

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA

**Análise de Risco da Entrega da Energia Eólica
Contratada através de Leilões de Energia no Brasil**

Juliana Alves da Silva

Itajubá, Junho de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ENERGIA

Juliana Alves da Silva

Análise de Risco da Entrega da Energia Eólica
Contratada através de Leilões de Energia no Brasil

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia de Energia.

Área de Concentração: Exploração do Uso Racional de Recursos Naturais e Energia

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Lúcio Tiago Filho

Junho de 2013

Itajubá - MG

“A resposta, meu amigo, está soprando ao vento”-

Bob Dylan - 1962

DEDICATÓRIA

A Deus acima de tudo, pelo dom da vida e por alimentar minha alma.

A minha filha Claudia pela presença, alegria e vivacidade que tanto me estimularam durante este meu percurso. Pela sua infinita capacidade de sonhar e de nunca desistir dos seus objetivos, pela sua coragem, determinação e pureza. Pela sua adorável companhia. A ela sempre, minha homenagem, minha gratidão e meu amor.

Ao meu irmão Juninho pelo apoio, carinho, e por sempre me fazer pensar, observar e principalmente questionar. Por ser não somente meu irmão, mas meu grande amigo, meu colega, meu cunhado e meu conselheiro. Obrigada sempre.

Aos meus pais.

“A única maneira de descobrir os limites do possível é ir além deles, para o impossível”- Sir Arthur C. Clarke - 1973

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Geraldo Lúcio Tiago Filho, pela paciência, orientação, incentivo e apoio. Agradeço principalmente pelos seus questionamentos, que muitas vezes me fez mudar o modo de observar e entender os fatos.

Ao Prof. Dr. Luiz Augusto Horta Nogueira, pela compreensão e incentivo.

Aos professores do EXCEN e do IRN, pela dedicação, exemplo, paciência e experiência que souberam compartilhar durante o período de nossa convivência.

Aos funcionários da PRPPG pela orientação e apoio, especialmente a Anne Noele Silve, pela dedicação e empenho.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo e amizade.

A minha filha Claudia por estar ao meu lado em todos os momentos.

RESUMO

O Brasil tem adotado os leilões como mecanismo para comercialização de energia elétrica no mercado regulado e como incentivo às fontes renováveis de energia. O primeiro Leilão de Energia de Reserva de fontes eólica foi realizado em dezembro de 2009 – LER003/2009. Os leilões subsequentes da mesma fonte foram o LER005/2010 e o Leilão de Fontes Alternativas LFA007/2010. Estes três leilões foram a base de estudo deste trabalho. Dos projetos vencedores, alguns fatores de capacidade definidos pelos vendedores ficaram acima da média para a fonte eólica mundial. Este trabalho visa calcular os fatores de capacidade com base na simulação de dados de velocidade de vento na região onde os parques eólicos contratados serão instalados. Uma análise comparativa entre os fatores de capacidade definidos pelos vendedores e os calculados neste trabalho mostrou uma divergência, apesar do alto grau de confiabilidade por parte dos vendedores, e também em alguns casos, uma sub-estimativa do potencial eólico da região. Tais diferenças podem indicar um aumento do risco do não cumprimento da energia eólica contratada e, com isso, os projetos ficariam inviabilizados, principalmente se analisados de forma isolada ou mesmo regional. Foi feita uma discussão em torno dos riscos da não implementação dos projetos acordados com a ANEEL, expondo principalmente o risco energético, com base no cálculo do fator de capacidade.

Palavras-chave: Energia Eólica, Leilão de Energia, Parque Eólico, Análise de Risco, Aerogerador

ABSTRACT

Brazil has adopted auctions as a mechanism to trade the electricity in the regulated market and as encouragement to renewable energy. The first Reserve Energy Auction from wind sources was conducted in December 2009 - LER003/2009. The subsequent auctions of the same source were LER005/2010 and the Alternative Sources Auction LFA007/2010. These three auctions were the basis of this study. From the winning projects, some capacity factors set by the sellers were above the average if compared to the wind power worldwide. This work aims to calculate the capacity factors based on simulation data of wind speed in the region where the contracted wind farms are installed. A comparative analysis between the capacity factors set by sellers and those calculated in this study showed some divergence, despite the sellers high degree of reliability, and in some cases, an underestimation of the wind potential in the region. Such differences may indicate an increased risk of non-compliance of contracted wind energy and with it, the projects would be unfeasible, especially if considered in isolation or even regional. It was conducted a discussion on the risks of not implementing the projects agreed with ANEEL, exposing mainly the energy risk based on the calculation of the capacity factor.

Key words: Wind Energy, Energy Auction, Wind Farm, Risk Analysis, Wind Turbine

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO	1
2. CAPÍTULO 2 - ENERGIA EÓLICA – PERSPECTIVAS	3
2.1. CENÁRIO MUNDIAL.....	4
2.2. CENÁRIO BRASILEIRO E EVOLUÇÃO.....	10
2.3. MECANISMOS DE INCENTIVO À ENERGIA EÓLICA NO BRASIL - PROINFA.....	20
2.4. POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO.....	21
3. CAPÍTULO 3 - LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA.....	31
3.1. INTRODUÇÃO	31
3.2. AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO	34
3.3. TIPOS DE LEILÕES DE ENERGIA DO ACR	35
3.4. RESUMO E HISTÓRICO DA PARTICIPAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NOS LEILÕES DE ENERGIA NO PAÍS.....	36
3.4.1. 2º Leilão de Energia de Reserva – LER003/2009.....	38
3.4.2. 3º Leilão de Energia de Reserva – LER005/2010.....	40
3.4.3. 2º Leilão de Fontes Alternativas – LFA007/2010.....	43
3.4.4. 12º Leilão de Energia Nova – LEN02/2011	46
3.4.5. 4º Leilão de Energia de Reserva – LER03/2011.....	49
3.4.6. Comparativo Leilões	52
4. CAPÍTULO 4 – FUNDAMENTOS SOBRE GERAÇÃO EOLIO-ELÉTRICA	59
4.1. VELOCIDADE DO VENTO	59
4.2. POTÊNCIA EÓLICA DISPONÍVEL E UTILIZÁVEL	59
4.3. LIMITE DE BETZ E COEFICIENTE DE POTÊNCIA C_p.....	60
4.4. DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL E SIMULAÇÃO DE DADOS DE VELOCIDADE DE VENTO.....	66
4.5. FATOR DE CAPACIDADE E PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA	72
5. CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA.....	76
5.1. PROJETOS ANALISADOS.....	76
5.2. ANÁLISE DOS DADOS E CÁLCULOS.....	76
5.2.1. Obtenção dos Dados.....	77
5.2.2. Coordenadas Geográficas dos Parques	78

5.2.3. Simulação das Velocidades de Vento Sazonais	80
5.2.4. Cálculo da Energia Gerada.....	86
5.2.5. Cálculo do Fator de Capacidade	91
5.2.6. Diferença entre os Fatores de Capacidade Calculado e Estipulado	92
6. CAPÍTULO 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	94
6.1. RESULTADOS.....	94
6.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS	103
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 2. 1: Previsão da Participação das Fontes de Produção ao Final de 2014 e de 2020 [MW].....	4
Figura 2.1. 1: Capacidade Total Instalada Mundial 2010-2012 [MW]	5
Figura 2.1. 2: Capacidade Total Instalada Mundial ao Final de Junho de 2012.	6
Figura 2.1. 3: Taxas de Crescimento do Mercado Eólico Mundial.....	8
Figura 2.1. 4: 10 Países com a Maior Taxa de Crescimento de Instalações Eólicas em 2009 e 2010	9
Figura 2.1. 5: Capacidade Eólica Total Instalada 1997-2010.....	9
Figura 2.2. 1: Evolução da Participação das Fontes de Produção na Capacidade Instalada do SIN [%].....	11
Figura 2.2. 2: Capacidade Instalada [%] em 14/02/2013	13
Figura 2.2. 3: Acréscimo de Capacidade Instalada de Fontes Alternativas [MW]	14
Figura 2.2. 4: Evolução da Capacidade Instalada de Fonte Eólica [MW]	16
Figura 2.2. 5: Expansão das Energias Renováveis Incentivadas 2012-2016 de acordo com o PDE 2021	17
Figura 2.2. 6: Acréscimo de Capacidade Instalada Anual por Fonte [MW]	18
Figura 2.2. 7: Capacidade Instalada de Fontes Alternativas [MW].....	19
Figura 2.4. 1: Velocidade Média Anual do Vento no Brasil a 50m de Altura [m/s].....	22
Figura 2.4. 2: Número de Usinas Eólicas em Funcionamento - Região Nordeste	26
Figura 2.4. 3: Número de Usinas Eólicas em Funcionamento - Região Sul	26
Figura 2.4. 4: Número de Usinas Eólicas em Funcionamento - Região Sudeste	27
Figura 2.4. 5: Potência Eólica Fiscalizada - Região Nordeste [kW]	28
Figura 2.4. 6: Potência Eólica Fiscalizada - Região Sul [kW]	29
Figura 2.4. 7: Potência Eólica Fiscalizada - Região Sudeste [kW]	29
Figura 3.1. 1: Preço Médio de Venda em R\$/MWh e US\$/MWh.....	32
Figura 3.2. 1: Visão Geral da Comercialização de Energia.....	34
Figura 3.3. 1: Tipos de Leilões do ACR.....	35
Figura 3.4.1. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER003/2009	39
Figura 3.4.1. 2: Capacidade Instalada por Estado - LER003/2009	40
Figura 3.4.2. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER005/2010	42
Figura 3.4.2. 2: Capacidade Instalada por Estado - LER005/2010	43
Figura 3.4.3. 1: Projetos Eólicos por Estado - LFA007/2010	45
Figura 3.4.3. 2: Capacidade Instalada por Estado - LFA007/2010	46
Figura 3.4.4. 1: Projetos Eólicos por Estado - LEN02/2011	47
Figura 3.4.4. 2: Capacidade Eólica Instalada por Estado - LEN02/2011	48
Figura 3.4.5. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER03/2011	50
Figura 3.4.5. 2: Capacidade Eólica Instalada por Estado - LER03/2011	51
Figura 4.3. 1: Representação do Limite Teórico de Aproveitamento	61
Figura 4.3. 2: Passagem do Ar Antes e Após a Turbina.....	62
Figura 4.3. 3: Coeficiente de Potência em Função do Fator de Perturbação.....	66
Figura 4.4. 1: Frequência Relativa da Velocidade do Vento de Acordo com a Distribuição de Weibull para Diferentes Valores de k e Reileigh	69
Figura 4.5. 1: Curva de Potência do Aerogerador S82-1,5MW	73
Figura 4.5. 2: Cálculo da Produção Anual de Energia	75

Figura 5.2. 1: Fluxograma da Metodologia de Cálculos Utilizada Neste Trabalho	77
Figura 5.2.3. 1: Tela do Simulador do CRESESB/CEPEL com as Coordenadas Geográficas	81
Figura 5.2.3. 2: Tela do Simulador do CRESESB/CEPEL com Resultados da Simulação das Velocidades de Vento Sazonais	82
Figura 5.2.3. 3: Valores de Z_0 para Diferentes Superfícies [m]	84
Figura 5.2.4. 1: Parte da Especificação Técnica e Curva de Potência do Aerogerador GE-1.5.xle	88
Figura 5.2.4. 2: Curva de Potência do Aerogerador GE1.5.xle	90
Figura 5.2.4. 3: Curva de Permanência para o Aerogerador GE-1.5.xle para a Usina Eólica Rio Verde	90
Figura 6.1. 1: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER003/2009 [MWh]	97
Figura 6.1. 2: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER003/2009 [porcentagem]	97
Figura 6.1. 3: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER005/2010 [MWh]	99
Figura 6.1. 4: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER005/2010 [porcentagem]	99
Figura 6.1. 5: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LFA007/2010 [MWh]	101
Figura 6.1. 6: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LFA007/2010 [porcentagem]	101
Figura 6.1. 7: Resultado Final - Desvio da Energia Eólica Garantida por Leilão	102

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.2. 1: Empreendimentos em Operação no Brasil em 14/02/2013	12
Tabela 2.2. 2: Evolução da Capacidade Instalada por Fonte de Geração [MW].....	15
Tabela 2.4. 1: Integração por Faixas de Velocidade Total por Região	24
Tabela 2.4. 2: Integração Cumulativa - Brasil.....	24
Tabela 2.4. 3: Usinas Eólicas em Funcionamento no Brasil e Potência Fiscalizada em 15/02/2013	25
Tabela 3.3. 1: Montante Negociado nos Leilões de Energia no Brasil	36
Tabela 3.4. 1: Cronologia dos Leilões de Contratação de Energia.....	37
Tabela 3.4.1. 1: Resumo do Resultado do Leilão LER003/2009	38
Tabela 3.4.1. 2: Projetos Eólicos por Estado - LER003/2009.....	39
Tabela 3.4.2. 1: Resumo do Resultado do Leilão LER005/2010	41
Tabela 3.4.2. 2: Projetos Eólicos por Estado - LER005/2010.....	42
Tabela 3.4.3. 1: Projetos Eólicos por Estado - LFA007/2010.....	45
Tabela 3.4.4. 1: Projetos Eólicos por Estado - LEN02/2011.....	47
Tabela 3.4.5. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER03/2011	49
Tabela 3.4.6. 1: Resumo Leilões	52
Tabela 4.4. 1: Função Gama para Diferentes Valores de k	70
Tabela 4.4. 2: Variação da Frequencia do Fluxo de Potência Eólica com a Velocidade Média e o Fator de Forma de Weibull	71
Tabela 5.2.3. 1: Valores de Z_0 para Diferentes Superfícies [m].....	83
Tabela 5.2.4. 1: Tabela de Cálculos para a Energia Média Gerada Anual para o Exemplo Eólica Rio Verde	89
Tabela 5.2.5. 1: Projetos dos Leilões Excluídos dos Cálculos devido ao Fator de Capacidade Calculado Estar Muito Acima do Esperado	92
Tabela 6.1. 1: Desvio da Energia Garantida para o LER003/2009	96
Tabela 6.1. 2: Desvio da Energia Garantida para o LER005/2010	98
Tabela 6.1. 3: Desvio da Energia Garantida para o LFA007/2010	100
Tabela 6.1. 4: Comparativo Geral dos Leilões para o Desvio da Energia Garantida.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACL Ambiente de Contratação Livre

ACR Ambiente de Contratação Regulada

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

BEN Balanço Energético Nacional

CCEAR Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado

CCEE Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CEPEL Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

COP-15 15ª Conferência das Partes da ONU

CRESESB Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito

DEG Desvio da Energia Garantida

EOL Eólica

EPE Empresa de Pesquisa Energética

FA Fontes Alternativas

FC Fator de Capacidade

GEE Gases de Efeito Estufa

LA Leilão de Ajuste

LEE Leilão de Energia Existente

LEN Leilão de Energia Nova

LER Leilão de Energia de Reserva

LFA Leilão de Fontes Alternativas

MME Ministério de Minas e Energia

ONU Organização das Nações Unidas

PAE Produção Anual de Energia

PCH Pequena Central Hidrelétrica

PDE Plano Decenal de Expansão de Energia

PROINFA Programa de Incentivo às Fontes Alternativas e Energia Elétrica

SIN Sistema Interligado Nacional

UHE Usina Hidrelétrica

UNE Usina Nuclear

UTE Usina Termelétrica

WWEA Associação Mundial de Energia Eólica

1. CAPÍTULO 1- INTRODUÇÃO

Muito antes de se discutir o aquecimento global, o Brasil já possuía uma matriz energética predominantemente renovável, principalmente devido às hidrelétricas; com isso, o país se encontrava em uma situação privilegiada frente a outros países quando o Protocolo de Quioto entrou em vigor em 2005. A participação das hidrelétricas na matriz brasileira sempre foi muito forte e a tendência era de ampliação, até que se iniciaram modestamente os investimentos em outras fontes renováveis de energia, seguindo as tendências do mercado mundial e a busca de outros recursos renováveis disponíveis e até então não explorados no Brasil.

O mercado de energia eólica entrou sob os holofotes mundiais como uma solução limpa, confiável e viável para contribuir para uma economia mundial sustentável. Das fontes de energia renováveis a eólica é uma das menos poluentes e o recurso está disponível em diversos lugares do planeta. Muitos países vem investindo neste tipo de energia como fonte alternativa viável. A eólica vem assumindo cada vez mais um papel significante na matriz energética destes países. No entanto, a incorporação da energia eólica no mercado brasileiro ainda é muito modesta se comparada com o crescimento do setor mundialmente, tanto em países desenvolvidos quanto aos em desenvolvimento.

A energia eólica somente teve participação nos leilões de contratação de energia em dezembro de 2009. Para os leilões subsequentes notou-se uma competitividade muito grande quando comparada com o preço de venda de energia originada de pequenas centrais hidrelétricas - PCH. Tal fato foi um estímulo para que novos vendedores se empenhassem em participar dos próximos leilões. O fato da energia eólica comercializada em leilões ser um tema novo e onde os históricos de implementação de tais projetos no Brasil não terem apresentado um crescimento significativo conforme esperado na década passada foi um estímulo para debater e colocar em discussão a entrada de fontes eólicas no país em lotes de projetos diversos e cada vez mais indicando que há interesses em expansão e as projeções extremamente otimistas.

Este trabalho tem por objetivo principal analisar os empreendimentos eólicos vencedores dos três primeiros leilões de venda de energia eólica no país: Leilão de Energia de Reserva - LER003/2009, LER005/2010 e Leilão de Fontes Alternativas - LFA007/2010 com base no Fatores de Capacidade - FC de cada projeto e estimar os riscos da não entrega da energia contratada conforme cronograma formalizado com a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL.

Primeiramente será feita uma coleta de dados dos projetos vencedores e a localização exata dos parques eólicos. De posse destes dados, será calculada a velocidade sazonal média dos ventos na região, utilizando os dados de vento disponibilizados pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB e pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica - CEPEL, cuja base de cálculos é feita através da Distribuição de Weibull. Com a altura dos possíveis aerogeradores a serem utilizados nos parques será feita uma interpolação de dados para que as velocidades sazonais sejam representativas à altura real dos aerogeradores.

Calculando-se então a energia média a ser gerada pelos parques, pode-se determinar o fator de capacidade dos mesmos. Desta forma, propõe-se uma comparação e cálculo dos riscos de acordo com o fator de capacidade que foi definido na contratação com a ANEEL. Esta estimativa será um indicador se o parque tem condições de entregar o que foi contratado de energia ou não. Espera-se desta forma, estimar através da diferença, o risco energético.

Como objetivos específicos será feito uma análise da possibilidade do não cumprimento de cada projeto bem como os impactos gerados com o não cumprimento.

Este trabalho visa também apontar os empreendimentos com alto risco e abordar algumas consequências.

Um dos objetivos secundários deste trabalho será levantar expectativas e cenários para os próximos leilões, haja visto que a compra e venda de energia eólica através de leilões é uma atividade nova no país e, sendo assim, não se tem um histórico para embasar este trabalho.

2. CAPÍTULO 2 - ENERGIA EÓLICA – PERSPECTIVAS

Em 2009 na 15ª Conferência das Partes - COP-15 da Organização das Nações Unidas – ONU - em Copenhague, o Brasil anunciou a meta voluntária de reduzir as suas emissões totais de Gases de Efeito Estufa - GEE em 2020 entre 36,1 e 38,8%. A preocupação e o empenho mundial para atingir tais metas levou o Brasil a promulgar a Lei 12.187 em dezembro de 2009 e instituir a Política Nacional sobre Mudança do Clima. Para que se cumpra com o estipulado, os planos decenais de energia tem um papel importante, sendo submetidos à consulta pública e incorporarem políticas para mitigação ou controle das emissões. Uma dessas medidas é o aumento da participação de fontes alternativas de energia como por exemplo, a eólica [1].

Há uma preocupação mundial referente à escassez de recursos fósseis e nucleares. Desta forma, a alternativa seria a procura e incentivos por fontes limpas e renováveis de energia. A eólica neste aspecto cumpre com as exigências requeridas.

Com o Protocolo de Quioto tornou-se mais forte mundialmente a busca pela redução de emissão de gases de efeito estufa e aumentou a procura por fontes limpas de energia [2].

Com base nos mapas do potencial eólico do Paraná e Ceará, para velocidades de vento em torno de 7m/s no Paraná os parques eólicos necessitariam de 25km² de área e poderiam gerar 120GWh de eletricidade por ano. Esta geração de energia evitaria no mínimo 43.000 toneladas de emissões de CO₂ por ano. No Ceará, para a mesma faixa de velocidade de vento, os parques gerariam 51,9TWh de eletricidade por ano, evitando a emissão em torno de 46.000 toneladas de CO₂ por ano [3]. Nota-se uma grande diferença em termos de eletricidade gerada por ano para os dois estados. No entanto, se comparado as toneladas de emissões de CO₂ por ano, a diferença não é tão significativa entre os dois estados pelo fato de que a maioria das emissões provenientes de geração de energia de fonte eólica é proveniente da produção do concreto para as bases das torres dos aerogeradores.

A Figura 2.1 mostra um resumo da participação das fontes de produção de energia em dezembro de 2014 e dezembro de 2020, por região e por tipo de fonte [4]. As Fontes

Alternativas – FA: biomassa, PCH e eólica – fazem a sua participação no parque de geração do SIN passar de 13% em 2014 para 16% em 2020. A distribuição fica concentrada predominantemente nas regiões Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Sul. Sendo que a participação da região Norte é pequena. As Usinas Hidrelétricas - UHE mantém a sua participação estável em torno de 67%, com um crescimento substancial verificado na região Norte, devido à entrada em operação da Usina de Belo Monte. O crescimento é pouco significativo para as Usinas Nucleares - UNE, em torno de 1%, assegurando energia com a entrada em produção da Usina de Angra 3 prevista para 2016. As usinas termelétricas perdem a participação se comparada com outras fontes, de 19% em 2014 para 15% em 2020.

