

IDENTIFICAÇÃO DE CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS CAUSADOS POR PARQUES EÓLICOS ATRAVÉS DAS FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO:

Um Estudo de Caso do Complexo Eólico Delfina – Campo Formoso/BA

Ivani Henrique Vieira Junior ^{1,2}
Antonio Soares Silva ²
Yasmin Viana Ribeiro de Almeida²

¹ ENEL Green Power
Caixa Postal 1 – 24210-205 – Niterói – RJ, Brasil
ivani_junior@hotmail.com

² Universidade do Estado do Rio de Janeiro- UERJ
Caixa Postal 524 – 20550-900 - Rio de Janeiro - RJ, Brasil
asoares.uerj@gmail.com
yasminviana.geog@hotmail.com

Abstract. The work in hand deals with the Complexo Eólico Delfina (Delfina Eolian Complex), on the Bahia state. The complex has been planned for a highly preserved area and, because of that, a viability analysis was due. This work seeks to analyze if, for the enterprise's viability study, the use of the geoprocessing techniques and sensing makes the process easier. During the study, it has been known that a project to implant a preservation unit (preserve), the PARNA Boqueirão da Onça, where the enterprise is fully installed, is underway. Four relevant thematic maps were generated for these analyses and two environmental sensitivity maps. The environmental sensitivity maps considered two possible scenarios, one considering the implantation of the PARNA preserve and the other one, excluding the implantation. The maps were generated using the ArcGIS Software (copyrighted) and QGIS (free open source). All the used data in the analyses are open and were acquired through public companies and the enterprise's company hasn't granted access to private or restricted data. It has been concluded that the use of geoprocessing techniques and sensing helps in the process of studying the environmental viability and that, if the PARNA preserve is implanted, the eolian complex becomes unfeasible due to the environmental restrictions.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, environmental viability, wind energy, viabilidade ambiental, energia eólica, sensoriamento remoto, processamento de imagens,

1 - Introdução

Preocupações geradas devido à ocorrência de desastres ambientais e que são associados pela população ao aquecimento global (intensificado pelas emissões desenfreadas de carbono na atmosfera principalmente após o período da revolução industrial), fez com que o modo de vida humana fosse repensado. Tornou-se necessário reduzir as emissões de gases poluentes na atmosfera, e para isso diversos países se juntaram nessa busca a fim de sanar esse problema. Como alternativa para a diminuição da emissão de gases para a geração de energia elétrica, iniciou-se a difusão das energias renováveis pelo mundo. As formas de geração de energias renováveis mais conhecidas são as hidrelétricas (apesar de serem consideradas renováveis, possuem uma vasta literatura com críticas pesadas a este tipo de geração de energia) que produzem energia a partir do fluxo das águas, os parques eólicos que geram energia a partir da movimentação dos ventos, os parques solares que geram energia a partir do calor do Sol, a biomassa é oriundo de matéria orgânica (de origem animal ou vegetal) (ANEEL, 2015), e a energia geotérmica que gera energia a partir do calor natural presente no interior da terra (RENOVÁVEIS, Portal Energias, 2015).

O Brasil que até o início de 2001 que passava por uma crise energética, ações governamentais promoveram os primeiros incentivos fiscais a energia eólica

(TOLMASQUIM, 2000). Dessa forma os parques eólicos começaram a ter espaço do qual foi preparado por incentivos fiscais promovidos pelo governo. Depois de ter passado 15 anos do primeiro programa governamental de incentivo a essa matriz energética – o PRÓEOLICA –, hoje existem 1651 parques eólicos (284 em operação, 149 em construção e 1218 em análises) (ANEEL, 2015).

Com esse montante de empreendimentos, surge uma série de preocupações e questionamentos sobre essa fonte de energia, principalmente sobre quais são os reais impactos ambientais que podem ser causados. Para esta identificação, tais empreendimentos são submetidos ao licenciamento ambiental, sendo necessária a apresentação de estudos pertinentes para a obtenção das licenças cabíveis, e por conta de custos e prazos, é recorrente que empresas façam a omissão de informações que dariam apoio ao órgão ambiental. Tal cuidado deve ser tomado principalmente pelas entidades públicas que estiverem licenciando tais empreendimentos, e também caso exista a relação entre empresas desenvolvedoras (geralmente ficam com os primeiros processos de licenciamento, como a elaboração dos primeiros estudos, obtenção de licença prévia e não possuem capital o suficiente para construir o empreendimento) e empresas empreendedoras (empresa que dispõe de capital para construir o empreendimento, entretanto adquire os projetos já desenvolvidos parcialmente).

