiores a 100 m e comprimento das pás de acima de 30 m, constituem obviamente uma alteração visual da paisagem. Nota-se que o impacto visual diminui com o aumento da distância (WINDS ENERGY, 2012).

Um caso especial sobre impacto visual causado pelas turbinas eólicas foi estudado na Fazenda Eólica de Cemnaes, no Reino Unido. Essa fazenda foi uma das primeiras a ser construída no Reino Unido e é composta por 24 turbinas eólicas com uma capacidade total instalada de 7,2 MW. Foram feitas duas pesquisas nos anos de

1992 e 1994 onde, além dos impactos visuais, foram abordados impactos de ruído, econômicos, sociais, entre outros. A pesquisa foi feita com os moradores mais próximos à fazenda eólica num total de 134 pessoas. Na primeira etapa da pesquisa, apenas 4% dos pesquisados estavam preocupados com o impacto visual da fazenda eólica antes dela ser construída, mas diziam terem tido uma “agradável surpresa” após a construção. Na segunda fase da pesquisa, 6% manifestaram-se espontaneamente sobre o novo visual com as turbinas. Ao serem questionados sobre detalhes de aspectos visuais da fazenda eólica, 54% dos entrevistados responderam positivamente em relação às turbinas eólicas. Metade das respostas mostraram fortes convicções quanto ao aspecto positivo da nova paisagem enquanto que a outra metade foi positiva, com algumas reservas. Segundo a pesquisa, 27% mostraram-se indiferentes ao observarem a fazenda eólica e 12% responderam negativamente ao questionário. Um dado interessante é que 62% dos que responderam ao questionário tiveram grande interesse em descrever as turbinas (ESSLEMONT et al, 1996).

As turbinas de vento para geração de energia eólica representam uma grande ameaça para as populações de morcegos. A rotação das turbinas causa uma queda da pressão atmosférica na região próxima à extremidade das lâminas, Quando um morcego passa por essa zona de baixa pressão, seus pulmões sofrem uma expansão repentina, o que resulta no rompimento dos vasos capilares do órgão causando hemorragia interna, algo similar ao que acontece com mergulhadores que experimentam mudanças repentinas de pressão. Embora alguns sejam afetados por golpes diretos desferidos pelas hélices das turbinas, a principal causa de morte é essa queda repentina de pressão próxima das estruturas dos aerogeradores. As aves são menos impactadas que os morcegos, pois, graças ao seu sistema respiratório mais robusto, não sofrem com o problema de despressurização (VILLEY MIGRANE, 2004).

De acordo com Wang (2015), as turbinas eólicas geram dois tipos de ruído: mecânicos e aerodinâmicos. Os ruídos gerados podem ter efeito sobre a mortalidade das espécies, visto que algumas espécies de morcegos são conhecidas por orientar-se via ecolocalização e podem ser atraídos pelo ruído ultrassom produzido pelo vento em contato com às hélices da turbina eólica. Além disso, outros aspectos influenciam na mortalidade de morcegos em parques eólicos, incluindo-se a interferência na percepção ocasionada pelos campos eletromagnéticos complexos produzidos, causando desorientação e a modificação das condições meteorológicas (inversão térmica, chuva intensa, vento muito forte ou muito fraco), a qual influencia nas condições de voo,

ocasionando uma maior probabilidade de colisão dos indivíduos com as pás das turbinas.

As turbinas eólicas causam mortalidade, distúrbios e riscos para as aves. Os pássaros podem ser mortos por colisão com as hélices girando ou podem sofrer ferimentos letais por causa da colisão com as torres de turbinas, naceles ou outras estruturas de um parque eólico, tais como cabos, linhas de energia e mastros meteorológicos (DREWITT, 2006). Mensurar a taxa de mortalidade de aves é uma tarefa bem complexa, tendo em vista que os parâmetros mudam muito. Estima-se que 234.000 aves em média, foram mortos por ano por colisões com turbinas eólicas Monopole nos Estados Unidos (SAIDUR, 2011). O número de colisões fatais de aves varia de acordo com diferentes localizações. Ainda que no mesmo local, as diferenças ainda existem entre diferentes grupos de turbinas eólicas (LUCAS, 2012). Contudo, Orloff e Flannery (1992) mostraram que a distância entre a trajetória de voo de aves e a orientação das turbinas apresentou uma correlação significativa com a probabilidade de colisão.

Vale salientar que a colisão dos pássaros não é o único problema para as aves, pois, aves em rotas migratórias têm de evitar o parque eólico e desviar sua rota habitual. O trabalho extra de desvio vai aumentar a energia despendida pelas aves e reduzir suas taxas de sobrevivência (FOOTE, 2010).