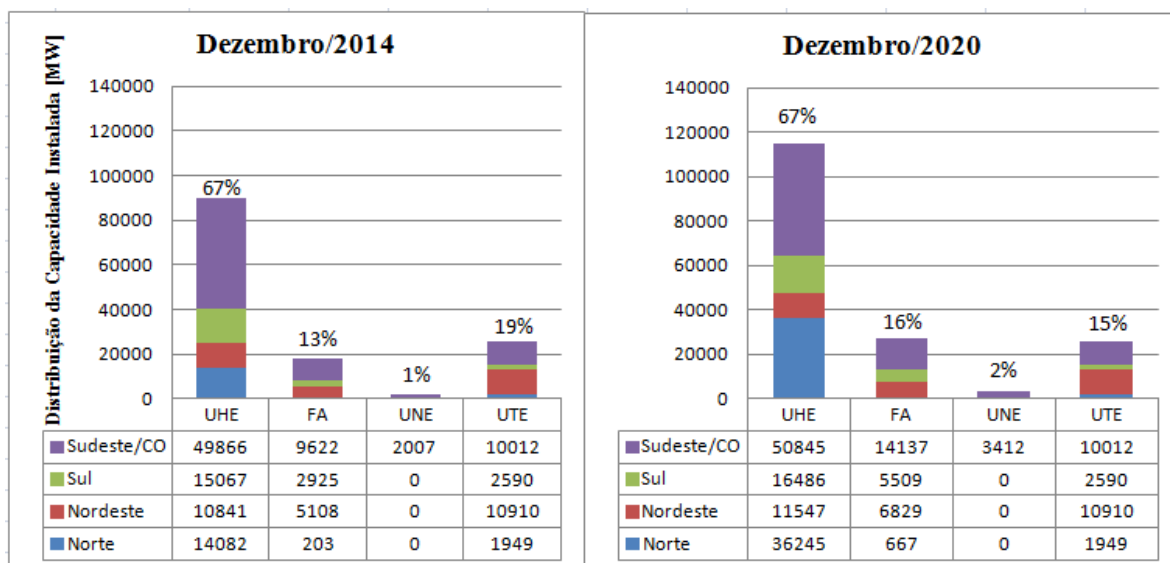


Figura 2. 1: Previsão da Participação das Fontes de Produção ao Final de 2014 e de 2020 [MW]

(Fonte: EPE, 2012)

2.1. CENÁRIO MUNDIAL

Segundo a Associação Mundial de Energia Eólica - WWEA (World Wind Energy Association) – [5], a capacidade eólica instalada mundial alcançou ao final de junho de

2012 254.000MW. Sendo que 116.546MW foram adicionados no primeiro semestre de 2012. Este crescimento representa 10% a menos que o primeiro semestre de 2011 quando foram adicionados 18.405MW. A Figura 2.1.1 mostra a capacidade total instalada em 2011 e 2012, indicando crescimento linear nos períodos semestrais apresentados. Nota-se que foi atingida a marca de 254GW de capacidade total instalada mundial ao final de junho de 2012 e há uma previsão de que esta capacidade instalada atinja ao final do ano de 2012 273GW.

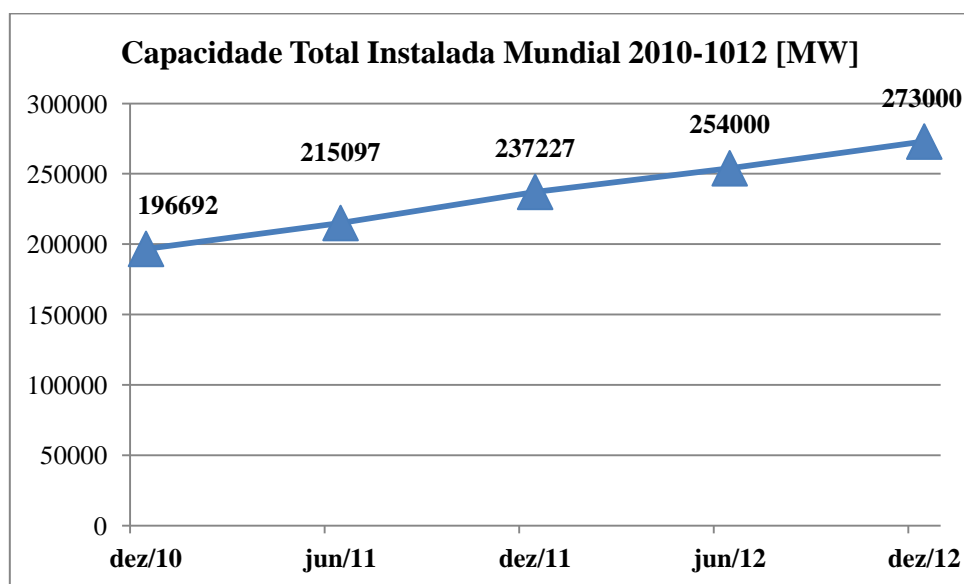


Figura 2.1. 1: Capacidade Total Instalada Mundial 2010-2012 [MW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de Half-Year Report 2012, 2012).

A Figura 2.1.2 mostra a capacidade instalada dos principais mercados mundiais de energia eólica, onde a China ocupa o primeiro lugar na liderança seguida de mercados já consolidados no setor eólico como os Estados Unidos, Alemanha e Espanha. A Índia ocupa o 5º lugar, também mostrando uma competitividade no setor em comparação com outros mercados. Estes cinco países representam juntos 74% da capacidade eólica instalada mundial.

Em junho de 2012 a indústria eólica brasileira completou 2GW de capacidade instalada para gerar energia, distribuídos em um total de 71 parques eólicos. A previsão é

vender em leilões cerca de 2GW por ano [6]. Este dado foi inserido na Figura 2.1.2 juntamente com os outros dados de mercados mundiais.

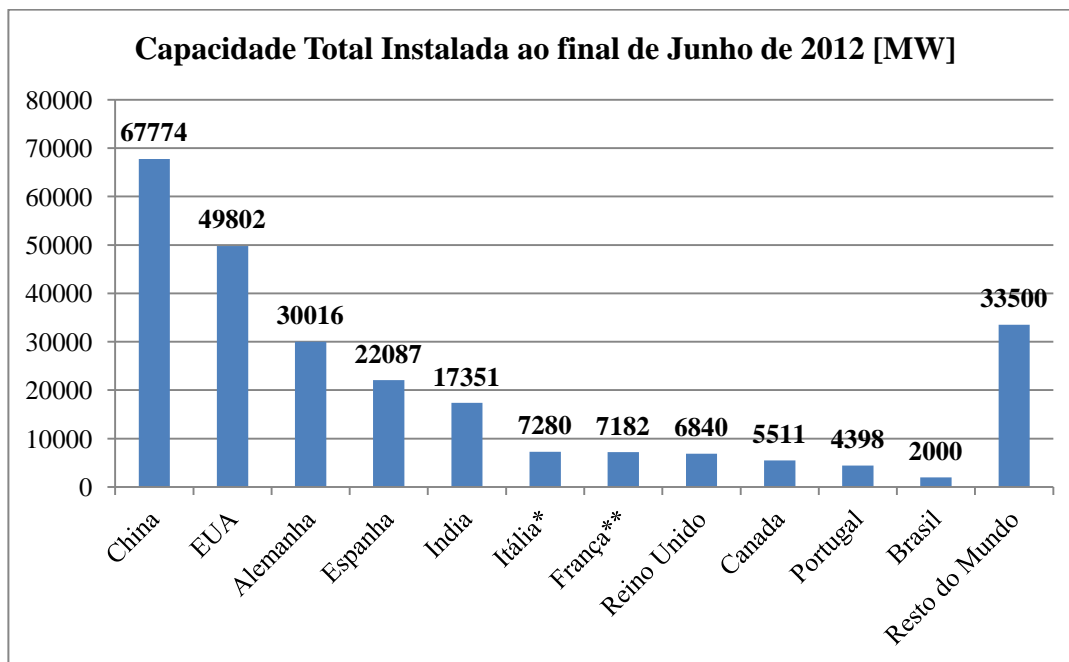


Figura 2.1. 2: Capacidade Total Instalada Mundial ao Final de Junho de 2012.

* final de maio de 2012 ** final de abril de 2012

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de Half-Year Report 2012, 2012 e Gandra, 2012).

Há ainda uma forte disparidade em termos de capacidade eólica instalada entre os líderes do mercado eólico mundial e brasileiro. Embora a taxa anual de crescimento da capacidade instalada no Brasil esteja aumentando de forma considerável, o país atualmente está em uma posição atrasada no *ranking* mundial em termos de quantidade total instalada. De acordo com o Plano Decenal de Expansão de Energia 2012 - PDE 2012, a taxa de crescimento de capacidade eólica instalada de 2010 para 2011 ficou em torno de 54%, o que está acima da média mundial. Por exemplo, os Estados Unidos no mesmo período tiveram uma taxa de crescimento de 28%. O crescimento mundial no primeiro semestre de

2012 ficou em torno de 7% e anual de junho de 2011 a junho de 2012 ficou em 16,4%. Em comparação com um crescimento anual mundial de 2011 e 2012 a taxa foi de 20,3%.

Segundo a WWEA, 2011[7], em termos de capacidade instalada os cinco países líderes em 2012 conforme mostrado na Figura 2.1.2 também mantiveram a mesma posição no *ranking* no ano anterior. Com relação aos dez países no topo da lista, houve uma disparidade se comparado com o ano de 2011. Estados Unidos, Alemanha, Itália, França e Reino Unido tiveram uma performance melhor no ano de 2012 e portanto, a taxa de crescimento de instalações eólicas foi maior do que o ano anterior. A Índia se manteve em um patamar estável. China, Espanha, Canadá e Portugal tiveram uma taxa de crescimento de instalações eólicas menor no ano de 2012. Sem dúvidas, a China continua ocupando o topo do *ranking* mundial em termos de capacidade de geração eólica, no entanto, a uma velocidade um pouco menor de implantação de novos parques. Mesmo assim a China ainda é responsável por 26,7% da capacidade eólica instalada mundial, até junho de 2012.

Dados do PDE 2012 [4] mostram que a capacidade eólica instalada no Brasil em 2011 foi de 1.283MW e que a previsão para o final de 2012 era de 3.224MW instalados. Sendo que em junho de 2012 foram atingidos os 2GW de capacidade instalada no país.

No entanto, em 2010 houve a menor queda desde 2004 da taxa de crescimento de instalações eólicas mundiais (Figura 2.1.3), ficando em torno de 23,6%. Para o ano anterior, a taxa de crescimento foi de 31,7%. Esta taxa de crescimento é a razão entre a capacidade instalada nova e a capacidade instalada no ano anterior [7].

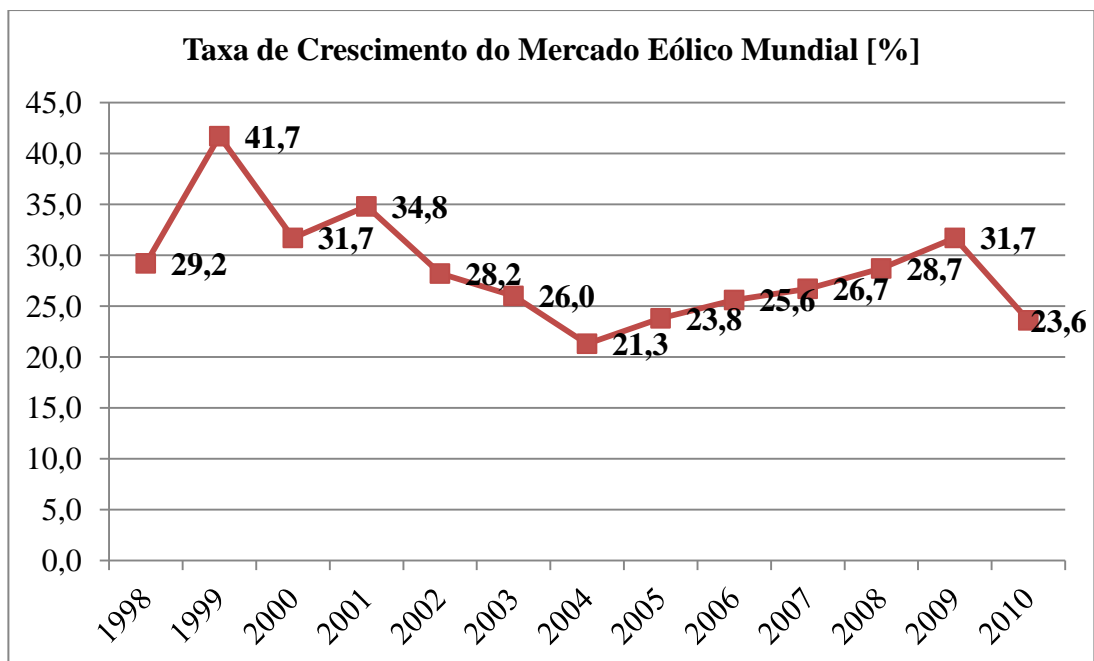


Figura 2.1. 3: Taxas de Crescimento do Mercado Eólico Mundial

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de World Wind Energy Report 2010, 2011)

Segundo a WWEA [7], a taxa de crescimento maior para o ano de 2010 foi da Romênia, que foi quarenta vezes maior do que o ano anterior (Figura 2.1.4). A Bulgária ocupou o segundo lugar com crescimento de 112%. No entanto, em termos de participação global em capacidade instalada, estes países não ocupam uma posição relevante no *ranking* mundial (Figura 2.1.2). A China e Brasil representam respectivamente o quarto e sexto lugar no ranking dos países com maior taxa de crescimento do mercado eólico. O primeiro ainda ocupa uma posição de destaque também liderando o mercado mundial em termos de capacidade total instalada, seguida dos Estados Unidos e Alemanha (Figura 2.1.2).

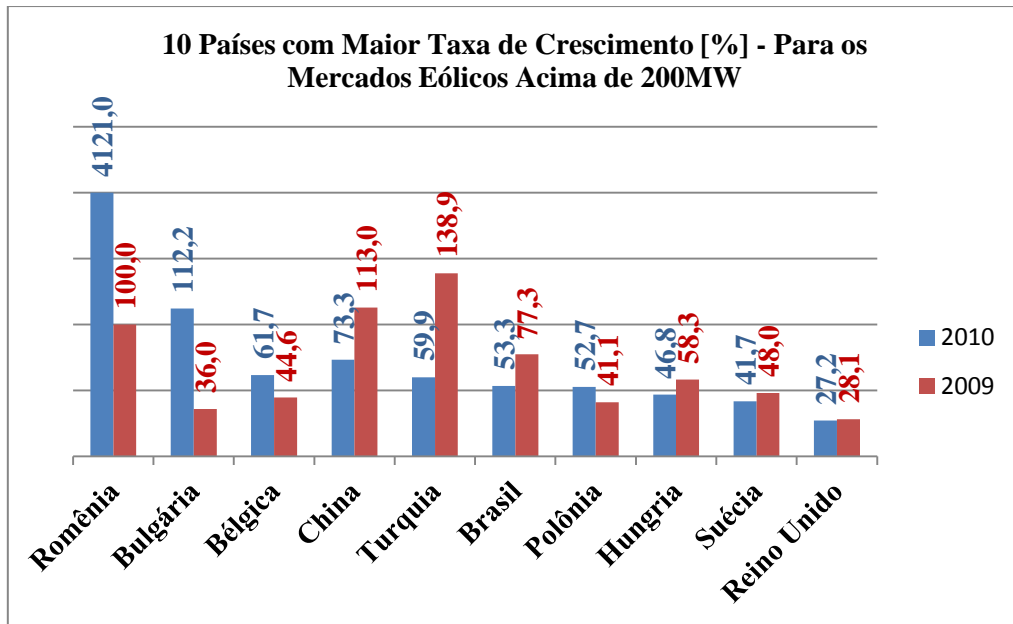


Figura 2.1. 4: 10 Países com a Maior Taxa de Crescimento de Instalações Eólicas em 2009 e 2010

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de World Wind Energy Report 2010, 2011)

Segundo o World Wind Energy Report 2010 [7], há uma expectativa de crescimento significativo da energia eólica mundial (Figura 2.1.5).

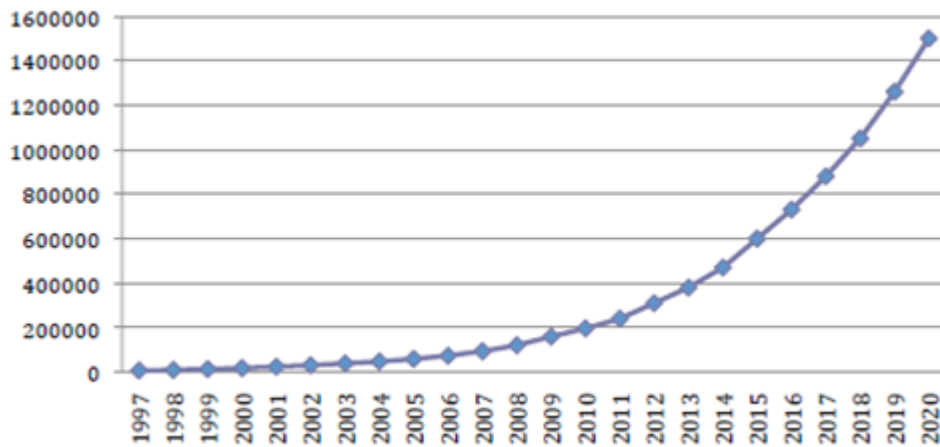


Figura 2.1. 5: Capacidade Eólica Total Instalada 1997-2010

(Fonte: World Wind Energy Report 2010, 2011)

Há um grande incentivo por parte dos governos europeus, chineses e americanos em se desenvolver a indústria eólica, criando parcerias com clientes e fornecedores. Com isso, investidores e toda a cadeia produtiva tende a ser implantada próximos aos parques eólicos, melhorando com isso a logística, a qualidade, aumentando a competitividade e consequentemente reduzindo os custos.

2.2. CENÁRIO BRASILEIRO E EVOLUÇÃO

O Brasil já está a frente de muitos países em relação à matriz energética, que é predominantemente de recursos renováveis, dominante ainda pelas hidrelétricas. No Brasil a energia eólica é utilizada para fins de reserva e complementaridade de outros regimes. Nos países desenvolvidos a base da matriz energética é predominante de térmicas juntamente com as eólicas.

A figura 2.2.1 destaca a predominância das fontes renováveis na matriz elétrica do SIN. A partir do ano de 2014 nota-se que a medida que aumenta a participação das fontes renováveis na matriz elétrica, em contrapartida, tem-se um detrenimento das fontes de energia baseada em combustíveis fósseis como indicado no gráfico as Usinas Termelétricas - UTE. E assim se observa a mesma tendência até 2021.

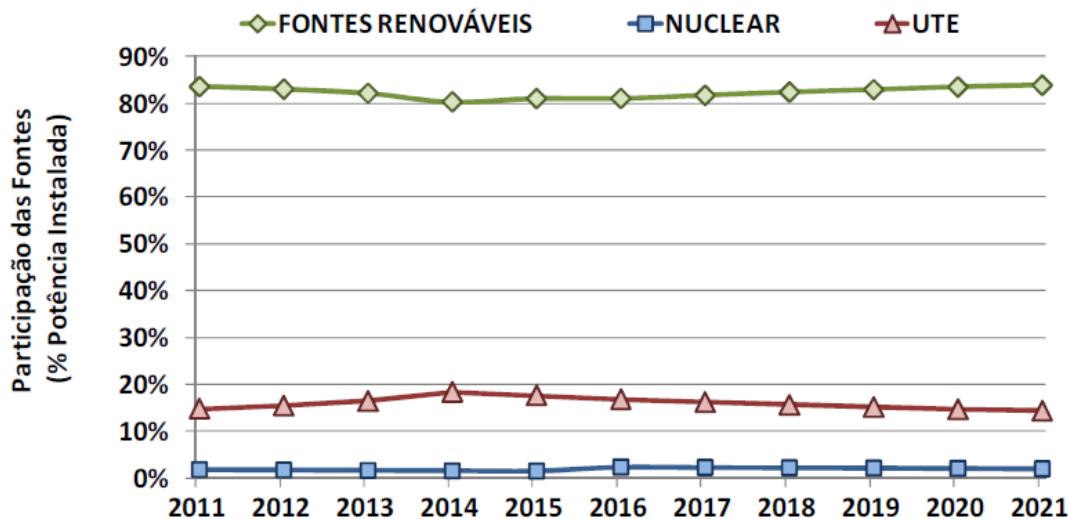


Figura 2.2. 1: Evolução da Participação das Fontes de Produção na Capacidade Instalada do SIN [%]

(Fonte: PDE, 2021)

O PDE 2021 [4] mostra o cenário de energia no Brasil para o período de 2011 a 2021. Ressalta-se o sucesso dos leilões de energia nova e de reserva para o ano de 2010, onde a geração de origem eólica teve uma potência total comercializada de cerca de 2.000MW. No contexto de redução da emissão de gases de efeito estufa o PDE 2020 tem um papel importante na mitigação pois incorpora medidas que contribuem para a redução das emissões, tais como o incremento do uso de fontes alternativas de energia, como a eólica.

Dados da ANEEL - de 14/02/2013 mostram a capacidade de geração de energia no Brasil por fonte, bem como a quantidade de empreendimentos em operação (Tabela 2.2.1 e Figura 2.2.2). O Brasil conta com 2.755 usinas em operação. Observa-se que a participação das fontes de origem hidráulica está muito a frente das outras, ocupando um total de liderança de 64,69% correspondendo a 1.042 empreendimentos, o que representa 84.408.153kW de potência instalada, ou seja das usinas em operação [8].

