



Encontro Internacional sobre Gestão
Empresarial e Meio Ambiente

Desenvolvimento Sustentável e questões energéticas: aplicação de um sistema de indicador de sustentabilidade em municípios envolvidos com a geração de energia eólica no Rio Grande do Norte - RN

AMANDA DE PAULA AGUIAR BARBOSA
Universidade Federal de Campina Grande
amandaaguiarbarbosa@gmail.com

Desenvolvimento Sustentável e questões energéticas: aplicação de um sistema de indicador de sustentabilidade em municípios envolvidos com a geração de energia eólica no Rio Grande do Norte - RN

Os estudos acerca do desenvolvimento sustentável e seus sistemas de indicadores podem ser realizados para escopos geográficos e de atividades econômicas, dentre elas, as questões energéticas. No contexto, adquire cada vez mais importância as contribuições das questões energéticas, desde o seu processo de geração até a sua utilização, em especial as energias renováveis. Para os fins da pesquisa realizada, o objetivo foi calcular e analisar a sustentabilidade dos municípios que tiveram usinas eólicas instaladas através da aplicação da ferramenta *Barometer of Sustainability* (BS), em dois momentos distintos, antes e depois da instalação de usinas eólicas. Em termos metodológicos, foi realizado um estudo longitudinal para análise dos municípios em dois momentos, antes e depois da instalação de usinas para geração de energia eólica. Neste sentido, foi identificado, tabulado e analisado um grupo de dados secundários capazes de gerar um índice de sustentabilidade para o conjunto dos municípios pesquisados. Os resultados obtidos apontam que o nível de sustentabilidade dos municípios diminuiu após a instalação das usinas, o que leva a necessidade de rever o modelo de desenvolvimento para os municípios e analisar o papel das políticas públicas adotadas e as formas de relacionamento destes empreendimentos com os diversos atores sociais locais.

Palavras-chave: Desenvolvimento, Sustentabilidade, Energia.

Sustainable development and energy issues: application of a sustainability indicator system in municipalities with wind power generation in Rio Grande do Norte - RN

The Studies on sustainable development indicators and their systems can be made to geographic scopes and economic activities, among which energy issues. In the context acquires increasingly important contributions of energy issues, from its generation process to its use, especially renewable energy. For the purposes of the survey, the aim was to calculate and analyze the sustainability of municipalities that had wind farms installed by applying the tool *Barometer of Sustainability* (BS), at two different times, before and after the installation of wind farms. In terms of methodology, a longitudinal study was performed to analyze the municipalities in two stages, before and after the installation of plants for wind power generation. In this sense, it has been identified, tabulated and analyzed a group of secondary data capable of generating a sustainability index for all the municipalities surveyed. The results suggest that the level of sustainability of municipalities decreased after the installation of the plants, which leads to the need to review the development model for municipalities and analyze the role of the adopted public policies and forms of relationship of these projects with the various local social actors.

Key-words: Development, Sustainability, Energy.

1 Introdução

Diante dos riscos e incertezas provocados pela crise do petróleo após a Segunda Guerra Mundial, surge a necessidade da realização de estudos que permitam verificar as consequências positivas e negativas para o desenvolvimento sustentável das políticas, investimentos e ações que visam a instalação, geração e distribuição de energia no país.

Um dos instrumentos-chave para a diminuição dos impactos ambientais é a adoção de medidas de eficiência energética que, quando aliadas em respeito aos padrões culturais, sociais e ambientais, contribuem positivamente para a redução significativa de emissão dos gases de efeito estufa (GEE) e poluentes locais. Nessa perspectiva, o padrão mundial de geração de energia, baseado em combustíveis fósseis e minerais, tornou-se insustentável, colocando em risco o suprimento de longo prazo do planeta (BARBIERI, 2007).

Assim, as preocupações com as questões ambientais são, atualmente, uma das principais motivadoras da busca de soluções para uma produção mais limpa de energia. Para tanto, vêm sendo desenvolvidas, ao longo dos últimos anos, uma série de alternativas sustentáveis que fundamentam-se na utilização de energias renováveis como a hidroelétrica, a termoelétrica, a de biomassa e, em especial, a eólica. Essa última vem despertando o interesse de um grande número de investidores em virtude dos avanços tecnológicos no setor, da segurança de fornecimento e da sustentabilidade ambiental (GWEC, 2008; EWEA, 2010). Mundialmente a energia de fonte eólica merece destaque, visto que atingiu a marca de 238GW de potência instalada em 2011 (GWEC, 2012). No entanto, a crise financeira de 2008 esfriou os mercados dos países desenvolvidos, fazendo com que as grandes empresas geradoras voltassem sua atenção para países emergentes, como o Brasil.

A região do Nordeste Brasileiro que tem constantes períodos de seca, geralmente no segundo semestre, necessitava de uma fonte de energia coexistente à hidráulica, a fim de diversificar sua matriz energética. E foi nesse cenário que a energia eólica ganhou notoriedade, principalmente, por ser essa a região de maior potencial para geração de energia dos ventos no Brasil. Atualmente, o estado do Rio Grande do Norte é autossuficiente na produção de energia limpa com aproximadamente 2,5 giga watts de potência, com capacidade para dobrar esse número até 2018, sendo responsável por 34% da capacidade instalada de geração de energia eólica do país (JUCERN, 2015).

A partir destas considerações, o objetivo do artigo é calcular e analisar a sustentabilidade dos municípios do Rio Grande do Norte que tiveram instalação de usinas para geração de energia eólica nos últimos anos, através da adaptação do *Barometer of sustainability (BS)*. Numa perspectiva temporal, a pesquisa é longitudinal, na medida em que, analisar a sustentabilidade dos municípios pesquisados em dois momentos antes e depois da instalação das usinas. Em termos metodológicos, foi identificado um conjunto de dados secundários para um conjunto de indicadores pré-definidos a partir da contextualização do processo de instalação das usinas, assim como, da caracterização da região.