3.2 Estudos dos termos de referência e conteúdos mínimos da Resolução 462/2014

A Resolução do CONAMA n° 462, de 24 de Julho de 2014 estabelece os procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. A seguir estão descritas as principais diretrizes ambientais de interesse para a presente pesquisa preconizadas nesta Resolução.

Segundo a Resolução 462/2014, parte do processo de licenciamento é o enquadramento do potencial poluidor do empreendimento eólico. Caberá ao órgão licenciador o enquadramento quanto ao impacto ambiental dos empreendimentos de geração de energia eólica, considerando o porte, a localização e o potencial poluidor da atividade. Para auxiliar quanto ao enquadramento do empreendimento, a Resolução apresenta uma série de parâmetros que automaticamente definem o empreendimento como de alto potencial poluidor.

De acordo com a Resolução, o licenciamento ambiental de empreendimentos eólicos considerados de significativo impacto ambiental deverá ser precedido de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), além de audiências públicas. Para empreendimentos considerados de baixo impacto ambiental, este estudo será realizado mediante procedimento simplificado, dispensado a exigência do EIA/RIMA. Na Resolução estão presentes as propostas de termos de referência para a elaboração dos Estudos de Impactos Ambientais (Anexo I) e proposta de conteúdo mínimo do Relatório Simplificado de Licenciamento (Anexo II)

Em relação à proposta de termos de referência para a elaboração dos Estudos de Impactos Ambientais (Anexo I), os conteúdos ambientais de interesse para a presente pesquisa estão descritos nas seções 3, 5 e 7.

Na seção 3 do Anexo I é descrita a necessidade de apresentar “Estudos de alternativas tecnológicas construtivas, e de localização” para o empreendimento, bem como a hipótese de não instalação do mesmo. Deve-se utilizar matriz comparativa das interferências ambientais e viabilidade do potencial eólico na região, integrando os meios físicos, bióticos e socioeconômico. Também há a previsão da indicação da magnitude de cada aspecto considerado e da justificativa das alternativas selecionadas. Para tanto, deve ser considerado quando couber: necessidade de abertura de estrada de acessos; interferência em área de importância biológica, áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e em áreas legalmente protegidas; interferência na paisagem; necessidade de realocação populacional; localização ou interferência em áreas urbanas; interferências em terras indígenas, projetos de assentamentos, comunidades quilombolas e de outras comunidades tradicionais; localização em patrimônio arqueológico, histórico e cultural.

A Seção 5 do Anexo 1 está voltada para o “Diagnóstico Ambiental”, que deverá relacionar aspectos do meio físico, os quais incluem: clima e condições meteorológicas; geologia, geomorfologia e geotecnia; recursos minerais; recursos hídricos; cavidades; sismicidades; ruídos. Para o meio biótico, devem-se caracterizar os ecossistemas nas áreas atingidas pelas intervenções do empreendimento, descrever e caracterizar a cobertura vegetal, caracterizar fauna silvestre em nichos de vegetação e corredores. O levantamento da vegetação deve incluir espécies arbóreas, arbustivas, subarbustivas, herbáceas, epífitas e lianas. O levantamento florístico deve ser realizado em todos os estratos fitofisionômicos, inclusive nos ambientes alagáveis. A caracterização da flora consiste na amostragem quali-quantitativa, devendo o estudo apresentar, no mínimo:

identificação e mapeamento das fitofisionomias presentes; identificação e mapeamento dos fragmentos florestais, indicando suas áreas (em hectare) e seus estágios seccionais; lista de espécies da flora. Ainda na seção 5, há a previsão do diagnóstico socioeconômico, que deve abranger aspectos relacionados à caracterização populacional, uso e ocupação do solo, estrutura produtiva e de serviços, caracterização das condições de saúde e doenças endêmicas, caracterização das comunidades tradicionais, indígenas e quilombolas e do patrimônio histórico, cultural e arqueológico.