Tipo	Capacidade Instalada			Capacidade Instalada			
	Número de Usinas	[kW]	%	Número de Usinas	[kW]	%	
Hidro	1.042	84.408.153	64,69	1.042	84.408.153	64,69	
Gas	Natural	107	11.830.730	146	13.514.393	10,36	
	Processo	39	1.683.663				1,29
Petróleo	Óleo Diesel	984	3.463.310	1.018	7.713.957	5,91	
	Óleo Residual	34	4.250.647				3,26
Biomassa	Bagaço de Cana	362	8.372.612	449	10.112.780	7,75	
	Licor Negro	14	1.246.222				0,96
	Madeira	45	379.235				0,29
	Biogás	19	78.278				0,06
	Casca de Arroz	9	36.433				0,03
Nuclear	2	2.007.000	1,54	2	2.007.000	1,54	
Carvão Mineral	Carvão Mineral	12	2.664.328	2,04	12	2.664.328	2,04
Eólica		86	1.888.538	1,45	86	1.888.538	1,45
Importação	Paraguai		5.650.000	4,33	8.170.000	6,26	
	Argentina		2.250.000	1,72			
	Venezuela		200.000	0,15			
	Uruguai		70.000	0,05			
Total		2.755	130.479.149	100	2.755	130.479.149	100

Tabela 2.2. 1: Empreendimentos em Operação no Brasil em 14/02/2013

(Fonte: Elaborado pela autora a partir ANEEL, 2013)

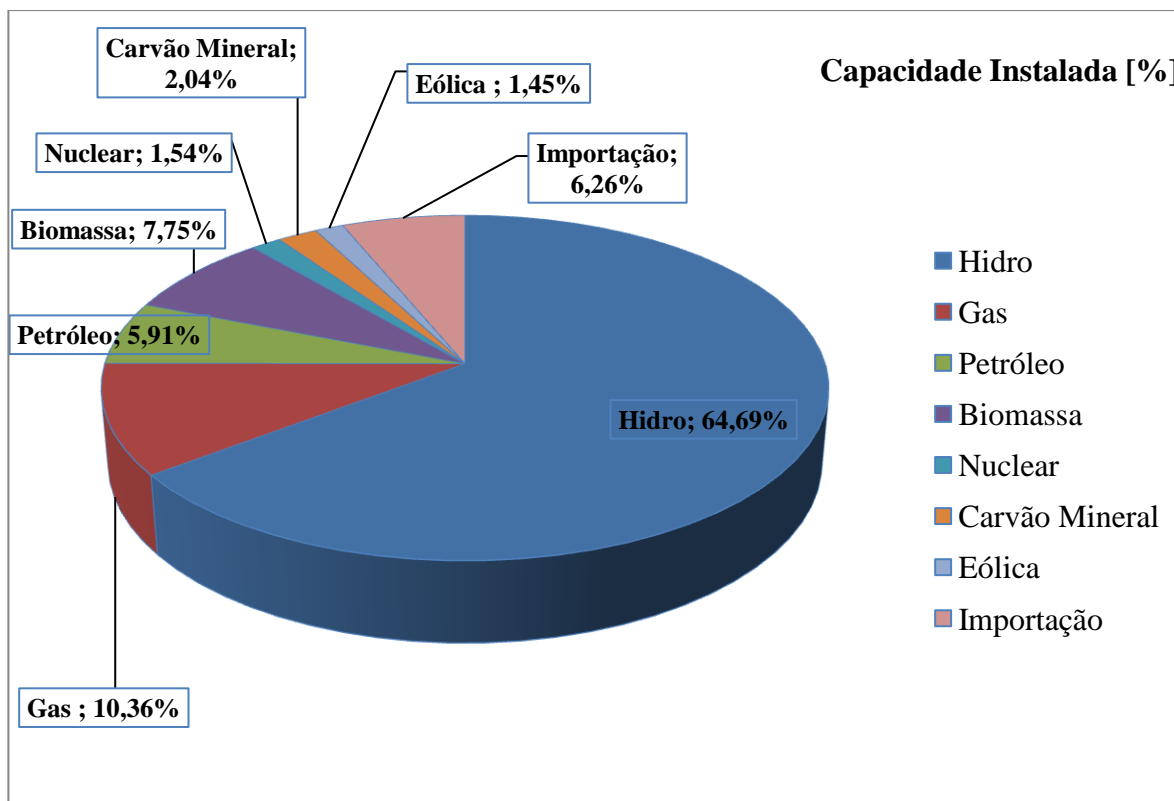


Figura 2.2. 2: Capacidade Instalada [%] em 14/02/2013

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

Segundo a ANEEL [8], as usinas eólicas ainda ocupam uma pequena faixa de 1,45% do total, com 86 usinas em operação, representando 1.888.538kW de capacidade instalada no Brasil. A potência fiscalizada é o indicador mais representativo para fins de geração de energia, pois é a potência considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora. Esta potência fiscalizada ficou em torno de 5,5% abaixo da capacidade eólica instalada, que representa a potência outorgada (considerada no ato da outorga).

A média anual de expansão da capacidade instalada de fontes alternativas no Brasil está em torno de 10%, com destaque para as usinas eólicas. A Figura 2.2.3 mostra o acréscimo de capacidade instalada de tais fontes, com uma expansão planejada de 2015 a 2021 de 13.250MW, sendo que as regiões Sudeste e Centro-Oeste mantêm a maior porção desta participação.

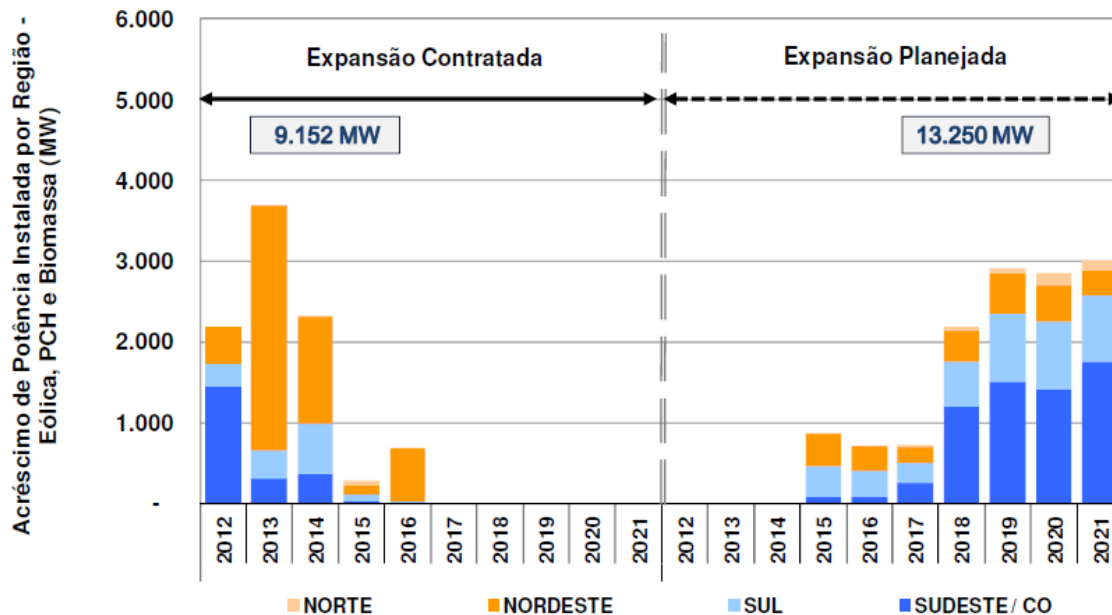


Figura 2.2. 3: Acréscimo de Capacidade Instalada de Fontes Alternativas [MW]

(Fonte: PDE 2021, 2012)

A expansão das fontes alternativas no SIN passou de 16% em 2015 para 20% em 2021. Nota-se que há uma priorização das fontes alternativas no horizonte de planejamento e que as usinas hidrelétricas continuam também em expansão, conforme Tabela 2.2.2, onde os valores indicam a potência instalada em dezembro de cada ano.

FONTE	2011 ^(c)	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
RENOVÁVEIS	97.317	101.057	107.230	111.118	116.553	122.616	128.214	134.151	139.172	144.889	152.952
HIDRO ^(a)	83.604	85.159	87.637	89.216	93.511	98.181	103.049	106.806	108.917	111.784	116.837
OUTRAS	13.713	15.898	19.593	21.902	23.042	24.435	25.165	27.345	30.255	33.105	36.115
NÃO RENOVÁVEIS	19.181	20.766	23.395	27.351	27.351	28.756	28.756	28.756	28.756	28.756	29.456
URÂNIO	2.007	2.007	2.007	2.007	2.007	3.412	3.412	3.412	3.412	3.412	3.412
GÁS NATURAL	10.209	10.350	11.362	12.055	12.055	12.055	12.402	12.402	12.402	12.402	13.102
CARVÃO	1.765	2.845	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205	3.205
ÓLEO COMBUSTÍVEL	3.316	3.482	4.739	8.002	8.002	8.002	8.002	8.002	8.002	8.002	8.002
ÓLEO DIESEL	1.197	1.395	1.395	1.395	1.395	1.395	1.048	1.048	1.048	1.048	1.048
GÁS DE PROCESSO	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687	687
TOTAL^(b)	116.498	121.823	130.625	138.469	143.904	151.372	156.970	162.907	167.928	173.645	182.408

Tabela 2.2. 2: Evolução da Capacidade Instalada por Fonte de Geração [MW]

(Fonte: PDE 2021, 2012)

A evolução da capacidade instalada de fonte eólica pode ser melhor observada através da Figura 2.2.4, onde se nota um crescimento contínuo, de forma acelerada e muito otimista. Ao final de 2010 a capacidade instalada eólica ficou em torno de 831MW, no ano seguinte houve um acréscimo de 452MW de potência instalada, representando aproximadamente 35% a mais da capacidade instalada no ano anterior. E para os próximos anos esta taxa de crescimento continua sendo positiva indicando que a perspectiva de expansão a longo prazo é promissora. Pelas projeções, para 2020 a capacidade instalada eólica no Brasil está mais de treze vezes a capacidade instalada da fonte em 2010. Um crescimento deste porte em 10 anos indica que o Brasil está e deve continuar investindo para que o parque eólico do país se amplie de forma significativa conforme planejado [1].

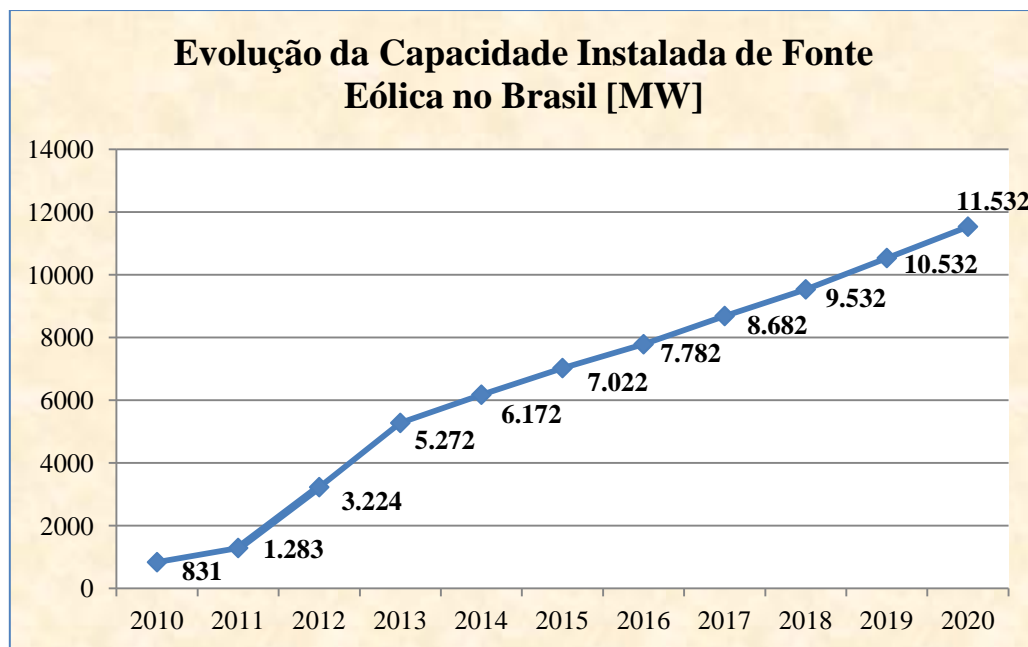


Figura 2.2. 4: Evolução da Capacidade Instalada de Fonte Eólica [MW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de PDE 2020, 2011)

A Figura 2.2.5 mostra um comparativo da expansão das energias renováveis incentivadas. Nota-se que a eólica se encontra em grande vantagem em comparação com a biomassa e PCHs. Enquanto a eólica continua em crescimento, espera-se a partir de 2014 uma estabilização e não crescimento das fontes biomassa e PCHs [9].

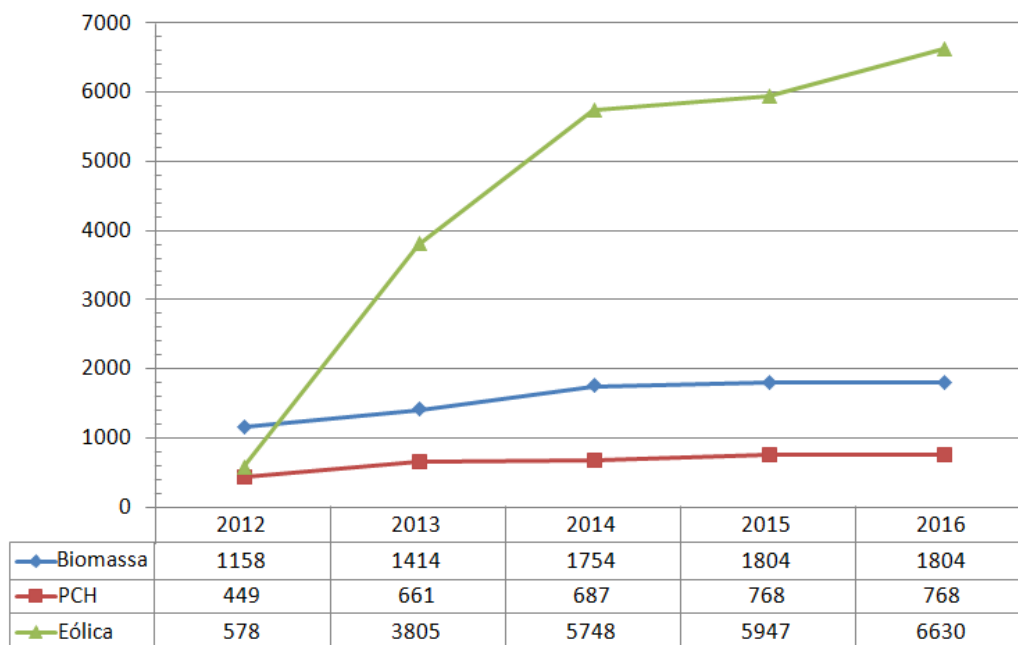


Figura 2.2. 5: Expansão das Energias Renováveis Incentivadas 2012-2016 de acordo com o PDE 2021

(Fonte: Tiago Filho, 2013)

Outras fontes de energia também estão em expansão no Brasil, além das eólicas. A Figura 2.2.6 mostra o acréscimo de capacidade instalada anual por fonte, com a expansão contratada e expansão planejada por tipo de fonte em um horizonte de planejamento de 2012 a 2021. A expansão planejada de 25.377MW de potência instalada estão predominantes as usinas hidrelétricas e as de outras fontes renováveis, não evidenciando fontes de energia que utilizam combustíveis fósseis. Tal cenário otimista pode ser comprometedor caso haja atrasos na implementação de tais usinas, o que levaria à utilização de outras fontes de energia como as termelétricas para suprir a demanda acordada.

O PDE 2021 ainda enfatiza que a concretização do plano de expansão planejada depende principalmente da obtenção de Licenças Prévia Ambientais, para que as usinas indicadas possam participar dos leilões de compra de energia proveniente de novos empreendimentos, previstos por lei [4].

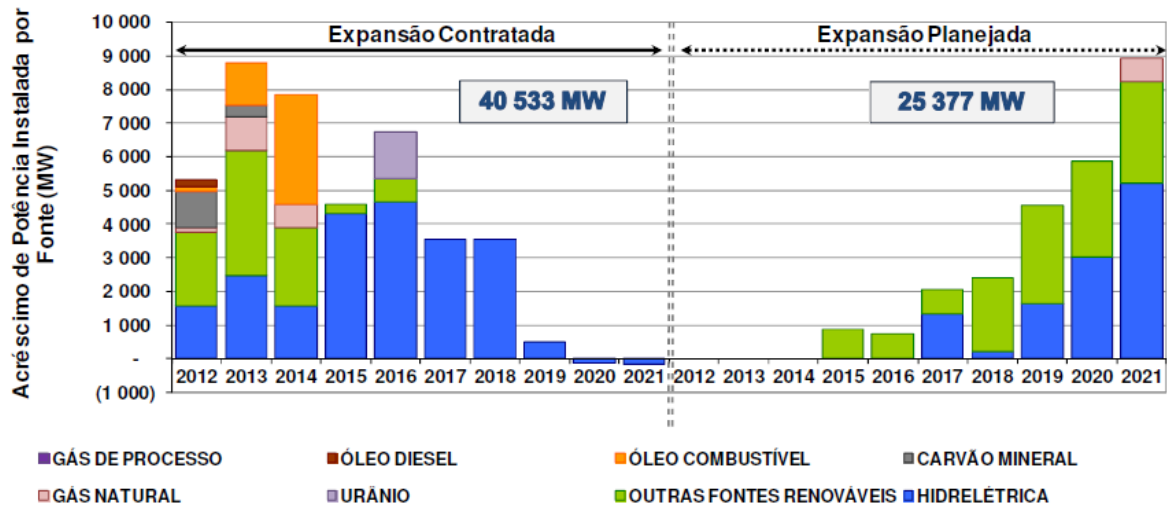


Figura 2.2. 6: Acréscimo de Capacidade Instalada Anual por Fonte [MW]

(Fonte: PDE 2021, 2012)

Pode-se notar com o plano de expansão de energia no país através de fontes alternativas, pela Figura 2.2.6 e principalmente pela Figura 2.2.7 o acentuado crescimento da energia eólica no país frente às outras fontes [4,9]. Observa-se que fontes como urânio e gás natural estão previstos uma tendência a crescimento, porém não tão significativo quanto à eólica. A biomassa continua se expandindo também, porém de uma forma menos acelerada que a eólica. Esta última por sua vez se destaca das outras fontes pelo forte crescimento de geração eólica no Brasil quando comparadas com outras fontes. Segundo o PDE 2021, há uma tendência de que a geração por fontes alternativas supere a geração termelétrica e que a participação de tais fontes alternativas no atendimento ao SIN chegará a 20% em 2021 [4].

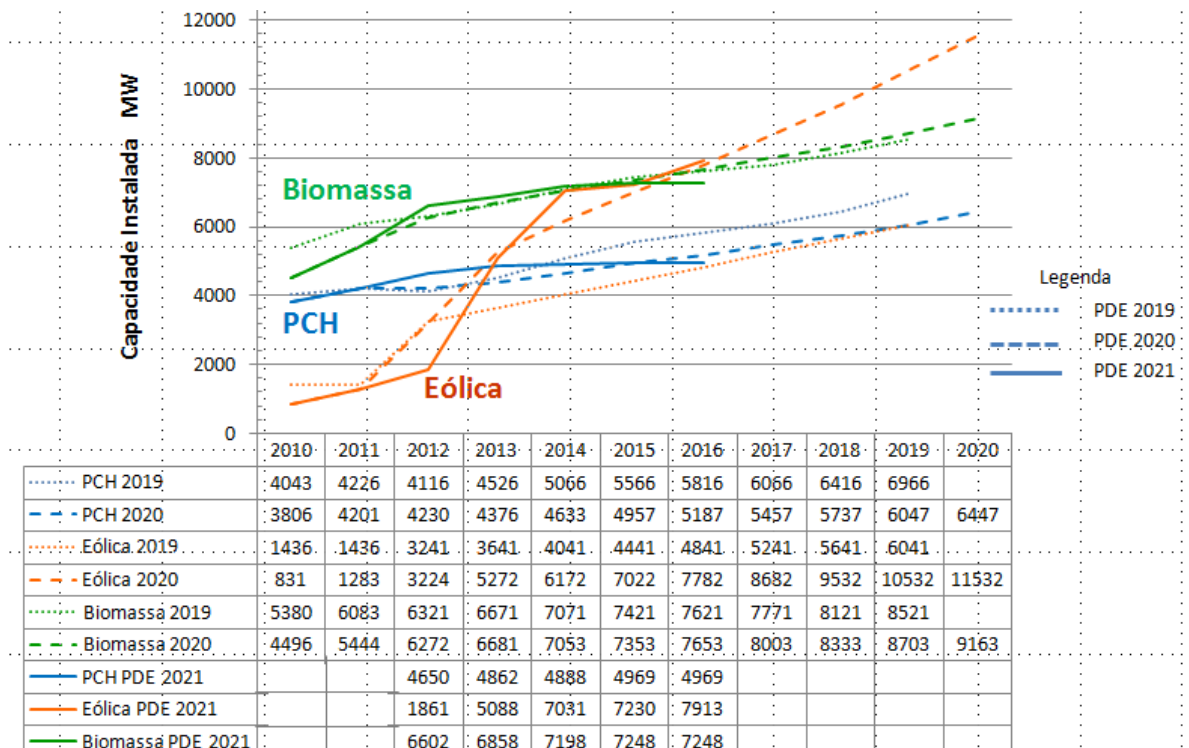


Figura 2.2. 7: Capacidade Instalada de Fontes Alternativas [MW]

(Fonte: Tiago Filho, 2013)

O cenário eólico brasileiro não poderia ser mais otimista do que o planejado. Uma fonte de energia limpa que não emite poluentes quando em funcionamento e que no Brasil ainda é pouco explorada mas com perspectivas de crescimento rápido. Para que tais projeções se concretizem faz-se necessário um investimento maior e mais incentivos para que a indústria eólica brasileira também ganhe seu espaço e venha a crescer para suprir a demanda para componentes e novos parques eólicos que vem se emergindo pelo país.

2.3. MECANISMOS DE INCENTIVO À ENERGIA EÓLICA NO BRASIL - PROINFA

Um dos primeiros mecanismos de incentivo à energia eólica no Brasil se deu com o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia – PROINFA - foi criado pela Lei 10.438 de 2002 com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos, concebidos com base em fontes eólica, PCH e biomassa no SIN [10].

