

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENERGIA

VANIELLE APARECIDA DO PATROCÍNIO GOMES

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA LEVANTAMENTO DO POTENCIAL DE  
IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS NO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO  
SANTO, BRASIL**

São Mateus

2021

VANIELLE APARECIDA DO PATROCINIO GOMES

**ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA LEVANTAMENTO DO POTENCIAL DE  
IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS NO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO  
SANTO, BRASIL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para obtenção do título de Mestre em Energia.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Randow de Freitas

São Mateus

2021

## Resumo

Dentre as fontes alternativas de energia, a fonte eólica tem se destacado no Brasil e no mundo, provando crescente competitividade de custos e eficiência. Não obstante, traz diversos benefícios como redução de emissão de CO<sub>2</sub>, reduzido impacto em sua implantação, impactos positivos nas comunidades onde a energia eólica chega, entre outros. Assim, este estudo foi dividido em dois capítulos para uma melhor compreensão das informações coletadas. No Capítulo 1 encontra-se uma análise bibliométrica, a fim de identificar os fatores que são considerados imprescindíveis no momento em que se planeja implantar um parque eólico, utilizando a plataforma *Web of Science – WOS*. Este capítulo é um artigo já publicado no periódico *International Journal of Advanced Engineering Research and Science* em 2019, como resultado inicial da pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade Federal do Espírito Santo. A análise bibliométrica quantitativa resultou em 8 artigos alinhados ao tema e presentes em diversas áreas de estudo. E a análise bibliométrica qualitativa do portfólio possibilitou a caracterização e análise dos artigos selecionados, elaborando ainda, uma Matriz SWOT com fatores positivos e negativos sobre a temática pesquisada. O Capítulo 2 apresenta o estudo de auxílio à tomada de decisão, utilizando o método *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, a fim de hierarquizar os municípios do norte do estado do Espírito Santo (acima da calha do Rio Doce): Linhares, São Mateus e Conceição da Barra, quanto à potencialidade de receber a implantação de um parque eólico. Os resultados apontaram que devido a importância que os pesquisadores deram ao indicador ambiental, o município de Linhares sobressaiu-se à ordem prioritária com o objetivo de definir o município no norte do estado do Espírito Santo com maior potencialidade de implantação de um parque eólico, por apresentar dados quantitativos relacionados a esse indicador superiores aos demais municípios.

**Palavras-chave:** AHP, Energia Eólica, Espírito Santo, Parque Eólico.

## Abstract

Among the alternative sources of energy, the wind source has stood out in Brazil and in the world, proving increasing cost competitiveness and efficiency. Nevertheless, it brings several benefits such as reduced CO<sub>2</sub> emissions, reduced impact on its implementation, positive impacts on the communities where wind energy arrives, among others. Thus, this study was divided into two chapters for a better understanding of the information collected. In Chapter 1 there is a bibliometric analysis, in order to identify the factors that are considered essential when planning a wind farm, using the Web of Science - WOS platform. This chapter is an article already published in the International Journal of Advanced Engineering Research and Science in 2019, as an initial result of the research in the Graduate Program in Energy at the Federal University of Espírito Santo. The quantitative bibliometric analysis resulted in 8 articles aligned with the theme and present in several areas of study. And the qualitative bibliometric analysis of the portfolio enabled the characterization and analysis of the selected articles, also elaborating a SWOT Matrix with positive and negative factors on the researched theme. Chapter 2 presents the study to aid decision making, using the Analytic Hierarchy Process Method (AHP), in order to hierarchize the municipalities in the northern state of Espírito Santo (above the Rio Doce channel): Linhares, São Mateus and Conceição da Barra, regarding the potential of receiving the implementation of a wind farm. The results showed that due to the importance that the researchers gave to the environmental indicator, the municipality of Linhares stood out in the priority order in order to define the municipality in the north of the state of Espírito Santo with the greatest potential for implementing a wind farm, for example. present quantitative data related to this indicator higher than the other municipalities.

**Keywords:** AHP, Wind Energy, Espírito Santo, Wind Farm.

## Lista de Figuras

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção, mapeamento e discussão de materiais.....	11
Figura 2 - Áreas em que os periódicos foram publicados .....	13
Figura 3. Modelo de estrutura hierárquica do AHP .....	25
Figura 4. Matriz de julgamentos.....	26
Figura 5. Estrutura Hierárquica – AHP .....	30
Figura 6. Matriz de comparação par a par .....	31
Figura 7. Matriz de julgamentos/comparação entre indicadores. ....	32
Figura 8. Priorização dos indicadores.....	33
Figura 9. Resultado Final de hierarquização dos indicadores e das alternativas.....	37
Figura 10. Posicionamento das alternativas com analogia aos indicadores .....	37
Figura 11. Mapa do município selecionado: Linhares-ES .....	39

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Relação dos artigos do portfólio.....	14
Tabela 2 - Critérios de avaliação do artigo de Tegou et al. (2010) .....	15
Tabela 3 - Critérios de avaliação do artigo de Wu et al. (2016).....	15
Tabela 4 - Matriz SWOT elaborada com base nas informações coletados pelos artigos .....	16
Tabela 5. Escala Fundamental de Saaty .....	25
Tabela 6. Índice Randômico .....	26
Tabela 7. Teste de inconsistência .....	32

## Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Evolução das publicações ao longo dos anos.....	12
Gráfico 2 - Número de publicações por País .....	12
Gráfico 3 - Indicação dos periódicos com seus respectivos números de artigos publicados, apenas os que haviam três ou mais publicações .....	13

## Sumário

INTRODUÇÃO GERAL .....	6
CAPÍTULO 1 .....	7
FATORES QUE INFLUENCIAM A IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA.....	7
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
4 CONCLUSÃO.....	16
REFERÊNCIAS .....	17
CAPÍTULO 2 .....	19
POTENCIAL REGIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS: UMA ABORDAGEM POR MEIO DO <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> .....	19
Introdução.....	22
Referencial Teórico Específico .....	24
Materiais e Métodos .....	27
Resultados e Discussão.....	30
Conclusão .....	40
Agradecimentos .....	41
Referências .....	41
Apêndices .....	46
APÊNDICE A. Planilha completa com dados quantitativos coletados.....	46
APÊNDICE B. Questionário enviado aos Pesquisadores .....	50
CONCLUSÃO GERAL .....	52
REFERÊNCIAS GERAIS CITADAS .....	52

## INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente as denominadas “energias renováveis” estão estabelecidas em todo o mundo como importantes fontes de energia. De acordo com o Relatório da situação mundial (REN21, 2016), presencia-se um rápido crescimento, principalmente no setor elétrico, devido a melhora da competitividade atrelada aos custos operacionais e de instalação, iniciativas de políticas públicas específicas, melhor acesso a financiamento, preocupações ambientais e de segurança energética, demanda crescente de energia nas economias em desenvolvimento e emergentes. Conseqüentemente, novos mercados para energia renovável centralizada e distribuída estão surgindo em todas as regiões (REN21, 2016).

Dentre as variadas fontes de energias renováveis (hídrica, solar, eólica, biomassa, geotérmica, oceânica e hidrogênio) cita-se a indústria eólica, que tem provado crescente competitividade de custos e eficiência, por exemplo, desde 2014 novas instalações ultrapassam os 50 GW (GWEC, 2019). Destaca-se também que a fonte eólica contribui para a redução de emissão de CO<sub>2</sub>, além de ter reduzido impacto socioambiental em sua implantação, e identifica-se que em certas localidades há contribuições e benefícios diversificados junto às comunidades e regiões de implantação, como a realização de projetos sociais, culturais, de saúde e ambientais para que a população local se desenvolva (ABEEÓLICA, 2019).

Com isso, o objetivo geral deste estudo é de identificar os fatores que influenciam na implantação de parques eólicos e considerando-os, hierarquizar os municípios do litoral norte do estado do Espírito Santo quanto ao potencial de receber um parque eólico.

Diante de todos os benefícios apresentados, este estudo foi dividido em dois capítulos para uma melhor compreensão das informações coletadas. No Capítulo 1 encontra-se uma análise bibliométrica, abordando os principais fatores que influenciam a implantação de um parque eólico, utilizando como plataforma de pesquisa a base *Web of Science*. Importante mencionar que este capítulo trata-se de um artigo já publicado no periódico *International Journal of Advanced Engineering Research and Science* (2019), como resultado inicial da pesquisa no Programa de Pós-Graduação em Energia (PGEN-UFES/CEUNES) (GOMES; FREITAS, 2019). O Capítulo 2 apresenta o estudo de auxílio à tomada de decisão, utilizando o método AHP, a fim de hierarquizar os municípios do norte do estado do Espírito Santo (acima da calha do Rio Doce): Linhares, São Mateus e Conceição da Barra, quanto à potencialidade de receber a implantação de um parque eólico. Utilizando o estudo feito no Capítulo 1 como auxílio e base para compor a estrutura hierárquica necessária na aplicação do método AHP.

## CAPÍTULO 1

---

# FATORES QUE INFLUENCIAM A IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS: ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

*WIND FARM IMPLEMENTATION FACTORS: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS*<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup>Artigo publicado: Gomes, V. A. P.; Freitas, R. R. Wind Farm Implementation Factors: A Bibliometric Analysis. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE**, v. 6, p. 58-64, 2019. Disponível em: <<https://ijaers.com/detail/wind-farm-implementation-factors-a-bibliometric-analysis/>>.



## RESUMO

Pesquisas com foco em identificar os fatores que influenciam na implantação de parques eólicos têm sido encontradas em âmbito acadêmico, considerando os pontos técnicos, ambientais, econômicos e sociais. Sendo o objetivo deste estudo mapear a atividade científica com base no tema “fatores que influenciam a implantação de um parque eólico”, utilizando a princípio todo o período de abrangência da plataforma *Web of Science* – WOS, com o intuito de compor um portfólio de referências bibliográficas a respeito do tema. O processo selecionou 8 artigos relevantes, alinhados ao tema e presentes em diversas áreas de estudo. Realizou-se ainda uma análise bibliométrica qualitativa do portfólio a fim de caracterizar e analisar os artigos selecionados, elaborando ainda, uma Matriz SWOT com fatores positivos e negativos sobre a temática pesquisada.

**Palavras-chave:** Bibliometria, Energia Eólica, Energia Renovável, Parque Eólico

## ABSTRACT

Researches focused on identifying the factors that influence the implantation of wind farms have been found in the academic scope, considering the technical, environmental, economic and social points. The objective of this study is to map the scientific activity based on the theme "factors that influence the implementation of a wind farm", using in principle the entire period of coverage of the Web of Science - WOS platform, in order to compose a portfolio of bibliographical references on the subject. The process selected 8 relevant articles, aligned to the theme and present in several areas of study. A qualitative bibliometric analysis of the portfolio was also carried out in order to characterize and analyze the selected articles, also elaborating a SWOT Matrix with positive and negative factors on the researched topic.

**Keywords:** Bibliometric, Renewable energy, Wind energy, Wind farm.

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a crise do petróleo na década de 1970 que a busca por energias alternativas vem sendo abordada, a fim de se conseguir a segurança energética amplamente discutida nos dias de hoje. De acordo com Hdidouan e Staffell (2017), outros fatores motivaram tal procura, como fatores ambientais, econômicos e sociais, dando oportunidade a novas fontes de energia nas matrizes elétricas de diversos países, dentre elas tem-se a energia eólica.

A energia eólica utiliza o vento para sua geração. Segundo Amarante et al. (2001), Martins et al. (2008), Costa et al. (2013) e Schmidt et al. (2016), o Brasil possui vantagens no aspecto energético, pois possui relevo, hidrografia e clima tropical propícios ao aproveitamento de várias fontes renováveis de energia, como a energia eólica.

Conforme dados da ABEEólica (2018), o Brasil chegou ao final do ano de 2018 com 14,71 GW de capacidade instalada eólica, em 8º lugar no *ranking* mundial, com 583 parques eólicos, o que representa 9% da matriz elétrica brasileira.

O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro publicado em 2001 identificou as regiões brasileiras com grande potencial para o uso da energia eólica, sendo cerca de 0,8% do território com ventos de velocidades médias iguais ou superiores a 7 m/s, a 50 m acima do solo, com potencial de 143,4 GW, com capacidade para gerar 272 TWh/ano (PINTO et al., 2017).

A maior parte do potencial eólico do Brasil está localizada nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste (SILVA et al., 2005). Para que tal energia seja produzida faz necessária a implantação de parques eólicos, no Brasil sua maioria está localizada na região Nordeste.

Com o aumento de discussões a respeito de diversificação da matriz energética, energias renováveis e segurança energética, e vendo o potencial da energia eólica no Brasil, observa-se a oportunidade de gerar conhecimento científico, por meio de uma análise bibliométrica sobre os fatores que influenciam a implantação de um parque eólico.

Os estudos que têm como base a análise bibliométrica vem recebendo destaque no âmbito acadêmico, visto que esta seja reconhecida pela sua relevância para quantificar, classificar e avaliar trabalhos científicos.

Dessa forma, este capítulo do estudo identifica os fatores que são considerados importantes no momento em que se planeja implantar um parque eólico, utilizando ferramentas de pesquisa acadêmica. O objetivo é mapear a atividade científica com base no tema “fatores que influenciam a implantação de um parque eólico”, utilizando a princípio todo o período de abrangência da plataforma *Web of Science – WOS*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa trata-se de um estudo exploratório-descritivo, sendo que de acordo com Souza (2013), tem como intuito proporcionar uma familiaridade com o problema, tornando-o explícito, por meio de técnicas padronizadas de levantamento e tratamento de dados.

Este estudo utilizou como base de dados a plataforma *Web Of Science – WOS*, nela encontram-se periódicos de grande relevância para o meio acadêmico e científico. Sendo selecionado inicialmente todo o período disponível pela plataforma na data da pesquisa, de 1945 a 2019.

Após a definição da base de dados, foram determinadas as palavras-chave (*tags*) que determinam o enfoque da pesquisa por meio de tópicos. Como o tema trabalhado é “fatores que influenciam a implantação de um parque eólico”, as palavras-chave escolhidas foram: *wind energy*, *wind farm* e *power plant*.