Na seção 7 do Anexo I está descrita a necessidade de “Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais”, onde deverá ser identificadas ações impactantes e analisados os impactos ambientais potenciais nos meios físico, biótico e socioeconômico, relativos às fases de planejamento, implantação e operação do empreendimento. Os impactos serão avaliados, considerando as áreas de influência definidas e, para efeito de análise, os impactos devem ser classificados de acordo com os seguintes critérios: natureza (característica do impacto quanto ao seu resultado, para um ou mais fatores ambientais positivo ou negativo; importância (característica do impacto que traduz o significado ecológico ou socioeconômico do ambiente a ser atingido, que pode ser baixa, média, alta); magnitude (característica do impacto relacionada ao porte ou grandeza da intervenção no ambiente que pode ser alta, média ou baixa); duração (característica do impacto que traduz a sua temporalidade no ambiente, que pode ser temporário ou permanente); reversibilidade (traduz a capacidade do ambiente de retornar ou não à sua condição original depois de cessada a ação impactante, podendo ser reversível ou irreversível); temporalidade (traduz o espaço de tempo em que o ambiente é capaz de retornar a sua condição original, que pode ser curto, médio ou longo prazo); abrangência (traduz a extensão de ocorrência do impacto considerando as áreas de influência, podendo ser direta ou indireta); probabilidade (probabilidade ou frequência de um impacto será alta, média ou baixa).

Em relação à proposta de conteúdo mínimo do Relatório Simplificado de Licenciamento (Anexo II), os aspectos ambientais de interesse para a presente pesquisa estão previstos na sua Seção 2 que trata do “Estudo Ambiental”.

A Seção 2.2 trata da “Caracterização Ambiental”, onde descreve que o levantamento de informações visando ao diagnóstico ambiental do empreendimento poderá considerar o levantamento de dados secundários para o diagnóstico do meio físico, biótico e socioeconômico para a área de influência indireta. Para a área de

influência direta, pode-se utilizar o levantamento de dados secundários e bases oficiais disponíveis, ou levantamento de dados primários na inexistência de dados secundários.

De acordo com a mesma Seção, a caracterização ambiental deve apresentar as seguintes informações: localização do empreendimento no município onde se insere; interceptações de áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade; área de influência; localização das unidades de conservação e outras áreas legalmente protegidas; meio físico (tipo de relevo, tipos de solo, regime de chuvas, corpo d'água e áreas inundáveis, água subterrâneas); meio biótico (descrição da vegetação, fauna, levantamento das espécies de avifauna e de rotas migratórias quando existentes, área de nidificação, pousio e descanso de aves, espécies endêmicas e ameaçadas, mapeamento e caracterização das unidades de paisagem na área de influência indireta); meio antrópico, incluindo a infraestrutura existente, principais atividades econômicas, terras indígenas e quilombolas; descrição de ocorrência de cavernas, áreas de relevante beleza cênica, sítios de interesse arqueológico, histórico e cultural.

Na Seção 2.3 está previsto a “Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais”, onde deverão ser descritos os prováveis impactos ambientais e socioeconômicos da implantação e operação da atividade, considerando o projeto, os horizontes de tempo de incidência dos impactos e indicando os métodos, técnicas e critérios para sua identificação, quantificação e interpretação. Devem ser identificados e classificados os tipos de acidentes possíveis relacionados ao empreendimento nas fases de instalação e operação. Também deverá ser realizado diagnóstico, considerando a caracterização de qualidade ambiental atual da área do empreendimento, os impactos potenciais, incluindo, conforto acústico das comunidades locais, a preocupação da saúde, considerando o efeito estroboscópico dos aerogeradores, alteração no regime de drenagem subsuperficial da área de influência direta do empreendimento.

Portanto, se pode observar que estão descritos diversos aspectos ambientais nas propostas de termos de referência para a elaboração dos Estudos de Impactos Ambiental (Anexo I) e proposta de conteúdo mínimo do Relatório Simplificado de Licenciamento (Anexo II). O estudo destes aspectos se mostrou relevante para o estabelecimento das possíveis correlações com os impactos ambientais negativos de empreendimentos eólicos, cujos resultados estão descritos na próxima seção.

3.3 Correlação entre os impactos ambientais e a Resolução 462/2014

Conforme descrito, empreendimentos eólicos em superfície terrestre são capazes de provocar impactos ambientais negativos no meio físico, biótico e na saúde e bem estar humano, notadamente nas fases de instalação e operação. Neste contexto, a Resolução 462/2014 prevê diretrizes ambientais nos termos de referência e conteúdos mínimos necessários para o processo de licenciamento. Entretanto, é de suma importância que se façam estudos comparativos entre os impactos e as diretrizes ambientais previstas nos termos de referência e conteúdos mínimos da Resolução 462/2014 para que se possa avaliar se os mesmos estão, efetivamente, contemplados na mesma. Estes estudos podem servir de subsídios para o aprimoramento e eficácia da Resolução em termos de proteção do meio ambiente impactado por empreendimentos eólicos. A seguir serão apresentados e discutidos os resultados destes estudos comparativos.