Quando criado, o objetivo específico do programa era implantar 3.300MW de capacidade com início de funcionamento previsto até 30 de dezembro de 2006, assegurando a compra da energia no prazo de 15 anos. Os 3.300MW seriam divididos igualmente entre as três fontes. A segunda etapa do programa previa que quando fosse atingida a meta dos 3.300MW, as fontes eólica, PCH e biomassa atenderiam a 10% do consumo anual de energia do país, objetivo a ser alcançado em até 20 anos. O programa ainda promovia a nacionalização de equipamentos e com isso uma maior diversificação na matriz energética brasileira com a incorporação de fontes alternativas, além da geração de empregos. Mas o Brasil além de não deter uma experiência no setor eólico, e de possuir no território nacional poucos fornecedores e fabricantes de equipamentos neste setor, ainda sofreu as consequências com o novo modelo do setor elétrico brasileiro que entraria em vigor, mudando os rumos que o PROINFA havia traçado, tendo o mesmo que ser revisto.

A Lei número 10.848 de 15 de março de 2004 [10] definiu que toda e qualquer comercialização de energia elétrica dar-se-ia mediante ambientes de contratação regulada ou livre. Este novo modelo do setor elétrico fez com que as metas do PROINFA não fossem atingidas no que se refere principalmente às eólicas. Com isso, órgãos como a ANEEL e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE seriam os responsáveis para a efetivação de novos contratos de energia e desta forma a entrada dos leilões de energia estariam mais evidentes.

Conforme visto na Tabela 2.2.1 [8], a geração hidroelétrica, onde as PCHs se inserem, representa 64,69% da capacidade de geração (potência fiscalizada), enquanto que as eólicas tem participação de apenas 1,45%. As PCHs se desenvolveram mais rápido do

que as eólicas na década passada, apesar de esforços e metas do PROINFA em se dividir equitativamente a compra da energia. Com o novo modelo do setor elétrico no entanto, as eólicas somente participariam dos leilões de energia em dezembro de 2009, desta forma ficando atrasadas em relação às PCHs e Biomassa, diferente do que previa o PROINFA. Dos 54 projetos eólicos inscritos neste programa desde 2002, 23 que representam apenas 43%, se encontram em operação comercial pelo PROINFA em relatório divulgado pelo Ministério de Minas e Energia – MME / Eletrobrás em agosto de 2009 [11]. Mas este quadro mudaria drasticamente a partir de dezembro de 2009 quando houve o primeiro leilão de energia eólica no país, que será abordado nos capítulos seguintes com maior detalhe.

O Brasil tem experiência e já vem atuando como produtor de energia a partir da água há anos e cada vez mais a participação desta fonte na matriz energética brasileira vem aumentando. Segundo o Balanço Energético Nacional 2012 – BEN 2012, ano base 2011 [12], a geração interna hidráulica corresponde a 74% da oferta de energia no país, enquanto que a eólica corresponde a 0,5% e a biomassa em 6,6%. Em 2011, houve um acréscimo de 5GW de capacidade instalada das centrais de geração elétrica no Brasil. Deste total, o acréscimo de centrais hidráulicas correspondeu a 37,1% e as centrais térmicas responderam por 52,4% da capacidade adicionada. As usinas eólicas foram responsáveis pelos 10,5% do aumento da capacidade instalada de geração elétrica no Brasil [12].

2.4. POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO

Uma primeira ferramenta que pode ser utilizada na avaliação preliminar do potencial eólico de uma dada região é o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro [13]. O Atlas cobre todo o território nacional e pode ser utilizado na identificação preliminar de áreas para aproveitamentos de geração eólica [14]. A velocidade média anual do vento à 50 metros de altura no Brasil está representada na Figura 2.4.1.

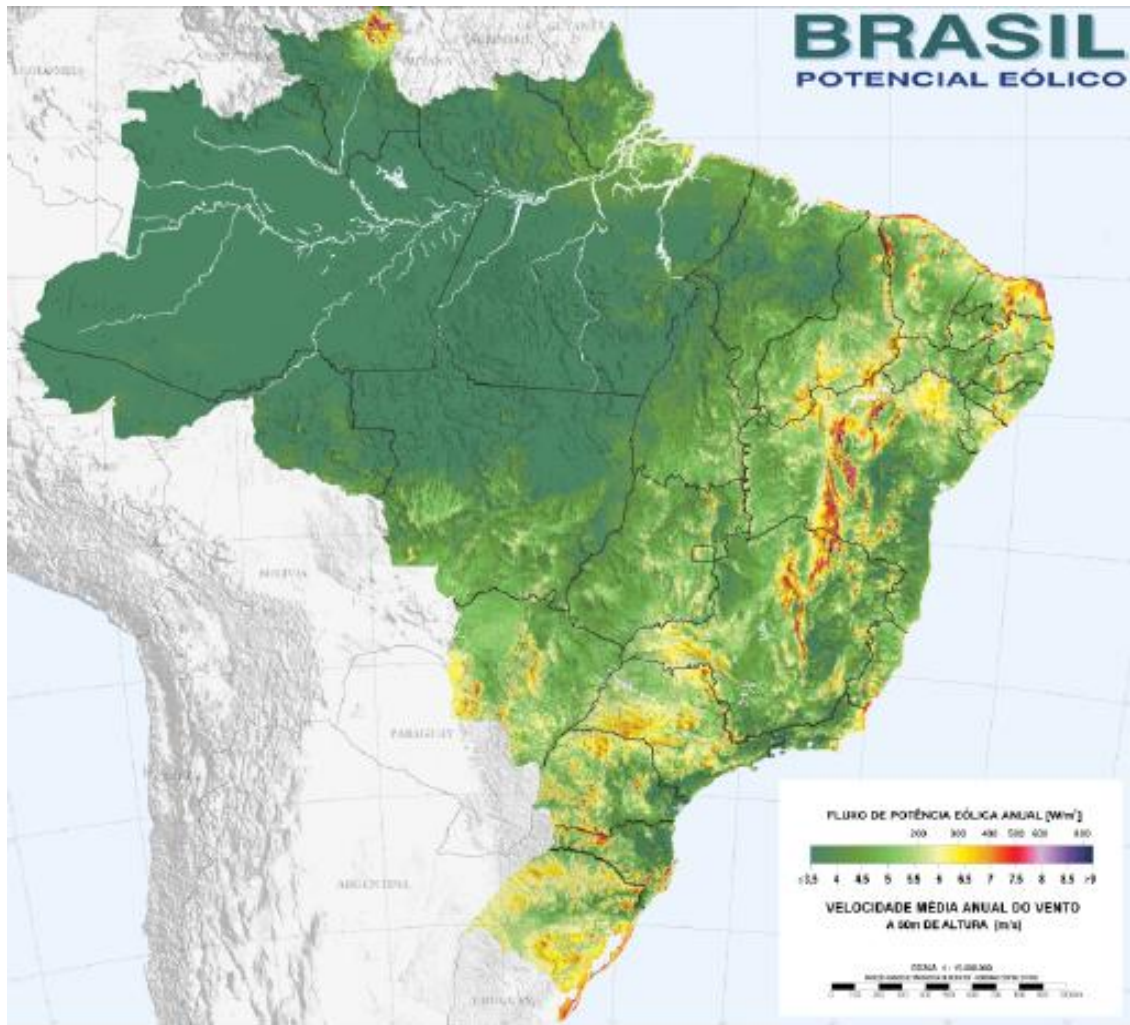


Figura 2.4. 1: Velocidade Média Anual do Vento no Brasil a 50m de Altura [m/s]

(Fonte: Amarante, 2010)

De acordo com cálculos apresentados pelo CRESESB/CEPEL, o potencial eólico bruto brasileiro a partir de dados de velocidade de ventos a uma altura de 50 metros, é de 143,47GW em áreas mapeadas onde a velocidade de vento são superiores a 7m/s. No entanto, como a potência eólica é diretamente proporcional à altura da torre, desta forma, a velocidade do vento à uma altura maior implicaria em uma potência eólica maior.

O CRESESB/CEPEL [13] considerou algumas premissas para a elaboração do Atlas do Potencial Eólico do Brasil. As condições médias anuais de vento apresentadas estão a uma resolução de 1km x 1km e abrange todo o território brasileiro. O potencial eólico-

elétrico do Brasil foi então calculado por integração de mapas temáticos digitais, utilizando recursos de geoprocessamento como o software MesoMap além de dados dos fabricantes das aerogeradores disponíveis no mercado. As áreas com velocidade inferior a 6m/s foram descartadas do cálculo. As curvas de desempenho foram tomadas das especificações de turbinas que são instaladas a 50 metros de altura, para se ter a compatibilidade do uso nestas condições de altura. A área de ocupação do parque, o *layout* das torres no parque foi também simulado e considerado uma densidade média de ocupação do terreno de apenas 2MW/km², o que representa 20% do realizável por usinas eólicas em terrenos planos. Foram adotados intervalos com incrementos de 0,5m/s para as velocidades médias anuais do vento, por região do país (Anexo 1). O desempenho dos aerogeradores foi calculado para os limites inferiores de cada intervalo. Foi adotado um fator de disponibilidade de 0,98, considerado típico para usinas eólicas comerciais. E como última premissa, foram descartadas da integração dos mapas áreas cobertas por água.

Os resultados da integração por cada região do país, por faixa de velocidade estão apresentados nos Anexos 1. A Tabela 2.4.1 mostra a integração por faixa de velocidades total por região do país. A região nordeste se destaca nesta integração, com uma potência instalável de 490,22GW, o que corresponde a uma energia anual de 649,51TWh/ano. As regiões sudeste e sul praticamente se equiparam com uma potência instalável de 351,72GW e 342,94GW respectivamente. Em termos de energia anual, a região sudeste contribui com 446,06TWh/ano e a região sul, com 424,73TWh/ano. No entanto, apesar destas duas regiões representarem uma fatia considerável de potência instalável pela integração por faixas de velocidade, a região sudeste não teve uma representação significativa nos leilões de energia eólica no país (Anexo 2).

Região	Potência Instalável [GW]	Energia Anual [TWh/ano]
Norte	48,41	70,48
Nordeste	490,22	649,51
Centro-Oeste	101,50	120,83
Sudeste	351,72	446,06
Sul	342,94	424,73

Tabela 2.4. 1: Integração por Faixas de Velocidade Total por Região

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CRESESB/CEPEL, 2001)

A Tabela 2.4.2 representa a integração cumulativa de velocidades de vento no Brasil, e é este resultado final que indica o potencial eólico brasileiro, com uma potência instalável de 143GW no país, o que representa uma energia anual de 272,20TWh/ano. Estes valores foram simulados a uma altura de 50 metros, ou seja, para aerogeradores com esta altura de torre.

Vento [m/s]	Área Cumulativa [km ²]	Potência Instalável [GW]	Energia Anual [TWh/ano]
> 6	667.391	1334,78	1711,62
> 6,5	231.746	463,49	739,24
> 7	71.735	143,47	272,20
> 7,5	21.676	43,35	100,30
> 8	6.679	13,36	35,93
> 8,5	1.775	3,55	10,67

Tabela 2.4. 2: Integração Cumulativa - Brasil

(Fonte: CRESESB/CEPEL, 2001)

Um potencial eólico de 143GW é equivalente a produção de energia de dez vezes a usina de Itaipu. No entanto, o Brasil ainda nem começou a explorar este potencial. Atualmente o Brasil possui 86 usinas eólicas em funcionamento, sendo que a grande maioria somando 56 usinas, representando 65,12% do total estão instaladas na região nordeste, 32,56% na região sul com suas 28 usinas e apenas duas delas na região sudeste representando não mais do que 2,33% do total. As regiões nordeste e sul são as que

possuem um potencial mais elevado devido às condições favoráveis de vento, relevo e localização geográfica. A lista de todas as 86 usinas eólicas em operação atualmente no Brasil está mostrada no Anexo 2 [8].

A tabela 2.4.3 faz um comparativo da concentração das usinas eólicas por regiões do Brasil, bem como a potência fiscalizada dos empreendimentos por estado. O Ceará ocupa a liderança com 19 usinas em funcionamento, seguido dos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, cada um com 13 usinas ativas. A região nordeste com 56 usinas representa 65,12% do total e uma potência total fiscalizada de 1.207.430kW. A região sul ocupa o segundo lugar, com metade do número de usinas do estado cearense, com uma contribuição de 32,56% das usinas em funcionamento no país, contribuindo com uma potência total fiscalizada na região de 644.902kW. A participação da região sudeste é muito pequena, com apenas duas usinas em funcionamento, e com isso uma potência fiscalizada de 28.206kW.

Região	Estado	Usinas	Total	%	Potência Fiscalizada [kW]	Total [kW]	%
Nordeste	CE	19	56	65,12	588.834	1.207.430	64,21
	RN	13			375.156		
	PB	13			69.000		
	PE	6			26.750		
	BA	3			95.190		
	PI	1			18.000		
	SE	1			34.500		
Sul	SC	13	28	32,56	236.400	644.902	34,29
	RS	13			406.000		
	PR	2			2.502		
Sudeste	RJ	1	2	2,33	28.050	28.206	1,50
	MG	1			156		
BRASIL		Total	86	100,00	Total	1.880.538	100,00

Tabela 2.4. 3: Usinas Eólicas em Funcionamento no Brasil e Potência Fiscalizada em 15/02/2013

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

O número de usinas eólicas em funcionamento está mostrado para as regiões Nordeste, Sul e Sudeste nas Figuras 2.4.2, 2.4.3 e 2.4.4 respectivamente.

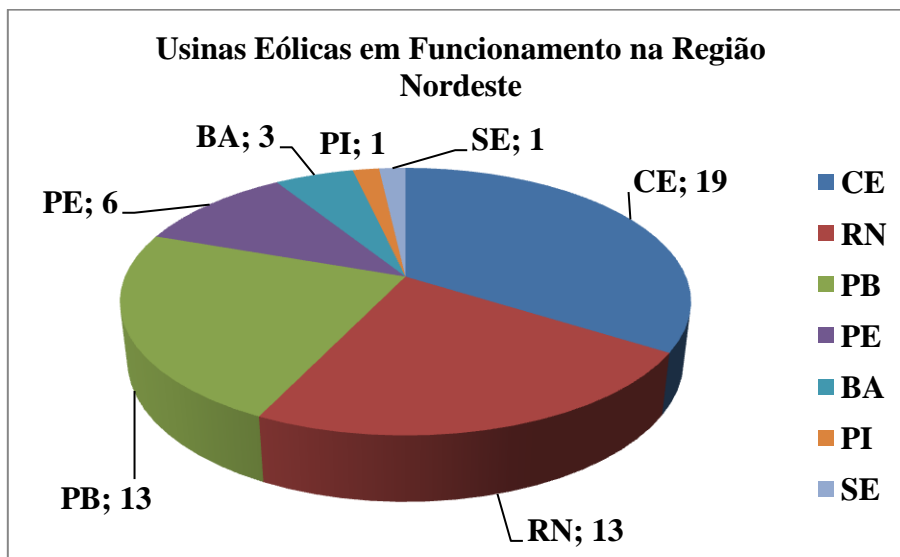


Figura 2.4. 2: Número de Usinas Eólicas em Funcionamento - Região Nordeste

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

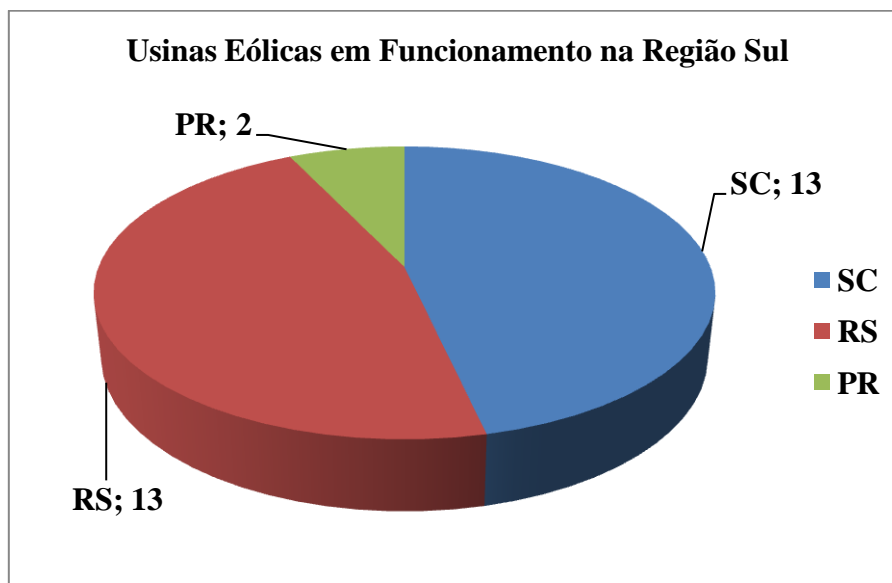


Figura 2.4. 3: Número de Usinas Eólicas em Funcionamento - Região Sul

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

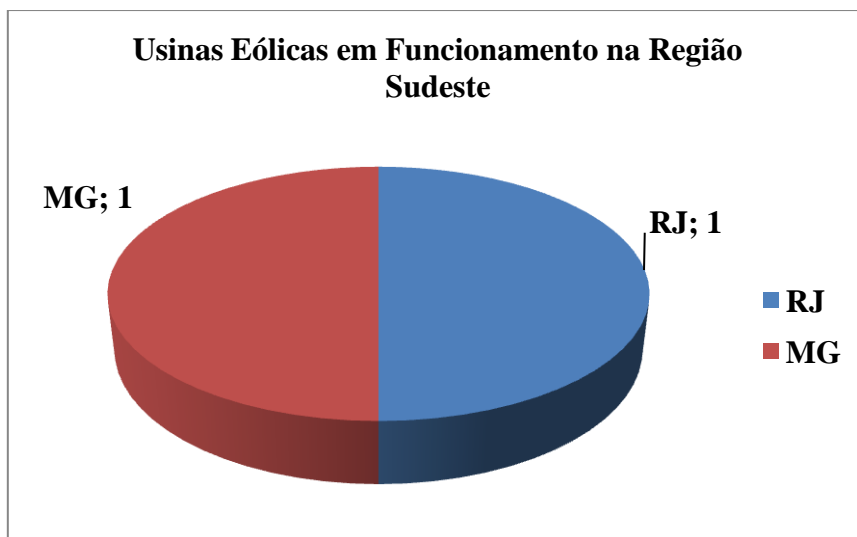


Figura 2.4. 4: Número de Usinas Eólicas em Funcionamento - Região Sudeste

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

As Figuras 2.4.5, 2.4.6 e 2.4.7 ilustram a potência fiscalizada das usinas eólicas em funcionamento no Brasil para as três regiões já mencionadas de acordo com a Tabela 2.4.3. O Ceará se encontra em primeiro lugar contribuindo com 588.834kW de potência fiscalizada. A grande diferença quando se avalia a potência fiscalizada ao invés da quantidade de usinas é que o estado que ocupa o segundo lugar em termos de potência fiscalizada é o Rio Grande do Sul com uma contribuição de 406.000kW, seguido do Rio Grande do Norte com 375.156kW e de Santa Catarina com 236.400kW. Desta forma a região Nordeste com 1.207.430kW representa 64,21% de toda a potência fiscalizada no país. A região sul tem uma participação de 34,29% do total brasileiro contribuindo com 644.902kW.

Nota-se que há uma diferença se comparadas as Figuras 2.4.2, 2.4.3 e 2.4.4 com as Figuras 2.4.5, 2.4.6 e 2.4.7, pois em alguns estados com maior quantidade de usinas não se encontram no mesmo lugar no *ranking* das usinas de maior potência fiscalizada. Rio Grande do Norte, Paraíba, Santa Catarina e Rio Grande do Sul tem cada um 13 usinas eólicas em funcionamento. No entanto, ao analisar a potência instalada destes estados, o Rio Grande do Sul está com quase seis vezes mais a capacidade instalada da Paraíba, apesar de ambos possuírem a mesma quantidade de usinas em funcionamento. Sergipe possui

apenas uma usina eólica em funcionamento, no entanto, esta usina representa 34.500kW de potência fiscalizada, e está a frente de estados como Pernambuco que conta com seis usinas eólicas produzindo um total de 26.750kW. A discrepância entre número de usinas e potência fiscalizada ainda é maior na região sudeste onde Minas Gerais e Rio de Janeiro tem uma usina eólica em funcionamento cada. A usina fluminense contribui com 28.050kW de potência fiscalizada enquanto que a mineira representa apenas 156kW.

