

**FACULDADES INTEGRADAS DE TAQUARA – FACCAT**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO**  
**REGIONAL - PPGDR**

**ROSANE MARIA KASPARY**

**ENERGIA EÓLICA: FONTE COMPLEMENTAR COMO PROPULSORA**  
**DO DESENVOLVIMENTO PARA O ATENDIMENTO DA DEMANDA POR**  
**ENERGIA ELÉTRICA NO RIO GRANDE DO SUL.**

**Taquara, Outubro de 2015.**

**ROSANE MARIA KASPARY**

**ENERGIA EÓLICA: FONTE COMPLEMENTAR COMO PROPULSORA DO  
DESENVOLVIMENTO PARA O ATENDIMENTO DA DEMANDA POR ENERGIA  
ELÉTRICA NO RIO GRANDE DO SUL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Desenvolvimento Regional – Mestrado – das  
Faculdades Integradas de Taquara – FACCAT, sob  
orientação da prof. Dra. Dirce Suertegaray

**Taquara, Outubro de 2015.**

## ASSINATURAS

**Banca Examinadora:**

---

**Dra. Dirce Maria Antunes Suertegaray**  
**Professora Orientadora - FACCAT**

---

**Dr. Carlos Fernando Jung**  
**Professor Examinador - FACCAT**

---

**Dr. Roberto Verdum**  
**Professor Examinador - UFRGS**

*Dedico este trabalho a todas as pessoas  
que sempre me apoiaram direta e  
indiretamente, durante toda minha  
trajetória acadêmica, profissional e  
pessoal. Especialmente ao meu marido  
Ivan, meus filhos Davi Taís e Jonas e  
também aos meus pais Albano e Alice.*

## AGRADECIMENTOS

Em todas as etapas ou fases da vida, assim como numa dissertação, existe a idealização, o planejamento, a construção de um projeto, sua elaboração e aplicação e por fim o grande resultado. Como diz João Chagas Leite em sua Música “Por quem Cantam os Cardeais”, “*o caminho pouco importa...*”, nem sempre “pouco importa”. Apreciar a paisagem, aproveitar as novas trilhas e descobrir um mundo novo faz toda a diferença, faz o resultado ter um outro sentido, muito maior, muito mais concreto e muito mais vivido. Nesta trajetória além do conhecimento adquirido, levo na bagagem um pedacinho de cada pessoa que cruzou meu caminho, não importa o motivo, mas sim o que deixaram comigo e por isto sou grata.

No momento de agradecer começo pela minha própria existência, a Deus, por todas as maravilhas que sinto, que vejo, que almejo e pela minha essência.

Agradeço aos meus pais, irmãos e demais familiares, por me apoiarem desde sempre, por me ensinar os diferentes caminhos, e aceitar minhas escolhas, mesmo sabendo que não seria fácil. Especialmente agradeço às minhas cunhadas Elisabete dos Santos Kaspary pela energia constante e pela preocupação comigo e com a família e a Vanessa Schmitt Petry também pelo carinho especial e principalmente pela atenção ao revisar esta dissertação. Em especial à minha amiga e mãe do coração Ana Abbade, que mesmo distante me deu o colo que eu tanto precisava nos momentos mais complicados, além também da “ajudinha” nas traduções.

Agradeço aos mestres que muito me ensinaram, em todas as etapas da minha vida, em especial neste mestrado. Pelas teorias e pelas práticas discutidas. Descobri a filosofia que existe em mim, mas ainda não sei se sou Marx ou Weber, o que importa é que agora aprendi a interpretar seus argumentos, aliás, sem a base metodológica esta dissertação não poderia ser construída de forma tão objetiva. Aprendi a identificar as particularidades de uma região, como e quando envolver outras, como o rural e o urbano se relacionam. Agora sei que existem políticas públicas e que as relações sociais vão muito além de apertos de mão.

Dos mestres, apesar de doutores, agradeço especialmente ao professor Daniel L. Gevehr, por abrir as janelas durante a trajetória do mestrado, permitindo que eu apreciasse a paisagem e ainda colhesse os frutos no caminho. Por ensinar o quanto é importante o patrimônio e como nossas vidas tem um significado peculiar em função de cada traço da história.

Não por ser “praxe”, mas agradeço muito à minha orientadora e professora Dirce M Suertegaray. Primeiro pelo aprendizado em aula. Impossível olhar para uma parede branca, uma mata nativa, prédios, pessoas, etc., sem lembrar o que é objeto, o que é paisagem, da nova geografia aprendida, seja ela virtual, física, temporal, não importa, é diferente de tudo o que eu conhecia, tudo agora tem um novo significado. As orientações foram concisas, precisas e fundamentais para detalhar os aspectos mais importantes do estudo, o que me permitiu, novamente, agregar mais conhecimento em áreas que eu nem imaginava “invadir”. Muito obrigada por me orientar e permitir descobertas tão significantes para esta dissertação.

Agradeço a FACCAT pela oportunidade e por confiar no meu potencial, pelo Governo Federal que através da CAPES tornou este sonho possível. Agradeço também aos meus colegas de mestrado, pelo convívio e troca de conhecimentos em sala de aula. Em especial a minha colega Suzana Helbig, pelos contatos que me permitiram apresentar os resultados da dissertação. À Aline Nandi, minha colega e amiga de muitas tardes, dias, noites e nas viagens, que sempre me apoiou nas horas difíceis, pelas tardes de terapia, junto com a colega Gabriela Dilli.

Por todos os entrevistados que me permitiram entender as particularidades da energia eólica e todas as transformações que ocorrem, contribuindo para esclarecer as dúvidas e atingir assim os objetivos da dissertação.

Por fim, quero agradecer ao meu marido Ivan Marcelo Schmitt, meu companheiro de todas as horas, que além de me apoiar sempre me incentivou a seguir em frente. Que além de cuidar de mim, se dedicou ainda mais ao cuidado dos filhos e da casa para que eu pudesse me dedicar ao mestrado. E claro, aos meus três filhos, Davi, Jonas e Taís, por entenderem as ausências da mãe, mesmo eu estando na sala ao lado, por ajudar mesmo sem saber como ou por que. Sem vocês nada disso seria possível, e nada teria sentido. Muito obrigada por tudo, amo vocês.

## RESUMO

O desenvolvimento regional ocorre quando os aspectos essenciais à vida são contemplados, isto inclui a energia em todas as suas formas. Por este motivo, o acesso à energia elétrica na atualidade é fundamental para a inclusão social e o bem estar de todos. Com uma iminente crise energética, considerando a interrupção no abastecimento, além das crises ambientais e econômicas, faz-se necessária ainda mais a inclusão da geração de energia por fontes renováveis em pesquisas e projetos visando o consumo consciente e sustentável. Neste sentido, esta dissertação apresenta o potencial energético a partir dos ventos no Rio Grande do Sul, apresentando as condições técnicas necessárias para a instalação de aerogeradores, verificando também o impacto ambiental. O estudo também apresenta a demanda por energia e a previsão para os próximos anos, associando a situação econômica com a evolução da população. Com o foco no desenvolvimento regional, também foram avaliadas as percepções ambientais por parte da comunidade onde os parques eólicos foram instalados, bem como as demais percepções que esta comunidade verifica, tornando-se parte deste novo conceito, desta nova paisagem. Neste sentido, todas as atividades que envolvem a implantação de um empreendimento como este, emergem para uma nova dinâmica econômica e social, na qual automaticamente os municípios analisados se inseriram. Contudo, um dos principais aspectos considerados para o desenvolvimento, ainda está relacionado com fatores econômicos, sendo estes também considerados neste estudo, tanto nas análises estatísticas, como pela percepção da comunidade local.

**Palavras-chave:** Energia Eólica, Percepções ambientais, Desenvolvimento Regional.

## **ABSTRACT**

The Regional development occurs when the essential aspects of life are contemplated; this includes the energy in all their forms. For this reason the access to electricity nowadays is fundamental to social inclusion and well-being of all. With an impending energy crisis, considering the interruption in supply, in addition to environmental and economic crises, even more it is necessary to include the generation of energy by renewable sources in research and projects aiming at the aware and sustainable consumption. In this sense, this work presents the energy potential from wind in Rio Grande do Sul, with the necessary technical conditions for the installation aerogenerators, also checking the environmental impact produced by wind power. The study also presents the demand for energy and the forecast for the next few years, coupled with the economic situation with the development of the population. With the focus on regional development, were also assessed the environmental perceptions by the community where the wind farms were installed, as well as other perceptions that this community verifies, becoming part of this new concept, this new landscape. In this sense, all activities that involve the deployment of a venture like this emerge to a new economic and social dynamics, in which the municipalities analyzed automatically be inserted. However, one of the main aspects considered for development is still related to economic factors, which are also considered in this study, both in statistical analyzes, such as the perception of the local community.

**Keywords:** Wind Power, Environmental Perceptions, Regional Development.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Mapa do Rio Grande do Sul – Destaque aos municípios analisados. ....	32
Figura 02: Matriz Energética no Mundo – 1980 a 2013 (Fontes Primárias).....	39
Figura 03: Matriz Energética no Brasil – 1980 / 2014 (% Fontes Primárias). ....	40
Figura 04: Crescimento da demanda por Eletricidade no Brasil. ....	41
Figura 05: Consumo de Energia X Crescimento Econômico.....	42
Figura 06: Evolução da Energia Eólica no Mundo.....	45
Figura 07: Incremento anual da Energia Eólica no Mundo. ....	46
Figura 08: Modelo de anemômetro de copo.....	49
Figura 09: Distribuição dos ventos no globo terrestre. ....	50
Figura 10: Nível de Ruído de Diversas Atividades ..... 55	55
Figura 11: Causas de Morte de Aves Relativas às Atividades Humanas nos EUA. ....	57
Figura 12: Emissões mundiais de dióxido de carbono em bilhões de toneladas – 1990/2035. 60	60
Figura 13: Matriz Energética Brasileira – 2013 / 2023.....	65
Figura 14: Matriz Energética Brasileira – Capacidade instalada no SIN – 2013 / 2023. ....	66
Figura 15: Brasil. Consumo total de eletricidade no Brasil, 2013-2050 (TWh). ....	67
Figura 16: Consumo de eletricidade na rede, por classe, 2013-2050, no Brasil. ....	67
Figura 17: Brasil. Consumo total de eletricidade por classe (2050 - %). O consumo inclui autoprodução. ....	68
Figura 18: Brasil. Consumo total de eletricidade PNE 2050 versus PNE 2030.....	68
Figura 19: Mapa da Distribuição geográfica do potencial brasileiro. (Obs.: a cor verde indica potencial baixo já a cor amarela e laranja um maior potencial). ....	73
Figura 20: Mapa da Velocidade média anual dos ventos na região Sul do Brasil. (Obs.: a cor verde indica potencial baixo já a cor amarela e laranja um maior potencial). ....	74
Figura 21: Brasil 4º na posição mundial dos países com maior incremento em 2014.....	77
Figura 22: Brasil 2º na posição mundial – atratividade de Investidores para Energia Eólica. .	78
Figura 23: Investimentos no setor Eólico no Brasil. (R\$ Bilhões). ....	79
Figura 24: Empresas instaladas no Brasil para a produção de componentes. ....	79
Figura 25: Potencial Eólico do Rio Grande do Sul.....	81

Figura 26: Variabilidade do vento no Brasil – 2000 a 2013. ....	82
Figura 27: Esquema de comercialização da energia no Brasil. ....	84
Figura 28: Consumo total de energia elétrica do setor Industrial de 2005 a 2014. ....	85
Figura 29: Consumo total de energia elétrica do setor Comercial de 2005 a 2014. ....	86
Figura 30: Consumo total de energia elétrica do setor Residencial de 2005 a 2014. ....	86
Figura 31: Consumo total de energia elétrica do setor (outros) de 2005 a 2014. ....	87
Figura 32: Consumo total de energia elétrica no Brasil de 2005 a 2014. ....	87
Figura 33: Consumo total de energia elétrica no Brasil de 2005 a 2014 por UF. ....	89
Figura 34: Consumo total de energia elétrica no Brasil de 2005 a 2014 por região. ....	89
Figura 35: Matriz de Energia Elétrica Brasileira, (Oferta) - Plano Decenal Energético 2023. ....	90
Figura 36 – Planejamento Sistema Interligado – Planejamento Energético, Brasil. ....	92
Figura 37 – Consumo de Energia Elétrica no RS por atividade (2010-2014). ....	93
Figura 38: Capacidade de geração em construção no Rio Grande do Sul por Fonte. ....	95
Figura 39 – Planejamento Sistema Interligado – Planejamento Energético, RS. ....	96
Figura 40 – Planejamento Sistema Interligado – Novas Redes, RS. ....	96
Figura 41 – Potência instalada por Estado (MW) – 2015. ....	97
Figura 42 – Ampliação do potencial eólico no Brasil (MW) – Abril de 2015. ....	99
Figura 43 – Zoneamento Ambiental para prospecção Eólica no RS. ....	100
Figura 44: Preparação da base para instalação de torre eólica. ....	111
Figura 45: Vista noturna das torres com as luzes de segurança no alto. ....	114
Figura 46: Vista das torres iluminadas com a subestação ao fundo. ....	114
Figura 47: Parque Eólico Chuí V em Santa Vitória do Palmar. ....	115
Figura 48: Integração dos aerogeradores na paisagem em Osório. ....	117
Figura 49: Iluminação dos aerogeradores em Osório – Vista Noturna. ....	119
Figura 50: Futuras instalações para atendimento aos visitantes, Santana do Livramento. ....	122
Figura 51: Aerogeradores integrados na paisagem em Santana do Livramento. ....	124
Figura 52: Fauna preservada no Parque Eólico de Santana do Livramento. ....	125

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Dados Rio Grande do Sul.....	31
Tabela 02: Dados dos Municípios – Osório, Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar. ....	32
Tabela 03: TOP 10 dos países com maior capacidade instalada acumulada até 2014. ....	77
Tabela 04: Estados brasileiros com potencial eólico investigado através de atlas eólicos. ....	80
Tabela 05: Situação Sistema Elétrico do Rio Grande do Sul. ....	93
Tabela 06: Geração de Energia no Rio Grande do Sul por Fonte. ....	94
Tabela 07: Potencial Eólico no RS – <i>Onshore</i> (solo firme). ....	98
Tabela 08: Potencial Eólico no RS – <i>Offshore</i> (Lagoas e Oceano). ....	99
Tabela 09: Capacidade instalada no RS por município. ....	101
Tabela 10: Investimentos – Expansão da capacidade Instalada - Energia Eólica no RS.....	102

## LISTA ABREVIACÕES E SIGLAS

ACEEE - American Council for an Energy-Efficient Economy  
APA Área de Preservação Ambiental  
APP Área de Preservação Permanente  
ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica  
CCEE Câmara de Comercialização de Energia Elétrica  
CNUMAD Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento  
EIA Estudo de Impacto Ambiental  
ELETROBRAS Centrais Elétricas Brasileiras-Eletróbrás  
EPE Empresa de Pesquisa Energética  
FEPAM Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler  
GCE Gestão da Crise de Energia Elétrica  
GEE – Gás de Efeito Estufa  
GSF (Generating Scaling Factor) Fator de Ajuste de Energia do MRE  
GPI Grandes Projetos de Investimento  
IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
LI Licença de Instalação  
LO Licença de Operação  
LP Licença Prévia  
MDL Mecanismo de Desenvolvimento Limpo  
MME Ministério de Minas e Energia  
MRE Mecanismo de Realocação da Energia  
ONS Operador Nacional do Sistema Elétrico  
ONU Organização das Nações Unidas  
PCH Pequenas Centrais Hidrelétricas  
PDE – Plano Decenal de Expansão de Energia  
PNE – Plano Nacional de Energia  
PROINFRA Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica  
RAS Relatório Ambiental Simplificado

REN21 - Renewable Energy Policy Network for the 21st Century

RIMA Relatório de Impacto Ambiental

SEMA Secretaria Estadual do Meio Ambiente

SIN Sistema Interligado Nacional

UHE Grandes Usinas Hidrelétricas

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	16
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA .....	17
1.2	JUSTIFICATIVA .....	20
1.3	OBJETIVOS.....	23
1.3.1	Objetivo geral.....	24
1.3.1.1	Objetivos Específicos.....	25
1.4	METODOLOGIA.....	25
1.4.1	Análise de Conteúdo .....	26
1.4.2	Pesquisa Semiestruturada .....	27
1.4.3	Cenário da Pesquisa.....	30
1.4.3.1	Rio Grande do Sul .....	30
2	ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO HUMANO .....	33
2.1	A GERAÇÃO DE ENERGIA.....	35
2.2	DEMANDA POR ENERGIA .....	39
3	ENERGIA EÓLICA .....	44
3.1	PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA .....	48
3.2	CARACTERÍSTICAS / PROPRIEDADES PARA ENERGIA EÓLICA .....	48
3.2.1	O Vento.....	49
3.2.1.1	Desvantagens do Sistema Eólico.....	51
3.3	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS PARA A INSTALAÇÃO DE AEROGERADORES .....	52
3.4	IMPACTOS NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA.....	53
3.4.1	Ruído .....	54
3.4.2	Colisão com Aves .....	56

3.4.3	Redução dos impactos ambientais negativos a partir do uso de energia gerada por Turbinas Eólicas .....	58
3.5	PERCEPÇÃO SOCIO-AMBIENTAL - PAISAGEM.....	61
4	ENERGIA NO BRASIL .....	65
4.1	REGULAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL .....	69
4.2	PRODUÇÃO POR FONTES ALTERNATIVAS .....	71
4.2.1	Potencial Eólico no Brasil .....	72
4.2.2	Potencial Eólico no Rio Grande do Sul.....	80
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	83
5.1	DEMANDA DE ENERGIA X DESENVOLVIMENTO.....	83
5.1.1	Consumo de energia elétrica nos últimos 10 anos .....	84
5.1.2	A Matriz Energética no Brasil .....	90
5.1.3	Energia Elétrica no Rio Grande do Sul .....	92
5.2	A ENERGIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO SUL.....	97
5.2.1	Análise das particularidades dos Parques instalados no Rio Grande do Sul .....	102
5.3	ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES RELACIONADAS À ENERGIA EÓLICA.....	112
6	CONCLUSÃO.....	126
6.1	CONSIDERAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	130
6.2	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	131
	REFERÊNCIAS .....	132
	ANEXO A .....	138
	ANEXO B.....	145
	ANEXO C.....	147

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução do uso da energia tem passado por várias fases até chegar à situação em que vivemos atualmente. A diferença entre a nossa civilização e as anteriores está na capacidade de transformar e utilizar energia de forma sistemática. A energia é a base da vida, sobre a qual se sustenta toda a ciência, esta pode ser explicada pela luta entre uma espécie e outra ou ainda dentro da mesma espécie com o objetivo maior – a sobrevivência. (LOPEZ, 2012). A fonte primária de toda energia utilizada no planeta Terra é proveniente do sol e é através dos raios solares que asseguramos o fluxo contínuo de todos os sistemas vivos.

Segundo Lopez (2012), a cultura humana tem sua base na energia, pois é através desta força elementar que se pode compreender a prosperidade ou o fracasso das civilizações. Neste contexto, a história humana é caracterizada pela criação de mecanismos sociais e tecnológicos, buscando novas formas de captar a energia livre disponível no ambiente.

Com a Revolução Industrial, o Homem descobriu as vantagens das máquinas na produção em série e na massificação do consumo de bens, e para isso precisou dispor da energia necessária para o seu funcionamento. (HINRICHS e KLEINBACH, 2003). A era dos combustíveis fósseis contribuiu para esta transformação da relação de poder e na transformação de natureza comercial, política ou social, onde a quantidade de energia per capita consumida é medida como fator de progresso em uma sociedade.

Em função do crescimento da população, do aumento da densidade demográfica em áreas urbanas, o uso de tecnologias que facilitam o dia a dia das pessoas, e o alto consumo de bens gerado pelo capitalismo, houve uma maior demanda de energia. Consequentemente, ocorrem várias disfunções ambientais, entre as quais o aquecimento global, causando o fenômeno das alterações climáticas. (SOUBBOTINA, 2004; GRAFF e BREMNER, 2014).

A natureza apresenta a energia de formas bastante distintas, dentre as quais se destacam as energias renováveis, sendo assim definidas aquelas que apresentam uma taxa de reposição mais rápida que o ritmo de sua utilização pelo homem. Elas estão disponíveis na natureza e possuem reposição contínua. Estão incluídas nesta classificação as formas de energia: solar, eólica, hidráulica, entre outras. (BOYLE, 1996). Enquanto as fontes de energias não renováveis são aquelas cujo aproveitamento é finito ou que, não são repostas na mesma velocidade de sua utilização e tendo como exemplos clássicos, entre outros, o petróleo, os gases combustíveis e o carvão mineral.

Nesse cenário, o desenvolvimento da energia eólica surge como um importante suporte na continuidade do progresso e na sustentabilidade, sendo motivado por duas grandes



preocupações da atualidade, as mudanças climáticas e os efeitos do aquecimento global e a necessidade de redução na dependência por combustíveis fósseis, garantindo o abastecimento energético. (MONTEZANO, 2012).

A obtenção de energia renovável e/ou a comercialização desta para outras regiões, está inserida no contexto das potencialidades de uma região, visando o desenvolvimento sustentável sem comprometer o meio ambiente. Portanto, o objetivo desta dissertação é apresentar o potencial de geração de energia eólica no Rio Grande do Sul, evidenciando algumas particularidades dessa atividade. Como os aspectos econômicos na geração de empregos, melhorias na infraestrutura dos municípios ou regiões onde os parques foram instalados ou estão em implantação, incremento no turismo e investimentos em todos os elos da energia, desde a geração até o consumidor final. Além do potencial e suas particularidades, o estudo também pretende apresentar a percepção e as alterações ambientais a partir da instalação dos Parques Eólicos.

## **1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA**

O esgotamento da madeira no final da era medieval, em meados do século XV, provocou uma grave crise econômica, política e social em função do alto desflorestamento. Outra crise assombrou a humanidade no século XVII, provocada pelo possível esgotamento do carvão mineral, a qual foi amenizada pelo surgimento da bomba a vapor, em 1698. (LOPEZ, 2012). A criação do trem a vapor impulsionou a mineração do carvão no subsolo, a máquina a vapor também auxiliou na drenagem da água dos lençóis freáticos, facilitando as escavações em grandes profundidades. Esta atividade ainda é de alto risco e pode contribuir para a contaminação dos lençóis.

O uso de energia gerada através de fontes não renováveis foi negligenciado por muito tempo na promoção do desenvolvimento sustentável, apesar do papel central nas três dimensões: social (pela luta contra a pobreza), econômica (pela segurança no abastecimento) e ambiental (pela proteção do meio ambiente). (SANTOS, 2005). O principal motivo desta negligência é porque as fontes de energia mais utilizadas ainda hoje, pareciam inesgotáveis, tanto as obtidas através da lenha e do carvão, como da exploração do petróleo, ainda mais rico em energia, considerando a disponibilização, pois são facilmente obtidas/extraídas na natureza.

Apesar dos avanços tecnológicos, desde meados do século XX, o ser humano enfrenta o processo de esgotamento do carvão mineral pela diversificação do seu uso como combustível nas termelétricas e em várias outras atividades antrópicas, como a produção de aço, por exemplo. Ainda existe a possibilidade de redução da produção de petróleo, que também é amplamente utilizado na fabricação de muitos materiais, mas principalmente no transporte e geração de energia. Outro fator que contribui negativamente no desenvolvimento do ser humano é a quantidade de energia queimada, sendo impulsionada pelo estilo de vida industrial, que se acumula na atmosfera da Terra, afetando o clima no planeta e o funcionamento do ecossistema. (LOPEZ, 2012).

Decorridos mais de quarenta anos da Conferência de Estocolmo sobre o Ambiente Humano e mais de vinte anos da Conferência do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, apesar do despertar da comunidade internacional para os riscos de um desenvolvimento não sustentável, está evidente que os problemas atuais do desenvolvimento e do ambiente são também globais. Em paralelo, vivemos a crescente ameaça das alterações climáticas, somadas à ausência de padrões de produção e consumo sustentável. (SANTOS, 2005).

Segundo Alves, o “sucesso” do progresso econômico deve-se ao fracasso da conservação e preservação ambiental e também da incapacidade humana de eliminar a pobreza bem como as desigualdades. Esta diferença foi e ainda é tema de muitas controvérsias entre pesquisadores que fazem projeções e previsões para o crescimento populacional e o desenvolvimento da economia. (ALVES, 2007).

Nas projeções da ONU (2015) (Organização das Nações Unidas), a população mundial vai crescer na primeira metade do século XXI, independente das taxas de fecundidade. Estes dados levam em consideração o fato das taxas de mortalidade caírem e as disponibilidades de recursos crescerem. Segundo os ambientalistas, esta disponibilidade se dá às custas da degradação ambiental, e será fundamental uma mudança significativa no modo de produção, no uso de tecnologias novas ou já existentes e no modo de vida da população. Caso contrário, o futuro da humanidade será comprometido e os avanços do passado poderiam sofrer retrocessos significativos.

Neste contexto, observa-se que o avanço da humanidade está ligado ao uso de energia nas mais diferentes formas em que ela se apresenta na natureza, desde os primórdios da humanidade, quando o homem aprendeu a queimar lenha para se aquecer, para iluminar ambientes e para cozer os alimentos. E posteriormente, com o avanço no uso da energia, o homem aprendeu a utilizá-la em todas as atividades do dia a dia, chegando a viabilizar o

transporte e acionamento de máquinas que proporcionassem conforto, promovendo segurança, saúde, comodidade, enfim, qualidade de vida. (GRAFF e BREMNER, 2014; LIU, 2013).

Durante os últimos 50 anos, devido ao incremento no custo dos combustíveis fósseis e aos problemas ambientais derivados de sua exploração, houve um renascimento das energias renováveis dentro da matriz energética mundial. Um dos efeitos relacionados com os problemas ambientais que mais preocupa é o aquecimento global da superfície terrestre. Um planejamento com ações que visam a Eficiência Energética permite aperfeiçoar a utilização de energia elétrica por meio de orientações, direcionamentos, ações e controle dos recursos humanos, materiais e econômicos, reduzindo a quantidade de energia necessária para a obtenção do mesmo resultado ou produto. (SOUBBOTINA, 2004; LIU, 2013).

Uma das alternativas para a produção de uma energia mais limpa é a incorporação de sistemas de cogeração nos sistemas elétricos já existentes com uso de novas tecnologias de geração de energia. Para esta cogeração de energia, podem-se utilizar vários arranjos, desde simples turbinas acopladas a caldeiras convencionais, até sistemas mais complexos, como turbinas a gás. (CLEMENTINO, 2001). O objetivo é obter o maior rendimento energético, independente da atividade desempenhada na origem, pode ser no meio industrial, comercial, rural, etc. Este sistema também é favorecido pela produção próxima a sua utilização, evitando o custo da redistribuição da energia, pois a mesma será produzida e consumida no local de origem.

Outra fonte de geração de energia renovável limpa e que pode ser produzida em regiões próximas ao consumo é a geração de energia elétrica através de turbinas Eólicas. A produção de energia a partir de turbinas Eólicas vem sendo apontada como uma das fontes mais limpas e com outras vantagens: a rapidez na instalação, o baixo impacto ambiental e ainda o custo zero na produção, considerando o combustível, o vento, disponível na natureza. Ainda em fase de testes, novos modelos de turbinas, além da vantagem de serem instaladas mais próximas do local de consumo, dependendo da região, podem ser consideradas mais eficientes pelo baixo custo de instalação. Cerca de U\$ 750,00 por KW. Segundo a SheerWind<sup>1</sup>, citado no site da Green Savers<sup>2</sup> (publicado em 06 de Julho de 2013). Este sistema pode funcionar com baixa velocidade de vento e ao nível do solo, canalizando o vento através de uma passagem que naturalmente acelera seu fluxo, podendo gerar até 600% mais

---

1 SheerWind é uma empresa de tecnologia em energia que desenvolveu o INVELOX, uma inovação para geração de energia eólica. Disponível em: <http://sheerwind.com/about#sthash.W8Cyhnb0.dpuf>

2 O Green Savers é um portal e agregador de conteúdos relacionados com a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável.

energia comparado com o sistema eólico convencional. Este sistema ainda é favorável pelo seu baixo impacto ambiental e animal.

Além das fontes citadas, existem outras fontes de energia já em uso, em fase de pesquisa ou em piloto, que são as geradas por biomassa (esterco, decomposição de lixo orgânico), geotérmicas, solar, ou até queima de lixo não reciclável em usinas específicas. (FARRET, 1999). Na Europa, esses são muito usados em residências, embora o custo ainda seja um pouco mais alto que a energia gerada de forma convencional. No Rio Grande do Sul, em função da diversidade cultural, agrícola e econômica, é importante considerar esta variedade de opções na geração de energia, principalmente para o desenvolvimento sustentável<sup>3</sup>.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

As análises que envolvem uma região, uma localidade ou um espaço, são contextualizadas, abrangendo determinadas variáveis, as quais são inevitavelmente afetadas dentro de um embasamento regional de desenvolvimento. Portanto, é importante conhecer alguns conceitos de região e desenvolvimento regional, apesar das controvérsias relacionadas a estas conceituações pelas diferentes correntes. Iniciando por Silva, Weiss e Freitas (2011), citando a argumentação de Perroux para definir a região através de uma corrente mais econômica, reduzindo o número de variáveis, fazendo a distinção entre o espaço geoeconômico e o espaço econômico, sendo o primeiro relacionado às interações econômicas dentro de um espaço geográfico, enquanto o segundo é entendido de forma abstrata, cabível dentro da estrutura das Ciências Econômicas. Ainda segundo esses autores, os conceitos mais formais sobre região priorizam as preocupações referentes à funcionalidade da região, ou seja, as interações econômicas, destacando os polos industriais.

Da mesma forma, os critérios políticos podem ser utilizados para definição de região, principalmente quando há necessidade de cooperação para as tomadas de decisões. Enquanto que, na concepção de Boisier, também descrita por Silva, Weiss e Freitas (2011), a região deve ser entendida como espaço geográfico e espaço social ao mesmo tempo, ou seja, está intimamente ligada às formas de produção que vigoram em determinado momento histórico.

---

3 Essa definição surgiu na Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pelas Nações Unidas para discutir e propor meios de harmonizar dois objetivos: o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental.

Santos (2006) também descreve a região pela corrente geográfica, definindo-a como uma funcionalização do mundo e é por intermédio desta e do lugar que o mundo é percebido empiricamente. Assim, a região e o lugar não têm existência própria. Nada mais são que uma abstração. Os recursos totais, do mundo ou de um país, quer seja o capital, a população, a força de trabalho, o excedente etc., dividem-se pelo movimento da totalidade, através da divisão do trabalho e na forma de eventos. Em resumo, as regiões são subdivisões do espaço: do espaço total, do espaço nacional e mesmo do espaço local, sendo assim um produto social. (SANTOS, 2006).

O desenvolvimento de uma região, não precisa necessariamente ocorrer a partir de um crescimento por igual, ou equilibrado. Um dos conceitos de Perroux, como descrevem Silva, Weiss e Freitas (2011), é o impulso por “unidades motrizes”, as quais difundem o crescimento para toda a região, pois estas têm a capacidade de aumentar a produção das demais, formando polos industriais que se beneficiam pela interação condicionada. Esse “desequilíbrio” impulsiona mudanças estruturais, que por sua vez proporcionam as economias externas, as aglomerações, investimentos públicos, expansão na renda, entre outros. Iniciando assim um dos processos ou correntes para o desenvolvimento regional. Enquanto para Moreira (2009) o conceito de desenvolvimento é um fenômeno complexo, multidimensional.

Analisando além de um simples desenvolvimento econômico, as atividades no contexto do desenvolvimento regional, visam também à sustentabilidade. Neste sentido, é preciso considerar outros fatores além dos econômicos, que são também os sociais e ecológicos, as bases dos recursos vivos e não vivos; com as ações alternativas, a longo e a curto prazo. Promovendo o desenvolvimento tecnológico, mudanças institucionais harmonizadas com o presente e o futuro, a fim de atender às futuras necessidades e aspirações, mantendo o compromisso presente para que as gerações futuras atendam as suas próprias necessidades. A partir destes conceitos, podem-se destacar os problemas enraizados na desigualdade social, nos seus diferentes padrões de consumo, na expansão populacional, sendo estes fatores bases para buscar o desenvolvimento sustentável. (MOREIRA, 2009).

O conceito de desenvolvimento para Amaro (2003) tem sido um dos mais importantes e polêmicos nas Ciências Sociais, pautado como agente de mudança e de transformação social, está presente de forma multidisciplinar, baseado em diferentes teorias e práticas. Miscigenando assim, conceitos distintos em diferentes correntes, incluindo a teoria, a ideologia, a doutrina, a utopia e as práticas sociais. E apesar deste aspecto tão amplo, a análise destes conceitos é recente, sendo amplamente discutidos a partir da segunda guerra mundial.

Inserindo as energias renováveis no desenvolvimento regional, podem-se verificar os benefícios, além dos associados à limpeza da matriz energética e a complementaridade de outras fontes renováveis. A geração de energia por fontes renováveis também está relacionada ao desenvolvimento de tecnologias mais eficientes – programas de pesquisa e desenvolvimento – e ainda, a mercados de comercialização de energias limpas. Como é o caso da bolsa do clima de Chicago, onde ocorre a compra e venda de certificados de carbono. Assim sendo, os investimentos em tecnologias mais eficientes atraem grandes empreendimentos, inserindo estas empresas em atividades sustentáveis, apoiando ações em prol do meio ambiente, criando um marketing para a empresa ambientalmente correta, contribuindo com isto para a redução dos impactos ambientais, dada a preocupação global com as condições climáticas. (SILVA, WEISS E FREITAS, 2011).

Neste sentido, este trabalho justifica-se pela necessidade de buscar alternativas sustentáveis para o desenvolvimento no Rio Grande do Sul, tendo como base a geração de energias limpas e renováveis para o atendimento à demanda crescente por energia elétrica. Contribuindo desta forma também para outros setores da economia, como a geração de empregos, o incremento no turismo, a melhoria na infraestrutura de serviços como gastronomia e hospedagem. Portanto, a opção pela geração de energia a partir de turbinas eólicas constitui uma das formas de energia limpa, que merecem ser consideradas no contexto energético atual.

A escolha do tema reflete a necessidade de mudanças nas questões relacionadas ao panorama atual da energia. Pois, ao longo das últimas décadas, a população se defronta com problemas ambientais cada vez mais graves, como: a destruição da camada de ozônio, a poluição das águas e do ar, a destruição das florestas, a desertificação, a contaminação de solos, alterações na temperatura de águas e da atmosfera, entre outros. (BAIRD, 2002; SANTOS, e SILVEIRA, 2012).

Esses fenômenos estão associados ao aumento da população com grandes aglomerações em determinadas regiões, às mudanças no estilo de vida, onde grandes indústrias de transformação, impulsionadas pelo consumismo da economia atual, demandam um volume cada vez maior de energia. Este desenvolvimento econômico também provoca mudanças na agricultura e na sociedade como um todo, podendo afetar a qualidade de vida e inclusive colocar em xeque a continuação da humanidade. (LEITE, 2007).

Segundo o IBGE<sup>4</sup>, o Brasil está em desenvolvimento, porém, enfrenta problemas com a matriz energética. Esta crise ocorre porque as maiores fontes de energia são as hidrelétricas, que além de estarem localizadas longe dos seus consumidores, são suscetíveis às alterações climáticas, principalmente à falta de chuvas. Outro fator é a utilização de fontes não renováveis como o petróleo, o carvão mineral e o gás natural, usados para o abastecimento de termoeletricas. (EPE<sup>5</sup>).

Desta forma, a utilização da energia com eficiência, sem desperdícios, sendo gerada por fontes renováveis e distribuída de maneira adequada, pode inclusive ser um incentivo para o crescimento econômico regional, e ainda contribuir para a preservação do meio ambiente, que é uma das bases para o desenvolvimento sustentável.

Como o projeto visa o desenvolvimento sustentável, uma das definições mais aceitas é o desenvolvimento capaz de suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade de atender as necessidades das futuras gerações, ou seja, que indiferente do período ou da geração, que se atinja um nível satisfatório de desenvolvimento, considerando principalmente fatores sociais, econômicos e culturais. É o desenvolvimento onde as pessoas podem viver plenamente, sem esgotar os recursos da Terra e preservando as espécies para o futuro.

### 1.3 OBJETIVOS

Segundo Strohaecker (2012), a urbanização da sociedade atual é um fato notório, ou seja, há a tendência da humanidade em se espacializar nas áreas urbanas, principalmente em regiões com mais opções de consumo, de atividades profissionais e demais atividades relacionadas à comodidade social. Atualmente mais de 80% da população brasileira vive em áreas urbanas, o que estimula os incrementos na produção e o uso de tecnologias modernas para o aumento da eficiência e maior controle na economia. Também se deve considerar o aumento da população de maneira geral, pois segundo Alves (2007), a população deve crescer apesar dos controles e da redução das taxas de natalidade.

---

4 Instituto Brasileiro de Economia e Estatística – IBGE. <http://www.ibge.gov.br/home/>

5 A Empresa de Pesquisa Energética – EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras. <http://www.epe.gov.br/Paginas/default.aspx>

Essa mudança no estilo de vida da população altera também o meio ambiente, provocando consequências como as mudanças climáticas, relacionadas principalmente com o aumento da demanda e consumo de energias, contribuindo para o desencadeamento de outros fatores além da crise ambiental, como as crises econômicas mundiais, no Brasil e no Rio Grande do Sul. Outro ponto crítico relacionado às mudanças no estilo de vida da população é a geração de energia com o uso de combustíveis fósseis, tanto para o transporte e para a indústria, como para a produção de energia elétrica. Além de provocar o esgotamento destes combustíveis, existem atualmente em todo o mundo campanhas e projetos proibindo ou incentivando a redução destes combustíveis.

O conjunto destes fatores exige também uma mudança na produção de energia e outras medidas que atendam ao crescimento da população e sua característica de aglomeração. Neste sentido, o estudo do desenvolvimento regional é a base para estas mudanças, pois contempla a possibilidade de buscar fontes alternativas e limpas para a produção de energia, ou ainda a produção complementar por fontes renováveis. Este processo, além de atenuar os impactos ambientais negativos provocados pelo uso de combustíveis fósseis, pode ser um incremento na economia, visto que a produção de energia por fontes renováveis mobiliza mão de obra em todas as etapas, e também, no caso de fontes como a eólica, pode ser um incremento turístico, visto que a tecnologia atrai pessoas de várias localidades e com diferentes finalidades, contribuindo para o desenvolvimento local.

### **1.3.1 Objetivo geral**

No contexto do Desenvolvimento Regional com foco na produção de energia renovável, esta pesquisa tem o objetivo de analisar a potencialidade da Energia Eólica como fonte complementar propulsora do desenvolvimento, visando o atendimento da demanda por energia elétrica no Rio Grande do Sul, bem como a oportunidade de crescimento econômico a partir desta fonte. Promovendo desta forma o desenvolvimento regional sustentável através das demais atividades relacionadas à geração de energia eólica. Lembrando que a produção de energia através de turbinas eólicas pode interferir na comunidade local onde o parque é instalado.

A interferência na produção pode ocorrer no impacto visual dos aerogeradores, no uso da área para a construção da base para as torres, no sistema utilizado para a transmissão da



energia gerada, como redes e demais componentes, além de mudanças na comunidade local. Essas mudanças podem ocorrer de forma exógena, pela projeção do município ou região onde o Parque Eólico é instalado, ou de forma endógena, pela participação da comunidade nas atividades relacionadas ao parque, ou pelas oportunidades que se formam a partir da atividade de produção energética. Na maioria dos casos, a interferência da atividade é positiva, em função dos incrementos socioeconômicos à comunidade local e regional.

### **1.3.1.1 Objetivos Específicos**

Para investigar melhor os processos, etapas e setores envolvidos na geração de energia a partir de turbinas eólicas, é importante analisar os aspectos técnicos para a produção de energia, bem como as percepções a partir desta atividade e ainda a possibilidade do desenvolvimento regional pelo incremento social e econômico. Considerando como percepções: a percepção ambiental que esta fonte pode produzir no local de instalação, a percepção social e econômica da região desde o projeto até a comercialização da energia gerada. Neste sentido, a pesquisa busca através de objetivos específicos uma análise mais detalhada para fundamentar a dissertação, tais como:

- a) Analisar o cenário da Energia no Brasil, analisando ainda o cenário do Rio Grande do Sul;
- b) Verificar os impactos para a economia local a partir da geração de energia através de turbinas eólicas nos municípios de Osório, Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar;
- c) Verificar a percepção ambiental pelos moradores nos locais onde o parque foi instalado, considerando os municípios citados.

## **1.4 METODOLOGIA**

O método científico deste estudo baseia-se na análise de tabelas e gráficos produzidos a partir de uma estatística descritiva e na análise de conteúdo para a análise das entrevistas no contexto social, político, econômico em que foram produzidos. Conforme Moraes (1999), este método contribui para a análise de dados das comunicações, em especial aos dados voltados para uma abordagem qualitativa, onde também, segundo Gil (2008), neste método pode-se

quantificar as observações qualitativas. Também foram utilizados métodos de pesquisa qualitativa com questionários semiestruturados, buscando as diferentes percepções onde se relacionam as atividades da geração de energia elétrica por turbinas eólicas nas diferentes regiões do Rio Grande do Sul.

#### 1.4.1 Análise de Conteúdo

A metodologia utilizada neste estudo para o levantamento das informações e dados, visando atender aos objetivos principais da pesquisa da dissertação, foi a técnica de **Análise de Conteúdo**, que promove da melhor forma investigações que busquem respostas para questionamentos como: “O quê? Quanto? Onde? Como?”, bem como categorizar e avaliar os problemas para apontar soluções. Bardin (1977) se refere à Análise de Conteúdo como um **conjunto de instrumentos metodológicos** que se aperfeiçoa constantemente e que se aplica a discursos diversificados, principalmente na área das ciências sociais, com objetivos bem definidos. Considerando que no método de Análise de Conteúdo pode-se utilizar tanto as pesquisas quantitativas quanto em pesquisas qualitativas. (BARDIN, 1977).

O levantamento das informações sobre a energia e suas particularidades foi realizado a partir de textos produzidos em pesquisas científicas e também textos de jornais e/ou outros materiais, enquanto para a interpretação dos conteúdos analisados foi utilizada a análise qualitativa, visando uma abordagem mais ampla para o estudo. As etapas para este método seguem um roteiro específico, iniciando com a pré-análise, onde foram selecionados os documentos a partir das hipóteses e dos objetivos para a pesquisa.

A segunda etapa da metodologia contemplou a exploração do material onde foram aplicadas as técnicas específicas, segundo os objetivos. Nesta etapa os materiais deveriam conter informações que: (i) demonstrassem as vantagens e desvantagens das instalações de turbinas eólicas para geração de energia; (ii) ter informações sobre novas tecnologias; (iii) estudos de casos de viabilidade para novas instalações; (iv) prováveis impactos ambientais que tenham relação direta com a geração desta fonte de energia; (v) ter informações sobre sustentabilidade ou desenvolvimento; (vi) ter informações sobre as legislações que envolvem o setor; (vii) análise da situação atual e possibilidade de ampliação ou novas instalações; (viii) análise de percepção ambiental e (ix) análise de percepção econômica e de desenvolvimento a partir da produção de energia através dos Parques Eólicos.

Para esta avaliação, o material de consulta, utilizando como base o título e os

objetivos, foi agrupado em quatro grandes áreas: (i) análise histórica sobre a energia e a necessidade desta para o desenvolvimento humano; (ii) análise técnica, que inclui todas as especificações, aplicabilidade, testes e outras informações que compõem a característica técnica da atividade; (iii) análise regional, que inclui as investigações econômicas, os impactos ambientais e outros aspectos gerais do desenvolvimento a partir da energia eólica e, por fim, (iv) o estudo de caso, onde estão relatados os casos já implantados e os estudos de viabilidade para o setor, incluindo as percepções por parte de especialistas e da comunidade.

#### **1.4.2 Pesquisa Semiestruturada**

Apesar das bibliografias disponíveis e consultadas para fundamentar as pesquisas na construção desta dissertação, foram utilizados também métodos de pesquisas em campo para a comprovação dos dados obtidos através das análises bibliográficas e das demais fontes citadas dentro do método de análise de conteúdo. Um destes métodos refere-se à pesquisa com questionários semiestruturados, utilizados em diálogos com especialistas envolvidos nos projetos e na implantação dos Parques Eólicos, bem como outros profissionais que atuam no setor.

Segundo Boni e Quaresma (2005), a Escola de Chicago atuou para o desenvolvimento das pesquisas qualitativas, com a utilização científica de documentos pessoais, como por exemplo, cartas e diários, com a exploração de diversas fontes documentárias e com o desenvolvimento do trabalho de campo nas cidades urbanas. O objetivo desta metodologia visa descobrir respostas para algumas questões, mediante a aplicação de métodos científicos, enquanto que, para outros pesquisadores, a finalidade deste método busca a acumulação e a compreensão dos fatos que foram levantados. De qualquer forma, nem sempre é fácil determinar aquilo que se pretende pesquisar, pois a investigação pressupõe uma série de conhecimentos anteriores e uma metodologia adequada ao problema a ser investigado.

As análises para a escolha entre uma pesquisa quantitativa ou qualitativa em determinados estudos são controversas. Para Minayo (1996), os dados quantitativos e os qualitativos acabam se complementando dentro de uma pesquisa, entretanto, as pesquisas qualitativas na Sociologia trabalham com: significados, motivações, valores e crenças. Neste sentido, não podem ser simplesmente reduzidos às questões quantitativas, porque respondem a noções muito particulares, onde se faz necessária uma análise também particular, qualitativa. Seguindo por este raciocínio, o modo na coleta de dados é igualmente particular,

pois a partir do momento em que o objeto de pesquisa é escolhido pelo pesquisador, se desmistifica o caráter de neutralidade deste perante a sua pesquisa, considerando que, na maioria das vezes, a escolha do objeto revela as preocupações científicas do pesquisador que seleciona os fatos a serem coletados, do mesmo modo que os obtêm. Independente do método de análise em uma pesquisa, a escolha do objeto pelo pesquisador e também todos os passos e resultados teóricos e práticos obtidos com a pesquisa devem ser informados com o intuito de nortear a pesquisa adequadamente. (BECKER, 1994).