A partir das *tags* deu-se início à seleção dos materiais que irão compor o portfólio de publicações que formarão o referencial teórico e os resultados. O primeiro refino consistiu na seleção de documento do tipo artigo na própria plataforma *WOS*. Os materiais resultantes desta pesquisa foram exportados para o *Microsoft Excel*, em forma de planilha de dados para que pudesse dar sequência à seleção.

Uma nova seleção foi realizada, agora com base em um número de corte para os artigos que foram mais citados, conforme o método de Lacerda (2012), dessa forma, os artigos foram ordenados de forma decrescente em relação ao número de citações, sendo selecionados os artigos em que as citações somavam aproximadamente 85% do total obtido.

Utilizou-se a ferramenta *Word Cloud* para apresentar as áreas de estudo em que foram publicados os artigos selecionados até tal etapa na análise. Tal ferramenta converte um determinado conjunto de palavras em uma nuvem de palavras, em que cada palavra é dimensionada de acordo com o seu número de ocorrências, podendo ainda ser usado como uma ferramenta de análise de dados (FEINBERG, 2009; VIEGAS et al., 2009).

Devido ao número de artigos resultantes, mais um método de seleção foi adotado, desta vez para definir o número amostral considerado válido para análise. Como mencionado por Cay e Uyan (2013), o tamanho da amostra (número de artigos necessários) depende do tamanho da população (total de artigos) e o grau de confiabilidade desejada para os resultados obtidos.

Para este estudo o tamanho da amostra foi estabelecida pela expressão apresentada na Equação 1 (DUPONT; PLUMMER 1990), este cálculo faz-se necessário para garantir a representatividade dos dados coletados e a legitimidade da pesquisa:

$$n = \frac{Z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right] \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right]} \quad (1)$$

Onde:  $n$  é o tamanho da amostra;  $N$  representa o tamanho da população;  $e$  é o erro amostral;  $x / n$  é a proporção estimada do item pesquisado na amostra (%); e  $Z$  é o valor da abscissa da curva normal associada ao nível de confiança (BARBETTA, 2007). Foi considerado um erro amostral aceitável de 5%, como não se tem uma previsão estimada utiliza-se o valor de 50% e o nível de confiança utilizado foi de 90%.

A seleção dos artigos publicados nos últimos 10 anos foi utilizada, seguida da leitura dos resumos dos artigos para excluir os que não condizem com o foco da pesquisa, assim o portfólio de referencial teórico foi composto a partir desta análise quantitativa.

Sendo realizada ainda, a análise qualitativa do portfólio, apresentando uma síntese a respeito das conclusões e perspectivas dos autores destes artigos sobre o tema, e tendo como base as considerações coletadas nestes artigos foi elaborada uma Matriz SWOT, de modo a avaliar os pontos positivos e negativos para a continuação de pesquisas focadas no tema proposto (Figura 1).

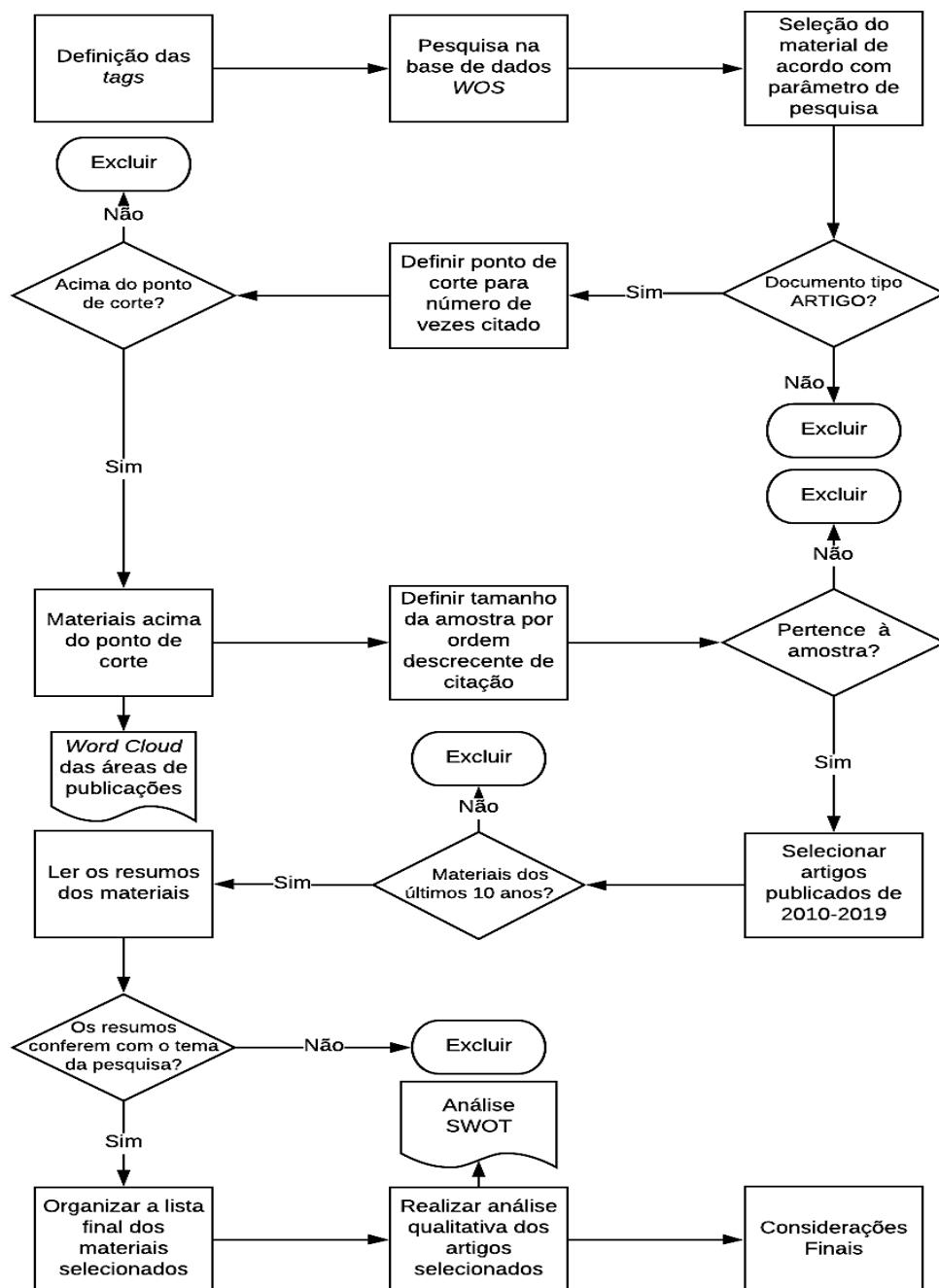


Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção, mapeamento e discussão de materiais

Fonte: Autores (2019)

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao utilizar as palavras-chave mencionadas, e considerando o tempo máximo de publicação da base de dado escolhida, foram encontradas 1.495 publicações. Então o primeiro refino foi feito, pois apenas documentos do tipo artigo foram selecionados, resultando em 777 publicações, com a primeira obra em 1995, até o ano de 2019, o Gráfico 1 mostra a evolução da publicação de artigos deste tema ao longo dos anos.

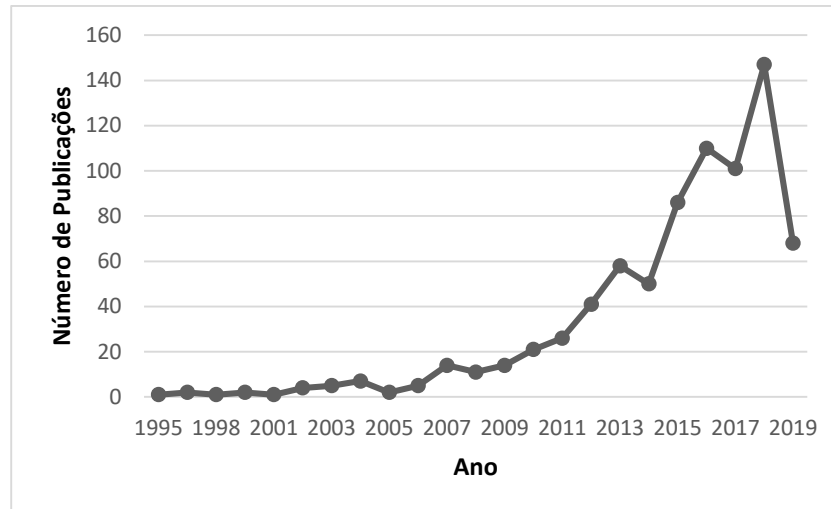


Gráfico 1 - Evolução das publicações ao longo dos anos

Fonte: Autores (2019)

O primeiro artigo publicado tem como título “*Wind Farm Economics*” de Milborrow, D J, uma publicação no periódico *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A-Journal of Power and Energy*.

Pode-se observar que a partir do ano de 2007 o crescimento de publicações sobre o assunto é de forma ascendente com um pico no ano de 2018, o declínio do ano de 2019 se justifica pela pesquisa ter sido realizada no dia 29/06/2019. Mas este ano não foi excluído no espaço temporal total da pesquisa, mantendo o escopo da pesquisa os trabalhos relevantes publicados no ano atual. Logo, estudos sobre energia eólica tem apresentando um interesse cada vez maior por parte de pesquisadores.

A soma de todas as citações dos 777 artigos resulta em 13.606 citações, e com o método do corte encontram-se 84,76% das citações, sendo compostos por artigos que foram citados 16 vezes ou mais, reduzindo a seleção para 241 artigos. A partir destes 241 artigos foi possível identificar os países que mais publicam a respeito do tema (Gráfico 2).

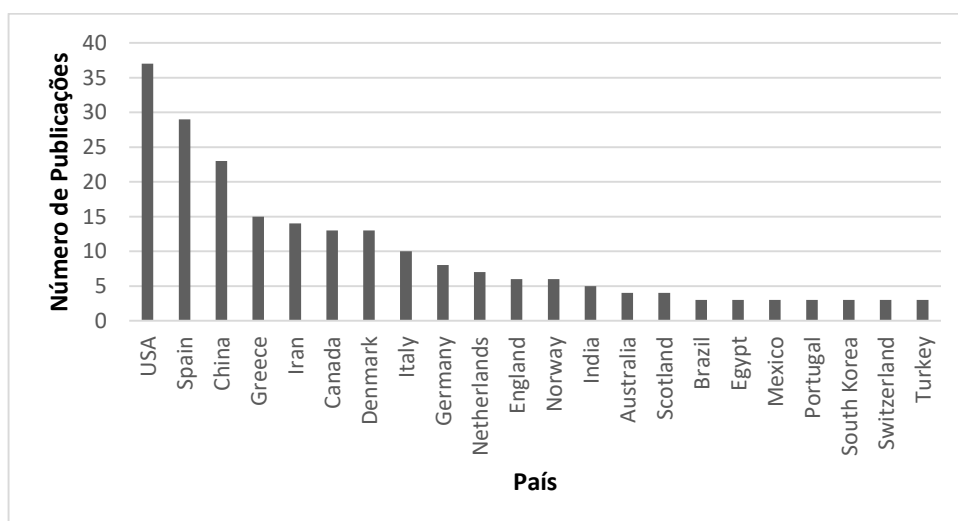


Gráfico 2 - Número de publicações por País

Fonte: Autores (2019)

Pode-se observar que os Estados Unidos é o país que mais vem publicando sobre o tema, 37 publicações, sendo um país avançado em pesquisas científicas. O Brasil também tem sua parcela de contribuição, porém pequena, com o total de 3 publicações.

Uma das formas de avaliar a relevância de um trabalho científico em termos acadêmicos é a análise do periódico onde o trabalho foi publicado, o tema deste estudo possui artigos publicados em várias revistas, cada uma com uma avaliação e temas de pesquisas diferentes (Gráfico 3).

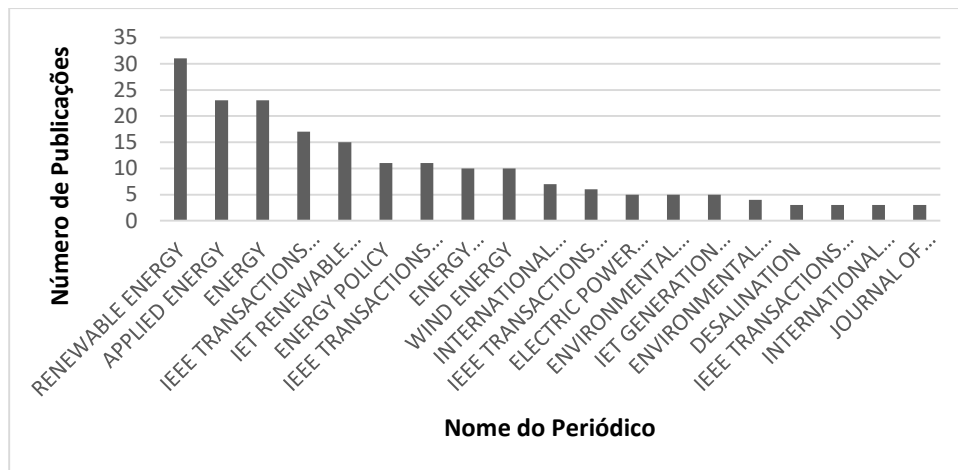


Gráfico 3 - Indicação dos periódicos com seus respectivos números de artigos publicados, apenas os que haviam três ou mais publicações

Fonte: Autores (2019)

O periódico *Renewable Energy* apresentou o maior número de publicações, com 31 publicações, que por sua vez tem fator de impacto 4.9. Seguido das revistas *Applied Energy* (fator de impacto 8.426) e *Energy* (fator de impacto 5.537) com 23 publicações cada uma. De acordo com Strehl (2005), o fator de impacto tem uma grande importância na mensuração da relevância dos periódicos, faz-se uso da plataforma JCR (*Journal Citation Report*) para encontrar esse valor. As publicações puderam ser encontradas em periódicos de diversas áreas, para a apresentação dessas áreas tem-se a Figura 2, que utiliza a ferramenta *Word Cloud* para uma melhor visualização.



Figura 2 - Áreas em que os periódicos foram publicados

Fonte: Autores (2019)

Pode-se observar que as áreas dos periódicos em que mais foram publicados artigos sobre o tema são Energia & Combustíveis, Ciência, Ecologia e Ciências Econômicas. Como mais um refino foi necessário, dentro dos 241 artigos, a um nível de confiança de 90% foi selecionada a amostra de 129 artigos ainda de acordo com a ordem de decrescente de citação, resultando em artigos citados 29 vezes ou mais.