Dos 1651 empreendimentos que estão cadastrados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 1400 empreendimentos encontram-se na região nordeste do Brasil, o que representa 84,79% do total. E dos 1651 empreendimentos, 507 estão localizados no estado da Bahia, que representa 30,70% do total. Pode-se perceber o quanto o estado baiano é procurado por empresas deste ramo devido ao seu grande potencial eólico.

Nesse contexto, o local escolhido para a elaboração deste trabalho encontra-se no município de Campo Formoso - Bahia, nordeste brasileiro. O município de Campo Formoso está localizada na mesorregião Centro Norte Baiano e na microrregião Senhor do Bonfim. De acordo com o IBGE (2015), o município possui uma população estimada de 72.271 habitantes e uma área total de 7.258km².

Como estudo de caso, foi escolhido para o presente trabalho, o Complexo Eólico Delfina, localizado nas coordenadas médias 286356 / 8890972 – UTM / Zona 24 Sul – SIRGAS 2000. Como recorte espacial foi adotado uma área de 20km ao entorno de tal complexo eólico.

2 - Objetivo

Tendo em vista esta problemática, esse trabalho tem como objetivo fazer uma identificação de conflitos socioambientais que podem ser causados por estes empreendimentos, utilizando as ferramentas de Geoprocessamento e propor medidas que irão facilitar o licenciamento ambiental para o empreendedor e para o trabalho do órgão ambiental que terá mais instrumentos de monitoramento.

Os Objetivos Específicos estão pautados na elaboração de dois mapas de sensibilidade ambiental. Cabe ressaltar que no início deste trabalho estava planejada a elaboração de apenas um mapa de sensibilidade ambiental, entretanto, foi identificado uma proposta de criação de unidade de conservação na área destinada à construção do empreendimento.

Os mapas de sensibilidade ambiental serão gerados tendo em vista dois cenários possíveis: o primeiro será como está à situação atual da área de estudo e o segundo estará incluso a proposta de criação da unidade de conservação.

3 - Justificativa

Esse trabalho se justifica pela importância de promover a energia eólica na matriz energética nacional (redução de emissão de carbono na atmosfera e diversificação da matriz energética) e pela necessidade de apontar locais mais adequados para sua instalação, bem como pela definição das restrições devido aos impactos desta fonte de energia.

Este tipo de estudo traz benefícios tanto para o empreendedor (que terá uma análise preliminar do local de interesse – tratando-se de um empreendimento em fase totalmente inicial), quanto para o órgão licenciador que obterá mais instrumentos de monitoramento de baixo custo, identificação das populações residentes próximas ao empreendimento para a geração de empregos e o meio ambiente que terá subsídios para que seja interferido de maneira menos agressiva.