Nos estudos da literatura relacionados aos impactos na fase de implantação de empreendimentos eólicos em superfície terrestre, constatou-se que a mesma pode provocar grandes perdas da biodiversidade local, tanto na flora pelo desmatamento e supressão da área, como na fauna que tem seu habitat destruído, o que pode ocasionar um desequilíbrio ecológico do local. Também estão descritas alterações da paisagem vinculadas aos aspectos cênicos e de lazer. Estes impactos podem ser, comparativamente, correlacionados com a Seção 3 (Estudos de alternativas tecnológicas construtivas e de localização) do Anexo I da Resolução, a qual prevê que devem ser indicados a magnitude do impacto considerando o peso relativo da necessidade de abertura de estrada de acesso e interferência na paisagem. Também se pode indicar a Seção 5.3.2 (Uso e Ocupação do Solo) do Anexo I da Resolução, que aponta que se devem identificar os planos diretores ou de ordenamento territorial nos municípios interceptados, analisar a compatibilização do empreendimento com os zoneamentos, áreas e vetores de expansão urbana e restrições de uso e ocupação do solo, identificar a existência ou previsão de projetos de assentamentos rurais e, por fim, caracterizar quanto à localização, área, número de famílias e atividades econômicas. Com isso as vias de acesso podem interferir no plano diretor, tendo em vista a expansão do município pela ocupação do solo.

Na fase de construção da usina, se observam níveis mais elevados de ruídos num raio de 30 m do local devido às obras. Este impacto pode ser correlacionado com a Seção 5.1.7 (Ruídos) do Anexo I da Resolução, que preconiza a necessidade de se caracterizar os índices de ruídos na área de influência direta do empreendimento. Para

os empreendimentos cujo limite do parque esteja posicionado a menos de 400m de distância de residências isoladas ou comunidades, há a necessidade de apresentar este estudo de forma a caracterizar os índices de ruídos e o efeito estroboscópio, visando o conforto acústico e a preservação da saúde da comunidade.

Outros impactos na fase de implantação são a alteração no nível hidrostático do lençol freático e a diminuição da disponibilidade hídrica e de água doce em função dos serviços de terraplanagem e produção de concreto para confecção das fundações das torres eólicas. Para tal impacto, pode ser estabelecida uma comparação com a Seção 5.1.4 (Recursos hídricos) do Anexo I da Resolução, que indica que se deve: identificar e mapear os principais corpos d'água, inclusive subterrâneas, na área de influência direta do empreendimento; apresentar a caracterização geral dos principais cursos d'água na área de influência do empreendimento; avaliar as condições de escoamento subsuperficial e de drenagem nas áreas úmidas em que for necessária a construção de acessos, com o objetivo de verificar as interferências nos fatores bióticos e abióticos.

Durante a fase de implantação, foi descrito que a supressão da vegetação pode causar problemas ambientais relacionados à erosão do solo que fica exposto ao efeito dos ventos e das chuvas. Este impacto pode estar correlacionado com a Seção 5.1.2 (Geologia, geomorfologia e geotecnia) do Anexo I da Resolução, que determina a necessidade de descrever as principais unidades geomorfológicas e suas características dinâmicas, bem como caracterizar os diversos padrões de relevo e os diferentes graus de suscetibilidade ao desencadeamento de movimentos de massas, processos erosivos e assoreamentos de corpos d'água, tanto naturais como de origem antrópicas.

Ainda na fase de implantação, outros impactos observados são a supressão de habitats, afugentamento da fauna para outras localidades, perdas da fauna e flora pelo desmatamento e supressão das áreas, terraplanagem, abertura de cortes transversais, longitudinais e aterros para a abertura de vias de acesso, área de manobra para caminhões, pás mecânicas e tratores de esteira e preparação do terreno para a instalação do canteiro de obras. Tais impactos estão previstos na Seção 5.2 (Meio biótico) do Anexo I da Resolução, onde devem ser caracterizados os ecossistemas nas áreas atingidas pelas intervenções do empreendimento, descrever e caracterizar a cobertura vegetal, caracterizar fauna silvestre em nichos de vegetação e corredores que funcionem como possível rota migratória ou berçário para espécies existentes.

Por fim, os impactos relacionados à proliferação de espécies indesejáveis e derramamento de óleo em canteiro de obra, bem como da emissão de gases de efeito

estufa (CO₂) poderiam ser associados à Seção 7 (Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais) do ANEXO I da Resolução, mas de forma indireta, uma vez que as diretrizes desta seção também são mais genéricas, não identificando, especificamente, todo os impactos possíveis a serem avaliados.