Além deste conteúdo introdutório, o artigo explora em sua fundamentação teórica conteúdo relacionado à: desenvolvimento sustentável e seus sistemas de indicadores e em especial o BS. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos; a apresentação e análise dos resultados e as considerações finais.

2. Desenvolvimento Sustentável

A questão do desenvolvimento sustentável requer maior atenção no que se refere à interpretação e utilização de seus conceitos, visto que, atualmente, existe uma variedade de juízos referentes ao tema, caracterizando-o como um processo em permanente construção e reconstrução. Segundo os pesquisadores da World Conservation Union (IUCN), existem quatro pilares interligados para se entender o conceito de desenvolvimento sustentável. O primeiro é a globalidade que se refere ao tratamento conjunto e de igual importância das pessoas e do ecossistema, o segundo trata do levantamento de questões acerca da contingência a ser analisada. O terceiro pilar refere-se à necessidade de instituições reflexivas para determinação de objetivos e questionamentos e, através do quarto pilar que é o foco nas pessoas, aprender coletivamente (Van Bellen, 2006).

A definição mais célebre de desenvolvimento sustentável foi desenvolvida através do Relatório de Brundtland, intitulado “Nosso Futuro Comum” (1991), onde o desenvolvimento dito sustentável é aquele que promove o atendimento às necessidades da geração presente, sem comprometer o atendimento das necessidades das gerações futuras. Segundo Veiga (2008), a partir desse momento, as reflexões a respeito do desenvolvimento deixaram de centralizar no debate voltado apenas ao crescimento econômico, e passou-se a refletir sobre as demandas ambientais, sociais e econômicas.

Logo, a garantia de um futuro sustentado às próximas gerações deve ser pensada hoje: em como assegurar a longevidade dos recursos naturais atrelada à prosperidade econômica e social. Tal circunstância, que antes poderia ser considerada um *trade off*, tornou-se o objetivo da sistemática do desenvolvimento sustentável. Portanto, o desenvolvimento dito sustentável busca o equilíbrio entre o crescimento econômico, preservação do meio ambiente e a resolução das desigualdades sociais (Cândido *et. al.*, 2010). Sendo assim, ainda segundo o mesmo autor, o alcance desse desenvolvimento só será possível a partir da utilização de uma série de indicadores interligados que apresentem a situação atual de determinada localidade específica.

Por conseguinte, para promover a sustentabilidade de forma prática, são necessárias algumas ferramentas a fim de avaliá-la e classificá-la. Tais ferramentas são chamadas de Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade e serão tratadas detalhadamente na próxima seção.

3 Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade

Entende-se por Sistema de Indicadores de Sustentabilidade aquele que seja capaz de avaliar e acompanhar as mudanças positivas e negativas da realidade local, bem como servir de escopo para a tomada de decisão e inclusive para a estruturação de políticas públicas pautadas na abordagem sustentável.

Segundo Van Bellen (2006), os indicadores são utilizados com a finalidade de simplificar informações de fenômenos considerados complexos e ainda para tornar a comunicação sobre esses fenômenos mais compreensível e quantificável possível. Portanto, os indicadores podem ser considerados os objetos de avaliação dos avanços em direção ao desenvolvimento sustentável.

O autor supracitado realizou um levantamento dos sistemas de indicadores mais reconhecidos, na perspectiva dos especialistas em desenvolvimento sustentável. E como resultados foram identificados os três modelos mais lembrados, a saber: a) Ecological

Footprint Method (EFM), que pode ser traduzido como pegada ecológica e consiste em mensurar a capacidade de carga que integra a máxima população que pode ser suportada no sistema; b) Dashboard of Sustainability, também conhecido como painel da sustentabilidade, assemelhando-se a um painel de automóvel, busca avaliar a performance ambiental, social e econômica e fornecer um relato da sustentabilidade; c) Barometer of Sustainability, ou Barômetro da Sustentabilidade, é um modelo sistêmico que busca mensurar o bem-estar ambiental e o bem-estar social a fim de checar o progresso em direção à sustentabilidade.

Diante do exposto, a próxima seção discorre acerca do Barômetro da sustentabilidade, visto que o objetivo do presente trabalho é mensurar o nível de sustentabilidade de seis municípios do Rio Grande do Norte, mediante a aplicação do referido instrumento.

4 Barômetro da Sustentabilidade

O Barômetro da Sustentabilidade (BS) foi desenvolvido na década de 90 pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e pode ser utilizado em qualquer nível do sistema, do local ao global. O método pressupõe que o desenvolvimento sustentável seja uma combinação entre o bem-estar humano e bem-estar ecossistêmico. Logo, essas duas dimensões são consideradas conjuntas, mas medidas separadamente (PRESCOTT-ALLEN, 2001). Cada uma das grandes dimensões se subdivide em cinco elementos, para a dimensão ecossistêmica foram elencados os elementos terra, ar, água, espécies e utilização dos recursos; já para a dimensão humana os elementos são: riqueza, conhecimento e cultura, população e saúde, comunidade e, por fim, equidade. A figura 1 representa a disposição de tais dimensões e elementos.