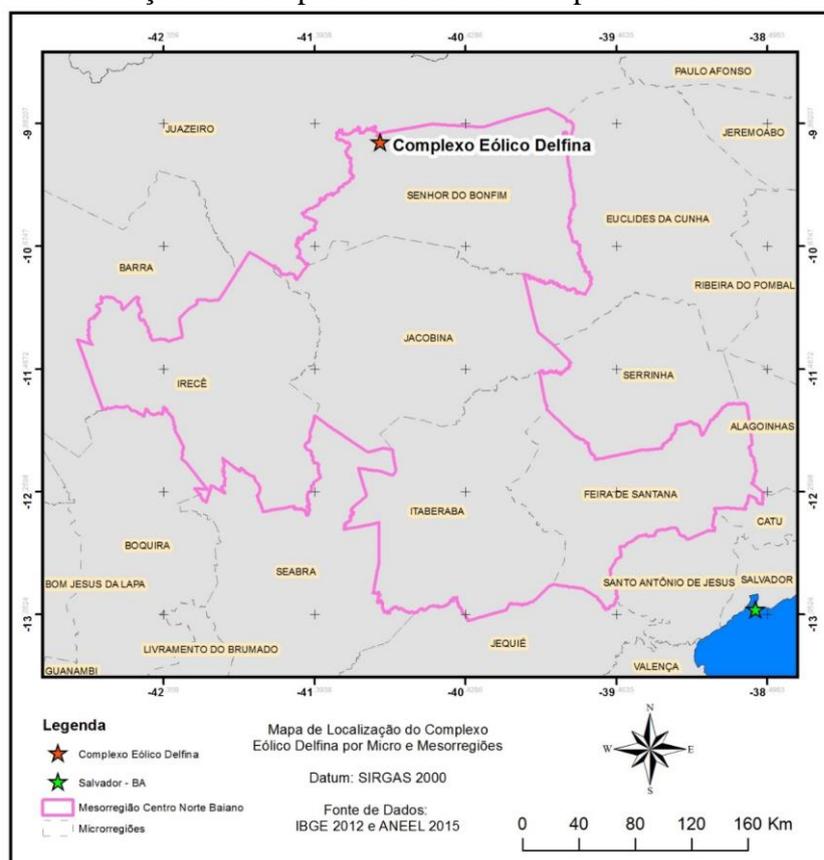
4 - Área De Estudo

Quanto aos dados da área de estudo cabe ressaltar que nenhum é de caráter privado ou sigiloso da empresa proprietária do Complexo Eólico Delfina e estão disponíveis no site público da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Desta forma, o Complexo é composto de 7 subparques eólicos (Tabela 1) localizados no município Campo Formoso, pertencente à mesorregião Centro Norte Baiano e microrregião Senhor do Bonfim do Estado da Bahia (Figura 1).

Tabela 1. Localização dos Subparques do Complexo Delfina e Capacidade Instalada.

| Parque Eólico | Município | UF | Capacidade Instalada (MW) | Longitude | Latitude | Situação |
|---------------|---------------|----|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------------|
| Delfina I | Campo Formoso | BA | 30 | 40° 57' 28,904" W | 10° 2' 33,760" S | Construção Não Iniciada |
| Delfina II | Campo Formoso | BA | 28 | 40° 57' 31,025" W | 10° 2' 13,004" S | Construção Não Iniciada |
| Delfina III | Campo Formoso | BA | 30 | 40° 56' 39,322" W | 10° 1' 5,664" S | Construção Não Iniciada |
| Delfina IV | Campo Formoso | BA | 30 | 40° 56' 1,223" W | 10° 0' 23,134" S | Construção Não Iniciada |
| Delfina V | Campo Formoso | BA | 30 | 40° 55' 21,972" W | 9° 59' 42,436" S | Construção Não Iniciada |
| Delfina VI | Campo Formoso | BA | 30 | 40° 54' 38,599" W | 9° 59' 4,945" S | Construção Não Iniciada |
| Delfina VII | Campo Formoso | BA | 30 | 40° 53' 53,210" W | 9° 58' 29,186" S | Construção Não Iniciada |

Figura 1: Mapa de Localização do Complexo Eólico Delfina por Micro e Meso-regiões



5 – Metodologia

Para a identificação dos conflitos socioambientais que poderão ser causados pelo Complexo Eólico Delfina foi utilizado a ferramenta do Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Porém, para que as análises fossem feitas foi necessário segmentar o trabalho em três procedimentos:

I- Realização de pesquisa bibliográfica através de livros, artigos publicados, vídeos, dissertações de mestrado e teses de doutorado. Isso se deve a necessidade do alinhamento dos conceitos que são propostos por diversos autores e cada um com suas definições, que podem próximos ou em algumas situações, definições bastante diferentes.

II- Levantamento de dados disponíveis em sites de órgãos públicos ou de estudos ambientais já elaborados anteriormente (quadro 01) e triagem das informações relevantes;

III- Para a compatibilização de informações dos arquivos *shapes*, imagens do satélite Landsat-8 e mais dados do SRTM, foram utilizados os softwares: Arcmap 10.1 (versão de teste – disponível em www.esri.com), QGIS 2.10.1 (software livre e gratuito – disponível em <http://www.qgis.org/en/site/>), Google Earth Pro (software gratuito, porém com codificação fechada, disponível em <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>)

Tabela 2. Relação das Bases Cartográficas utilizadas disponibilizadas em sites públicos

| Órgão | Tipo de Dado | Site de Acesso |
|--|--|---|
| Agência Nacional de Energia Elétrica | * Localização dos locais de produção de energia; * Localização das principais linhas de transmissão | http://www.aneel.gov.br/ |
| Ministério do Meio Ambiente | * Unidades de Conservação (Federais, Estaduais e Municipais) * Áreas Prioritárias | http://www.mma.gov.br/ |
| Instituto Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas | * Cavernas | http://www.icmbio.gov.br/cecav/downloads/mapas.html |
| Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística | * Cidades * Localidades * Limites Municipais, Estaduais e Federal * Hidrografia | http://www.ibge.gov.br/home/ |
| INPE | * Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil | http://www.dsr.inpe.br/topodata/ |
| Earth Explorer | * Imagens do Landsat 8 | http://earthexplorer.usgs.gov/ |