Na preparação dos roteiros para as entrevistas considerou-se na escolha dos entrevistados os seguintes critérios: familiaridade com as atividades do setor, disponibilidade de tempo para entrevista, conhecimento técnico e experiência na implantação de aerogeradores. As entrevistas foram previamente agendadas e da mesma forma, informado o seu formato, ou seja, o tema e as questões a serem abordadas. A análise das entrevistas preserva a identidade dos entrevistados.

Para Boni e Quaresma (2005), as entrevistas semiestruturadas combinam perguntas abertas e fechadas, onde o informante tem a possibilidade de discorrer sobre o tema proposto. Neste caso, o pesquisador deve elaborar um conjunto de questões previamente definidas, dentro de um contexto muito semelhante ao de uma conversa informal. É importante o entrevistador ficar atento para dirigir, no momento oportuno, a discussão para o assunto de interesse, fazendo questionamentos adicionais para elucidar as dúvidas que não ficaram claras ou ajudar a recompor o contexto da entrevista, caso o informante tenha “fugido” ao tema ou tenha dificuldades com ele. Esse tipo de entrevista é muito utilizado quando se deseja delimitar o volume das informações, obtendo assim um direcionamento maior para o tema, intervindo a fim de que os objetivos sejam alcançados. (LAKATOS e MARCONI, 1996).

Uma das principais vantagens da entrevista semiestruturada é o fato de esta técnica produzir uma melhor amostra da população de interesse. Ao contrário dos questionários enviados por correio que têm índice de devolução muito baixo, a entrevista pessoal tem um índice de respostas bem mais abrangente, uma vez que é mais comum as pessoas aceitarem falar sobre determinados assuntos. (BONI e QUARESMA, 2005). Neste sentido, a pesquisa com entrevista semiestruturada também têm como vantagem a sua elasticidade quanto à duração, permitindo uma cobertura mais profunda sobre determinados assuntos.

Outro fator que contribui para este formato de investigação é a interação entre o entrevistador e o entrevistado, favorecendo as respostas espontâneas, as quais também são possibilitadoras de uma abertura e proximidade maior entre entrevistador e entrevistado. Esse método permite ao entrevistador tocar em assuntos mais complexos e delicados, ou seja,

quanto menos estruturada a entrevista maior será o favorecimento de uma troca mais afetiva entre as duas partes, o diálogo informal proporcionado enriquece o teor do conteúdo investigado. Desse modo, este tipo de entrevista colabora muito na investigação dos aspectos afetivos e valorativos dos informantes que determinam significados pessoais de suas atitudes e comportamentos. (BONI e QUARESMA, 2005). Assim, as respostas espontâneas dos entrevistados, com a maior liberdade que estes tiveram em responder aos questionamentos, trouxeram questões inesperadas que foram fundamentais para as análises e conclusões sobre o tema, bem como para contemplar os objetivos da pesquisa.

Nesse processo foram consultados especialistas (Engenheiros, analista e técnico) que atuam no setor em diferentes áreas. A escolha dos entrevistados foi fundamentada no conhecimento teórico e prático em implantação de projetos eólicos no Rio Grande do Sul. Neste sentido, foram entrevistados o Engenheiro Dorado (engenheiro elétrico, mestre e doutorando em engenharia com foco em energia eólica, consultor e pesquisador na análise de dados dos ventos, e simulação de fluxo de carga), o Engenheiro Santana (engenheiro mecânico, mestre em engenharia de produção, atua na coordenadoria de negócios em empresa atuante nos empreendimentos de Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar), o Engenheiro Bettoni (engenheiro de meio ambiente, analista ambiental em empresa atuante nos empreendimentos de Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar) e o Instrutor técnico Mendes (jornalista, historiador, turismólogo, técnico instrutor em empresa responsável pelo empreendimento de Santana do Livramento).

Nas entrevistas foram verificadas as premissas necessárias para o projeto e implantação de Parques Eólicos de grande porte. Os questionamentos foram conduzidos de forma a esclarecer pontos e aspectos peculiares não encontrados nas bibliografias pesquisadas, levando em consideração a atuação na área de produção de energia eólica, onde os entrevistados têm contato diário com o setor, contribuindo assim para a complementação da pesquisa para a instalação de parques eólicos, tendo como recorte o Rio Grande do Sul.

A entrevista foi realizada com o auxílio de um questionário semiestruturado para um melhor direcionamento da pesquisa e aproveitamento do tempo, conforme os Anexos B e C. As questões elaboradas visam à compreensão dos detalhes que envolvem o planejamento de um parque eólico, desde a escolha do local até o seu funcionamento, passando pelas questões técnicas, administrativo-comerciais, ambientais e sociais. As conversas foram gravadas para posterior transcrição e análise dos questionamentos, bem como das demais questões discutidas durante as entrevistas.

### 1.4.3 Cenário da Pesquisa

#### 1.4.3.1 Rio Grande do Sul

O Estado do Rio Grande do Sul (RS) está localizado na região Sul do Brasil, possui como limites o estado de Santa Catarina ao norte, o Oceano Atlântico ao leste, o Uruguai ao sul e a Argentina a oeste. A capital do Estado é a cidade de Porto Alegre, sendo esta uma das 5 cidades mais populosas, as demais são: Caxias do Sul, Pelotas, Canoas e Santa Maria. A vegetação neste estado é bem diversificada, assim como o seu relevo, que é dividido em três grandes regiões. Os Pampas, localizado ao sul e a oeste do estado, com altitudes inferiores a 500 metros, o relevo possui uma característica mais plana. A região lagunar está localizada por toda costa leste, a predominância do relevo são as diversas lagoas de águas doces e salgadas, as dunas e as praias que completam a paisagem típica do litoral. A região de planalto é a mais extensa, com as maiores altitudes e uma vegetação bastante diversificada, variando entre campos e florestas fechadas com árvores estrondosas, como as araucárias por exemplo.

O clima predominante no Rio Grande do Sul é subtropical, porém cada região apresenta características próprias. Na região Lagunar, as chuvas são escassas, assim como na região dos Pampas, enquanto na região do planalto serrano as chuvas são distribuídas com regularidade e abundância. Ocasionalmente neva a nordeste do estado, em cidades com altitude superior a 900 metros, sendo a média de temperatura no planalto inferior a 20° C, no entanto, a temperatura média nos Pampas é inferior a 18° C.

Outra forte característica do Rio Grande do Sul está relacionada às bacias hidrográficas. O Estado é banhado por grandes rios em boa parte de sua extensão, favorecendo além da navegação, a agricultura e abastecimento, as pequenas centrais hidrelétricas. Atualmente esta atividade é umas das potenciais fontes de geração de energia para o RS. Os ventos que sopram em quantidade e densidade em boa parte do estado, bem como a quantidade de dias de radiação solar, favorecem a geração de energia por turbinas eólicas e por painéis solares, sendo fontes importantes que são consideradas no planejamento para o atendimento da demanda interna, mas principalmente, para tornar o Rio Grande do Sul de importador a exportador de energia. Também estão contempladas no planejamento energético as usinas termelétricas para a produção de energia a partir do carvão mineral extraído no sul do Estado. (CUSTÓDIO, 2015).

Tabela 01: Dados Rio Grande do Sul.

Capital	Porto Alegre
População estimada 2014 (hab.)	11.207.274
População 2005 (hab.)	10.486.207
Área (km <sup>2</sup> )	281.731,445
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	37,96
Rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente 2012 (Reais)	22.291,00
Rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente 2005 (Reais)	10.094,10
Número de Municípios	497

Fonte: IBGE. CIDADES<sup>6</sup>, 2015; FEE-dados, 2015<sup>7</sup>.

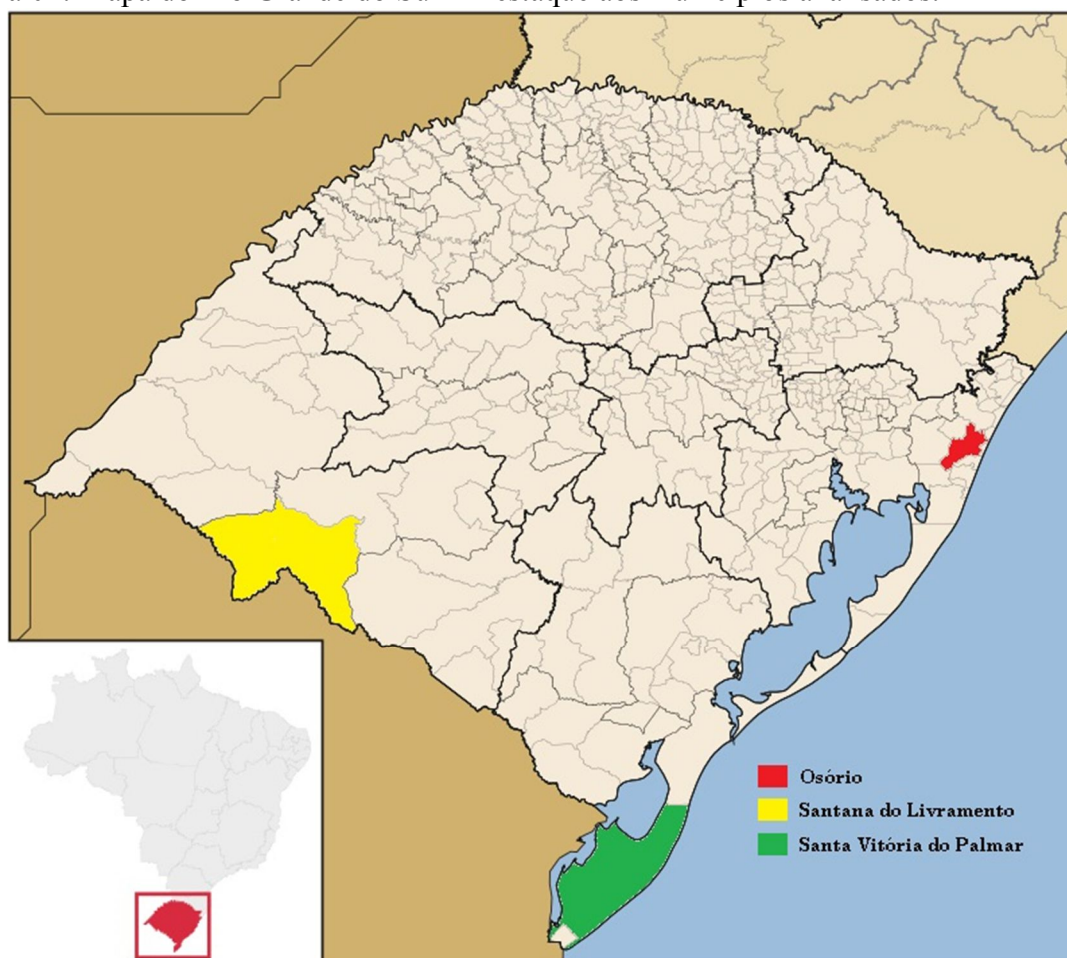
A economia no RS assim como a geografia, é bem diversificada, o estado é a 4<sup>a</sup> economia do Brasil, porém vem apresentando constante queda na produção industrial. Segundo Sulzbach e Leusin Jr. (2015) as dificuldades enfrentadas pelo setor envolvem tanto questões estruturais já presentes há bastante tempo, como também questões conjunturais inseridas num cenário que não se configura como de crise, mas que envolve muita complexidade.

Os aspectos relacionados às percepções analisados nesta dissertação estão delimitados aos principais municípios do Rio Grande do Sul na geração de energia eólica, que são os municípios de Osório, Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar. A Figura 01 apresenta o mapa do Rio Grande do Sul com destaque aos municípios de análise, bem como a capital do Estado como referência de localização. Enquanto a Tabela 02 apresenta os dados demográficos dos municípios de análise, bem como dados de renda *per capita*, de 2005 a 2012.

6 Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=rs>. Acesso em: Jun/2015.

7 Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/serie-historica/>. Acesso em: Jun/2015.

Figura 01: Mapa do Rio Grande do Sul – Destaque aos municípios analisados.



Fonte: IBGE.CIDADES, 2015

Tabela 02: Dados dos Municípios – Osório, Santana do Livramento e Santa Vitória do Palmar.

	<b>Osório</b>	<b>Santana do Livramento</b>	<b>Santa Vitória do Palmar</b>
População estimada 2014 (hab.)	44.648	83.324	31.436
População 2005 (hab.)	38.454	86.033	31.991
Área 2014 (km <sup>2</sup> )	663,53	6.950,37	5.244,40
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	63,2	11,6	5,8
Rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente 2012 (Reais)	19.073,02	14.091,28	18.487,55
Rendimento nominal mensal domiciliar <i>per capita</i> da população residente 2005 (Reais)	9.698,72	6.770,97	8.365,80
Distância da Capital (km)	95	498	504

Fonte: IBGE. CIDADES, 2015. FEE-dados, 2015.



## 2 ENERGIA E O DESENVOLVIMENTO HUMANO

A relação do homem com a natureza sempre foi intrínseca à vida, ou seja, para reproduzir sua vida, o homem se utiliza de seus recursos, modificando a si próprio e também a natureza, formando, na superfície da Terra uma nova paisagem com tudo que a compõe. Para Milton Santos (1985), pode-se caracterizar e reconhecer o espaço humano em qualquer período da história, pelo resultado da sua produção material e simbólica. Configurando assim um novo espaço-território, com um conjunto de características próprias do homem, da natureza e o lugar em que transcorre a sua transformação.

Neste sentido, pode-se considerar a crise ambiental a partir de três aspectos básicos: o crescimento populacional, a demanda por energia e por materiais (principalmente natural) e ainda a poluição (seja do solo, ar ou água). Esta crise pode ser atribuída ao momento em que o homem passou a realizar atividades mecanizadas, necessitando cada vez mais dos recursos e de energia, e ainda pelo fato de viver cada vez mais em regiões com maior densidade demográfica. (BRAGA, 2005).

Com base na análise documental realizada até aqui, é possível ter uma ideia da importância do estudo e como a escolha do tema reflete a necessidade de mudanças nas questões relacionadas ao panorama atual da energia. A população atual se defronta com problemas ambientais graves que, além da poluição imediata, interferem na natureza como um todo, modificando a geografia e todas as áreas até aqui analisadas. (BAIRD, 2002; SANTOS e SILVEIRA, 2012).

Sabe-se que a evolução do uso da energia tem passado por várias fases até chegar à situação em que vivemos atualmente, a diferença entre a nossa civilização e as anteriores está na capacidade de transformar e utilizar energia de forma sistemática. Com a Revolução Industrial, o homem descobriu as vantagens das máquinas na produção em série e na massificação do consumo de bens e para isso precisou dispor de mais energia necessária para o seu funcionamento. (HINRICHS e KLEINBACH, 2003).

De maneira geral, desde a pré-história até a atualidade, a energia teve muita influência em todos os processos da vida humana, influenciando as mudanças no cenário mundial, desde as disputas políticas por poder ou por território, até o progresso relacionado às desigualdades econômicas, sociais e culturais. Essa influência na disputa de territórios cujo foco é as fontes de energia, demarca um espaço particularmente geográfico e com uma forte conotação com ambiente. A partir desta, muitas alterações ocorrem geograficamente e por sua vez

movimentam todo o aspecto que o compõe (econômico, social, ambiental, etc.). (HINRICHS e KLEINBACH, 2003). Nesse sentido, o objetivo desta dissertação está relacionado às questões ambientais relativas ao impacto na natureza ou o ambiente natural, por isto, a relação do território neste trabalho está vinculada ao impacto ambiental que a energia pode afetar, regional e globalmente.

O modelo de planejamento energético mundial foi orientado para satisfazer a demanda crescente por energia sem grandes preocupações com o ambiente e com a depleção dos recursos naturais. O uso desordenado dos recursos energéticos abundantes resultou em um crescimento econômico mais voltado aos interesses de elites do que às necessidades da população em geral. Para atender a esta demanda, implantou-se grandes projetos de desenvolvimento fortemente intensivos em capitais e principalmente, em ambientes inadequados. (SILVA e FRANCISCHETT, 2012).

A dependência da energia é um fato que se intensifica com a industrialização, as mudanças no estilo de vida das pessoas, entre outros aspectos, gera um novo problema, como por exemplo, o crescimento autônomo de alguns setores e países em detrimento de outros, resultando nas disparidades sociais entre países e por vezes, dentro de um mesmo país. (BURATTINI, 2008). Estes problemas relacionados à energia ocorrem porque somente se preocupou com a oferta da mesma, sem considerar as questões essenciais para o pleno desenvolvimento social e econômico de uma nação, sequer foram considerados os desperdícios pela utilização inadequada, resultando na exploração intensa de recursos naturais com danos ao meio ambiente e custos elevados para a sociedade. (SILVA e FRANCISCHETT, 2012).

O domínio dos sistemas energéticos por empresas multinacionais, os padrões externos muitas vezes copiados e que servem de parâmetros para dimensionar e expandir os sistemas energéticos de países pobres, sem levar em consideração as especificações locais e os preços exorbitantes atrelados à variação do câmbio, relegam uma considerável parcela da população à exclusão social, por não possuírem renda suficiente para adquirir a energia comercializada e os diversos bens de consumo disponíveis no mercado.

Com exceção das modificações nas formas geográficas, não houve modificações que pudessem ser consideradas significativas na relação do consumo, com referências ao padrão apresentado em 1990, ano base do Protocolo de Kyoto<sup>8</sup>. As regiões/países mais industrializadas como EUA, China, Japão, Europa, por exemplo, consomem 20 vezes mais

---

<sup>8</sup> O Protocolo de Kyoto é resultado coercitivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática. Disponível em: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php). Acesso em Junho/2014.

energia do que a média mundial. Esta relação também pode ser observada pelo desenvolvimento econômico destas regiões e pela existência de um consumo exagerado de bens.

A utilização da energia com eficiência, sem desperdícios, sendo gerada por fontes renováveis e distribuída de maneira adequada, pode inclusive ser um incentivo para o crescimento econômico regional, e ainda contribuir para a preservação do meio ambiente, focando o desenvolvimento sustentável, que visa agir de maneira regional, com perspectivas do global.

## **2.1 A GERAÇÃO DE ENERGIA**

A área de geração preocupa-se especificamente com a produção de energia elétrica pelo uso de diversas tecnologias e fontes primárias. Estas fontes são associadas aos recursos naturais utilizados nas transformações para produzir energia elétrica e são classificadas em renováveis e não renováveis. É importante esclarecer que as fontes renováveis são imprescindíveis para o desenvolvimento sustentável global. Moreira (2013) destaca que, segundo o “Relatório Especial sobre Fontes de Energia Renovável”, o mundo terá de triplicar a participação das energias renováveis, na matriz, até 2035. Esta necessidade urgente de alternativas para a geração de energias limpas se deve para a manutenção dos níveis de concentração de carbono na atmosfera em um nível seguro. Neste sentido, conforme informações do estudo, para que o mundo possa estabilizar os gases de efeito estufa na atmosfera, a participação das energias renováveis (solar, eólica, geotérmica, hidrelétrica e biomassa) na matriz energética global terá de passar de 14% para 35% (dados de 2012).

As radiações solares responsáveis por 99% da energia utilizada pelos ecossistemas e também a principal fonte de energia da Terra, é pouco utilizada pelo homem como fonte de energia elétrica. Este recurso pode ser utilizado para aquecimento de água tanto em residências como em geradores, que por sua vez geram energia elétrica. A energia solar pode também gerar energia através de células fotoelétricas. (BRAGA, 2005).

Segundo Pereira (2006), o conhecimento da radiação solar incidente é importante para áreas da meteorologia e da climatologia, relacionadas diretamente com a atividade humana, mas também no panorama energético e no desenvolvimento sustentável do país. O Brasil possui uma atividade agropecuária muito significativa pelo volume de produção, bem como pela representação econômica. Neste sentido, no setor de agronegócios, é importante o

planejamento e obtenção da maior eficiência energética nas diversas etapas de produção: a seleção das culturas, o plantio, a colheita incluindo o desenvolvimento e operação de sistemas de irrigação de áreas e a secagem de grãos.

O uso de energia solar atualmente é planejado a partir de projetos arquitetônicos e na construção civil, onde se faz necessário o uso de eficiência energética e de conforto térmico com a iluminância natural e o fluxo de energia solar, portanto, há a necessidade de informações confiáveis relacionadas a esta fonte de energia. (PEREIRA, 2006). Para o atendimento desta demanda, é fundamental analisar os fatores para a geração e comercialização desta fonte de energia limpa, como por exemplo, o desenvolvimento de tecnologia competitiva de conversão e armazenamento dessa energia, bem como informações seguras e da política energética do país.

Além da energia solar, existem outras fontes renováveis e limpas que poderiam ser utilizadas considerando o espaço geográfico: a energia das marés, energia eólica, geotérmicas, biogás, entre outras. A energia gerada a partir de biomassa ou biocombustível está mais relacionada com questões territoriais, considerando que não sofrem interferência geográfica como as demais. No entanto, a produção de energia gerada a partir da queima de combustível, ainda que este seja proveniente de fontes renováveis, possui parte significativa nos impactos ambientais, sociais, econômicas e culturais do sistema. Um dos efeitos negativos desta produção é a liberação de gases que formam na nossa atmosfera os gases de efeito estufa, com grandes modificações no biosistema do planeta.

O Brasil, com extensas hidrovias, diferencia-se de muitos países pelas grandes hidrelétricas, gerando uma energia mais limpa e com isto, possui um cenário diferenciado quanto a emissões atmosféricas. Este cenário que o Brasil apresenta em relação a outros países, não o redime quanto aos impactos ambientais e sociais, em função dos problemas associados aos reservatórios desses tipos de usinas, os quais também podem ter uma participação negativa. Neste contexto, está também outra parte negativa do sistema energético, que é a distribuição e transmissão. Pois além dos impactos ambientais e sociais, ocorre ainda a perda de produção, afetando principalmente o custo e com isto, os demais aspectos do ciclo. A energia elétrica, da geração ao consumidor, realiza ainda um percurso que envolve os sistemas de transmissão e de distribuição. A necessidade de transmissão de energia elétrica ocorre por razões técnicas e econômicas, e está associada a várias características que incluem desde a localização da fonte de energia primária até o custo da energia elétrica nos locais de consumo.

As atividades relacionadas à transmissão e à distribuição de energia nas usinas hidrelétricas, tornam todo o processo extremamente caro à luz da atual tecnologia, em função da necessidade de reduzir drasticamente a potência elétrica, o que também implica na utilização de condutores com diâmetros inimagináveis. Esse processo ocorre em boa parte das fontes de geração de energia, em virtude da própria natureza, pois estas normalmente estão distantes dos centros de consumo e são produzidas com altas potências para que cheguem ao consumidor com a qualidade necessária para o uso sem intermitências. (ANDRADE, 2009).

Neste sentido, nas atividades relacionadas à energia devem ser considerados os espaços geográficos e territoriais, pois estes além de fundamentais, são igualmente afetados. Mudanças significativas, nos aspectos econômicos, sociais, culturais e ambientais, ocorrem quando há uma mudança de um segmento como este. Porém, estas ainda dependem dos interesses de quem detém o poder econômico e político. (ANDRADE, 1995).

Considerando a necessidade de inovações para a geração de energia limpa de baixo custo e que possa ser produzida no local ou próximo ao local de consumo, Albiero (2014) apresenta um projeto de uma turbina eólica inovadora e adequada às necessidades de pequenas propriedades de agricultores no semiárido do Nordeste. O projeto visa atender à irrigação da produção de alimentos e se mostrou favorável, mesmo em períodos de pouco vento, pelos créditos obtidos junto à concessionária de energia nos períodos de muito vento, onde a energia foi gerada a partir das turbinas eólicas. O projeto visa o fornecimento de energia com baixo custo e com probabilidade de geração distribuída, podendo ser mais uma fonte de renda para as famílias, reduzindo os impactos gerados pela transmissão e distribuição.

Neste contexto, os projetos de energias renováveis nas áreas rurais, principalmente em regiões que necessitam de desenvolvimento econômico, recebem atenção especial. Estes projetos colaboram de forma significativa para o desenvolvimento com inúmeras vantagens, pois além de contribuir para a fixação das famílias em suas propriedades rurais, promove geração de renda e qualidade de vida, mantendo a economia ativa tanto na área rural como nos centros urbanos. Este sistema com usinas menores e dispersas demanda uma quantidade maior de mão de obra e, conseqüentemente, gera um potencial maior de empregos para a população rural, especialmente na fase inicial do projeto. (SIMAS, 2013).

Esses fatores reforçam e justificam estudos de análise e de viabilidade para geração de energia próximo ao local de consumo, pois a produção pode ocorrer de fontes alternativas como a solar, eólica, por biomassa ou biocombustível. As fontes de energia geradas com uma

tensão reduzida facilitam a transmissão e ainda, pela proximidade do local de consumo, reduzem também os problemas e custos com a distribuição.

Segundo Lopez (2012), no final do século XIX, cata-ventos de múltiplas pás foram utilizados para diversas atividades como, bombeamento de água, em fábricas de papel, serrarias, entre outras, incluindo as primeiras experiências para a geração de eletricidade a partir dos ventos. Porém, somente quase um século depois, em 1976, foi comercializada na Dinamarca para a rede elétrica pública, a primeira turbina eólica. (RIBEIRO, PIEROT e CORRÊA, 2012).

O grande impulso para a geração de eletricidade a partir da energia eólica ocorreu após a primeira crise do petróleo. Os países que mais investiram em pesquisas para buscar alternativas de geração de energia foram Alemanha, Dinamarca, EUA e Espanha. (DALMAZ, PASSOS e COLLE, 2008). Esse fenômeno permitiu que a geração a partir da energia eólica se destacasse no mundo todo. No Brasil, os primeiros parques eólicos foram instalados no litoral do Nordeste, no Ceará e em Fernando de Noronha, no início dos anos 1990.

Segundo Freisleben (2013), a energia gerada a partir de turbinas eólicas é uma das fontes renováveis mais limpas do ponto de vista ambiental, além de ser uma das mais viáveis economicamente, considerando ainda o fator inesgotável dos ventos. Principalmente se comparado com outras fontes, esta tem baixo impacto ambiental e não interfere de forma negativa na economia da comunidade local. Podendo aumentar o potencial econômico pelo incremento turístico que o sistema eólico proporciona.

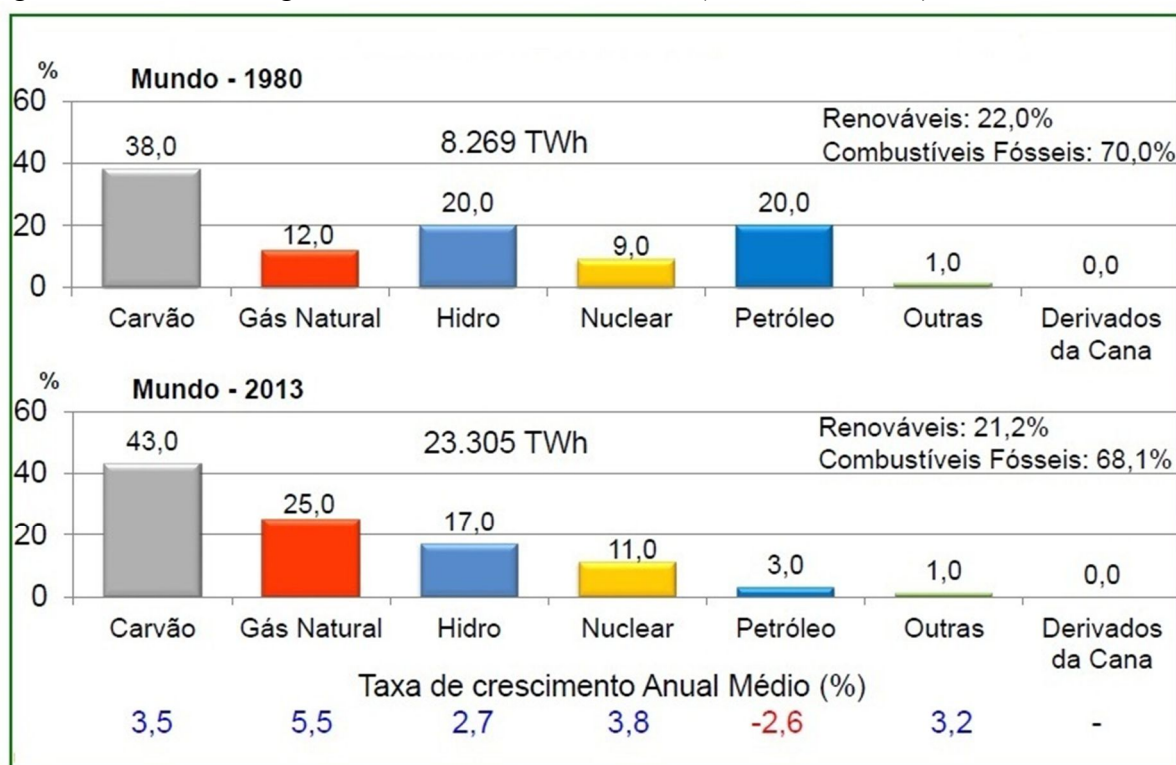
É importante destacar que este sistema ainda demanda de uma mudança de paradigma no campo da energia e desta forma, uma mudança na política energética e de todas as atividades envolvidas. Nesse sentido, é fundamental a transparência das ações em todos os campos, com planejamento a longo prazo, envolvendo a sociedade e/ou o consumidor sobre os custos envolvidos, bem como os objetivos, os aspectos sociais e ambientais que constituem um novo modelo de produção da energia. (FREISLEBEN, 2013).

Pires (2011) também colabora reforçando a responsabilidade da Administração Pública como indutora do desenvolvimento regional, pois é quem possui os instrumentos técnicos para a gestão ambiental. O autor ainda apresenta a multidisciplinariedade como propulsora para a promoção do desenvolvimento e todos os cenários que envolvem o ambiente.

## 2.2 DEMANDA POR ENERGIA

A demanda por energia no mundo é uma questão que vem sendo analisada não só por especialistas em energia, mas em todas as áreas do conhecimento, pois tanto a geração como o seu consumo afetam o modo de vida da população. Apesar de muitos impasses, a oferta de energia ainda é em sua maioria a partir de combustíveis fósseis, que além de não serem renováveis, muitos afetam o meio ambiente. Segundo Ventura Filho (2015), a matriz energética no mundo apresenta uma redução na produção de energia por fontes fósseis, principalmente o petróleo, porém, um aumento no uso do carvão mineral e do gás natural. A análise compara os dados de 1980, ano posterior à primeira grande crise do petróleo, com o ano de 2013, conforme apresenta a Figura 02.

Figura 02: Matriz Energética no Mundo – 1980 a 2013 (Fontes Primárias).

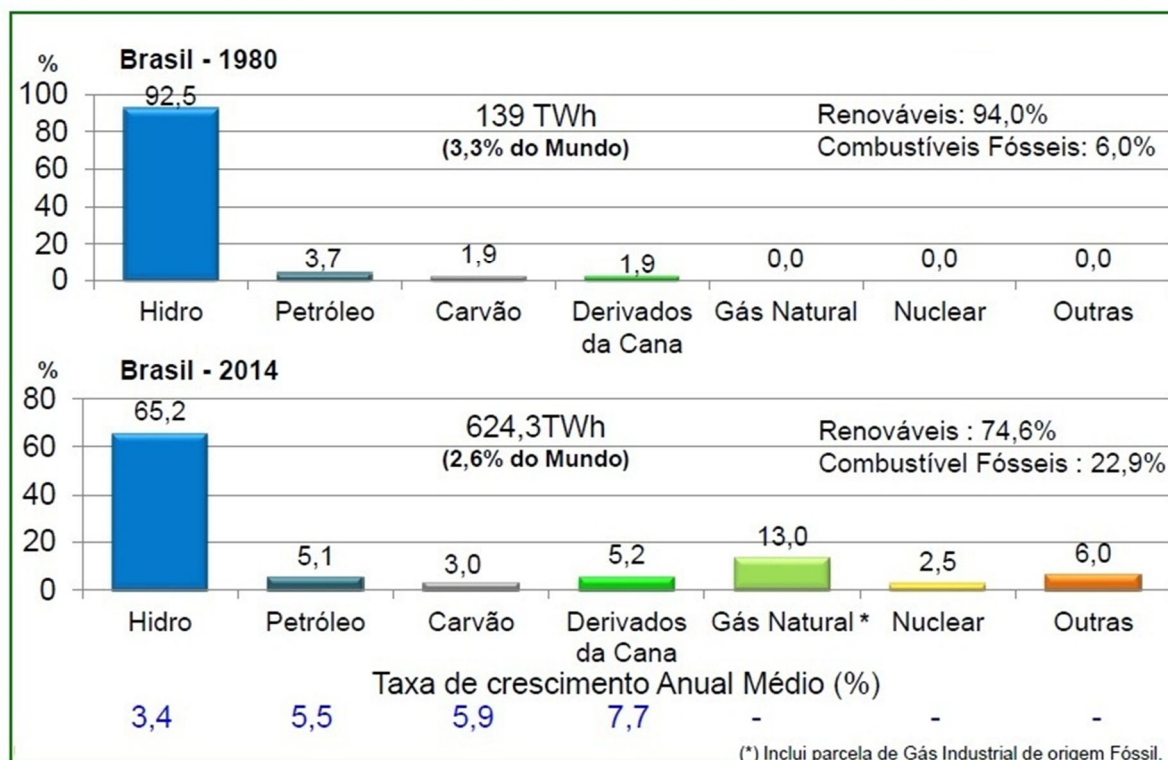


Fonte: Ventura Filho, 2015.

Analisando a matriz energética do Brasil, pode-se verificar uma inversão com relação ao uso de combustíveis fósseis, passando de 6% em 1980 para 22,9% em 2014, conforme é apresentado na Figura 03. Um dos fatores que explica este aumento no consumo por fontes fósseis é o aumento na produção de petróleo, onde o Brasil foi autossuficiente de 2006 a

2013. Apesar do alto consumo de fontes fósseis, este quadro ainda se apresenta como favorável à matriz energética, pois 65,2% da oferta total provêm de usinas hidrelétricas.

Figura 03: Matriz Energética no Brasil – 1980 / 2014 (% Fontes Primárias).

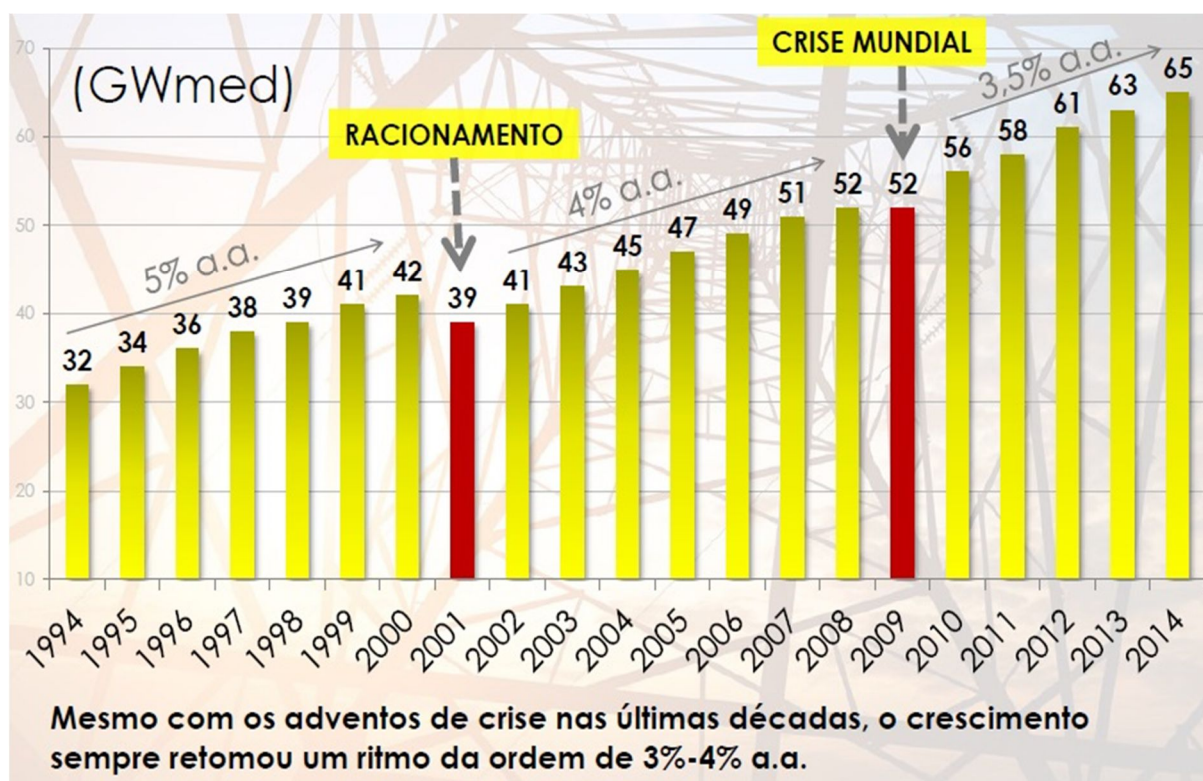


Fonte: Ventura Filho, 2015.

A demanda por energia no Brasil cresce independente do percentual do aumento da população e também da economia. A Figura 04 apresenta claramente a evolução desta demanda, onde também se pode observar o racionamento ocorrido em 2001, em função de crise hídrica e do Sistema Interligado Nacional (SIN) e em 2009, em função da crise econômica mundial. Em ambos os períodos de racionamento, houve uma ligeira redução e estabilização no consumo, porém, nos anos subsequentes, o crescimento se manteve a uma taxa de 3 a 4% ao ano (a.a.). Esse crescimento no consumo de energia vem aumentando em todas as atividades antrópicas, com uma demanda crescente tanto na energia que consumimos para o transporte como para a produção de energia elétrica.



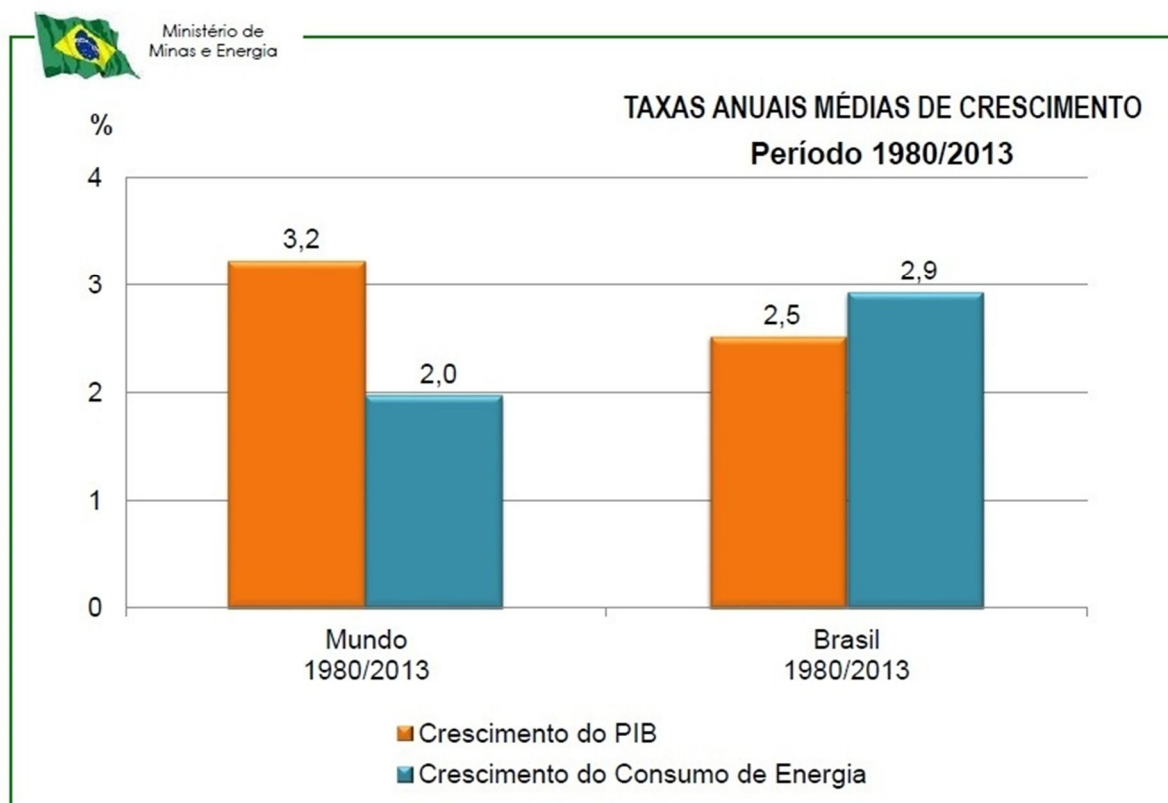
Figura 04: Crescimento da demanda por Eletricidade no Brasil.



Fonte: Humberto César Busnello, Agenda 2020.

Especificamente no Brasil, o aumento no consumo de energia está na contramão do mundo, pois o crescimento econômico foi menor que o aumento no consumo da energia. A Figura 05 apresenta a taxa anual média de crescimento da economia comparada ao consumo de energia no Brasil e no mundo. Segundo Ventura Filho (2015), “o Brasil ainda carece de eficiência energética, desenvolvimento tecnológico, treinamento de pessoal, integração energética com os países vizinhos, considerando a área territorial do Brasil com os demais países da América Latina, e o potencial econômico e energético”.

Figura 05: Consumo de Energia X Crescimento Econômico.



Fonte: Ventura Filho (2015), MME.

Um fator importante a ser considerado na produção de energia no Brasil é a matriz energética diversificada e que em sua maioria produz energia a partir das hidrelétricas, considerada uma fonte limpa, pelo baixo impacto ambiental em função das emissões de CO<sub>2</sub>, e com custos relativamente baixos, porém o grau de dependência é muito alto, podendo não ser tão benéfico em situações de crise. O sistema hídrico exige altos índices de precipitações ou, no caso específico do Brasil, baixo crescimento econômico para segurar o consumo. Segundo Busnello (2015), um dado preocupante para os especialistas é a energia armazenada nos reservatórios, que em 2001, ano do racionamento de energia, era de 6,2 meses, no entanto a previsão para 2021 é de apenas 3,3 meses de reserva hídrica. Busnello (2015) também destaca a diferença no histórico da produção de energia pelas hidrelétricas citando como exemplo a usina de Itaipu, que quando inaugurada gerava 10 mil MW de energia no período de cheia e 8 mil MW em períodos de seca. Para atender a demanda sem comprometer o sistema, são utilizadas as termelétricas, de forma complementar, porém, com a falta de chuvas em algumas regiões, as usinas hidrelétricas reduzem a produção em até 80%, fazendo com que as termelétricas aumentem sua produção.

O aumento na demanda por energia pode ser um problema quando associado à falta desta em uma sociedade totalmente dependente para sua sobrevivência. Por outro lado, a energia é um bem de consumo, precisa ser produzida. Esta atividade movimenta a economia de várias formas, na geração de empregos diretos e indiretos, na arrecadação de tributos, independente da esfera, na comercialização, atraindo investidores e no desenvolvimento local, regional ou até global. Neste contexto, é fundamental o equilíbrio movimentando esta máquina sem comprometer os recursos naturais e, principalmente, sem comprometer a sociedade. Um bom exemplo para o desenvolvimento utilizando como base a energia são as PCH's, as Pequenas Centrais Hidrelétricas, que produzem energia limpa, geram empregos e todos os demais aspectos do desenvolvimento, sem a necessidade de grandes inundações, o que reduz o impacto ambiental. Para a Agenda 2020<sup>9</sup> “a energia elétrica é fundamental para qualquer processo Produtivo, é um dos principais Pilares do crescimento Econômico. Seu custo é um dos fatores mais relevantes para Garantir a competitividade de um estado”. Segundo Ventura Filho (2015), o Brasil deve dobrar a produção de energia elétrica em 21 anos, considerando um aumento anual no consumo de 3,5%. Em outra estimativa, ainda segundo Ventura Filho, para um aumento anual no consumo de 4,5%, a produção deve dobrar em 16 anos. Nesta estimativa, a produção de energia elétrica deve chegar a um milhão de GWh por ano, em aproximadamente 20 anos.

---

9 Agenda 2020 é um movimento da sociedade do Rio Grande do Sul que atua na formulação de propostas através de 11 fóruns temáticos na busca por um futuro melhor – Disponível em: <http://agenda2020.com.br/wp-content/uploads/2014/10/Caderno-de-Propostas-11.pdf>. Acesso em: Maio/2015.

### 3 ENERGIA EÓLICA

A energia eólica é obtida a partir do aproveitamento da energia cinética dos ventos, que é formada pelas massas de ar em movimento. Para a conversão em Energia Elétrica são utilizadas turbinas eólicas, também conhecidas como aerogeradores. (ALVES, 2010). A humanidade utiliza a energia mecânica através da conversão da energia cinética dos ventos há mais de 3000 anos. A energia eólica, por sua vez, foi inicialmente utilizada nas atividades agrícolas para a moagem de grãos e o bombeamento da água. (NASCIMENTO, MENDONÇA e CUNHA, 2012). A força dos ventos também sempre esteve presente na navegação, principalmente no período das grandes descobertas. (MARTINS, GUARNIERI e PEREIRA, 2008).

A energia gerada por moinhos de vento foi largamente utilizada na Europa até o século XIX, porém com o advento da Revolução Industrial, esta fonte foi estancada pela geração de energia a vapor, a eletricidade e ainda os combustíveis fósseis. Embora as bases para o projeto dos modernos aerogeradores tenham surgido ainda no século XIX com o moinho de pás múltiplas Americano. Considerado um importante avanço na tecnologia de aproveitamento dos ventos, sendo utilizado em todo o mundo para o bombeamento de água, alguns inclusive, são utilizados nos dias atuais, principalmente em áreas rurais. (LOPEZ, 2012). Lopez (2012) também descreve sobre o primeiro teste bem-sucedido ligando um aerogerador com uma usina termoeletrica, realizado pela Rússia. Com a 2ª Guerra Mundial houve a necessidade de economizar combustíveis fósseis, isto favoreceu o desenvolvimento dos aerogeradores, porém quando a Guerra acabou, a energia gerada por hidrelétricas e combustíveis fósseis tornou-se novamente competitiva economicamente, a energia eólica passou então a ser utilizada apenas em pesquisas.