Para se chegar ao portfólio desejado, foram selecionados os artigos publicados nos últimos dez anos (2010-2019), obtendo-se assim 90 artigos restantes. E a partir da leitura dos resumos dos artigos foram excluídos 82, resultando para composição do portfólio 8 artigos como apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Relação dos artigos do portfólio

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano Publicação</b>
<b>Wind plant power optimization through yaw control using a parametric model for wake effects-a CFD simulation study</b>	Gebraad, PMO; Teeuwisse, FW; van Wingerden, JW; Fleming, PA; Ruben, SD; Marden, JR; Pao, LY	2016
<b>Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study</b>	Tegou, LI; Polatidis, H; Haralambopoulos, DA	2010
<b>Study of decision framework of offshore wind power station site selection based on ELECTRE-III under intuitionistic fuzzy environment: A case of China</b>	Wu, YN; Zhang, JY; Yuan, JP; Geng, S; Zhang, HB	2016
<b>A multicriteria decision making approach for evaluating renewable power generation sources in Saudi Arabia</b>	Al Garni, H; Kassem, A; Awasthi, A; Komljenovic, D; Al-Haddad, K	2016
<b>A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities</b>	Rodrigues, M; Montanes, C; Fueyo, N	2010
<b>Wind farm siting using a spatial Analytic Hierarchy Process approach: A case study of the Stadteregion Aachen</b>	Hofer, T; Sunak, Y; Siddique, H; Madlener, R	2016
<b>Climate change impacts on the power generation potential of a European mid-century wind farms scenario</b>	Tobin, I; Jerez, S; Vautard, R; Thais, F; van Meijgaard, E; Prein, A; Deque, M; Kotlarski, S; Maule, CF; Nikulin, G; Noel, T; Teichmann, C	2016
<b>Maximizing the overall production of wind farms by setting the individual operating point of wind turbines</b>	Gonzalez, JS; Payan, MB; Santos, JR; Rodriguez, AGG	2015

Fonte: Autores (2019)

A partir dos artigos selecionados torna-se possível apresentar uma síntese das considerações dos autores destes artigos sobre o tema.

Gebraad et al. (2016), apresentam contribuições para a otimização da energia em uma usina eólica, para isso os autores mostram elementos que devem ser levados em consideração para tal processo de otimização, que por sua vez, se forem considerados na implantação de uma usina a otimização da energia já irá ser significativa desde o início da produção da usina eólica. Os elementos estudados extensivamente são: posição de cada turbina na usina, direção do vento, velocidade do vento, turbulência e estabilidade atmosférica e tipo de turbina (binário do gerador, ângulos de passo das pás ou ângulo de guinada). Gonzalez et al. (2015) possui algumas

semelhanças em pontos citados por Gebraad et al. (2016), porém levam em consideração ponto de operação individual das turbinas eólicas.

Tegou et al. (2010) em estudo para identificar locais com potencial de instalação de parque eólico na Grécia, utilizando um método de análise multicritério mencionou que para tal implantação inclui fatores ambientais, econômicos, restrições sociais, e técnicas. Em sua pesquisa foram identificados critérios de avaliação para a escolha da localidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Critérios de avaliação do artigo de Tegou et al. (2010)

<b>Critério de avaliação</b>	<b>Tipo de Critério</b>
<b>Impacto visual</b>	Ambiental/Social
<b>Visibilidade de assentamentos</b>	Ambiental / Social
<b>Visibilidade de sítios arqueológicos</b>	Ambiental / Social
<b>Valor da Terra</b>	Econômico
<b>Inclinação</b>	Técnico
<b>Cobertura Terrestre</b>	Ambiental
<b>Potencial Eólico</b>	Técnico
<b>Distância da rede elétrica</b>	Econômico
<b>Distância da rede rodoviária</b>	Econômico
<b>Demanda de eletricidade</b>	Ambiental

Fonte: Adaptado de Tegou et al. (2010)

Wu et al. (2016) também utiliza um método de análise multicritério, porém com foco em instalações offshore que envolvem recursos eólicos, condições de construção e manutenção, condições de suporte em terra, impactos ambientais, benefícios econômicos e sociais. A Tabela 3 mostra os critérios estabelecidos por esses autores.

Tabela 3 - Critérios de avaliação do artigo de Wu et al. (2016)

<b>Recursos Eólicos</b>	<b>Condições de construção e manutenção</b>	<b>Condições de suporte em terra</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Econômico</b>	<b>Benefícios sociais</b>
Velocidade do vento e seu status de distribuição	Condições meteorológicas	Condição de tráfego	Impacto ambiental marinho	Investimento total	Emprego
Densidade da energia eólica	Condições marinhas	Sistema de transmissão e distribuição elétrica	Coordenação da vida marinha	Período total de retorno do projeto	Beneficie-se do clima de neblina
Horas efetivas de vento	Condição geológica submarina	Distância para carregar centro	Coordenação de aves	Proporção esperada de B / C	
Cisalhamento do vento	Profundidade da água do mar, distância da costa e largura da praia			Custos de operação e manutenção	
Turbulência				Subsídios financeiros locais	

Fonte: Adaptado de Wu et al. (2016)

Al Garni et al. (2016) utilizaram a análise multicritério em sua pesquisa também, desta vez foi a respeito da avaliação da geração de energia renovável na Arábia Saudita de cinco fontes diferentes, dentre elas a eólica. Como os critérios utilizados foram para a geração de energia, estes são considerados importantes na implantação de uma usina, como fatores sócio-políticos, técnicos, econômicos e ambientais.



Para Rodrigues et al. (2010), para grandes penetrações de tecnologias renováveis, como a energia eólica, o impacto visual geral pode ser substancial e pode provocar uma reação do público, ou seja, um fator de fundamental importância quando for fazer a implantação de um parque eólico.

Hofer et al. (2016), também numera critérios para determinar o potencial de um parque eólico, porém, na Alemanha, e são eles: Potencial de energia eólica/Velocidade do vento; Distância da rede rodoviária; Distância da rede elétrica; Declive do terreno; Distância das áreas urbanas; Distância dos locais de interesse; Distância de ambientes naturais; Tipo de cobertura do solo; e Arquitetura da paisagem.

Tobin et al. (2016), por sua vez consideram dois pontos importantes em seus estudos, as projeções climáticas da região e a força do vento. Pois apontam que o recurso de energia eólica está sujeito a mudanças no clima, dessa maneira, investigam os impactos da mudança climática sobre futuro potencial europeu de geração de energia eólica.

Assim, tendo como base as considerações coletadas nos artigos que compuseram o portfólio, foi possível elaborar uma Matriz SWOT (Tabela 4), com informações pertinentes, avaliando dessa forma os pontos positivos e negativos para a continuação da pesquisa com foco no tema abordado. Com a Matriz SWOT torna-se possível identificar as forças e as fraquezas que são fatores internos, e oportunidades e ameaças que são fatores externos, de modo a visualizar vantagens, desvantagens, contribuições para se concretizar os objetivos e prejudiciais para a execução destes.

Tabela 4 - Matriz SWOT elaborada com base nas informações coletados pelos artigos

<b>Positivo</b>	<b>Negativo</b>
<b>Forças</b>	<b>Fraquezas</b>
- Fonte renovável e limpa; - Escolha de uma melhor localização para implantação de um parque eólico.	- Dar importância maior em fatores técnicos e econômicos do que fatores ambientais e sociais.
<b>Oportunidades</b>	<b>Ameaças</b>
- Possibilidade de reduzir impactos ambientais, sociais e econômicos; - Possibilidade de estudos para outros tipos de geração e para usinas híbridas.	- Carência de estudos sobre fatores sociais.

Fonte: Autores (2019)

#### 4 CONCLUSÃO

Com a pesquisa bibliométrica realizada na plataforma *Web of Science*, foi possível identificar o crescimento da produção científica a respeito de fatores que influenciam na implantação de parques eólicos, e ainda gerar um portfólio para ser a base teórica deste estudo e de futuras pesquisas.

Verifica-se ainda que em sua maioria as publicações são na área de energia, que vem ganhando seu espaço em diversas discussões e estudos, seja voltada para área técnica, ambiental, econômica ou social.

Assim, esta pesquisa utilizou apenas uma base de dados (*WOS*), por se tratar de uma base completa e rica em trabalhos acadêmicos, utilizada por diversos países do globo, mas sugere-se que outras bases de dados sejam utilizadas para que seja possível uma comparação com outros estudos bibliométricos em outros idiomas.

Conclui-se assim que o estudo trouxe à tona a importância do tema abordado sob diferentes óticas, podendo identificar e listar os fatores que podem contribuir com outros estudos acadêmicos ou projetos reais de implantações de parques eólicos, gerando assim uma maior construção do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. **Boletim anual e geração eólica 2018**. São Paulo, 2018.

AL GARNI, H.; KASSEM, A.; AWASTHI, A.; KOMLJENOVIC, D.; AL-HADDAD, K. A multicriteria decision making approach for evaluating renewable power generation sources in Saudi Arabia. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, v. 16, p. 137-150, 2016.

AMARANTE, O. A. C.; BROWER, M.; ZACK, J.; DE SÁ, A. L. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001. 45 p.

BARBETTA, P. A. **Estatística Aplicada Às Ciências Sociais**. 7ª Ed. Florianópolis: Editora UFSC. 2007.

CAY, T.; UYAN, M. Evaluation of reallocation criteria in land consolidation studies using the Analytic Hierarchy Process (AHP). **Land Use Policy**, v. 30, n. 1, p. 541- 548, 2013.

COSTA, A. O.; OLIVEIRA, L. B.; LINS, M. P. E.; SILVA, A. C. M.; ARAÚJO, M. S. M.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. Sustainability analysis of biodiesel production: A review on different resources in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 27, p. 407–412, 2013.

DUPONT, W. D.; PLUMMER, W. D. Power and sample size calculations: a review and computer program. **Controlled clinical trials**, v. 11, n. 2, p. 116-128, 1990.

FEINBERG, J. **Wordle-beautiful word clouds**.2009.

GEBRAAD, P. M. O.; TEEUWISSE, F. W.; VAN WINGERDEN, J. W.; FLEMING, P. A.; RUBEN, S. D.; MARDEN, J. R.; PAO, L. Y. Wind plant power optimization through yaw control using a parametric model for wake effects-a CFD simulation study. **Wind Energy**, v. 19, n. 1, p. 95-114, 2016.

GONZALEZ, J. S.; PAYAN, M. B.; SANTOS, J. R.; RODRIGUEZ, A. G. G. Maximizing the overall production of wind farms by setting the individual operating point of wind turbines. **Renewable Energy**, v. 80, p. 219-229, 2015.

HDIDOUAN, D; STAFFELL, I. The impact of climate change on the levelised cost of wind energy. **Renewable Energy**, v. 101, p. 575-592, 2017.

- HOFER, T.; SUNAK, Y.; SIDDIQUE, H.; MADLENER, R. Wind farm siting using a spatial Analytic Hierarchy Process approach: A case study of the Stadteregion Aachen. **Applied Energy**, v. 163, p. 222-243, 2016.
- LACERDA, R. T. O.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho. **Gestão & Produção**, v. 19, n. 1, 2012.
- MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 1-13, 2008.
- MILBORROW, D. J. Wind Farm Economics. **Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A-Journal of Power and Energy**, v. 209, n. 3, p. 179-184, 1995.
- PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 6, p. 1082-1100, 2017.
- RODRIGUES, M.; MONTANES, C.; FUEYO, N. A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 30, n. 4, p. 240-246, 2010.
- SCHMIDT, J.; CANCELLA, R.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. An optimal mix of Schmidt PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v. 85, p. 137-147, 2016.
- SILVA, N. F.; ROSA, L. P.; ARAÚJO, M. R. The utilization of wind energy in the Brazilian electric sector's expansion. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.9, p. 289-309, 2005.
- SOUZA, C. D. A organização do conhecimento: Estudo bibliométrico da base de dados ISI Web of Knowledge. **Biblios: Journal of Librarianship and Information Science**, [s.l.], n. 51, p. 20-32, 4 jul. 2013.
- STREHL, L. O fator de impacto do ISI e a avaliação da produção científica: aspectos conceituais e metodológicos. **Ciência da informação**. Brasília. Vol. 34, n. 1 (jan./abr. 2005), p. 19-27, 2005.
- TEGOU, L. I.; POLATIDIS, H.; HARALAMBOPOULOS, D. A. Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study. **Journal Of Environmental Management**, v. 91, n. 11, p. 2134-2147, 2010.
- TOBIN, I.; JEREZ, S.; VAUTARD, R.; THAIS, F.; VAN MEIJGAARD, E.; PREIN, A.; DEQUE, M.; KOTLARSKI, S.; MAULE, C. F.; NIKULIN, G.; NOEL, T.; TEICHMANN, C. Climate change impacts on the power generation potential of a European mid-century wind farms scenario. **Environmental Research Letters**, v. 11, n. 3, 2016.
- VIEGAS, F. B.; WATTENBERG, M.; FEINBERG, J. Participatory visualization with wordle. **IEEE Trans. Vis. & Comp. Graphics**, 15(6), 2009. doi: 10.1109/TVCG.2009.171.
- WU, Y. N.; ZHANG, J. Y.; YUAN, J. P.; GENG, S.; ZHANG, H. B. Study of decision framework of offshore wind power station site selection based on ELECTRE-III under intuitionistic fuzzy environment: A case of China. **Energy Conversion and Management**, v. 113, p. 66-81, 2016.