Após a escolha das bases cartográficas e os softwares adequados, foram gerados seis mapas temáticos que evidenciaram quais são os pontos específicos de interesse do presente da análise:

Tabela 3. Relação dos Mapas, Escalas, Dados Vetoriais e Características aplicados na Metodologia

| Mapa | Escala | Dados Vetoriais e Características |
|--|----------|--|
| Mapa de Localização das Áreas de Preservação Permanentes - APPs | 1:45000 | APP de Hidrografia (buffer 30 m), APP de Nascente(buffer 50 m), APP de Topo de Morro(Declividade 100 m), APP de Declividade(buffer 45%). Parâmetro Legal Lei nº 12.651/12 |
| Mapa de Localização de Unidades de Conservação e Cavernas Naturais | 1:220000 | Áreas Prioritárias do MMA(buffer 2km) e Cavernas naturais CECAV (Buffer 500m) |
| Mapa de Localização de Rodovias, Edificações e Limites Municipais | 1:220000 | Limites Municipais do IBGE, Rodovias do DNIT e Estradas Menores e Edificações (Identificação Manual Google Earth) |
| Mapa de Uso e Cobertura do Solo | 1:220000 | Classificação Não Supervisionada ArcGis com 5 Classes |
| Mapas de Sensibilidade Ambiental | 1:220000 | Baixa Restrição, Média Restrição e Alta Restrição |

6 – Resultados E Discussões

Seguindo todos os métodos descritos na metodologia, foram gerados seis mapas que serviram de apoio à tomada de decisão em relação à área proposta à criação do Complexo Eólico Delfina.

Dos Mapas gerados, o de APPs e Rodovias não apresentaram significativas interpretações. O Mapa de Uso e Cobertura do Solo apresentou que a área apresenta alto nível de preservação, representado em 64% da área do estudo. Desta forma, Deve-se levar em consideração que partes da serra deverão ser suprimidos para que seja possível a construção do parque eólico. Além dos acessos, necessariamente existirá outros locais que terá a vegetação suprimida tais como as áreas que pertenceram aos bota-fora, subestação e demais estruturas que serviam de apoio a obra. Para que isso seja feito de maneira menos agressiva ao meio ambiente, recomenda-se a execução programas ambientais focados ao meio biótico (fauna e flora) durante a fase de supressão da vegetação.

De forma contrária, o mapa de localização de unidades de conservação e cavidades naturais apresentou resultados de altíssima importância para análise. Durante o estudo foi identificado a intenção de instituição de uma unidade de conservação na área de estudo: a Unidade de Conservação Boqueirão da Onça, na categoria de Parque Nacional (PARNA), ou seja, de acordo com o código florestal, estaria enquadrada como uma unidade de conservação de proteção integral e que está classificada como extrema urgência de implementação. Caso o PARNA Boqueirão da Onça venha a ser implantado com a poligonal apresentada pelo MMA, todo o Complexo Eólico Delfina estará localizado dentro dos limites da unidade de conservação.

Este item é de alta relevância tanto para o empreendedor quanto para os órgãos ambientais envolvidos nessa questão. Se o PARNA Boqueirão da Onça for implementado antes da liberação de licença, entende-se que pelo nível de proteção de um parque nacional a área passará a ser restrita ao empreendimento e caso a licença venha a ser liberada antes da implementação do PARNA, os problemas causados ao empreendedor não está livre, pois além do órgão licenciador, pode-se haver interferência do Ministério Público com o objetivo de até mesmo cancelar a licença ambiental.

Para o caso específico a proposta de criação do Parque Nacional Boqueirão da Onça, recomenda-se que seja feito monitoramento intensivo da avifauna e de mamíferos nas áreas ao entorno do empreendimento. Os objetivos principais do monitoramento devem ser focados de maneira que se faça entender quais são os principais locais que essas espécies ocupam durante ao longo do ano, e que de maneira adequada, seja possível avaliar quais as melhores medidas para que não haja mortes dessas espécies provenientes do complexo Eólico.