Em relação às comparações que podem ser estabelecidas com o Anexo II da Resolução 462/2014, sugere-se que todos os impactos descritos poderiam estar correlacionados com a Seção 2.3 (Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais), uma vez que a mesma apresenta diretrizes mais genéricas. Entretanto, entende-se que existe correlação direta com os impactos de ruído, alteração do nível hidrostático local, bem como perdas de flora. Os demais impactos estariam correlacionados de forma mais indireta.

Portanto, os principais impactos sobre o meio ambiente de empreendimentos eólicos de superfície terrestre nas fases de implantação e suas correlações com os conteúdos ambientais de interesse presentes na Resolução 462/2014 estão, resumidamente, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Impactos ambientais negativos na fase de implantação e sua correlação com a Resolução 462/2014

Impactos	Correlação com a Resolução 462/2014
Perdas da biodiversidade da flora e fauna	Anexo I - 5.3.2 Uso e Ocupação do Solo Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Ruídos	Anexo I - 5.1.7 Ruídos Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Alteração no nível hidrostático do lençol freático	Anexo I - 5.1.4 Recursos hídricos Anexo I - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Diminuição da disponibilidade hídrica local	Anexo I - 5.1.4 Recursos hídricos Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Diminuição da disponibilidade de água doce	Anexo I - 5.1.2 Geologia, geomorfologia e geotecnia Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Alterações da paisagem	Anexo I - 3 Estudos de alternativas tecnológicas construtivas e de localização Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais

Supressão de habitats	Anexo I - 5.2 Meio Biótico Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Afugentamento da fauna	Anexo I - 5.2 Meio Biótico Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Perdas na flora	Anexo I - 5.2 Meio Biótico Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Perdas na fauna	Anexo I - 5.2 Meio Biótico Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Proliferação de espécies indesejadas	Anexo I - 7. Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Derramamento de óleo	Anexo I - 7 Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
A emissão de gases de efeito estufa (CO ₂)	Anexo I - 7 Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais Anexo II - 2.3 Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais

Fonte: do Autor

Nos estudos da literatura relacionados aos impactos na fase de operação de empreendimentos eólicos em superfície terrestre, se constatou que a mesma pode provocar mudança do clima local, bem como na distribuição global de chuvas e nuvens, alterando todo o ecossistema do local. Tal alteração climática pode ser correlacionada com a Seção 5.1.1 (Clima e Condições Meteorológicas) do Anexo I da Resolução, na qual prevê que se deve caracterizar o clima e as condições meteorológicas, segundo os parâmetros de regime de precipitação, temperatura do ar, regime de ventos e fenômenos meteorológicos extremos.

O ruído e o sombreamento provenientes das turbinas eólicas são impactos também constatados na fase de operação. Estes impactos podem ser correlacionados com a Seção 5.1.7 (Ruídos) do Anexo I da Resolução, que determina a necessidade de caracterização os índices de ruídos, na área de influência direta do empreendimento. Também poderia ser correlacionado com a Seção 2.3 (Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais) do Anexo II da Resolução, prevendo que no diagnóstico

ambiental devem ser considerados os impactos relacionados ao conforto acústico e efeitos estroboscópios dos aerogeradores.

Outro efeito causado por empreendimentos eólicos é o impacto visual em decorrência do elevado comprimento de aerogeradores instalados nos parques. Tal impacto está previsto na Seção 3 (Estudos de alternativas tecnológicas construtivas e de localização) do Anexo I da Resolução, onde se deve indicar a magnitude de alguns aspectos sobre a interferência da implantação do parque eólico, sendo um desses aspectos o impacto visual.

As turbinas para geração de energia eólica representam uma grande ameaça para as populações de morcegos, que podem sofrer com a mudança repentina de pressão atmosférica causada pelas pás ou então podendo ser diretamente atingidos por elas. Os pássaros também podem ser mortos ou sofrer ferimentos por colisão com as torres de turbinas, naceles ou outras estruturas de um parque eólico. Tais impactos estão contemplado na Seção 5.2 (Meio biótico) do Anexo I da Resolução, onde está previsto que se deve caracterizar a fauna silvestre em nichos de vegetação e corredores, em unidades de conservação ou em áreas especialmente protegidas por lei, que funcionem como possível rota migratória ou berçário para espécies existentes. No Anexo II da Resolução, também é previsto o impacto contra os pássaros, onde fica exigido na Seção 2.2 (Caracterização ambiental) o levantamento das espécies de avifauna e de rotas migratórias quando da caracterização do meio biótico.