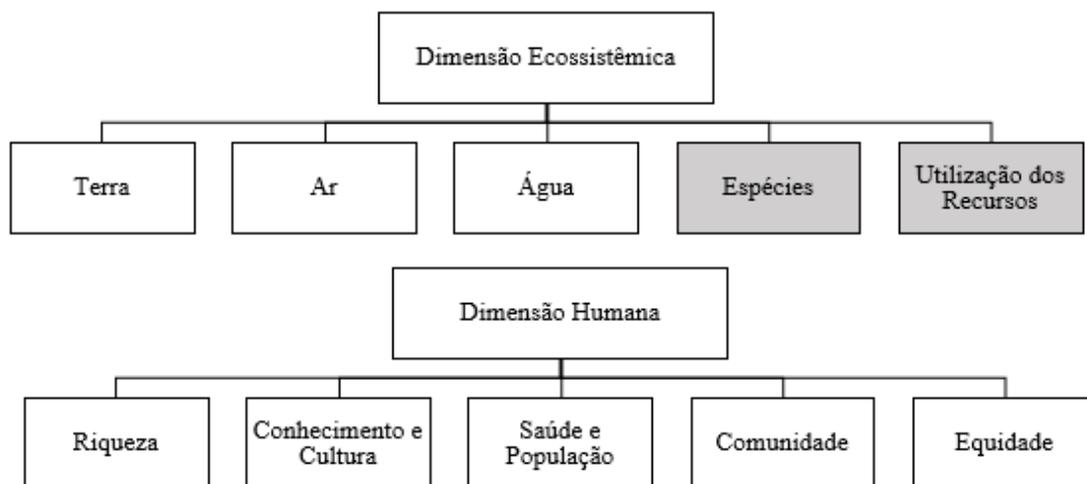


Figura 1. Dimensões e Elementos do Barômetro da Sustentabilidade.

Fonte: Adaptado de Prescott-Allen, 2001.

A partir do modelo apresentado na Figura 1, é possível elencar os indicadores para cada elemento da Dimensão Humana e da Dimensão Ecológica. Para tanto, o método requer uma variedade de questões, precisando integrar dados de vários aspectos do sistema, como: economia, educação, qualidade da água, empregos, etc. Assim sendo, a principal

vantagem do Barômetro é a sua capacidade de combinar indicadores e transformá-los em uma unidade comum avaliando-os em uma mesma escala geral, evitando distorções.

Para tal fim, Prescott-Allen (2001) sugere a utilização de escalas de performance, de base centesimal, para adequar os diferentes indicadores. Ele afirma que uma escala de performance oferece uma medida de quão boa é uma variável em relação às outras. Bom e ótimo estão em um dos extremos das escalas, enquanto que ruim ou péssimo estão no outro extremo, podendo esboçar a posição dos indicadores dentro dessas escalas, possibilitando, assim, a utilização conjunta dos mesmos. Dessa forma, os resultados dos indicadores podem ser combinados encontrando-se as médias para cada dimensão. Outra vantagem do BS é a possibilidade de os atores envolvidos determinarem o nível de sustentabilidade desejável através da seleção dos valores extremos das escalas (Bossel apud Cândido, 2010).

Finalmente, as médias das duas maiores dimensões são alocadas num diagrama bidimensional, a fim de facilitar o entendimento dos tomadores de decisão. Cada uma das duas dimensões (social e ecossistêmica) está representada em um dos eixos do diagrama na forma de metáfora do ovo da sustentabilidade, na qual a sociedade é a “gema”, dependente do ecossistema que a rodeia e ampara “clara”, bem como a “clara” de um ovo que rodeia e necessita da gema. A fim de impedir que um bom resultado em um dos eixos mascare um resultado ruim no outro, as escalas de cada indicador e os eixos do gráfico foram divididos em cinco zonas de acordo com a classificação da escala do barômetro.

A partir da descrição do BS é possível inferir que o mesmo pode ser utilizado para calcular e analisar o nível de sustentabilidade para municípios em escopo geográficos e temporais diversos a partir de recortes e interesses específicos da pesquisa.

5 Procedimentos Metodológicos

Para aplicação do Barômetro da Sustentabilidade neste trabalho, e considerando-se o critério de classificação de pesquisa proposto por Vergara (2010), foi realizada pesquisa documental e exploratória, que fez uso de dados secundários de várias instituições e órgãos, como: Caixa Econômica Federal, Departamento Nacional de Trânsito, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Secretarias Estaduais do Rio Grande do Norte, entre outros.

Para compor a amostra da pesquisa, foram selecionados seis municípios que são destaque no Rio Grande do Norte na geração de energia eólica, a saber: Areia Branca, Brejinho, Guamaré, João Câmara, Macau e Rio do Fogo, que juntos somam um total de 1,16858 GW de energia em operação, de um total de 2,28101 GW em todo o estado (Aneel, 2015), representando, assim, 51,23% do total da capacidade energética de matriz eólica instalada e em operação.

Quanto ao tratamento dos dados, foram utilizadas abordagens quantitativas no que se refere à mensuração dos indicadores selecionados para o conjunto dos municípios, e qualitativas a fim de permitir a compreensão dos resultados através de comentários.

Como procedimento de análise, foram adotados os passos sugeridos por Van Bellen (2006) que consistiu em: definir o sistema a ser observado e a meta a ser alcançada; pesquisa bibliográfica; estudo sobre a ferramenta; identificação das questões e objetivos; escolha dos indicadores e critérios de performance; medição e organização dos indicadores; combinação dos mesmos; alocação, organização e revisão do resultado.

5.1 Apuração dos indicadores e escalas de desempenho

As subdivisões do Barômetro são formadas por um ou mais indicadores dependendo de suas particularidades. Para a maioria das escalas, foram adotados os valores máximos e mínimos auferidos do conjunto de municípios da amostra da pesquisa, já para os indicadores obtidos através do IDS Brasil (IBGE, 2015) foram selecionadas as médias das escalas para o Brasil e para o Rio Grande do Norte. Logo, a estruturação dos indicadores utilizados esteve limitada à disponibilidade dos dados, tendo em vista que as informações foram coletadas de órgãos oficiais de domínio nacional, estadual e municipal.