Referente ao vetor de cavidades naturais do CECAV, os resultados também são muito relevantes, pois foram localizadas diversas cavernas na área de estudo, estão mapeadas 28 cavernas, entre elas, a Toca da Boa Vista (considerada a maior caverna do hemisfério sul) e encontra-se localizada a 18km da área do empreendimento.

Tendo em vista o alto número de cavernas (algumas sendo de grande porte), recomenda-se a realização de estudos espeleológicos que possam dar um maior reconhecimento desse conjunto de cavidades e principalmente as direções subterrâneas que elas se encontram. Recomenda-se também que caso o empreendimento tenha a construção o início de suas atividades, a execução de técnicas de geofísica não só a área destinada ao complexo eólico, e sim, considerar quais são os principais acessos que serão utilizados para a construção do empreendimento (vias com a passagem de caminhões de obras e principalmente as vias que serão utilizadas pelo transporte dos aerogeradores até o topo da serra).

Os Mapas de Sensibilidade Ambiental foram elaborados a partir de dois cenários: Com a implantação da PAR Boqueirão da Onça (Figura 2) e outro desconsiderando a PARNA (Figura 3). O Mapa que considerava a PARNA apresenta resultados muito diferentes do cenário que não considera a implantação da unidade de conservação. Pode-se dizer que este cenário é totalmente o inverso do primeiro mapa. Enquanto o Mapa sem a PARNA apontou que as áreas livres eram de 1639km², o com a implantação da mesma, as áreas livres caem para 379km². As áreas levemente restritas apresentam 127,98km², enquanto que as áreas

totalmente restritas como 1229,27km². Isso acaba por identificar o quanto a implantação da PARNA inviabiliza o projeto do Complexo Eólico Delfina, pois todo ele estará localizado em zona restrita.

Figura 3: Mapa de Sensibilidade Ambiental Considerando a Não Implantação do PARNA Boqueirão da Onça

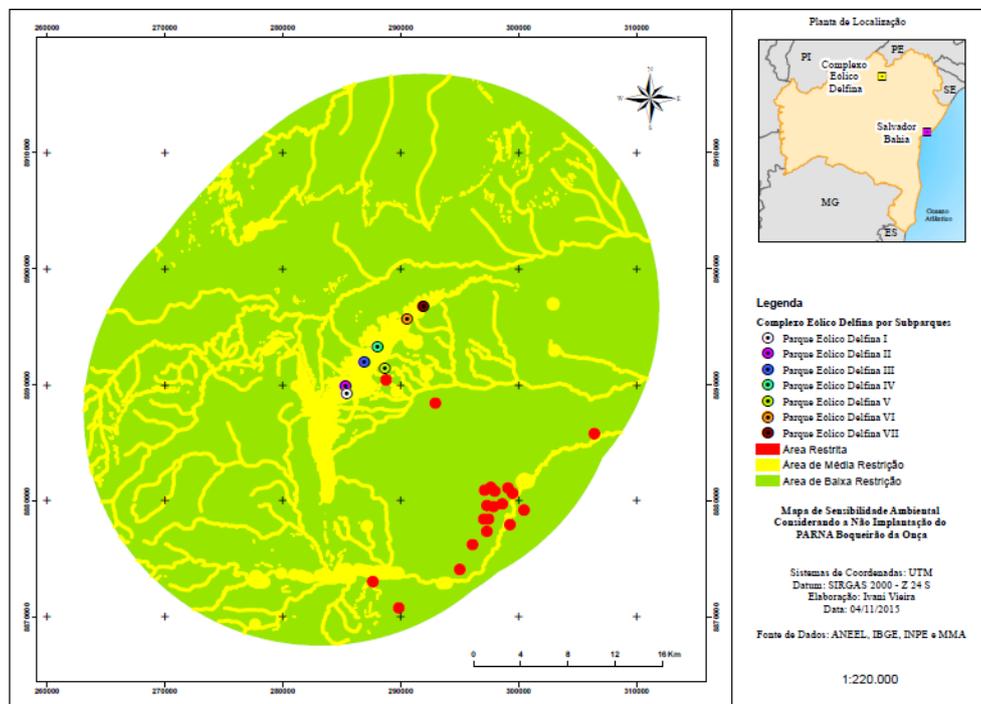
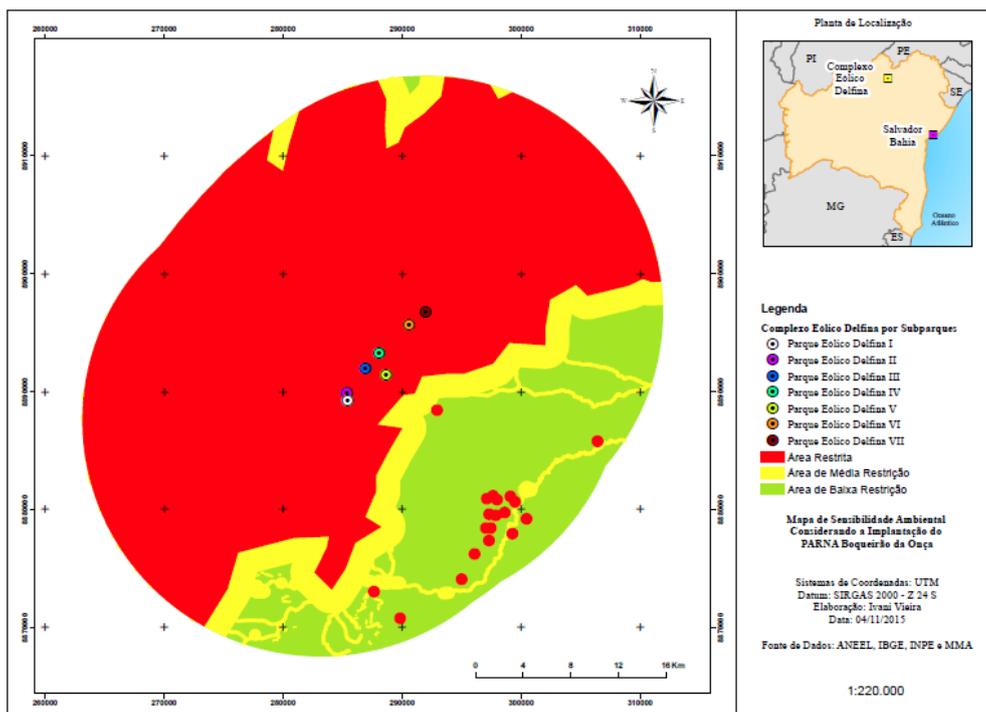