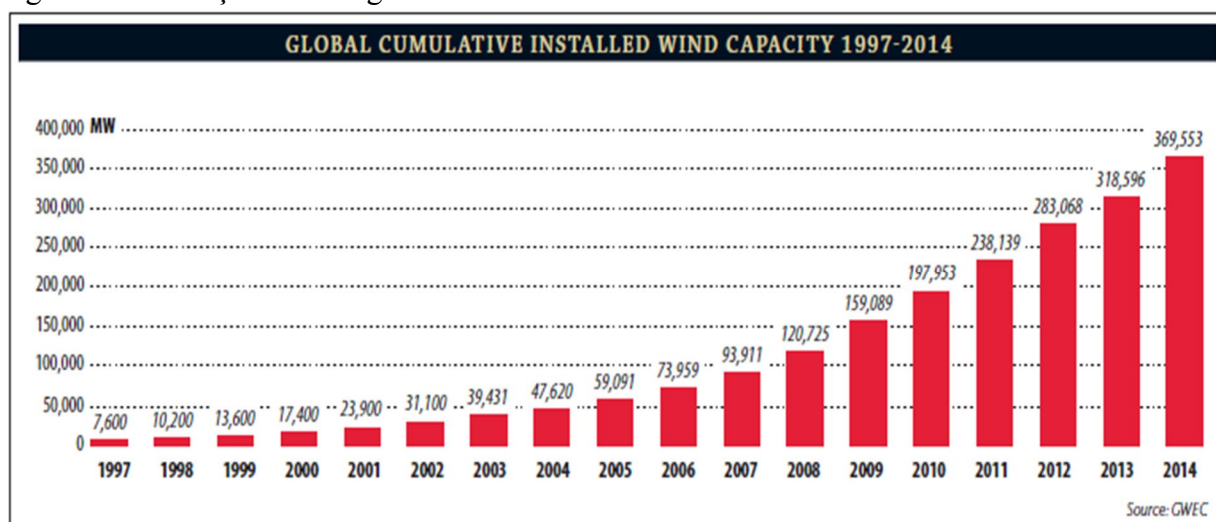
Conforme já mencionado, a crise energética pelo possível esgotamento dos combustíveis fósseis foi vantajosa para o impulso das energias renováveis, principalmente da energia eólica, com predominância nos países da Europa e EUA. No Brasil, apesar do início da produção de energia eólica ter ocorrido em meados dos anos 90, somente com os incentivos do Governo Federal, através do PROINFA, se intensificaram os investimentos e pesquisas na área, o que resultou num significativo desenvolvimento tecnológico de métodos e equipamentos. Surgindo assim, um número expressivo de fabricantes de turbinas eólicas no mercado, conseqüentemente, melhorou a performance e diminuíram os custos das turbinas eólicas. (CUSTÓDIO, 2007).

O primeiro aerogerador para gerar eletricidade foi construído na França, o sistema foi

projetado com duas pás de 20 metros de diâmetro, posteriormente foram construídos sistemas com 30 e 53 metros de diâmetro, porém todos foram destruídos por tormentas. (LOPEZ, 2012). Atualmente existem geradores com 93 metros de diâmetro, com capacidade para gerar 2.500 KW em funcionamento por 25 anos.

Desde o início da década de 1990, o setor de energia eólica vem apresentando um crescimento acelerado em todo o mundo (MARTINS, GUARNIERI e PEREIRA, 2008). Despertando interesse pelo bom desempenho no mundo, tanto no desenvolvimento de novas tecnologias quanto pelo crescimento da capacidade instalada desta fonte de geração. Conforme mostra a Figura 06, a capacidade mundial instalada em 2014 já era superior a 369 GW de potência, comprovando assim o fortalecimento deste setor, que teve a maior ampliação em comparação com outras tecnologias. (GWEC, 2015)<sup>10</sup>. A Figura 07 apresenta o incremento anual desta fonte de energia na matriz energética mundial. Neste quadro mundial, o Brasil encontra-se entre os dez países com a maior capacidade instalada e também entre os mais representativos na matriz energética.

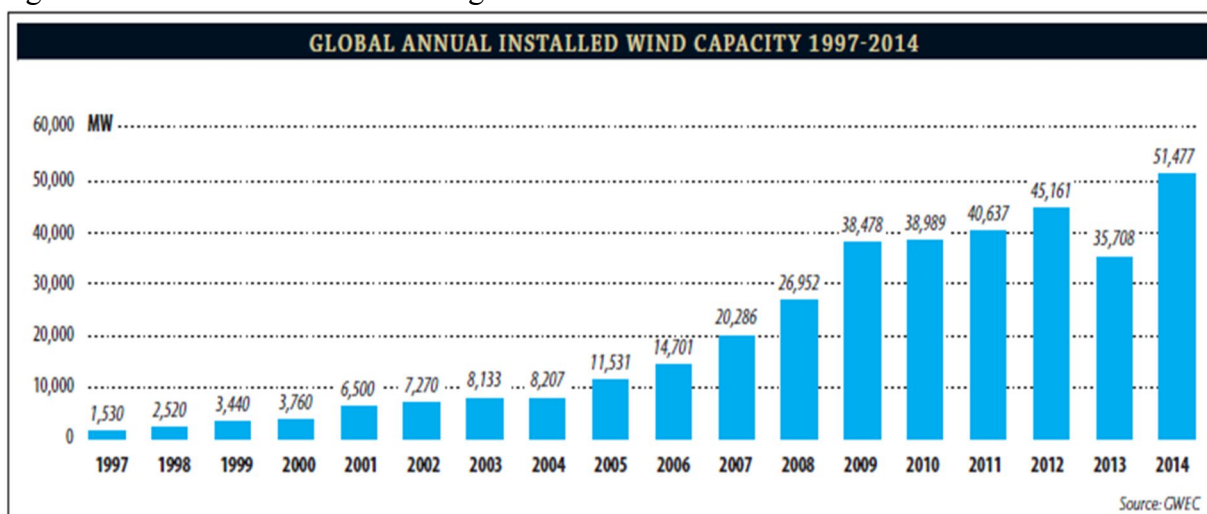
Figura 06: Evolução da Energia Eólica no Mundo.



Fonte: GWEC, 2015

<sup>10</sup> Global Wind Energy Council. Global Wind Statistics – 2-14. Disponível em: [http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/02/GWEC\\_GlobalWindStats2014\\_FINAL\\_10.2.2015.pdf](http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2015/02/GWEC_GlobalWindStats2014_FINAL_10.2.2015.pdf).

Figura 07: Incremento anual da Energia Eólica no Mundo.



Fonte: GWEC, 2015

Segundo Lopez (2012), o estabelecimento de uma Política de desenvolvimento em energia eólica é fundamental para sua constituição e para esta aplicação são necessários 3 importantes fatores, sendo eles:

- Estabelecer objetivos para o desenvolvimento da energia eólica;
- Eliminar barreiras e a subvenção de outras fontes de energia que possam prejudicar as fontes renováveis;
- Mecanismos internacionais para abrir e dinamizar novos mercados para a energia eólica.

Em 2014, a capacidade mundial de operação de energia eólica aumentou em mais de 50 GW, valor este que representa um aumento de 16%, passando a produzir 369 GW. Apesar da expectativa da sociedade pela produção de energias renováveis e com custos acessíveis, o governo brasileiro ainda precisa ampliar as políticas em favor desta atividade. Como forma de apoio, segundo Lopez (2012), foi elaborado um projeto lei 630/03, que ainda tramita no poder legislativo, tratando entre vários assuntos, a possibilidade do consumidor produzir sua própria energia e vender o excedente, este modelo é amplamente utilizado na Europa. O projeto determina ainda a obrigatoriedade da aquisição pelas concessionárias de toda a energia gerada por fontes alternativas renováveis, pelo valor da tarifa média nacional. (LOPEZ, 2012).

A partir de 1955, a Alemanha intensificou o desenvolvimento de aerogeradores com o maior número de inovações tecnológicas e é assim nos dias atuais. Os equipamentos geram mais energia e possuem uma vida útil maior pela diminuição da fadiga, utilizando materiais

compostos. (LOPEZ, 2012).

Com o novo recorde, a energia eólica foi novamente a atividade que mais cresceu dentre todas as demais tecnologias do setor de energias renováveis, apesar das incertezas políticas nos principais mercados do setor. (REN21, 2013). Segundo o relatório da ACEEE<sup>11</sup>, divulgado em Julho de 2014, o Brasil ocupava a 15ª posição no ranking mundial em eficiência energética e estava longe de compor o ranking dos países com mais geração de energia eólica. Mas, pelo seu alto potencial, tem despertado o interesse de vários fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com energia eólica, alterando sua posição no ranking mundial de forma significativa e com solidez. (MELO, 2013).

Uma das vantagens do Brasil é a excelente qualidade nos níveis de radiação solar e ventos fortes, principalmente na costa nordestina, sendo ponto estratégico para a entrada de novas tecnologias para a América Latina. (ALVES, 2010). Outra vantagem são os incentivos fiscais e leilões para a comercialização. (RAMPINELLI E ROSA JUNIOR, 2012). Neste sentido, podem-se incluir as questões econômicas que envolvem a geração de energia eólica, pois esta é uma das fontes alternativas mais baratas, competindo em rentabilidade com outras fontes energéticas tradicionais, como as centrais térmicas de carvão (tradicionalmente considerado como o combustível mais barato), as centrais de combustíveis que também abrangem a energia nuclear, principalmente quando se inclui os danos ao meio ambiente na geração de energia por fontes tradicionais.

Para Lopez (2001), a energia não é consumível e nem destrutível, ela é convertida e assim transferida para outra forma, neste contexto o custo da energia eólica se restringe à sua captação, enquanto as energias provenientes de combustíveis fósseis além de ter o custo da extração, são inteiramente consumidas nesta transformação da energia. Este balanço é mais um ponto favorável para esta fonte renovável, considerando que os ventos não se esgotam, pois com a rotação do planeta, o sol e outros fatores ambientais, a força dos ventos e os deslocamentos de massa de ar tornam este recurso natural renovável praticamente inesgotável. (BARCELLA e BRAMBILLA, 2012).

Conforme Barcella e Brambilla (2012), a capacidade de geração de energia elétrica a partir do vento é equivalente a quatro vezes o consumo atual de energia mundial. Considerando neste cálculo que apenas 15% da área do planeta é viável para a geração de energia por esta fonte e ainda deste percentual, apenas em uma fração é possível a instalação dos equipamentos. Nesta análise, o Brasil ainda não possui informações concretas a cerca da

---

11 American Council for an Energy-Efficient Economy. Disponível em: <http://www.aceee.org/portal/national-policy/international-scorecard>. Relatório, acessado em Agosto/2014.

capacidade geradora, sabe-se segundo a ANEEL (2005), apesar de muito favorável, a energia eólica não foi satisfatoriamente dimensionada. Porém, as regiões que se destacam para grandes projetos neste contexto são o Vale do São Francisco, o sudeste do Paraná e litoral sul do Rio Grande do Sul.

### **3.1 PRODUÇÃO DESCENTRALIZADA**

Outra vantagem da geração de energia eólica é a possibilidade de produção descentralizada, aproveitando os recursos locais, possibilitando soluções mais adequadas e, muitas vezes, de menor custo global. Segundo Custódio (2007), a instalação de usinas eólicas próximas a pequenos centros de carga, como no interior, por exemplo, diminui as perdas elétricas na transmissão e sub-transmissão, aumentando a confiabilidade da região, bem como a possibilidade de novas atividades econômicas. As usinas eólicas podem se tornar um importante polo gerador de empregos, visto que para colocar em funcionamento uma turbina, há demanda de mão de obra, desde o planejamento e análises iniciais, para infraestrutura de projeto, fabricação de componentes e manutenção do sistema após a implantação. Estas atividades demandam mão de obra especializada e não é incomum observar-se um desenvolvimento socioeconômico regional onde estas tecnologias estão instaladas. Como estas usinas são implementadas descentralizadamente, o desenvolvimento socioeconômico também apresenta uma característica descentralizada. (CUSTÓDIO, 2007).

### **3.2 CARACTERÍSTICAS / PROPRIEDADES PARA ENERGIA EÓLICA**

Para a implantação de um projeto de desenvolvimento de energia eólica é necessário primeiramente um levantamento técnico fundamentado a partir da velocidade média dos ventos. Esta análise prévia fornece a estimativa da energia a ser produzida no local, pois os aerogeradores produzem a energia a partir de uma determinada velocidade do vento (*cut-in*) e cessa quando a velocidade ultrapassa o valor de segurança, conhecido como *cut-out* (LOPEZ, 2012). Além da viabilidade de produção, o conhecimento da velocidade média determina o dimensionamento do sistema a ser instalado.

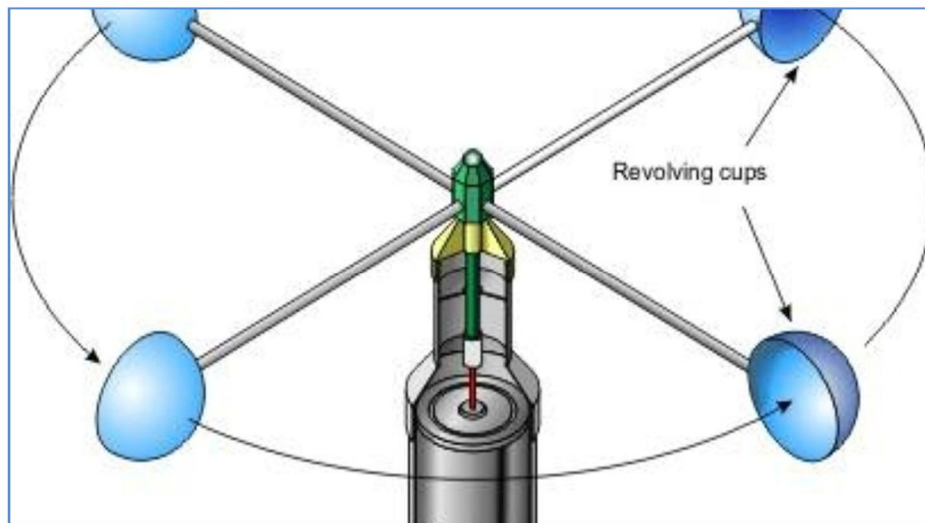
Apesar da constância dos ventos medidos em longo prazo – anos ou décadas –



chegando a uma variação de 10% entre o valor médio anual e em longo prazo (20 anos), no curto espaço de tempo esta velocidade é bastante variável, considerando períodos diurnos, mensais e até anuais. A sazonalidade é observada através das medições, que registram a repetição da intensidade do vento no mesmo período de anos anteriores. As medições apresentam uma variação significativa em horas, com períodos de zero vento e outros com rajadas e turbulências. Segundo Dorado (2013), os extremos não geram energia, a maioria dos equipamentos eólicos produz energia com vento laminar em velocidade média de 10m/s.

Existem diferentes tipos de equipamentos utilizados para a medição dos ventos chamados de anemômetros, estes podem ser mecânicos, de fio quente, filme quente, termistor aquecido ou ainda termopilhas. O modelo de anemômetro mais utilizado é o de copos, conforme mostra a Figura 08, onde a velocidade é medida por uma equação linear através da velocidade do vento unidirecional fornecida. O equipamento pode ser calibrado em túnel de vento por um fluxo uniforme do ar. (LOPEZ, 2012).

Figura 08: Modelo de anemômetro de copo.



Fonte: Lopez, 2012.

### 3.2.1 O Vento

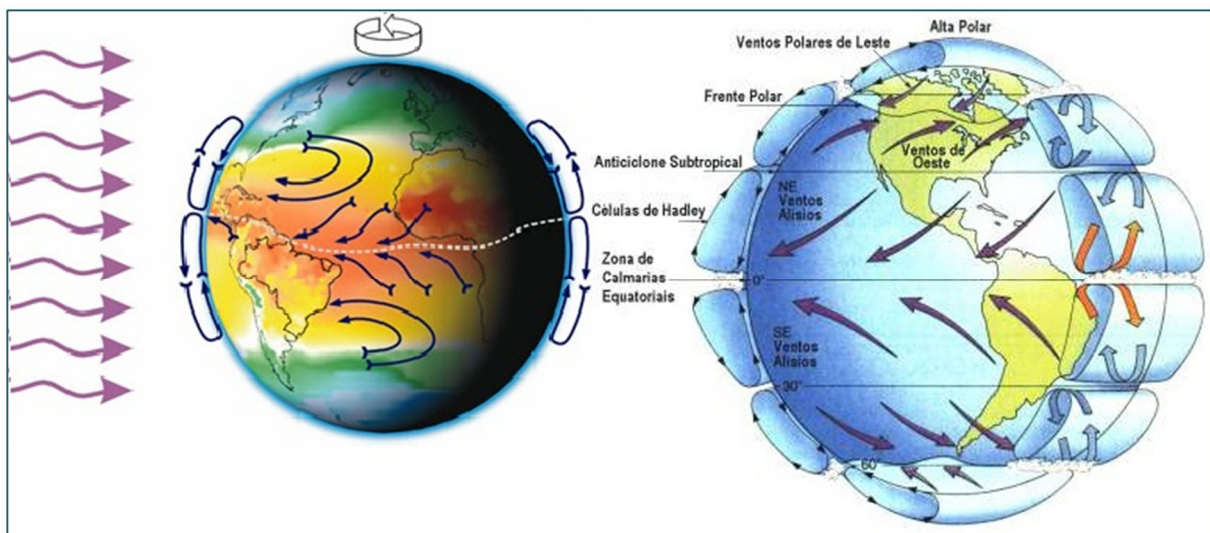
A superfície da Terra é aquecida pelo sol de forma desigual, provocando, desta forma, fluxos de vento, ou seja, movimentos de massa de ar gerados pelos gradientes de pressão

atmosférica, que por sua vez são provocados por este aquecimento diferenciado, como mostra a Figura 09. Estes mecanismos que produzem os ventos estão sempre presentes na natureza – pelo aquecimento no equador e resfriamento nos polos. (AGUADO e BURT, 2013). Por este motivo, existem locais no globo terrestre onde os ventos nunca cessam, estes ventos constantes podem ser classificados como:

- Alísios: são ventos de baixa altitude, sopram dos trópicos para o equador;
- Contra-alísios: de alta altitude, sopram do equador para os polos;
- Ventos do Oeste: sopram dos trópicos para os polos;
- Polares: são ventos muito frios, sopram dos polos para zonas temperadas.

Segundo Dorado (2013), o vento se desloca de áreas de maior pressão para áreas de menor pressão, abrangendo amplitudes distintas, com velocidades variáveis. Com o aquecimento da superfície a camada de ar próxima a ela sofre uma diminuição da pressão, o ar fica mais leve. Na medida em que esfria, o ar torna-se mais pesado então o ar quente sobe. Esta movimentação forma os ventos, que sopram na superfície terrestre. As condições geográficas, os microclimas e as estações também interferem na movimentação do ar.

Figura 09: Distribuição dos ventos no globo terrestre.



Fonte: Atlas Eólico Brasileiro, 2002.

O vento proveniente do mar em direção à terra pode sofrer uma diminuição progressiva da velocidade, enquanto que na direção oposta, ocorre uma elevação na velocidade, em ambos os casos pode haver turbulência. (LOPEZ, 2012). Quando existem obstáculos, o vento não

flui no sentido paralelo ao solo, de forma laminar, então são formadas ondas em diferentes direções conhecidas como redemoinhos. Este fenômeno de ondas e redemoinhos é também chamado de turbulência. As turbulências e a redução da velocidade do vento, conforme mencionado, são também provocadas pela diferença na temperatura do ar. Por este motivo, é importante conhecer bem o clima da região e sua sazonalidade. Da mesma forma, observar a direção do vento também deve ser considerado, pois a velocidade e toda sua dinâmica sofre interferência, principalmente em regiões litorâneas.

A movimentação da massa de ar ocorre em função dos gradientes de pressão gerados pela diferença de temperatura na superfície terrestre, que por sua vez ocorrem devido às variações das condições meteorológicas e da característica da superfície terrestre a partir dos raios solares. Este aquecimento da superfície ocorre de maneira diferente em cada localidade do planeta, formando então os ventos. Este fenômeno ocorre com o objetivo de equalizar as pressões da atmosfera. A temperatura e outros fluxos que interferem na velocidade e direção do vento, provocando turbulências, são influenciados também pelas características topográficas da região, bem como pela rugosidade do solo. Estas variáveis interferem principalmente na geração de energia, pois quando há muita turbulência, os aerogeradores cessam a produção. (AGUADO e BURT, 2013). Na região sul do Brasil, os ventos são persistentes de leste a sudeste, entre a Depressão Equatorial e o Anticiclone Subtropical Atlântico. No entanto, em função das diferenças em propriedades das superfícies, entre elas a vegetação, geometria e altitude do terreno, podem alterar o perfil geral de circulação atmosférica. Segundo Mattuela. (2005), os fatores que influenciam na velocidade do vento. demonstram que não é suficiente analisar as condições regionais para a implantação de projetos eólicos, é necessário também levar em conta as condições locais.

### **3.2.1.1 Desvantagens do Sistema Eólico**

Segundo Custódio (2013), a velocidade do vento é uma variável aleatória e contínua, sendo de difícil análise. Desta forma, seu aproveitamento como energia exige uma análise probabilística. Essa característica aleatória torna a energia eólica uma fonte complementar em vez de alternativa, uma vez que não há garantia de geração de energia elétrica de forma contínua. Há, ainda, grande influência dos fenômenos meteorológicos e físicos no desempenho das turbinas eólicas e, por conseguinte, das usinas eólicas. Assim, o estudo destes parâmetros é fundamental para o desempenho destas plantas. A geração de energia a

partir de fontes como o vento ou o sol, não são passíveis de reserva, ao contrário da hídrica, onde são construídos reservatórios que acumulam água para períodos de até seis meses com precipitação normal, e até três meses nos períodos de estiagem.

### **3.3 PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS PARA A INSTALAÇÃO DE AEROGERADORES**

A análise para determinar as características de uma determinada região pode ser realizada a partir de mapas topográficos e/ou visitas no local. Utilizar ferramentas de geoprocessamento e/ou satélites com imagens aéreas, devendo-se observar principalmente:

- Variação da velocidade do vento com a altura;
- Rugosidade do terreno – vegetação, utilização da terra, construções, etc.;
- Presença de obstáculos nas redondezas;
- Relevo, pois pode provocar a aceleração ou desaceleração no escoamento do ar.

Conforme já descrito sobre os ventos, a sua regularidade permanece constante quando medida em décadas, sendo em longo prazo a variação média inferior a 10%. No entanto, esta regularidade bem definida num intervalo de um ano, pode apresentar variações quando medida em horas ou dias. Esse pode ser um dos motivos pelo baixo percentual de aproveitamento dos aerogeradores, mesmo os mais modernos, possuem capacidade de produção inferior a 60% da energia total dos ventos, ou seja, da capacidade total instalada. (LOPEZ, 2012). Nas baixas altitudes, até 10 metros, o aproveitamento pode ser afetado pela rugosidade e pelos obstáculos, por este motivo é fundamental a análise prévia das características ambientais locais e regionais.

Depois de confirmadas as condições técnicas que envolvem primeiramente e fundamentalmente o vento, por ser o combustível na produção de energia, devem-se verificar as condições ambientais, analisando tecnicamente a viabilidade topográfica, pois as regiões mais adequadas possuem um relevo plano, com vegetação baixa e distante de edificações que possam alterar a rugosidade da área. Após a análise da viabilidade técnica, o próximo passo é verificar a condição ambiental, analisando a situação da flora, fauna, dos recursos hídricos, incluindo lençol freático e demais aspectos de preservação ambiental.

Um dos problemas que o setor energético enfrenta é a entrega da energia produzida, principalmente quando a produção ocorre em locais mais afastados do local de consumo. Este fato é genérico, visto que a maioria das fontes geradoras, independente do tipo, seja por hidrelétrica, termoeétrica ou eólica, estão instaladas em áreas remotas. Esta característica exige grandes sistemas de transmissão e distribuição, além de redes interligadas. (CUSTÓDIO, 2015). Neste sentido, é fundamental que o projeto de um parque eólico contemple a entrega da energia produzida, independente da responsabilidade da transmissão e distribuição desta.

### 3.4 IMPACTOS NA GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

A atividade da produção de energia eólica, apesar de ser antiga, é recente para fins comerciais, principalmente para a comercialização em grande escala, e mais ainda como a substituinte do uso de combustíveis fósseis. Esta mudança na relação da produção e consumo de energia afeta a população como um todo, como toda mudança de hábitos. As pessoas, de maneira geral, têm receio do novo e isto gera além do desconforto, uma análise pré-conceitual da energia eólica, mas também com outras fontes renováveis novas, como a energia solar e a biomassa. Nesta análise, os especialistas de diferentes áreas, inclusive alguns ambientalistas, contestam a classificação da energia eólica como de baixo impacto ambiental, pois consideram alguns fatores ainda pouco estudados como críticos ao meio ambiente. É o caso da mortandade de aves que podem se colidir com os aerogeradores ou alterar sua rota migratória, alterando assim seu ecossistema. (COSTA, CASOTTI e AZEVEDO, 2009). A manufatura das turbinas eólicas gera emissão de gás carbônico, assim como muitas atividades industriais. E a instalação de aerogeradores *offshore* que pode afetar o equilíbrio do ecossistema marítimo.

Com relação a esses possíveis impactos, estudos demonstram que a mortandade de aves é pequena quando comparada a outras atividades. O CO<sub>2</sub> gerado na produção das turbinas é compensado na produção de energia, onde é praticamente nula, enquanto que os aerogeradores na instalação *offshore*, produzem um ruído insignificante para a fauna marítima. Na sequência, estes possíveis impactos e outros são detalhados, apresentando os aspectos positivos e negativos na produção de energia eólica.

Conforme descreve Wenceslau (2013), os impactos ambientais são menos perceptíveis e são maiores na etapa de preparação do local e na montagem dos aerogeradores, porém são

atenuados com a maturação e recuperação dos ambientes degradados. De acordo com o ambiente em que os projetos serão desenvolvidos, esses impactos podem ser mais relevantes, considerando áreas com ecossistemas mais frágeis ou próximas de preservação ambiental. Esses impactos devem ser analisados pelo órgão de proteção ambiental em conjunto com os responsáveis pelo empreendimento para ações de contingência e reparo. Lembrando também que durante a fase de implantação, podem ocorrer alterações temporárias ou permanentes no habitat da fauna.

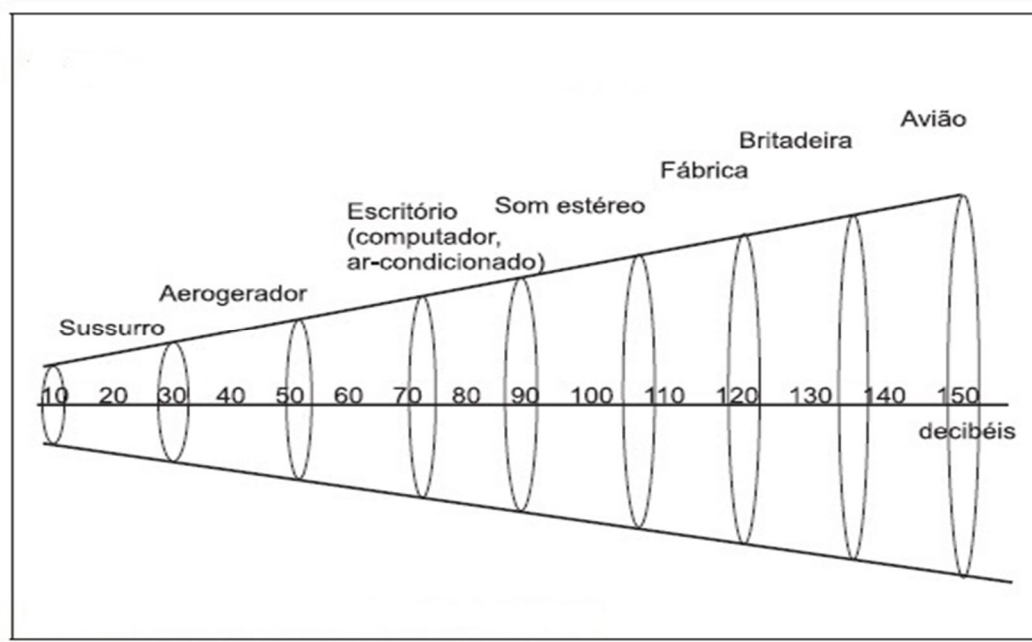
### 3.4.1 Ruído

Diferente da maioria dos impactos ambientais, o ruído acústico pode ser medido e facilmente previsto. Esse ruído normalmente é gerado pelos aerogeradores e tem sido um dos impactos ambientais mais estudados, pelo risco à saúde das pessoas que trabalham nos sistemas eólicos ou de moradores próximos. O ruído acústico produzido por aerogeradores possui duas origens: o ruído mecânico, proveniente das caixas de engrenagens e gerador, e ruído aerodinâmico, proveniente das pás. Sendo que os aerogeradores modernos possuem isolamentos acústicos e tecnologias que eliminam praticamente todo ruído. No entanto, o ruído aerodinâmico, além de ser o maior, é produzido pela rotação das pás em atrito com o ar, gerando um ruído de som de assovio de amplo espectro. Apesar dos avanços tecnológicos, esse ruído deve continuar presente em função do aumento no tamanho das pás e da velocidade dos ventos. (EWEA, 2009).

O ruído provocado pelo funcionamento mecânico e pelos efeitos aerodinâmicos em aerogeradores de médio e grande porte (pela análise geral das medições), são em média de 45 dB (decibéis), no entanto, o ruído gerado em uma casa é superior, pois segundo a American Wind Energy Association (AWEA), as medições médias em uma casa são de 55 Db (Figura 10). Ainda assim, apesar da intensidade do ruído depender do modelo dos equipamentos e da localização do parque, segundo Costa, Casotti e Azevedo (2009), o ruído pode ser apontado como um resíduo indesejável da operação das usinas eólicas. Alguns fabricantes pesquisados argumentam que parte do ruído é provocado pelo próprio zumbido dos ventos e não pelos aerogeradores, tendo ainda uma relação com o tamanho das pás. Os equipamentos modernos apresentam motor mais silencioso e pás com aerodinâmica especialmente projetada para reduzir o som gerado pelo “corte” do vento pela pá em seu movimento de rotação. (COSTA,

CASOTTI e AZEVEDO, 2009).

Figura 10: Nível de Ruído de Diversas Atividades



Fonte: Costa, Casotti e Azevedo, 2009.

A emissão do som dos aerogeradores pode variar de acordo com a tecnologia e design. Aerogeradores com pontas de palas mais silenciosas, associados com novos designs, reduzem as emissões de ruído, mas não o eliminam totalmente, neste caso, é importante a distância mínima recomendada para construções residenciais. Também se deve considerar que nenhuma paisagem é sempre silenciosa por absoluto, por exemplo, as aves e atividades humanas sempre emitem som, no entanto, as velocidades do vento superiores de 4 a 7 m/s e outros barulhos cobrem gradualmente qualquer potencial sonoro dos aerogeradores. Outro aspecto a ser considerado é a distinção entre o barulho e som, pois este é um fenômeno com alto fator psicológico, onde a elaboração de um modelo simples e universal satisfatório do fenômeno do som exige estudos mais aprofundados. Segundo Rey e Oliveira (2005), o Instituto de Investigação Danes DK Teknik<sup>12</sup>, indica que a percepção do som dos aerogeradores está mais relacionada à atitude sobre a fonte do som do que pelo som real em si mesmo. (REY e OLIVEIRA, 2005).

<sup>12</sup> O DK é uma instituição não governamental que promove consultoria, pesquisa e desenvolvimento de ações em prol das questões ambientais relacionadas à energia. Disponível em: <http://www.wigry.org.pl/dktechnik.htm>. Acesso em: Junho / 2014.

### 3.4.2 Colisão com Aves

Uma das questões ambientais comumente discutidas entre defensores e críticos da energia eólica é a fauna, principalmente as aves, mais especificamente, as aves migratórias que se movimentam em grande número em determinados períodos do ano. Nesse sentido, é fundamental um estudo ambiental pelo período mínimo de um ano e projetar a instalação das torres bem distantes das rotas migratórias. Ainda assim, existe a possibilidade de impacto de algumas aves com as torres, principalmente nas regiões litorâneas, apesar do risco desta colisão com os equipamentos, este é inferior ao choque dos animais com os fios das redes de alta tensão. (BARCELLA e BRAMBILLA, 2012).

A mortalidade das aves que batem frequentemente com linhas aéreas de alta tensão, mastiles, postes e janelas de edifícios ou ainda quando atropeladas por automóveis, é superior às mortes provocadas pelos aerogeradores. Segundo Rey e Oliveira (2005), estudos feitos com radar em Tjaereborg, na parte ocidental de Dinamarca, onde há um aerogerador de 2MW, instalado com um diâmetro de rotor de 60 metros, apresentam que as aves mudam a rota de voo em até 200 metros da turbina, fazendo com que passem a uma distância segura, fato que ocorre tanto durante o dia como à noite. Apesar deste instinto das aves, deve-se considerar a rota migratória das mesmas, antes mesmo de planejar a instalação das turbinas, considerando ainda a análise das espécies locais e regionais. (REY e OLIVEIRA, 2005).

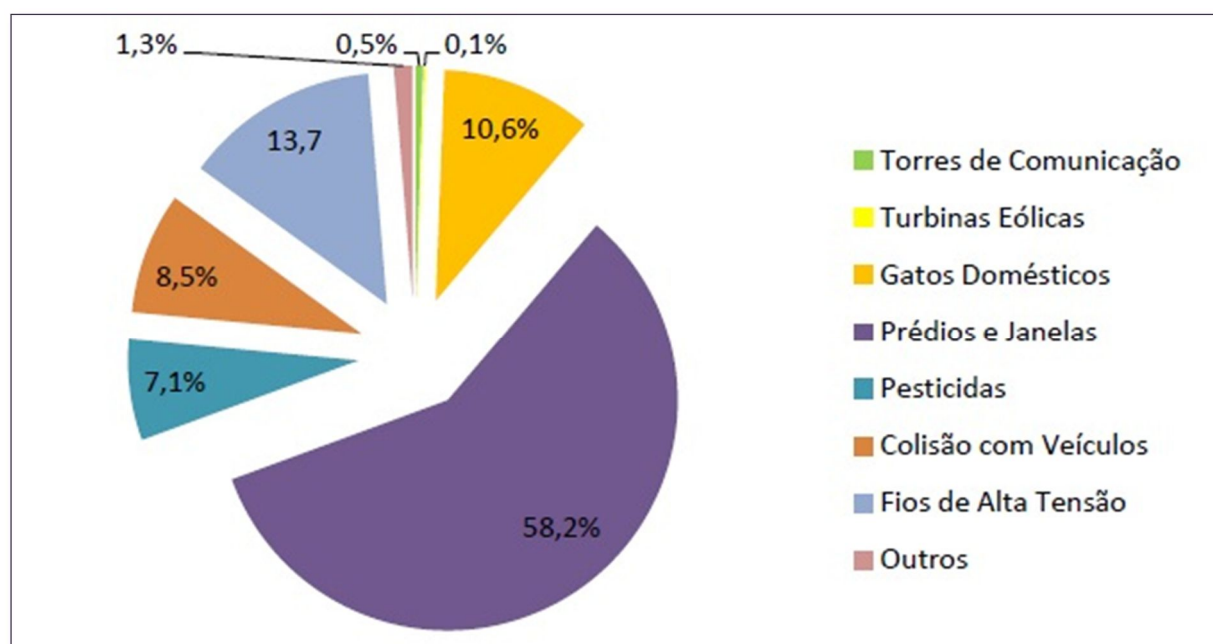
Tendo em vista a estrutura vertical da torre e a movimentação das pás do aerogerador e toda a estrutura de um Parque Eólico, é importante ainda observar que alguns impactos podem ser específicos do sítio, a depender da topografia da paisagem, esquema do parque eólico, estação, tipos de aves migratórias e residentes, entre outros. Os impactos também variam entre as diferentes espécies de pássaros, perturbação do habitat: a presença de aerogeradores e trabalhos de manutenção podem deslocar pássaros de seu habitat preferido e a taxa de reprodução pode ser reduzida. Interferência nos movimentos do pássaro entre alimentação, abrigo no inverno, habitat de reprodução e muda, podem resultar em voos adicionais, consumindo mais energia das aves e, conseqüentemente, a redução ou perda de habitat disponível. (MONTEZANO, 2012; MOREIRA, 2013).

Segundo Costa (2009), na Espanha, estatísticas levantadas com o universo de mil turbinas mostraram que a taxa de mortalidade de aves está entre 0,1 e 0,6 por turbina ao ano. E estudos realizados na Alemanha, Dinamarca e Holanda, em parques que operam há muitos anos, não registraram mudança importante no número de aves e espécies, desde a instalação dos aerogeradores. A Figura 11 mostra o percentual de mortes de aves nos Estados Unidos



(EUA) pelas diferentes atividades antrópicas ou naturais. Contudo, podem ocorrer diferenças estatísticas em diferentes regiões, como é o caso do Brasil, pois grande parte dos parques eólicos encontra-se em regiões litorâneas, o que pode ser, segundo o estudo, um agravante para a questão dos choques da avifauna contra turbinas eólicas, exigindo estudos ambientais aprofundados para excluir a possibilidade de colisões e mortes. (WENCESLAU, 2013).

Figura 11: Causas de Morte de Aves Relativas às Atividades Humanas nos EUA.



Fonte: Wenceslau, 2013.

As pesquisas sobre a mortandade de aves incluem os morcegos. Um exemplo é o estudo realizado por Hayes (2013), onde a estimativa de mortandade é de 0,2 a 53,3 morcegos por megawatt por ano nos empreendimentos eólicos. Outro estudo citado na pesquisa de Hayes (2013) estima uma taxa de mortandade de até 20 morcegos por MW por ano. Contudo, o resultado desta pesquisa apresentou a mortandade de mais de 600 mil morcegos. No entanto, estas estimativas podem ser ainda maiores, pois em função da fragilidade desta espécie, pois são pequenos e possuem hábitos noturnos, o que dificulta uma análise mais precisa da sua população real, bem como de estudos sobre as causas específicas de mortes. Uma das principais causas dos acidentes é o mecanismo das pás, pois estas funcionam mesmo com ventos de baixa velocidade, permitindo a aproximação dos morcegos e consequentemente os choques com as pás. (HAYES, 2013).

No Brasil, segundo Tavares et al (2012), existe aproximadamente de 174 espécies de morcegos, o que representa cerca de 14% da riqueza mundial do grupo. Sua conservação é fundamental pela sua importância no sistema ecológico, pois são predadores, presas e polinizadores. Os estudos de impacto ambiental para a instalação de turbinas eólicas devem ser mais detalhados e abrangentes, e incluir as análises sobre a mortalidade e população dos morcegos em função do risco de acidentes com estes animais. Ainda segundo Tavares et al (2012), as causas que provocam a colisão destas espécies com os aerogeradores são desconhecidas e existem diversas hipóteses para esta ocorrência, desde sua atração por insetos atraídos pelas turbinas, desorientação acústica de seu sistema de ecolocalização, considerando que o movimento das pás pode interferir na capacidade de localização, também, segundo Amorim (2009), por lesões internas provocadas por um fenômeno conhecido como barotrauma, que ocorre pelo rompimento dos tecidos internos pela rápida descompressão próximo aos aerogeradores, entre outros motivos.

Embora a mortalidade de algumas espécies de morcegos tenha aumentado nos últimos anos, não existem evidências para comprovar a relação destas mortandades com os empreendimentos eólicos. Contudo, as espécies mais afetadas ainda são as que possuem hábitos migratórios, por este motivo, também é importante analisar as rotas de migração dos morcegos, além das aves. Em estudo realizado no Parque Eólico de Osório no período de 2006 a 2009 foram registrados a morte de nove espécies diferentes, com predominância de migratórias. (BARROS; MAGALHAES & RUI, 2015).

### **3.4.3 Redução dos impactos ambientais negativos a partir do uso de energia gerada por Turbinas Eólicas**

A produção de energia eólica, apesar da intermitência em função da disponibilidade dos ventos, merece ser amplamente utilizada e com constante pesquisa para melhor aproveitar a própria estrutura, pois a geração real é sempre inferior à geração da capacidade instalada. Essa fonte de energia é fundamental, pois para a geração de eletricidade apresenta nula incidência sobre as características físico-químicas do solo ou risco de erosões, considerando que não há produção de contaminante que incida sobre este meio, nem mesmo deslocamentos de massas. Fatores passíveis de ocorrer na geração de energias convencionais. A energia eólica também não produz nenhum tipo de alteração sobre os aquíferos, nem por consumo, nem por contaminação por resíduos ou mesmo vertidos. (REY e OLIVEIRA, 2005).

Beneduce (2000) descreve a importância deste segmento, pois a geração de energia elétrica sem um processo de combustão ou uma etapa de transformação térmica supõe, do ponto de vista ambiental, um processo favorável, por ser limpo e isento de contaminantes. Enquanto a geração de energia proveniente de combustíveis fósseis produz muitos impactos ambientais, na eólica suprimem-se radicalmente os impactos originados pelos combustíveis durante sua extração, transformação, transporte e combustão, o que beneficia a atmosfera, o solo, a água, a fauna e a vegetação. Evita ainda a contaminação pelo transporte dos combustíveis; gás, petróleo, carvão, entre outros. Reduz o intenso tráfico marítimo e terrestre a cerca das centrais. Não se faz necessária a instalação de linhas de abastecimento, canalizações às refinarias ou às centrais de gás (BENEDUCE, 2000).

Nas convenções sobre mudanças climáticas, um dos vilões é o CO<sub>2</sub>, amplamente produzido pelas atividades antrópicas, sendo considerado o principal gás responsável pelo efeito de estufa e aquecimento global. Nesse sentido, a energia eólica reduz significativamente a emissão do CO<sub>2</sub> na atmosfera terrestre, onde uma única turbina de 600KW pode reduzir a emissão em até 36 mil toneladas de gás carbônico durante sua vida útil, estimada em 20 anos. (TOLMASQUIM, 2004). A geração de eletricidade a partir do vento não produz gases tóxicos e não contribui para o efeito estufa. Desta forma, também não destrói a camada de ozônio, não cria chuva ácida e não origina produtos secundários perigosos, nem resíduos contaminantes, como ocorre em muitas usinas termelétricas movidas a carvão mineral. Um exemplo é que cada um dos KW/h de eletricidade gerado por energia eólica em lugar de carvão, evita, segundo Ackermann, (2005) 0,90 Kg. de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), 1,37 gr. de SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) e 1,56 gr. de NO<sub>x</sub> (óxido de nitrogênio). Principais contaminantes gerados pela queima de carvão, também estão em maior quantidade. Com a produção complementar de eletricidade a partir de um aerogerador, evita-se a queima diária de milhares de litros de petróleo e milhares de quilogramas de carvão nas centrais térmicas. (DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION)<sup>13</sup>. Reduzindo a emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE), reduz-se o potencial de aquecimento global.

Segundo o Protocolo de Kyoto, esta redução das emissões deverá acontecer envolvendo diversas atividades econômicas. Em cooperação entre os países mais desenvolvidos e signatários do protocolo, estima-se, através de algumas ações básicas, a reformulação dos planos das matrizes energéticas e também nos transportes, promovendo

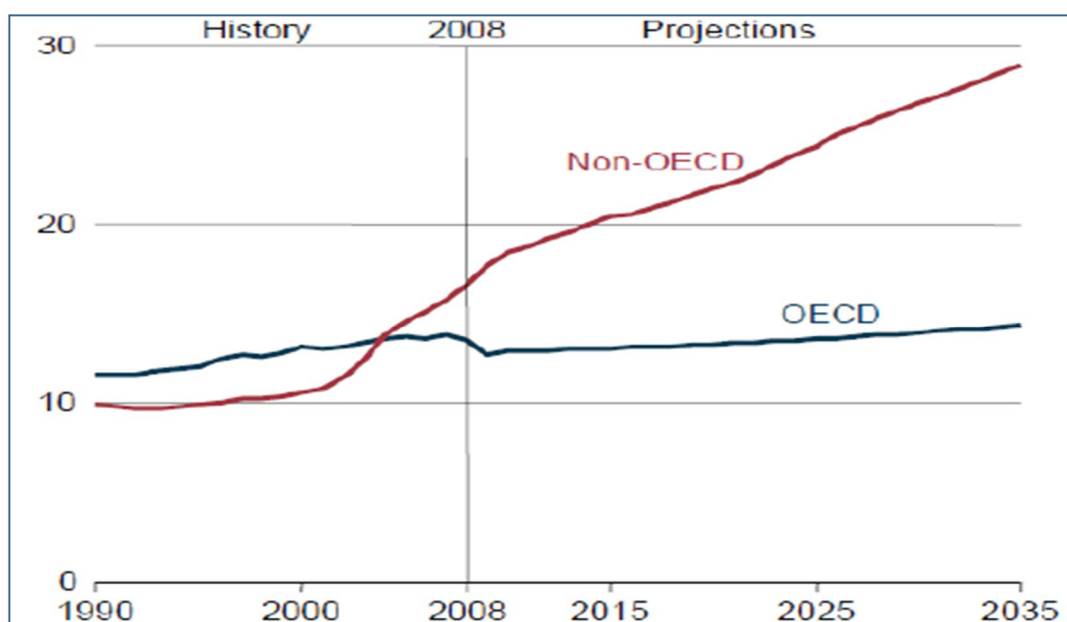
---

13 Associação cujos membros atuam na fabricação de turbinas eólicas, empresas de energia e empresas que fornecem componentes, serviços e consultoria. Disponível em: <http://www.windpower.org/en/knowledge/publications.html>.

principalmente o uso de fontes energéticas renováveis, alterando ainda os mecanismos financeiros e de mercado inapropriados aos fins da Convenção. Entre outras ações que visem à preservação e ao uso adequado dos recursos naturais. Considerando que a quantidade de CO<sub>2</sub> liberado na atmosfera acumulada desde 1870 deve chegar a 2015 bilhões de toneladas - sendo 70% resultante de combustíveis fósseis. Com o cumprimento dos acordos assinados no Protocolo de Kyoto, estima-se que a temperatura global reduza entre 1,4°C e 5,8°C até o final do século XXI. (BRASIL, 2004).