Por fim, o impacto relacionado à interferência eletromagnética (IEM) causada pela produção de energia eólica poderia estar correlacionado com a Seção 7 (Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais) do Anexo I e Seção 2.3 (Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais) do Anexo II da Resolução, mas de forma indireta em decorrência de seus conteúdos apontarem diretrizes mais genéricas. Também, de forma indireta, se poderia correlacionar os impactos relacionados à oscilação da temperatura local, mudança na distribuição de chuvas e nuvens e visual com a Seção 2.3 do Anexo II da Resolução.

Portanto, os principais impactos sobre o meio ambiente de empreendimentos eólicos de superfície terrestre nas fases de operação e suas correlações com os conteúdos ambientais de interesse presentes na Resolução 462/2014 estão, resumidamente, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Impactos ambientais negativos na fase de operação e sua correlação com a Resolução 462/2014

Impactos	Correlação com a Resolução 462/2014
Oscilação da temperatura da atmosférica local	Anexo I - 5.1.1. Clima e Condições Meteorológicas Anexo II - 2.3. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Mudança na distribuição de chuvas e nuvens	Anexo I - 5.1.1. Clima e Condições Meteorológicas Anexo II - 2.3. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Ruído	Anexo I - 5.1.7. Ruídos Anexo II - 2.3. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Interferência eletromagnética	Anexo I - 7. Identificação e Avaliação de Impactos Ambientais Anexo II - 2.3. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Sombreamento intermitente	Anexo I - 5.1.7. Ruídos Anexo II - 2.3. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Impacto visual	Anexo I - 3. Estudos de alternativas tecnológicas construtivas e de localização Anexo II - 2.3. Identificação e Avaliação dos Impactos Ambientais
Impacto na população de morcegos	Anexo I - 5.2. Meio Biótico Anexo II - 2.2 Caracterização ambiental
Colisão de pássaros com as hélices	Anexo I - 5.2. Meio Biótico Anexo II - 2.2 Caracterização ambiental

Fonte: do Autor

3.4 Considerações e sugestões para o aprimoramento da Resolução 462/2014

Com base nos estudos dos impactos ambientais e sua correlação com os conteúdos de interesse presentes nas propostas de termos de referência para a elaboração dos Estudos de Impactos Ambiental (Anexo I) e proposta de conteúdo mínimo do Relatório Simplificado de Licenciamento (Anexo II) da Resolução 462/2014, pode-se apontar algumas considerações e sugestões.

Entende-se que os impactos ambientais na fase de implantação descritos na literatura que estão diretamente correlacionados com o Anexo I e Anexo II são os que versam sobre as perdas da biodiversidade da flora e fauna, poluição sonora, alteração no nível hidrostático do lençol freático, interferência na disponibilidade hídrica local,

interferência no controle da erosão, dinâmica e hidrostática, alterações da paisagem, supressão de habitats, afugentamento da fauna para outras localidades. Para a fase de operação, constataram-se impactos diretamente correlacionados no Anexo I e Anexo II, os quais seriam a oscilação de temperatura atmosférica local, mudança de distribuição global de chuvas e nuvens, ruídos gerado pelas turbinas eólicas, sombreamento intermitente, impacto visual, impacto na população de morcegos e colisão de pássaros com os aerogeradores.

Entretanto, na fase de implantação e na fase de operação da usina, pode-se observar que alguns impactos ambientais descritos não estavam diretamente correlacionados no Anexo I e Anexo II da Resolução 462/2014, os quais seriam a proliferação de espécies indesejadas, o derramamento de óleo do maquinário em trabalho e, a emissão de gases de efeito estufa (CO₂) a interferência eletromagnética (IEM). Desta forma, podem-se propor ajustes na Resolução para que estes impactos passem a ser considerados nas diferentes seções dos seus anexos.

Outro aspecto relevante observado na presente pesquisa é que, embora haja correlações entre quase todos os impactos descritos na literatura com as diretrizes da Resolução, estas correlações são com seções que não tratam diretamente de avaliação de impactos ambientais. Tais seções versam sobre estudos de alternativas tecnológicas construtivas e de localização (Seção 3, Anexo I), diagnóstico ambiental (Seção 5, Anexo I) e caracterização ambiental (Seção 2, Anexo II).

Além disso, as seções que determinam a necessidade de identificação e avaliação dos impactos ambientais (Seção 7, Anexo I e Seção 2.3, Anexo II) apresentam diretrizes mais genéricas e não descrevem de forma direta quais os impactos que devem ser avaliados nos meios físicos, bióticos e socioeconômicos ou não contemplam todos os descritos na literatura.