## **CAPÍTULO 2**

### **POTENCIAL REGIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DE PARQUES EÓLICOS: UMA ABORDAGEM POR MEIO DO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS***

*REGIONAL POTENTIAL FOR WIND FARM IMPLEMENTATION: AN APPROACH  
THROUGH THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*

**Potencial regional para implantação de Parques Eólicos: Uma abordagem por meio do *Analytic Hierarchy Process***

Vanielle Aparecida do Patrocínio Gomes<sup>a\*</sup> and Rodrigo Randow de Freitas<sup>b</sup>

<sup>a b</sup> *Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus, Brazil*

E-mail: \* vaniellea.gomes@hotmail.com

## **Potencial regional para implantação de Parques Eólicos: Uma abordagem por meio do *Analytic Hierarchy Process***

A energia eólica está desempenhando um papel fundamental na matriz energética do Brasil, um dos motivos é que o país possui características que contribuem para esse tipo de energia, em especial o regime de ventos. A região nordeste brasileira atualmente é onde se concentra o maior número de parques eólicos, porém o litoral do Estado do Espírito Santo possui potencial eólico instalável e não conta com nenhum parque eólico instalado. Assim, o objetivo deste estudo é analisar o potencial dos municípios de Linhares, São Mateus e Conceição da Barra, localizados na região norte do estado, de receberem a implantação de parques eólicos, a fim de hierarquiza-los quanto a sua capacidade e potencial desenvolvimento perante a atividade, quando comparados entre si. Para isso foi utilizado um método de análise multicritério para a tomada de decisão, *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Os resultados apontaram que devido a importância que os pesquisadores deram ao indicador ambiental, o município de Linhares sobressaiu-se à ordem prioritária do objetivo de definir o local no norte do estado do Espírito Santo com maior potencialidade de implantação de um parque eólico, por apresentar dados quantitativos relacionados a esse indicador superiores aos demais municípios.

Palavras-chave: AHP; Espírito Santo; multicritério; energia eólica

Wind energy is playing a fundamental role in Brazil's energy matrix, one reason is that the country has characteristics that contribute to this type of energy, especially the wind regime. Currently, the northeast region of Brazil is where the largest number of wind farms is concentrated, but the coast of the state of Espírito Santo has installable wind potential and does not have any installed wind farms. Thus, the objective of this study is to analyze the potential of the municipalities of Linhares, São Mateus and Conceição da Barra, located in the northern region of the state, to receive the implementation of wind farms, in order to rank them according to their capacity and potential development before the activity, when compared to each other. For this, a multicriteria analysis method for decision making was used, *Analytic Hierarchy Process* (AHP). The results showed that, due to the importance that the researchers gave to the environmental indicator, the municipality of Linhares stood out from the priority order of defining the location in the north of the state of Espírito Santo with the greatest potential for setting up a wind farm, for presenting quantitative data related to this indicator higher than the other municipalities.

Keywords: AHP; Espírito Santo; multicriteria, wind energy

## Introdução

Energia é um termo amplo, em que eletricidade ou energia elétrica pode ser considerada como uma das diversas formas de energia encontrada na natureza (Chaves & Tosta, 2016). As fontes de energia podem ser classificadas como primárias ou secundárias, sendo que as primárias podem ser classificadas como não renováveis ou renováveis. Como apresenta Guerra et al. (2015), as fontes de energia renováveis são as que menos degradam o meio ambiente.

Globalmente, quando se busca por fontes alternativas energéticas, devido ao impacto ambiental proveniente das fontes tradicionais, destaca-se a eólica, a energia proveniente dos ventos (García-Martos et al., 2015, Chaves & Tosta, 2016). No Brasil, a energia eólica está em franca expansão, sendo considerada atualmente uma fonte consolidada, tendo papel fundamental na matriz energética brasileira e sendo a segunda maior fonte de energia no país (Abeeólica, 2020, Soares, 2020).

O cenário brasileiro é promissor para esse tipo de energia, com ventos estáveis, intensidade certa e sem severas mudanças de velocidade ou de direção. Em 2018, considerando todas as fontes de geração de energia elétrica, 6,37 GW de potência foram instalados, sendo 30,42% de participação da fonte eólica (1,94 GW), com 75 novos parques eólicos, colando o Brasil em 5º lugar no *ranking* mundial de capacidade eólica nova no referido ano. Os Estados brasileiros com maior geração de energia a partir dos ventos estão localizados na região Nordeste. Já a região Sudeste, por sua vez, registrou 0,05 TWh de geração, que apresenta 0,1% da energia gerada em 2018, sendo que apenas o Estado do Rio de Janeiro apresenta geração eólica de usinas em operação comercial (Abeeólica, 2019).

O Espírito Santo, Estado alvo deste estudo, importa 67% da energia que consome e 60% de sua capacidade de geração advém da fonte térmica (Amarante et al., 2009), possui potencial eólico instalável de 129 MW em alturas de 50 m, 448 MW em alturas de 75 metros e 1.143 MW em alturas de 100m (Tolmasquim, 2016). Entretanto, mesmo com tal potencial existente,

poucos são os estudos realizados para verificar a real capacidade de captação da energia proveniente dos ventos, considerando os diversos benefícios que a fonte eólica apresenta.

Como a grande contribuição dessa fonte de energia são os ventos, verifica-se que as regiões com ventos médios anuais mais intensos no Espírito Santo encontram-se nos litorais sul e centro-norte (Amarante et al., 2009).

Corroborando, Machado et al. (2017) mencionam que a implantação de um parque eólico poderia contribuir para o meio ambiente, reduzir a emissão dos gases de efeito estufa, além de não gerar resíduos e gerar investimentos em locais desfavorecidos. Tem-se assim que a implantação dos aerogeradores seria umas das opções mais viáveis na competição em termos de rentabilidade com as fontes energéticas tradicionais.

Assim, analisando o cenário energético no estado foi possível identificar, com o auxílio de um método de tomada de decisão ou método de análise multicritério, o potencial dos municípios de receber parques eólicos, limitando o estudo ao litoral norte do estado. Para isso, dentre os métodos de análise multicritério, destaca-se o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), que é o mais utilizado e difundido globalmente. Este método foi desenvolvida na década de 1970 por Thomas L. Saaty, nos Estados Unidos (Saaty, 1977).

Assim, com a análise do panorama energético brasileiro e especificamente o potencial eólico capixaba, este estudo tem como objetivo analisar o potencial dos municípios litorâneos do norte do estado do Espírito Santo (Linhares, São Mateus e Conceição da Barra), para receberem a implantação de parques eólicos, com o intuito de hierarquizar tais municípios quanto a sua capacidade e potencialidade de desenvolvimento perante a atividade, quando comparados entre si.



### **Referencial Teórico Específico**

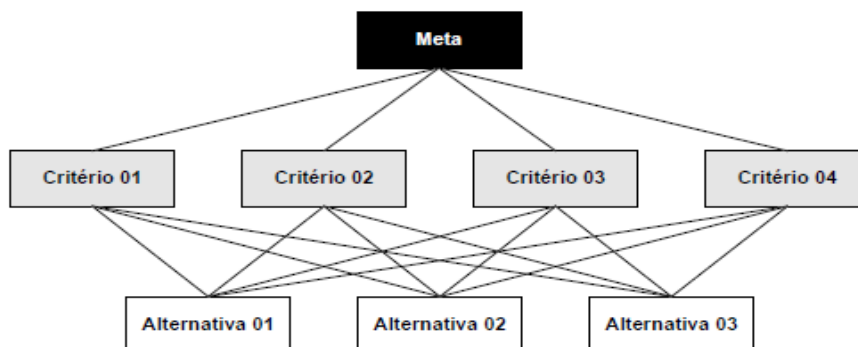
Os métodos de Análise de Decisão Multicritérios (*Multi-Criteria Decision Analysis - MCDA*) são parte importante da Pesquisa Operacional (PO) (Della Bruna Júnior et al., 2014), que segundo Zahedi (1986), são adequados para auxiliar na tomada de decisões complicadas e evasivas, levando a aplicações em áreas altamente diversas e com uma ampla literatura.

Marttunen et al. (2017) mencionam os principais métodos de MCDA, são eles: *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Analytic Network Process (ANP)*; *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, *Elimination Et Choix Traduisant la REalité - Elimination and Choice Expressing Reality (ELECTRE)*, *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH)*, *Multi-Attribute Value Theory/Analysis - including e.g. MACBETH, Simple Added Weighting (MAVT, MAVA)* e *Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE)*.

Sendo que para este estudo, dentre os métodos MCDA, foi utilizado o método AHP, em que são consideradas variáveis ou critérios para a priorização e seleção de alternativas (Vargas, 2010, Madeira et al., 2019). Tal método foi escolhido por ser apontado como o mais utilizado, com sua base na matemática e psicologia, possuindo vantagem sobre os demais MCDA's, como mencionam Zyoud e Fuchs-Hanusch (2017).

Tal método se preocupa em decompor um problema complexo em uma hierarquia, que consiste em agrupamentos e cada qual é decomposto em sub-agrupamentos representados em níveis inferiores (Saaty & Vargas, 1979) (Figura 3), em que no primeiro nível encontra-se o objetivo ou meta de decisão, passando por critérios (podendo haver subcritérios) e alternativas em sucessivos níveis, fazendo com que esta última tenha uma ordem prioritária.

Figura 3. Modelo de estrutura hierárquica do AHP



Fonte: Vargas (2010)

Para que as alternativas sejam colocadas em ordem prioritária, são utilizados julgamentos de pesquisadores da área ou contexto, com a construção de matrizes e comparação par a par, como propõe o método (Morimoto & Oliveira, 2019). Para isso, utiliza-se a Escala Numérica de Saaty, que de acordo com Vargas (2010) é a mais utilizada, em que se atribui valores de 1 a 9, determinando a importância relativa de um item em relação ao outro, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5. Escala Fundamental de Saaty

Intensidade da Importância/Preferência	Definição	Explicação
1	Igualmente importante/preferível	Os dois fatores são igualmente importantes/preferíveis
3	Importância/Preferência moderada	Importância/Preferência moderada por um dos fatores
5	Importância/Preferência forte	Importância/Preferência forte por um dos fatores
7	Importância/Preferência muito forte	Importância/Preferência muito forte por um dos fatores
9	Importância/Preferência absoluta	Importância/Preferência absolutamente maior por um dos fatores
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	

Fonte: Adaptado de Saaty e Vargas (1979)

A matriz de julgamentos obtida por meio da utilização da Escala de Saaty (Tabela 5) utiliza a teoria da matriz Recíproca (Figura 4), como apresenta Gomes et al. (2016), onde  $n$  é o

número de elementos da matriz;  $a_{ij} > 0 \rightarrow$  positiva,  $a_{ij} = 1 \therefore a_{ji} = 1$  e  $a_{ij} = 1/a_{ji} \rightarrow$  recíproca.

Figura 4. Matriz de julgamentos

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Fonte: Saaty (1977) e Gomes et al. (2016)

Após a atribuição dos pesos de cada julgador, faz-se necessário verificar se existe algum desvio entre as comparações, como Saaty (1990) sugere, calcula-se a razão de consistência (*Consistency Ratio* - CR), que é obtida através da Equação 2:

$$CR = \frac{IC}{IR} \quad (2)$$

Sendo que IC é o Índice de Consistência, dado por  $\frac{(\lambda_{máx.} - n)}{(n-1)}$ , em que  $\lambda_{máx.}$  é o maior

autovalor da matriz de julgamentos. IR é o Índice Randômico, padronizado e dependente da ordem  $n$  da matriz conforme a Tabela 6 (Alkharabsheh et al., 2019, Saaty, 1977). Caso CR seja significativamente pequena, ou seja, cerca de 20% ou menos, o julgamento é aceito (Saaty, 2001), se essa condição não for satisfeita deve-se refazer ou descartar a avaliação.

Tabela 6. Índice Randômico

<b>n</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>IR</b>	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45

Fonte: Adaptado de Alkharabsheh et al. (2019) e Saaty (1977)

Para a realização do teste, como na metodologia apresentada por Gomes et al. (2016), as matrizes são submetidas ao cálculo do autovalor máximo ( $\lambda_{máx.}$ ), dado pela Equação 3, em que  $T$  é o somatório das colunas das matrizes e  $w$  é o autovetor normalizado.

$$\lambda_{máx.} = T \cdot w \quad (3)$$

Assim, para cada matriz de julgamento o cálculo do autovetor faz-se necessário, sendo este estimado pela média geométrica de cada uma das linhas das matrizes, e a seguir deve-se realizar a normalização.

Por fim, o resultado dos passos citados é um *ranking* com os pesos para cada uma das alternativas avaliadas, assim, o tomador de decisão terá como base os pesos das alternativas para fazer a melhor escolha (Corsi et al., 2020).

## **Materiais e Métodos**

São estudados os três municípios litorâneos da região norte do estado do Espírito Santo: Linhares, São Mateus e Conceição da Barra. Tais municípios foram definidos por suas características, proximidade e posição geográfica no estado.

Quanto à metodologia utilizada, tem-se a aplicação do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), adotado na integração e análise de dados coletados. Assim, foi definido o problema a ser estudado e estruturada a hierarquia de decisão a partir de uma busca inicial na literatura sobre o tema e o estudo bibliométrico de Gomes e Freitas (2019) (Capítulo 1). Para obter-se os níveis intermediários da estrutura, foi elaborada uma planilha (APÊNDICE A), em que os dados quantitativos a respeito de cada município em estudo foram coletados, também por meio de bibliografias já publicadas.

A fim de se definir o município no litoral norte do estado do Espírito Santo com maior potencial de receber a implantação de um parque eólico, o estudo abordou indicadores, critérios e subcritérios, criando assim um índice de potencialidade (Gomes et al., 2016). Cada uma das abordagens citadas consiste em uma composição de seu nível subsequente, sendo assim, informações coletadas para os subcritérios deram suporte para a formação dos critérios, que por sua vez formaram os indicadores, e a média dos dados obtidos para os indicadores passaram a caracterizar um índice.

Com a estrutura hierárquica (Figura 5) definida foi elaborada a matriz de comparação par a par, que foi enviada, em forma de questionário, aos pesquisadores de área. Tal matriz é composta pelos indicadores identificados, sendo que estes foram julgados quando à sua importância.

Com a matriz elaborada, optou-se por realizar um teste, que tem como característica o caráter experimental e é aplicado em uma amostra pequena de participantes (Muriuci et al., 2012). O teste é considerado fundamental para um trabalho de pesquisa, para que a população alvo tenha contato com as questões e possibilitando que o pesquisador se certifique que haja o entendimento e interpretação correta pelos indivíduos (Britol & Magalhães, 2017).

Chaer et al. (2011) também recomendam a realização de um teste, antes que o questionário de uma pesquisa seja aplicado, tal teste consiste na aplicação de 10 a 20 questionários de maneira que as respostas obtidas mostrem ao pesquisador se suas perguntas foram formuladas com sucesso.