A seleção de indicadores apenas logrará êxito caso seja feita de maneira adequada, pois só assim permitirá uma análise condizente com a realidade. Logo, depois de determinados os elementos e variáveis que serão utilizados, o próximo passo foi a seleção dos dados secundários e a estipulação dos limites mínimos e máximos da escala, de acordo com os valores concebidos pela amostra. Portanto, o quadro a seguir apresenta os elementos do Barômetro, os indicadores selecionados, suas respectivas fontes, e os intervalos utilizados para a escala na avaliação do bem-estar social.

Elemento	Indicador	Fonte	Escala do Barômetro da Sustentabilidade				
			0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
			Ruim	Pobre	Médio	Justo	Bom
População	Fecundidade Total	PNUD	2,21 - 2,44	2,45 - 2,68	2,69 - 2,92	2,93 - 3,16	3,17 - 3,35
	Mortalidade até 1 ano	PNUD	32,1 - 29,64	29,63 - 27,17	27,16 - 24,70	24,69 - 22,23	22,22 - 19,68
	Esperança de vida	PNUD	68,29 - 69,13	69,14 - 69,98	69,99 - 70,83	70,84 - 71,68	71,69 - 72,49
	Habitantes por unidade de saúde	CONASEMS	2346,42 - 2166,39	2166,38 - 1986,35	1986,34 - 1806,31	1806,30 - 1626,27	1626,26 - 1446,29
Conhecimento e cultura	Analfabetismo - 11 a 14 anos	PNUD	10,73 - 9,68	9,67 - 8,62	8,61 - 7,56	7,55 - 6,5	6,49 - 5,50
	Analfabetismo - 15 a 17 anos	PNUD	6,9 - 6,12	6,11 - 5,33	5,32 - 4,54	4,53 - 3,75	3,74 - 3,0
	Analfabetismo - 18 anos ou mais	PNUD	33,67 - 30,40	30,39 - 27,12	27,11 - 23,84	23,83 - 20,56	20,55 - 17,34
	IDEB (anos iniciais)	INEP	2,60 - 3,28	3,29 - 3,97	3,98 - 4,66	4,67 - 5,35	5,36 - 6,0
	IDEB (anos finais)	INEP	2,4 - 3,12	3,13 - 3,85	3,86 - 4,58	4,59 - 5,31	5,32 - 6,0
	Frequência líquida ao Ensino Superior	PNUD	1,10 - 2,87	2,88 - 4,65	4,66 - 6,43	6,44 - 8,21	8,22 - 9,97
Riqueza	Índice de Gini	IDS Brasil	0,577 - 0,548	0,547 - 0,518	0,517 - 0,488	0,487 - 0,458	0,457 - 0,434
	Domicílios com banheiro e água encanada	PNUD	46,3 - 55,18	55,19 - 64,07	54,08 - 72,96	72,97 - 81,85	81,86 - 90,68
	Domicílios com serviço de coleta de lixo	PNUD	97,26 - 97,74	97,75 - 98,23	98,24 - 98,72	98,73 - 99,21	99,22 - 99,68
	Famílias atendidas pelo bolsa família	CEF; IBGE	17,81 - 16,41	16,4 - 15,0	14,99 - 13,59	13,58 - 12,18	12,17 - 10,79
	Valor adicionado da indústria	IBGE	8,78 - 20,78	20,79 - 32,79	32,8 - 44,8	44,81 - 56,81	56,82 - 68,78
	Valor adicionado dos serviços	IBGE	25,57 - 35,44	35,45 - 45,32	45,33 - 55,20	55,21 - 65,08	65,09 - 74,92
Comunidade	Mortalidade de jovens	DATA SUS	14 - 11,20	11,19 - 8,39	8,38 - 5,58	5,57 - 2,77	2,76 - 0
	Mortalidade de adultos	DATA SUS	13,04 - 10,44	10,43 - 7,83	7,82 - 5,22	5,21 - 2,61	2,60 - 0
	Mortalidade por homicídios	SESED	71,4 - 59,68	59,67 - 47,95	47,94 - 36,22	36,21 - 24,49	24,48 - 12,8

	Participação nas eleições	IBGE	70,11 - 72,47	72,48 - 74,84	74,85 - 77,21	77,22 - 79,58	79,59 - 81,93
Equidade	Dif na razão entre a pop masculina e feminina	IBGE	4,82 - 3,94	3,93 - 3,05	3,04 - 2,16	2,15 - 1,27	1,26 - 0,4
	Domicílios com energia elétrica	PNUD	98,27 - 98,52	98,53 - 98,78	98,79 - 99,04	99,05 - 99,30	99,31 - 99,54
	PIB <i>per capita</i>	IBGE	6704,4 - 26291,3	26291,4 - 45878,2	45878,3 - 65465,1	65465,2 - 85052,1	85052,2 - 104639
	Renda <i>per capita</i> média	PNUD	239,1 - 282,72	282,73 - 326,35	326,36 - 369,96	369,97 - 413,59	413,60 - 457,22

Quadro 1. Fonte de dados e intervalos estabelecidos por indicador do bem-estar humano.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2015.

O segundo quadro apresentado a seguir, representa os elementos, indicadores, fontes e intervalos da dimensão ecossistêmica utilizada para os fins desta pesquisa.