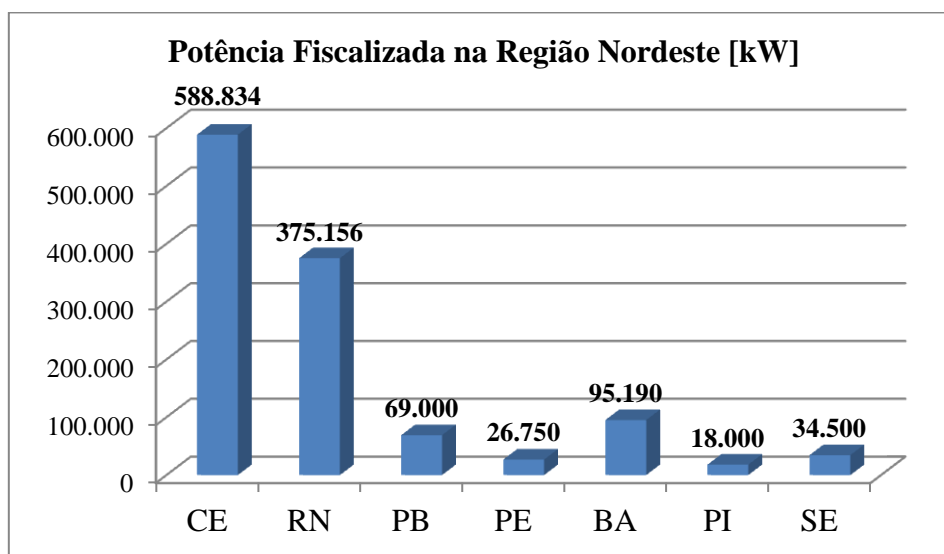


Figura 2.4. 5: Potência Eólica Fiscalizada - Região Nordeste [kW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

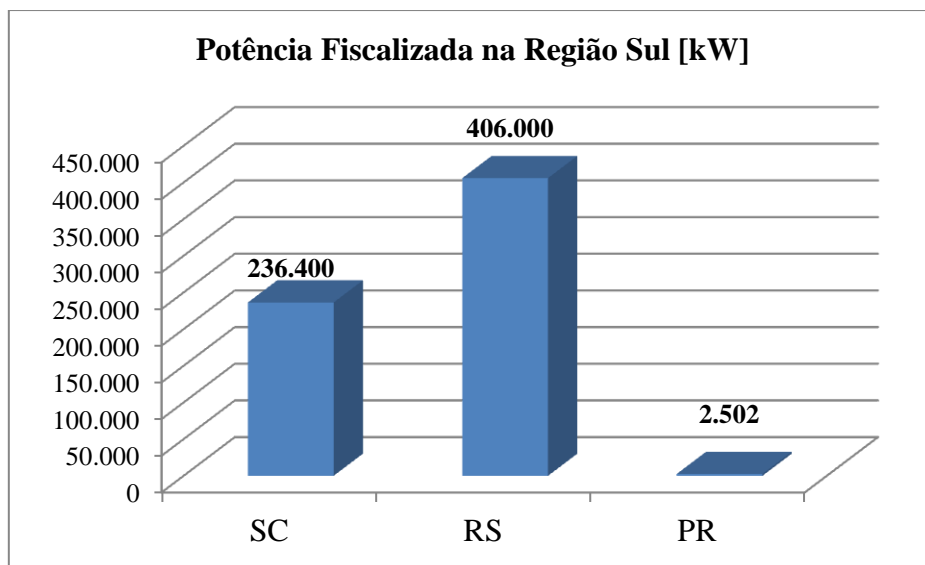


Figura 2.4. 6: Potência Eólica Fiscalizada - Região Sul [kW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

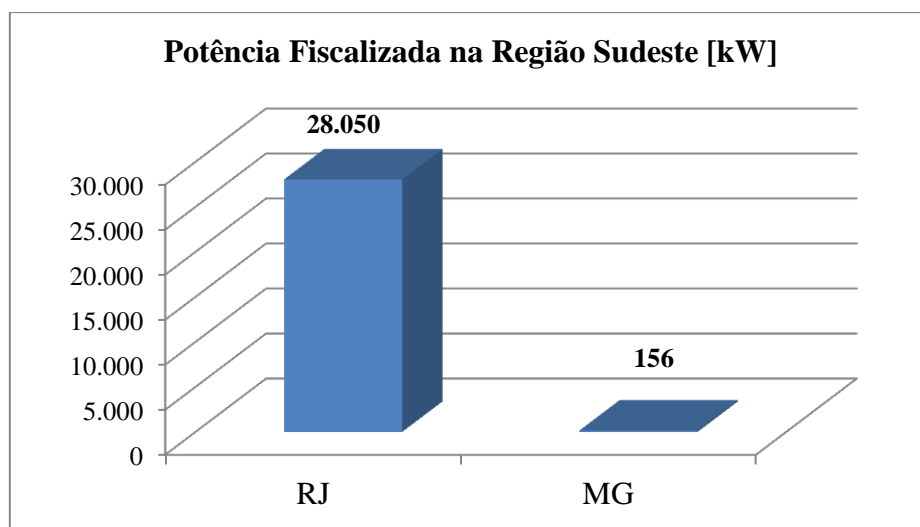


Figura 2.4. 7: Potência Eólica Fiscalizada - Região Sudeste [kW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de ANEEL, 2013)

Há estudos em andamento para se produzir um novo Atlas do Potencial Eólico Brasileiro a uma altura de 100 metros e estima-se que neste caso, o potencial eólico brasileiro seja superior a 300GW, segundo afirmou Maurício Tolmasquim, presidente da

Empresa de Pesquisa Energética - EPE durante a abertura da 3ª Conferência Brasil Wind Power no Rio de Janeiro em 29/06/2012. Segundo Tolmasquim, o parque eólico brasileiro chegará a 8GW de capacidade instalada de geração até 2015 e isto colocará o país entre os dez maiores produtores de energia eólica do planeta [15].

3. CAPÍTULO 3 - LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA

3.1. INTRODUÇÃO

Segundo Jacobson & Masters [16], se os custos relacionados ao meio ambiente e saúde causados pela geração de eletricidade usando combustíveis fósseis como carvão fossem incluídos nos projetos, os custos da energia para utilizando estas fontes seria de 50 a 100% mais caro.

Na década de 1990 várias mudanças foram promovidas no setor elétrico brasileiro visando a implementação de um novo modelo do sistema elétrico do país. Neste processo, companhias de distribuição e geração de energia foram privatizadas, o produtor independente de energia foi criado e uma nova interpretação das implicações ambientais da utilização elétrica começaram a determinar as decisões do plano de expansão do sistema. Esses fatores juntamente com a crise de energia de 2001 criaram condições para que houvesse o crescimento da participação de fontes alternativas de energia na matriz energética do país, especialmente a energia eólica [17].

A decisão governamental brasileira de incentivar a penetração de energia eólica através de leilões tornou-se um incentivo para a incorporação de novos projetos no cenário brasileiro de energia. Havia outros incentivos no país na década passada, como o PROINFA, que incorporava além da eólica, as térmicas e hidrelétricas. Em 15/02/2013 o Brasil conta com 86 usinas eólicas em funcionamento [8], o que representa uma potência fiscalizada de 1.888MW (Tabela 2.4.3). Tal fato que alavancou o crescimento eólico no país se deve à participação dos projetos eólicos em leilões de energia, que ocorreram a partir do final do ano de 2009.

Dados da CCEE [18] mostram que o primeiro leilão de comercialização de energia eólica no país realizado em dezembro de 2009 - LER003/2009 foi um sucesso em termos de competitividade, pois foram contratados um total de 1.805,7MW médios de energia a um preço médio de venda de R\$148,39/MWh [19]. Os leilões subsequentes não foram exclusivamente para contratação de projetos exclusivamente eólicos, onde esta fonte teve

participação juntamente com outras como biomassa e hídrica. O segundo leilão - LER005/2010 ocorreu em agosto de 2010 tendo 20 projetos eólicos vencedores com um preço médio de venda de R\$122,69/MWh. O terceiro leilão LFA007/2010 foi para comercialização de fonte eólica como Fonte Alternativa de energia e contemplou 50 projetos vencedores a um preço médio de venda de R\$134,46/MWh. Em agosto de 2011 foram realizados mais dois leilões de comercialização de fonte eólica, um denominado Energia Nova e o outro Energia de Reserva. O primeiro leilão - LEN02/2011 obteve uma contratação de 44 projetos a um preço médio de venda de R\$101,76/MWh. O segundo - LER03/2011 teve 34 projetos eólicos vencedores a um preço médio de R\$99,45/MWh, indicando que há uma tendência de queda dos preços da energia eólica contratada através de leilões (Figura 3.1.1).

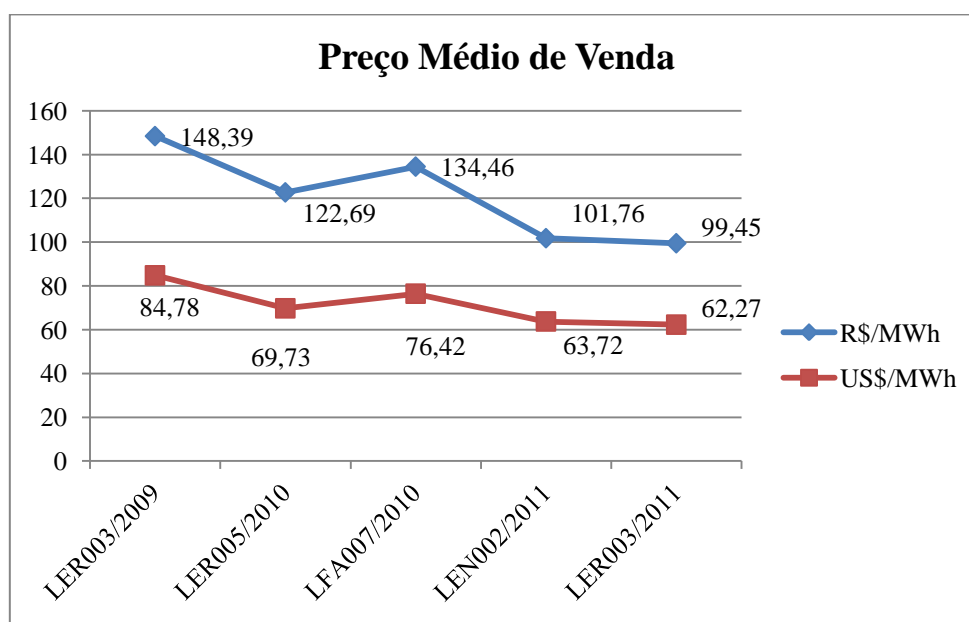


Figura 3.1. 1: Preço Médio de Venda em R\$/MWh e US\$/MWh

(Fonte: Elaborado pela autora, de CCEE, 2011)

A Figura 3.1.1 mostra também os preços médios de venda em dolar (US\$). Para isso, foi feita uma adaptação para analisar a variação do preço médio de venda em função da variação do dolar. Foi utilizada a seguinte expressão, mostrada na Equação 3.1.1.

$$f(\text{Variação Mensal do Dolar [R\$]}) = \frac{\text{Preço Médio de Venda } [\frac{\text{R\$}}{\text{MWh}}]}{\text{US\$}} \quad (3.1.1)$$

Foram utilizados a cotação média mensal do dolar dos Estados Unidos da América, para venda para os meses dos leilões:

Dezembro / 2009: R\$1,7503 [20]

Agosto / 2010: R\$1,7596 [21]

Agosto / 2011: R\$1,5970 [22]

A Figura 3.1.1 faz um comparativo com os preços médios de venda da energia eólica contratada através dos leilões em reais e dolar. Há uma forte tendência de declínio no preço de venda da energia eólica nos leilões, sugerindo com isso que tal fonte está se tornando cada vez mais competitiva, apesar de ser um segmento renovável ainda pouco explorado no Brasil se comparado com a fonte hídrica, como PCHs.

Dos projetos vencedores no leilão de energia eólica, o que chama a atenção são os altos fatores de capacidade definidos pelos empreendedores, pois estão acima da média mundial para a fonte eólica. Tal fato por si só justificaria o presente trabalho pois o mesmo propõe um estudo de cada projeto calculando os fatores de capacidade de acordo com dados dos aerogeradores e localização do parques eólicos.

3.2. AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO

O setor de energia elétrica brasileiro conta com dois ambientes de contratação de energia desde 2004, com a promulgação da Lei do Novo Modelo do Setor Elétrico – Leis 10.847 e 10.848 de 15 de março de 2004 [23]. Desta forma o setor elétrico somente poderá efetuar contratações a partir de regras do Ambiente de Contratação Regulada - ACR ou do Ambiente de Contratação Livre - ACL. Uma visão geral dos dois ambientes é mostrada na Figura 3.2.1, onde a comercialização de energia através de leilões está inserida no ACR.

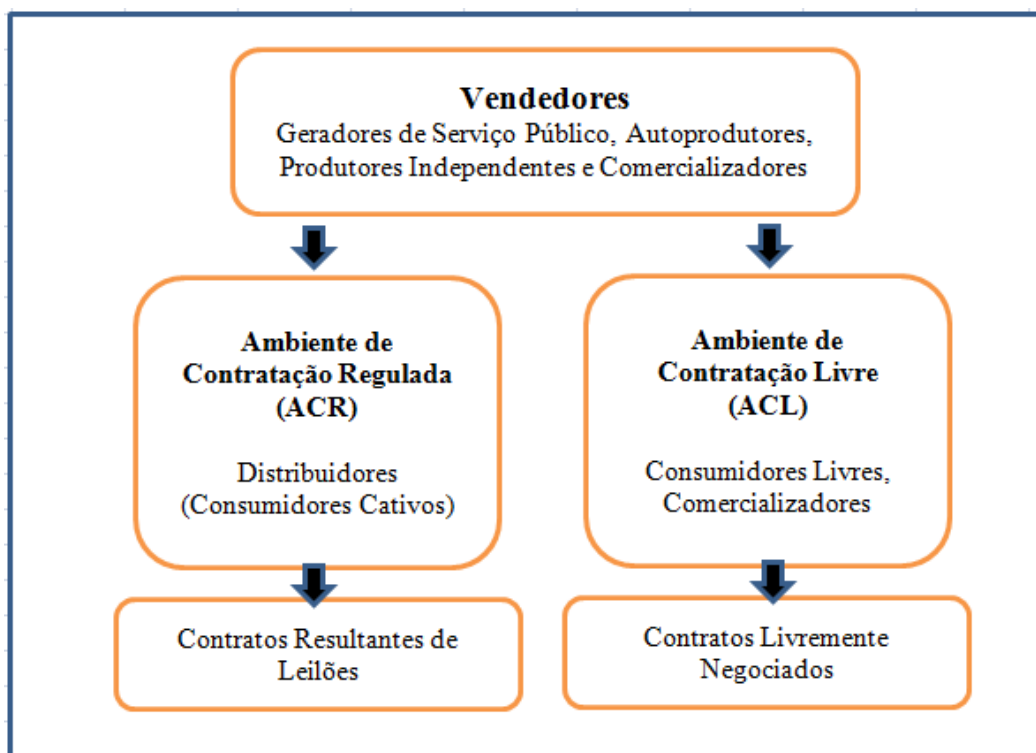


Figura 3.2. 1: Visão Geral da Comercialização de Energia

(Fonte: CCEE, 2012)

A ANEEL é o órgão regulador do mercado e estabelece as regras para a contratação regulada de energia elétrica e a própria realização do leilão ou por intermédio da CCEE. Vence o leilão quem oferta a menor tarifa (inciso VII, do art. 20 do Decreto número

5.163/04), isto é, o menor preço por MWh para atender à demanda prevista pelas distribuidoras [23]. Desta forma, firma-se contrato entre os vencedores do leilão e as distribuidoras que compram a energia de acordo com o cronograma para o suprimento.

3.3. TIPOS DE LEILÕES DE ENERGIA DO ACR

Os leilões de energia do ACR são realizados mediante Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado - CCEAR. O ano de suprimento da energia contratada está representado na Figura 3.3.1 e são representados através de A-1, A-2, A-3, etc, indicando o início de suprimento a partir do encerramento do leilão [23].

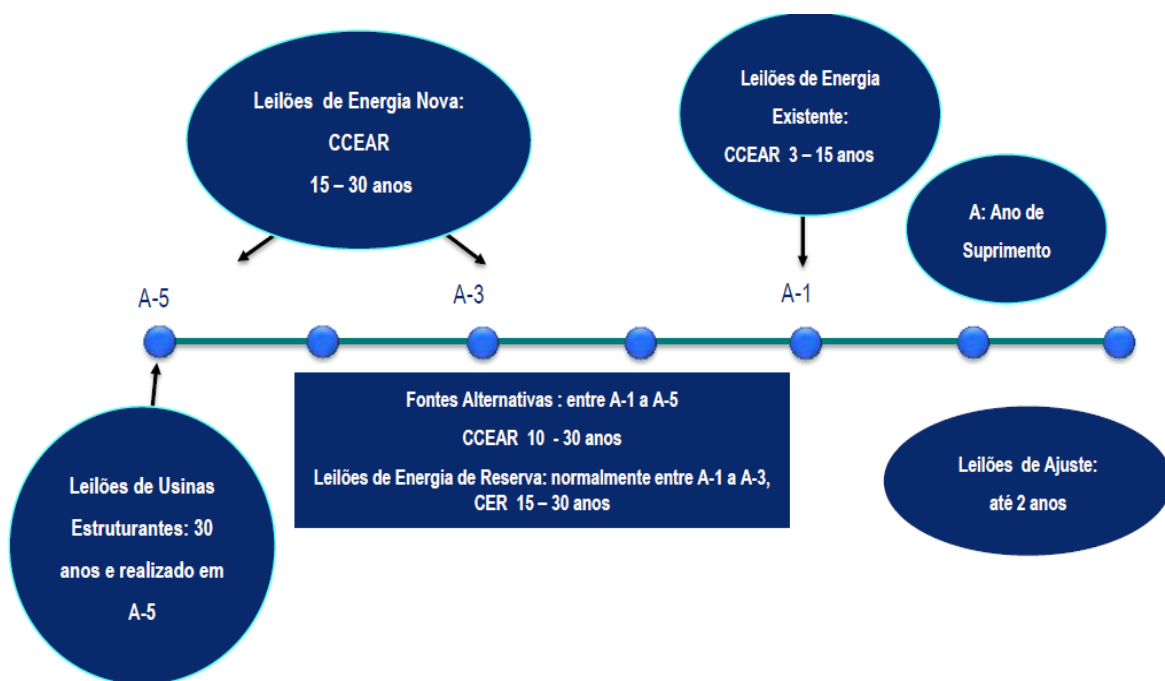


Figura 3.3. 1: Tipos de Leilões do ACR

(Fonte: CCEE, 2012)

A sistemática de realização dos leilões se inicia com portaria publicada pelo MME com diretrizes da habilitação técnica da EPE e da realização do leilão. Os leilões são agendados. A ANEEL publica edital e minutas de contratos. Os investidores devem então apresentar um projeto técnico a EPE, que analisa e informa os empreendimentos aptos a participar do leilão. O MME publica uma portaria com a Garantia Física dos empreendimentos. A realização dos leilões é feita pela CCEE por determinação da ANEEL. No caso do LER o empreendedor assina o contrato com a CCEE e no caso dos leilões do ACR o empreendedor assina contrato com a Distribuidora. Com o contrato assinado, o empreendedor tem como responsabilidade gerenciar o projeto, bem como buscar financiamento para o mesmo e garantir que a energia contratada seja entregue no prazo acordado.

O montante negociado nos leilões foi de R\$798.282.550.522,83 em sua totalidade sendo que 57% deste total é proveniente dos 13 leilões de energia nova (Tabela 3.3.1).

Tipo de Leilão	Termo	Quantidade	Montante Negociado [R\$] (Atualizado em junho/2012)
Energia Nova	LEN	13	455.022.986.340,79
Energia Existente	LEE	10	133.555.375.120,41
Leilões de Ajustes	LA	13	2.289.666.441,16
Energia de Reserva	LER	4	43.663.304.678,76
Fontes Alternativas	LFA	2	25.090.049.781,78
Estruturantes	-	3	138.661.168.159,93
Total		45	798.282.550.522,83

Tabela 3.3. 1: Montante Negociado nos Leilões de Energia no Brasil

(Fonte: CCEE, 2012)

3.4. RESUMO E HISTÓRICO DA PARTICIPAÇÃO DA ENERGIA EÓLICA NOS LEILÕES DE ENERGIA NO PAÍS

A cronologia dos leilões de energia no país de 2004 a 2012 está representada na Tabela 3.4.1, onde os leilões em estudo neste trabalho estão inseridos de 2009 a 2011 [23].

Ano	Leilão	Data do Leilão
2004	1º LEE (A-1, A-2, A-3)	
2005	1º LEN (A-3, A-4, A-5)	
	2º LEE (A-3)	
	3º LEE (A-1)	
	4º LEE (A-4)	
2006	2º LEN (A-3)	29/06/2006
	3º LEN (A-5)	10/10/2006
	5º LEE (A-1)	14/12/2006
2007	1º LFA (A-3)	18/06/2007
	4º LEN (A-3)	26/07/2007
	5º LEN (A-5)	16/12/2007
2008	1º LER (A-3)	14/08/2008
	6º LEN (A-3)	17/09/2008
	7º LEN (A-5)	30/09/2008
	7º LEE (A-3)	28/11/2008
2009	8º LEN (A-3)	27/08/2009
	8º LEE (A-1)	30/11/2009
	2º LER (A-3) *	14/12/2009
2010	10º LEN (A-5)	30/07/2010
	3º LER (A-3) *	25/08/2010
	2º LFA (A-3) *	26/08/2010
	9º LEE (A-1)	10/12/2010
	11º LEN (A-5)	17/12/2010
2011	12º LEN (A-3) *	17/08/2011
	4º LER (A-3) *	18/08/2011
	10º LEE (A-1)	30/11/2011
	13º LEN (A-5)	20/12/2011
2012	14º LEN (A-3)	12/12/2012
	15º LEN (A-5)	14/12/2012

Tabela 3.4. 1: Cronologia dos Leilões de Contratação de Energia

() Leilões onde a energia eólica foi comercializada.*

(Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2012)

Um resumo dos leilões cuja energia elétrica contratada é proveniente de fonte eólica em sua totalidade ou parcialmente será abordado nos tópicos seguintes deste trabalho.

3.4.1. 2º Leilão de Energia de Reserva – LER003/2009

Este leilão foi o principal objeto de estudo deste trabalho por ser o primeiro leilão a se comercializar energia elétrica proveniente de fontes eólicas. Foi o pioneiro e abriu portas para outros leilões. A energia foi contratada a um preço médio de R\$148/MWh, 22% abaixo do teto estabelecido de R\$189/MWh, indicando uma alta competitividade se comparada à outras fontes como a hídrica, especialmente as PCHs. O acordo foi para início de suprimento a partir de 1º de julho de 2012 e com prazo de duração de 20 anos. 71 projetos foram vencedores e a capacidade total instalada contratada foi de 1.805,7MW. Um resumo dos resultados está mostrado na Tabela 3.4.1.1 [24].

2º Leilão de Energia de Reserva (Edital nº 003/2009 - ANEEL) - Resumo	
Total Negociado [MWh]*	132.015.960,00
Total Negociado [lotes]	753
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	148,39
Montante [R\$]	19.590.109.531,20
<i>* Estimativa do montante negociado em MWh</i>	
Preço Marginal do Leilão [R\$]: 153,07	

Tabela 3.4.1. 1: Resumo do Resultado do Leilão LER003/2009

(Fonte: CCEE, 2009)

De acordo com o que foi apresentado na Tabela 3.4.1.2, dos 71 projetos vencedores, 89% se concentra na região nordeste do país sendo que o Rio Grande do Norte e Ceará totalizam juntos 62% do total, seguido da Bahia com 25%. A Figura 3.4.1.1 mostra o número de projetos por estado [19].