Figura 3: Mapa de Sensibilidade Ambiental Considerando a Implantação do PARNA Boqueirão da Onça



7 - Conclusão

O Geoprocessamento é uma ferramenta que vem sendo utilizada cada vez mais, não somente na temática do presente trabalho, mas em diversas outras áreas tais como planejamento urbano, saúde e segurança pública. No caso do setor elétrico, tal ferramenta utilizada de forma correta, poderá economizar diversas horas de trabalho de uma equipe. Por exemplo, a análise de viabilidade de um projeto se torna mais rápida consegue-se espacializar uma unidade de conservação em uma determinada área que possuir nível excelente de ventos, caracterizando-a economicamente atrativa para um parque eólico. Neste caso, o empreendimento se tornaria inviável devido à esta restrição.

Esse trabalho conseguiu evidenciar o quanto a área destinada ao empreendimento Complexo de Delfina é de alto risco para o empreendedor por dispor de riquezas naturais imensuráveis e por apresentar um contexto nebuloso até o presente momento. Além dos conflitos socioambientais que foram analisados, foi possível identificar outros conflitos, talvez únicos a área de estudo. Da mesma forma, o trabalho apresentou com clareza os impactos que serão gerados por empreendimentos dessa matriz energética.

As imagens do satélite Landsat 8 também são uma boa opção até mesmo para fases mais avançadas no projeto. Ideais para trabalhar em escala de 1:60000 e com resolução temporal de 16 dias tornam-se boa opção em relação ao custo com imagens de alta resolução, desde que os objetivos sejam diferentes.

Caso o Complexo Eólico Delfina venha a obter a Licença de Instalação, a recomendação é que o empreendedor siga com as propostas apresentadas no presente trabalho, visando que os impactos negativos venham a ser minimizados o máximo possível enquanto os impactos positivos venham a ser maximizados.

Outro aspecto interessante foi a combinação de diversos softwares de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto. Isso se deve ao fato para atentar que é possível trabalhar com softwares gratuitos e de maneira eficaz, não sendo obrigado a pagar por extensões de softwares privados. Dessa forma o QGIS se apresentou como um software incrível e não perde em vários aspectos ao ArcGIS.