Elemento	Indicador	Fonte	Escala do Barômetro da Sustentabilidade				
			0 - 20	21 - 40	41 - 60	61 - 80	81 - 100
			Ruim	Pobre	Médio	Justo	Bom
Ar	Veículos por habitante	DENATRAN; IBGE;	800 - 651	650 - 601	600 - 401	400 - 201	200 - 0
Terra	Terras em uso agrossilvipastoril	IDS Brasil	100 - 60	60 - 41	40 - 31	30 - 21	20 - 0
	Venda de Fertilizantes	IDS Brasil	312 - 250,86	250,85 - 189,7	189,6 - 128,56	128,55 - 67,41	67,40 - 6,3
	Uso de agrotóxico	IDS Brasil	10,46 - 8,428	8,427 - 6,395	6,394 - 4,362	4,361 - 2,329	2,328 - 0,3
	Lavoura temporária	IDS Brasil	0,1 - 9,98	9,99 - 19,87	19,88 - 29,76	29,77 - 39,65	39,66 - 49,5
Água	População residente na zona costeira	IDS Brasil	13025 - 10420	10419 - 7814	7813 - 5208	5207 - 2602	2601 - 0

Quadro 2. Fonte de dados e intervalos estabelecidos por indicador do bem-estar ecossistêmico, para cada período analisado.

Fonte: Dados da Pesquisa, 2015.

Depois de estabelecidas as escalas e seus limites, o próximo passo foi calcular os valores centesimais (graus do barômetro) para cada indicador. O método para auferir os valores centesimais referentes à escala do Barômetro se deu através de duas fórmulas: a) a primeira está ligada diretamente aos indicadores que possuem relação positiva, ou seja, à medida que crescem, contribuem positivamente para a sustentabilidade; b) já a segunda é dada para relações negativas, onde à medida que o indicador cresce, este contribui negativamente para o desenvolvimento sustentável. As equações 1 e 2 apresentam tais cálculos.

Para relações Positivas (Equação 1):

$$\left\{ \frac{\text{Valor do indicador} - \text{Valor base do indicador}}{\text{Valor topo do indicador} - \text{Valor base do indicador}} \right\} \times 20 \} + \text{Pontuação base do Barômetro}$$

Para relações Negativas (Equação 2):

$$\text{Pontuação do Topo do Barômetro} - \left\{ \left[\frac{\text{Valor do Indicador} - \text{Valor base do Indicador}}{\text{Valor do topo do Indicador} - \text{Valor da base do indicador}} \right] \times 20 \right\}$$

Após os cálculos individuais para cada indicador, foram mensuradas as médias aritméticas para cada dimensão, até que se cheguem ao grau que representa a posição do *Barometer of Sustainability* para os seis municípios em estudo, referentes aos anos de 2005 e 2015. Tal representação foi elaborada a partir de uma adaptação de Prescott-Allen (2001), a qual estabelece que o grau possa variar de insustentável a sustentável: os valores de 0 a 20 serão classificados como ruim ou insustentável e marcados pela cor vermelha; os valores de 21 a 40 terão a classificação pobre ou potencialmente insustentável, atribuindo-se a eles a cor rosa; para valores de 41 a 60 serão denominados intermediários com a coloração amarela; de 61 a 80 serão justos ou potencialmente sustentáveis, apresentando a cor azul; e por fim, de 81 a 100 serão classificados como bons ou sustentáveis na cor verde. Por fim, os resultados serão dispostos na representação de um plano cartesiano, apontando para a situação da sustentabilidade dos municípios.

A seguir, serão explanados os resultados para cada município, mediante a aplicação desta metodologia.

6 Apresentação e Análise dos Resultados

A fim de analisar o bem-estar geral do conjunto de municípios (Areia Branca, Brejinho, Guararé, João Câmara, Macau e Rio do Fogo), o presente estudo utilizou um total de 30 indicadores. Destes, 24 integram o bem-estar humano e o restante compõe o bem-estar ecossistêmico. Para a sociedade foram utilizadas as dimensões: população; riqueza; conhecimento e cultura; comunidade; e equidade. Para o ecossistema, utilizou-se as dimensões: terra; água; e ar. O quadro a seguir mostra os resultados obtidos dos elementos da dimensão humana para cada um dos municípios estudados.

Dimensão Humana (2005)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
População	65,7	65,3	46,9	64,9	61	40,3	57,35
Conhecimento e Cultura	24,2	68	19,7	16,9	49,4	8,1	31,05
Riqueza	42,8	69,9	35,5	40,5	52,3	36,3	46,22
Comunidade	58	81	84	80	87	30	70
Equidade	86	70	45	12	67	35	52,5
Dimensão Humana (2015)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
População	62,9	56,2	17,7	27,1	50	64,4	46,38
Conhecimento e Cultura	26,4	74,3	19,5	23	50,3	15	34,75

Riqueza	52,6	64,1	36,8	37,4	58,6	36,5	47,7
Comunidade	27,6	64,2	67,9	47,9	79,8	67,8	59,2
Equidade	66,5	52,8	57,71	55,9	32,4	1,22	44,42

Quadro 3. Resultados dos índices para cada elemento do Barômetro da Dimensão Humana para 2005 e 2015.

Fonte: Dados da Pesquisa (2015).

Os resultados da dimensão população, no período de 2005 foram, em sua maioria, classificados como potencialmente sustentáveis. No que diz respeito aos resultados mais atuais, percebe-se uma acentuada queda nas médias para Areia Branca, Brejinho, João Câmara e Macau. Tal desequilíbrio deve-se, principalmente, em função do indicador Taxa de Fecundidade Total, posto que com o passar dos anos tornou-se insustentável nos quatro municípios citados. A taxa de mortalidade infantil e a esperança de vida ao nascer, que estão diretamente vinculadas ao acesso à saúde e às condições de vida da população, tornaram-se insustentáveis nos municípios de Brejinho e João Câmara.

Para a dimensão Conhecimento e Cultura, as médias não sofreram muitas alterações entre os períodos observados. Analisando-se as taxas de analfabetismo dos anos referentes ao ensino fundamental e ao ensino médio, foram verificadas reduções nos valores reais desses indicadores, possibilitadas pelo aumento do acesso à educação nos últimos anos em função, principalmente, da obrigatoriedade de oferta de ensino fundamental na rede pública municipal. A situação dos adultos não alfabetizados é mais crítica nos municípios estudados, tendo em vista que o menor índice da amostra representa uma quantidade de 17,34% de pessoas com 18 anos ou mais que não sabem ler nem escrever. Fazendo-se necessária uma maior atenção no que diz respeito às políticas públicas para a educação nessa faixa etária.