Estado	Projetos		Potência [MW]	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Bahia	18	25,4	390	21,6
Ceará	21	29,5	542,7	30,0
Rio Grande do Norte	23	32,4	657	36,4
Rio Grande do Sul	8	11,3	186	10,3
Sergipe	1	1,4	30	1,7
<i>Total Brasil</i>	71	100	1805,7	100

Tabela 3.4.1. 2: Projetos Eólicos por Estado - LER003/2009

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de Informe à Imprensa. EPE, 2009)

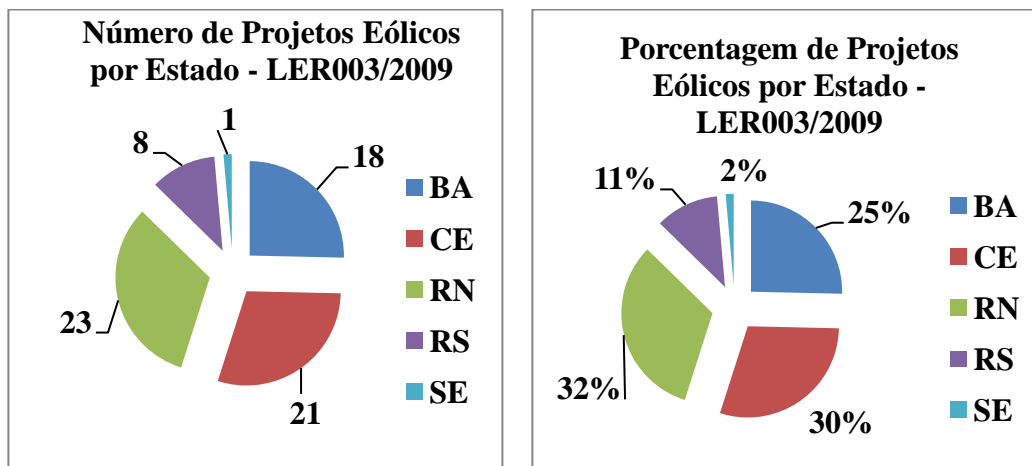


Figura 3.4.1. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER003/2009

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de Informe à Imprensa. EPE, 2009)

Conforme mostrado na Tabela 3.4.1.2 e na Figura 3.4.1.2, em termos de capacidade instalada, neste Leilão, o estado do Rio Grande do Norte segue na frente com 36% da capacidade total contratada no leilão, equivalente a 657MW, seguido do Ceará e Bahia. A Figura 3.4.1.2 mostra a participação de cada estado em termos de capacidade instalada [19].

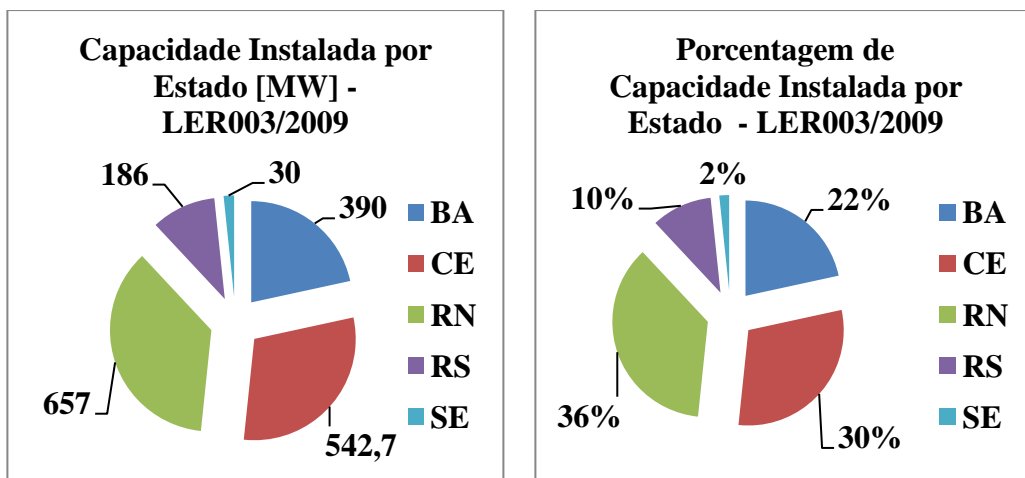


Figura 3.4.1. 2: Capacidade Instalada por Estado - LER003/2009

(Fonte: elaborado pela autora a partir de Informe à Imprensa. EPE, 2009)

Comparando as Figuras 3.4.1.1 e 3.4.1.2 observa-se que tanto em termos de quantidade de projetos quanto em capacidade instalada o estado do Rio Grande do Norte ocupa o primeiro lugar no ranking, seguido do Ceará e da Bahia. O estado do Rio Grande do Sul possui uma fatia pequena de participação quando comparado com o estado do Ceará, em torno de uma terça parte tanto para quantidade de projetos quanto para capacidade instalada. O estado de Sergipe, com somente um projeto vencedor representa uma participação de 2% em capacidade instalada para este Leilão.

3.4.2. 3º Leilão de Energia de Reserva – LER005/2010

Neste segundo leilão foi comercializado energia elétrica proveniente de fontes biomassa (início de suprimento em 2011, 2012 e 2013 e prazo de duração de 15 anos), eólica (início de suprimento em 2013 e prazo de duração de 20 anos) e hidroelétrico (início de suprimento em 2013 e prazo de duração de 30 anos). Enquanto que o primeiro leilão onde foi comercializado energia eólica foi exclusivo para esta fonte, este Leilão teve outras participações e foi dividido em três fases conforme mostrado na Tabela 3.4.2.1 [18].

3º Leilão de Energia de Reserva (Edital nº 005/2010 - ANEEL) - Resumo	
1º Fase, Produto 2011-BIO15	
Total Negociado [MWh]	9.664.908,00
Garantia Física [Mwmédio]	137,1
Potência [MW]	286,9
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	154,18
Montante [R\$]	1.490.134.954,80
Preço Marginal do Leilão [R\$]: 154,40	
2º Fase, Produto 2012-BIO15	
Total Negociado [MWh]	4.052.376,00
Garantia Física [Mwmédio]	43,5
Potência [MW]	118
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	145,37
Montante [R\$]	589.108.248,00
Preço Marginal do Leilão [R\$]: 145,48	
3º Fase, Produtos 2013-PCH30, 2013-BIO15 e 2013-EOL20	
Total Negociado [MWh]	58.311.033,60
Garantia Física [Mwmédio]	388,7
Potência [MW]	801,7
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	125,07
Montante [R\$]	7.292.807.255,64
Preço Marginal do Leilão [R\$]: 134,90	

Tabela 3.4.2. 1: Resumo do Resultado do Leilão LER005/2010

(Fonte: CCEE, 2011)

Como o objeto de estudo deste trabalho são os projetos eólicos, desta forma, da Tabela 3.4.2.1 foi analisado a 3ª Fase onde os 20 projetos eólicos estão inseridos. Estes 20 projetos contribuíram para uma capacidade total instalada de 528,2MW. De acordo com o apresentado na Tabela 3.4.2.2, destes projetos vencedores, 95% se concentra na região nordeste do país. O estado da Bahia com dez projetos eólicos vencedores é responsável por

50% deste Leilão. O estado do Rio Grande do Norte, assim como no Leilão anterior a este também tem uma grande participação. Seus nove projetos representam 45% da totalidade deste Leilão. O estado do Rio Grande do Sul tem uma participação com apenas um projeto, ficando assim com os 5% restantes. A Figura 3.4.2.1 mostra o número de projetos por estado [18].

Estado	Projetos		Potência [MW]	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Bahia	10	50	261	49,4
Rio Grande do Norte	9	45	247,2	46,8
Rio Grande do Sul	1	5	20	3,8
<i>Total Brasil</i>	20	100	528,2	100

Tabela 3.4.2. 2: Projetos Eólicos por Estado - LER005/2010

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados CCEE, 2011)

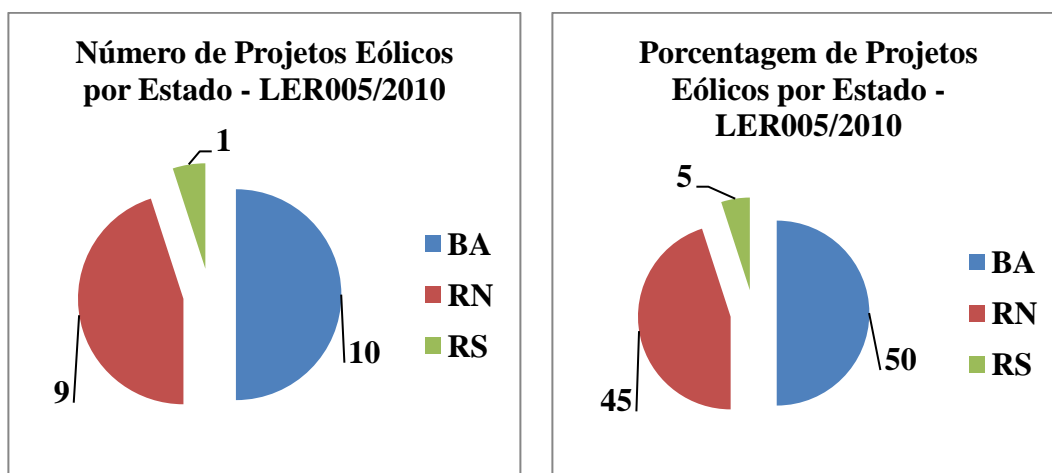


Figura 3.4.2. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER005/2010

(Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Conforme mostrado na Tabela 3.4.2.2 e na Figura 3.4.1.2, em termos de capacidade instalada, o estado da Bahia segue na frente com 49,4% da capacidade total contratada neste Leilão, equivalente a 261MW, seguido do estado do Rio Grande do Norte com uma

participação significativa também de 46,8%, representando assim 247,2MW. A Figura 3.4.2.2 mostra a participação de cada estado em termos de capacidade instalada [18].

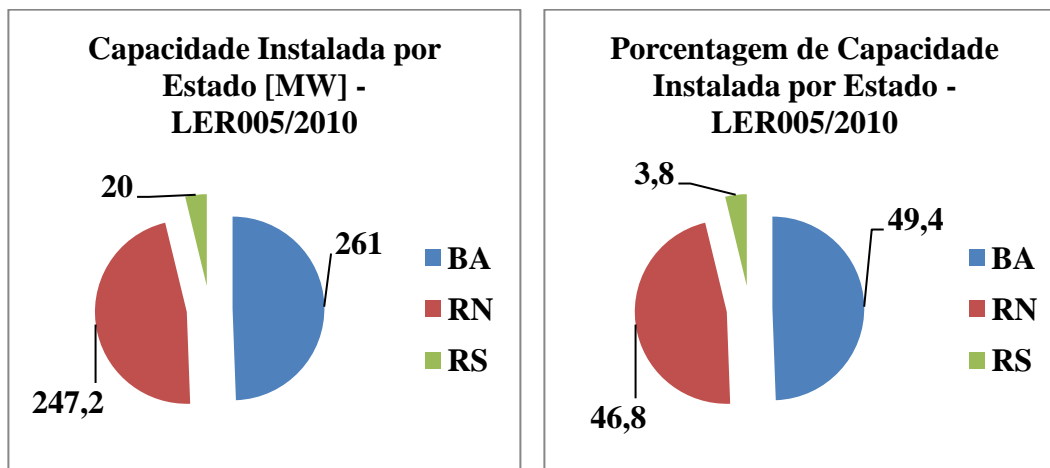


Figura 3.4.2. 2: Capacidade Instalada por Estado - LER005/2010

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Comparando as Figuras 3.4.2.1 e 3.4.2.2 observa-se que tanto em termos de quantidade de projetos quanto capacidade instalada o estado da Bahia ocupa o primeiro lugar no *ranking*, seguido com pouca diferença do estado do Rio Grande do Norte. O estado do Rio Grande do Sul possui uma fatia pequena de participação quando comparado com os estados da Bahia e Rio Grande do Norte, pois somente possui um projeto vencedor neste leilão o que representa 3,8% da capacidade total instalada para este leilão.

3.4.3. 2º Leilão de Fontes Alternativas – LFA007/2010

Neste leilão foram comercializados energia elétrica proveniente de fontes biomassa e eólica com início de suprimento em 2013 e prazo de duração de 20 anos; e PCHs com início de suprimento em 2013 e prazo de duração de 30 anos. Um resumo dos resultados está mostrado na Tabela 3.4.3.1 [18].

3º Leilão de Fontes Alternativas (Edital nº 007/2010 - ANEEL) - Resumo	
Produto 2011-BIO20	
Projetos Contratados	12
Garantia Física [MWmédio]	190,6
Potência Instalada [MW]	712,9
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	144,2
Produto 2012-PCH30	
Projetos Contratados	7
Garantia Física [MWmédio]	69,8
Potência Instalada [MW]	131,5
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	141,93
Produto 2013-EOL20	
Projetos Contratados	50
Garantia Física [MWmédio]	658,5
Potência Instalada [MW]	1.519,60
Preço de Venda Médio [R\$/MWh]	134,46

Tabela 3.4.3. 1: Resumo do Resultado do Leilão LFA007/2010

(Fonte: CCEE, 2011)

Este trabalho avalia somente dados referentes aos projetos eólicos, desta forma os 50 projetos eólicos negociados estão inseridos na Tabela 3.4.3.2 e representam juntos um total de 1.519,6MW de capacidade instalada. Dos projetos vencedores, 82% se concentra na região nordeste do país. O estado do Rio Grande do Norte com 30 projetos representa 60% do total deste Leilão. O estado do Rio Grande do Sul participa deste leilão com 9 projetos, a frente do estado da Bahia e Ceará, com seis e cinco projetos respectivamente. A Figura 3.4.3.1 mostra o número de projetos por estado [18].

Estado	Projetos		Potência [MW]	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Bahia	6	12	326,4	21,5
Ceará	5	10	150	9,9
Rio Grande do Norte	30	60	817,4	53,8
Rio Grande do Sul	9	18	225,8	14,9
<i>Total Brasil</i>	50	100	1519,6	100

Tabela 3.4.3. 2: Projetos Eólicos por Estado - LFA007/2010

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados CCEE, 2011)

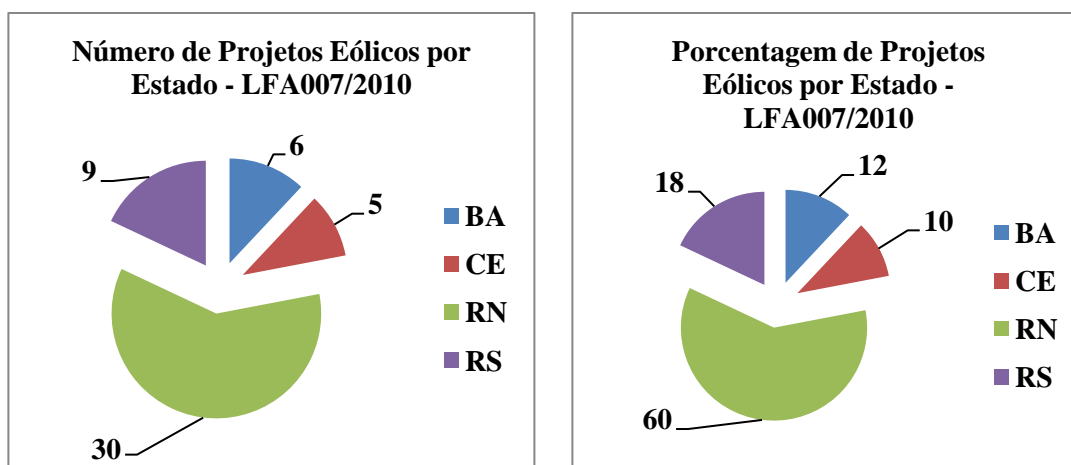


Figura 3.4.3. 1: Projetos Eólicos por Estado - LFA007/2010

(Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Conforme mostrado na Tabela 3.4.3.2 e na Figura 3.4.3.2, em termos de capacidade instalada, neste Leilão, o estado do Rio Grande do Norte segue na frente com 53,8% da capacidade total contratada neste Leilão, equivalente a 817,4MW, seguido de longe pelo estado da Bahia com uma participação de 21,5%, representando assim 326,4MW. A Figura 3.4.3.2 mostra a participação de cada estado em termos de capacidade instalada [18].

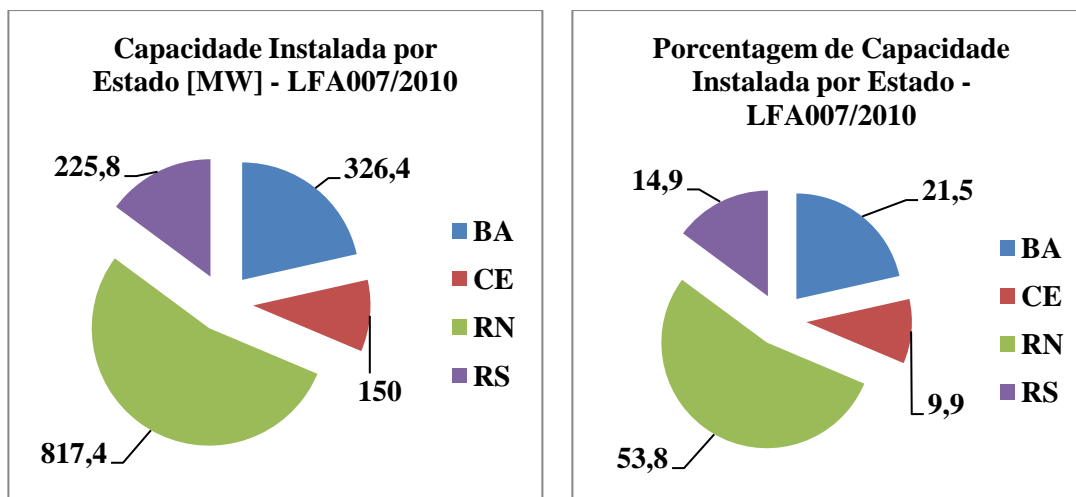


Figura 3.4.3. 1: Capacidade Instalada por Estado - LFA007/2010

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Comparando as Figuras 3.4.3.1 e 3.4.3.2 observa-se que tanto em termos de quantidade de projetos como em capacidade instalada o estado do Rio Grande do Norte ocupa o primeiro lugar no *ranking*. O estado do Rio Grande do Sul, com nove projetos eólicos está em segundo lugar em termos de quantidade de projetos. No entanto, estes nove projetos representam 225,8MW. O estado da Bahia, com seis projetos tem uma representatividade maior em termos de capacidade instalada pois estes projetos representam 326,4MW. Desta forma, em termos de capacidade instalada, o estado da Bahia contribui com 21,5% do total e o estado do Rio Grande do Sul, que apesar de possuir mais projetos do que a Bahia, sua contribuição em termos de capacidade instalada é de 14,9%. Os cinco projetos eólicos do Ceará representam 150MW de potência instalada, o que equivale a 9,9% da capacidade total para este Leilão.

3.4.4. 12º Leilão de Energia Nova – LEN02/2011

Neste leilão foram comercializados energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração de fontes hidrelétrica, eólica e termelétrica a biomassa ou a gás natural; com início de suprimento a partir de 1º de março de 2014. Foram negociados

um total de 42 projetos eólicos, mostrados na Tabela 3.4.4.1, que contribuem para um acréscimo de capacidade eólica instalada no país de 1.038,8MW. Neste leilão, 47,6% dos projetos estão na região sul, todos no estado do Rio Grande do Sul e o restante na região nordeste. O estado da Bahia, com 10 projetos representa 23,8% do total. Os estados do Ceará, Pernambuco Piauí e Rio Grande do Norte tiveram uma participação juntos no total de 28,5% do total de projetos eólicos deste Leilão. A Figura 3.4.4.1 mostra o número de projetos por estado [18].

Estado	Projetos		Potência [MW]	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Bahia	10	23,8	236,8	22,8
Ceará	4	9,5	103,6	10,0
Pernambuco	3	7,1	78	7,5
Piauí	3	7,1	75,6	7,3
Rio Grande do Norte	2	4,8	52,8	5,1
Rio Grande do Sul	20	47,6	492	47,4
<i>Total Brasil</i>	42	100,0	1038,8	100

Tabela 3.4.4. 1: Projetos Eólicos por Estado - LEN02/2011

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados CCEE, 2011)

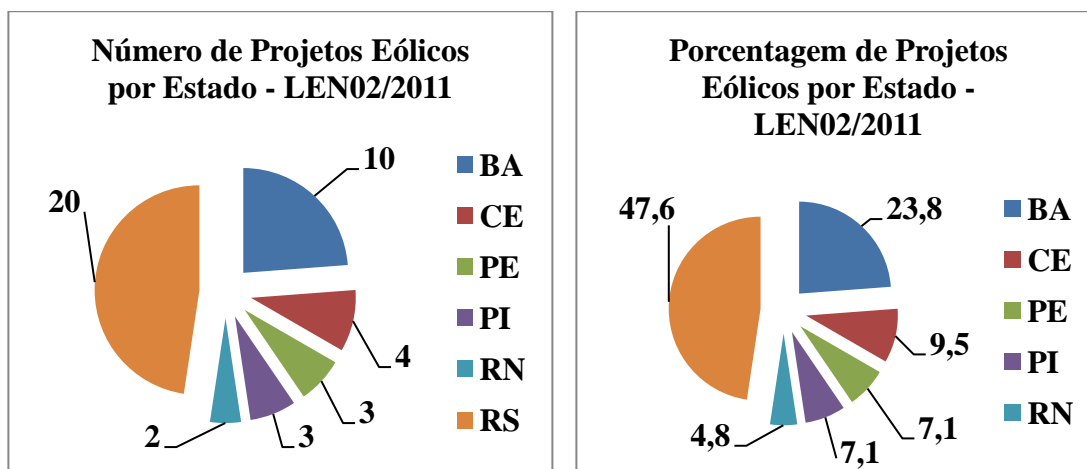


Figura 3.4.4. 1: Projetos Eólicos por Estado - LEN02/2011

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Conforme mostrado na Tabela 3.4.4.1 e na Figura 3.4.4.2, em termos de capacidade instalada, neste leilão, o estado do Rio Grande do Sul segue na frente com 47,4% da capacidade total contratada, equivalente a 492MW, seguido de longe pelo estado da Bahia com uma participação de 22,8%, representando assim 236,8MW. A Figura 3.4.4.2 mostra a participação de cada estado em termos de capacidade instalada [18].