Além deste protocolo, outros países industrializados se comprometem a reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> através de fontes limpas para a geração de energia. Porém, a utilização em massa de combustíveis fósseis deve continuar, principalmente por parte dos países não membros da OCDE<sup>14</sup>, o que manterá o crescimento das emissões de CO<sub>2</sub>. Neste sentido, a projeção para 2035 de emissões será de 28,9 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub> para estes países não pertencentes ao OCDE, enquanto que para os países deste bloco, as emissões totais serão de 14,3 bilhões de toneladas. A Figura 12 apresenta esta conversão e a projeção do crescimento nas emissões de CO<sub>2</sub> (WENCESLAU, 2013).

Figura 12: Emissões mundiais de dióxido de carbono em bilhões de toneladas – 1990/2035



Fonte: WENCESLAU, 2013.

Com relação aos impactos ambientais, Barcella e Brambilla (2012) destacam como negativos, principalmente quando os equipamentos são agrupados no formato de parque: o

14 A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é uma organização internacional e intergovernamental que agrupa os 34 países mais industrializados de economia de mercado. Disponível em: <http://www.oecd.org/>. Acesso em: Junho / 2014.

ruído, a poluição visual, possíveis interferências eletromagnéticas e ainda o choque de aves aos equipamentos. Analisando os diferentes tipos de equipamentos instalados, alguns podem afetar mais o meio ambiente, incluindo animais e também as pessoas. Nesse sentido, Barcella (2012) também apresenta os aspectos ambientais positivos, onde aponta como favorável além dos benefícios ambientais, os custos da atividade a longo prazo, porque a energia eólica não contamina o ambiente (água, solo, ar) e os ventos não se esgotam. A energia eólica pode ser utilizada como complementar à energia hidrelétrica, a qual atualmente é predominante no Brasil e gera impactos ambientais, sociais, etc. Apesar de não serem possíveis outras edificações no entorno dos parques, em função da estrutura que exige o sistema, é possível realizar atividades agrícolas, conforme viabilidade do terreno.

### **3.5 PERCEPÇÃO SOCIO-AMBIENTAL - PAISAGEM**

O comportamento humano, segundo Menghini (2005), deriva de suas percepções do mundo, cada indivíduo reage de forma distinta, de acordo com suas concepções em relação ao meio. Essas reações também sofrem interferência de suas relações anteriores, desenvolvidas durante sua vida. Neste sentido, é importante a observação e percepção ambiental por uma comunidade, visto que essa relação é o meio ao qual esta toma consciência do mundo.

Apesar da instalação de parques eólicos não resultar em desapropriações, esta fonte de geração de energia impacta na região. A percepção destes impactos pode ser positiva ou negativa, dependendo da forma como a comunidade reage ao empreendimento, bem como a forma que os responsáveis administram todas as etapas envolvidas nesse processo. (MOREIRA, 2013). O primeiro impacto que se observa nesta atividade são as transformações socioambientais na paisagem do local. Contudo, é importante analisar primeiramente as transformações na paisagem, conhecer alguns conceitos sobre o tema, embora não exista um consenso sobre a definição do conceito de paisagem.

De acordo com a Convenção de Paisagem Europeia, paisagem significa “uma área, como percebida por pessoas, da qual as características são o resultado da ação e interação de fatores naturais e/ou humanos”. Ou seja, as paisagens possuem uma característica dinâmica, mudando ao longo do tempo de acordo com o desenvolvimento humano e ecológico. (EWEA, 2009). Para Verdum (2012), a paisagem pode ser analisada por diferentes correntes, citando como exemplo a corrente geográfica, onde “*a paisagem é concebida como o conjunto das formas que caracterizam um determinado setor da superfície terrestre*”. A partir deste

conceito, a paisagem pode então ser classificada em função da sua forma e magnitude. Deve-se considerar também a paisagem como o resultado das ações antrópicas no meio natural.

Para realizar estudos socioambientais é possível trabalhar com a perspectiva da paisagem. Onde esta pode ser analisada a partir de unidades, considerando sua forma, sua função, sua estrutura e sua dinâmica. Verdum (2012) descreve estes critérios de análise onde a **forma** significa o aspecto visível da paisagem, composta por elementos que facilitam seu reconhecimento em campo (fotos aéreas e imagens de satélite): “o morfológico, a presença da água, a cobertura vegetal e a ocupação das terras” (VERDUM, 2012).

A função compreende as atividades desenvolvidas pelo homem e a partir da sua materialização é reconhecida pela forma. Esse critério possui uma forte relação social na transformação da paisagem. Ainda segundo Verdum (2012), a estrutura diz respeito à natureza social e econômica dos espaços construídos e, de certa maneira, interfere na dinâmica da paisagem anterior às intervenções sociais. Enquanto o critério da dinâmica é mais amplo, envolve análises sobre as questões espaciais, as dinâmicas de cada unidade de paisagem revelam como a sociedade atua em uma localidade, apresentando aspectos que podem ser reconhecidos pelas formas, revelam suas realizações ou intervenções que poderão ser propostas. O estudo e a diferenciação das paisagens facilitam o zoneamento, instrumento utilizado na gestão territorial e ou ambiental. Neste sentido, o autor descreve a importância do reconhecimento das diversas dinâmicas em cada uma das unidades de paisagem, assim como de suas interconexões. (VERDUM, 2012).

A partir da paisagem podem-se entender as diferentes percepções por parte da comunidade, é por meio de uma percepção interdisciplinar dos fatos que o homem contemporâneo visualiza sua realidade. (RODRIGUES, 2012). Ao analisar o meio ambiente pela perspectiva do homem, este se posiciona, torna-se parte do meio, configurando uma nova realidade da paisagem. Desta forma, os estudos sobre as percepções apontam para a possibilidade de elucidar as perspectivas em pesquisas sociais ou políticas. Segundo Rodrigues (2012), a percepção ambiental é a precursora do sistema que estimula a conscientização do sujeito em analogia às realidades ambientais contempladas. Nesta análise, o espaço é percebido pelas pessoas, ou seja, não são as pessoas que percebem o espaço, a compreensão está inserida, não à parte.

Neste sentido, é importante avaliar primeiramente os possíveis impactos socioambientais no planejamento de um Parque Eólico, considerando a população que vive na localidade, com sua cultura, a forma como utilizam os recursos naturais e quando aplicável, incentivar novos hábitos, visando à preservação e/ou recuperação dos recursos naturais.

Avaliar ainda nestes estudos de impacto ambiental, se existe sítios arqueológicos no local. Um exemplo das contradições que podem provocar a falta deste levantamento é o estudo realizado em 2011 com a comunidade de Cumbe (Aracati/CE), onde os moradores dividem opinião na avaliação dos impactos. Parte da comunidade, com baixa escolaridade, considera de forma positiva o Parque, bem como a empresa responsável pelo empreendimento, desconsiderando a privatização de vias públicas, a falta de avaliação dos impactos ambientais e as restrições na forma de ocupação da região. Enquanto outra parte, com escolaridade alta, questiona a forma de tratamento, a falta de informações e ainda o baixo comprometimento para a efetivação de infraestrutura e serviços que a comunidade precisa, considerando promessas por parte da empresa responsável e o aumento da arrecadação da gestão pública. Essa parte da população local considera negativa a instalação do parque. Essa divisão de opiniões, além de gerar conflitos na comunidade, pode provocar uma percepção negativa para os Parques Eólicos. (MOREIRA, 2013).

Ainda sobre o estudo da percepção ambiental do Parque Eólico no Ceará, o artigo de Moreira (2013) descreve a preocupação da promotoria da comarca de Aracati/CE com relação ao aumento da instalação de parques sem os projetos ambientais adequados para este tipo de empreendimento, destacando que os empreendedores e organismos financeiros consideram com exclusividade os aspectos econômicos. A desconsideração de aspectos socioambientais pode refletir negativamente na escolha por esta energia limpa, afetando sua importância para o desenvolvimento sustentável. As ações neste sentido devem desenvolver-se a partir de uma gestão que contemple todas as esferas, bem como toda a cadeia, que inclui os aspectos econômicos, culturais e socioambientais. Esta interação deve respeitar além da legislação ambiental local, a comunidade com seus hábitos e sua cultura.

Através desta análise, pode-se afirmar a importância da gestão ambiental como um diferencial que ganha espaço nas instituições públicas e privadas, mobilizando os atores envolvidos na promoção de um meio ambiente equilibrado, visando sim o lucro, porém sem prejudicar o meio natural. (MOREIRA, 2013). Por outro lado, a falta de políticas bem estruturadas que desconsideram as questões ambientais e sociais pode acarretar em prejuízo material e moral, assim aumentando custos e reduzindo as oportunidades de mercado do empreendimento. O comprometimento das empresas com práticas de gestão ambientalmente sustentáveis tornam o negócio economicamente viável.

Apesar de exigir a ocupação de grandes extensões de área devido à necessidade de distanciamento entre as turbinas de 5 a 10 vezes a altura da torre, além do distanciamento dos geradores que deve estar entre 500 metros a um quilômetro longe das turbinas. O sistema

permite a produção agrícola e pecuária em toda sua extensão, além de outras atividades, desde que não interfiram no movimento das pás, ou que provoquem rugosidade significativa para interferir na velocidade e densidade dos ventos. (BARCELLA e BRAMBILLA, 2012; ALDABÓ, 2001). Desta forma, a população não precisa ser removida do local, não ocorre o processo de desapropriações, pelo contrário, os moradores recebem uma quantia pelo arrendamento da parte da propriedade utilizada para a instalação da turbina, pelo tempo de concessão do Parque, que normalmente é de 20 anos, este prazo pode ser prorrogado por uma nova concessão de geração de energia.

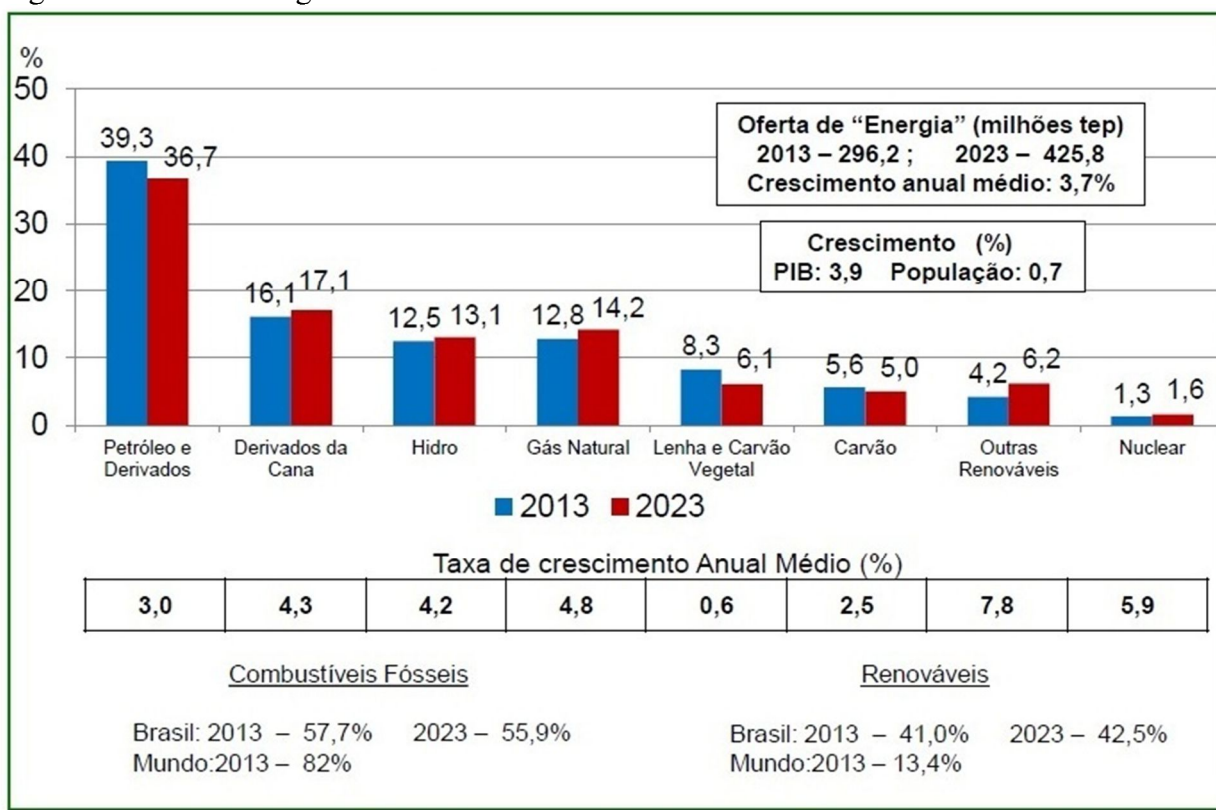
O arrendamento de parte da propriedade é outro fator positivo da energia eólica, pois fornece ao proprietário uma renda extra que pode ser utilizada para melhorias na propriedade bem como alavancar as atividades já executadas, como a agricultura e a pecuária. Estes fatores beneficiam a região porque movimentam a economia local.



#### 4 ENERGIA NO BRASIL

A energia no Brasil, assim como várias atividades importantes no desenvolvimento do país, encontra-se em uma situação bastante fragilizada, principalmente pela sua participação na economia, nas questões sociais e ambientais. Contudo, a situação energética é considerada como um dos principais desafios do Brasil no momento atual. Exigindo além de mudanças estruturais, também conjunturais, com a criação de políticas energéticas para maior eficiência, menor custo e manutenção adequada para o atendimento da demanda crescente, bem como mais segurança energética e maior atuação regulatória. (VENTURA FILHO, 2015). A Figura 13 apresenta a Matriz Energética atual, considerando todas as fontes e todos os usos, com a expectativa para até o ano de 2023, conforme o Plano Decenal de Expansão Energética (PDE). A meta para a geração de energia por fontes renováveis é de 42,5% com relação ao total produzido, sendo que atualmente a matriz energética é composta por 41% de fontes renováveis, enquanto o mundo apresenta apenas 13,4% do total.

Figura 13: Matriz Energética Brasileira – 2013 / 2023.

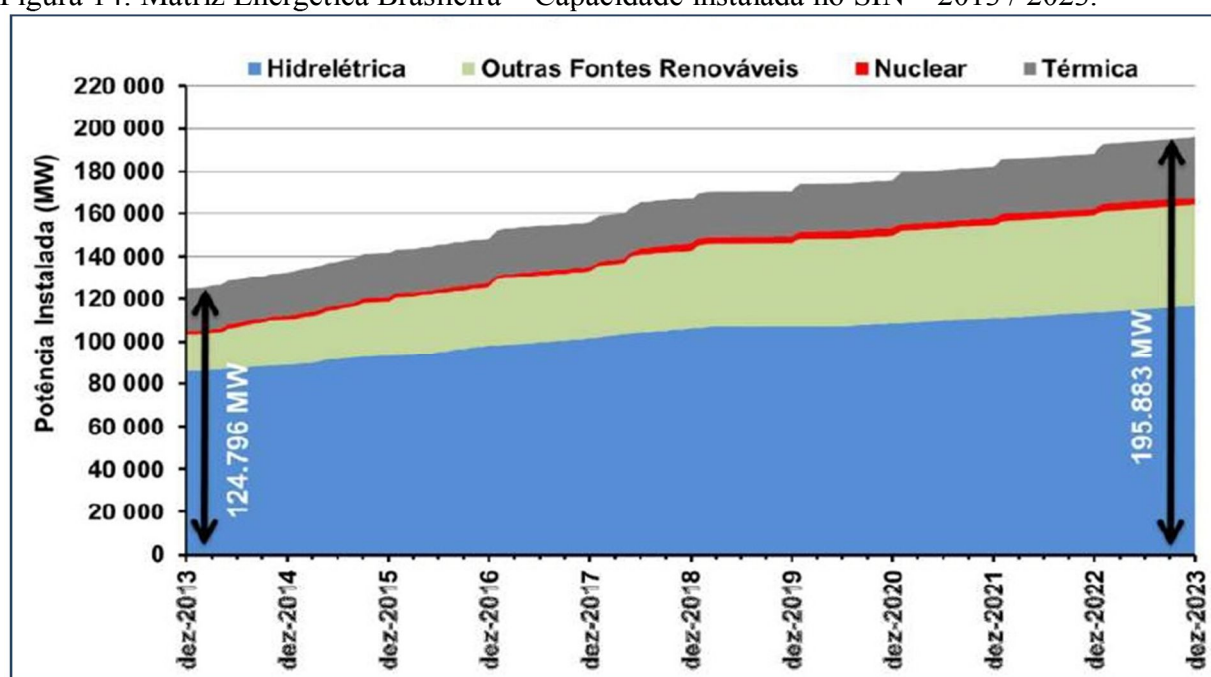


Fonte: Ventura Filho (2015), MME.

Atualmente no Brasil, a matriz dominante dentre as energias consideradas limpas é a Hídrica, pela constituição hídrica e geográfica brasileira, sendo responsável por quase 80% da

participação nacional, com capacidade instalada de 65% (RAMPINELLI e ROSA JUNIOR, 2012). Segundo Custódio (2015), a participação hídrica é sempre superior ao percentual da capacidade instalada, mesmo em períodos de seca. Por esta característica energética, em períodos de seca, o governo precisa aumentar a produção de energia a partir de outras fontes, como de termelétricas a carvão, óleo e gás, consideradas energias firmes. Este fator favorece a inclusão de outras fontes de energias renováveis e limpas, diversificando mais a matriz, evitando o comprometimento da mesma com uma única geração, ou com a geração a partir de combustíveis fósseis. Neste sentido, a meta atual para que em 2020 a capacidade de energia eólica instalada no Brasil seja de 10% aproximadamente, tornando este setor a segunda principal fonte de energia elétrica. (RAMPINELLI e ROSA JUNIOR, 2012). Atualmente existe um projeto para ampliar a meta para 15% de participação da energia eólica. Na Figura 14, pode-se observar a evolução da capacidade instalada no Sistema Interligado Nacional (SIN), que prevê conforme o PDE 2023, a ampliação das fontes renováveis e ainda uma parcela para as termelétricas a carvão ou gás natural.

Figura 14: Matriz Energética Brasileira – Capacidade instalada no SIN – 2013 / 2023.

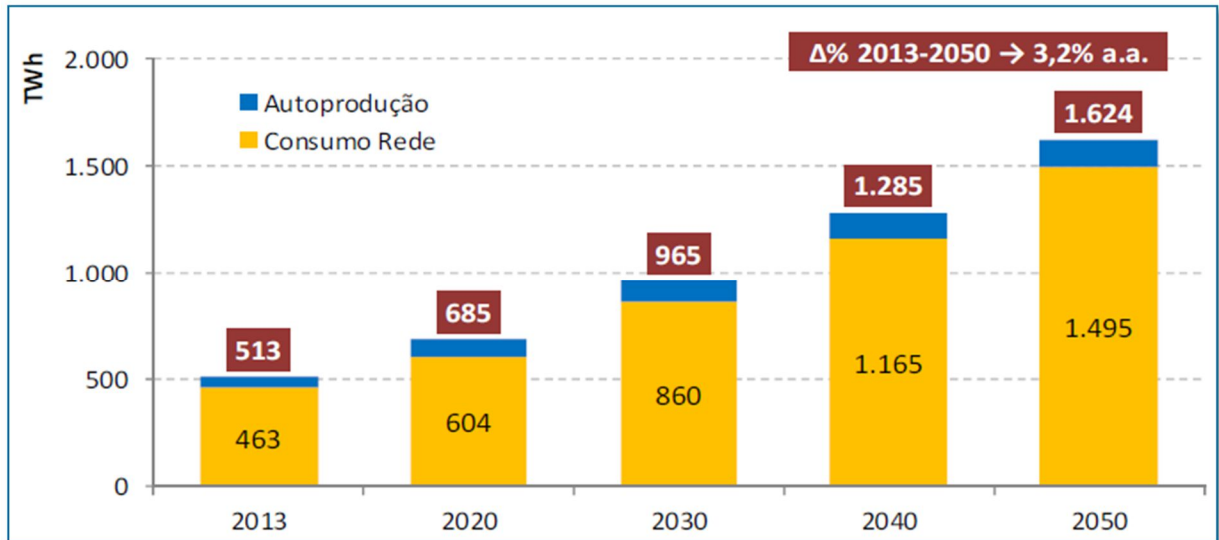


Fonte: Custódio. 2015, PDE 2023.

O planejamento energético apresentado no Plano Decenal 2023 prevê o aumento da oferta de energia elétrica no Brasil, principalmente pelas estatísticas de demanda, considerando um aumento superior a 3% no consumo de energia elétrica para os próximos anos – até 2050. O relatório da EPE (2014) apresenta na Nota Técnica, DEA 13/14, a previsão deste aumento do consumo total até 2050, conforme mostra a Figura 15. O gráfico apresenta

uma parcela como de autoprodução, porém, segundo Ventura Filho (2015), não há previsão de aumento significativo na autoprodução de energia, sendo esta produzida pelo setor industrial.

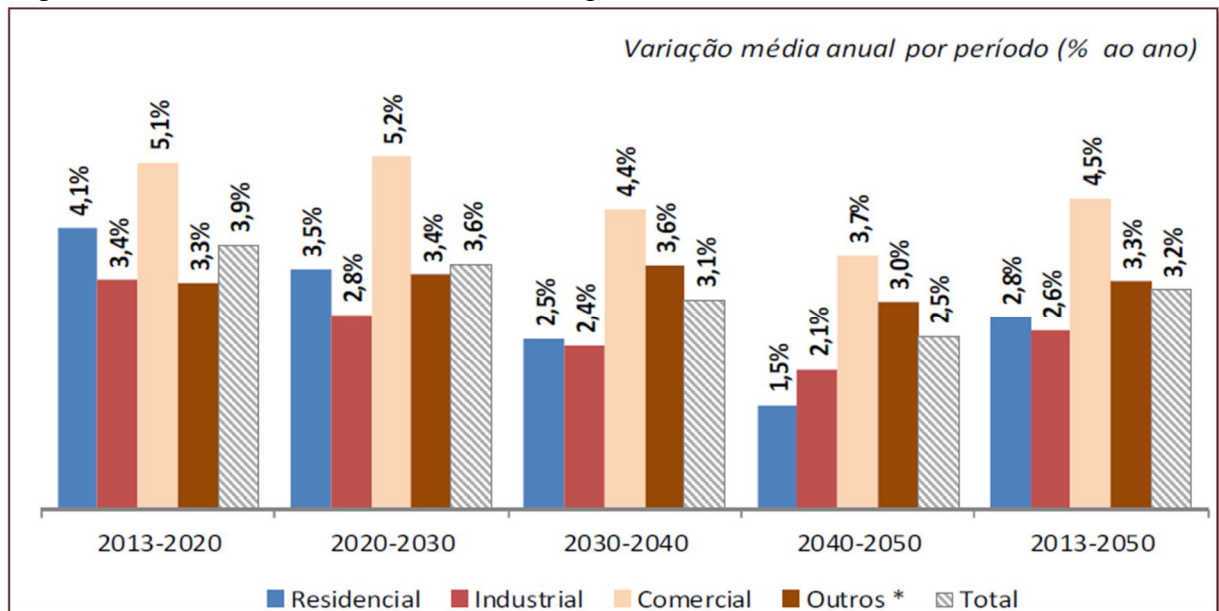
Figura 15: Brasil. Consumo total de eletricidade no Brasil, 2013-2050 (TWh).



Fonte: EPE, Agosto/2014.

A previsão de aumento do consumo por atividade é apresentada na Figura 16, sendo as atividades comerciais e rurais com maior previsão de aumento no consumo (o consumo rural está incluído em outros).

Figura 16: Consumo de eletricidade na rede, por classe, 2013-2050, no Brasil.

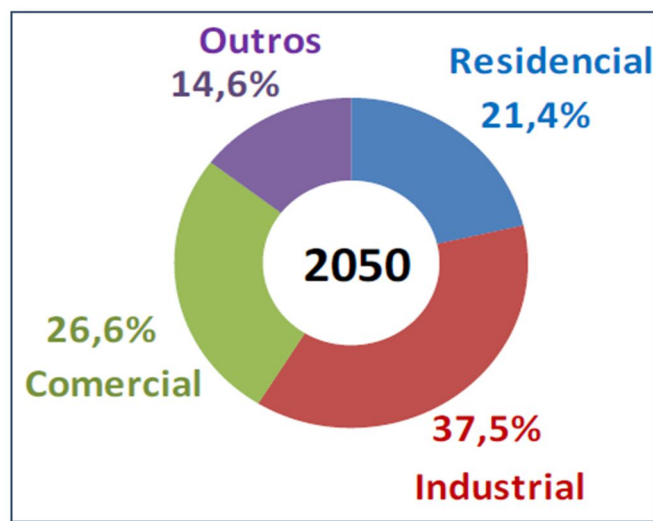


(Nota: (i) Para 2013, estimativa preliminar; (ii) “Outros” engloba: poder público, serviço público, iluminação pública, rural, consumo próprio das concessionárias, e o consumo de veículos elétricos).

Fonte: EPE. Agosto / 2014.

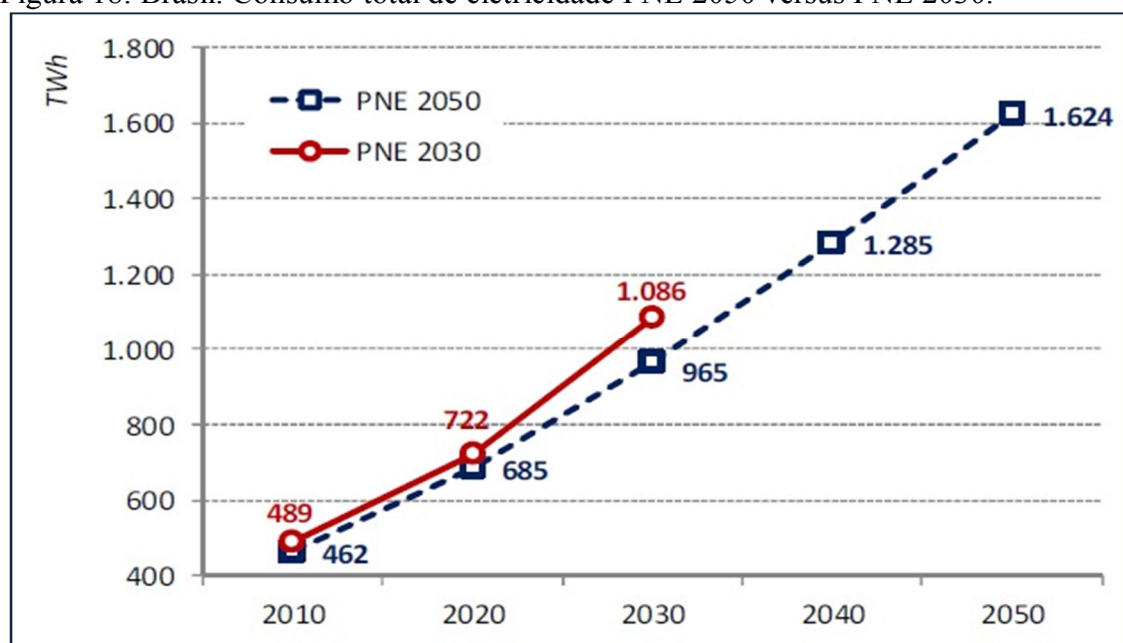
Nestas perspectivas, o percentual de consumo das atividades industriais e comerciais ainda representa mais de 60% do total do consumo, conforme mostra a Figura 17. O relatório ainda destaca o impacto na contenção na produção industrial e no consumo de energia em função da crise internacional, não só no Brasil, como em todo o mundo, cujos reflexos vêm se manifestando até os dias atuais. Por este motivo, as projeções são ligeiramente menores que as do Plano Nacional de Energia de 2030, o qual previa um consumo de 1.086 TWh em 2030, contra 965 TWh na previsão atual, conforme apresenta a Figura 18. (EPE, 2014).

Figura 17: Brasil. Consumo total de eletricidade por classe (2050 - %). O consumo inclui autoprodução.



Fonte: Elaboração EPE. Agosto / 2014.

Figura 18: Brasil. Consumo total de eletricidade PNE 2050 versus PNE 2030.



Fonte: Elaboração EPE. Agosto / 2014.

#### 4.1 REGULAÇÃO DO SETOR DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL

A regulação do setor elétrico sempre foi fundamental e sempre será, pois a atividade gira em torno de constantes conflitos seja qual for o motivo e também a esfera, inclusive nas questões internacionais, por investimentos ou acordos comerciais. Lembrando que a influência da economia externa sempre esteve presente desde o período colonial, quando o Brasil começou a usar e produzir a energia elétrica.

Com as mudanças no setor energético, principalmente a partir do final do século XX, e também pelas transformações políticas e econômicas, o Estado sem condições de continuar investindo para promover o desenvolvimento em diversos setores sob sua responsabilidade, passou de empreendedor a regulador, delegando a condição de prestação da grande maioria dos serviços públicos para a iniciativa privada. Neste novo cenário, o Estado adquire um importante papel, como ente regulador através de um conjunto de regras aplicadas ao setor com o objetivo de corrigir as imperfeições de mercado. (SANCHES, 2002).

Segundo Baggio (2015), é fundamental a atuação do governo como agente regulador e este precisa atuar fortemente para moderar os constantes conflitos no setor elétrico. Esta interferência se faz necessária em todas as etapas da comercialização, desde o pequeno consumidor residencial, o grande consumidor e demais setores da atividade até o agente investidor na geração. Assim como em outras atividades financeiras, o agente investidor objetiva a maximização do seu investimento na comercialização da energia elétrica, onde a produção pode ser independente ou vinculada ao serviço público.

Neste sentido, é importante conhecer como se estrutura cada setor dentro da atividade que compõe a energia elétrica no Brasil. Um dos principais agentes reguladores do governo é o Ministério de Minas e Energia (MME), através desta pasta as demais instituições atuam para planejar e intermediar as questões energéticas. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) é constituído por membros associados e membros participantes, constituídos por empresas de geração, transmissão, distribuição e consumidores livres de grande porte. É o ONS<sup>15</sup> que define o preço a curto prazo da energia no mercado brasileiro, usando como base o custo marginal de operação, baseado nos recursos energéticos disponíveis.

A Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), criada em 2004, viabiliza a comercialização da energia, sendo a instituição que administra os contratos de compra e venda, onde todas as operações são registradas, inclusive as operações posteriores à execução.

---

15 Disponível em: [http://www.ons.org.br/institucional\\_linguas/modelo\\_setorial.aspx](http://www.ons.org.br/institucional_linguas/modelo_setorial.aspx).

Enquanto a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) também criada em 2004 e vinculada ao MME, atua na atividade de estudos e pesquisas para subsidiar o planejamento energético. O Ministério Público e o Ministério da Fazenda completam a pasta principal na atividade de intermediação e regulação dos setores da energia, estes atuam em todas as etapas do setor energético. Pedrosa (2005) complementa ainda que na relação destes conflitos, é importante a participação política, contribuindo em casos emergenciais ou no planejamento de novas ações, elaborando políticas públicas ou regulamentações e legislações pertinentes, principalmente no atendimento às crises energéticas.

Apesar das regulamentações do setor, existe uma deficiência na atividade para a solução dos conflitos que ocorrem em todas as etapas, principalmente quando existe a crise energética. Esta vulnerabilidade pode ser atenuada quando são atendidos os processos econômicos, de engenharia e de direito, lembrando que as questões ambientais participam de todos os processos. A energia sofre estas interferências a partir da produção. No setor de hidrelétricas existe o GSF que é o Fator de Ajuste de Energia do MRE (Mecanismo de Realocação da Energia), onde o MRE atua redistribuindo a energia através de sistemas interligados, conforme a capacidade assegurada de cada usina, que é realizada a partir de contratos pré-estabelecidos. Porém, com a diminuição da produção, seja por condições climáticas ou pela entrada de outras fontes de energia, ocorre uma redução desta redistribuição. Desta forma, podem ocorrer alterações nos custos da energia e problemas no atendimento ao consumidor. As termelétricas também podem ser afetadas pela vulnerabilidade do setor, apesar das diferenças na produção, contratação e entrega da energia. (BAGGIO, 2015).

As questões energéticas também carecem de regulamentação com relação aos atrasos na entrega da energia, principalmente para novos empreendimentos, por exemplo, quando a geradora é responsabilizada por problemas alheios, como a falta de sistemas de transmissão. Estas incertezas regulatórias podem gerar custos para o consumidor final. Além dos agentes reguladores citados, é importante salientar a responsabilidade da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) pela sua abrangência e soberania na solução dos mais diversos conflitos, sendo o principal elo entre o governo, os investidores e o consumidor. (PEDROSA, 2005). A linha do tempo com as principais legislações do setor, bem como algumas das principais atividades estão descritas no Anexo A.

## 4.2 PRODUÇÃO POR FONTES ALTERNATIVAS

A necessidade de inovações para a geração de energia limpa de baixo custo e que possa ser produzida no local ou próximo ao local de consumo, é fonte de pesquisas conforme descreve Albiero (2014) ao apresentar um projeto de uma turbina eólica inovadora e adequada às necessidades de pequenas propriedades de agricultores no semiárido do Nordeste. O projeto visa atender à irrigação da produção de alimentos e se mostrou favorável, mesmo em períodos de pouco vento, pelos créditos obtidos junto à concessionária de energia nos períodos de muito vento, onde a energia foi gerada a partir das turbinas eólicas. O projeto visa o fornecimento de energia com baixo custo e com probabilidade de geração distribuída, podendo ser mais uma fonte de renda para as famílias.

Neste contexto, os projetos de energias renováveis nas áreas rurais, principalmente em regiões que necessitam de desenvolvimento econômico, recebem atenção especial. Estes projetos colaboram de forma significativa para o desenvolvimento com inúmeras vantagens, pois além de contribuir para a fixação das famílias em suas propriedades rurais, promove geração de renda e qualidade de vida, mantendo a economia ativa, tanto na área rural como nos centros urbanos. Segundo Simas (2013), um sistema com usinas menores e dispersas, demanda uma quantidade maior de mão de obra para a manutenção e, conseqüentemente, gera um potencial maior de empregos para a população rural, especialmente na fase inicial do projeto. Considerando ainda que o uso de energia própria reduz o uso da energia de outras fontes, onde esta pode ser redistribuída em grandes centros urbanos, cuja demanda é alta.

A energia eólica, além de contribuir com a geração de energia mais limpa, colabora com o desenvolvimento regional, gerando empregos desde a construção das turbinas e demais componentes para a instalação da usina, além das atividades de manutenção regular após o início da produção. (SIMAS, 2013). O setor ainda colabora com o crescimento econômico por outras oportunidades, que emergem com a nova tecnologia sendo instalada e também com mais energia disponibilizada nas localidades da região.

As tecnologias de energia renovável demandam muito capital, e a maior parte do investimento concentra-se na fase inicial do projeto, no caso de um parque eólico, o custo dos equipamentos corresponde a até 75% do investimento total. Nesse contexto, a implantação de projetos de energias renováveis tende a oferecer oportunidade para o desenvolvimento de indústrias de equipamentos para consumo interno e até mesmo para a exportação. (SIMAS, 2013).

Feitosa (2014) publicou um estudo sobre a viabilidade de instalação de turbinas

eólicas na região de Russas, no interior do Ceará, onde apresenta um cenário favorável à instalação, considerando a demanda de energia para irrigação na agricultura em pequenas propriedades no semiárido da região. O estudo foi realizado utilizando equipamentos para medição dos ventos e softwares específicos para a análise dos resultados. Para simular o funcionamento e a provável geração de energia através de uma turbina eólica, foi utilizado o software EOLUSOFT – Versão Beta 1.0 NUTEMA-PUCRS. Nas condições analisadas, é possível gerar anualmente 1060,71 kWh com uma velocidade média do vento de  $4,81 \text{ m s}^{-1}$ . A demanda, segundo a necessidade informada por Feitosa (2014), que é de 644,30 kWh pode ser atendida em 100%, podendo-se inclusive comercializar os 416,41 kWh restantes, na forma de créditos perante concessionárias de energia elétrica de acordo com a Legislação vigente.

Outro estudo de viabilidade foi publicado por Silva e Severo (2012), no qual os autores analisam a possibilidade de geração de energia eólica em Juazeiro, na Bahia. A pesquisa foi realizada através da análise dos ventos num período de nove anos, utilizando uma metodologia e sistemas apropriados. Mesmo com uma sazonalidade dos ventos em determinados períodos e considerando a geografia da região, o resultado foi igualmente favorável, principalmente pela relação custo/benefício que a longo prazo é reduzido. A média do período dos ventos foi de 22,5 m/s e a menor leitura foi de 17,4 m/s. (SILVA e SEVERO, 2012).

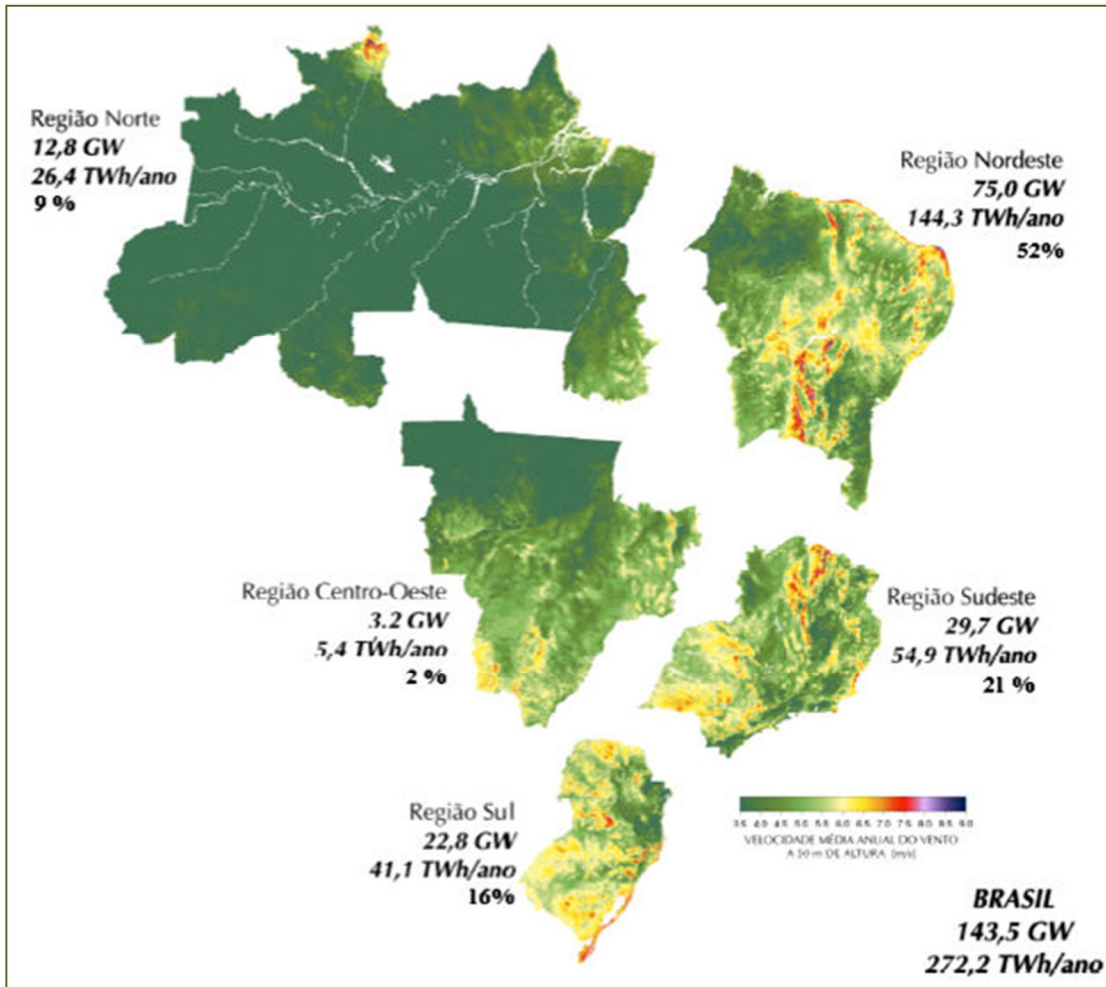
#### **4.2.1 Potencial Eólico no Brasil**

Freisleben (2013) apresenta na Figura 19 o mapa com a velocidade média anual dos ventos no Brasil, onde o potencial eólico é de aproximadamente 143,5 GW, deste total, 52% está na região Nordeste do país, a qual pode produzir cerca de 144,3 TWh por ano. A região Sudeste tem 21% e a região Sul 16%, podendo produzir até 54,9 TWh e 41,1 TWh por ano, respectivamente. As regiões Norte e Centro-Oeste, possuem potencial de 9% e 2% respectivamente.

Com o uso de novas tecnologias e medições locais mais precisas, muitos destes potenciais apontados por Freisleben (2013) sofreram alterações, em grande parte com valores maiores, como é o caso do Rio Grande do Sul, que atualmente tem um potencial eólico de mais de 100 GW, sendo a região sul e sudoeste do estado com o maior potencial, mais de 80 GW (CUSTÓDIO, 2015).



Figura 19: Mapa da Distribuição geográfica do potencial brasileiro. (Obs.: a cor verde indica potencial baixo já a cor amarela e laranja um maior potencial).



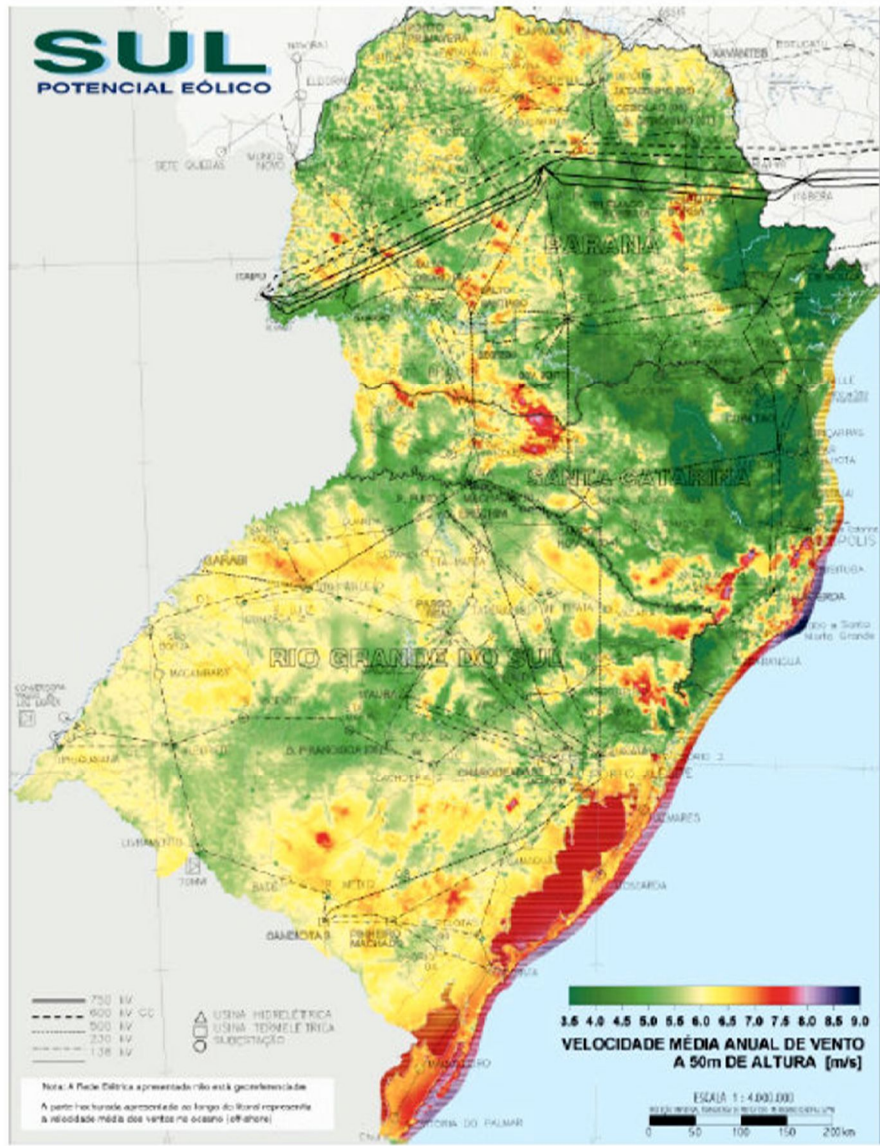
Fonte:

SEMC<sup>16</sup> (2002).

Conforme análise de Freisleben (2013), pela configuração dos ventos constatada na Figura 20, onde o mapa apresenta a região Sul com potencial significativo para a instalação de Parques Eólicos. Porém, a região possui delimitações topograficamente desfavoráveis, considerando que se recomenda para a instalação das turbinas terrenos planos.

Neste sentido, apenas 20% das áreas integradas podem ser consideradas para a instalação de turbinas eólicas, resultando em uma média de 2 MW/km<sup>2</sup>. Segundo Freisleben (2013), “os parâmetros médios de desempenho de turbinas no atual estado da arte mundial, é na ordem de 500-1500 KW”. (FREISLEBEN, 2013).

Figura 20: Mapa da Velocidade média anual dos ventos na região Sul do Brasil. (Obs.: a cor verde indica potencial baixo já a cor amarela e laranja um maior potencial).



Fonte:

SEMC (2002).

O autor ainda destaca a disponibilidade do sistema com a sua capacidade limitante, citando a falta de estudos específicos sobre a real eficiência da energia gerada pelos ventos. Porém, considerando os levantamentos feitos até a publicação do estudo, este sistema opera com aproximadamente 90% de eficiência, fator que colabora com a viabilidade econômica da atividade. (FREILEBEN, 2013).