Para se nivelar a países desenvolvidos, o Plano de Desenvolvimento da Educação Básica (INEP, 2013) estabeleceu para o Brasil a meta de atingir nota 6,0 no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica - IDEB. Foi possível observar uma gradativa elevação das notas para os anos iniciais no período de 2015. Vale ressaltar que o valor máximo do indicador é uma meta em médio prazo. Sendo assim, merece destaque o município de Guamaré em virtude de seu desempenho durante o período observado. No entanto, para os anos finais, não é perceptível aumento considerável em relação ao IDEB, situação essa que carece de avaliações a fim de encontrar os gargalos que impedem a evolução desta taxa. Verifica-se aumento da taxa de frequência líquida ao Ensino Superior durante o período, que pode ser derivado dos programas governamentais de inclusão, no entanto ainda é um percentual muito baixo de jovens frequentando universidades, sendo Rio do Fogo caracterizado por insustentável nos dois intervalos.

Um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável é a redução da pobreza. Assim sendo, um Índice de Gini acima de 0,5 já pode ser considerado representativo de fortes desigualdades, por essa razão, os resultados deste indicador para os municípios, tanto em 2005 quanto 2015, foram classificados como potencialmente insustentáveis.

A crescente onda de violência que afeta as cidades brasileiras reflete diretamente no aumento do coeficiente de mortalidade por homicídios, no entanto no período de 2005, quatro das seis cidades foram classificadas como sustentáveis; e, em 2015, como potencialmente sustentáveis, relevando que os municípios podem ser considerados tranquilos. Todavia, levando-se em consideração que na maioria dos municípios, em valores reais, a mortalidade

proporcional de jovens vem decrescendo e a de adultos se expandido, é necessário atentar para medidas de médio e longo prazo que sejam efetivas, a fim de reduzir a perda de população economicamente ativa.

Com relação à equidade dos municípios, a diferença entre sexos está muito evidente nos municípios de Areia Branca, Macau e Rio do Fogo em ambos os períodos, devendo-se evidenciar o desempenho de João Câmara que passou de insustentável a intermediário.

Finalmente, as médias do conjunto de municípios revelam que em todas as cidades, encontram-se gargalos principalmente no que se refere à educação em ambos os períodos. Os demais elementos foram classificados como intermediários. O quadro a seguir, apresenta os resultados para a dimensão Ecosistêmica.

Dimensão Ecosistêmica (2005)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
Ar	85,4	89,2	85,1	87,5	86,4	82,4	86
Terra	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7	58,7
Água	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4	80,4
Dimensão Ecosistêmica (2015)							
Elemento	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo	Média do Conjunto de Municípios
Ar	67,6	66,9	63,2	67,8	65,9	93,9	70,9
Terra	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8	58,8
Água	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3	80,3

. Quadro 4. Resultados dos índices para cada elemento do Barômetro da Dimensão Ecosistêmica para 2005 e 2015.

Fonte: Dados da Pesquisa (2015).

No que se refere ao bem-estar ecosistêmico, o primeiro elemento consiste na variável Ar, que está essencialmente relacionada à vitalidade animal, vegetal e humana, uma vez que os processos de combustão dos automóveis ocasionam danos à saúde e ao bem-estar geral (Kronemberger *et. al*, 2008). Assim sendo, todos os municípios contribuíram positivamente em direção à sustentabilidade no período de 2005, enquanto que em 2015 apenas Rio do Fogo permaneceu sustentável, e os demais classificados como potencialmente sustentáveis.

Para os elementos terra e água, os índices permaneceram constantes no período observado, sendo classificadas como intermediária e sustentável, respectivamente. Tal fato evidencia a crescente preocupação da sociedade em preservar os recursos que estão disponíveis para sua utilização e reposição. O quadro 5 apresenta as médias para cada dimensão no período observado, através desses resultados foi esboçada representação gráfica bidimensional do sistema.

Bem-estar Ecosistêmico	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo
2005	74,83	76,08	74,12	75,52	75,15	73,84
2015	68,95	68,65	67,44	68,96	68,32	77,67
Bem-estar Social	Guamaré	Areia Branca	Brejinho	João Câmara	Macau	Rio do Fogo
2005	55,36	70,83	46,14	42,82	63,32	29,91
2015	47,22	62,32	39,95	38,29	54,25	37,00

Quadro 5. Médias das dimensões Ecosistêmica e Social para os períodos de 2005 e 2015

Fonte: Dados da Pesquisa (2015).

De modo geral, percebe-se que a dimensão Ecosistêmica permaneceu estável durante o período analisado, enquanto que para os municípios de Brejinho, João Câmara e Macau foram observados decréscimos em seus índices referentes ao bem-estar social. Devem-se atentar, também, para a situação permanente de potencialmente insustentável apresentada por Rio do Fogo durante os dois períodos na dimensão social.