Assim, o referido teste foi realizado com um público de 10 indivíduos. Os questionários foram enviados via e-mail para 6 pessoas do sexo feminino e 4 pessoas do sexo masculino, com idades entre 18 e 40 anos, de 6 municípios diferentes localizados no estado do Espírito Santo, com prazo máximo de resposta de 5 dias corridos a partir do recebimento do e-mail. Estes indivíduos foram determinados por acessibilidade/proximidade com os autores e também com alguma experiência anterior com o método AHP. Nesta fase, os indivíduos selecionados responderam ao questionário utilizando a Escala Fundamental de Saaty, proposta pelo método AHP, para fazerem seus julgamentos quanto a importância dos indicadores que compõem a estrutura hierárquica, comparando-os par a par (Saaty & Vargas, 1979).

Finalizado o teste, listou-se os pesquisadores da área de estudo que receberam o questionário e realizaram os julgamentos utilizados na aplicação do método AHP deste estudo. Assim, um número predeterminado de 20 pesquisadores especialistas da área de estudo, cujos

nomes serão mantidos no anonimato, receberam o questionário (APÊNDICE B) via e-mail, no dia 15 de abril de 2020, tendo estes o prazo máximo de 30 dias para responder e encaminhar para o mesmo e-mail recebido o questionário devidamente preenchido.

Os pesos atribuídos por cada pesquisador foram transferidos para a matriz de julgamento e realizou-se o teste de inconsistência de cada matriz, sendo calculada a Razão de Consistência (CR) para cada uma delas (Saaty, 2001). Descartou-se as respostas dos entrevistados que atingiram níveis superiores a 20% de inconsistência.

Todos os cálculos utilizados foram realizados com o auxílio de uma planilha eletrônica e foi utilizado, ainda, o *software Expert Choice Trial* para auxiliar na mensuração dos julgamentos, na realização da verificação do índice de inconsistências e apresentar a ordem de priorização das alternativas. Este *software* é reconhecido internacionalmente para análises envolvendo o método AHP, desenvolvido por Thomas L. Saaty, quando em 1983 se uniu a Ernest Forman, professor da George Washington University, para fundar a empresa ExpertChoice® (Moraes & Santaliestra, 2007, Silva Júnior et al., 2015).

Ao concluir os testes de inconsistência, realizou-se uma análise para estabelecer a ordem prioritária dos municípios quanto ao potencial de implantação de parques eólicos, para assim responder ao objetivo inicial descrito no primeiro nível da estrutura hierárquica. As informações numéricas obtidas a respeito de cada indicador foram normalizadas e seus respectivos pesos relativos (importância) também.

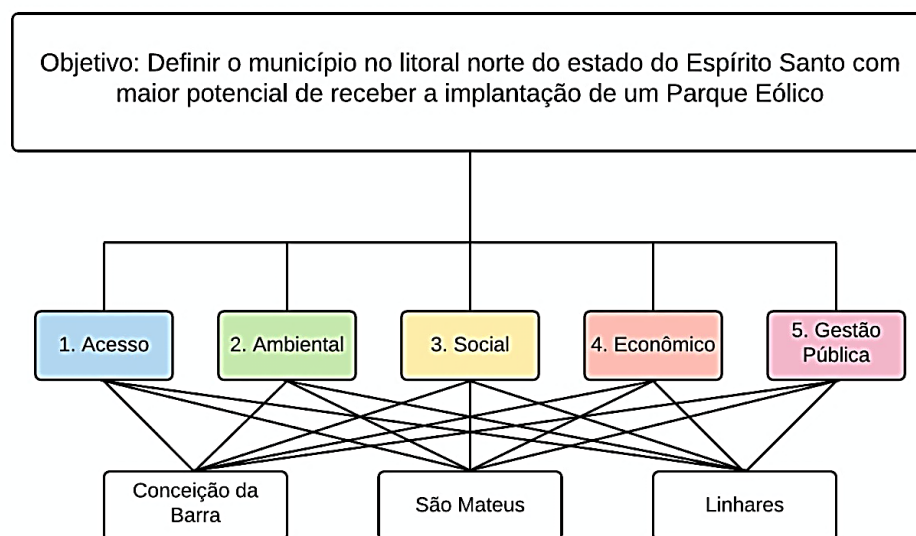
Importante mencionar que, para chegar à priorização final, realizou-se a multiplicação dos dados quantitativos normalizados pelas importâncias normalizadas e foi calculada a soma dos valores obtidos para cada município, resultando no índice de potencialidade de cada município de receber a implantação de um parque eólico (Gomes & Freitas, 2018, Gomes et al., 2016, Julio et al., 2016).

O município com maior índice de potencialidade será apresentado em forma de mapa temático, apresentando locais propícios a receber um parque eólico. O mapa é constituído de camadas de mapas individuais considerando regime de ventos, corpos hídricos, vias públicas, áreas edificadas e populosa, áreas de proteção ambiental, reservas biológicas, subestação de petróleo e gás e torres anemométricas instaladas. Tais camadas foram submetidas ao geoprocessamento no software QGIS (ver.3.16.4).

### Resultados e Discussão

A partir do estudo bibliométrico de Gomes e Freitas (2019) (Capítulo 1) foi desenvolvida a estrutura hierárquica proposta pelo AHP, com a definição do objetivo geral (nível 1), dos indicadores (nível 2), dos critérios (nível 3), subcritérios (nível 4) e por fim das alternativas (nível 5). A Figura 5 apresenta a estrutura hierárquica deste estudo, devido ao extenso número de critérios e subcritérios estes não estão apresentados, mas podem ser visualizados na planilha completa elaborada no APÊNDICE A, que conta ainda com os dados quantitativos a respeito de cada município em estudo que foram coletados.

Figura 5. Estrutura Hierárquica – AHP



Fonte: Autores (2019).

Com a estrutura hierárquica já definida, a matriz de comparação par a par apresentada na Figura 6 foi elaborada, e enviada para 10 indivíduos selecionados para o teste em forma de questionário, apresentado no APÊNDICE B, via e-mail. Estes, por sua vez, responderam ao questionário atribuindo pesos, como proposto por Saaty e Vargas (1979).

Figura 6. Matriz de comparação par a par

<b>Matriz de importância relativa entre indicadores</b>	1. Acesso	2. Ambiental	3. Social	4. Econômico	5. Gestão Pública
1. Acesso	1				
2. Ambiental		1			
3. Social			1		
4. Econômico				1	
5. Gestão Pública					1

Fonte: Autores (2019).

Após receber as respostas do teste, pode-se constatar que o método foi bem compreendido pelos indivíduos participantes, que responderam os questionários corretamente, sem dúvidas e incertezas. Então, o questionário foi enviado para os 20 especialistas que pesquisam, compreendem ou trabalham com energia eólica. Tais indivíduos, já listados e mantidos anônimos, tiveram até o dia 15 de maio de 2020 para enviarem suas respostas, também via e-mail. Considerando os 20 e-mails enviados, 5 deles não chegaram aos destinatários, reportando o erro de e-mail inexistente. Até a data estipulada foram recebidos 12 questionários respondidos, sendo considerado um número de amostra válida para a análise considerando a expressão apresentada na Equação 1 em Gomes e Freitas (2019) (Capítulo 1). Foi considerado um erro amostral aceitável de 10%, como não se tem uma previsão estimada utiliza-se o valor de 50% e o nível de confiança utilizado foi de 90%, sendo 12 o número aceito e consistente estatisticamente para a análise.

Ao transferir os dados dos questionários recebidos pelos pesquisadores para a matriz de julgamento, foi realizado o teste de inconsistência de cada matriz. Optou-se por descartar as respostas dos pesquisadores que atingissem níveis superiores a 20% de inconsistência, como



proposto por Saaty (2001), mas todas as matrizes apresentaram valores inferiores ao estabelecido para descarte.

A comparação paritária de um dos pesquisadores pode ser encontrada na Figura 7, em que cada indicador foi comprado par a par. Para essa matriz de julgamentos segue o teste de inconsistência aplicado (Tabela 7).

Figura 7. Matriz de julgamentos/comparação entre indicadores.

<b>Matriz de importância relativa entre indicadores</b>	Acesso	Ambiental	Social	Econômico	Gestão Pública
Acesso	<b>1</b>	<b>1/3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Ambiental	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Social	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Econômico	<b>1/3</b>	<b>1/5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Gestão Pública	<b>1</b>	<b>1/5</b>	<b>1/3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fonte: Autores (2020)

Assim como no estudo de Duleba (2020), a matriz de comparação é da ordem 5 x 5, que segundo o autor trata-se de um preenchimento toleravelmente consistente, que requer um esforço cognitivo significativo por parte de pesquisadores que não sejam especialistas da área.

Tabela 7. Teste de inconsistência

	<b>Autovetor</b>	<b>Autovetor normalizado (w)</b>	<b>Somatório das colunas (T)</b>	<b><math>\lambda_{\max}</math> (T.w)</b>	<b>IC</b>	<b>IR</b>	<b>RC</b>
<b>1</b>	1	0,162	6,33	1,023			
<b>2</b>	2,371	0,383	2,73	1,047			
<b>3</b>	1,246	0,201	4,33	0,872			
<b>4</b>	0,582	0,094	11	1,034			
<b>5</b>	0,582	0,094	11	1,064			
<b>TOTAL</b>	<b>6,189</b>	<b>1,000</b>	<b>35,4</b>	<b>5,011</b>	<b>0,002856</b>	<b>1,12</b>	<b>0,00255</b>

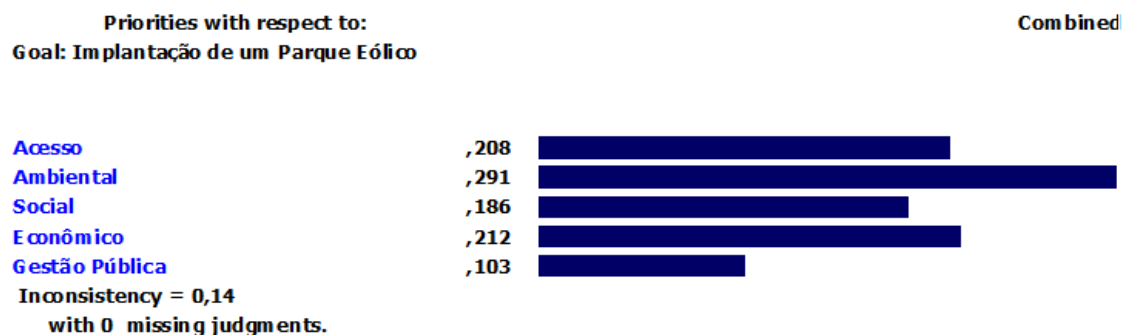
Fonte: Autores (2020)

Com isso, o cálculo dos autovetores permitiu obter os pesos para cada indicador em relação as alternativas, de acordo com Lisboa e Waisman (2003). Assim, cada indicador apresenta um peso relativo, encontrado por meio da normalização de seus autovetores, onde foi considerada a media aritmética das 12 matrizes respondidas.

Com relação aos indicadores, segundo o julgamento dos pesquisadores, o que possui maior peso é o indicador ambiental com 28,92%, seguido dos indicadores econômico, acesso, social e gestão pública, com os respectivos pesos: 22,77%, 21,80%, 17,42% e 9,09%. Javarini et al. (2021) analisando a aplicação do método AHP em indicadores de potencialidade na implantação de parques eólicos, também obteve o indicador ambiental como o mais importante, ocupando o primeiro lugar no *ranking* de priorização, considerando a opinião de pesquisadores devido à sua qualidade ambiental.

Como mencionado, foi utilizado o *software Expert Choice Trial*, que possibilitou, a partir dos julgamentos, a hierarquização indicadores considerados, como apresentado na Figura 8.

Figura 8. Priorização dos indicadores



Fonte: Autores (2020)

Como pode-se observar, a hierarquização dos indicadores que foi obtida por meio da planilha eletrônica confirmou-se com a hierarquização apresentada pelo *software Expert Choice Trial*.

No presente estudo, os critérios que compõem o indicador ambiental se dividem em impactos ambientais e as condições do ambiente. Dessa forma, esperava-se que o maior peso fosse reportado ao indicador ambiental, pelo fato de um dos critérios que o compõe ser o VENTO, elemento chave para que haja a geração da energia eólica, e influenciado por

diferentes aspectos, entre os quais se destacam a altura, a rugosidade, os obstáculos e relevo (Cresesb, 2008). Tem-se, então, que foi o resultado obtido (Figura 8).

Javarini et al. (2021), assim como neste estudo, também se deparou com a importância do vento em sua hierarquização, visto que este critério também ocupou o primeiro lugar em seu teste, considerando que ao mencionar o vento considera-se também fatores como a direção, turbulência e velocidade do vento. Tais fatores podem ser, ainda, encontrados e discutidos em estudos de Gebraad et al. (2016), Hofer et al. (2016), Tobin et al. (2016), Wu et al. (2016) e Tegou et al. (2010), que trazem à tona questões de implantação e potencial de parques eólicos. Catherine Do et al. (2019) traz o critério vento que vem impactando não apenas no indicador ambiental, mas também no indicador econômico, visto que segundo os autores, os três fatores principais que impulsionam os preços extremos da energia eólica são persistência de preços, demanda esperada e a produção de vento esperado.

Mas, considerando os critérios relacionados aos impactos ambientais ocasionados pelos parques eólicos, tem-se que apesar de todos os benefícios dos parques no aumento da qualidade do meio ambiente em um nível global, existem certos impactos ambientais negativos de nível micro (específico do local) (Josimovic et al., 2021), como remoção da vegetação, erosão do solo, poluição visual, poluição sonora, impactos sobre a fauna e a flora (Javarini *et al*, 2021).

Autores como Phylip-Jones e Fischer (2015), Gorayeb et al. (2018), Dai et al. (2015), Brannstrom et al. (2017) e Saidur et al. (2011) contribuíram significativamente na identificação dos impactos relevantes que os parques eólicos podem ter sobre o meio ambiente e sobre os aspectos socioeconômicos (indicadores abordados deste estudo), incluindo medidas e estratégias de mitigação destes impactos.

Verifica-se que esses três indicadores mencionados compõem as dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômico e social), sendo considerados importantes em diversos estudos que envolvem o método AHP em diversas áreas, como mostra Gómez-Navarro et al.

(2017) em sua pesquisa que utiliza o AHP para priorizar os critérios de avaliação e as empresas quanto ao valor de mercado, se depara com aspectos ambientais, econômicos e sociais.