Desta forma, sugere-se que se façam ajustes nestas seções da Resolução 462/2014 e, para tanto, se poderia acrescentar o seguinte texto:

Os impactos negativos a serem avaliados incluem as perdas da biodiversidade da flora e fauna, poluição sonora, alteração no nível hidrostático do lençol freático, interferência na disponibilidade hídrica local, interferência no controle da erosão, dinâmica e hidrostática, alterações da paisagem, supressão de habitats, afugentamento da fauna, oscilação de temperatura atmosférica local, mudança de distribuição global de chuvas e nuvens, ruídos gerado pelas turbinas eólicas, sombreamento intermitente,

impacto visual, impacto na população de morcegos, colisão de pássaros com os aerogeradores, proliferação de vetores de doenças e espécies indesejáveis, derramamento de óleos e outras substâncias contaminantes, emissão de gases de efeito estufa, interferência eletromagnética (IEM) e demais impactos descritos em análise e percepção de riscos ambientais do empreendimento.

Em decorrência deste complemento, sugere-se também que se façam ajustes nas seções da Resolução 462/2014 que trata sobre alternativas tecnológicas construtivas e de localização, diagnósticos ambiental, caracterização ambiental, além de outras correlatas, de forma que os impactos aqui incluídos sejam levados em consideração em suas diretrizes.

Estas sugestões aqui apontadas se fazem relevantes, pois podem contribuir para o estabelecimento de correlação mais direta e objetiva entre os impactos e os empreendimentos eólicos, subsidiando as etapas de projeto, instalação e operação, além do processo de licenciamento ambiental, fiscalização e aplicação das diretrizes da Resolução em estudo.

4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos na presente pesquisa, se pode concluir que empreendimentos eólicos em superfície terrestre são capazes de causar danos ao meio ambiente e na saúde e bem estar da população humana. Na correlação entre os impactos descritos na literatura e os conteúdos de interesse presentes na Resolução 462/2014, se pode observar que a maioria dos impactos ambientais estava diretamente correlacionada, mas não efetivamente contemplados nas seções que versavam sobre a necessidade de avaliação dos mesmos. Desta forma, entende-se que há a necessidade do aprimoramento da Resolução 462/2014 e que os estudos conduzidos na presente pesquisa podem servir de subsídio para este propósito, com consequente contribuição para a efetiva proteção do meio ambiente impactado por estes empreendimentos.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, W. P. Impactos ambientais em usinas eólicas. In: CONGRESSO SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 9, 2013, Itajuba. **Anais do Evento**. Disponível em:

<<http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2013/ag-267.pdf>>.

Acesso em: 13 de dez. 2016.

BARRADA, R.V. **Impactos socioambientais nas aplicações de energia eólica para geração de eletricidade**. 2014. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Pós-Graduação em Formas Alternativas de Energia. Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2014.

CHEN, G.Q.; YANG, Q.; ZHAO, Y.H. Renewability of wind power in China: a case study of nonrenewable energy cost and greenhouse gas emission by a plant in Guangxi. **Renew Sustain Energy Rev.** v.15, p. 2322–9, 2011

CONAMA. **Resolução nº 462, de 24 de julho de 2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre, altera o art. 1º da Resolução CONAMA n.º 279, de 27 de julho de 2001, e dá outras providências. Disponível em:
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=703>>. Acesso em: 04 de jun. 2016.

CORREA, P. M.. **Energia eólica: análise teórica e sua aplicação no mundo**. Porto Alegre: UFRGS, 2010. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/26101?show=full>>. Acesso em: 04 de jun. 2016.

KAOSHAN, D.; ANTHONY, B.; CHAO, L.; WEI-NING, X.; ZHENHUA, H. Environmental issues associated with wind energy—A review. **Renewable Energy**, v. 75, p. 911-921, 2015.

DREWITT, A.L.; LANGSTON, R.H. Assessing the impact of wind farms on birds. **Ibis**, v. 42, p. 29-148, 2006.

ESPINOZA, G; ALZINA, V. Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Santiago, Chile: **Banco Interamericano de Desarrollo – BID**, 2001.

ESSLEMONT, E.; MOCCORMICK, M. **Sociological Impact of a Wind Farm Development**. The World Directory of Renewable Energy: Suppliers and Services. London: JamesxJames, 1996.

FOOTE, R. The wind is blowing the right way for birds. **Renewable Energy Focus**, n. 2, v.11, p. 40- 42, 2010.