Segundo Sanford (2012), “o custo da energia elétrica gerada por uma central eólica é fortemente influenciado pela velocidade média do vento do local e sua constância”. Desta forma, é possível comparar os custos com a energia de fontes tradicionais, principalmente

quando a área possui médias de velocidade muito elevadas. Neste sentido, é necessário utilizar métodos específicos para calcular o custo de um projeto para dimensionar a produção de um parque eólico, dentre os métodos disponíveis, existe o método de Custeio Baseado em Atividades - ABC (Activity-Based Costing), que consiste numa ferramenta gerencial, onde podem ser relacionadas e dimensionadas todas as etapas para implantação de um parque eólico.

Para dimensionar melhor um projeto de viabilidade de instalação de um parque eólico ou estimar a produção anual de energia gerada, Leite, Borges e Falcão (2006) apresentam um trabalho que desenvolve um modelo computacional de representação probabilística desta produção. O modelo propõe ainda o cálculo de indicadores de desempenho.

Martins, Guarnieri e Pereira (2008) sugerem o uso de tecnologias para a coleta de dados com ampla cobertura para análise dos ventos em uma determinada região. Exemplos destas tecnologias são o PCD's e os satélites artificiais. Essas tecnologias associadas a modelos computacionais que podem simular processos físicos, permitindo maior precisão e confiabilidade nas estimativas de ventos. Neste sentido, os autores descrevem a importância de uma base de dados locais para prever a densidade de energia e a potência instalada com mais precisão. Esta instrumentação deve atender de forma confiável e por longos períodos, permitindo assim a variabilidade do vento que pode ser obtida com uma menor margem de erro.

Segundo Ocácia e Santos (2008), o sistema de energia eólica “deve ser implantado junto a redes “fortes”, que tenham capacidade de suprir a demanda, independentemente da existência ou não de vento”. Caso isto não aconteça, os autores sugerem a contingência de cargas para que não ocorram perdas de cargas, pela sua característica aleatória de disponibilidade de geração. Os autores consideram este sistema como efeito de capacidade e compensação da energia eólica.

Ainda relacionando o custo da energia eólica, deve-se considerar a produção dos componentes e equipamentos para o sistema eólico. Na pesquisa de Freisleben (2013), o empresário Édson Flessak, relata também a necessidade de aumentar a produção de equipamentos para a instalação de turbinas e demais componentes para a geração de energia eólica. Considerando o aumento na demanda por energia e o potencial eólico no Brasil, incluindo o Rio Grande do Sul, há a necessidade de instalação de mais 2.300 torres eólicas para atingir uma meta de 7GW. Segundo Simas (2013), “a energia eólica tem um grande potencial para a geração de empregos, podendo gerar mais de 195 mil empregos/ano até 2020”, este número deve atender principalmente a demanda na construção das turbinas e seus

componentes.

No entanto, considerando o estágio atual, o Brasil ainda depende da importação de boa parte dos equipamentos para a implantação de parques eólicos e apesar dos investimentos no setor e do potencial de crescimento, ainda há muito para evoluir. Até mesmo no mercado mundial, pois o segmento industrial para o atendimento a esta demanda encontra-se em seu estado inicial. Contudo, o desenvolvimento deste mercado depende de competição para que os custos se tornem atrativos e cresçam paralelamente ao seu potencial. (MELO, 2013).

Conforme analisado até o momento, percebe-se que apesar das inúmeras vantagens segundo Dalmaz, Passos e Colle (2008), um empreendimento eólico está sujeito aos caprichos da natureza. Mesmo com uma grande potência instalada, pode o sistema não gerar energia alguma quando os ventos forem fracos. O autor destaca ainda que uma matriz energética dependente da geração eólica tornaria o sistema de energia elétrica bastante vulnerável. Por este motivo, é importante considerar a preocupação em relação à inconstância da produção de energia pelos aerogeradores, devido às variações na velocidade do vento, à medida que aumenta a participação da geração eólica na matriz energética dos países.

Outro fator que colabora positivamente para a energia eólica, é a substituição de fontes de energia não limpa, o que favorece a diminuição de emissão de CO<sub>2</sub> e outros gases do efeito estufa. O autor ainda destaca o fator socioeconômico, pelo potencial turístico e a visibilidade proporcionada pelo aspecto de sustentabilidade, incluindo o uso de imagem nos diversos meios de comunicação. (BARCELLA e BRAMBILLA, 2012; NASCIMENTO, MENDONÇA E CUNHA 2012).

Segundo Melo (2013), no ano 2012 o setor de energia eólica comemorou a inserção de 2GW de potência instalada no sistema elétrico nacional. Desde 2009, quando foi realizado o primeiro leilão de energia para a fonte eólica, a indústria vem crescendo a uma taxa média anual de dois GW por ano, de forma que até o final de 2017, considerando o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica) e tudo o que foi contratado até 2012, a fonte vai alcançar 8,7 GW de capacidade instalada. (MELO, 2013).

Segundo Custódio (2015), o potencial eólico do Brasil representa não apenas uma solução para as questões energéticas do país, mas também um potencial econômico mundial, pois além da estrutura que envolve a implantação de indústrias para o atendimento ao setor, com equipamentos, estrutura civil e instrumentos de controle, coloca o Brasil entre os países com maior potencial para atrair investidores estrangeiros. A Tabela 03 apresenta o Brasil ocupando a 10ª posição no ranking mundial na capacidade instalada acumulada, os dados são referentes ao ano de 2014. Enquanto a Figura 21 apresenta o Brasil ocupando a 4ª posição dos

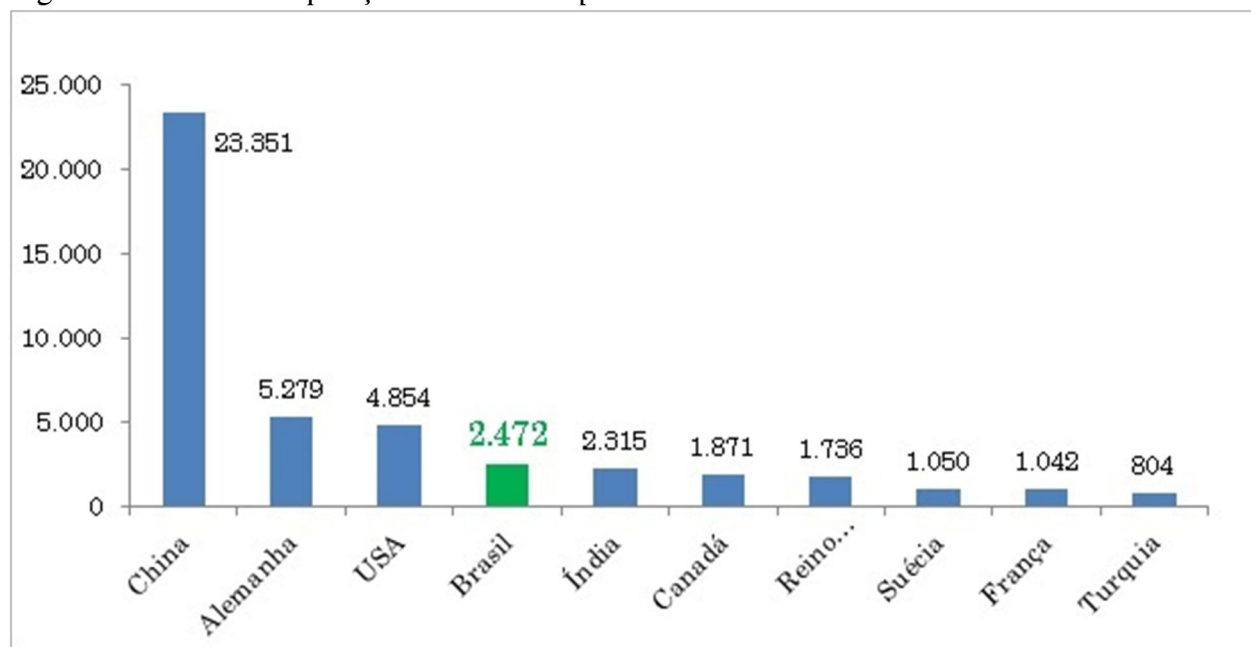
países que mais ampliaram a capacidade instalada em 2014. Estes dados favorecem o Brasil, pois já é o 2º no ranking de atratividade de investidores para a implantação de parques eólicos, conforme mostra a Figura 22.

Tabela 03: TOP 10 dos países com maior capacidade instalada acumulada até 2014.

Ranking	País	MW
1º	China	114.763
2º	USA	65.879
3º	Alemanha	39.165
4º	Espanha	22.987
5º	Índia	22.465
6º	Reino Unido	12.440
7º	Canadá	9.694
8º	França	9.285
9º	Itália	8.663
10º	<i>Brasil</i>	<i>5.939</i>
	Restante do Mundo	58.275
	<b>Total TOP 10</b>	<b>311.279</b>

Fonte: GWEC, 2015 (elaborado pela autora).

Figura 21: Brasil 4º na posição mundial dos países com maior incremento em 2014.



Fonte: GWEC, 2015 (elaborado pela autora).

Figura 22: Brasil 2º na posição mundial – atratividade de Investidores para Energia Eólica.

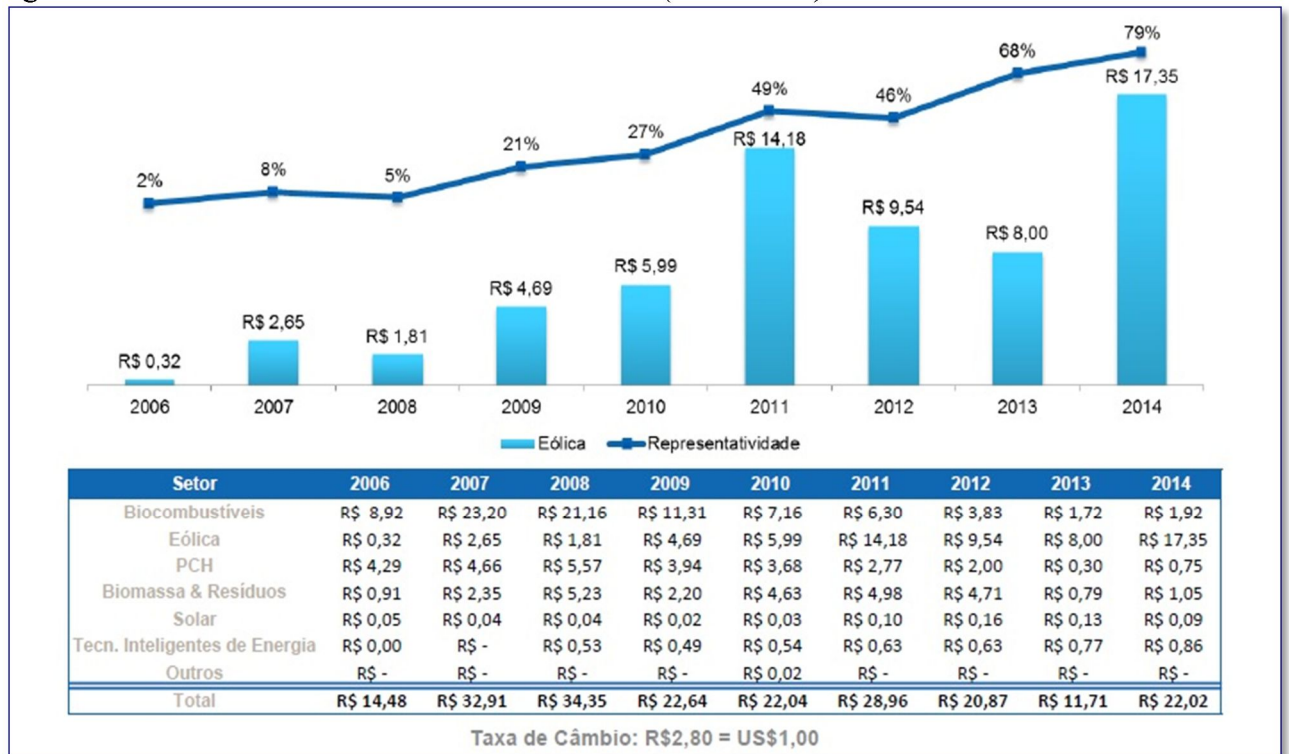


Fonte: <http://global-climatescope.org/en/>. Custódio, 2015.

A partir do programa implantado pelo governo, o PROINFA, o setor de energia eólica recebeu um incremento de 79% desde 2006 até 2014, sendo a fonte primária que mais recebeu incentivo no Brasil, cerca de R\$17,35 bilhões de reais em investimentos no ano de 2014. A Figura 23 apresenta a linha de crescimento dos investimentos realizados até 2014. Outro fator favorável economicamente na implantação de parques eólicos está relacionado às indústrias do setor. Atualmente, conforme Custódio (2015), o Brasil já conta com 22 empresas especializadas em equipamentos para a construção de turbinas eólicas, sendo duas instaladas no Rio Grande do Sul, a Engebasa e a Intecnial. Os novos parques eólicos já receberam equipamentos genuinamente brasileiros, com a tecnologia da WEG, responsável pela produção de aerogeradores. A Figura 24 apresenta as empresas instaladas no Brasil para a produção dos componentes e/ou montagem dos equipamentos para a geração de energia eólica.

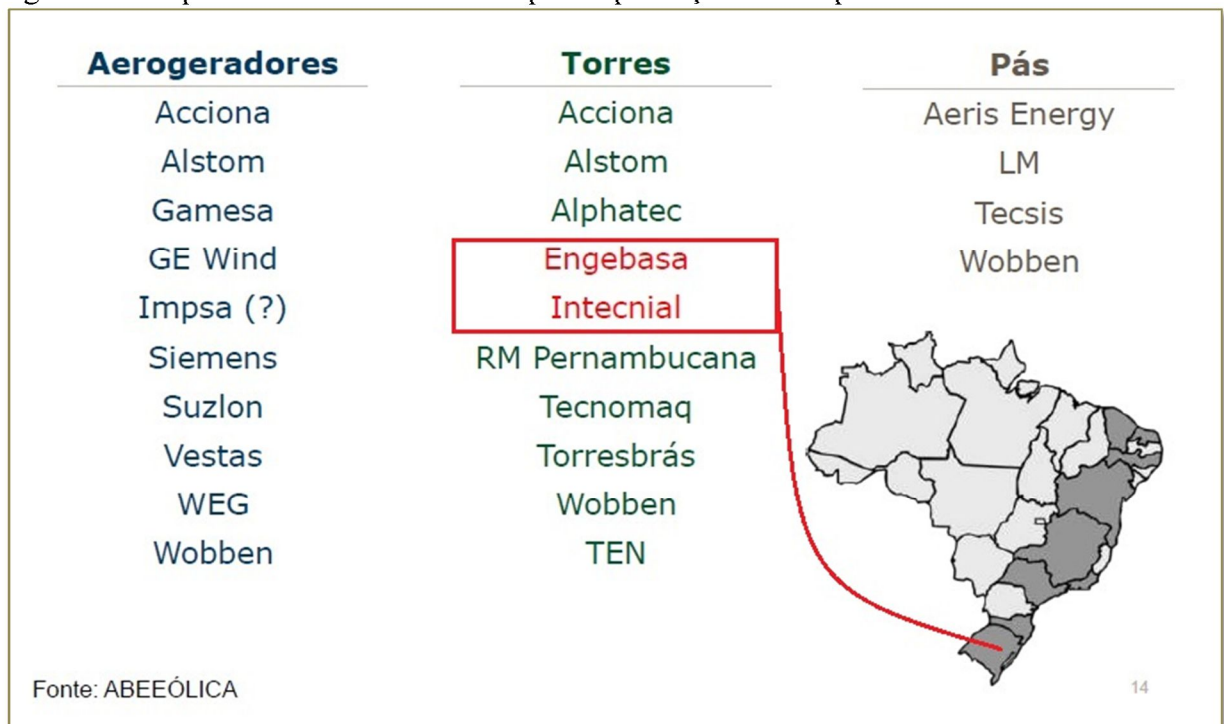
Apesar dos investimentos e das empresas já instaladas no Brasil, segundo Custódio (2015), ainda há espaço para mais investimentos e conseqüentemente de empresas especializadas no setor, visando o incremento da geração por energia eólica com a redução de custos, tornando a atividade mais atrativa e mais sustentável.

Figura 23: Investimentos no setor Eólico no Brasil. (R\$ Bilhões).



Fonte: Custódio, 2015.

Figura 24: Empresas instaladas no Brasil para a produção de componentes.



Fonte: Custódio, 2015.

Nota: Em vermelho, empresas situadas no Rio Grande do Sul.

#### 4.2.2 Potencial Eólico no Rio Grande do Sul

O Rio Grande do Sul possui uma posição de destaque com relação ao potencial eólico, conforme mostra o novo Atlas Eólico desenvolvido pela Agência Gaúcha de Desenvolvimento e Promoção do Investimento (AGDI), em parceria com a Eletrobrás e Eletrosul, na Tabela 04, pode-se verificar os estados que possuem atlas atualizados de potencial eólico, onde aparece o RS como estado com maior potencial. A Figura 25 apresenta o mapa do Rio Grande do Sul, dividido por regiões com o potencial de geração de energia eólica, destacando a região sul e sudoeste com maior potencial. O mapa está dividido conforme as regiões delimitadas pelo IBGE, para facilitar a análise econômica dos projetos eólicos. (CUSTÓDIO, 2015).

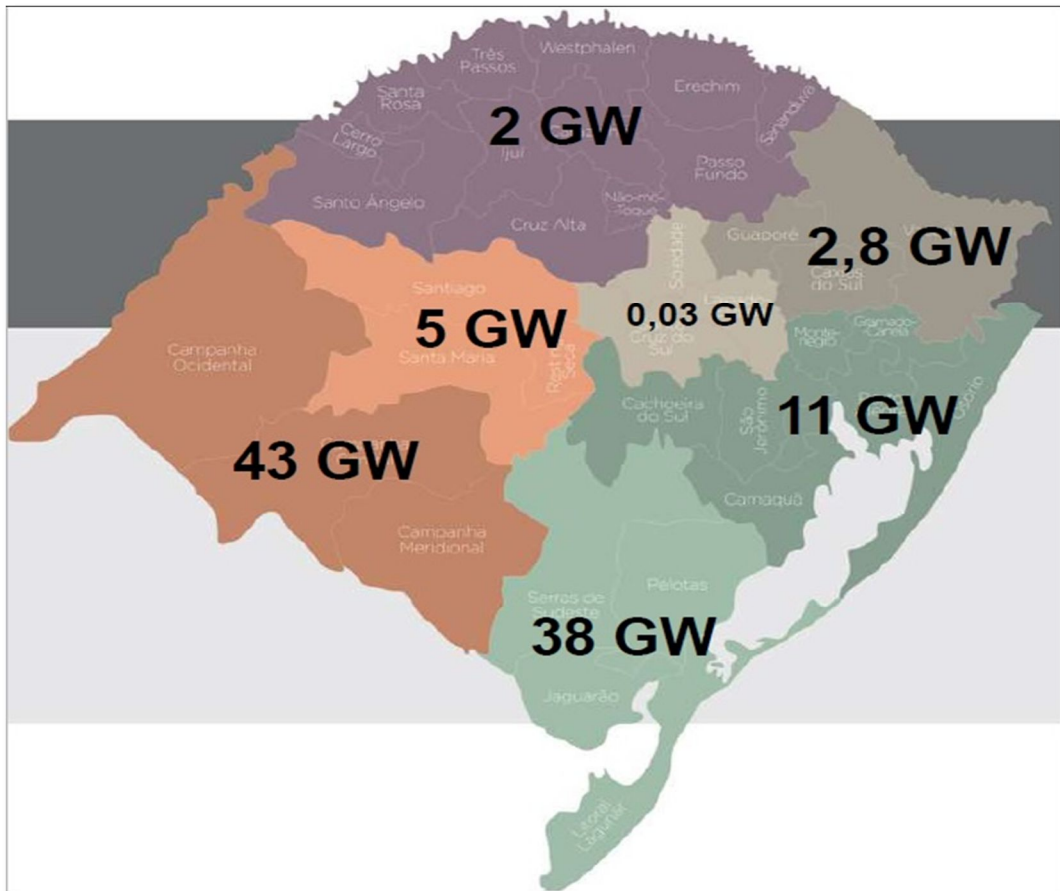
Tabela 04: Estados brasileiros com potencial eólico investigado através de atlas eólicos.

<b>ESTADO</b>	<b>POTENCIAL EÓLICO (GW)</b>	<b>ATLAS</b>
<b>RS</b>	<b>102,8</b>	<b>2014</b>
BA	70,1	2013
MG	39	2010
RN	27,1	2003
SP	4,7	2012
ES	1,1	2009

Fonte: Custódio, 2015.



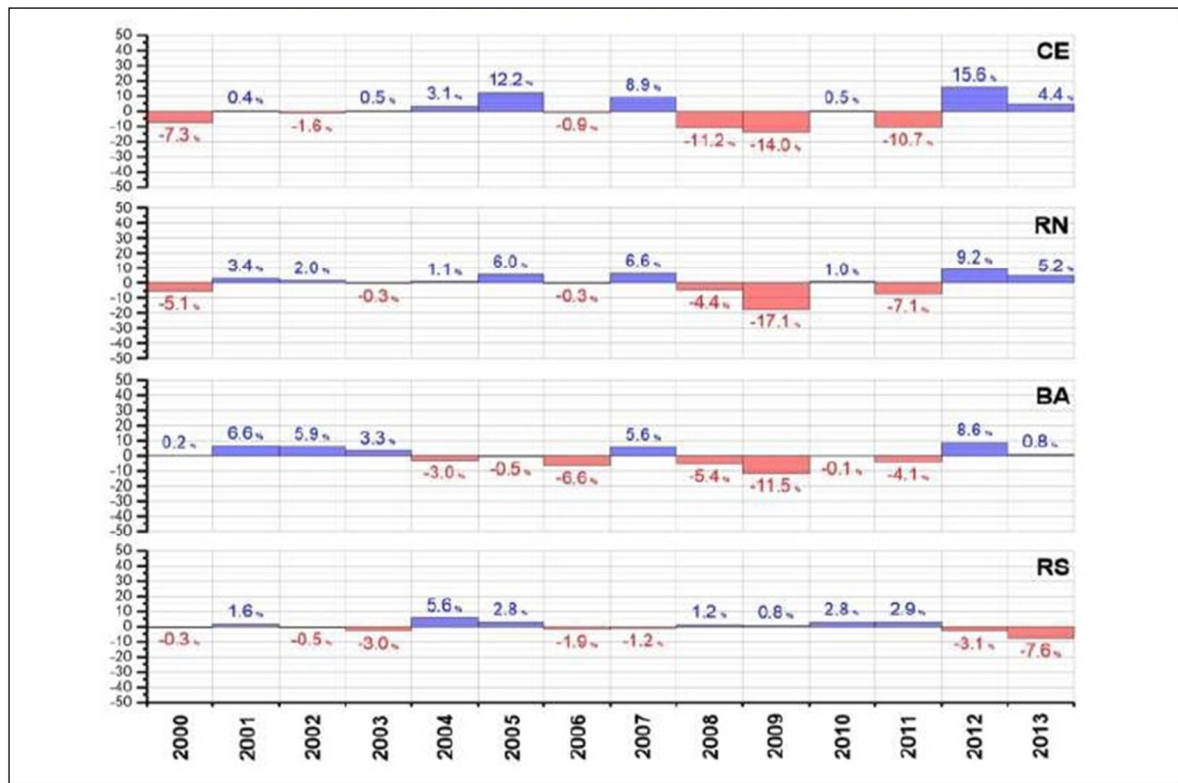
Figura 25: Potencial Eólico do Rio Grande do Sul.



Fonte: Atlas Eólico, (Amarante, 2014).

Para entender melhor o grande potencial eólico do Rio Grande do Sul, é importante analisar os dados dos ventos por períodos mais longos, considerando o período de concessão comercializado nos leilões. Neste sentido, podem-se verificar as propriedades dos ventos para a geração de energia eólica, principalmente com relação à sazonalidade, pois esta variância está relacionada à eficiência do projeto, consequentemente, ao retorno financeiro do investimento. Segundo Custódio (2015), a variabilidade dos ventos no RS ao longo de um período de 13 anos é menor, comparado com os demais estados brasileiros com maior capacidade de energia eólica instalados. A Figura 26 apresenta a variabilidade do vento nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia e Rio Grande do Sul. Esta informação demonstra o forte potencial eólico do estado, que em conjunto com outros dados importantes como: (i) extensão territorial; (ii) relevo plano em boa parte do território; (iii) atividade agrícola ou pecuária, paralelamente à instalação dos aerogeradores, sem comprometer a eficiência do sistema e (iv) mapeamento das áreas de preservação ambiental; oferecem mais segurança e confiabilidade nos investimentos futuros. (CUSTÓDIO, 2015; VOLQUIND, 2015).

Figura 26: Variabilidade do vento no Brasil – 2000 a 2013.



Fonte: Custódio, 2015.

## 5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 DEMANDA DE ENERGIA X DESENVOLVIMENTO

Conforme apresentado anteriormente, a energia sempre esteve presente em todas as atividades antrópicas, onde através dos diferentes usos da energia, a humanidade se desenvolveu e é através dela que busca a prosperidade. Contudo, como também já foi descrito, a relação de uso e consumo da energia nas atividades do homem é estreita, inclusive é a essência de muitos conflitos no mundo todo. Neste sentido, a energia está diretamente ligada ao desenvolvimento. Um país ou uma região sem energia não está no século XXI e com certeza está à margem da sociedade.

Segundo Goldemberg (1998), na maioria dos países em desenvolvimento, onde o consumo de energia comercial *per capita* está abaixo de uma tonelada equivalente de petróleo (TEP)<sup>17</sup> por ano, as taxas de analfabetismo, mortalidade infantil e fertilidade total são altas, e a expectativa de vida é baixa. Desta forma, pode-se dizer que as condições sociais, fundamentais para o desenvolvimento, estão condicionadas ao consumo de energia, em valores de TEP, no qual os países mais desenvolvidos possuem valores acima de dois. Em função do crescimento da demanda de energia no Brasil, o consumo per capita é de 1,93 TEP, porém este índice cresceu na ordem de 4,3% ao ano, enquanto a economia, medida pelo Produto Interno Bruto (PIB), cresceu 2,9% ao ano, com um crescimento populacional de 0,83% ao ano. (VENTURA, 2015; IBGE, 2015).

Sendo o consumo de energia elétrica, em decorrência do desenvolvimento humano, o retrato da sociedade e é através deste que se pode identificar o perfil econômico de uma região ou do país, pode-se ainda identificar o estilo de vida da população, as aglomerações, entre outros. O crescimento econômico e populacional também é verificado a partir do histórico de consumo. Neste sentido, para melhor compreender e identificar as questões relacionada à energia, na sequência serão apresentados os dados referentes ao consumo de energia no Brasil, tendo como período, os últimos 10 anos.

---

17 A Agência Internacional de Energia / OECD define 1 tep como 41,868 GJ ou 11,630 MWh

### 5.1.1 Consumo de energia elétrica nos últimos 10 anos

Os dados foram coletados da Empresa de Pesquisa Energética<sup>18</sup> que vinculada ao Ministério de Minas e Energia, presta serviços na área de pesquisa no setor energético.

Os valores totais apresentados na análise são independentes da forma de aquisição, ou seja, o consumo total é a soma da energia cativa mais a energia livre. Onde o consumidor cativo é aquele que adquire energia de concessionária ou permissionária cuja rede esteja conectada, sujeitando-se a tarifas regulamentadas, não tendo a possibilidade de negociar preço e está sujeito às tarifas de fornecimento estabelecidas pela ANEEL. A energia elétrica é adquirida de distribuidoras que compraram esta energia através de leilões, que por sua vez, repassam os custos da compra ao consumidor. O consumidor residencial adquire apenas a energia cativa, enquanto os setores industriais e alguns comerciais podem adquirir a energia livre, tendo assim condições de negociar o valor da energia adquirida diretamente da fonte geradora por intermédio de um agente comercializador. A figura 27 apresenta a sequência de fornecimento de energia cativa e livre.

Figura 27: Esquema de comercialização da energia no Brasil.



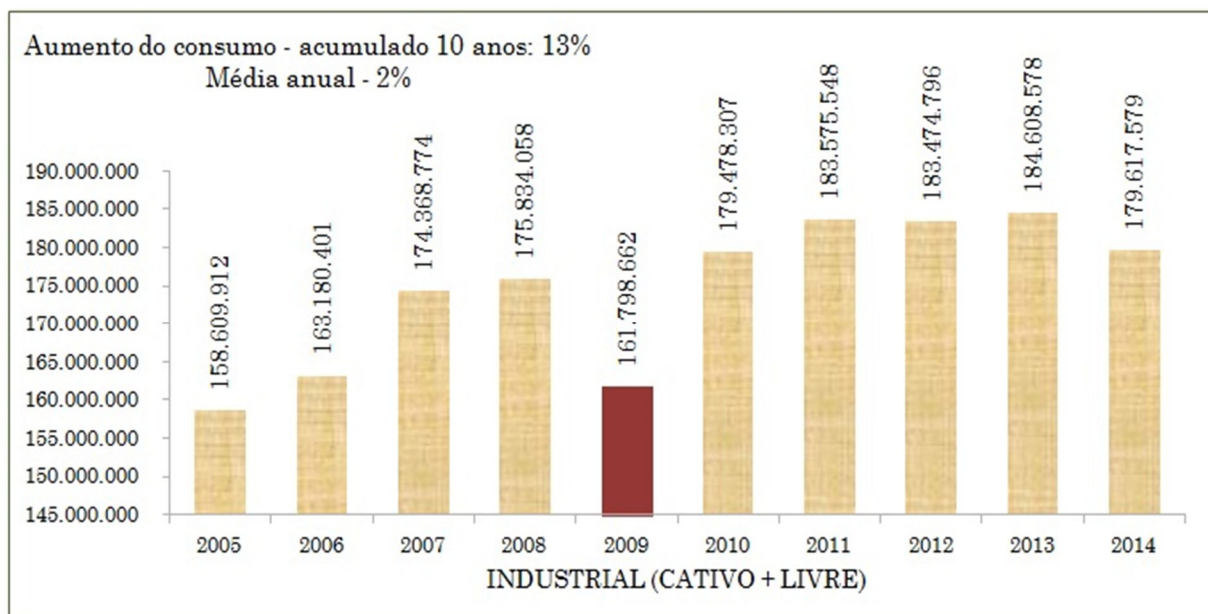
Fonte: ABRACEEEL (Associação Brasileira dos comercializadores de energia).

A figura 28 apresenta o gráfico com o consumo total de energia elétrica no setor industrial, considerando o consumo cativo (35%) e o consumo livre (65%). O crescimento no consumo neste setor foi de 2% ao ano em média, sendo o total acumulado em 10 anos de

18 Disponível em: [http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse\(regi%C3%B5esesubsistemas\)%E2%80%932011-2012.aspx](http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/Consumomensaldeenergiael%C3%A9tricaporclasse(regi%C3%B5esesubsistemas)%E2%80%932011-2012.aspx). Acesso em: 31/07/2015.

13%. Em 2009 o gráfico apresenta uma queda no consumo de 8%, sendo recuperado em 2010 com o aumento de 11%. Em 2014, a queda no consumo foi de 3%, e segundo dados da EPE, o consumo em 2015 (considerando apenas o 1º semestre) foi 4% menor em relação ao ano de 2014.

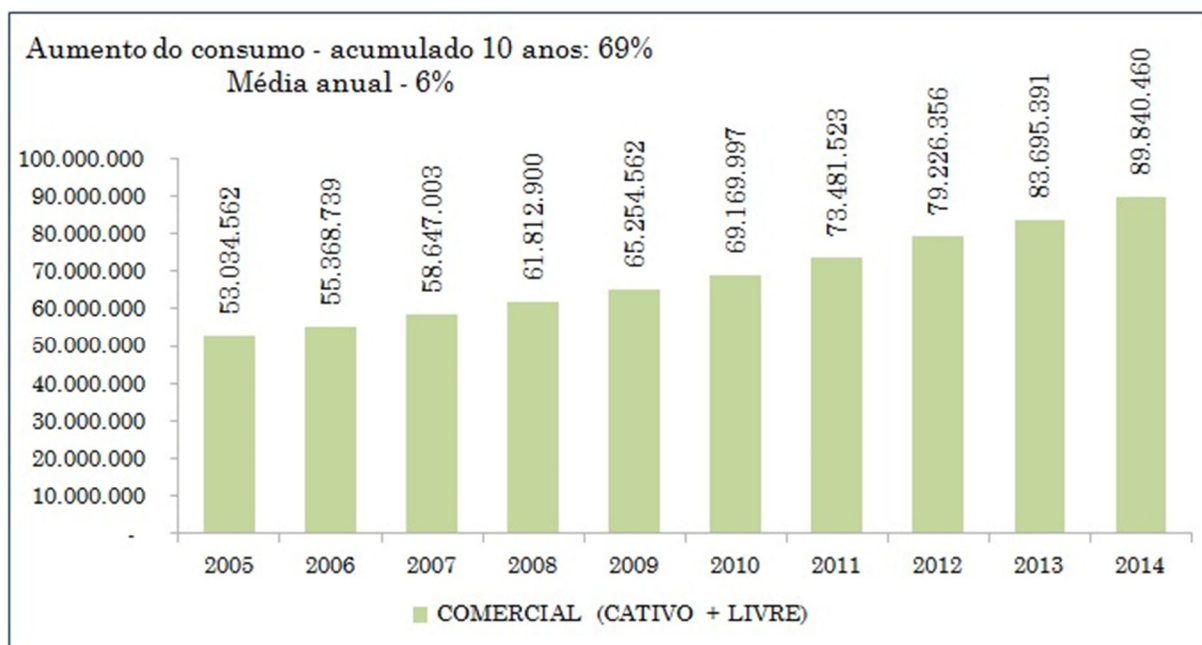
Figura 28: Consumo total de energia elétrica do setor Industrial de 2005 a 2014.



Fonte: EPE, 2015. (elaborado pela autora).

A figura 29 apresenta o gráfico com o consumo total de energia elétrica no setor comercial, considerando o consumo cativo (92,5%) e o consumo livre (7,5%). O crescimento no consumo neste setor foi de 6% ao ano em média, sendo o total acumulado em 10 anos de 69%. Este foi o setor com o maior aumento no consumo, não sendo registrada queda nem mesmo no período de crise, seja econômica ou hídrica. O setor atualmente representa 17% da demanda total de energia no Brasil. No 1º semestre de 2015, o aumento no consumo registrado foi de 2% em comparação ao 1º semestre de 2014.

Figura 29: Consumo total de energia elétrica do setor Comercial de 2005 a 2014.



Fonte: EPE, 2015. (elaborado pela autora).

A figura 30 apresenta o gráfico com o consumo total de energia elétrica no setor residencial, sendo que neste setor a compra de energia é somente da forma cativa. O crescimento no consumo neste setor foi de 5% ao ano em média, sendo o total acumulado em 10 anos de 60%. O setor atualmente representa 17% da demanda total de energia no Brasil.

Figura 30: Consumo total de energia elétrica do setor Residencial de 2005 a 2014.

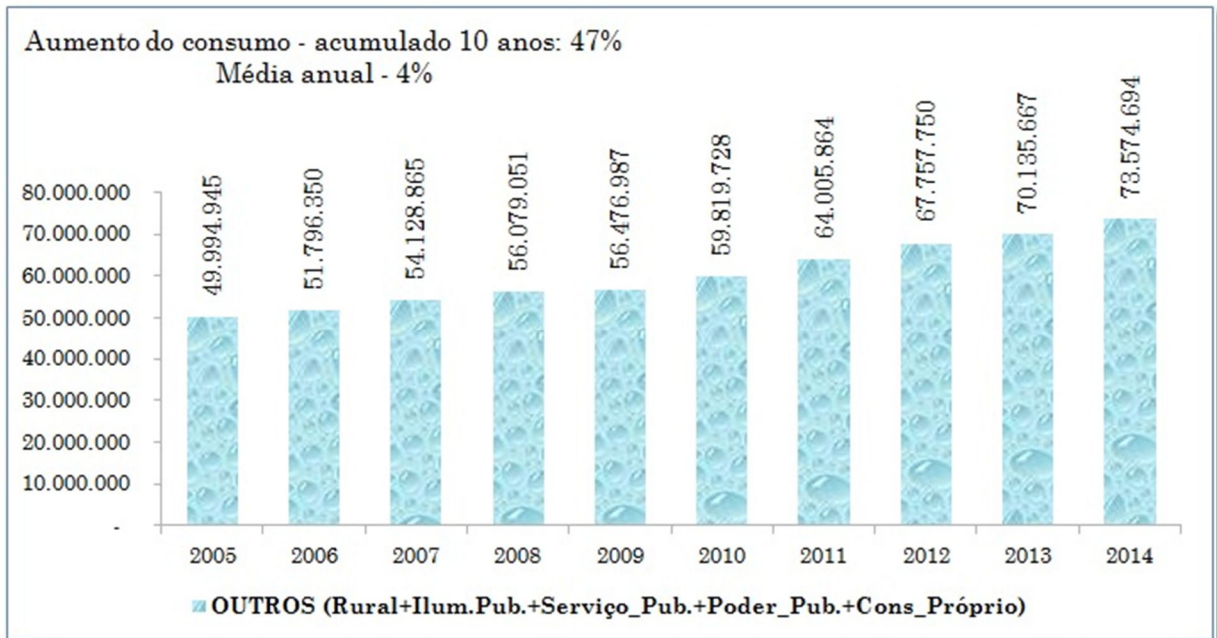


Fonte: EPE, 2015. (elaborado pela autora).

A figura 31 apresenta o gráfico com o consumo total de energia elétrica dos demais setores (Rural, Iluminação Pública, Serviços Públicos, Poder Público, Consumo Próprio – da

geração), neste setor a compra de energia também é somente da forma cativa. O crescimento do consumo neste setor foi de 4% ao ano em média, sendo o total acumulado em 10 anos de 47%.

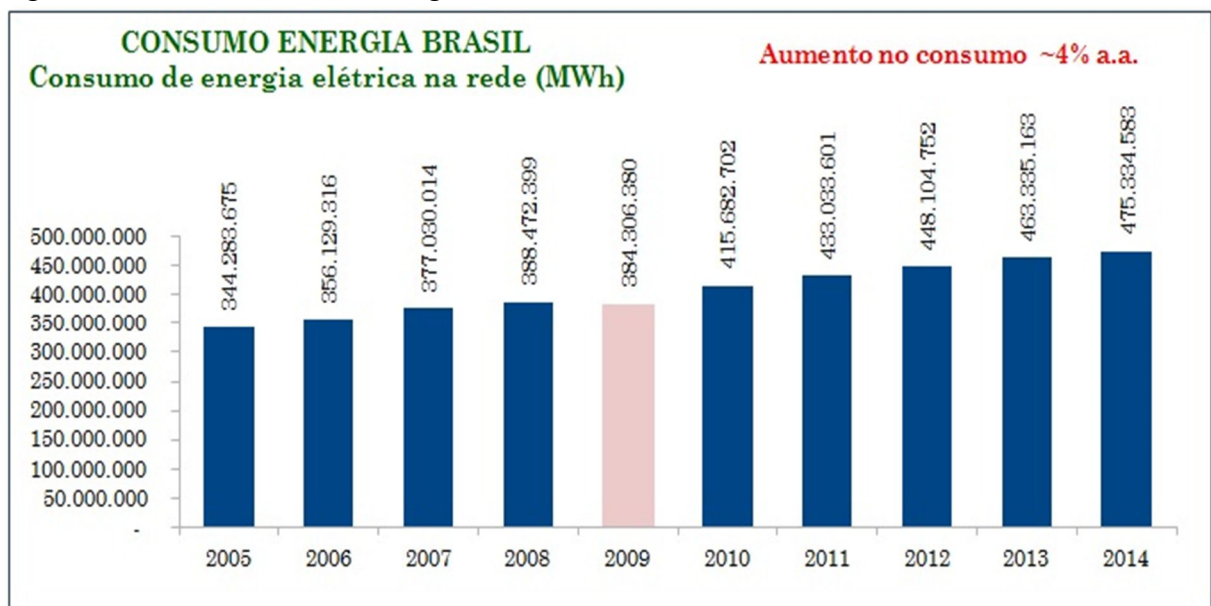
Figura 31: Consumo total de energia elétrica do setor (outros) de 2005 a 2014.



Fonte: EPE, 2015. (elaborado pela autora).

No consumo total o aumento acumulado foi de 38%, sendo a média anual de 4%, como apresenta a Figura 32. O consumo total em 2005 foi de 344.283.675 MW, enquanto que em 2014 foi de 475.336.597 MW (dados EPE, 2015). Sendo as regiões Sul e Sudeste com o maior consumo, mais de 70% do total, considerando o ano de 2014.

Figura 32: Consumo total de energia elétrica no Brasil de 2005 a 2014.



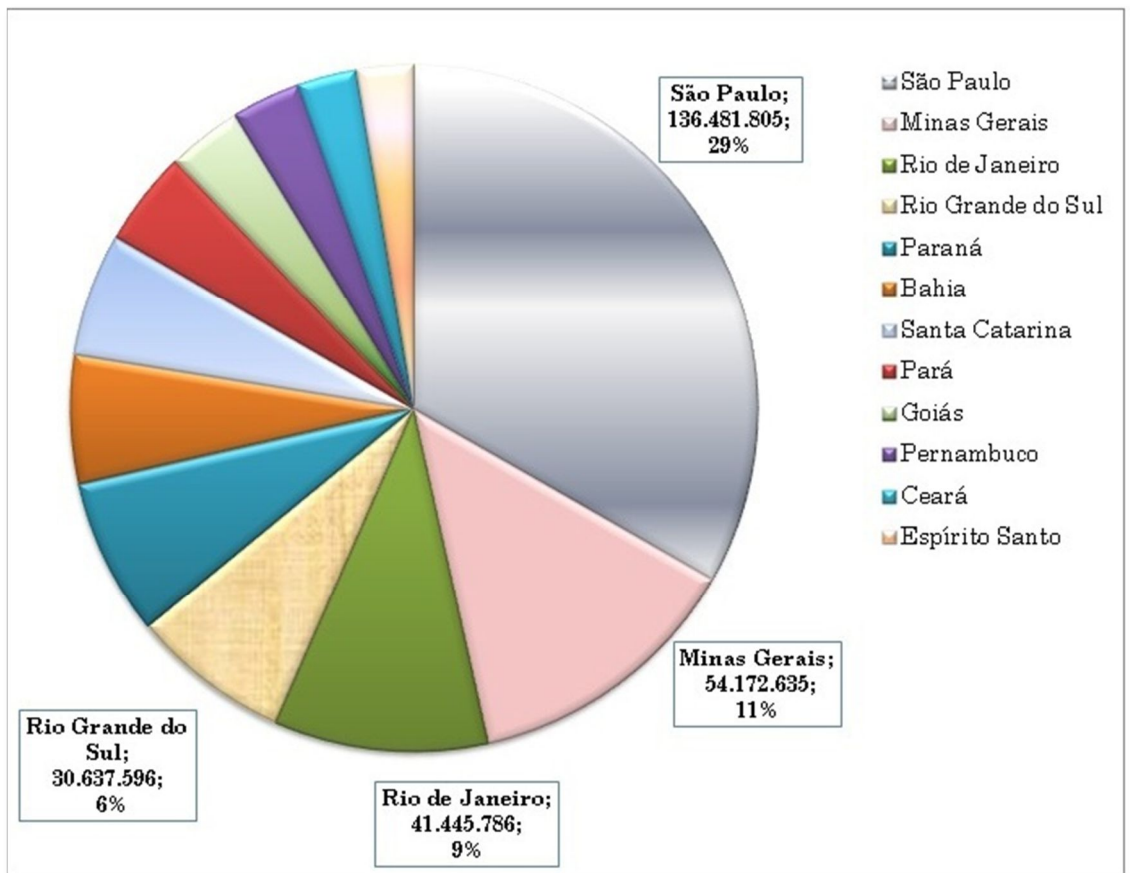
Fonte: EPE, 2015. (elaborado pela autora).

A diferença no aumento do consumo entre as atividades pode ser explicada por diferentes processos. O consumo residencial, assim como algumas áreas dos demais setores relacionados na análise como “outros” (Rural, Ilum. Pub., Serviço\_Pub., Poder\_Pub., Cons.\_Próprio), pode ser justificado pelos programas Luz para Todos e Luz no Campo, consolidados no período de análise. O aumento do consumo na área comercial pode ser justificado pela diversificação na economia com forte expansão no setor de serviços e comércio e pela formalização de alguns estabelecimentos. Por outro lado, o baixo aumento no consumo do setor industrial, quando comparado aos demais setores, é justificado pela desindustrialização que a economia se encontra, mas também pelo uso de outras fontes de energia, como os biocombustíveis, o gás natural e outras fontes de combustíveis fósseis. Esta alternância no uso industrial deve-se à disponibilidade das fontes alternativas, mesmo que não renováveis, e também do custo para a produção.

Considerando o consumo acumulado dos últimos 10 anos, o setor industrial, apesar de apresentar o menor aumento, ainda representa 43% do consumo total, seguido pelo consumo residencial que corresponde a 26%, enquanto o setor comercial representa 17% e os demais setores correspondem a 15% do total consumido. Analisando o consumo por Unidade Federativa (UF) – Figura 33, no ano de 2014 o estado de São Paulo foi o maior consumidor, o correspondente a 29% do total (neste total inclui-se todos os setores), seguido por Minas Gerais, com 11%. O Rio Grande do Sul aparece como o 4º estado com um percentual de 6% do total consumido no Brasil, os demais estados que não aparecem no gráfico consomem juntos aproximadamente 13% do total. No consumo total, as regiões Sul e Sudeste apresentam os maiores percentuais em consumo de energia, quase 70% do total nacional (EPE, 2015), conforme apresenta a Figura 34. Este consumo pode ser justificado pela concentração da população com maior concentração de indústrias e grandes centros comerciais.