A importância do indicador ambiental, e sua posição no *ranking* de priorização é amplamente discutida na literatura. Tem-se que o indicador econômico, que ocupa a 2ª posição no *ranking*, considera a condição econômica atual do local que irá receber o parque e o impacto que este pode gerar, se o investimento é viável e se o retorno será benéfico (Javarini et al., 2021).

O indicador acesso, ocupou a 3ª posição no *ranking* de priorização, e está relacionado com o acesso ao local em que será implantado parque eólico, a infraestrutura de transporte utilizada e para este estudo foi considerada largura da praia visto que os municípios estudados são litorâneos. Verifica-se que os pesquisadores consideraram tal indicador muito importante na implantação de parques eólicos.

O indicador social, que ocupa o 4º lugar no *ranking* de priorização, também é apresentado por Shamsuzzoha et al. (2012) e Brannstrom et al. (2017), que se atentam particularmente aos impactos sociais que podem ocorrer devido à instalação de parques eólicos, e mencionam os possíveis conflitos entre o desenvolvimento e as populações das comunidades locais. Esta temática traz consigo o possível comprometimento de um projeto de parque eólico.

Varela-Vazquez e Sanchez-Carreira (2015) e Dai et al. (2018) sugerem em seus estudos que os problemas sociais que surgem com o desenvolvimento da energia eólica podem ser resolvidos por meio de aspectos econômicos, tendo como destaque os possíveis benefícios para as comunidades locais.

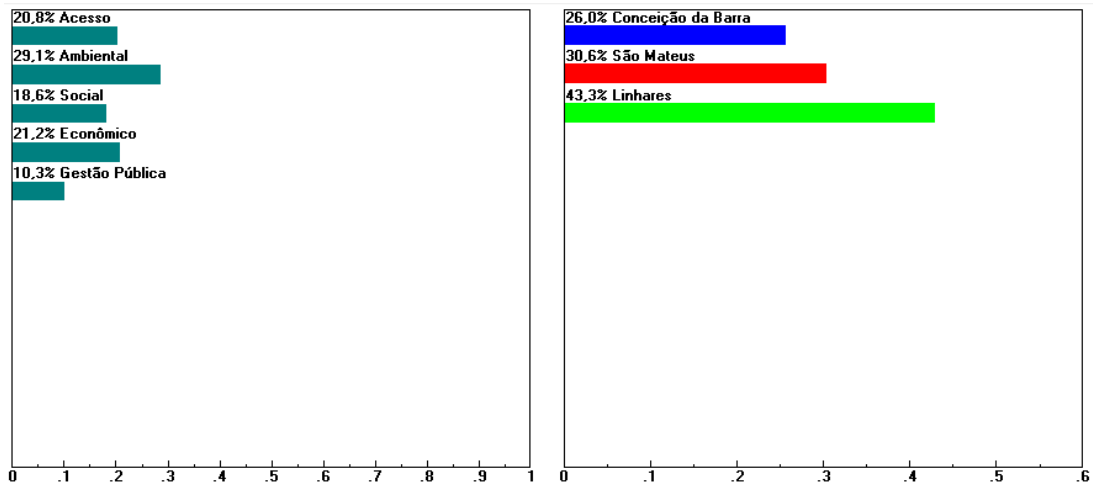
E o indicador gestão pública, ocupou o 5º lugar no *ranking* de acordo com a opinião dos pesquisadores, e como citam Javarini et al. (2021), os critérios que o compõe são as leis, em âmbito federal, estadual e municipal, “tem relação com a legislação vigente, tanto para quesitos

ambientais, como para licenças, permissões, normas, e todos os fatores previstos em lei para se implantar um parque eólico”. Ao ser comparado com os demais indicadores, este não se sobressaiu, mas a sua importância no que se diz respeito à implantação de parques eólicos deve ser considerada.

Ao concluir os testes de inconsistência, realizou-se a multiplicação dos dados quantitativos normalizados pelas importâncias normalizadas obtendo-se, assim, a hierarquização dos três municípios quanto ao seu potencial de receber a implantação de um parque eólico, em relação a cada indicador e a hierarquia geral final, que resultou em um índice de potencialidade para cada um dos municípios estudados. Estudos utilizando o AHP, a fim de se obter uma hierarquia geral final de importância, podem ser encontrados na literatura, nas mais diversas áreas, desde os primeiros estudos de Saaty até estudos mais recentes como em Sinuany-Stern (2017), Gómez-Navarro et al. (2017), Zatta et al. (2019), Oliveira et al. (2020) e Javarini et al. (2021).

Deste modo, pode-se apresentar a hierarquização dos municípios quanto aos indicadores, respondendo assim ao objetivo geral, onde o município do litoral norte do estado do Espírito Santo com maior potencial de receber a implantação de um parque eólico, baseado no método AHP, é o município de Linhares com 42,68% de potencialidade, seguindo de São Mateus (30,99%) e Conceição da Barra (26,34%). Como pode-se observar, tal hierarquização se confirmou com a hierarquização apresentada pelo *software Expert Choice Trial* (Figura 9).

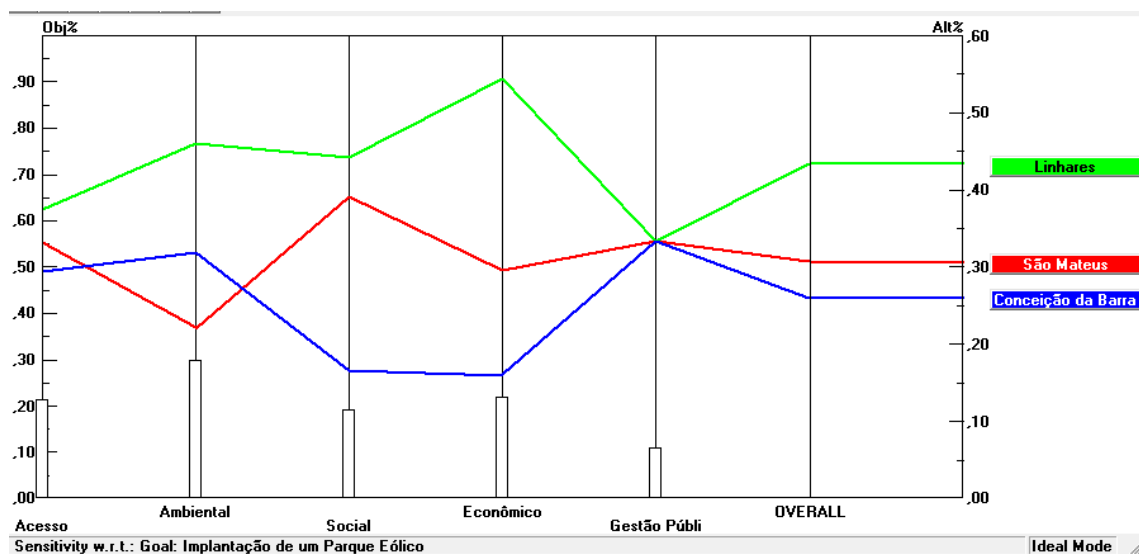
Figura 9. Resultado Final de hierarquização dos indicadores e das alternativas



Fonte: Autores (2020)

A operacionalização do método AHP no *software Expert Choice Trial* permitiu visualizar o posicionamento das alternativas com analogia aos indicadores definidos (Figura 10). As barras situadas no eixo x mostram a importância relativa dada a cada um dos indicadores pelos especialistas (cujos valores são mostrados no eixo y do lado esquerdo). E no eixo y do lado direito visualiza-se a importância relativa quando às alternativas

Figura 100. Posicionamento das alternativas com analogia aos indicadores

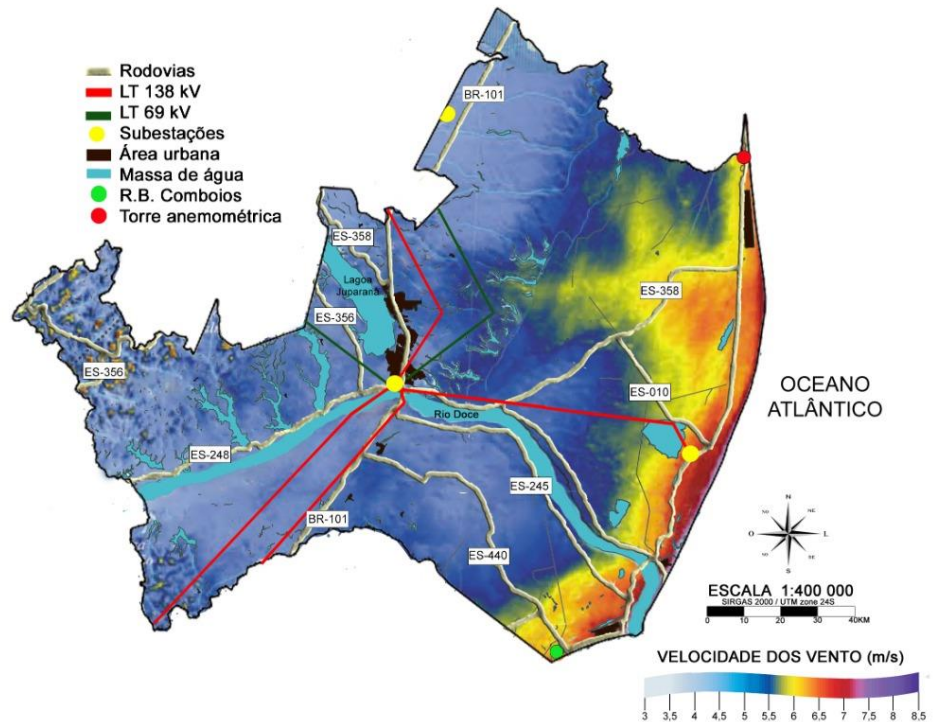


Fonte: Autores (2020)

Verifica-se que o município de Linhares possui, diante dos julgamentos, maior importância em relação a todos os indicadores, com exceção do indicador Gestão Pública, que apresentou o mesmo peso para todos os municípios. E o município de Conceição da Barra superou em importância o município de São Mateus apenas no critério ambiental, por receber uma Área de Proteção Ambiental.

Como mencionado por Josimovic et al. (2021), o planejamento da determinação espacial está em uma etapa inicial e muito sensível no desenvolvimento de parques eólicos. Por outro lado, é importante maximizar o potencial do vento em uma determinada área e, por outro lado, é importante alcançar a proteção ambiental (incluindo a população humana e o patrimônio natural) no mesmo espaço e no mesmo tempo. Segundo os autores é importante equilibrar todos os requisitos que são relevantes para alcançar a solução ideal ao determinar a localização de turbinas eólicas nas fases iniciais do planejamento e desenvolvimento de projetos de energia eólica. Com isso, após a aplicação do método AHP pode-se planejar tal determinação de local, sendo o município de Linhares aquele com maior potencial de implantação de um parque eólico. A Figura 11 traz um mapa temático de Linhares considerando regime de ventos, corpos hídricos, vias públicas, áreas edificadas e populosa, áreas de proteção ambiental, reservas biológicas, subestação de petróleo e gás e torres anemométricas instaladas, sendo que estes fatores devam ser considerados na determinação de um possível local de implantação.

Figura 11. Mapa do município selecionado: Linhares-ES



Fonte: Autores (2021)

Tal priorização de seleção foi mencionada por Moreira (2020), que afirma que o Espírito Santo possui grande potencial de investimento para empreendimentos eólico-elétricos, e ainda apresenta que a Agência de Regulação de Serviços Públicos do Estado do Espírito Santo - ARSP, aponta duas regiões ao longo do litoral capixaba que apresentam potencialidade para o investimento na produção de energia eólica, são elas: o litoral norte de Linhares, com vocação para grandes usinas eólicas (dezenas a centenas de Megawatts), necessárias para diluir os custos da interligação ao sistema elétrico regional; e os municípios de Presidente Kennedy e Marataízes, no litoral sul do estado. Essas duas localizações também foram apontadas no Atlas Eólico do Espírito Santo por Amarante, Silva e Andrade (2009).



Assim, a associação do critério vento, indicador ambiental e município de Linhares, segue de encontro ao Atlas Eólico do estado do Espírito Santo, o regime de vento apresenta velocidades médias anuais em torno de 6,5 m/s a 50 m de altura, nas melhores áreas do litoral norte, que já recebeu uma instalação de torre anemométrica, sendo criteriosamente considerada uma área de baixa rugosidade e devidamente afastada de obstáculos, evidenciando-se, a partir de um mapeamento eólico, como uma área representativa e promissora para a instalação de aerogeradores (Amarante et al., 2009).

No litoral norte de Linhares, conforme apresentado na Atlas Eólico do Espírito Santo, a variação da velocidade do vento durante o dia é mais uniforme, tendo maiores condições para instalação de parques eólicos, por ser mais estável a variação da velocidade, confirmando a priorização pelo município (Amarante et al., 2009).

O norte do estado do Espírito Santo também tem determinadas vantagens sobre as demais regiões, porque seu território é plano e a vegetação predominante é do tipo restinga baixa. Tais fatores são adequados aos ventos e amortizam o custo do projeto (Fardin et al., 2011). Ao sul do município encontra-se uma área de proteção integral e uma terra indígena (de Comboios) (Amarante et al., 2009), mas ao norte a localização é favorável, fazendo com que o município de Linhares se sobressaia aos demais municípios do estado, possuindo a maior vocação eólica, seguida por São Mateus, Santa Teresa e Presidente Kennedy.

## **Conclusão**

A energia eólica é a fonte de geração de energia elétrica que mais tem crescido no Brasil. As condições naturais adequadas, com ventos constantes, intensos e estáveis quanto à direção, que aumentam a eficiência e a capacidade de geração, e o fato de grande parte da cadeia produtiva já ser nacionalizada, sugerem um futuro ainda mais promissor para a geração eólica.

Mas verificou-se a importância de se planejar e decidir por um local de implantação de um parque eólico, visto os fatores que possam estar envolvidos, como o potencial do vento em

uma determinada área e, alcançar a proteção ambiental (incluindo a população humana e o patrimônio natural) no mesmo espaço e no mesmo tempo, questões econômicas, o acesso ao local e ainda as leis que regem os procedimentos de implantação.

Pela análise observou-se que o indicador considerado mais relevante no momento da tomada de decisão foi o ambiental, em que seus critérios consistem em impactos ambientais e condições do ambiente como o vento, que é o critério chave para a geração da energia eólica.