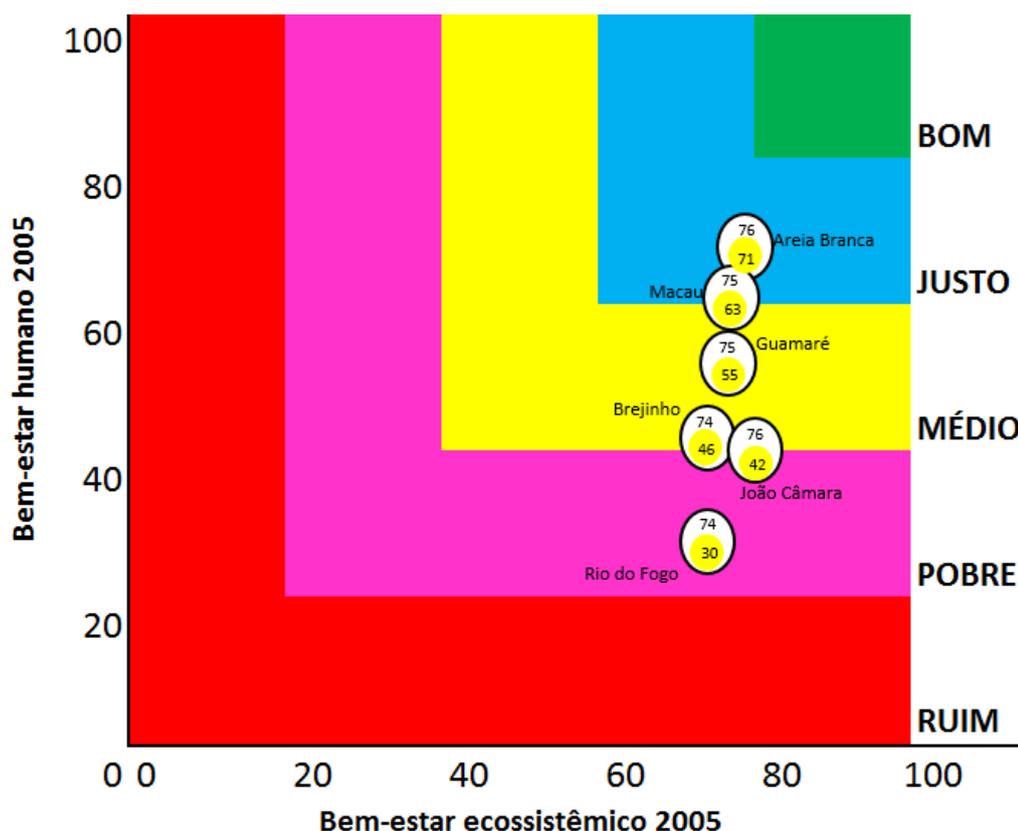


Figura 2. Índice de bem-estar do Barômetro dos seis municípios estudados antes da instalação das usinas.

Fonte: Dados da Pesquisa (2015).

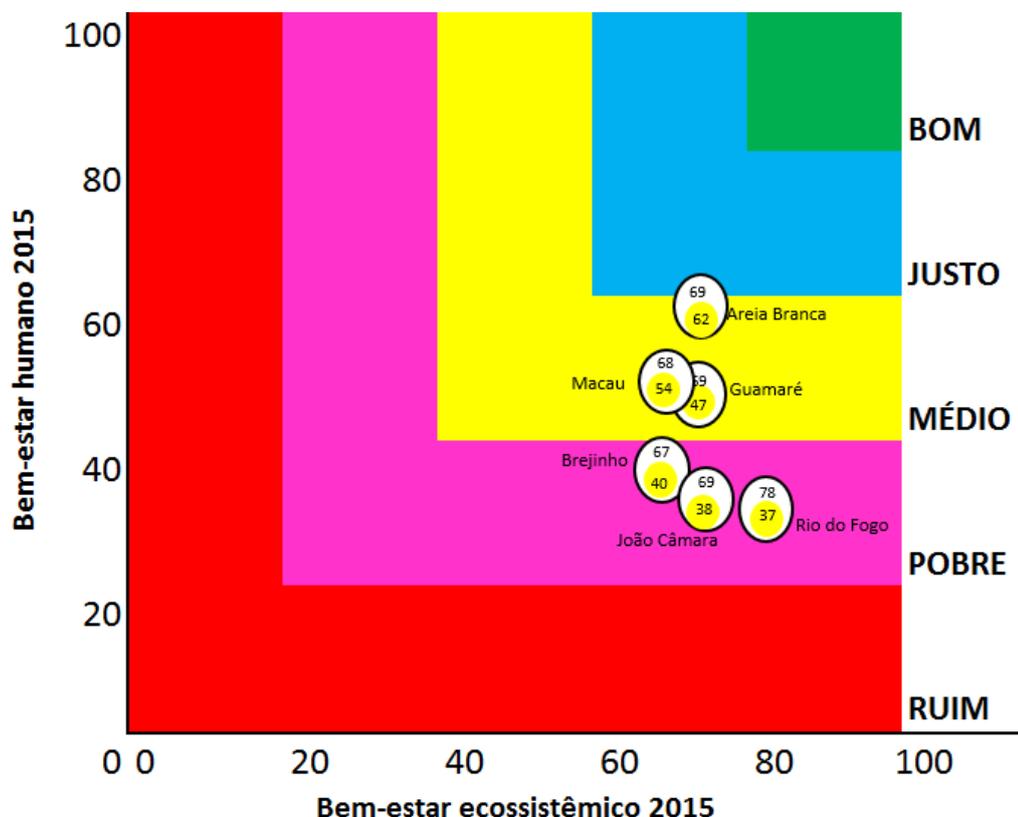


Figura32. Índice de bem-estar do Barômetro dos seis municípios estudados depois da instalação das usinas.

Fonte: Dados da Pesquisa (2015).

A partir da comparação das duas representações gráficas, observa-se que os pontos de intersecção permanecem aproximadamente no mesmo local diante do eixo relativo ao bem-estar ecossistêmico. No entanto, percebe-se ligeira queda em função ao eixo do bem-estar humano. Diante desses resultados, conclui-se de modo geral, que poucos foram os impactos na dimensão ecossistêmica, enquanto que a dimensão social sofreu mais durante o tempo decorrido, caracterizando os municípios como potencialmente insustentáveis (pobres) e intermediários em 2015.