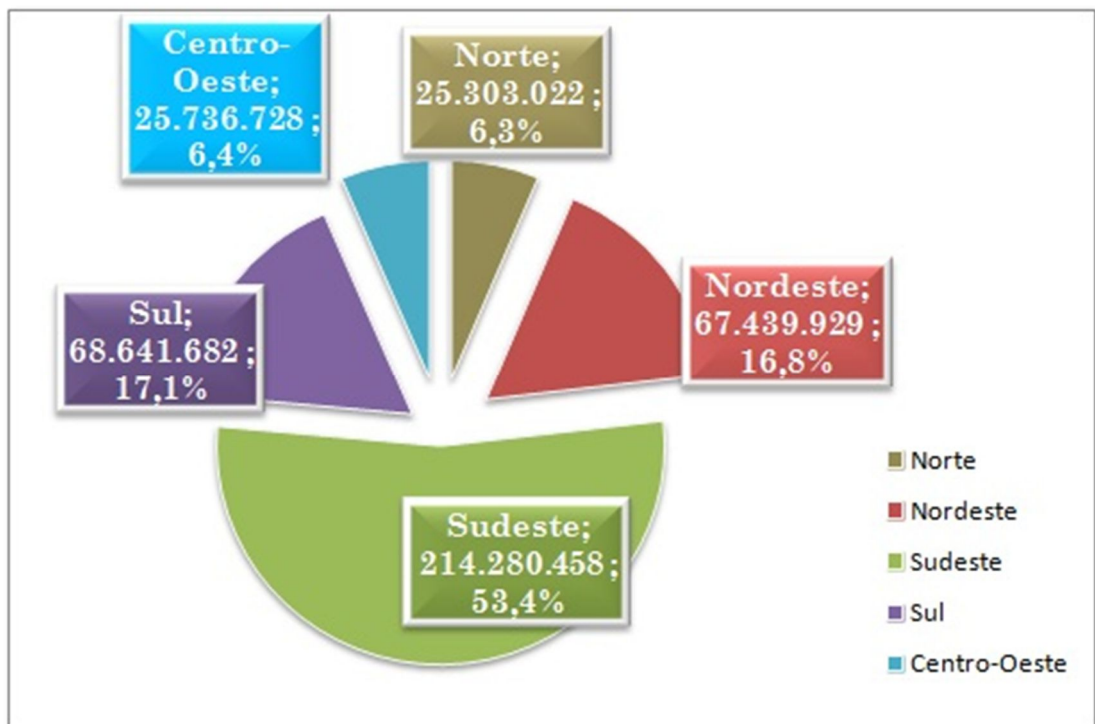


Figura 33: Consumo total de energia elétrica no Brasil de 2005 a 2014 por UF.



Fonte: EPE, 2015 (elaborado pela autora).

Figura 34: Consumo total de energia elétrica no Brasil de 2005 a 2014 por região.

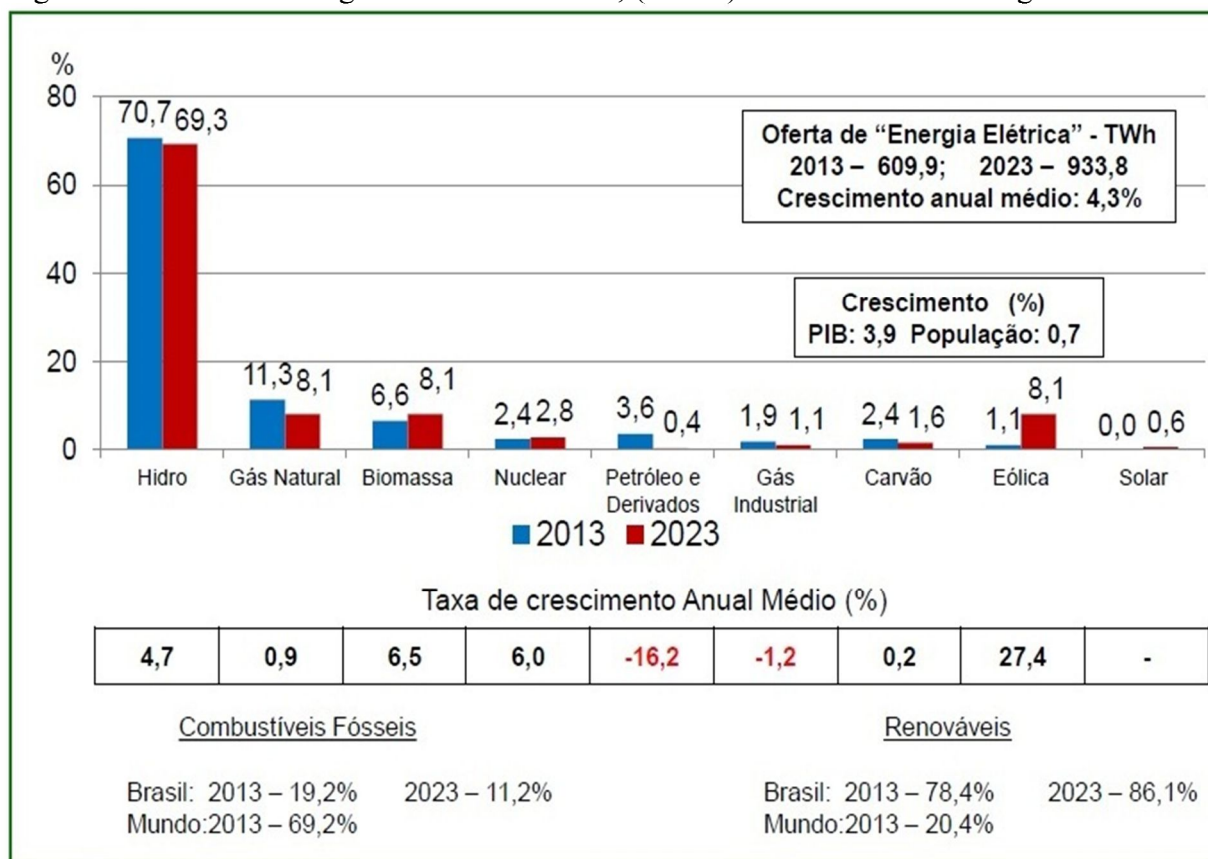


Fonte: EPE, 2015 (elaborado pela autora).

### 5.1.2 A Matriz Energética no Brasil

Apesar de nos últimos anos o crescimento econômico do Brasil estar na contramão da média mundial com relação ao aumento no consumo de energia pela sua baixa eficiência energética, o país ainda está em uma situação bastante favorável na produção de energia. Considerando a matriz energética do Brasil para a geração de energia elétrica diversificada com predominância de produção através de grandes usinas hidrelétricas e ainda a introdução de outras fontes renováveis. No Plano Decenal 2023, apresentado por Ventura Filho (2015), é possível ainda observar a redução na participação da produção de energia através destas grandes hidrelétricas (UHE), para um aumento na produção por outras energias renováveis, principalmente a Energia Eólica, com taxa de crescimento anual de 27,4%. A Figura 35 apresenta a matriz de energia elétrica brasileira com a previsão para o ano de 2023, conforme o PDE 2023, onde as fontes renováveis deverão representar mais de 80% do total de energia elétrica ofertada.

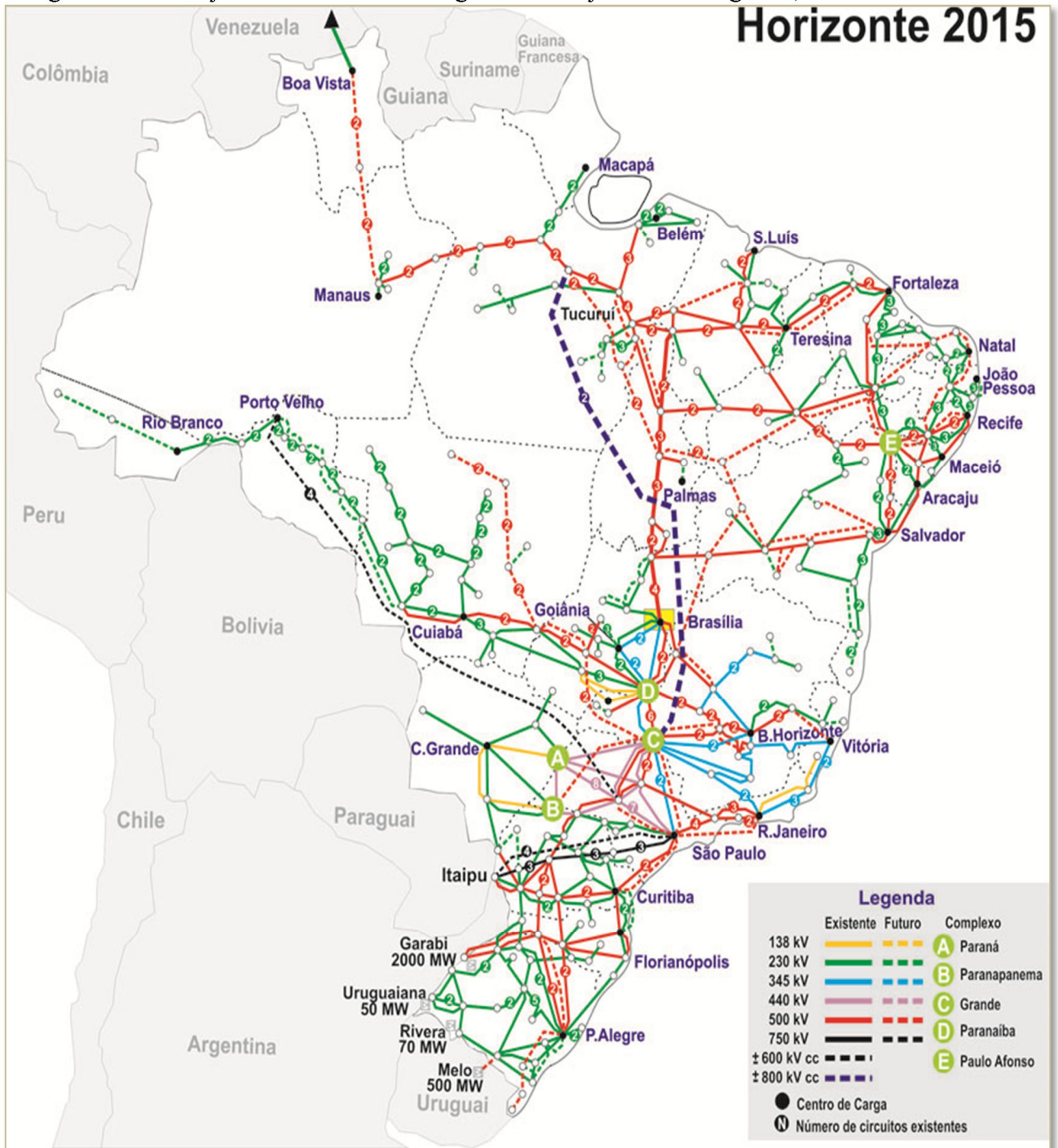
Figura 35: Matriz de Energia Elétrica Brasileira, (Oferta) - Plano Decenal Energético 2023.



Fonte: Ventura Filho, 2015, MME.

Para o atendimento da demanda atual por energia elétrica e também as previsões de crescimento, considerando a produção de diferentes fontes e ainda em diferentes regiões do Brasil, o setor energético precisa estar interligado com sistemas que garantam o fluxo de energia a partir da geração até o consumidor final. Nesse processo, é fundamental o planejamento da expansão de redes de alta-tensão, também apresentado no PDE 2023 por Custódio (2015). A Figura 36 apresenta as conexões existentes, bem como as futuras conexões entre os sistemas de produção e transmissão. Estas interligações são fundamentais para a transmissão da energia gerada, independente da fonte, para garantir a transferência de grandes blocos de energia, manter a estabilidade do sistema e ainda manter o risco controlado em cada subsistema.

Figura 36 – Planejamento Sistema Interligado – Planejamento Energético, Brasil.



Fonte: ONS<sup>19</sup>, 2015.

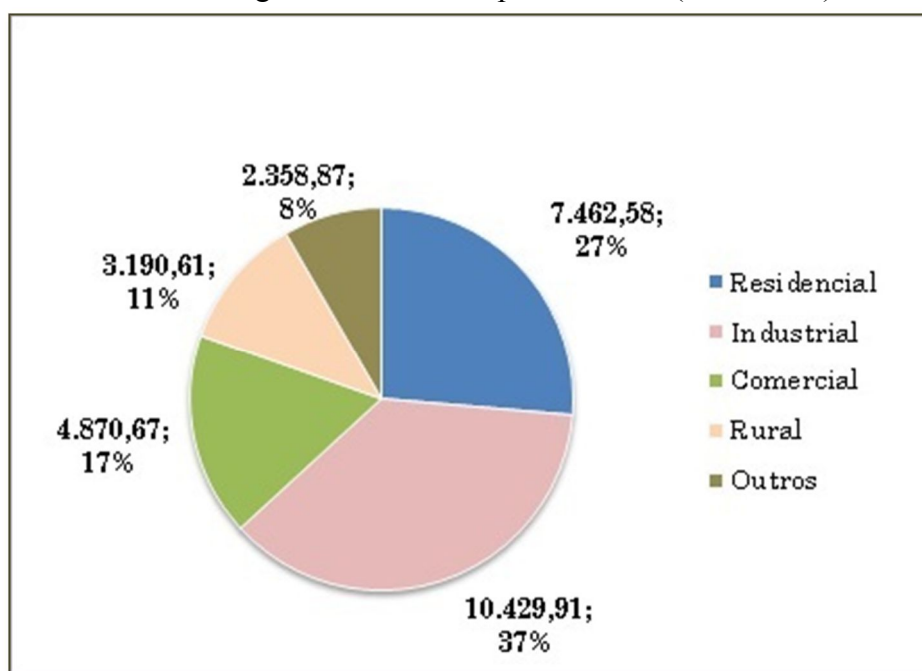
### 5.1.3 Energia Elétrica no Rio Grande do Sul

O consumo da Energia Elétrica no Rio Grande do Sul segue os padrões de consumo do Brasil, inclusive com taxas de crescimento ou redução nas mesmas atividades, como é o

19 ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. Disponível em: [http://www.ons.org.br/conheca\\_sistema/mapas\\_sin.aspx](http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx). Acesso em Agosto/2015.

caso da Indústria, que teve queda de 1,8% no último ano, com média de crescimento de 4%. Enquanto no consumo residencial o RS apresenta um crescimento médio de 6%, com um significativo aumento entre os anos de 2013 e 2014. Nas atividades comercial e rural, o crescimento médio foi de 6 e 7%, respectivamente, porém a atividade rural teve um crescimento de 20,9% no consumo entre 2013 e 2014. A Figura 37 apresenta o consumo médio anual no Rio Grande do Sul por atividade. Pode-se verificar que a atividade industrial, apesar do fraco crescimento, ainda é a atividade com maior demanda. Outra característica importante a ser analisada no Rio Grande do Sul, é o fato do Estado ainda ser um importador de energia elétrica, conforme apresenta a Tabela 05. Com um potencial de se tornar um exportador de energia, pela geração de energias térmicas, de pequenas centrais hidrelétricas e principalmente pela energia eólica.

Figura 37 – Consumo de Energia Elétrica no RS por atividade (2010-2014).



Fonte: EPE, 2015 (elaborado pela autora).

Tabela 05: Situação Sistema Elétrico do Rio Grande do Sul.

<b>Balço Energético do Estado do Rio Grande do Sul (GWh)</b>					
	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Geração</b>	19.082	23.407	27.760	17.829	27.306
<b>Consumo</b>	24.444	26.229	27.630	28.111	28.956
<b>Déficit</b>	21,90%	10,70%	0,00%	36,60%	5,70%

Fonte: Custódio, 2015.

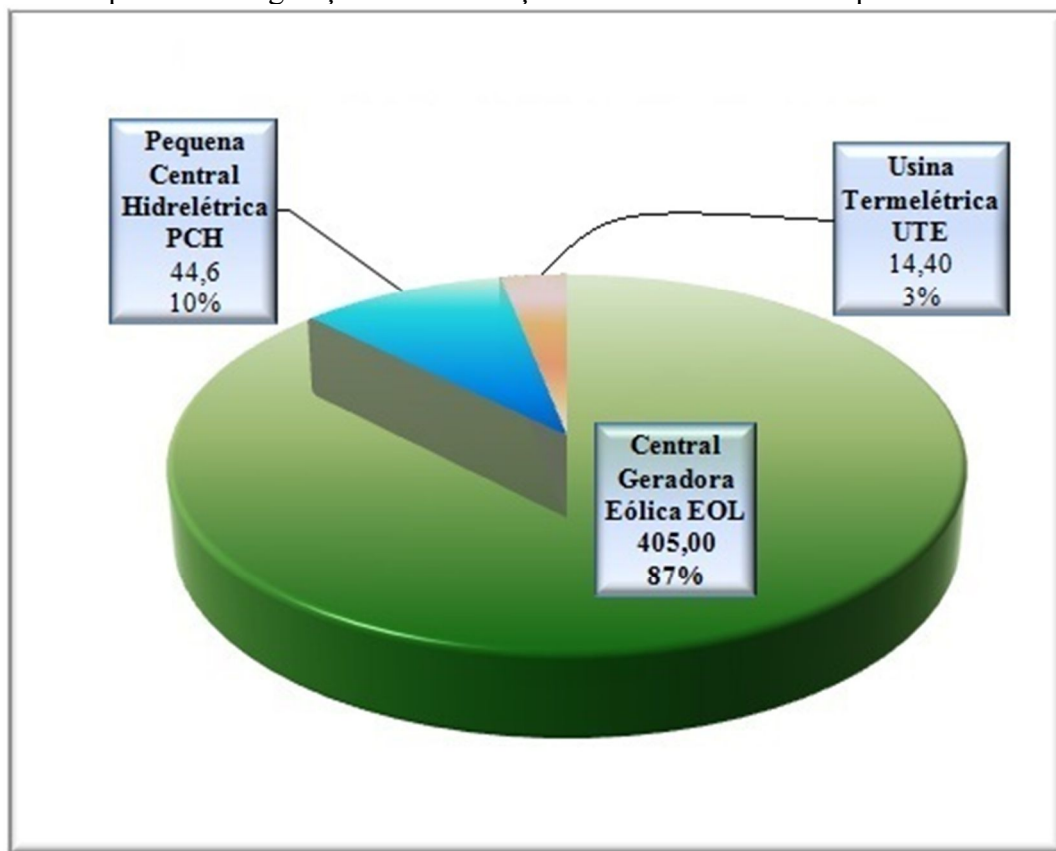
No sistema elétrico atual do Rio Grande do Sul, a participação da energia eólica já é bastante expressiva. A Tabela 06 apresenta a distribuição da geração por fonte onde se pode verificar a potência instalada. Os dados são referentes ao ano de 2014 (CUSTÓDIO, 2015). No entanto, o incremento da geração de energia no RS é favorável para a energia eólica. Conforme apresenta a Figura 38, a capacidade em construção de energia eólica é de 405 MW, o que representa 87% do total em construção, sendo esta a principal fonte em expansão no Estado. Considerando os projetos já homologados e comercializados em leilões.

Tabela 06: Geração de Energia no Rio Grande do Sul por Fonte.

Tipo		Quantidade	Potência Outorgada (MW)	(kW) %
Central Geradora Hidrelétrica	CGH	48	32,20	0,37
<b>Central Geradora Eólica</b>	<b>EOL</b>	<b>47</b>	<b>1.153,10</b>	<b>13,20</b>
Pequena Central Hidrelétrica	PCH	50	559,40	6,40
Central Geradora Solar Fotovoltaica	UFV	24	0,10	0,00
Usina Hidrelétrica	UHE	17	4.813,23	55,09
Usina Termelétrica	UTE	103	2.179,40	24,94
<b>Total</b>		<b>289</b>	<b>8.737,30</b>	<b>100</b>

Fonte: Custódio, 2015.

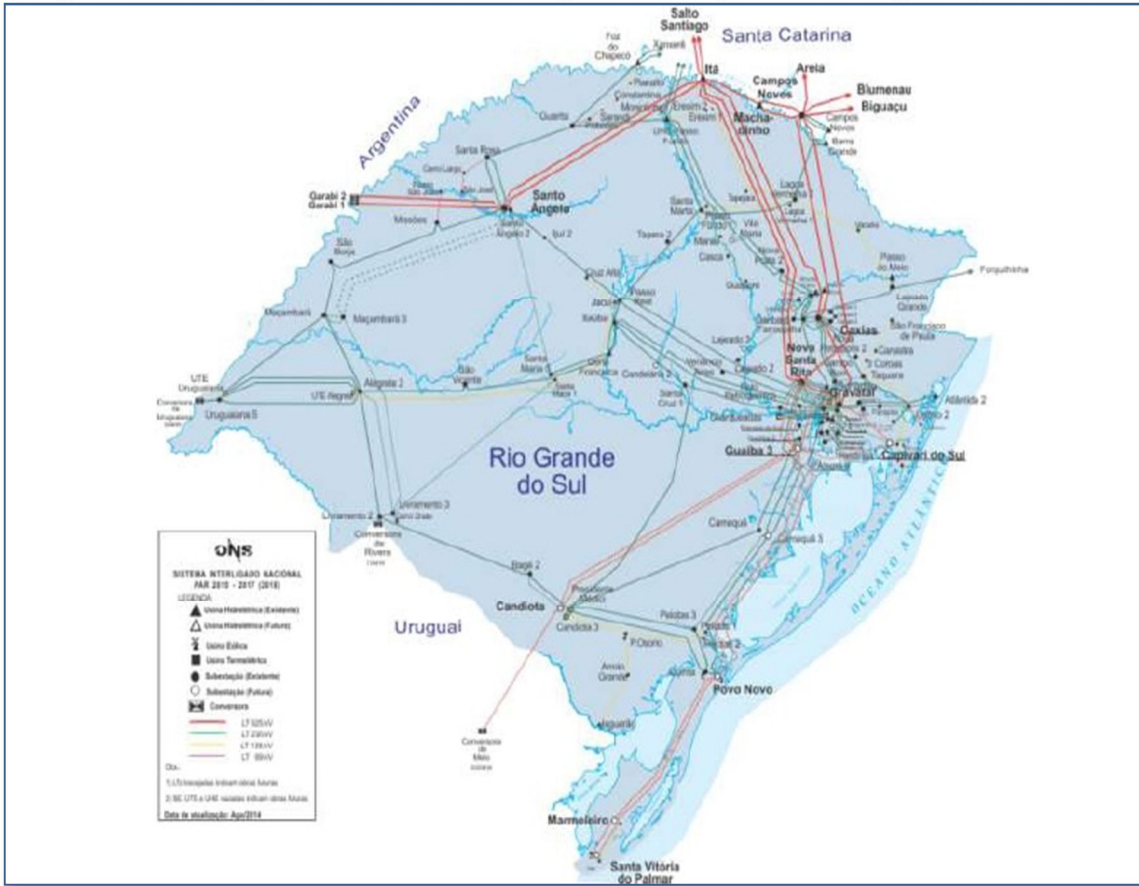
Figura 38: Capacidade de geração em construção no Rio Grande do Sul por Fonte.



Fonte: Custódio, 2015.

O desafio do Rio Grande do Sul é aumentar a produção de energia, principalmente na produção por energia eólica pelo grande potencial já consolidado. Porém, segundo Custódio (2015), uma das carências do Rio Grande do Sul para este desafio ainda é a interligação com o Sistema Nacional de Energia. O mesmo ocorre pela falta de linhas de transmissão que atendam às novas instalações de geração de energia, independente da fonte geradora. Contudo, existe uma preocupação maior para a energia eólica em função das novas instalações situarem-se distantes da rede convencional. As Figuras 39 e 40 apresentam o mapa do Sistema Elétrico no Rio Grande do Sul, com as previsões de novas linhas até 2018, já comercializadas em leilão e de acordo com os novos parques eólicos em implantação na metade sul do Estado. (CUSTÓDIO, 2015).

Figura 39 – Planejamento Sistema Interligado – Planejamento Energético, RS.



Fonte: Custódio, 2015.

Figura 40 – Planejamento Sistema Interligado – Novas Redes, RS.



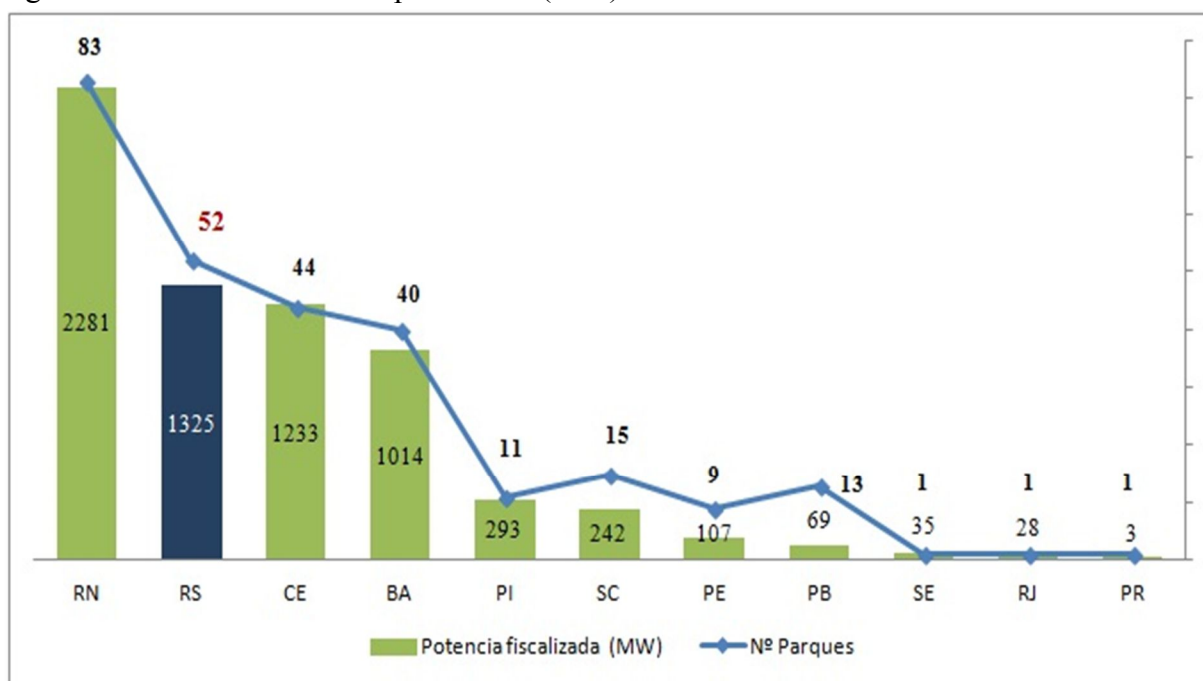
Fonte: Custódio, 2015.



## 5.2 A ENERGIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO SUL

Os dados mais atuais, segundo Custódio (2015), apresentam um aumento na produção de energia eólica, onde a capacidade de geração em operação conforme dados da ANEEL (2015) é de 1.325 MW, o que representa 20% do total produzido no Brasil. A Figura 41 mostra a posição do Rio Grande do Sul com relação ao restante do Brasil, porém, ainda em destaque aparece o Rio Grande do Norte, como o principal gerador de energia eólica no Brasil, o que ocorre em função dos ventos e também dos custos, considerando o preço dos licenciamentos ambientais e os prazos para a liberação da instalação dos aerogeradores.

Figura 41 – Potência instalada por Estado (MW) – 2015.



Fonte: Elaborador pela autora, com base em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoGeracaoTipo.asp?tipo=7&ger=Outros&principal=E%F3lica>, 2015.

Segundo Custódio (2015), a capacidade instalada de energia eólica no Rio Grande do Sul deve crescer nos próximos anos, em função dos dados apresentados no novo Atlas Eólico e dos resultados positivos obtidos com os parques instalados nas diferentes regiões do Estado. O novo Atlas apresenta dados mais detalhados, com 70 torres anemométricas espalhadas em todas as regiões do Rio Grande do Sul, com alturas que variam de 80 a 120 metros de altura. Com estes detalhes, os dados apresentados são mais precisos, considerando ainda demais medições meteorológicas das estações e o período mais longo de estudos. Nesta nova configuração, o Rio Grande do Sul apresenta um potencial eólico de 103 GW a 100 metros de

altura e 245 GW a 150 metros de altura, lembrando que este potencial é para torres instaladas *onshore*, ou seja, em solo firme. A Tabela 07 apresenta os dados do potencial eólico no Rio Grande do Sul, considerando apenas o potencial em solo firme, *onshore*. O potencial *offshore* no estado é de 34 GW nas lagoas e 80 GW no mar, no entanto, o custo da instalação de torres eólicas em água é alto, sendo menos atrativo enquanto ainda há espaço para a implantação de parques *onshore*. Outras correntes de incentivo são os trabalhos realizados por órgãos ambientais e pelas empresas que administram os parques no Estado, bem como por parte do governo, com os incentivos para facilitar os investimentos na implantação de novos parques.

Tabela 07: Potencial Eólico no RS – *Onshore* (solo firme).

POTENCIAL DE GERAÇÃO EÓLICA EM SOLO FIRME (ONSHORE) TABELA 8.1									
INTEGRAÇÃO POR FAIXAS DE VELOCIDADE						INTEGRAÇÃO CUMULATIVA			
ALTURA [m]	VENTO [m/s]	ÁREA [km <sup>2</sup> ]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	FATOR DE CAPACIDADE	ENERGIA ANUAL [TWh]	VENTO [m/s]	ÁREA [km <sup>2</sup> ]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	ENERGIA ANUAL [TWh]
100	6,0 - 6,5	51.184	133,1	31%	376	≥ 6,0	152.325	396,1	1.283
	6,5 - 7,0	61.612	160,2	36%	525	≥ 6,5	101.141	263,0	907
	7,0 - 7,5	25.080	65,2	40%	238	≥ 7,0	39.529	102,8	382
	7,5 - 8,0	11.830	30,8	42%	118	≥ 7,5	14.450	37,6	144
	8,0 - 8,5	2.105	5,5	42%	21	≥ 8,0	2.620	6,8	26
	8,5 - 9,0	515	1,3	43%	5	≥ 8,5	515	1,3	5
	> 9,0	0	0	0%	0	≥ 9,0	0	0	0
150	6,0 - 6,5	27.417	71,3	32%	208	≥ 6,0	177.375	461,2	1.593
	6,5 - 7,0	55.616	144,6	36%	474	≥ 6,5	149.958	389,9	1.385
	7,0 - 7,5	59.583	154,9	40%	564	≥ 7,0	94.342	245,3	911
	7,5 - 8,0	20.465	53,2	42%	204	≥ 7,5	34.759	90,4	347
	8,0 - 8,5	11.720	30,5	42%	117	≥ 8,0	14.294	37,2	143
	8,5 - 9,0	2.379	6,2	43%	24	≥ 8,5	2.575	6,7	26
	> 9,0	196	0,5	46%	2	≥ 9,0	196	0,5	2

Fonte: Atlas Eólico, (Amarante, 2014).

Segundo o atual Atlas Eólico do Rio Grande do Sul, o potencial para produção de energia eólica *offshore* é considerado alto, principalmente no litoral sul, em função da proximidade com o porto de Rio Grande e ainda pela costa linear. A plataforma marítima é mais rasa comparada às demais regiões do Brasil, com baixa profundidade em toda a extensão da costa. As lagoas existentes na região sul até o litoral norte também possuem características com bom potencial eólico. Porém, em função dos altos custos e do alto potencial *onshore* nas demais regiões do Rio Grande do Sul, a instalação *offshore* não é prioridade nos investimentos atuais. No entanto, para o futuro, o Rio Grande do Sul pode ser destaque por já ter os estudos *offshore*. (AMARANTE, 2014).

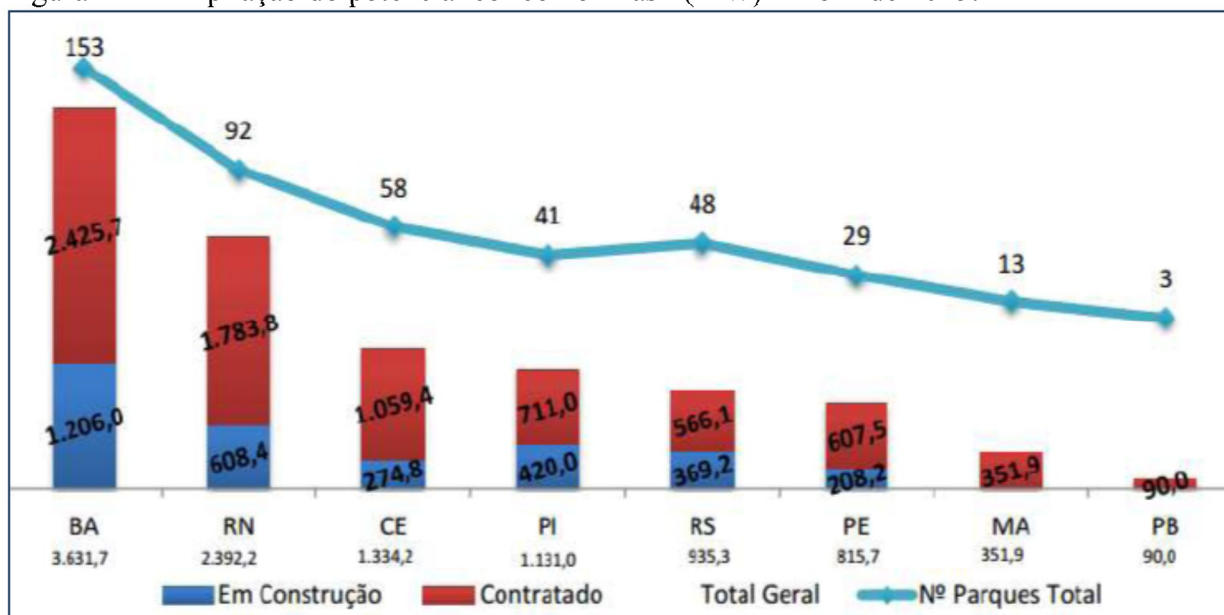
Tabela 08: Potencial Eólico no RS – *Offshore* (Lagoas e Oceano).

POTENCIAL EÓLICO SOBRE A ÁGUA/OFFSHORE				TABELA 8.2		
A 100 m DE ALTURA, EM LOCAIS COM VELOCIDADES MAIORES QUE 7 m/s						
		Área (km <sup>2</sup> )	Potência Instalável (GW)	Energia Anual (TWh)		
LAGOAS	dos Patos		9.427	24,5	90,4	
	Mirim		2.834	7,3	26,8	
	Mangueira		802	2,1	7,7	
	TOTAL LAGOAS		13.062	33,9	124,9	
MAR	Profundidade:	Entre 0 m e 10 m	1.443	2,9	14	
		Entre 10 m e 20 m	9.019	26,1	88,9	
		Entre 20 m e 50 m	20.436	53,1	202,5	
	TOTAL MAR		30.898	80,3	305,4	

Fonte: Atlas Eólico, (Amarante, 2014).

Conforme já apresentado, o potencial eólico no Rio Grande do Sul é alto, porém em função dos custos com o licenciamento e o prazo para a liberação dos projetos e operação, o Estado é o quinto no ranking nacional em construção de novos parques eólicos. A figura 42 apresenta os projetos em construção com a capacidade de geração em MW dos principais estados do Brasil.

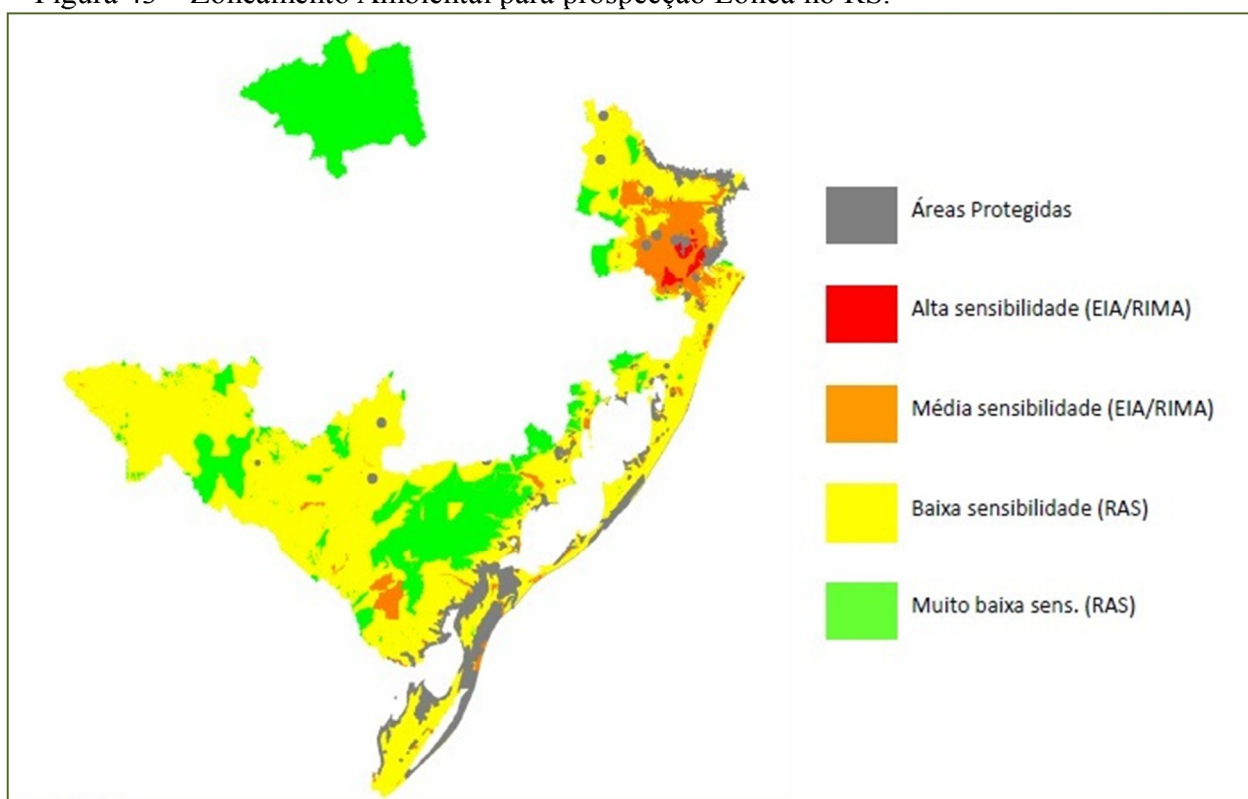
Figura 42 – Ampliação do potencial eólico no Brasil (MW) – Abril de 2015.



Fonte: Custódio, 2015.

Para contribuir com o desenvolvimento do Rio Grande do Sul, principalmente quanto à produção de energia, seja qual for a fonte, os órgãos ambientais trabalham com análise em todas as regiões do Estado, realizando mapeamentos das áreas viáveis para a implantação de usinas geradoras de produção. Com relação à produção por turbinas eólicas, a análise foi realizada com base no Atlas Eólico de 2002, no entanto, as áreas viáveis são compatíveis com o atual Atlas Eólico. A Figura 43 apresenta o “Zoneamento Eólico” realizado pela FEPAM, delimitando as Diretrizes e Condicionantes para o Licenciamento Ambiental nas regiões com Potencial Eólico no Rio Grande do Sul. Neste sentido, o encaminhamento dos licenciamentos ambientais, baseados no estudo, poderá ser realizado por intermédio de Relatório Ambiental Simplificado quando a área de prospecção é considerada de Baixa Sensibilidade. O mapa já delimitou também as áreas Protegidas, onde não há possibilidade de implantação de Parque Eólico, independente das condições técnicas. Segundo Volquind (2015), este mapeamento deve auxiliar os futuros investidores, facilitando o incremento da atividade no Rio Grande do Sul, otimizando o processo de licenciamento, com custos mais acessíveis e prazos menores.

Figura 43 – Zoneamento Ambiental para prospecção Eólica no RS.



Fonte: Volquind, 2015.

Segundo Volquind (2015), os novos estudos ambientais nas regiões com potencial eólico no Rio Grande do Sul, não isentam o empreendimento das medidas compensatórias para as unidades de conservação, que são de 0,5% do investimento total do empreendimento. As melhorias envolvem principalmente o foco no meio ambiente, independente do tamanho e do potencial eólico a ser implantado, conforme a portaria 61/2015, publicada em Junho de 2015. No entanto, as áreas de preservação, Banhados, Mata Atlântica, regiões com fauna ameaçada de extinção, entre outras áreas mais sensíveis, continuam com a obrigatoriedade de EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental). Volquind (2015) defende os órgãos ambientais contrapondo as reclamações relacionadas aos prazos dos licenciamentos, pois as empresas ainda deixam as questões ambientais em segundo plano, descumprindo prazos para envio dos relatórios e reanálises e também enviando informações incompletas com dados inconsistentes dos possíveis impactos e dos projetos em questão.

As áreas delimitadas para as linhas de transmissão também estão contempladas no planejamento ambiental, pois são igualmente importantes no processo de geração de energia. (VOLQUIND, 2015). Considerando que a energia somente pode ser produzida quando existe um sistema de transmissão que permita a distribuição e seu consumo. A primeira etapa contempla a melhoria e ampliação das redes já existentes, evitando novos impactos ambientais.

A Tabela 09 apresenta um resumo da capacidade de potência eólica instalada no Rio Grande do Sul, considerando os principais municípios e dados até o 1º semestre de 2015. Enquanto a Tabela 10 apresenta os investimentos para a expansão da capacidade instalada no RS. (CUSTÓDIO, 2015).

Tabela 09: Capacidade instalada no RS por município.

Município	Potência	Proprietário
	(MW)	
Osório	303	Elecnor / Enerfin
Santa Vitória do Palmar	258	Eletrosul
Palmares do Sul	170	Elecnor / Enerfin e CPFL Renováveis
Rio Grande (Cassino)	169	Santander e Odebrecht
Santana do Livramento	144	Eletrosul
Chuí	132	Eletrosul
Tramandaí	70	EDP Renováveis
Xangri-lá	27,7	honda
Viamão	11,2	Enerpln
<b>RS</b>	<b>1285</b>	<b>RS / Brasil</b>
<b>Brasil</b>	<b>6126,5</b>	
<b>Previsão para instalação até 2018</b>	<b>2050,5</b>	

Fonte: Custódio, 2015. (elaborado pela autora).

Tabela 10: Investimentos – Expansão da capacidade Instalada - Energia Eólica no RS.

Empresa Proprietária	Contratação da Energia	Em Operação		Em Construção/ A construir		Total até 2018	
		nº de parques	(MW)	nº de parques	(MW)	nº de parques	Potência Total (MW)
Edp Renováveis	PROINFA	1	70	-	-	1	70
Elecnor/Enerfin	PROINFA	4	158	-	-	4	158
	Leilões	9	194,9	8	177,6	17	372,5
Eletrosul	Leilões	23	534	16	286	39	820
CPFL Renováveis	Leilões	4	120	-	-	4	120
Enerplan	Leilões	1	11,2	2	47	3	58
Santander	Leilões	3	64	-	0	3	64
Odebrecht	Leilões	4	105,3	-	0,0	4	105,3
CEEE	Leilões	-	-	3	55	3	55
Atlantic	Leilões	-	-	12	200	12	200
Honda	Autoprodução	1	28	-	-	1	28
<b>Rio Grande do Sul</b>		<b>50</b>	<b>1.285,1</b>	<b>41</b>	<b>765</b>	<b>91</b>	<b>2.050,5</b>
<b>Brasil (Potência Fiscalizada ANEEL)</b>		<b>6.126,5 MW</b>					
<b>RS - Potência que deverá estar instalada em 01/05/2018</b>		<b>2.050,5 MW</b>					
<b>RS - Potência a ser instalada entre 05/05/2015 e 01/05/2018</b>		<b>765,4 MW</b>	<b>-</b>	<b>R\$ 3,8 bilhões</b>	<b>(47 parques eólicos)</b>		

Fonte: Custódio, 2015.

### 5.2.1 Análise das particularidades dos Parques instalados no Rio Grande do Sul

Analisar todo o contexto que envolve a implantação de um Parque Eólico envolve também uma investigação pessoal, buscando as particularidades fundamentais num empreendimento de grande porte, como são os parques instalados no Rio Grande do Sul. Neste sentido, foram realizadas quatro entrevistas com especialistas na área, cuja descrição dos entrevistados foi detalhada na metodologia. Lembrando que as entrevistas foram realizadas com o auxílio de um questionário semiestruturado, pois estes proporcionam um maior aproveitamento da análise discursiva, as conversas foram gravadas para posterior análise e transcrição do detalhamento sobre os projetos dos Parques Eólicos instalados no Rio Grande do Sul. Assim, o texto a seguir apresenta o resultado destes questionamentos, descrevendo de maneira discursiva as particularidades que envolvem um empreendimento de um parque eólico de grande porte, apresentando ainda algumas peculiaridades dos empreendimentos do Rio Grande do Sul.

Os aerogeradores são construídos e instalados para produzir energia eólica com uma eficiência máxima, porém, em função da intensidade, da direção e demais variáveis do vento e

ainda outras propriedades relacionadas à produção de energia (rugosidade, sazonalidade, relevo, etc.), esta eficiência é bastante limitada. Assim, os aerogeradores modernos, chamados de 5ª geração, possuem uma eficiência de até 59,3%, no entanto, os parques eólicos mais antigos em funcionamento com equipamentos de 1ª e 2ª geração, possuem uma eficiência mais limitada, aproximadamente 30%. Essa eficiência, somada a outras variáveis como investimentos para a implantação, infraestrutura, licenciamento ambiental, arrendamentos, entre outros, compõem o fator para calcular a “Taxa de Retorno”. Esta taxa é essencial para que os investidores possam analisar a viabilidade de participação nos consórcios de um Parque Eólico.