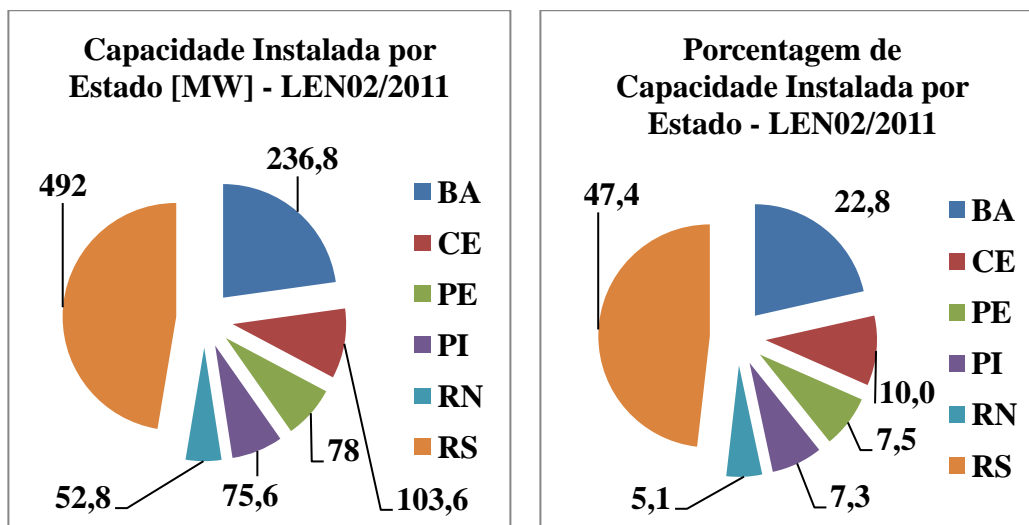


Figura 3.4.4. 2: Capacidade Eólica Instalada por Estado - LENO2/2011

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Comparando as Figuras 3.4.4.1 e 3.4.4.2 observa-se que tanto em termos de quantidade de projetos quanto capacidade instalada o estado do Rio Grande do Sul ocupa o primeiro lugar no *ranking*, muito a frente do segundo colocado com o dobro de projetos vencedores e praticamente o dobro de capacidade instalada. O estado da Bahia, com dez projetos eólicos está em segundo lugar em termos de quantidade de projetos e capacidade instalada. Neste Leilão os estados ocupam a mesma ordem tanto no *ranking* de quantidade de projetos quanto capacidade instalada e a porcentagem pouco difere também.

3.4.5. 4º Leilão de Energia de Reserva – LER03/2011

Neste leilão foram comercializados energia elétrica proveniente de fontes eólica e biomassa com início de suprimento a partir de 1º de julho de 2014. Foram negociados um total de 34 projetos eólicos, mostrados na Tabela 3.4.5.1, que representam um total de 861,1MW de capacidade instalada. Neste leilão, 85,3% dos projetos são na região nordeste, sendo o Rio Grande do Norte o estado com a maior participação com 15 projetos e fatia de 44,1% do total. Os estados da Bahia e Ceará possuem sete projetos cada, com representatividade individual de 20,6% do total. O estado do Rio Grande do Sul com cinco projetos representa o restante dos 14,7% do total. A Figura 3.4.5.1 mostra o número de projetos por estado [18].

Estado	Projetos		Potência [MW]	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Bahia	7	20,6	148,8	17,3
Ceará	7	20,6	174,5	20,3
Rio Grande do Norte	15	44,1	405,4	47,1
Rio Grande do Sul	5	14,7	132,4	15,4
<i>Total Brasil</i>	34	100,0	861,1	100

Tabela 3.4.5. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER03/2011

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de dados CCEE, 2011)

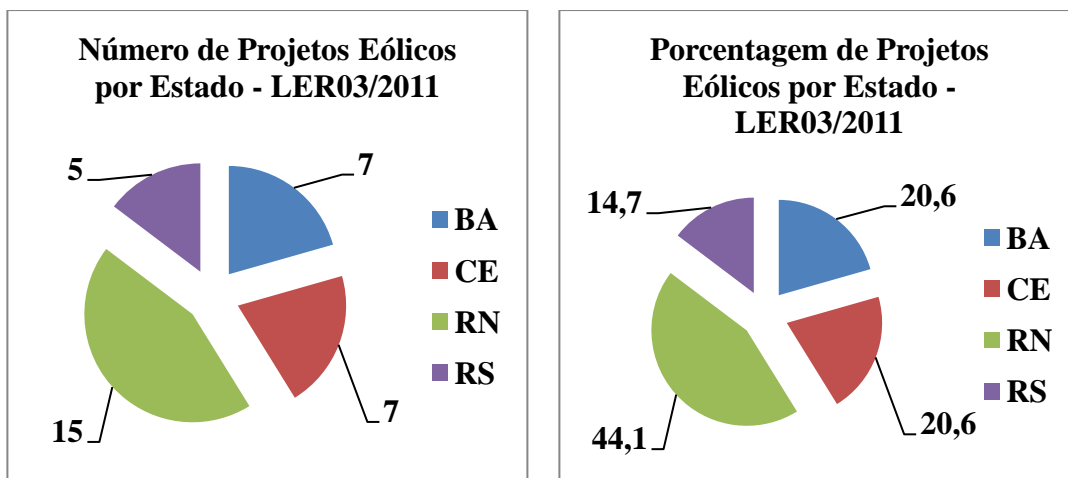


Figura 3.4.5. 1: Projetos Eólicos por Estado - LER03/2011

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Conforme mostrado na Tabela 3.4.5.1 e na Figura 3.4.5.2, em termos de capacidade instalada, neste leilão, o estado do Rio Grande do Norte segue na frente com 47,1% da capacidade total contratada, equivalente a 405,4MW, seguido de longe pelo estado da Ceará com uma participação de 20,3%, representando assim 174,5MW. O estado da Bahia ocupa a terceira posição com 17,3% representando 148,8MW. Tanto o Ceará quanto a Bahia possuem sete projetos cada um neste leilão, no entanto, a capacidade instalada do estado do Ceará possui 25,7MW a mais do que o estado da Bahia. A Figura 3.4.5.2 mostra a participação de cada estado em termos de capacidade instalada [18].

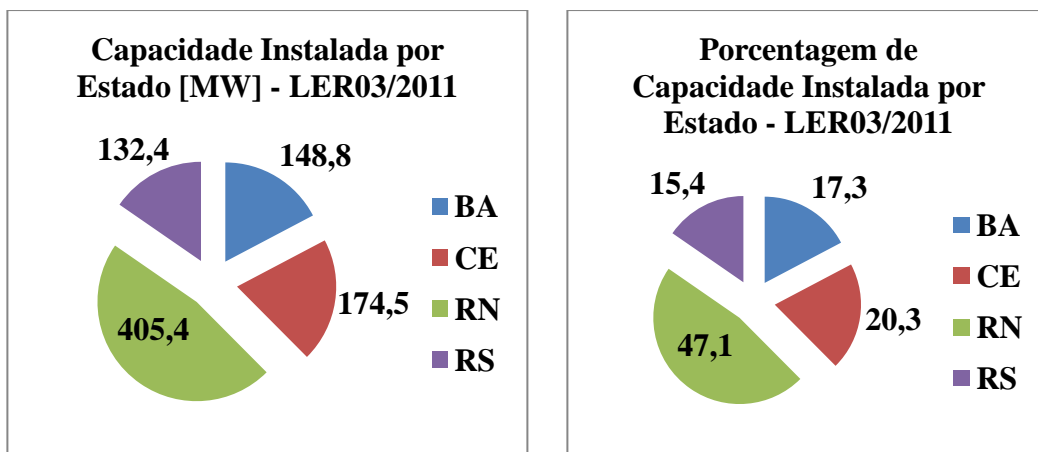


Figura 3.4.5. 2: Capacidade Eólica Instalada por Estado - LER03/2011

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Comparando as Figuras 3.4.5.1 e 3.4.5.2 observa-se que tanto em termos de quantidade de projetos como em capacidade instalada o estado do Rio Grande do Norte ocupa o primeiro lugar no *ranking*, muito a frente do segundo colocado com o dobro de projetos vencedores e praticamente o dobro de capacidade instalada. Se analisando a quantidade de projetos o segundo lugar é ocupado pelos estados da Bahia e Ceará com sete projetos cada representando individualmente 20,6%, analisando a capacidade instalada dos dois há uma pequena divergência que representa uma vantagem de 3% do estado do Ceará sobre o estado da Bahia. Por último, o estado do Rio Grande do Sul, com seus cinco projetos eólicos contribuirá para uma capacidade instalada de 15,4% do total, representando 132,4MW.

3.4.6. Comparativo Leilões

A Tabela 3.4.6.1 [18] mostra um resumo comparativo dos leilões de energia eólica no país, onde R=Reserva, FA=Fonte Alternativa e N=Nova.

Leilão	Tipo	Data	Projetos Eólicos Vencedores	Exclusivo Eólica	Capacidade Instalada Eólica	MW médio contratado Eólica	Preço Médio Eólica	Início Suprimento
					[MW]	[MW]	[R\$/MWh]	
LER003/2009	R	14/12/2009	71	Sim	1805.7	783.1	148,39	01/07/2012
LER005/2010	R	25/08/2010	20	Não	528.2	266.8	122,69	01/09/2013
LFA007/2010	FA	26/08/2010	50	Não	1519.6	658,5	134,46	01/01/2013
LEN002/2011	N	17/08/2011	42	Não	1038,8	484,2	101,76	01/03/2014
LER003-2011	R	18/08/2011	34	Não	861.1	428.8	99,45	01/07/2014

Tabela 3.4.6. 1: Resumo Leilões

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Dos cinco primeiros leilões de fonte eólica, 36% dos projetos se encontra no estado do Rio Grande do Norte, e o estado da Bahia ocupa o segundo lugar com 24% do total, seguido do estado do Rio Grande do Sul com 20%, conforme mostrado na Tabela 3.4.6.2. A Figura 3.4.6.1 mostra o número de projetos totais por estado. Dos 217 projetos, 71 foram negociados no primeiro leilão de energia eólica LER003/2009, o único em que somente a fonte eólica foi negociada. Nos leilões subsequentes houve também negociação conjunta com outras fontes, mas ainda assim a presença da fonte eólica foi significativa, embora não alcançando o mesmo índice de projetos como no primeiro de fonte exclusiva eólica. A Figura 3.4.6.2 mostra o número de projetos eólicos por leilão, indicando uma queda brusca do número de projetos do primeiro para o segundo leilão, de 71 projetos para apenas 20. O próximo subsequente, em contrapartida, teve um aumento de mais de 100% no número de projetos negociados, passando de 20 para 50. Apesar deste fato, desde o terceiro leilão de energia onde foi comercializado a fonte eólica houve uma redução do número de projetos eólicos.

Estado	LER003	LER005	LFA007	LEN02	LER03	Projetos	
	2009	2010	2010	2011	2011	Total por Estado	%
Bahia	18	10	6	10	7	51	24
Ceará	21	0	5	4	7	37	17
Pernambuco	0	0	0	3	0	3	1
Piauí	0	0	0	3	0	3	1
Rio Grande do Norte	23	9	30	2	15	79	36
Rio Grande do Sul	8	1	9	20	5	43	20
Sergipe	1	0	0	0	0	1	0
Total Brasil	71	20	50	42	34	217	100

Tabela 3.4.6. 2: Resumo dos Projetos Eólicos por Leilões e por Estado

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

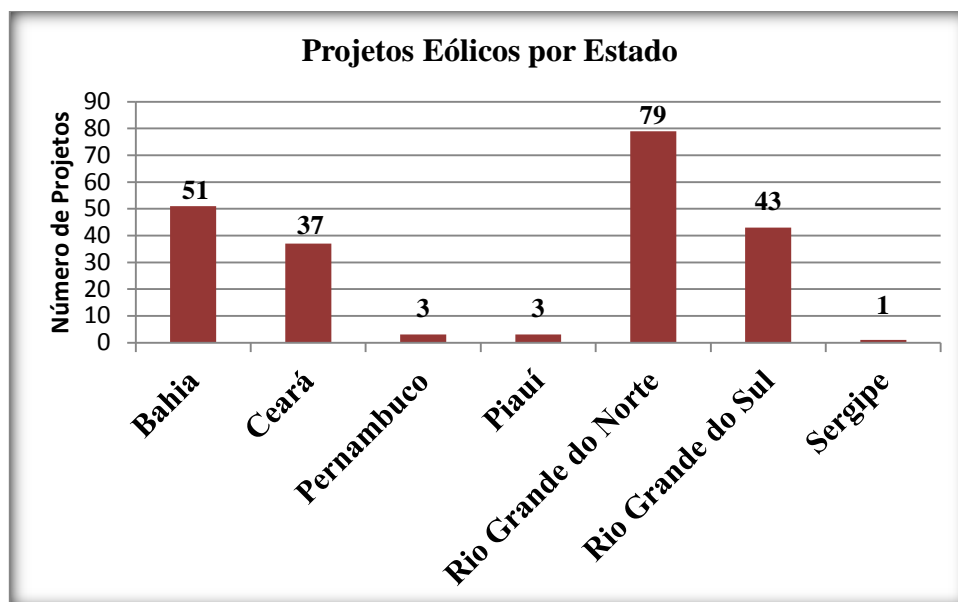


Figura 3.4.6. 1: Projetos Eólicos por Estado

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

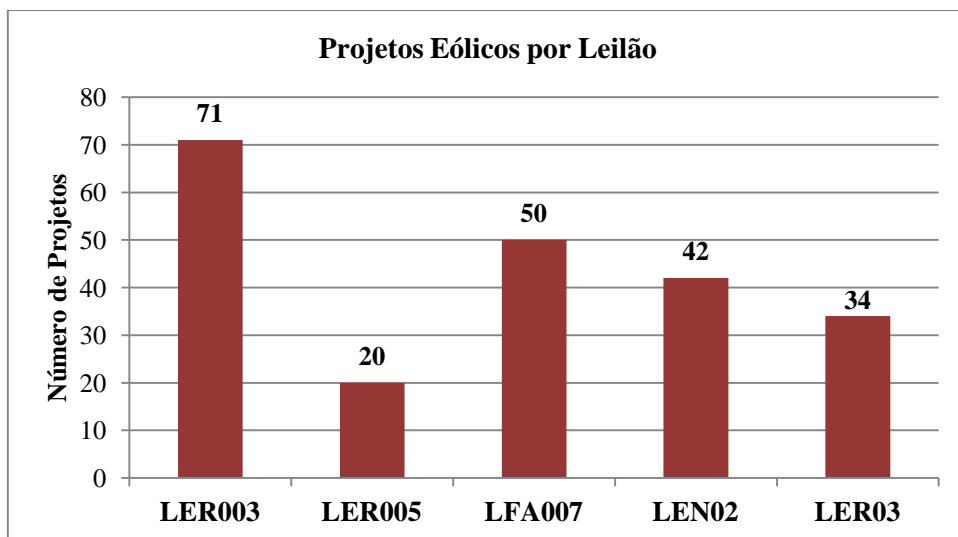


Figura 3.4.6. 2: Projetos Eólicos por Leilão

(Fonte: elaborado pela autora, a partir de CCEE, 2011)

Um comparativo com o número de parques eólicos contratados e os leilões está mostrado nas Figuras 3.4.6.3 e 3.4.6.4 [18].

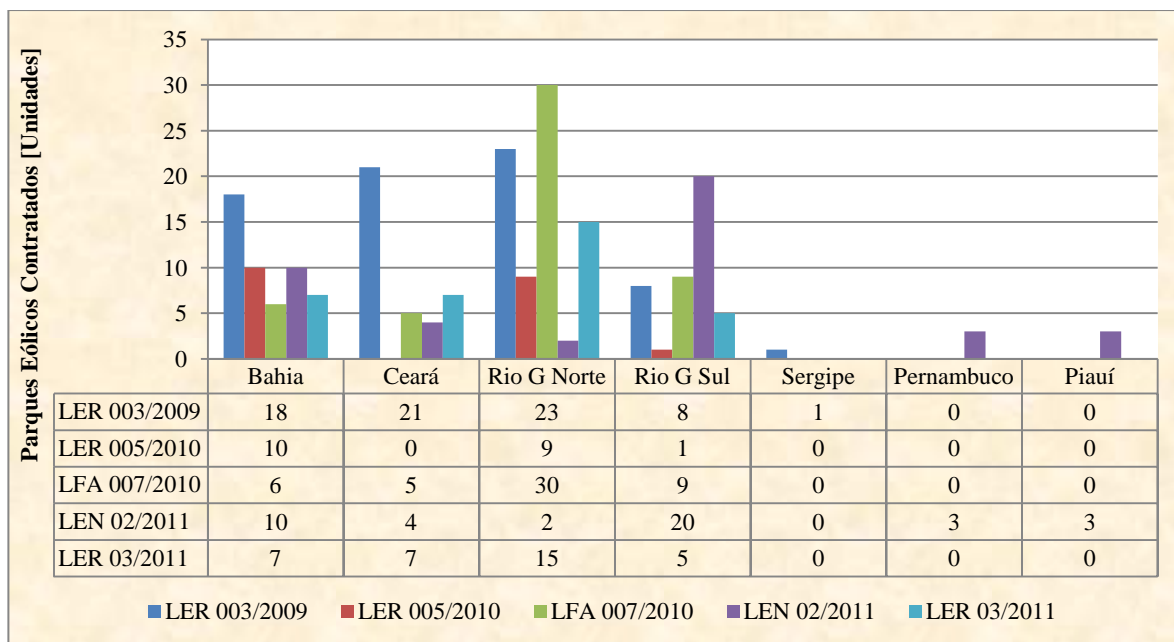


Figura 3.4.6. 3: Parques Eólicos Contratados nos Leilões

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

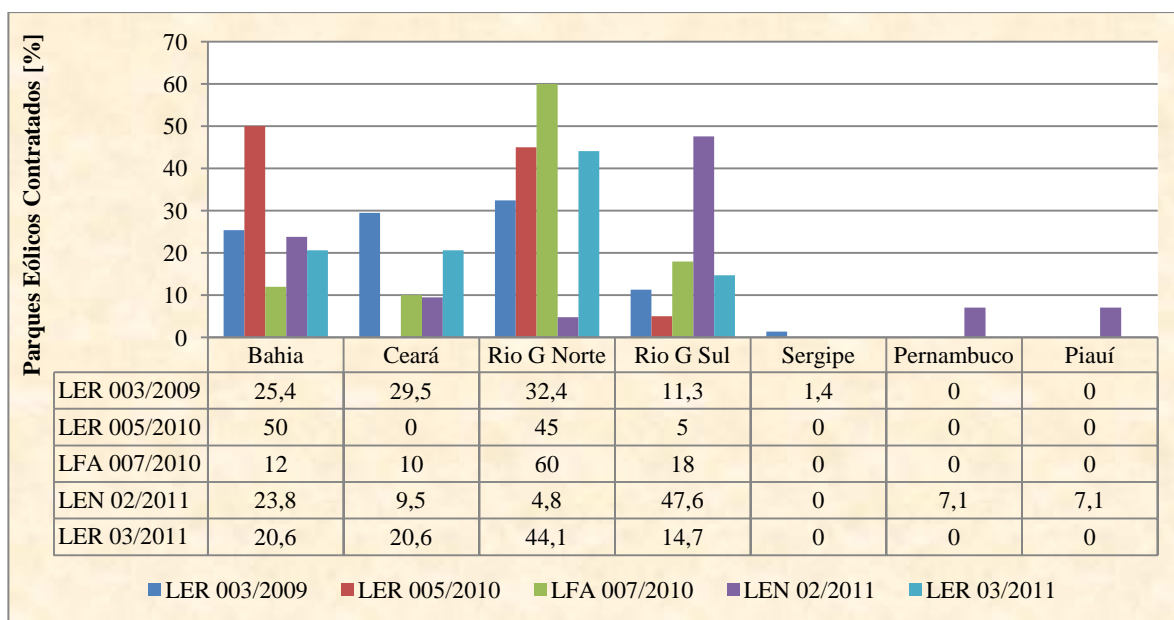


Figura 3.4.6. 4: Parques Eólicos Contratados nos Leilões [Porcentagem]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Em termos de capacidade instalada, o estado do Rio Grande do Norte também está em primeiro lugar com 38% da potência instalada, seguido também do estado da Bahia com 23,5% e do estado do Rio Grande do Sul com 18,4%, conforme Tabela 3.4.6.3. A Figura 3.4.6.5 mostra a capacidade instalada total [MW] por estado. Em termos de capacidade instalada por leilão, conforme Figura 3.4.6.6, o primeiro leilão detém a maioria da capacidade instalada. Nos leilões subsequentes a capacidade instalada está compatível com o número de projetos eólicos, conforme observado nas Figuras 3.4.6.1 e 3.4.6.2 seguindo a mesma tendência.