LUCAS, M; FERRER, M; BECHARD, M.J; MUÑOZ, A.R. Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures. **Biological Conservation**, v. 147, p. 184-189, 2012.

MOURA-FÉ, M.M. Os parques eólicos na zona costeira do Ceará e os impactos ambientais associados. **Revista Geonorte**. v. 9, n. 1, p. 22-41, 2013.

MIGRAINE, M. V. **Eoliennes, sons et infrasons**: effets de l'eolien industriel sur la sante des hommes, 2004. Disponível em: <http://docs.wind-watch.org/villey-migraine_eoliennesinfrasons.pdf>. Acesso em: 10 out. 2011.

ORLOFF, S.G; FLANNERY, A.M.S. Wind turbine effects on avian activity, habitat use, and mortality in Altamont Pass and Solano County, wind resource areas. Tiburon, CA, California USA: **BioSystems Analysis, Inc**, 2006.

PIRES, L. F. A. Parque Eólico Alegria. In: SEMINÁRIO BRAZIL WINDPOWER 2011, Rio de Janeiro. **Anais do Evento**.

ROY, S. B.; TRAITEUR, J. J. Impacts of wind farms on surface air temperatures. **Proceedings da Academia Nacional de Ciências** , v. 107, n. 42, p. 17.899-17.904, 2010.

SAIDUR, R.; RAHIM, N.A.; ISLAM, M.R.; SOLANGI, K.H. Environmental impact of Wind energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, e. 30, 2011.

THE NOISE ASSOCIATION. **Location, Location, Location. An investigation into wind farms and noise by The Noise Association**, 2006. Disponível em: <http://www.countryguardian.net/Location.pdf> . Acesso em: 11 Abril. 2017.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C.. Energia, Meio Ambiente e Economia: O Brasil no contexto mundial. **Quím. Nova**, v. 32, n. 3, p. 757-767, 2009.

WANG, S.; WANG, S.. Impacts of wind energy on environment: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 49, p. 437-443, 2015.

WIND ENERGY. **Wind Energy The Facts**. Disponível em: <http://www.wind-energy-the-facts.org/en/environment/chapter-2-environmental-impacts/onshore-impacts.html> . Acesso em: 20 out. 2012.

ZHOU, L; TIAN, Y; ROY, SB; THORNCROFT, C; BOSART, LF; HU, Y. Impacts of wind farms on land surface temperature. **Nat Clim Change**, v. 2, p. 539-543, 2012.

STUDY OF NEGATIVE ENVIRONMENTAL IMPACTS OF WIND ENTERPRISES AS SUBSIDY FOR CONAMA RESOLUTION 462/2014

ABSTRACT

Wind enterprises are characterized as sustainable and renewable energy source, however they can cause negative impact on the environment. In that context, CONAMA Resolution 462/2014, establishes procedures for environmental licensing of electricity generation from onshore wind generators. In the guidelines there are proposals of reference terms for Environmental Impact Studies and proposals of minimum content for Simplified Licensing Reports. This work has as general goal to evaluate if environmental impacts provoked by wind enterprises described in the academic literature are effectively contemplated in the reference terms and minimum content

provided in the Resolution, aiming to subsidize the improvement of that legal instrument. The results obtained in the study of the literature led to the inference that those enterprises are capable of provoking impact to ecosystems and health and well-being of human populations. In the evaluation of the reference terms and minimum content it is observed that those instruments do not contemplate broadly all of the environmental impacts found in the study's bibliography, which could compromise the efficiency this legal instrument has on environmental protection. In conclusion there is necessary the improvement of the Resolution and that the studies conducted in this research may serve as subsidy for this purpose, with consequent contribution for effective environmental protection of the ecosystems impacted by wind enterprises.

Keywords: Wind enterprises. Negative environmental impacts. CONAMA Resolution 462/2014.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à Universidade Federal de Santa Catarina pelo acesso às bases de dados necessários à realização do presente trabalho. Ao Professor Orientador Reginaldo Geremias, por sua paciência e amizade que levarei para toda vida. Ao meu Pai Jorge Carteito e Minha Mãe Daina, por me darem apoio incondicional, sem questionar minhas escolhas, por simplesmente me apoiarem e cuidarem de mim. Aos meus irmãos Rudy e Mônica, por nunca duvidarem da minha capacidade e sempre me auxiliarem quando precisei. As minhas Sobrinhas, Mariah e Melissa, por serem fonte de inspiração e luz nos meus dias. Aos meus amigos, por serem uma família. A Camila Kruger, pelo porto seguro, por ter-me “deixado” para que eu pudesse ter mais tempo para os estudos.