Considerações Finais

A questão do desenvolvimento sustentável tem gerado diversos debates nas mais variadas esferas do conhecimento. O setor energético tem considerável influência no desenvolvimento por se tratar de um insumo básico para o progresso de toda a humanidade. E foi a partir da crise do petróleo, após a Segunda Guerra Mundial, que o setor eólico começou a ganhar visibilidade.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou mensurar e analisar a sustentabilidade dos municípios que receberam usinas eólicas no Rio Grande do Norte, numa perspectiva temporal, antes de depois da instalação desses empreendimentos, que foi possibilitada através da adaptação do *Barometer of Sustainability* (BS). Os resultados obtidos diante desse estudo mostraram que, ao longo dos anos, os índices de sustentabilidade da região foram diminuindo, principalmente aqueles que se referem à dimensão social, visto que a maioria dos municípios

apresenta redução nos indicadores relacionados aos elementos comunidade e educação, em virtude do agravamento do coeficiente de mortalidade por homicídios e pelo elevado percentual de analfabetismo na idade adulta.

A partir destas reflexões, percebe-se a necessidade se reconsiderar as políticas de gestão de desenvolvimento regional para os municípios analisados, bem como ampliar as discussões acerca da questão eólica no Rio Grande do Norte, verificando-se o papel das políticas públicas adotadas e como se dá o relacionamento destes empreendimentos eólicos com os diversos atores sociais locais, a fim de promover avanços positivos no comportamento da sociedade em direção ao desenvolvimento sustentável.

Em se tratando das limitações do estudo, os resultados estão condicionados à dificuldade na coleta de dados para compor outros indicadores de fundamental importância na análise da sustentabilidade dos municípios, em virtude da indisponibilidade dos dados. Tal carência de informações também pode ser observada em outros estudos acerca da sustentabilidade em pequenas localidades.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Matriz Energética do Brasil: Usinas do tipo eólicas em operação** (outubro de 2015). Disponível em: <www.aneel.gov.br>. Acesso em: 05 de outubro de 2015.

BANCO DE DADOS DO SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE – DATA SUS. **Indicadores de Dados Básicos 2005**. Disponível em <www.datasus.gov.br>. Acesso em 18 de janeiro de 2015.

_____. **Indicadores de Dados Básicos 2012**. Disponível em <www.datasus.gov.br>. Acesso em 18 de janeiro de 2015.

BARBIERI, J.C. **Gestão ambiental empresarial: Conceitos, modelos e instrumentos**. 2. Ed. São Paulo: Saraiva, 2007.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Consulta pública do Bolsa Família 2015**. Disponível em: <<http://www1.caixa.gov.br/>>. Acesso em 18 de janeiro de 2015

CONSELHO NACIONAL DE SECRETARIAS MUNICIPAIS DE SAÚDE. **Informações básicas dos municípios**. Disponível em: <<http://www.conasems.org.br>>. Acesso em 27 de abril de 2015.

CÂNDIDO, G. A.; LUCENA, A. D.; CAVALCANTE, J. N. **Sustentabilidade no município de João Pessoa: Uma aplicação do Barômetro da Sustentabilidade**. In: Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, 2010.

CMMAD (Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento). **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: FGV, 1991.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRANSITO. **Veículos por município**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota2014.htm>>. Acesso em 07 de fevereiro de 2015.

EWEA. **Powering Europe: Wind energy and electricity grid**. Brussels: EWEA, 2010.

GLOBAL WIND ENERGY CONCIL – GWEC. **Global Wind energy outlook 2008**. Brussels: GWEC, 2008.

_____. **Global Wind Statistics 2011**. Disponível em: <<http://www.gwec.net>>. Acesso em 08 de outubro de 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> > Acesso em 18 de abril de 2015.

_____. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2004**. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 de setembro de 2015.

_____. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2015**. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em 11 de setembro de 2015.

_____. **Pesquisa Nacional por amostra de domicílios 2008**. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 17 de janeiro de 2015.

_____. **Pesquisa sobre Assistência Médico-Sanitária 2009**. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em 16 de janeiro de 2015.

_____. **Produto Interno Bruto dos Municípios 2002 - 2005**. Disponível em <www.biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em 16 de janeiro de 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS ANÍSIO TEIXEIRA. **IDEB 2005 – Resultados e Metas**. Disponível em: <www.inep.gov.br>. Acesso em 18 de setembro de 2015.

_____. **IDEB 2013 – Resultados e Metas**. Disponível em: <www.inep.gov.br>. Acesso em 18 de janeiro de 2015.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Dados Regionais 2005**. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em 19 de setembro de 2015.

KRONEMBERGER, D. M. P. *et. al.* Desenvolvimento Sustentável no Brasil: uma análise a partir da aplicação do Barômetro da Sustentabilidade. **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, p. 25-50, 2008.

PAULINO, R. C. Rio Grande do Norte possui a maior matriz eólica do país. **Junta Comercial do Rio Grande do Norte**. Rio Grande do Norte: 18 de maio de 2015. Disponível em: <<http://www.jucern.rn.gov.br>>. Acesso em: 08 de outubro de 2015.

PNUD - PROGRAMA DO DESENVOLVIMENTO HUMANO DOS MUNICÍPIOS. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2002**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/>. Acesso em 17 de setembro de 2015.

_____. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013**. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/>. Acesso em 09 de fevereiro de 2015.

PRESCOTT- ALLEN, R. **The wellbeing of nations:** a country-by-country index of quality of life and the environment. Washington, DC: Island Press, 2001.

VAN BELLEN, H. M. **Indicadores de Sustentabilidade:** Uma análise comparativa. 2. Ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

VEIGA, J. E. **Desenvolvimento Sustentável:** O desafio do século XXI. 3. Ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** 12. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.