Com base nos resultados obtidos o município do Estado do Espírito Santo com maior potencial de receber a instalação de um parque eólico é Linhares, mais especificamente, mediante a literatura, o litoral norte do município representa uma maior potencialidade, como apontou o estudo do Atlas Eólico do Espírito Santo, e constatou-se neste estudo devido às características apresentadas de vento, ambiente e espaço.

Sugere-se a aplicação do método AHP em um estudo para todo o estado do Espírito Santo, para apresentar o potencial existente, considerando informações de que uma empresa petrolífera da Noruega apresentou um projeto de implantação de um parque eólico *offshore* no sul do estado, como reportou o jornal do estado (A Gazeta, 2020).

### **Agradecimentos**

Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) - Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) - Programa de Pós-Graduação em Energia (PPGEN).

### **Referências**

- A Gazeta. (2020). Gigante norueguesa quer usar ventos no mar do ES para produzir energia. Disponível em: <<https://www.agazeta.com.br/es/economia/gigante-norueguesa-quer-usar-ventos-no-mar-do-es-para-produzir-energia-1020>>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- Abeeólica - Associação Brasileira de Energia Eólica. (2019). *Boletim anual de geração eólica 2018*.
- Abeeólica - Associação Brasileira de Energia Eólica. (2020). *Eólica : energia para um futuro inovador*.

- Alkharabsheh, A, Moslem, S & Duleba, S. (2019). Evaluating Passenger Demand for Development of the Urban Transport System by an AHP Model with the Real-World Application of Amman. *Applied Sciences*, 9, 1–14.
- Amarante, O A C, Silva, F J L & Andrade, P E P. (2009). *Atlas Eólico: Espírito Santo*. 22. ed. Vitória, ES: [s.n.].
- Brannstrom, C, Gorayeb, A, Mendes, J S, Loureiro, C, Jeovah, A, Meireles, A, Silva, V E, Ribeiro de Freitas, A L & Oliveira, F R. (2017). Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceara state. *Renew Sustain Energy Rev*, 67, 62–71.
- Britol, E B S & Magalhães, L L. (2017). Marketing de Relacionamento e sua influência no processo de captação e retenção de clientes na Tallis Joias e Óticas. *Revista de Administração da UNI7*, 1, 151–183.
- Catherine Do, L P, Lyócsa, S & Molnár P. (2019) Impact of wind and solar production on electricity prices: Quantile regression approach. *Journal of the Operational Research Society*, 70(10), 1752-1768.
- Cresesb. Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. (2008). *Energia Eólica Princípio e Tecnologia*. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial\\_eolica\\_2008\\_ebook.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_eolica_2008_ebook.pdf)>. Acesso em: 10 jan 2021.
- Chaer, G, Diniz, R R P & Ribeiro, E A. (2011). A técnica do questionário na pesquisa educacional. *Revista Evidência*, 7(7), 251–266.
- Chaves, G L D & Tosta, M C R (2016). *Gestão de sistemas de energia*. Curitiba: CRV. 374p.
- Corsi, A, Barbosa, D H & Moro, A M K. (2020). Alicação da metodologia analytic heirarchy process para a seleção de fornecedores em uma indústria de confecção. *Navus*, 10, 01–20.
- Dai, J, Yang, X & Wen L. (2018). Development of wind power industry in China: a comprehensive assessment. *Renew Sustain Energy Rev*, 97, 156–164.
- Dai, K, Bergot, A, Liang, C, Xiang, W N & Huang, Z. (2015). Environmental issues associated with wind energy – a review. *Renew Energy*, 75, 911–921.
- Della Bruna Júnior, E, Ensslin, L & Ensslin, S R. (2014). An MCDA-C application to evaluate supply chain performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 44(7), 597-616.
- Duleba, S. (2020). Introduction and comparative analysis of the multi-level parsimonious AHP methodology in a public transport development decision problem. *Journal of the Operational Research Society*, 1-14.
- Fardin, J F, Araújo, L R A.D & Souza, V D D. (2011). *Análise de Viabilidade de Parques Eólicos no Estado do Espírito Santo*. VI Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis, Vitória. Disponível em: <[http://www.elecs2013.ufpr.br/wpcontent/uploads/anais/2011/2011\\_artigo\\_021.pdf](http://www.elecs2013.ufpr.br/wpcontent/uploads/anais/2011/2011_artigo_021.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2021.
- García-Martos, C, Caro, E & Sánchez. (2015). Electricity price forecasting accounting for renewable energies: optimal combined forecasts. *Journal of the Operational Research Society*, 66(5), 871-884.
- Gomes, V A P & Freitas, R R. (2018). Índice de Potencialidade Socioeconômica, produtiva e ambiental de comunidades pesqueiras situadas no norte do estado do Espírito Santo (IPSPA -

NORTE). *Produção Online*, 18(1), 36–62.

Gomes, V A P & Freitas R R. (2019). Wind Farm Implementation Factors : A Bibliometric Analysis. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, 6495(8): 58–64.

Gomes, V A P, Julio, T S & Freitas, R R. (2016). Ipspa: Construção De Um Índice De Potencialidade Socioeconômico, Produtivo E Ambiental Pesqueiro Utilizando O Método Ahp Ipspa: Construction of an Index of Potential Socioeconomic, Productive and Environmental Fisheries Using Ahp Method. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 2(1), 72–83.

Gómez-Navarro, T, García-Melón, M, Guijarro, F & Preuss M. (2017). Methodology to assess the market value of companies according to their financial and social responsibility aspects: an AHP approach. *Journal of the Operational Research Society*, 69(10), 1599-1608.

Gorayeb, A, Brannstrom, C, Jeovah, A, Meireles, A & Mendes, J S. (2018). Wind power gone bad: critiquing wind power planning processes in northeastern Brazil. *Energy Research & Social Science*, 40, 82–88.

Guerra, J B S O A, Dutra, L, Schwinden, N B C & Andrade, S F. (2015). Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts. *Journal of Cleaner Production*, 103, 197.

Javarini, N S, Gomes, V A P & Freitas R R. Análise da aplicação do método AHP em indicadores de potencialidade na implantação de parques eólicos. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 7(1), 17-30.

Josimovic, B, Cvjetic, A & Furundzic, D. (2021). Strategic Environmental Assessment and the precautionary principle in the spatial planning of wind farms – European experience in Serbia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 136, 1-13.

Julio, T S, Gomes, V A P & Freitas, R R. (2016). Índice de Potencialidade Socioeconômica, Produtiva e Ambiental da pesca marinha e estuarina na região sul do Espírito Santo (IPSPA-Sul). *Espacios*, 37(31).

Lisboa, M V & Waisman, J. (2003). *Aplicação do Método de Análise Hierárquica - MAH para o Auxílio à Tomada de Decisão em Estudos de Alternativas de Traçado de Rodovias*. XVII Congresso De Pesquisa E Ensino Em Transportes, Rio de Janeiro. Anais...

Machado, A H, Silva, F S & Patrocínio, L P. (2017). Dimensionamento De Parque Eólico No Estado Do Espírito Santo. *Energia Na Agricultura*, 32(1), 72–80.

Madeira, F M C, Madeira H M R & Vieira R I A. (2019). Instalação de uma fábrica de ração usando o método AHP. *Revista da UIIPS –Unidade de Investigação do Instituto Politécnico de Santarém* 7(1), 59-67.

Marttunen, M, Lienert, J & Belton, V. (2017). Structuring problems for Multi-Criteria Decision Analysis in practice: A literature review of method combinations. *European Journal of Operational Research*, 263(1), 1-17.

Moraes, E A & Santaliestra, R. (2007). *Modelo de decisão com múltiplos critérios para escolha de software de código aberto e software de código fechado*. XXXI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro.

Moreira, B. (2020). *Energia Renovável: Potencialidade para o desenvolvimento econômico e sustentável do ES*. Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em: <<https://www.es.gov.br/Noticia/energia-renovavel-potencialidade-para-o-desenvolvimento-economico-e-sustentavel-do-es>>. Acesso em 20 jan. 2021.

- Morimoto, R M & Oliveira, F H. (2019). Análise do espaço construído da rede de educação infantil utilizando os métodos AHP e SIG: estudo de caso em Camboriú (SC). *Arquitetura Revista*, 15(1).
- Muriuci, S, Ferri, M S & Felicetti, V L. (2012). *Uma sombra na educação brasileira : do ensino regular ao paralelo*. 2012, [S.l.]: IX ANPED SUL - Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 1–20.
- Oliveira, C V N C, Mattos, A L, Santos, D V, Rocha, A R & Gonçalves, W. (2020). Evasão discente na engenharia de produção: fatores decisórios sob a perspectiva da abordagem multicritério. *Brazilian Journal of Production Engineering*, 6(2), Edição Especial “Gestão Pública”, 156-177.
- Phylip-Jones, J & Fischer, T B. (2015). Strategic environmental assessment (SEA) for wind energy planning: lessons from the United Kingdom and Germany. *Environ Impact Assess Ver*, 50, 203–212.
- Saaty, T L & Vargas, L G. (1979). Estimating technological coefficients by the analytic hierarchy process. *Socio-Economic Planning Sciences*, 13(6), 333–336.
- Saaty, T L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *Journal of Mathematical Psychology*, 15, 234–281.
- Saaty, T L. (1990). How to make a decision : The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48, 9–26.
- Saaty, T L. (2001). *Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process*, 2nd edition, Pittsburgh (USA): RWS.
- Saidur, R, Rahim, N A, Islam, M R & Solangi, K H. (2011). Environmental impact of wind energy. *Renew Sustain Energy Rev*, 15, 23–30.
- Shamsuzzoha, A H M, Grant, A & Clarke, J. (2012). Implementation of renewable energy in Scottish rural area: a social study. *Renew Sustain Energy Rev*, 16, 185–191.
- Sinuany-Stern, Z. (2017). Ranking of Sports Teams via the AHP. *Journal of the Operational Research Society*, 39(7), 661-667.
- Silva Júnior, E M, Carvalho, J C C, Vianna D S & Meza, E B M. (2015). *Aplicação do Método AHP para seleção de investimentos em um Regime Próprio de Previdência Social (RPPS)*. XII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia.
- Soares, J A S. (2020). *Política e planejamento energético no Brasil: uma análise do setor elétrico brasileiro a partir de um conjunto de indicadores de sustentabilidade energética*. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
- Tolmasquim, M T. (2016). *Energia Renovável: hidráulica, biomassa, eólica, solar, oceânica*. Rio de Janeiro: [s.n.].
- Varela-Vazquez, P & Sanchez-Carreira, M C. (2015). Socioeconomic impact of wind energy on peripheral regions. *Renew Sustain Energy Ver*, 50, 982–990.
- Vargas, R V. (2010). Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process - AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio. *PMI Global Congress 2010 - North America*, 1–22.
- Zahedi, F. (1986). The Analytic Hierarchy Process—A Survey of the Method and its

Applications. *Interfaces*, 16(4), 96–108.

Zatta, F N, Mattos, A L, Oliveira, R R, Freitas, R R & Gonçalves, W. (2019). Aplicação do Analytic Hierarchy Process na escolha de planos de saúde. *Research, Society and evelopment*, 8(1).

Zyoud, S H & Fuchs-Hanusch, D. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. *Expert Systems with Applications*, 78, 158-181.

## Apêndices

### APÊNDICE A. Planilha completa com dados quantitativos coletados

#### Indicador Acesso

	1	1.1	1.1.1	1.1.1.1	1.1.1.2	1.1.1.3	1.2
	Acesso	Infraestrutura do transporte	Densidade da malha rodoviária (Km/Km <sup>2</sup> )	Comprimento rodovias pavimentadas (Km)	Comprimento rodovias não pavimentadas (Km)	Área município (Km <sup>2</sup> )	Largura da praia (km)
<b>Conceição da Barra</b>	0,3075	0,3376	0,1397	62,2000	103,0500	1182,5870	0,2774
<b>São Mateus</b>	0,2749	0,3369	0,1395	140,1800	187,0000	2346,0470	0,2128
<b>Linhares</b>	0,4176	0,3254	0,1347	181,2600	289,6400	3496,2630	0,5098

#### Indicador Ambiental

	2	2.1	2.1.1	2.1.1.1	2.1.1.2	2.1.1.2.1	2.1.1.2.2	2.1.1.2.2.1	2.1.1.2.2.2
	Ambiental	Impactos sobre a flora	Densidade e de Ocupação dos Solos	Área do Município (ha)	Uso Agrosilvo pastoril (ha) (2017)	Área total de plantios florestais (ha) (2017)	Área utilizada com agricultura (ha) (2017)	Lavouras permanentes (ha) (2017)	Lavouras temporárias (ha) (2017)
<b>Conceição da Barra</b>	0,7912	0,3246	0,6165	118258,70	63196,00	41996,00	8618,00	1770	6848
<b>São Mateus</b>	0,6499	0,5491	0,5873	234604,70	122595,00	40443,00	29330,00	22820	3297
<b>Linhares</b>	1,1143	0,7879	0,5758	349626,30	179005,00	11699,00	54446,00	27013	8681

2.1.1.2.3	2.1.1.3	2.1.2	2.1.2.1	2.1.2.1.1	2.1.2.1.2	2.2	2.2.1
Área utilizada com pastagens (ha) (2017)	Áreas de naturais destinadas à preservação permanente ou reserva legal (ha) (2017)	Indicador da Produtividade da agricultura	Indicador de Produtividade	Produtividade e Média 2017 Município/Estado	Participação na Área	Impactos visual	Paisagens
12582	15757	0,0326	0,000197	0,0124	0,0159	1,000	9,000
52822	25852	0,5109	0,003083	0,0639	0,0482	0,778	7,000
112860	38758	1,0000	0,006035	0,0915	0,0659	0,444	4,000

2.3	2.3.1	2.4	2.5	2.6	2.6.1	2.6.2	2.6.3	2.7
Impactos ambiental de aves	Registros de aves	Relevo (m)	Reservas ambientais litorâneas	Vento	Velocidade do vento {km/h}	Meses efetivos de vento	Direção do vento (meses)	Condições meteorológicas
0,122	1437,000	1,071	1,000	1	13,2000	5,2000	11,0000	1,0204
0,051	597,000	1,346	0,000	0,825493	10,6000	4,9000	12,0000	1,0000
1,000	11782,000	1,000	3,000	0,526727	9,7000	4,1000	10,0000	1,0408