Esta taxa de retorno também inviabiliza economicamente projetos de pequeno porte, pois o licenciamento ambiental para um parque eólico no Rio Grande do Sul, por exemplo, custa R\$ 3.000.000,00 (três milhões de reais), tanto para grandes parques de 30 MW, como para pequenos de 1MW, sendo o licenciamento obrigatório desde o início das atividades de testes para viabilidade, até depois da implantação e funcionamento do parque. Lembrando ainda que para a participação nos leilões de compra e venda de energia, o licenciamento é pré-requisito. Esta prerrogativa foi essencial para a comercialização de energia, bem como a instalação do parque eólico de Osório. O qual foi idealizado de forma a fomentar a atividade no Rio Grande do Sul, com um valor de MW bem acima do mercado, comparado aos valores comercializados atualmente para novos empreendimentos eólicos. Porém, ainda é difícil concorrer com outras regiões mais favoráveis como o Nordeste, por exemplo, onde os ventos são mais constantes, há pouca sazonalidade e os ventos possuem característica laminar e direcionamento também constante (direção nordeste). Além disso, as questões burocráticas (licenciamento, tributação, etc.) são facilitadas, atraindo mais os investidores a continuar investindo nos projetos da região do Nordeste.

Outro objetivo do primeiro leilão realizado para a energia eólica foi o de nacionalizar a produção dos equipamentos utilizados na instalação dos parques. Atualmente a previsão de retorno do investimento é entre 8 e 10 anos. Nos contratos comercializados nos leilões, que normalmente são de 20 anos, o mesmo período dos contratos de arrendamento das terras onde as torres estão instaladas, a energia contratada é calculada de forma a ser diluída em um período de um ano, independente de ocorrer sazonalidade em períodos curtos, é considerado o período maior de um ano. Com este sistema de comercialização e retorno, os grandes empreendimentos eólicos são bem atrativos a longo prazo, onde a negociação dos investimentos para a implantação de um parque ocorre a partir da emissão da Licença de Operação.

A gestão da atividade também é crítica, considerando que os projetos ainda são conduzidos por pessoas não técnicas. Os setores de gerenciamento e administrativos que definem os contratos bem como alguns parâmetros de análises, não possuem o conhecimento técnico necessário para a instalação de um empreendimento eólico com maior eficiência e com o melhor custo/benefício. No entanto, com o crescimento do setor, já existem em algumas áreas gestores técnicos com poder de decisão para estabelecer o incremento da produção de energia por turbinas eólicas de forma consistente e sistemática.

No primeiro leilão de energia eólica, não havia ainda uma definição sobre os parâmetros necessários para a comercialização da produção, o pré-requisito básico foi o licenciamento ambiental com as medições do vento e a análise destas num período de no mínimo três anos. Os demais parâmetros, incluindo a potência estimada, só foram definidos e formalizados à medida que surgiram novos consórcios e empreendimentos no setor. Atualmente existe um documento expedido pela EPE (Empresa de Pesquisas Energéticas) EPE-DEE-017/2009-r12 (Instruções para Solicitação de Cadastramento e Habilitação Técnica com vistas à participação nos Leilões de Energia Elétrica), que define os parâmetros necessários para a implantação de um parque eólico, bem como a participação nos leilões. Para a participação nos leilões de energia eólica, o empreendimento também precisa garantir a transmissão e distribuição da energia gerada, pois existem casos em que o parque está pronto para operar, com a produção comercializada em leilão, porém não há rede de transmissão e distribuição da energia a ser gerada.

Com relação às análises preliminares, atualmente existem empresas especializadas para realizar a análise prévia necessária para iniciar o planejamento e projeto de um parque eólico. Estas empresas realizam as análises do vento, por um período mínimo de três anos em torres de até 120 metros de altura, fazendo as medições em três alturas diferentes, sendo que os equipamentos instalados possuem uma precisão de 10 metros (meso escala). Todas as torres contêm, além do anemômetro, outros equipamentos (barômetro, hidrômetro, luxímetro) para investigação de variáveis como, pressão atmosférica, umidade do ar, luminosidade da área, índices pluviométricos, entre outros. Em função desta variedade de medições, as torres anemométricas são consideradas estações meteorológicas, com georreferenciamento, item também obrigatório para a confirmação dos resultados medidos no período estabelecido, sendo que a cobertura de cada torre de medição abrange um raio de 10 km.

Neste sentido, o vento é afetado pelos raios solares, em função disto é possível observar zero intensidade antes do amanhecer e períodos de turbulência ainda no período da manhã, lembrando que as leituras nos anemômetros são registradas num intervalo de 10



minutos, sendo possível observar esta variação em pequenos períodos. Analisando períodos maiores, também se percebe uma variação entre as estações, em dias ou períodos mais chuvosos, os ventos são fracos ou inexistentes, quanto mais ensolarado, maior a probabilidade de ventos, independente da temperatura. A partir da leitura dos dados, os softwares específicos para tratá-los, extrapolam as informações para estimar a projeção dos ventos em 20 anos, que é o período dos contratos comercializados nos leilões. Estas informações são complementadas com dados da região, considerando que o próprio sistema estende as leituras até uma distância de 10 km.

Para o caso específico do Rio Grande do Sul (RS), os ventos possuem características bem diferentes do Nordeste, por exemplo. Lá os ventos têm velocidades mais constantes, com máximas de 25 m/s, são ventos laminares e a direção predominante é nordeste. Enquanto no RS os ventos são sazonais, com variação de até 45 m/s, ventos nem sempre laminares, podendo ser turbulentos e a direção varia conforme a região. No litoral a predominância é o vento nordeste, porém no sul do Estado a rosa dos ventos é bem variada, dependendo da estação do ano. Essas características diferenciadas exigem equipamentos de medições distintos, pois no caso do RS, estes precisam ser mais resistentes, sendo que para esta atividade já existem normas específicas de equipamentos de medição. O funcionamento das turbinas eólicas com relação à velocidade dos ventos, onde estas geram energia com ventos a partir de 3m/s, porém com uma eficiência muito baixa. A produção ocorre até 25 m/s com a eficiência máxima a partir de 10 m/s. Ventos acima de 25 m/s podem estar num processo de turbulência, onde não há produção de energia.

O relevo também é um forte aspecto a ser analisado para o planejamento de um parque eólico. Neste sentido, é realizado um levantamento topográfico da região pretendida, porém, segundo Santana, *“como muitas vezes a área de interesse é relativamente extensa, utilizam-se dados topográficos de satélites, disponíveis na Internet. Importante lembrar que quanto mais preciso o levantamento topográfico, menor a incerteza do projeto”*. Lembrando que é possível a instalação de parques eólicos em regiões com relevo irregular, inclusive em regiões montanhosas, como a Serra Gaúcha, porém nestes locais, os aerogeradores devem ser instalados na parte superior do relevo, distante da margem, evitando o vento Barlavento, pois este terá um efeito ascendente, quando deveria ser laminar (paralelo ao solo) para a produção de energia. Na instalação do aerogerador próximo à base da parte superior ao morro ou elevação, este efeito de deslocamento não ocorre, pois a alteração da direção do vento ocorre na parte posterior ao aerogerador, quando este já realizou o trabalho necessário. Assim, a produção de energia através dos sistemas convencionais de turbinas horizontais de três pás

ocorre com o vento laminar sendo sugado pelas pás (efeito semelhante ao de uma turbina de avião), por este motivo, o sistema é mais eficiente com vento laminar, pois o vento turbulento não causa este efeito de sucção na turbina. Neste sentido, também é fundamental respeitar o distanciamento entre as torres considerando o tamanho das pás, o ideal é 10 vezes o diâmetro das pás, medindo em direção à parte de trás da torre eólica.

Desta forma, o distanciamento entre as torres também é um fator importante para a máxima eficiência de cada aerogerador, respeitando a rosa dos ventos, como no caso do parque eólico de Osório, a direção principal do vento é nordeste, consequentemente as torres eólicas podem ser dispostas em linha. No entanto, nos parques eólicos do sul do Estado, tanto nos Campos Neutrais em Santa Vitória do Palmar como no Cerro Chato em Santana do Livramento, as torres foram instaladas de forma mais dispersa, em função da variação da rosa dos ventos, evitando a formação em linha, pois as torres poderiam provocar turbulência a partir da segunda, com a mudança na direção do vento. Com isto, o parque sempre terá o layout considerando o relevo da unidade, em regiões com uma topografia irregular é fundamental analisar possíveis turbulências, principalmente quando a região é formada por grandes morros.

Da mesma forma que existem empresas especializadas para o trabalho de medições, também existem empresas especializadas na simulação de dados abrangendo todo o território do planeta. Estas simulações são importantes e podem ser adquiridas pelas empresas com dados retroativos, de muitos anos, e com as simulações futuras, incluindo todas as variações dos parâmetros, como velocidade, intensidade, “Rosa dos Ventos”, entre outros. A precisão das simulações é confiável, inclusive já foram comparadas com outras fontes e softwares de análise, como o datalogger, equipamento utilizado com o anemômetro para a medição e controle dos registros do vento e outros parâmetros.

A rugosidade do terreno afeta a eficiência da produção, assim como o relevo, pois pode gerar o deslocamento e alterar a consistência do vento. Neste sentido, é ideal instalar as torres eólicas em regiões que tenham uma superfície plana suficiente para evitar as alterações no vento e, consequentemente, a redução da produção de energia. Normalmente as torres são instaladas em áreas pouco ou não habitadas, em campos abertos, áreas com agricultura baixa (soja, feijão, arroz, etc.), em áreas desérticas, incluindo as dunas. Terrenos mais complexos, em função de relevo e rugosidade, exigem uma área disponível maior para garantir a eficiência do sistema. Este arranjo mais disperso não impede a instalação de parques eólicos em regiões montanhosas, estes necessitam de uma extensão maior, podendo afetar o custo de instalação.

A energia gerada numa torre eólica é conduzida por cabos subterrâneos aterrados, assim como a própria torre. Na primeira unidade instalada em Santana do Livramento, este cabeamento foi realizado acima do solo, com cabeamento e postes normais, porém este padrão contaminou a paisagem do local, sendo que, nas unidades construídas posteriormente, os cabos foram dispostos no subsolo em forma de árvore, ligando todas as torres a uma estação central. Esta energia é então filtrada por uma estação apropriada, ainda dentro dos limites do parque, e então é transmitida através de torres de transmissão convencionais, algumas já existentes desde antes do parque, outras novas, assim como as subestações.

Um dos pontos negativos ou que podem interferir no custo da produção de energia eólica é a exposição dos equipamentos às intempéries, pois tanto as torres de medição e controle, como as turbinas eólicas, podem ser afetadas por raios, causando danos desde a troca de partes dos equipamentos como de troca total, no caso de queima ou queda. A preocupação com a estrutura é constante, pois os fortes ventos em caso de temporais também podem derrubar as torres, apesar da forte estrutura na base para suportar estes fenômenos. No parque eólico de Cerro Chato em Santana do Livramento, por exemplo, foram danificadas oito torres durante um temporal que atingiu o município em dezembro de 2014. Uma destas quedas foi assistida por Mendes, enquanto saía do local iniciaram os ventos de rajada. Também devem ser considerados nos projetos eólicos, os fenômenos meteorológicos que podem influenciar na geração de energia em um determinado período, como os fenômenos “El Niño”, “La Niña”, que podem provocar muito ou nenhum vento.

No Brasil, outro fator que pode reduzir o interesse de investidores, é a forma de geração desta energia, pois a energia eólica é complementar, não podendo ser utilizada como energia de base, como é o caso da produção de energia por fontes hídricas (grandes usinas ou pequenas hidrelétricas), térmicas e até mesmo a nuclear. Mas a energia eólica, assim como as demais complementares são importantes para o atendimento em casos de oscilações na rede, evitando apagões, como ocorridos no passado não muito distante.

Outra informação relacionada à instalação dos parques, diz respeito à fiscalização, onde uma unidade com 15 aerogeradores num total de até 30 MW (2 MW cada) de capacidade nominal instalada corresponde a um parque. Esta condicionante se dá em função da tributação, acima desta capacidade o pagamento de tributos é maior, alterando assim a Taxa de Retorno e, conseqüentemente, dificultando o empreendimento. Neste sentido, um Parque é composto por várias unidades, no caso de Osório, são três, nos parques do sul do Estado, a quantidade de unidades por parque é maior. Com a inclusão de novas tecnologias no sistema, principalmente no que diz respeito aos aerogeradores, a tendência é de aumentar a

potência por torre instalada, porém com o formato de tributação de até 30 MW de capacidade instalada, a previsão é reduzir o número de equipamentos por unidade.

Concluídas as análises técnicas preliminares, incluindo as condições do terreno e análises ambientais, com resultados satisfatórios para a instalação de um parque eólico, inicia-se uma nova etapa, que é o arrendamento das áreas onde as torres serão instaladas, bem como das áreas onde passarão os cabos subterrâneos e ainda o local das subestações, incluindo as torres de transmissão. Esta é uma etapa bastante sensível do empreendimento, pois é necessário transmitir corretamente a importância do parque, bem como a forma de funcionamento, garantindo a propriedade dos moradores locais, a preservação ambiental e as atividades executadas pelos proprietários, assegurando a sua continuidade paralelamente às atividades de produção de energia no local. Considerando que algumas etapas podem ser concomitantes, pois as análises técnicas não cessam, assim também as análises ambientais e arqueológicas, que são permanentes durante o planejamento, a implantação e durante o funcionamento do parque. Estas atividades são realizadas por pessoal especializado (principalmente ambientalistas e arqueólogos), visando à preservação da área, respeitando sítios arqueológicos, flora, fauna, vestígios indígenas, etc.

Neste sentido, é importante o registro, bem como os cuidados das análises arqueológicas e ambientais, considerando que foram encontradas pegadas de dinossauros na região de Santana do Livramento. Na área do Parque Cerro Chato em Santana do Livramento foram catalogadas espécies de cactos únicas e que estão recebendo tratamento especial para a sua preservação, o mesmo ocorre com sítios arqueológicos e vestígios históricos. O planejamento estrutural do projeto também pode seguir em paralelo, porque assim que todos os trâmites legais estiverem aprovados, pode-se iniciar a preparação para a instalação das torres. Para o caso de Santana do Livramento, foram realizadas parcerias com o SEBRAE e outras instituições de ensino para prover a qualificação necessária da mão de obra local, principalmente na etapa de projeto civil e de segurança.

Uma das características de um empreendimento como dos Parques Eólicos é justamente a necessidade de mão de obra especializada. Apesar de boa parte de o empreendimento corresponder à engenharia civil, esta deve suportar todo o sistema, tanto para as torres, como demais componentes (instalações subterrâneas para cabos energizados, base para subestações, etc.), em função disto, a mão de obra e todas as técnicas são diferenciadas com relação às demais obras civis tradicionais. O sistema também envolve um número menor de mão de obra, utilizando um número mais expressivo de equipamentos pesados como gigantes guindastes para elevar as torres e demais componentes das turbinas, os blocos na

montagem das torres, equipamentos na fabricação de concretos para a base, equipamentos para a produção das malhas de aço utilizadas no concreto de base, entre outros. Com este perfil a região recebe pouca mão de obra externa, apenas especialidades que não são encontradas localmente, na maioria dos casos, são especialistas que atuam especificamente em empreendimentos deste porte, e com o término da etapa de implantação, seguem para trabalhar em novo empreendimento em outras regiões ou estados. Esta característica não altera a configuração do município ou da região, como ocorre em obras como nas construções de grandes usinas hidrelétricas que demandam de muita mão de obra sem qualificação, interferindo na configuração social local.

Com relação às questões ambientais, a partir das medições preliminares deve-se solicitar o licenciamento ambiental junto aos órgãos estaduais competentes. Sendo assim, a FEPAM (Fundação Estadual de Preservação Ambiental) disponibiliza a Portaria 118/2014, que dispõe de regulamentação, critérios, exigências e estudos prévios para o licenciamento dos empreendimentos eólicos no Rio Grande do Sul. A Portaria contém ainda um mapa com as regiões mais críticas em termos de risco ambiental, as regiões analisadas foram priorizadas conforme o Atlas Eólico do RS. O parque deve ser disposto considerando as áreas de preservação permanentes, ou seja, estas áreas não poderão ser utilizadas. Em alguns casos, as áreas de preservação podem ser utilizadas desde que mantidas as condições iniciais. Para as demais áreas que não sejam de risco, o projeto poderá ser licenciado de forma simplificada, embora todo empreendimento deva manter as análises ambientais de forma permanente, incluindo estudos arqueológicos para a preservação de sítios e materiais históricos. Além dos estudos, o licenciamento também exige ações compensatórias que normalmente são realizadas em parceria com os municípios, pois envolvem melhorias em infraestrutura, educação ambiental, entre outros.

Durante a fase de implantação a maioria dos impactos à fauna estão associados à possível morte de animais por atropelamento, intervenção em áreas de ocorrência ou aprisionamento em cavas utilizadas para fundações e cabos subterrâneos. Para minimizar ou evitar estes impactos são adotadas ações educativas e preventivas, como trânsito de veículos respeitando o limite de velocidade e atividades de proteção e resgate da fauna. Em alguns casos, os animais são removidos temporariamente do local até a finalização das obras civis. Quanto à flora, para os Parques implantados e em implantação, não houve necessidade de supressão vegetal. Nos locais de campos nativos há intervenção relacionada às obras civis, como abertura de acessos, plataforma de aerogeradores, canteiro de obras, entre outras, consideradas pouco significativas, pois são respeitadas as áreas relevantes para a fauna, áreas

de patrimônio histórico e cultural, áreas de proteção permanente (APP), entre outras exigências dos órgãos ambientais e intervenientes. Os possíveis impactos ao solo podem ser associados ao vazamento de óleo de veículos ou equipamentos, poluição pela incorreta disposição e destinação de resíduos sólidos, indevido tratamento e disposição de efluentes, entre outros. Para evitar esses impactos, são previstas nos Programas Ambientais ações a serem executadas por todos os envolvidos com a atividade. Além disso, as atividades são fiscalizadas e supervisionadas por técnicos da área ambiental. O mesmo tratamento é considerado para possíveis impactos nos cursos hídricos, em resumo, as áreas de preservação ambiental são criteriosamente respeitadas. No caso de travessias de cursos de água para a implantação de acessos, são instaladas estruturas para permitir o fluxo da água, sem comprometer o empreendimento, mantendo as propriedades originais da água. Ainda com relação aos impactos no solo e na água, a fundação para a base das torres é de até 3 metros de profundidade, a largura da base depende da altura e tecnologia de cada torre e possuem largura máxima de 18 metros de diâmetro, sempre evitando cursos de água superficiais e subterrâneos. Para o caso de Santana do Livramento, o lençol freático está a 150 metros de profundidade. Na fundação são utilizados 500 m<sup>3</sup> (metros cúbicos) de concreto e 50 toneladas de aço, contudo, as novas tecnologias exigem a utilização de até 370 m<sup>3</sup> de concreto e entre 30 a 40 toneladas de aço. A Figura 44 mostra a preparação da fundação. As estruturas devem ter flexibilidade para não deformar com o atrito do vento, por este motivo são adicionados outros materiais na preparação da base. A mesma técnica é adotada para grandes edificações tradicionais. Lembrando que toda a terra retirada para a construção da infraestrutura deve ser armazenada em local apropriado para o restabelecimento do local em caso de seção do contrato de concessão em que este não seja renovado.

Figura 44: Preparação da base para instalação de torre eólica.



Fonte: CUSTÓDIO, 2015, p.85.

O ruído também é um aspecto ambiental que gera discussões entre os fatores envolvidos nas atividades de geração de energia. As torres eólicas mais antigas podem gerar ruídos em função do sistema de engrenagens das turbinas, porém, este fator foi considerado no desenvolvimento dos equipamentos de última geração, no entanto, mesmo nas instalações mais modernas é possível perceber o ruído como um silvo durante o giro da hélice, este silvo é provocado pelo próprio vento quando movimenta a pá. Os demais ruídos foram reduzidos com o uso de fluidos hidráulicos específicos para as engrenagens dos componentes que provocavam o ruído, ainda assim este impacto deve ser mais bem analisado.

Após o início da produção, com todos os equipamentos operando normalmente, deve-se verificar os controles necessários para a continuidade da operação. Estes controles incluem as medições meteorológicas permanentes, análises ambientais, ou seja, todos os parâmetros iniciais do planejamento e implantação devem ser mantidos. Também são considerados os controles para as manutenções dos equipamentos e dos sistemas utilizados no funcionamento do parque.

A produção de energia eólica sofre intermitência em função da variação dos ventos, que pode ser acima ou abaixo da camada limite de geração. Para as manutenções preventivas, devem-se observar as condições meteorológicas, evitando a parada de equipamentos quando o tempo está favorável para a produção. Neste caso, a manutenção preventiva é realizada quando a previsão meteorológica prevê dias com ventos muito fracos ou sem vento. Com

esta informação, o sistema é comunicado da manutenção que somente pode ser executada com autorização prévia. A manutenção é realizada por pessoal qualificado e contratado pela empresa que forneceu o equipamento, no caso a torre eólica, com todos os controles para o funcionamento. Ou seja, somente a empresa fornecedora do equipamento possui permissão para realizar as manutenções tanto dos componentes físicos como do sistema (softwares). Assim, as paradas por ocorrências devem ser registradas para o funcionamento do sistema e o atendimento da demanda contratada. Já a falta de produção por inatividade das turbinas em função de ausência de vento, é contemplada em contrato, porém segundo o entrevistado, esta ocorrência é rara, visto que, mesmo em períodos de baixa intensidade de ventos, existe geração de energia. Mendes ainda descreve as três situações em que o sistema pode parar: “(i) pela ausência de vento (o que é raro de ocorrer); (ii) para manutenções preventivas e (iii) para a substituição de peças danificadas em função de intempéries ou desgaste”.

### **5.3 ANÁLISE DAS PERCEPÇÕES RELACIONADAS À ENERGIA EÓLICA**

A Energia Eólica interfere na localidade onde é produzida, não apenas pelo seu aspecto econômico na geração de energia elétrica, mas principalmente pelas transformações socioambientais que a atividade produz. Neste sentido, é fundamental analisar além das questões técnicas, as percepções ambientais, principalmente por parte da comunidade local e diretamente relacionada à atividade. Portanto, este trabalho aporta também estas questões, no entanto, antes é necessário o entendimento sobre paisagem e percepção.

A análise das percepções ambientais observadas a partir de pesquisas realizadas nos municípios de Osório, Santa Vitória do Palmar e Santana do Livramento não se limitaram às alterações visuais, os estudos descrevem uma percepção social, de forma que os Parques estão inseridos na paisagem como parte do ambiente e da rotina da comunidade. Cardoso (2015) descreve o município de Santa Vitória do Palmar com uma nova identidade, percebida através da população residente. Esta nova dinâmica é positiva, pois projetou o município para o mundo, como símbolo de desenvolvimento limpo e responsável.

O estudo de Cardoso (2015), realizado com moradores locais, divididos igualmente entre urbanos e rurais, apresentou uma percepção positiva com relação ao aspecto visual, independente da distância da residência ao parque ou a uma torre eólica específica. Com relação à percepção econômica, o parque trouxe progresso e destaque ao município. O fluxo de veículos, leves e pesados, e de pessoas foi outra questão de destaque na pesquisa,



considerando a distância do município a outros centros urbanos, sua localização geográfica e ainda a densidade demográfica. Neste aspecto, porém, os moradores relatam uma percepção negativa pela mortandade de animais atropelados e por avarias (buracos), nas principais rodovias da região, embora algumas estradas tenham sido revitalizadas ou adaptadas para o aumento no fluxo de veículos. Com relação à mortandade de animais, a preocupação é maior em função da reserva ecológica do Taim ser cortada por uma importante rodovia, a BR-471.

Outro aspecto preocupante por parte dos moradores é a ampliação das linhas de transmissão da energia gerada no parque, pois demanda muita mão de obra nas rodovias ou locais próximos, que segundo Cardoso (2015), podem aumentar o risco de acidentes na região. A autora ainda destaca a imponência das subestações, bem como das torres ao longo da rodovia, transformando a paisagem de pecuária extensiva para industrial. Lembrando que nas propriedades onde as torres e demais sistemas são instalados, não há desapropriação nem alteração da produção agropecuária.

Com relação à infraestrutura dos acessos ao município de Santa Vitória do Palmar, Cardoso (2015) destaca que foi necessária a intervenção da comunidade local para que a empresa responsável pela implantação do parque fizesse as melhorias necessárias. Quanto à percepção econômica, a pesquisa destaca o fomento na área comercial e imobiliária, inclusive com aumento no custo de vida para a população residente, porém, nem todos confirmam o aumento na renda familiar. A pesquisa de Cardoso, ainda apresenta a percepção da paisagem noturna, destacando a iluminação de segurança das torres, proporcionando uma paisagem bonita e peculiar, comparando as luzes piscantes com “vaga lumes”, também a pecuária se beneficia das torres, a autora cita o fato das ovelhas aproveitarem a sombra das torres, alterando o “cotidiano da vida no campo”. As Figuras 45, 46 e 47 mostram as imagens relatadas nas entrevistas.

Figura 45: Vista noturna das torres com as luzes de segurança no alto.



Fonte: TECCHIO, 2015.

Figura 46: Vista das torres iluminadas com a subestação ao fundo.



Fonte: MARTINS, 2010.

Figura 47: Parque Eólico Chuí V em Santa Vitória do Palmar.



Fonte: CUSTÓDIO, 2015, p. 80.

O ruído, aspecto relevante em muitas pesquisas e bibliografias como um fator negativo para a geração de energia por turbinas eólicas, não foi destacado na pesquisa de Cardoso (2015). De maneira geral, segundo a pesquisa analisada, o Parque Eólico de Santa Vitória do Palmar “retirou o município do anonimato”. Trouxe um desenvolvimento limpo, alterou a relação da comunidade com a atividade de geração de energia e principalmente, apresenta uma nova paisagem, não apenas pelo aspecto visual que já é gracioso por si só, mas também por tudo o que representa este novo estilo, esta produção socioambiental da qual os moradores têm muito orgulho de compor.

O estudo realizado por Barcella e Brambilla (2012), no município de Osório, apresenta uma análise com percepções mais técnicas, inclusive o aporte visual, que detalha uma percepção da paisagem diferente do olhar geográfico como visto no estudo de Santa Vitória do Palmar. Os autores também detalham alguns aspectos negativos, que não foram percebidos nos demais estudos ou nas entrevistas, ou seja, nesta análise foram observadas as incongruências entre os dados teóricos e práticos. Uma observação que este estudo traz é o fato do parque ocupar uma extensão de área considerável em função do distanciamento necessário entre as torres, respeitando a sua altura, bem como o tamanho das pás.

A partir de uma conotação política, a entrevista foi conduzida para um viés mais

econômico, onde foi vislumbrado o potencial dos ventos para a produção de uma energia sustentável, além do favorecimento das questões ambientais, destacando a funcionalidade desta fonte energética. O olhar ainda econômico, visa o suprimento da demanda por energia sem comprometer o meio ambiente, apontando as vantagens do sistema eólico, pelo baixo impacto aos ecossistemas bem como o fato de não emitir gases poluentes e principalmente, por ser produzida a partir de um “combustível” inesgotável. (BARCELLA e BRAMBILLA, 2012).

Na análise socioambiental, Barcella e Brambilla (2012) descrevem os aspectos positivos da atividade, comparando com as usinas hidrelétricas, onde na geração de energia por sistema eólico, não há necessidade de formação de grandes lagos, assim como também não são necessárias as desapropriações. Na área de instalação do parque eólico do município de Osório, a população residente não sofreu nenhum impacto, pois além de manter as residências, puderam manter suas atividades, principalmente a criação de gado e agricultura. Também foram mencionadas as medidas compensatórias que a empresa responsável pelo parque em conjunto com a gestão municipal realizaram, destacando as melhorias em saneamento, reciclagem, revitalização de lagoas e outros cursos d’água, biblioteca ambiental e o mirante no morro da Borússia (morro local onde se contempla a vista do município e principalmente do Parque Eólico).

O aspecto visual positivo é percebido a partir do crescimento econômico local, a percepção visual é um atrativo turístico, pela paisagem dos aerogeradores alinhados como se observa no morro da Borússia, e pela perspectiva de sustentabilidade. Barcella e Brambilla (2012) acrescentam que no momento da implantação do parque houve muita desconfiança por parte da comunidade local, pois havia o receio de mudanças negativas quanto ao caráter visual e sonoro da paisagem local, em função da magnitude do empreendimento. Porém, com a conclusão das obras e a projeção econômica do município, a comunidade local teve uma percepção positiva do parque eólico como “algo bonito onde antes não havia nada”. O autor descreve ainda o fato de agora as torres estarem incorporadas à paisagem, como se observa na Figura 48. Ainda assim, a rejeição ao parque, em pesquisa realizada pelo município, chega a 20%, ou seja, apesar da aprovação da comunidade, existem moradores que se opõem à inovação pela alteração estética do empreendimento, desconsiderando as questões ambientais favoráveis proporcionadas pela geração de energia eólica.

Figura 48: Integração dos aerogeradores na paisagem em Osório.



Fonte: BOSSA, 2009.

A pesquisa também apresenta a percepção de inovação do empreendimento como outro aspecto positivo da atividade, porém os entrevistados, segundo Barcella e Brambilla (2012), descrevem a falta de planejamento no empreendimento de Osório, em função da operação iniciar a produção de energia em etapas, com diferença de anos. O estudo ainda destacou as questões relacionadas aos custos do projeto, citando os cuidados que a empresa responsável tem com o monitoramento do sistema e o mapeamento ambiental. Estes dados poderão ser utilizados posteriormente para os novos empreendimentos na região. Outro destaque na pesquisa relaciona o mito da inviabilidade de um parque eólico, considerando os custos, os benefícios por incentivos governamentais e, claro, a preservação ambiental. (BARCELLA e BRAMBILLA, 2012).

De maneira geral, os entrevistados em Osório consideram a implantação do parque como positiva, pois além do crescimento econômico, o empreendimento no local despertou a população para as questões ambientais, aproximando este tema à comunidade, que se sente parte da questão, que discute os problemas e sente orgulho por apoiar a produção de energia limpa. Barcella e Brambilla (2012) destacam ainda as perspectivas econômicas por parte dos entrevistados, que consideram o empreendimento um negócio atrativo e rentável, vislumbrando a competitividade futura, inclusive considerando a ampliação dos parques em função da localização geográfica favorecida, pelo relevo plano e pelos bons ventos. O

desenvolvimento local também foi observado na pesquisa, em especial pela geração de empregos, aumento na renda, desenvolvimento do turismo, aumento na arrecadação de impostos e as medidas para a preservação ambiental.

Em outro estudo no Parque Eólico de Osório, Daitx (2012) apresenta uma análise também realizada a partir de entrevistas com a comunidade local, tendo como recorte a população residente no município, focando as percepções ambientais relacionadas às transformações da paisagem. Os entrevistados possuem uma identificação diferenciada com a paisagem local, referindo-se à vegetação e demais componentes do território em questão, porém foram unânimes ao referenciar as turbinas eólicas, os “cata-ventos”, como parte da paisagem, destacando uma nova beleza ao visual da localidade.

Outro dado interessante por parte dos entrevistados, segundo Daitx (2012), é a nova relação das pessoas com a localidade, pois o município de Osório está localizado em uma região de fluxo intenso de pessoas, mas que até então apenas “passavam” pelo local para se dirigir às praias da região, ou para se deslocar a outras regiões, considerando a importante via de acesso que corta o município. Estas pessoas que passam pelo local agora usam os moradores como “guias” para obter mais informações sobre o Parque Eólico. A pesquisa ainda apresenta o aumento da população no entorno do parque, com a construção de novas casas, alterando sobre tudo, a paisagem, onde antes “só havia mato”, extrapolando a percepção da transformação ambiental.

A pesquisa no município de Osório apresenta uma informação semelhante à percepção de Santa Vitória do Palmar, quando a comunidade descreve a iluminação noturna, destacando o quanto as luzes vermelhas no alto das torres tornam a paisagem mais bonita e diferente, e novamente, citam a mudança nas noites calmas da região, como mostra a Figura 49. Neste sentido, o estudo revelou o quanto a comunidade observou as mudanças visuais ocorridas a partir da implantação do empreendimento. Os entrevistados também descreveram o aumento no fluxo de carros e pessoas como um aspecto de transformação, além do fomento na área comercial e imobiliária. O aumento na arrecadação de impostos no município foi mencionado na pesquisa, com reclamações por parte dos moradores, pois a gestão municipal ainda não cumpriu todas as promessas de melhorias na infraestrutura local, mas destacaram algumas ações já realizadas. (DAITX, 2012). Com relação ao ruído, a percepção foi positiva, no sentido de não haver nenhuma reclamação de caráter sonoro, até mesmo para os moradores mais próximos. A autora destacou o uso de tecnologias inovadoras para a redução deste impacto e ainda a distribuição dos aerogeradores, respeitando as distâncias das residências próximas.

Figura 49: Iluminação dos aerogeradores em Osório – Vista Noturna.



Fonte: BOSSA, 2009.

A análise da percepção ambiental no município de Osório por Daitx apresentou principalmente os aspectos positivos relacionados à atividade de geração de energia eólica. Os dados apresentados nas pesquisas comprovam uma forte interação da comunidade com o empreendimento, sobretudo com todas as particularidades envolvidas na atividade, sejam elas econômicas, sociais, culturais e ambientais. Destacam-se as observações sobre uma nova identidade ao município, à projeção do local para a região e para o mundo, o simbolismo de um desenvolvimento sustentável à localidade e principalmente a relação das pessoas interagindo com o novo, mantendo as tradições do velho, reconfigurando a paisagem do ambiente.

A pesquisa realizada no Parque Eólico de Santana do Livramento apresentou novas percepções sobre um empreendimento eólico, além das transformações analisadas até o momento. Uma das principais percepções observadas no município foi o resgate da autoestima da população, não apenas pelo caráter econômico que este empreendimento proporciona, mas pelo conjunto de ações envolvidas na atividade e pela projeção do município, que passa de uma simples localidade de fronteira para um polo gerador de energia sustentável. A pesquisa apresenta ainda a nova identidade do município a partir do contexto histórico de região fronteira e das particularidades da comunidade local.

No Parque Eólico de Cerro Chato, atualmente estão instalados 108 aerogeradores

dispostos de forma irregular, ou seja, não estão alinhados como ocorre em muitos parques no Brasil. Esta disposição contribui para um maior aproveitamento do vento em todas as direções sem que uma provoque o sombreamento na outra. O aproveitamento da área também é mais um motivo para esta dispersão, pois as propriedades familiares recebem quase o mesmo número de torres em suas terras, e este arrendamento proporcionou mudanças positivas. Alguns reformaram suas casas, outros construíram novas e também puderam aumentar sua produção, que é principalmente pecuária (gado leiteiro e de corte). Segundo Mendes, as propriedades ainda se beneficiaram dos novos acessos ampliados ou melhorados com a infraestrutura do parque. A segurança na região do parque é outro aspecto positivo, pois favoreceu aos proprietários que sofrem com os furtos da pecuária, muito comuns na região, principalmente em função da grande extensão de fronteira seca com o Uruguai, como destacou Mendes durante a entrevista.

Com o Parque Eólico de Santana do Livramento, a Eletrosul, empresa responsável pelo empreendimento, comemorou em 2012 a retomada da atividade de exploração de energia pelo governo. Pois em função das privatizações que ocorreram em 1998, a empresa deixou de ser geradora de energia. Somente em 2004 teve a licença homologada para explorar novamente a geração de energia, neste sentido, o Parque Eólico de Cerro Chato foi o marco desta retomada. A energia foi comercializada no 1º leilão exclusivo de energia eólica do Governo Federal realizado em 2009. Na época, o parque contava com 45 aerogeradores, com capacidade total instalada de 90 MW de potência. Marquette, Ferreira e Riedl (2012) ainda destacam a grande repercussão deste empreendimento no município, pois a comunidade economicamente ativa, volta a sonhar com a possibilidade de trabalho e renda, em função do número de empregos que a atividade gera de forma direta e indireta. Atualmente (julho de 2015), já está em fase final a ampliação do parque que contará a partir de dezembro de 2015 com o total de 108 aerogeradores, com capacidade total de 216 MW de potência instalada. As tecnologias dos aerogeradores são de última geração, sendo alguns importados da Alemanha, da Espanha, da Argentina e tecnologia brasileira, através da WEG.

Segundo Mendes, as obras no Parque iniciaram em junho de 2010 e apesar das dificuldades pelo terreno ser inóspito, pelos fortes ventos prejudicando o içamento dos equipamentos, e outras intempéries, o parque ficou pronto em 2011, dezoito meses após o início das obras e começou sua produção total em 2012. Mendes também destaca que a maior incidência de ventos ocorre no inverno, neste sentido, algumas obras do parque são planejadas em períodos de baixa intensidade de vento para otimizar o custo da produção e também evitar acidentes com as pessoas envolvidas nas atividades. A segurança do trabalho foi outro fator



importante na implantação do empreendimento. Conforme mencionado por Mendes, apesar das dificuldades técnicas e de pessoal, pois a maioria não tinha experiência na construção de parques eólicos, considerando que boa parte dos funcionários que atua no parque é da região e foram capacitados para trabalhar nas obras civis pela empresa contratada. Mesmo assim não há registros de acidentes graves, considerando o risco em função das atividades em alturas de até 100 metros e do manejo de equipamentos pesados, alguns itens com dezenas de toneladas. Os funcionários apresentaram um resultado bem satisfatório, tanto que atualmente parte da mão de obra foi alocada para as obras do Parque Eólico de Santa Vitória do Palmar, onde a empresa também participa do consórcio de investidores.

Sobre o desenvolvimento do turismo no município a partir da implantação do Parque Eólico de Cerro Chato, Mendes destaca que a atividade ainda não foi 100% explorada. Atualmente, a empresa Eletrosul recebe visitantes de várias regiões do Brasil, principalmente de regiões próximas, inclusive do país vizinho, o Uruguai. Desde o início das atividades de produção de energia, o parque já recebeu mais de 20 mil visitantes, sendo a maioria estudantes do ensino médio e de cursos de graduação, principalmente da engenharia. Parte destes visitantes do parque (aproximadamente 80%) aproveita para fazer compras em Rivera, cidade vizinha, onde existem diversos Freeshops, porém, as atividades ainda não foram estruturadas para um turismo ampliado, com aumento da permanência na região. Marquette, Ferreira e Riedl (2012) destacam que, apesar do potencial turístico que o município possui, a infraestrutura hoteleira já estava carente em função do comércio a partir da abertura dos Freeshops na cidade gêmea. Esta atividade precisa ser reorganizada quando o planejamento turístico for reestruturado.

A estrutura no parque para o atendimento às visitas está sendo ampliada, inicialmente os visitantes eram recebidos em um contêiner, hoje já existe uma casa específica no local com materiais audiovisuais para apresentação da empresa, das atividades do setor, do empreendimento e sobre questões ambientais, incluindo educação ambiental, preservação e a história da região. Durante a visita ao Parque, Mendes apresentou as futuras instalações para o atendimento aos visitantes, esta nova estrutura contará com uma edificação sustentável com relação à energia e aproveitamento da água. A nova instalação foi construída dentro do parque eólico, ao lado de um aerogerador e com uma belíssima vista panorâmica de parte da área do parque, onde é possível ver muitos aerogeradores, uma das subestações que recebem a energia produzida pelos aerogeradores e envia para a rede através de torres de transmissão instaladas também dentro do parque. Este centro de atendimento está sendo estruturado em função da

demanda de visitantes, sejam turistas, estudantes, pesquisadores e comunidade em geral, a Figura 50 mostra a nova “casa” para o atendimento aos visitantes, fotografada em 18/07/2015.

Figura 50: Futuras instalações para atendimento aos visitantes, Santana do Livramento.



Fonte: a autora (foto de 18/07/2015).

Segundo Mendes, existem projetos para ampliar as visitas, estes visam também fomentar o turismo, resgatando a história do município, reforçando a importância do pampa gaúcho (o Bioma Pampa), a preservação do meio ambiente, incluindo toda a fauna e flora (considerando que existem espécies únicas na região). Estes projetos contemplam as atividades econômicas locais e devem contar com a participação de entidades locais relacionadas: como de hospedagem, gastronomia (atualmente voltadas principalmente para o turismo de compras), instituições de ensino (já atuantes no projeto), entre outras.

Mendes destaca outro fator importante relacionado ao setor, o resgate da autoestima dos moradores locais. Pois com o fechamento dos frigoríficos na década de 1980, parte da população economicamente ativa precisou deixar a cidade em busca de empregos, apesar das tentativas de novos empreendimentos desde o início deste século, isto gerou uma redução de 10% na população total entre 2000 e 2010, que também sofreu com o aumento da pobreza. Enquanto para outra parte da população, houve a necessidade de reorganização, de alteração na dinâmica econômica do município, especializando-se nas atividades de serviços e

comércio, alterando a estrutura básica dos costumes tradicionais locais. (MARQUETTO, FERREIRA e RIEDL 2012).

O novo empreendimento trouxe: (i) a esperança de oferta de empregos; (ii) aumento na arrecadação fiscal (Mendes lembra que este aumento na arrecadação está ligado aos serviços ampliados desde o início do projeto do parque eólico. A arrecadação pela produção de energia ainda não foi computada, segundo Marquette, Ferreira e Riedl (2012), o município prevê um aumento de 40% na arrecadação de ICMS); (iv) a possibilidade de crescimento do turismo de compras e (v) a oferta de novos cursos para a qualificação de pessoal para o atendimento da demanda de mão de obra no setor energético e demais serviços. Conforme Mendes, o parque eólico também possibilitou a inclusão de outra atividade, o município de Santana do Livramento é o único no Rio Grande do Sul habilitado para fornecer licenciamento ambiental para empreendimentos eólicos, além do órgão estadual, a FEPAM.

Mendes destacou o aumento no quadro de funcionários da Eletrosul, inclusive, o polo que antes estava sediado em outro município, precisou ser transferido para Santana do Livramento, desta forma o atendimento que o empreendimento necessita foi ampliado. Para a construção do parque foi necessária a contratação de mão de obra local, principalmente para a construção da base das torres e para a infraestrutura, incluindo o acesso ao parque. Segundo Marquette, Ferreira e Riedl (2012) foram mais de mil empregos criados, entre diretos e indiretos, aproximadamente 500 formais (com carteira assinada), sendo que alguns destes postos de trabalho foram preenchidos com mão de obra externa em função das especialidades exigidas. Esta mão de obra gerou um incremento na economia local, alguns hotéis ficaram permanentemente ocupados no período das obras e permanecem assim em função de novas torres em implantação. O mesmo ocorre com restaurantes, alguns enviam refeições diariamente no local das obras, dentro do parque.

Segundo Mendes, os impactos sociais, econômicos, políticos e culturais foram imediatamente percebidos pela comunidade, modificando-a profundamente, alterando o fluxo de pessoas, surgindo novos investimentos, inclusive de capital estrangeiro, mudando a configuração da cidade, principalmente pela ocupação de pessoal local para as obras do empreendimento. A valorização dos imóveis também foi destacada por Mendes, apesar desta valorização gerar controvérsias. Na visita ao parque, podem-se verificar as melhorias no acesso às propriedades, que conseqüentemente, dão acesso aos aerogeradores e demais componentes do parque, como as subestações, as torres de transmissão, entre outros. As melhorias na infraestrutura das propriedades também foram constatadas, muitas com novas residências e grande quantidade de animais como ovelhas, gado, cavalos e avestruzes. Mendes

descreve a economia do município, cuja principal produção é de gado de corte, seguido de ovinos, gado leiteiro e a produção de arroz. Com relação ao gado de corte, a produção abastece diversas regiões no Estado e também é enviado para outros estados. O gado é comercializado vivo, o que gera pouco valor agregado à atividade, pois o município “perdeu” seus frigoríficos na década de 1980. Da mesma forma o leite é enviado *in natura* para ser processado em empresas da região.

O formato do Parque Eólico Cerro Chato, de Santana do Livramento, impressiona pela imponência das torres, pelos diferentes desenhos e tamanhos das pás, e pela transformação dos pampas do Cerro Chato. Esta nova paisagem configura o casamento de um bioma pacato aos olhos da sociedade, porém repleto de vida, de uma biologia diversificada e única, com uma tecnologia avançada, artificial e ao mesmo tempo natural, como se observa na Figura 51. A fusão do velho com o novo, do tradicional com o arrojado, pode mudar a vida de quem vive na localidade. Esta mudança ocorre em um período de abandono e inércia da região, mudando a vida de quem está a milhares de quilômetros dali pela energia que recebem e da região pela energia que fornecem. Esta via de mão dupla é necessária na promoção do desenvolvimento regional, pois todos precisam de energia e todos precisam de vida.

Figura 51: Aerogeradores integrados na paisagem em Santana do Livramento.



Fonte: ALBORNOZ, 2015.

Durante a visita ao Parque foi possível constatar uma variedade grande de espécies de aves, mais de dez espécies entre pequenas e grandes, como condores, gaviões, periquitos, pica-pau do pescoço amarelo, entre outros. A pecuária é a atividade principal das propriedades

locais, por este motivo foram vistos muitas ovelhas, cavalos, gado – tanto gado de corte como vacas leiteiras – avestruzes e burros. A Figura 52 apresenta algumas espécies catalogadas no Parque Eólico de Santana do Livramento.

Figura 52: Fauna preservada no Parque Eólico de Santana do Livramento.



Fonte: MENDES E REIS, 2015, p. 40.

Com exceção da grande estação para a rede de transmissão, construída no local, e dos cabos de rede utilizados para a distribuição da energia gerada, as torres formam uma paisagem agradável, como se fizesse parte do bioma local. Além do potencial energético, a região pode explorar o potencial turístico, pois a transformação da paisagem associada à tecnologia pode ser um ótimo atrativo para os mais diversos públicos. Promovendo além da energia limpa e barata, o desenvolvimento regional com o incremento econômico e social da atividade.

## 6 CONCLUSÃO

As questões energéticas sempre estiveram presentes no contexto do desenvolvimento humano principalmente pela dinâmica local e regional. Portanto, foi fundamental analisar a situação do Brasil e do Rio Grande do Sul, verificando neste cenário o histórico, a demanda atual, bem como as projeções para o futuro da energia elétrica. Neste sentido, pode-se observar o quanto o Brasil e, por consequência, o Rio Grande do Sul, evoluíram economicamente em função da energia produzida e consumida para o atendimento ao modo de vida da população, considerando as transformações nos processos de produção e de aglomeração da população, principalmente a urbana, em função da oferta de energia. Por outro lado, a permanência do homem nas áreas rurais também é consequência da energia, ou melhor, da “luz” que foi enviada ao campo, facilitando as atividades rotineiras, inclusive prolongando os dias.