Com base nessas considerações é possível entender o quanto que a utilização das ferramentas de Geoprocessamento é de alta relevância para identificação de conflitos sócio ambientais de empreendimentos

8- Revisão Bibliográfica

ALVES, J. J. (2009). Análise regional da energia eólica no Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 165-188.

ANEEL. (11 de junho de 2015). *Agência Nacional da Energia Elétrica*. Fonte: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

ANEEL. (15/06/2015 de junho de 2015). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Fonte: BIG - Banco de Informações de Geração: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/FontesEnergia.asp>

ANEEL. (29 de novembro de 2015). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Fonte: [http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa\(2\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/05-Biomassa(2).pdf)

ANEEL. (09 de 12 de 2015). *Agência Nacional de Energia Elétrica*. Fonte: SIGEL - Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico: <http://sigel.aneel.gov.br/org/aipim/help/index.html>

BRASIL. (24 de JUNHO de 2001). Resolução nº 24, de 5 de julho de 2001. Brasília, Brasil.

BRASIL. (26 de abril de 2002). Lei nº 10.472.

CAMARGO-SCHUBERT, E. (2013). *Atlas Eólico da Bahia*. Curitiba.

CBEE. (23 de outubro de 2006). <http://eolica.com.br>. Fonte: <http://eolica.com.br>

CLODOVEU, D., & CAMARA, G. (s.d.). *Introdução à Ciência da Geoinformação*.

DELICADO, A., Silva, L., Junqueira, L., Horta, A., Fonseca, S., & Truninger, M. (2013). Ambiente, paisagem, patrimonio e economiza: Os conflitos em torno de parques eólicos em Portugal. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 11-36. Acesso em 14 de abril de 2015, disponível em <http://rccs.revues.org/5198>

DUTRA, R. M., & SZKLO, A. S. (2006). A Energia Eólica no Brasil: Proinfa e o Novo Modelo do Setor Elétrico.

EMBRAPA. (20 de Outubro de 2015). *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Fonte: AGEITEC: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3n5subswf.html

EMBRAPA. (20 de Outubro de 2015). *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Fonte: AGEITEC: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/bioma_caatinga/arvore/CONT000g798rt3o02wx5ok0wtedt3hxnknkg.html

EMBRAPA. (20 de Outubro de 2015). *Agência Embrapa de Informação Tecnológica*. Fonte: AGEITEC: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000g05ip3qr02wx5ok0q43a0r3t5vjo4.html

EMBRAPA. (19 de Outubro de 2015). *Embrapa Florestas - Portal Embrapa*. Fonte: Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>

Energéticas, E. d. (2014). *Balanço Energético Nacional*. Brasília. Fonte: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2014.pdf

Eólica, C. S., & Solutions, T. (2001). *Atlas do Potencial Eólico Brasileiro*. Brasília: Gráfica Burti.

FILHO, A. C. (2008). Sensoriamento remoto ambiental aplicado: introdução as geotecnologias. Campo Grande, MS, Brasil: Editora UFMS.

IBGE. (21 de Outubro de 2015). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Fonte: Cidades@: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=290600&search=bahia|campo-formoso>

INPE. (16 de junho de 2015). *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*. Fonte: Monitoramento de Queimadas e Incêndios: <http://www.inpe.br/queimadas/>

MMA. (09 de 12 de 2015). *Ministério do Meio Ambiente*. Fonte: Geoprocessamento - MMA: http://mapas.mma.gov.br/i3geo/documentacao/manual_de_usuario_do_i3geo.pdf

RENOVÁVEIS, Portal Energias. (29 de novembro de 2015). *Portal Energias Renováveis*. Fonte: <http://www.portal-energia.com>: <http://www.portal-energia.com/energia-geotermica-funcionamento-e-tecnologia>

ROCHA, C. H. (2000). Geoprocessamento: Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora, MG, Brazil: D5 - Criações - Sebastião Marcos.

SANTOS, G. (5 de outubro de 2012). Energia Eólica: uma análise a cerca dos impactos sociais e ambientais em Caetité/BA. pp. 1-3. Acesso em 16 de junho de 2015, disponível em <http://www.ecodebate.com.br/2012/10/05/energia-eolica-uma-analise-acerca-dos-impactos-sociais-e-ambientais-em-caetite-ba/>