## Indicador Social

	3	3.1	3.1.1	3.1.1.1	3.1.1.2	3.1.2	3.1.2.1	3.1.2.2
	Índice Social	Demografia	Distribuição espacial da população (urbana)	População urbana	População total	Razão de dependência	População até 14 anos, acima de 60 e com idade ignorada	População com idade entre 15 e 60 anos
Conceição da Barra	0,5128	0,6336	0,7935	22575	28449	0,592	10582	17867
São Mateus	0,7233	0,7650	0,7754	84541	109028	0,519	37275	71753
Linhares	0,8100	0,7470	0,8603	121567	141306	0,516	48079	93227

3.1.3	3.1.3.1	3.2	3.2.1	3.3	3.3.1	3.3.1.1	3.3.1.2
Densidade demográfica (ponderado)	Densidade demográfica	Renda	Renda familiar per capita	Habitação	Déficit habitacional relativo para famílias de baixa renda	Domicílios cadastrados	Déficit habitacional total em valores absolutos
0,515	24,01	0,6336	450,71	0,0918	17,68	4.667	825
1,000	46,62	0,9839	699,9	0,4553	5,90	10.061	594
0,865	40,33	1,0000	711,38	0,3632	6,30	9.970	628

3.3.1.2.1	3.3.1.2.2	3.3.1.2.3	3.3.2	3.3.2.1	3.3.2.2	3.3.2.2.1	3.3.2.2.2
Habitação precária em valores absolutos	Coabitação familiar em valores absolutos	Ônus excessivo com aluguel	Déficit habitacional relativo	Total de domicílios	Déficit habitacional	Déficit habitacional rural	Déficit habitacional urbano
587	238	0	11,23	6.690	751	148	603
420	171	3	8,18	23.182	1.897	512	1.385
207	419	2	9,40	28.957	2.722	372	2.350



3.4	3.4.1	3.4.2	3.5	3.5.1	3.5.1.1	3.5.1.2	3.6
Desenvolvimento Humano	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal	Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal	Trabalho	Taxa de atividade 2000/2010	Taxa de atividade 2000	Taxa de atividade 2010	Comunidades Isoladas
0,6901	0,6810	0,7114	0,9444	0,6780	0,6932	0,6627	0,083
0,7334	0,7350	0,7296	0,9858	0,7077	0,7019	0,7135	0,417
0,7500	0,7240	0,8105	1,0000	0,7179	0,7016	0,7342	1,000

## Indicador Econômico

	4	4.1	4.1.1	4.1.1.1	4.1.1.1.1	4.1.1.1.2	4.1.1.1.3
	Índice Econômico	Instituições Públicas e Privadas	Organizações Jurídicas	Presença de Organizações Jurídicas	Existência de comarca	Existência de Justiça Trabalhista	Existência de Justiça Federal
Conceição da Barra	0,3563	0,6056	0,333333	1	1	0	0
São Mateus	0,9172	2,9733	1	3	1	1	1
Linhares	1,1980	3,3222	1	3	1	1	1

4.1.2	4.1.2.1	4.1.2.2	4.1.2.3	4.1.3	4.1.3.1	4.1.3.1.1	4.1.3.1.2	4.1.3.1.3	4.1.3.1.4
Organizações Financeiras	Nº de agências bancárias oficiais	Nº de agências bancárias comerciais	Nº de cooperativas de crédito - SICOOB	Organizações de Fiscalização e Controle	Presença de organizações de fiscalização e controle	Presença de Receita Estadual	Presença de Receita Federal	Presença de unidade de atendimento da Previdência Social	Presença de Junta Comercial
0,3333	2	2	1	0,2500	2	0	0	1	0
0,8667	3	7	3	1,0000	8	1	1	1	0
1,0000	5	8	2	1,0000	8	1	1	1	1

4.1.3.1.5	4.1.3.1.6	4.1.3.1.7	4.1.4	4.1.4.1	4.1.4.1.1	4.1.4.1.2	4.1.4.1.3	4.1.4.1.4
Presença de Cartório Eleitoral	Presença INCAPER	Presença IDAF	Organizações de Ensino e pesquisa	Instituições de ensino e cursos superiores e profissionalizantes	Quantidade de faculdades existentes	Presença - SEBRAE	Presença - SENAC	Presença - SENAI
1	0	0	0,1111	2	1	1	0	0
2	2	1	1,0000	18	12	1	1	1
1	2	1	0,6111	11	7	1	1	1

4.1.4.1.5	4.1.4.1.6	4.1.4.1.7	4.1.5	4.1.5.1	4.1.5.1.1	4.1.5.1.2	4.1.5.1.3	4.1.5.1.4	4.1.5.1.5
Presença - SENAT	Presença - SENAR	Quantidade de instituições federais que oferecem cursos técnicos	Organizações de segurança pública	Unidades de Defesa Social	Existência de batalhão do Corpo de Bombeiros	Existência de batalhão da Polícia Militar	Existência de Cias. Independentes e Especiais	Existência de Guarda Municipal	Existência de unidade prisional / penitenciária
0	0	0	2	2	0	2	0	0	0
1	1	1	11	5	1	2	0	1	1
0	0	1	13	7	1	4	0	1	1

4.1.5.2	4.1.5.2.1	4.1.5.2.2	4.2	4.2.1	4.2.1.1	4.2.1.2	4.2.1.3	4.2.1.4
Capacidade de Aplicação da Lei	Quantidade de juizes na comarca	Quantidade de defensores públicos no município	Infraestrutura de turismo e lazer	Patrimônio natural e cultural	Patrimônio natural (número de patrimônios tombados)	Patrimônio arquitetônico (número de patrimônios tombados)	Patrimônio cultural imaterial (número de patrimônios tombados)	Equipamentos culturais
2	2	0	0,9125	0,8250	1	1	35	6
17	10	7	0,5555	0,5357	0	1	19	12
19	12	7	0,6677	0,8286	1	1	11	20

4.2.1.4.1	4.2.1.4.2	4.2.1.4.3	4.2.1.4.4	4.2.1.4.5	4.2.1.4.6	4.2.2	4.2.2.1	4.2.2.1.1	4.2.2.1.2
Bibliotecas	Museus	Teatros ou salas de espetáculos	Centro cultural	Estádios ou ginásios poliesportivos	Cinemas	Estrutura de hospedagem	Número de meios de hospedagem	Hotéis	Pousadas
1	3	1	1	0	0	1,0000	73	8	64
4	4	0	1	2	1	0,5753	42	20	22
2	2	1	1	12	2	0,5068	37	16	21

4.2.2.1.3	4.2.2.1.4	4.2.2.1.5	4.3	4.3.1	4.3.1.1	4.3.2	4.3.2.1	4.3.2.1.1	4.3.2.1.2
Pensões	Hospedarias	Chalés	Atividades econômicas	Índice de Participação dos Municípios no PIB	Participação média dos Municípios no PIB (2001-2010)	Balança comercial	Saldo	Exportações 2014	Importações 2014
0	1	0	0,1125	0,2249	0,007	0,00000	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
0	0	0	0,6129	0,4915	0,016	0,73443	R\$ 23.589.674,00	R\$ 24.586.774,00	R\$ 997.100,00
0	0	0	1,0000	1,0000	0,033	1,00000	R\$ 32.119.767,00	R\$ 70.724.406,00	R\$ 38.604.639,00

4.4	4.4.1	4.4.1.1	4.4.1.1.1	4.4.1.1.2	4.4.2	4.4.2.1	4.4.3	4.4.3.1	4.4.3.1.1	4.4.3.1.1
Finanças públicas	Transferências dos governos federal e estadual	Valor das transferências dos governos federal e estadual	Transferências intergovernamentais da União (corrente)	Transferências intergovernamentais do Estado (corrente)	Receitas próprias municipais	Valor das receitas tributárias próprias	Balço financeiro municipal	Saldo	Receitas totais (corrente)	Despesas totais (corrente)
0,1508	0,1562	90516.493,78	26.704.225,65	63.812.268,13	0,1340	7.909.165,09	0,16	12.046.963,83	86.091.818,61	74.044.854,78
0,4442	0,5133	297411.047,17	96.820.995,30	200.590.051,87	0,5703	33.661.963,26	0,25	18.509.858,12	268.180.042,32	249.670.184,20
1,0000	1,0000	579366.982,81	205.494.344,70	373.872.638,11	1,0000	59.022.251,84	1,00	74.321.924,40	513.712.876,40	439.390.952,00

## Indicador Gestão Pública

	Índice Gestão Pública	Leis Municipais	Leis Estaduais	Leis Federais
Conceição da Barra	1,0000	0,0000	2,0000	7,0000
São Mateus	1,0000	0,0000	2,0000	7,0000
Linhares	1,0000	0,0000	2,0000	7,0000

## APÊNDICE B. Questionário enviado aos Pesquisadores

Nós, pesquisadores da Universidade Federal do Espírito Santo, estamos realizando um estudo sobre a implantação de um parque eólico no norte do estado do Espírito Santo e gostaríamos de contar com sua colaboração para nossa pesquisa, respondendo a um questionário composto por indicadores que podem influenciar na implantação do parque.

O questionário consiste em sua avaliação quando ao grau de importância dos indicadores apresentados, neste caso você classificará um indicador em relação ao outro atribuindo pesos que consistem na Escala Fundamental de Saaty – adaptado – como segue:

1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
Extremamente	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente
MENOS IMPORTANTE					MAIS IMPORTANTE			

A comparação deve ser iniciada com os indicadores da coluna A, comparando com os indicadores da coluna B.

INDICADOR (COLUNA A)	INDICADOR (COLUNA B)	PESO
1. Acesso	1. Acesso	1
1. Acesso	2. Ambiental	
1. Acesso	3. Social	
1. Acesso	4. Econômico	
1. Acesso	5. Gestão Pública	
2. Ambiental	2. Ambiental	1
2. Ambiental	3. Social	
2. Ambiental	4. Econômico	
2. Ambiental	5. Gestão Pública	
3. Social	3. Social	1
3. Social	4. Econômico	
3. Social	5. Gestão Pública	
4. Econômico	4. Econômico	1
4. Econômico	5. Gestão Pública	
5. Gestão Pública	5. Gestão Pública	1

Indicadores baseados em estudo bibliométrico de GOMES, V.; FREITAS, R. R. Wind Farm Implementation Factors: A Bibliometric Analysis. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED ENGINEERING RESEARCH AND SCIENCE*, v. 6, p. 58-64, 2019.

Cada indicador é formado por critérios, assim, para ajudar em seu julgamento segue a composição de cada indicador:

<b>1. Acesso</b>
1.1 Infraestrutura do transporte
1.2 Largura da praia
<b>2. Ambiental</b>
2.1 Impactos sobre a flora
2.2 Impacto Visual
2.3 Impacto ambiental de aves
2.4 Relevô
2.5 Reservas ambientais litorâneas
2.6 Vento
2.7 Condições Meteorológicas
<b>3. Social</b>
3.1 Demografia
3.2 Renda
3.3 Habitação
3.4 Desenvolvimento Humano
3.5 Trabalho
3.6 Comunidades Isoladas
<b>4. Econômico</b>
4.1 Instituições Públicas e Privadas
4.2 Infraestrutura de turismo e lazer
4.3 Atividades econômicas
4.4 Finanças públicas
<b>5. Gestão Pública</b>
6.1 Leis Municipais
6.2 Leis Estaduais
6.3 Leis Federais

Qualquer dúvida entre em contato conosco:

**PRAZO PARA A RESPOSTA DESTE QUESTIONÁRIO: 30 DIAS – ATÉ  
15/05/2020**

Dr. Rodrigo Randow de Freitas – Professor Orientador – [digorandow@gmail.com](mailto:digorandow@gmail.com)

Vanielle Aparecida do Patrocínio Gomes – Mestranda em Energia –  
[vaniellea.gomes@hotmail.com](mailto:vaniellea.gomes@hotmail.com) – (27) 99618-6567

Desde já agradecemos sua colaboração.

## CONCLUSÃO GERAL

Em linhas gerais, este estudo vem trazer em seu Capítulo 1 uma pesquisa bibliométrica realizada na plataforma *Web of Science*, de forma a investigar e descrever como tem se dado a evolução da produção científica a respeito de fatores que influenciam na implantação de parques eólicos, apresentando um portfólio final de artigos que apresentam as tendências das pesquisas sobre o tema, que vem a ser a base de identificação das lacunas do conhecimento existentes para que futuras pesquisas as preencham.

O Capítulo 2, por sua vez, vem trazer a aplicação do método AHP, a fim de estabelecer a ordem prioritária dos municípios do litoral norte do Estado do Espírito Santo quanto ao potencial de receber a implantação de um parque eólico, considerando os indicadores ambientais, sociais, econômicos, acesso e políticas públicas. Tais indicadores forem estabelecidos com base dos fatores identificados na bibliometria do Capítulo 1.

Pode-se concluir que os objetivos propostos por esse estudo foram atingidos. Visto que a energia eólica vem se destacando nas matrizes energéticas (mundial e nacional) trata-se de um tema de fundamental importância e que merece destaque no âmbito das pesquisas científicas. Assim, pode-se discutir e extrair do portfólio da análise bibliométrica os fatores que contribuíram para a aplicação do método AHP na seleção do município com maior potencial de implantação de um parque eólico.

Assim, considerando o potencial instalável do Estado do Espírito Santo, os dados quantitativos que caracterizam os municípios e o julgamento de pesquisadores da área de estudo, foi possível identificar a importância dada ao critério vento, ao indicador ambiental e todos os demais fatores que influenciam na implantação de parque eólicos. Identificando, por fim, o município de Linhares, com o maior potencial em comparação aos municípios de São Mateus e Conceição da Barra, sendo afirmada tal informação apresentada pelo Atlas Eólico do Espírito Santo.

## REFERÊNCIAS GERAIS CITADAS

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Boletim anual de geração eólica 2018. p. 1–15, 2019.

GOMES, V. A. P.; FREITAS, R. R. Wind Farm Implementation Factors: A Bibliometric Analysis. **International Journal of Advanced Engineering Research and Science**, v. 6, n. 8, p. 58–64, 2019.

GWEC. Global Wind Report 2018. n. April, 2019.

REN21. Energias Renováveis 2016: Relatório da situação mundial. **Ren21**, p. 31, 2016.