Observou-se principalmente neste panorama, o aumento na dependência da energia por parte da população de maneira geral, porém, com uma dependência ainda maior pela atividade industrial, que apesar de seu fraco crescimento em comparação às demais atividades nos últimos 10 anos, ainda é a atividade de maior consumo energético. Lembrando que o reflexo no Rio Grande do Sul é semelhante ao observado no Brasil. Embora o RS nos últimos anos passe por transformações no sentido de buscar a autossuficiência energética, há ainda a possibilidade de virar a chave, ofertando mais energia do que consumindo, pelo incremento na geração e transmissão.

Comparando o desenvolvimento econômico e energético no Brasil e no mundo, pode-se observar que esse ocorreu por diversos fatores (econômicos, sociais, ambientais, culturais, políticos, etc.) e existe uma forte relação entre os mesmos, ou seja, existe uma dependência mútua entre os fatores envolvidos. O mundo de maneira geral evoluiu, se diversificou, criou novas tecnologias, aumentou o consumo de bens, duráveis ou não, produziu mais alimentos, enfim, se globalizou. O Brasil acompanhou esta evolução, aumentou a exploração de combustíveis fósseis, expandiu sua produção industrial e agrícola para todas as regiões do mundo, e ao mesmo tempo permitiu a importação de bens de consumo, incluindo a oferta de energia para atender a matriz energética interna. Porém, nas análises comparativas entre o desenvolvimento econômico e energético, observou-se que o país ainda carece de eficiência energética, ao contrário da tendência mundial que se beneficia dos progressos com relação a esta eficiência no consumo da energia.

Com relação a este cenário atual, pode-se observar que o Brasil enfrenta muitos desafios, apesar de ter uma matriz energética renovável, no entanto, predominantemente hídrica. Portanto, precisa ainda vencer muitos obstáculos, no sentido de diversificar esta matriz e impulsionar a economia de forma simultânea, para não comprometer as atividades correntes. É com esta estratégia que o Brasil, e também o Rio Grande do Sul, planejam a inserção de fontes de energias renováveis. Neste sentido, o Governo em parceria com demais atores envolvidos nas questões energéticas, atuam no planejamento de projetos para a geração de energia a partir das fontes alternativas viáveis em todo o território nacional. Considerando que cada região/estado apresenta características diferentes e com potenciais energéticos distintos, sendo ainda boa parte destas fontes alternativas, renováveis. O Rio Grande do Sul por sua vez, se destaca por seu potencial de biomassa, hídrico, considerando pequenas centrais hidrelétricas, e principalmente, pelo seu potencial eólico.

O Rio Grande do Sul, apesar de não ter sido pioneiro na geração de energia por turbinas eólicas, foi pioneiro no Brasil na geração a partir de grandes parques eólicos e pela comercialização nos leilões de energia. Sendo que após a implantação do primeiro parque eólico no Estado, se intensificaram as pesquisas relacionadas à atividade, tanto para verificar o potencial técnico a partir dos ventos e demais variáveis necessárias para a produção da energia eólica, como os demais aspectos envolvidos, principalmente os econômicos. A importância das questões ambientais também deve ser considerada e comemorada, pois o Parque Eólico de Osório só foi viável em função dos estudos ambientais e pelo licenciamento ambiental concedido pela FEPAM, órgão ambiental do Estado.

A interação com estes aspectos envolveu de forma direta a comunidade, principalmente a comunidade local, pois esta percebeu todos os impactos desta nova atividade. A começar pela mudança na paisagem com a instalação das imponentes torres eólicas, as linhas de transmissão, as subestações para o direcionamento da energia gerada, a movimentação de mão de obra e ainda pelas vias de acesso construídas ou ampliadas para a implantação do parque. Esta transformação da paisagem local mudou também as pessoas, ou seja, as questões relacionadas à energia vão muito além dos fatores econômicos, são transformadores das relações sociais. De maneira geral, a comunidade percebeu o quanto faz parte do todo, bem como de quanto as suas opiniões e ações refletem de forma tão grandiosa e tão distante, visto que sem a aprovação da comunidade, a implantação dos parques seria inviável ou, no mínimo, mais complexa.

Na análise realizada nos municípios de Osório, Santa Vitória do Palmar e Santana do Livramento, em função dos grandes parques eólicos instalados a partir de 2006, podem-se observar os impactos positivos que esta atividade produz, além da geração de eletricidade, considerando os resultados a partir da percepção da comunidade local de cada município. Com relação aos fatores econômicos, a população local destaca o incremento do comércio, bem como no setor imobiliário. Também observaram as melhorias na infraestrutura, principalmente nas vias de acesso (estradas, rodovias, pontes, etc.). Os entrevistados lembraram ainda do retorno financeiro que o município recebe, através dos impostos na comercialização da energia gerada no local e aguardam por mais melhorias na infraestrutura do município (escolas, estabelecimentos públicos, etc.).

As atividades diretas do parque, desde o projeto até a operação, demandam mão de obra, tanto local como também externa. O atendimento desta demanda por pessoal local trouxe uma nova economia, pois apesar do sistema necessitar basicamente mão de obra para a engenharia civil, esta necessita de pessoal com capacitação específica e treinamento de segurança. Assim, as instituições educacionais também precisaram se adaptar para oferecer a capacitação necessária para a atividade. O atendimento da demanda por pessoal especializado, normalmente é externo, estes por sua vez, necessitam de outros serviços locais, principalmente restaurantes e hospedagem. Sendo que parte deste incremento nos serviços é mantida após a implantação do parque, o que mantém a economia ativa deste setor.

O incremento no turismo também foi destacado pela percepção da comunidade em todos os municípios de análise, apesar de não haver em nenhuma das cidades, uma estrutura com roteiro específico para o atendimento ao turismo. No entanto, os municípios de Osório e Santana do Livramento possuem, dentro do Parque, uma estrutura para atender visitantes, com técnicos e instrutores capacitados para apresentar todo o sistema para a geração de energia eólica, as particularidades da atividade, inclusive com visitação às torres eólicas. Em ambos os parques, o atendimento é personalizado, existe um roteiro para informar ao visitante sobre a importância das questões ambientais, com foco na educação ambiental, visando à preservação do meio ambiente, não apenas na área do Parque, mas em todas as nossas atividades, incluindo gestão de resíduos, consumo eficiente, entre outros.

A percepção da comunidade com relação à instalação dos parques foi além do que eles imaginavam inicialmente, pois perceberam as questões ambientais, conheceram a importância desta relação, puderam se projetar para o mundo como atores de ações sustentáveis. Assim como também puderam apresentar ao mundo a sua própria relação com a antiga paisagem



local e, mais ainda, com a nova paisagem, sem que fosse necessária sua saída, ou a mudança da sua rotina diária, seja na agricultura, pecuária, ou outra atividade diária. Os entrevistados que inicialmente estavam receosos com as gigantescas torres e cabos de energia, hoje se orgulham de ver no quintal de suas casas o futuro, o desenvolvimento tão simples e ao mesmo tempo tão tecnológico. Estas transformações criaram uma nova essência nas localidades dos parques eólicos, que hoje vive em uma nova região, em um novo território, sem a necessidade de mudança geográfica, ocorre uma mudança essencialmente social nas comunidades.

Neste sentido, pode-se afirmar que os objetivos específicos foram alcançados. Foi possível identificar o cenário atual do Brasil e do Rio Grande do Sul, apresentando as possibilidades para o incremento energético e, conseqüentemente, econômico para o país e, principalmente, para o Estado. Considerando o potencial eólico do Rio Grande do Sul, os projetos em construção para novos parques ou ampliação das unidades existentes e ainda os investimentos por incentivo do governo e de empresas que já operam os parques no Estado. Incluem-se aqui todos os setores e atividades que envolvem um sistema eólico, na área de pesquisa tecnológica e principalmente ambiental, desenvolvimento de equipamentos e componentes, infraestrutura, etc.

A análise das percepções também foi positiva, pois apresentou informações que sequer foram cogitadas inicialmente, com relação à comunidade local e as interações ambientais.

O resultado da análise visando às particularidades que envolvem a implantação de um parque eólico também foi positivo, pois igualmente apresentou dados e informações relevantes para o dimensionamento de um parque, bem como demais variáveis que podem inviabilizar um projeto desta magnitude.

O principal objetivo deste estudo foi analisar a Energia Eólica como fonte complementar propulsora do desenvolvimento, atendendo assim a demanda por energia elétrica no Rio Grande do Sul, bem como oportunizar o crescimento econômico a partir desta fonte. Os resultados desta análise foram evidenciados através de pesquisas bibliográficas, seminários, entrevistas e visita aos Parques Eólicos. A partir dos resultados apresentados no capítulo anterior, pode-se afirmar o potencial da Energia Eólica como propulsora do desenvolvimento no Rio Grande do Sul. Este potencial foi considerado a partir dos aspectos técnicos relacionados de forma direta na produção de energia, pela sua estrutura física e tecnológica, que abrange várias atividades paralelas para o seu funcionamento pleno. Considerando também as percepções pelo envolvimento da comunidade com o setor, com as

novas demandas e principalmente pela mudança de paradigma absorvida e aceita pela comunidade.

Apesar dos resultados positivos que esta dissertação apresenta, ainda existem muitos estudos a serem realizados na área de energia, considerando sua importância, não apenas para as comunidades locais ou regionais, mas para o mundo todo. Esta urgência em atender à demanda energética é fundamental para o desenvolvimento econômico, mas mais ainda para atender à demanda sustentável, pois sem os recursos naturais de nada adianta o crescimento econômico. Da mesma forma, os estudos relacionados aos interesses da comunidade local também são fundamentais, considerando que a inclusão de uma nova economia ocorre pela sua participação e aceitação.

Neste sentido, inclui-se nas particularidades da energia eólica, uma das principais questões discutidas no mundo todo, o desenvolvimento sustentável, que apesar das várias definições é um aspecto importante a ser analisado em qualquer atividade, neste caso em particular, a geração e consumo da energia elétrica. Assim, observa-se também a vulnerabilidade da questão, considerando os fatores econômicos e sociais, além dos ambientais. Entretanto, a geração de energia por turbinas eólicas é um forte aliado para o desenvolvimento sustentável, pois os países desenvolvidos investem em ações que visam a redução da emissão de gases do efeito estufa nos países em desenvolvimento, neste caso, a implantação de parques eólicos no Brasil.

No entanto, conforme analisado neste trabalho, para o real desenvolvimento sustentável, é preciso um conjunto de ações, entre as relações econômicas, ambientais e sociais, onde a percepção da comunidade local também deve ser considerada. Estas percepções visam acima de tudo o bem estar social das pessoas que vivem no local onde os parques são instalados, independente de qualquer fator ou aspecto externo. Desta forma, insere-se um novo aspecto na análise do desenvolvimento sustentável, o cultural, considerando a identidade da comunidade local com esta nova tecnologia, ou melhor, a alteração da identidade da comunidade a partir da implantação dos parques eólicos.

## **6.1 CONSIDERAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Para pesquisas futuras na área, a partir do estudo realizado nesta dissertação, pode-se destacar a necessidade de estudos de viabilidade para o incremento do turismo a partir da

energia eólica, bem como aprofundar os estudos das mudanças na comunidade para ampliar a participação desta nas questões locais e regionais. Assim também, é importante ampliar os estudos da redução dos impactos ambientais com a inclusão da geração de energia por turbinas eólicas e aprofundar as análises de impactos ambientais gerados com a implantação da energia eólica. Outra atividade fundamental para o desenvolvimento regional é a possibilidade de criação de polos tecnológicos a partir das mudanças estruturais dos locais pela implantação dos Parques Eólicos, considerando os aspectos econômicos e sociais inclusos na questão. E por fim, realizar pesquisas para a viabilidade para a inclusão de outras fontes de energia renovável: Solar, Biomassa, Biogás, entre outras, considerando a geração de energia de forma cooperada, garantindo assim o atendimento da demanda local, regional e nacional.

## **6.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste trabalho foram analisados alguns aspectos relacionando a Energia com o Desenvolvimento Regional, assim, observou-se: (i) a Evolução econômica no Brasil e no Rio Grande do Sul a partir da utilização da energia, bem como (ii) o aumento na dependência pela energia, principalmente na atividade industrial; (iii) a necessidade de Diversificação da Matriz energética, apesar de ser predominantemente renovável, no entanto, ainda depende dos recursos hídricos; (iv) Necessidade de impulsionar a economia, fragilizada por diversos fatores, incluindo os altos custos e o potencial de escassez da energia; (v) o Potencial Eólico do Brasil, favorável principalmente no Rio Grande do Sul; (vi) as Mudanças na Paisagem a partir da implantação dos Parques Eólicos no RS; (vii) as Transformações na População, que se envolve mais nas questões ambientais, energéticas e econômicas com a energia Eólica no quintal de suas casas; (viii) as Mudanças na economia – principalmente nas atividades comerciais e no setor imobiliário, no incremento e participação das instituições educacionais, na ampliação nos serviços de hospedagem e gastronomia, e ainda o aumento no Turismo para conhecer os aerogeradores e as transformações locais; (ix) a Mudança Social por parte da comunidade com o incremento de emprego e renda, e conseqüentemente, na valorização local. Em resumo, pode-se observar uma Mudança de Paradigma a partir da Energia Eólica e suas particularidades.

## REFERÊNCIAS

- ACKERMANN, T. Wind Power in Power Systems. **Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden**. 2005. Disponível em: [http://iie.fing.edu.uy/simsee/curso2010/wind\\_power\\_in\\_power\\_systems.pdf](http://iie.fing.edu.uy/simsee/curso2010/wind_power_in_power_systems.pdf). Acesso em: Junho / 2014.
- AGUADO, E.; BURT, J. E. **Understanding Weather and Climate**. 6°. ed. Boston: Pearson, 2013.
- ALDABÓ, R. **Qualidade na Energia Elétrica**. São Paulo: Artliber Editora, 2001.
- ALBIERO, D.; et all. Turbina eólica para agricultura familiar do semiárido com inovações tecnológicas para baixas velocidades de vento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 186-196, jan-mar, 2014.
- ALBORNOZ, A. Fotos do Complexo Eólico Cerro Chato. Disponível em: <http://www.eletrosul.gov.br/ampnbs/fotos-do-complexo-eolico-cerro-chato>. Acesso em: Setembro/2015.
- ALVES, J.E.D. **Considerações sobre projeções populacionais e econômicas para 2050 e seus impactos sobre a pobreza e o meio ambiente**. Aparte, IE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.
- ALVES, J. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional – G&DR**. v. 6, n. 1, p. 165-188, Taubaté, SP, Brasil, jan-abr/2010.
- AMARANTE, O. C.; et all. **Atlas eólico: Rio Grande do Sul**. (elaborado por Camargo Schubert Engenheiros Associados, Eletrosul Centrais Elétricas S.A.). Porto Alegre : SDPI : AGDI, 2014. 116 p.
- AMARANTE, O. C.; et all. **Atlas eólico: Rio Grande do Sul**. Editado pela Secretaria de Energia Minas e Comunicações. Porto Alegre: SEMC, 2002. 70 p.
- AMARO, R. R. Desenvolvimento — um conceito ultrapassado ou em renovação? Da teoria à prática e da prática à teoria. **Cadernos de Estudos Africanos**, num. 4, Lisboa, 2003, 35-70. Disponível em: <http://cea.revues.org/1573>; DOI: 10.4000/cea.1573.
- AMORIN, F. **Morcegos e Parques Eólicos**: relação entre o uso do espaço e a mortalidade, avaliação de metodologias, e influência de fatores ambientais e ecológicos sobre a mortalidade. Dissertação de Mestrado em Biologia da Conservação. Universidade de Évora. Évora, 2009.
- ANDRADE, Célio. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a Adoção de Tecnologias mais Limpas no Brasil**. International Workshop, São Paulo, 2009.
- ANDRADE, M. C. **A questão do território no Brasil**. São Paulo: Hucitec; Recife: IPESPE, 1995.
- ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília: ANEEL, 2005. 236p.
- \_\_\_\_\_, Agência Nacional de Energia Elétrica. Relatório Geração Energia Eólica. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoGeracaoTipo.asp?tipo=7&ger=Outros&principal=E%F3lica>, Acesso em Set. 2015.
- BAGGIO, G. P. **Seminário Crise Energética e Desenvolvimento – Vulnerabilidades Jurídicas do Sistema Elétrico Brasileiro**. SENGE/RS, PUC - Maio/2015. Disponível em: <http://www.sengers.org.br/site/noticias/1859/crise-energetica-e-desenvolvimento-seminario-celebra-com-exito-os-73-anos-do-senge>.
- BAIRD, C. **Química Ambiental**. trad. Maria Angeles, Lobo Recio e Luiz Carlos Marques Carrerá, 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- BARCELLA, M. S.; BRAMBILLA, F. R. Energia eólica e os impactos socioambientais: estudo de Caso em parque eólico do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.6,

n.2, p. 5 a 18, 2012.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora Edições 70, 1977.

BARROS, M. A. S.; MAGALHAES, R. G.; RUI, A. M. Species composition and mortality of bats at the Osório Wind Farm, southern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 50, p. 31-39, 2015.

BECKER, Howard S. **Métodos de pesquisa em Ciências Sociais**. Tradução de Marco Estevão. 3a edição. São Paulo: Editora Hucitec, 1994.

BEN, **Balanco Energético Nacional 2013, Sumário Executivo, ano base 2011**. Ministério de Minas e Energia.

BENEDUCE, F. C. A. **A sociedade Energética e o meio ambiente**. Ceará: Instituto Tecnológico e Vocacional de Aquiraz, 2000.

BONI, V.; QUARESMA, S.J. Aprendendo a entrevistar: como fazer entrevistas em Ciências Sociais. **Revista Eletrônica dos Pós-Graduandos em Sociologia Política da UFSC** Vol. 2 nº 1 (3), janeiro-julho/2005, p. 68-80.

BOSSA, I. A. Banco de Imagens – Eólica Osório. 2009. Disponível em: <http://www.forumdeenergia.com.br/pt/banco-de-imagens.php>. Acesso em: Setembro/2015.

BOYLE, G. **Renewable Energy – Power for a Sustainable Future**. Oxford University, 1996.

BRAGA, B., (et al.). **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Senado Federal. Subsecretaria de Edições Técnicas. **Protocolo de Quioto e legislação correlata**. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas do Senado Federal, 2004. v. 3 (Coleção Ambiental). 88 p.

BURATTINI, M.P.T.C. **Energia: Uma abordagem multidisciplinar**. São Paulo: Editora da Física, 2008.

BUSNELLO, H.C. **Seminário Crise Energética e Desenvolvimento – Desafios Técnicos e Socioeconômicos da Oferta de Energia**. SENGE/RS, PUC - Maio/2015. Disponível em: <http://www.sengers.org.br/site/noticias/1859/crise-energetica-e-desenvolvimento-seminario-celebra-com-exito-os-73-anos-do-senge>.

CLEMENTINO, L. D. **A Conservação de Energia por meio da Co-Geração de Energia Elétrica**. Érica, São Paulo, 2001.

COSTA, R. A.; CASOTTI, B. P.; AZEVEDO, R. L. S. **Um Panorama da Indústria de Bens de Capital Relacionados à Energia Eólica**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 29, p. 229-278, 2009.

CUSTÓDIO, R. S. **Seminário Crise Energética e Desenvolvimento – Desafios Técnicos e Socioeconômicos da Oferta de Energia**. SENGE/RS, PUC - Maio/2015. Disponível em: <http://www.sengers.org.br/site/noticias/1859/crise-energetica-e-desenvolvimento-seminario-celebra-com-exito-os-73-anos-do-senge>.

CUSTÓDIO, R. S. **Energia eólica para produção de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

DALMAZ, A.; PASSOS, J. C.; COLLE, S. Energia eólica para geração de eletricidade e a importância da previsão. **Revista ABCM – Engenharia**, Vol. XIII - Nº 1, 2008.

DAITX, J. Impacto na paisagem gerado pelo parque eólico de Osório, sob a visão dos moradores: análise de resultados e metodologia utilizada. In: VERDUM, R. (Org.); VIEIRA, L. F.; Bruno Fleck Pinto (Org.); SILVA, L. A. P. **Paisagem - leituras, significados, transformações**. 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

DORARO, R. M. **Avaliação de Modelos Meteorológicos de mesoescala em Projetos de Energia Eólica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2013.

EPE. Empresa de Pesquisas Energéticas. **Nota Técnica DEA 13/14. Estudos de Demanda de Energia – 2050**. Rio de Janeiro, 2014.

EWEA, 2009, Wind Energy - The Facts. [S.l.]: **European Wind Energy Association**. Disponível em: <http://www.wind-energy-the-facts.org/>. Acessado em Junho/2015.

FACULDADES INTEGRADAS DE TAQUARA. **Manual para Elaboração e Formatação de Projetos de Pesquisa e de Trabalhos de Conclusão de Curso – TCC**. 2011. FACCAT. Disponível em: <<http://www.faccat.br>>. Acesso em: 25 ago. 2014.

FARRET, Félix Alberto. **Aproveitamento de Pequenas Fontes de Energia Elétrica**. Ed. UFSM. Santa Maria, 1999.

FEITOSA, E. O.; et all. Energia eólica como alternativa energética para convivência com semiárido no perímetro irrigado Tabuleiros de Russas. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v.8, no. 3, p.199 - 209, 2014.

FREISLEBEN, A. P.; PISCINATTO, A. C. O Papel da Indústria Nacional de Equipamentos para Energia Eólica na Sustentabilidade. **Revista Eletrônica Georaguia**. Barra do Garças-MT. Edição Especial. p. 77-95. Setembro. 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. - 6. ed. - São Paulo : Atlas, 2008.

GOLDEMBERG, J. Energia e desenvolvimento. Dossiê Recursos Naturais. **Revista Estudos Avançados** 12 (33), 1998.

GRAFF, M.; BREMNER, J. **A Practical Guide to Population and Development**. POPULATION REFERENCE BUREAU. Washington, DC, 2014. Disponível em: [www.prb.org](http://www.prb.org). Acessado em: Junho/2015.

GREEN SAVERS – <http://greensavers.sapo.pt/2013/07/06/nova-turbina-eolica-gera-600-mais-energia-do-que-as-convencionais/>. Acessado em Julho de 2014.

HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, Merlin. **Energia e Meio Ambiente**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Técnicas de pesquisa**. 3a edição. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

LEITE, Antônio Dias. **Energia do Brasil**. 2. ed. Elsevier, Rio de Janeiro, 2007.

LEITE, A. P.; BORGES, C. L. T.; FALCAO, D. M. Modelagem de usinas eólicas para estudos de confiabilidade. **Revista Controle & Automação**. Vol.17 no.2/Abril, Maio e Junho 2006.

LIU, L. What is the Implication of a Growing World Population? **The Spectrum**. University of Pennsylvania Government and Politics Association. Pennsylvania, 2013.

LOPEZ, R. A. **Energia Eólica**. 2ª Ed. Artliber, São Paulo, 2012.

MARK, A. H. Bats Killed in Large Numbers at United States Wind Energy Facilities. **BioScience**. Vol. 63, nº 12, p. 975-979, Dezembro/2013. Disponível em: <http://bioscience.oxfordjournals.org/content/63/12/975.short>. Acesso em: Novembro/2015.

MARQUETTO, R. F.; FERREIRA, M.A.; RIEDL, M. A dinâmica entre a tradição e a modernidade no contexto de ant'Ana do Livramento – RS e suas inflexões sobre a sociedade e o desenvolvimento local e regional. **COLÓQUIO, Revista Científica da FACCAT**, v.9, n.2, jul./dez. 2012.

MARTINS, J. Foto – Eólicas e Estrelas. 2010. Disponível em: <http://joaquimmartins.blogspot.com.br/2010/08/eolicas-e-estrelas.html>. Acesso em: Setembro/2015.

- MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. O aproveitamento da Energia Eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [www.sbfisica.org.br](http://www.sbfisica.org.br), v. 30, n. 1, 1304, 2008.
- MATTUELLA, J. M. L. **Fontes Energéticas Sustentáveis: Um estudo de caso sobre a viabilidade do aproveitamento da energia eólica em três localidades do RS**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2005.
- MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Revista Estudos Avançados**. vol.27 no.77. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000100010>. São Paulo. 2013.
- MENDES, N. R.; REIS, V. **Usina Eólica Cerro Chato**: Sant'Ana do Livramento/RS. Sfera: Santana do Livramento, 2015.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza (org). **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade**. 6a Edição. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.
- MONTEZANO, B. E. M. **Estratégias para identificação de sítios eólicos promissores usando Sistema de Informação Geográfica e Algoritmos Evolutivos** – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2012. xix, 196 p.
- MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.
- MOREIRA, R. N., et all. Energia eólica no quintal da nossa casa?! Percepção ambiental dos impactos socioambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de sítio do Cumbe em Aracati-CE. GeAS – **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade** E-ISSN: 2316-9834; DOI: 10.5585/geas.v2i1.39. 2013.
- MOREIRA, S. B. **Sobre a natureza multidimensional do desenvolvimento**. Comunicação apresentada no X Congresso Luso-Afro-Brasileiro de Ciências Sociais: Sociedades Desiguais e Paradigmas em Confronto - 2009, Braga. Disponível em: [http://comum.rcaap.pt/bitstream/123456789/4497/1/9\\_2009\\_CongLAB-Braga\\_atas.1.pdf](http://comum.rcaap.pt/bitstream/123456789/4497/1/9_2009_CongLAB-Braga_atas.1.pdf)
- NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B. B.; CUNHA, S. K. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cad. EBAPE.BR**, v. 10, no 3, artigo 9, Rio de Janeiro, Set. 2012.
- OCÁCIA, G. C.; SANTOS, J. C. V. Efeito de capacidade e de compensação na utilização de energia fotovoltaica e de energia eólica. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 9, n. 12, p. 37-44, jul./dez. 2008
- ONU. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**, (ST/ESA/SER.A/366).
- PEDROSA, P. J. B. M. **Desafios da regulação do setor elétrico, modicidade tarifária e atração de investimentos**. – Brasília : ANEEL, 2005.
- PEREIRA, E.B., et al. **Atlas brasileiro de Energia Solar**. – São José dos Campos : INPE, 2006.
- PIRES, F. L. R. S. Gestão Ambiental e Responsabilidade Social da Administração Pública. **Colóquio. Rev. Científica da FACCAT**. V.8. n.1-2, jan/dez. 2011.
- RAMPINELLI, G. A.; ROSA JUNIOR, C. G. Análise da Geração Eólica na Matriz Brasileira de Energia Elétrica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Vol.14, n.º 2, Jul/Dez 2012.
- REN21. 2011. **Renewables 2013 Global Status Report**. (Paris: REN21 Secretariat).
- REN21. 2013. **Renewables 2013 Global Status Report**. (Paris: REN21 Secretariat). ISBN 978-3-9815934-0-2

- REIS, L. B.; SILVEIRA S. **Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável**. EDUSP, São Paulo, 2000.
- REY, R. R. R.; OLIVEIRA, F. C. **Fatores técnicos de impacto no meio ambiente nos geradores de energia elétrica eólica do Ceará: um estudo de caso na indústria da Taíba**. Apresentado no “V Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa da Unifor”, 2005, Fortaleza. Anais do “V Encontro de Pós-Graduação e Pesquisa da Unifor”, 2005.
- RIBEIRO, H. C. M.; PIEROT, R. M.; CORRÊA, R. Projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo: Um Estudo de Caso na Empresa de Energia Eólica do Estado do Piauí. **REUNIR–Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – Vol. 2, no 2 – Edição Especial Rio +20, Ago.**, p.61-75, 2012. ISSN: 2237-3667.
- RODRIGUES, M. L. et all. **A Percepção Ambiental Como Instrumento de Apoio na Gestão e na Formulação de Políticas Públicas Ambientais**. Saúde Soc. São Paulo, v.21, supl.3, p.96-110. 2012.
- SANCHES, L. M. U. **As deficiências legais da regulação no setor elétrico do Brasil**. *Revista Jus Navigandi*, Teresina, ano 7, n. 58, 1 ago. 2002. Disponível em: <http://jus.com.br/artigos/3159>. Acesso em: 5 jul. 2015.
- SANFORD, K. **Aplicação do método ABC (Activity-Based Costing) para custeio de projetos de parques eólicos**. Revista da Graduação. Vol. 5 , No. 2 , 2012. ISSN 1983-1374.
- SANTOS, J. O. **Gestão Ambiental**. Lisboa: LIDEL, 2005. ISBN: 9727573282.
- SANTOS, Milton. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985.
- \_\_\_\_\_, **A natureza do espaço: técnica e tempo. Razão e emoção**. 4ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: EDUSP, 2006.
- SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. 16ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2012.
- SILVA, G. T. F.; WEISS, M. A.; FREITAS, A. **Energias renováveis e potenciais efeitos para o desenvolvimento regional no Brasil**. Revista Cadernos de Economia, Vol. 15, nº 28. 2011, pag. 32-48. Disponível em: <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/rce/article/view/1185/624>
- SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. rev. atual. Florianópolis: UFSC, 2005.
- SILVA, G. J. F.; SEVERO, T. E. A. Potencial/Aproveitamento de Energia Solar e Eólica no Semiárido Nordeste: Um Estudo de Caso em Juazeiro – BA nos Anos de 2000 a 2009. **Revista Brasileira de Geografia Física** 03, p. 586-599. 2012.
- SILVA, I. O. R.; FRANCISCHETT, M. N. A relação sociedade–natureza e alguns aspectos sobre Planejamento e Gestão Ambiental no Brasil. **GeoGraphos. Revista Digital para Estudantes de Geografia y Ciencias Sociales** 2173-1276. Vol. 3 Num. 24. 2012.
- SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, 2013, vol.27, no.77, p.99-116. ISSN 0103-4014.
- SOUBBOTINA, T P. **BEYOND ECONOMIC GROWTH**. The World Bank Washington, D.C. 2ª ed. 2004.
- STROHAECKER, T. M. A urbanização no Rio Grande do Sul: uma análise preliminar. In: SUERTEGARAY, D. M. A. **Rio Grande do Sul: paisagens e territórios em transformação**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2ª Ed. 2012.
- SULZBACH, V. N.; LEUSIN JR, S. **Desempenho da Desempenho das indústrias brasileira e gaúcha em 2014**. Indic. Econ. FEE, Porto Alegre, v. 42, n. 4, p. 27-40, 2015.
- TAVARES, V. C.; et all. **Uma análise de horizontes sobre a conservação de morcegos no Brasil**.



**Mamíferos do Brasil:** Genética, Sistemática, Ecologia e Conservação, vol II., Chapter: UMA ANÁLISE DE HORIZONTES SOBRE A CONSERVAÇÃO DE MORCEGOS NO BRASIL, Publisher: Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Mastozoologia, Editors: T.R.O. Freitas, E.M.Vieira, pp.19-35. 2012.

TECCHIO, V. Fotos do Complexo Eólico Cerro Chato. Disponível em: <http://www.eletrosul.gov.br/ampnbsp/fotos-do-complexo-eolico-cerro-chato>. Acesso em: Setembro/2015.

TOLMASQUIM, M. T.; et al. **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. Editora Relume Dumará. Rio de Janeiro, 2004.

WENCESLAU, F. F. **PROINFA: Uma contribuição para a diversificação da Matriz Energética no Rio Grande Do Sul?** Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade de Santa Cruz do Sul. 2013.

VENTURA FILHO, A. **Seminário Crise Energética e Desenvolvimento – A crise Energética como Ameaça ao Desenvolvimento**. SENGE/RS, PUC - Maio/2015. Disponível em: <http://www.sengers.org.br/site/noticias/1859/crise-energetica-e-desenvolvimento-seminario-celebra-com-exito-os-73-anos-do-senge>.

VERDUM, R. (ORG). **Paisagem: Leituras, Significados e Transformações**. Editora UFRGS. Porto Alegre: 2012.

VOLQUIND, R. **Seminário Crise Energética e Desenvolvimento – Vulnerabilidades Ambientais do Sistema Elétrico Brasileiro**. SENGE/RS, PUC - Maio/2015. Disponível em: <http://www.sengers.org.br/site/noticias/1859/crise-energetica-e-desenvolvimento-seminario-celebra-com-exito-os-73-anos-do-senge>.

## ANEXO A

### Linha do Tempo: Energia Elétrica no Brasil

ANO	LEGISLAÇÃO	DESCRIÇÃO	OBSERVAÇÃO
1883		Entrou em operação a primeira usina hidrelétrica no país, localizada no Ribeirão do Inferno, afluente do rio Jequitinhonha, na cidade de Diamantina.	D. Pedro II inaugurou na cidade de Campos, o primeiro serviço público municipal de iluminação elétrica do Brasil e da América do Sul.
1889		Entrou em operação a primeira hidrelétrica de maior porte do Brasil, Marmelos-Zero da Companhia Mineira de Eletricidade.	Pertencente ao industrial Bernardo Mascarenhas, em Juiz de Fora – MG.
1903	Lei brasileira	Autoriza a União a estimular o uso de energia elétrica nos serviços federais, aproveitando o excedente nos setores primário (agricultura) e secundário (indústria).	
1908		Entrou em operação a Usina Hidrelétrica Fontes Velha, na época a maior usina do Brasil e uma das maiores do mundo.	
1920		Criada uma Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas dentro do Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio.	
1934		Promulgação do Código de Águas.	Como poder concedente, para os aproveitamentos hidrelétricos destinados ao serviço público.
1936	ABCE	Criada a Associação Brasileira de Concessionárias de Energia Elétrica.	
1938	Decreto-Lei nº	Subordina a construção de linhas de transmissão ou redes de	

<b>ANO</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
	852	distribuição à autorização do governo federal.	
1939		Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica – CNAEE.	Órgão de consulta, orientação e controle quanto à utilização dos recursos hidráulicos e de energia elétrica. Jurisdição em todo o território nacional.
1940	Decreto nº 2281	Isenta de impostos as empresas de energia elétrica e determina que a produção de energia através de termoelétricas devam ser autorizadas pelo Governo Federal.	
1943	Decreto-Lei Estadual nº 328	Cria a Comissão Estadual de Energia Elétrica (CEEE).	Em 1943, a capacidade total instalada em usinas elétricas (hídricas e térmicas) no RS era 70.000 kW (70 MW).
1943		Início da criação das diversas estaduais e federais: CEEE-RGS, CHESF, CEMIG, COPEL, CELESC, CELG, CEMAT, ESCELSA, FURNAS, CEMAR, COELBA, CEAL ENERGIPE, e outras.	
1946	Decreto-Lei Estadual nº 2060	Cria a União Rio-Grandense de Usinas Elétricas S/A (URGUE).	
1950	Lei Estadual nº 1211	Cria a Taxa de Eletrificação, a vigorar a partir de 1951.	Destinava a custear gastos com novas obras de eletrificação no Estado.
1952		Criado o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDE.	Para atuar nas áreas de energia e transporte.
1953	Decreto no. 1886	Plano Nacional do Carvão.	Preconizam as atividades de produção, beneficiamento, transporte e distribuição do carvão nacional, a fim de ampliar-lhe a produção, regularizar o seu fornecimento, reduzir-lhe os preços e melhor aproveitá-lo como combustível e matéria-prima.
1954		Entrou em operação a Usina Termelétrica Piratininga, a óleo combustível, primeira termelétrica de grande porte do Brasil.	

<b>ANO</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
1957	Decreto nº 41.019	Regulamento dos Serviços de Energia Elétrica em todo o país.	
1957	Decreto nº 41.066	Central Elétrica de Furnas.	1ª usina de grande porte do Brasil: a Usina Hidrelétrica de Furnas, com capacidade de 1.216 MW.
1960	Lei nº 3782	Cria o Ministério de Minas e Energia (MME).	Com a função primordial de controlar a exploração de recursos minerais e energéticos do país.
1961	Lei nº 3890-A	Cria as Centrais Elétricas Brasileiras S/A (ELETROBRAS)	A ELETROBRAS começou a operar em 1962.
1963		ENTRADA EM OPERAÇÃO DA USINA DE FURNAS - maior usina do Brasil.	Permitiu a interligação dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo.
1965	Lei nº 4.904	Cria o Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE.	Adoção do plano nacional de unificação de frequência em 60 Hz.
1968		Centrais Elétricas do Sul do Brasil S/A (ELETROSUL).	Subsidiária das Centrais Elétricas Brasileiras S/A (ELETROBRAS).
1968		Constituição do Comitê Coordenador de Operação Interligada.	1973 - criação dos grupos coordenadores de operação interligada.
1973	Lei nº 5.899	Cria a Conta de Consumo de Combustíveis (CCC).	
1975		Firmado acordo entre os governos do Brasil e da Alemanha.	Construção de usinas nucleares com a finalidade de geração de energia elétrica.
1984		Entrada em operação da usina de ITAIPU maior hidrelétrica do mundo - com 12.600 MW de capacidade instalada.	Conclusão do sistema interligado NORTE E NORDESTE. Concluída a primeira parte do sistema de transmissão Norte-Nordeste, permitindo a transferência de energia da bacia amazônica para a região Nordeste.
1985		Criação do PROCEL.	Programa Nacional De Combate Ao Desperdício De Energia

<b>ANO</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
			Elétrica
1985		Entrou em operação a Usina Termonuclear Angra I.	Primeira usina nuclear do Brasil.
1986		Entrada em operação do Sistema Interligado Sul - SISTEMA INTERLIGADO SUL – SUDESTE.	O sistema de transmissão Sul-Sudeste, o mais extenso da América do Sul, transportando energia elétrica da Usina Hidrelétrica Itaipu até a região Sudeste.
1992		A primeira turbina foi instalada em Fernando de Noronha/RN, a partir do projeto realizado pelo Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.	A turbina possui um gerador assíncrono de 75 kW, rotor de 17 m de diâmetro e torre de 23 m de altura.
1993	Lei nº 8.631	Fixação dos Níveis das Tarifas de Energia Elétrica.	Extinção do Regime de Remuneração Garantida.
1995	Lei nº 8.987	Concessão de Serviços Públicos.	
1995	Lei nº 9.074	Concessão de Serviços de Energia Elétrica.	
1995		Criada oficialmente a Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE).	Em 2012, a ABRADEE reunia 41 empresas públicas e privadas. Conforme Site da Associação, essa entidade já existia informalmente desde 1975, quando foi criado o CODI.
1996	Decreto nº 2003	Regulamenta a produção de energia elétrica por Produtor Independente e por Autoprodutor.	
1996	Lei nº 9427	Constituído o novo órgão regulador do setor de energia elétrica sob a denominação de Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.	Vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME).
1997	Lei nº 9.433	Política Nacional de Recursos Hídricos.	Criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos com o intuito de assegurar à atual e às futuras gerações

<b>ANO</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
			água em qualidade e disponibilidade suficientes através da utilização racional e integrada.
1997	Lei nº 9.478	Cria o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) e Agência Nacional do Petróleo (ANP).	Vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Minas e Energia, com a atribuição de propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor.
1997	Lei Estadual nº 10.931	Cria a Agência Estadual de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Rio Grande do Sul (AGERGS).	Em forma de Autarquia para ter a incumbência de delegar a concessão de serviços públicos de âmbito estadual e fiscalizar a empresas que prestam serviços públicos no estado.
1998	Lei nº 9.648	Foram estabelecidas as regras de organização do Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, para substituir o Grupo Coordenador para Operação Interligada – GCOI.	Estabelece as diretrizes do novo modelo do Setor Elétrico Nacional.
1999		Ministério de Minas de Energia (MME) institui o Programa Nacional de Eletrificação Rural “Luz no Campo”.	
2000		Criação do Programa Prioritário de Termelétricas visando a implantação no país de diversas usinas a gás natural.	
2000		Foi instalada a segunda turbina eólica em Fernando de Noronha/RN.	Entraram em operação em 2001, as duas turbinas geravam 25% da demanda de energia da ilha.
2001		Importação de 1.000 MW de energia da Argentina.	Novas linhas de 500 kV, união das subestações de Rincón e Garabi (Argentina), Santo Ângelo e Itá (Brasil), constituindo a maior e mais importante compra de energia pelo Brasil da Argentina.
2001		Maior crise de energia elétrica até aquele período.	Criada a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE), com o objetivo de “propor e implementar medidas de natureza emergencial para compatibilizar a demanda e a oferta de energia

<b>ANO</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
			elétrica.
2001	Lei nº 10.295	Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia.	Visando à alocação eficiente de recursos energéticos, a preservação ambiental, entre outros.
2002	Lei nº 10.438	Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, a recomposição tarifária extraordinária e universalização do serviço público de energia elétrica.	Cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE). O PROINFA é um instrumento para a diversificação da matriz energética nacional, garantindo maior confiabilidade e segurança ao abastecimento.
2003	Decreto °. 4873	Criação do Programa Luz para Todos.	Com objetivo de levar até 2008, energia elétrica aos 12 milhões de brasileiros que não têm acesso ao serviço. Do total, 10 milhões estão na área rural. A gestão do programa seria compartilhada entre estados, municípios, agentes do setor elétrico e comunidades.
2003	Lei nº 10.683	Definem como competências do Ministério de Minas e Energia (MME) as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; e petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear.	Criadas em 2004, as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; e Geologia/Mineração e Transformação Mineral.
2004	Leis nº 10.847 e nº 10.848	Definiram as regras de comercialização de energia elétrica e criaram a Empresa de Pesquisa Energética (EPE).	Começa a operar a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).
2006		A empresa de Pesquisa Energética (EPE) concluiu os estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia Elétrica – PDEE 2006-2015.	Propondo diretrizes, metas e recomendações para a expansão dos sistemas de geração e transmissão do país até 2015.
2006		Início da produção de energia eólica no RS, em Osório.	75 aerogeradores, capacidade instalada, 150 MW. O projeto iniciou em 1999.

<b>ANO</b>	<b>LEGISLAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>OBSERVAÇÃO</b>
2009		O Ministério de Minas e Energia (MME) aprovou novo Plano Decenal de Expansão de Energia 2008-2017.	Além de consolidar as políticas públicas para o setor a partir do Conselho Nacional de Política Energética, é utilizada na elaboração do Programa de Licitações de Usinas e de Linhas de Transmissão.
2012	Lei Estadual nº 14.014	Regulamenta o disposto, que institui o Programa Gaúcho de Estruturação, Investimento e Pesquisa em Energia Eólica, RS-Eólica.	E criou o Comitê Gestor.

*Fontes: ANEEL, CEMIG, ELETROBRAS, MME, CEEE, CPFL, Memória da Eletricidade<sup>20</sup>*

---

<sup>20</sup> Disponível em: <http://memoriadaeletricidade.com.br/default.asp?pagina=home&menu=321&menusecao=Default>



## ANEXO B

### ROTEIRO ENTREVISTA

#### Roteiro Técnico / Ambiental

**Como foi realizado o Planejamento do projeto para o Parque eólico?**

**Quais as principais Características para a escolha do local / Região?**

1. Análises preliminares: Como são realizadas as análises e quais os parâmetros?
  - 1 Vento;
  - 2 Meteorologia;
  - 3 Sazonalidade;
  - 4 Relevo;
  - 5 Rugosidade, etc.
  
2. Localização / configuração das linhas de transmissão e de distribuição: qual o escopo para este procedimento? Quais critérios para a ligação à estas redes?
  
3. Dimensionamento do Parque Eólico:
  - Tamanho e capacidade das turbinas/aerogerados;
  - Tecnologias;
  - Quantidade de turbinas.
  
4. Análise de Desenvolvimento Econômico:
  - Movimentação de Mão de obra:
    - Análises / Projetos;
    - Fabricação Equipamentos;
    - Preparação da Estrutura local;
  
  - Instalação do Parque:
    - Instalação das Turbinas;
    - Ligação das turbinas com a rede de transmissão.
    - Manutenção diária:
      - Preventiva;
      - Reparos;
      - Substituição equipamentos / sistema.
  
  - Indenizações:

- Remoção de pessoas;
  - Remoção de animais;
  - Remoção de agricultura.
- Locações:
    - Equipamentos;
    - Imóvel parque.
5. Previsão de Retorno do investimento;
6. Vida útil do Parque:
- Turbinas/aerogeradores;
  - Demais equipamentos;
  - Estrutura.
7. Parâmetros de Controle:
- Meteorologia;
  - Técnicos.
8. Sazonalidade na produção de energia:
- ações de mitigação.
9. Impacto Ambiental:
- Fauna;
  - Flora;
  - Solo;
  - Águas;
  - Áreas de Proteção / preservação.
10. Impacto na economia:
- Local / regional / nacional;
  - Positivo;
  - Negativo.

## ANEXO C

### ROTEIRO ENTREVISTA

#### **Roteiro Entrevista Percepção Econômica/ambiental:**

Houve incremento no turismo a partir do Parque Eólico?

- O turismo é cruzado ou conjunto? (Quem visita o parque também faz compras nos Freeshops, ou vice x versa)?
- A permanência em hotéis aumentou? Ou o visitante vem e volta no mesmo dia?

Qual o número de visitantes do parque? (média diária, semanal ou mensal)? Tem sazonalidade?

Qual o perfil do visitante?

- Idade média;
- Escolaridade;
- Motivo da visita;
- Origem (vem da região, do estado, brasileiros, estrangeiros...);

Com relação à atividade do Parque:

- Qual o número aproximado de funcionários? (A partir do seu funcionamento)
- Exige um número muito grande profissionais qualificados?
- Existe no local ou região instituições para preparar os profissionais? É permanente? Já existia antes do parque?
- Os profissionais são da região ou migraram com o empreendimento? (Se migraram, a família acompanhou)?

A atividade nos campos do parque é basicamente pecuária? Existe outra atividade?

Agricultura?

- As propriedades são de estrutura familiar (pequenas), ou de grandes estancieiros?
  
- Houve incremento na economia?

Qual a percepção dos moradores? Foi positiva ou negativa?

Qual a percepção ambiental? O visual é ruim ou bom? Os moradores mais próximos já reclamaram do barulho? Perceberam interferência em equipamentos?

Houve melhora na infraestrutura da cidade? (escolas, saúde, segurança)? Vias públicas e de acesso?

Qual a área total ocupada pelo parque?