Estado	LER003	LER005	LFA007	LEN02	LER03	Potência [MW]	
	2009	2010	2010	2011	2011	Quantidade por Estado	%
Bahia	390	261	326,4	219,2	148,8	1345,4	23,5
Ceará	542,7	0	150	103,6	174,5	970,8	16,9
Pernambuco	0	0	0	78	0	78	1,4
Piauí	0	0	0	75,6	0	75,6	1,3
Rio Grande do Norte	657	247,2	817,4	52,8	405,4	2179,8	38,0
Rio Grande do Sul	186	20	225,8	492	132,4	1056,2	18,4
Sergipe	30	0	0	0	0	30	0,5
Total Brasil	1805,7	528,2	1519,6	1021,2	861,1	5735,8	100,0

Tabela 3.4.6. 3: Resumo da Capacidade Eólica Instalada por Leilão e por Estado

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

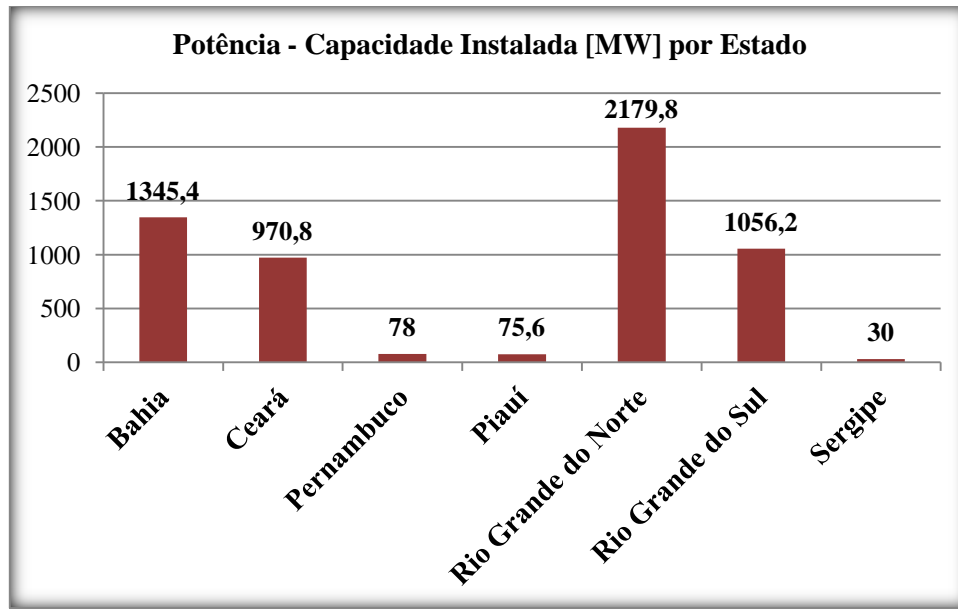


Figura 3.4.6. 5: Capacidade Eólica Instalada por Estado [MW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

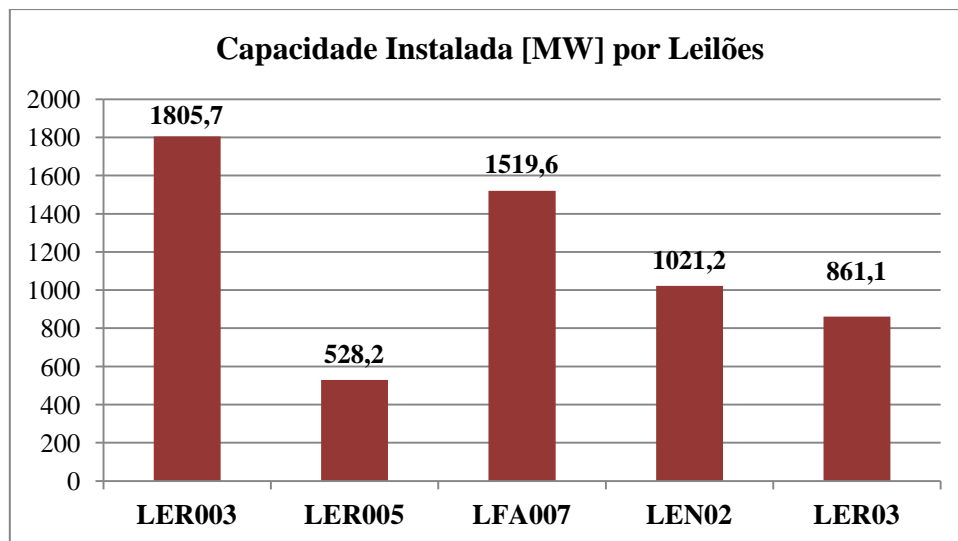


Figura 3.4.6. 6: Capacidade Eólica Instalada por Leilões [MW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

Um comparativo com o número de parques eólicos contratados e os leilões está mostrado nas Figuras 3.4.6.7 e 3.4.6.8

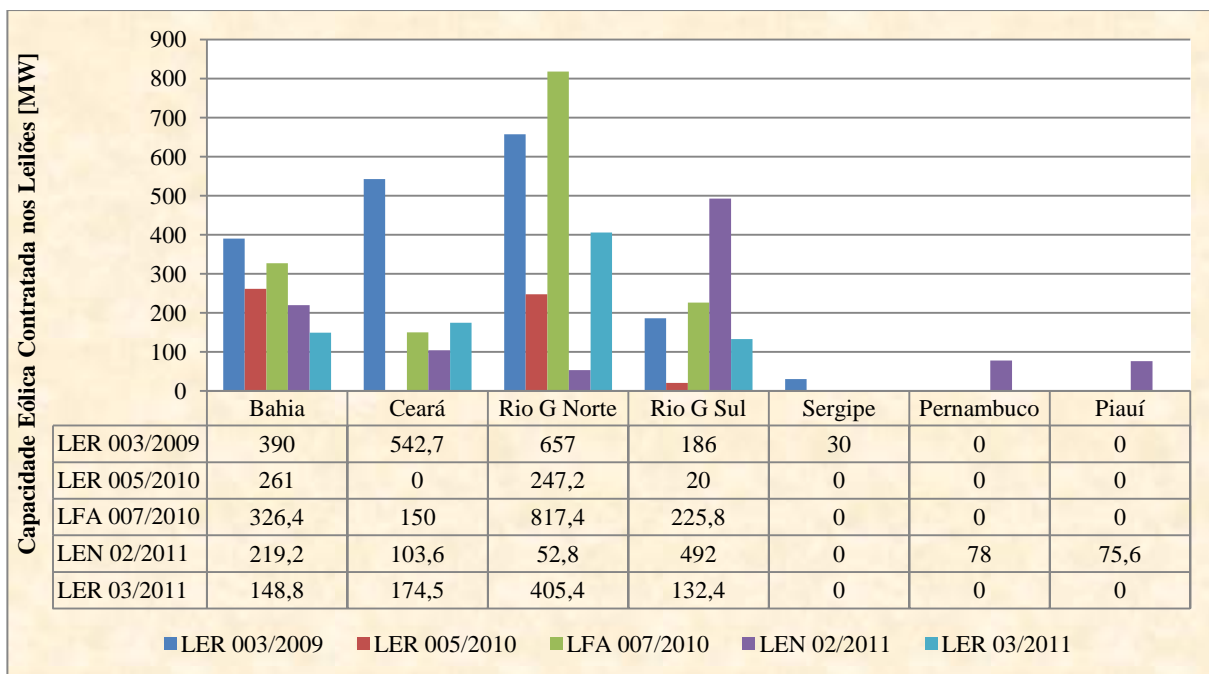


Figura 3.4.6. 7: Capacidade Eólica Contratada nos Leilões [MW]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

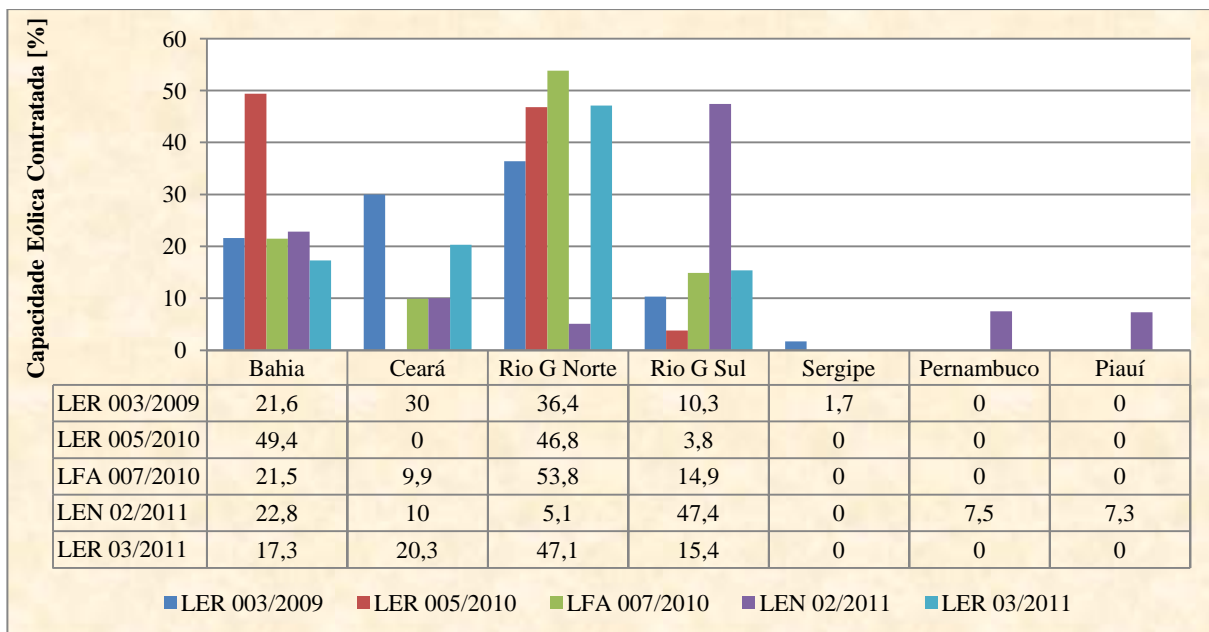


Figura 3.4.6. 8: Capacidade Eólica Contratada nos Leilões [Porcentagem]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de CCEE, 2011)

4. CAPÍTULO 4 – FUNDAMENTOS SOBRE GERAÇÃO EOLIO-ELÉTRICA

4.1. VELOCIDADE DO VENTO

Velocidades de vento muito altas apenas ocorrem durante períodos curtos de tempo, não são importantes para a produção de energia. É necessário, no entanto, conhecer a velocidade do vento para calcular a estrutura da torre e das pás dos aerogeradores e para projetar mecanismos de segurança ou paradas dos mesmos [25].

Tal informação torna-se também economicamente importante, segundo o mesmo autor, que exemplifica que uma turbina eólica projetada para suportar ventos de até 50m/s poderia ser construída mais leve e mais barata para uma região onde a velocidade do vento atinge 20m/s uma vez a cada 50 anos.

Isto traz para discussão outro ponto muito relevante para a implementação de parques eólicos, que é o conhecimento do comportamento dos ventos ao longo dos anos. A base de dados de vento é extremamente vital para que se possa implantar um parque eólico e escolher os aerogeradores adequados para o regime de ventos do local para o qual onde ele será utilizado.

4.2. POTÊNCIA EÓLICA DISPONÍVEL E UTILIZÁVEL

De acordo com a Equação 4.2.1, segundo Martins [26], a potência P [W] contida no vento fluindo perpendicularmente com velocidade u [m/s] através de uma área A [m²] que pode representar a área de interceptação das hélices de um aerogerador é dada por:

$$P = \frac{1}{2} \rho A u^3 \quad (4.2.1)$$

Onde, ρ [kg/m³] é a densidade do ar

A potência eólica é a energia total disponível por unidade de tempo e é proporcional à terceira potência da velocidade do vento. Com isto, pequenas variações ou erros de previsões na velocidade do vento acarretarão grandes variações na potência eólica e consequentemente podendo levar à incertezas no retorno do investimento em se tratando de um projeto de um parque eólico.

4.3. LIMITE DE BETZ E COEFICIENTE DE POTÊNCIA C_p

Segundo afirma Eldridge [27] de acordo com a Equação 4.3.1, o coeficiente de potência C_p de um sistema eólico é definido como sendo a potência extraída do rotor do sistema dividido pela potência total disponível na área da seção onde o vento passa pelas pás:

$$C_p = \frac{\text{Potência Extraída do Rotor}}{\text{Potência Disponível}} \quad (4.3.1)$$

O coeficiente máximo de potência – C_{pmax} - representa a fração máxima de energia contida no vento que pode ser extraída pela turbina. Tal coeficiente é chamado de fator de Betz e calculado como sendo 0,593 para aerogeradores de duas ou três pás de eixo horizontal, de acordo com Twidell & Weir [28]. Isso significa que 59,3% é o máximo aproveitamento que se pode obter da energia do vento para um sistema que seja 100% eficiente. A Figura 4.3.1 representa o aproveitamento de energia de uma turbina eólica, sendo que 40,7% de toda energia do vento que passa pela turbina não pode ser convertida em energia elétrica, sendo assim então desperdiçada. Desta forma, o limite teórico de aproveitamento ou Coeficiente de Betz, é a energia que pode ser convertida, sendo 59,3% de toda a energia do vento que é captada pelo aerogerador.

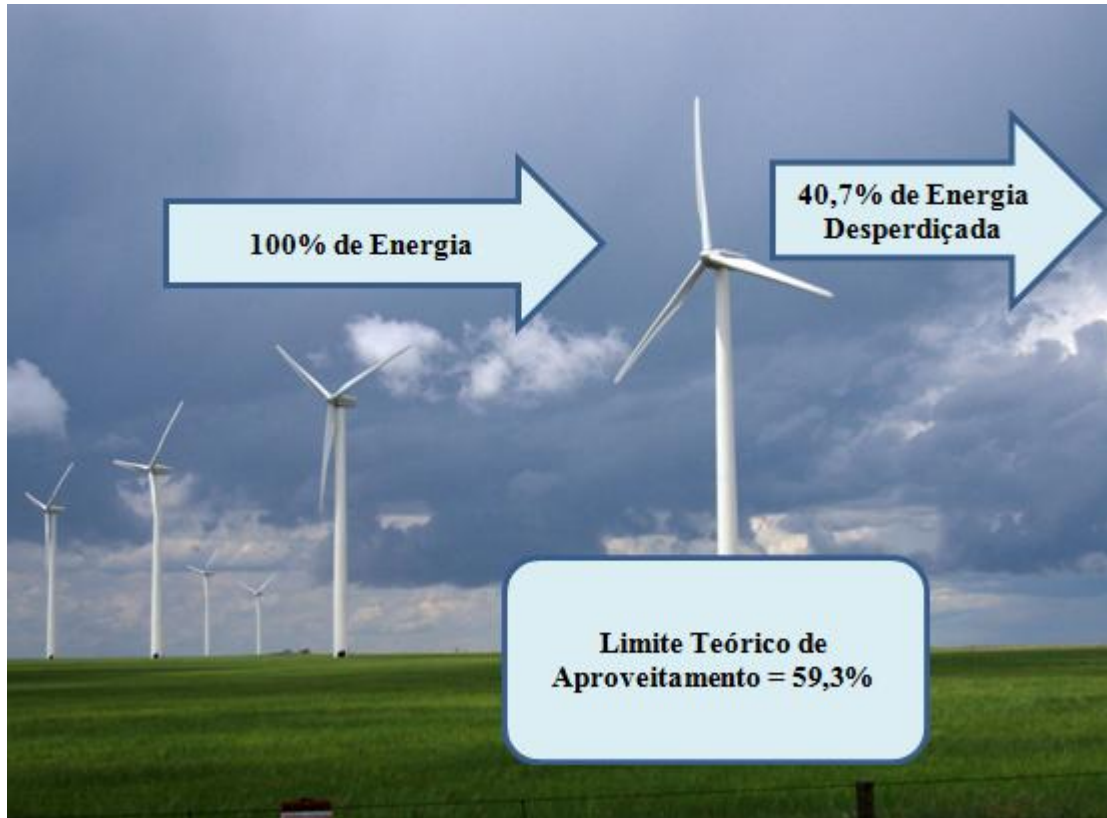


Figura 4.3. 1: Representação do Limite Teórico de Aproveitamento

(Fonte: Adaptado pela autora a partir de Institute for Energy Resources, 2012)

Gasch & Tweele [29] afirmam que na prática, as perdas mecânicas na turbina associadas ao projeto e desenho da estrutura dos aerogeradores reduzem a potência máxima utilizável a aproximadamente 42% da potência total disponível no vento.

De acordo com Rai [30], para as melhores turbinas eólicas, o coeficiente de potência está entre 0,4 e 0,45, desta forma as turbinas não podem usar mais do que 40 ou 45% da potência eólica disponível. Na prática, devido à energia perdida na conversão, este coeficiente fica em torno de 0,35.

Pela lei da conservação de energia quando o vento passa pelas pás, a energia extraída do vento provocará uma redução na energia contida no vento após a passagem pelas pás. A velocidade do vento se reduzirá após passar pelas pás e posteriormente voltará à velocidade

inicial de antes das pás. A Teoria de Betz [31] coloca em modelo a passagem do ar antes e após a turbina, por um tubo de corrente (Figura 4.3.2).

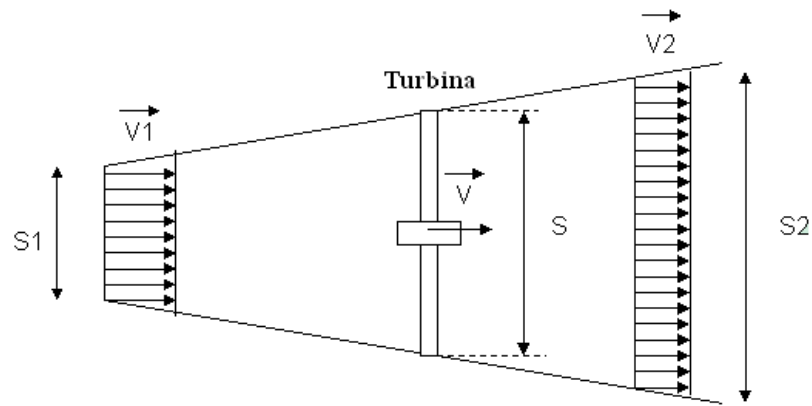


Figura 4.3. 2: Passagem do Ar Antes e Após a Turbina

(Fonte:Electronica, 2011)

Na Figura 4.3.2, V_1 é a velocidade do vento antes das pás da turbina, V é a velocidade do vento nas pás da turbina, na ordem de 10m/s, V_2 é a velocidade do vento após ter transferido energia às pás da turbina. E $V_1 > V > V_2$ são velocidades paralelas ao eixo do rotor.

Para se determinar V , que é a velocidade do vento nas pás das turbinas eólicas, é necessário conhecer alguns outros parâmetros. Segundo a Equação 4.3.2, a força na turbina é a redução de momento por unidade de tempo do fluxo da massa de ar que passa pela seção de área S [28].

$$F = \dot{m}V_1 - \dot{m}V_2 \quad (4.3.2)$$

A potência pode ser expressa em função do trabalho e tempo, conforme Equação 4.3.3.

$$P = \sigma/t \quad (4.3.3)$$

Onde σ é o trabalho e t é o tempo.

Da mesma forma, o trabalho pode ser expresso em função da força e deslocamento, conforme Equação 4.3.4

$$\sigma = F \cdot x \quad (4.3.4)$$

Onde F é a força e x é o deslocamento.

Substituindo a Equação 4.3.4 na Equação 4.3.3 e levando em consideração que velocidade do vento é dada pelo deslocamento do mesmo em função do tempo, obtém-se a Equação 4.3.5 [28,30].

$$P = F \cdot V \quad (4.3.5)$$

Substituindo a Equação 4.3.2 na Equação 4.3.5 obtém-se a potência extraída da turbina, representada pela Equação 4.3.6.

$$P_T = \dot{m}(V_1 - V_2) \cdot V \quad (4.3.6)$$

A potência extraída do vento (P_W , sendo w *wind*) é a perda em energia por tempo por aquele fluxo de ar e é representada pela Equação 4.3.7.

$$P_W = \frac{1}{2} \dot{m}(V_1^2 - V_2^2) \quad (4.3.7)$$

Igualando então P_T e P_W , obtém-se a Equação 4.3.8.

$$(V_1 - V_2)V = \frac{1}{2}(V_1^2 - V_2^2) = \frac{1}{2}(V_1 - V_2)(V_1 + V_2) \quad (4.3.8)$$

Assim, a velocidade do vento V na secção S da turbina é representada pela Equação 4.3.9.

$$V = \frac{1}{2}(V1 + V2) \quad (4.3.9)$$

De acordo com o Teorema da Conservação do Momento Linear, a velocidade do vento V não pode ser menor que metade da velocidade do vento sem perturbação [28].

A Equação 4.3.10 representa a massa de ar passando pela secção S .

$$\dot{m} = \rho SV \quad (4.3.10)$$

Assim, substituindo a massa de ar na Equação 4.3.6, obtém-se a Equação 4.3.11.

$$P_T = \rho SV^2(V1 - V2) \quad (4.3.11)$$

Isolando $V2$ na Equação 4.3.9 e substituindo o mesmo na Equação 4.3.11, é obtido a Equação 4.3.12 e posteriormente a Equação 4.3.13.

$$P = \rho SV^2[V1 - (2V - V1)] \quad (4.3.12)$$

$$P = 2\rho SV^2(V1 - V) \quad (4.3.13)$$

O fator de interferência a é a fração da diminuição da velocidade do vento na turbina [28]. Este fator de interferência a também pode ser chamado de indução ou fator de perturbação e é assim representado pela Equação 4.3.14.

$$a = (V1 - V)/V1 \quad (4.3.14)$$

Isolando a velocidade V na Equação 4.3.14 e a deixando em função de a e V_1 , é obtida a Equação 4.3.15.

$$V = (1 - a)V_1 \quad (4.3.15)$$

Substituindo então a Equação 4.3.15 na Equação 4.3.14 tem-se a Equação 4.3.16.

$$a = \frac{(V_1 - V_2)}{(2V_1)} \quad (4.3.16)$$

Tomando a Equação 4.3.13 de P_T e substituindo V da Equação 4.3.15, tem-se as Equações 4.3.17 e 4.3.18.

$$P_T = 2\rho S(1 - a)^2 V_1^2 [V_1 - (1 - a)V_1] \quad (4.3.17)$$

$$P_T = [4a(1 - a)]\left(\frac{1}{2}\rho S V_1^3\right) \quad (4.3.18)$$

Pode-se comparar a Equação 4.3.18 com a Equação 4.3.19 da potência eólica.

$$P_T = C_P P_1 \quad (4.3.19)$$

Onde P_1 é a potência do vento sem perturbação e C_P é a fração de potência extraída da turbina, o chamado *Coefficiente de Potência*, expressado através da Equação 4.3.20.

$$C_P = 4a(1 - a)^2 \quad (4.3.20)$$

Traçando a curva do Coeficiente de Potência em função do fator de perturbação pode-se determinar o máximo coeficiente de potência, mostrado na Figura 4.3.3 [28].

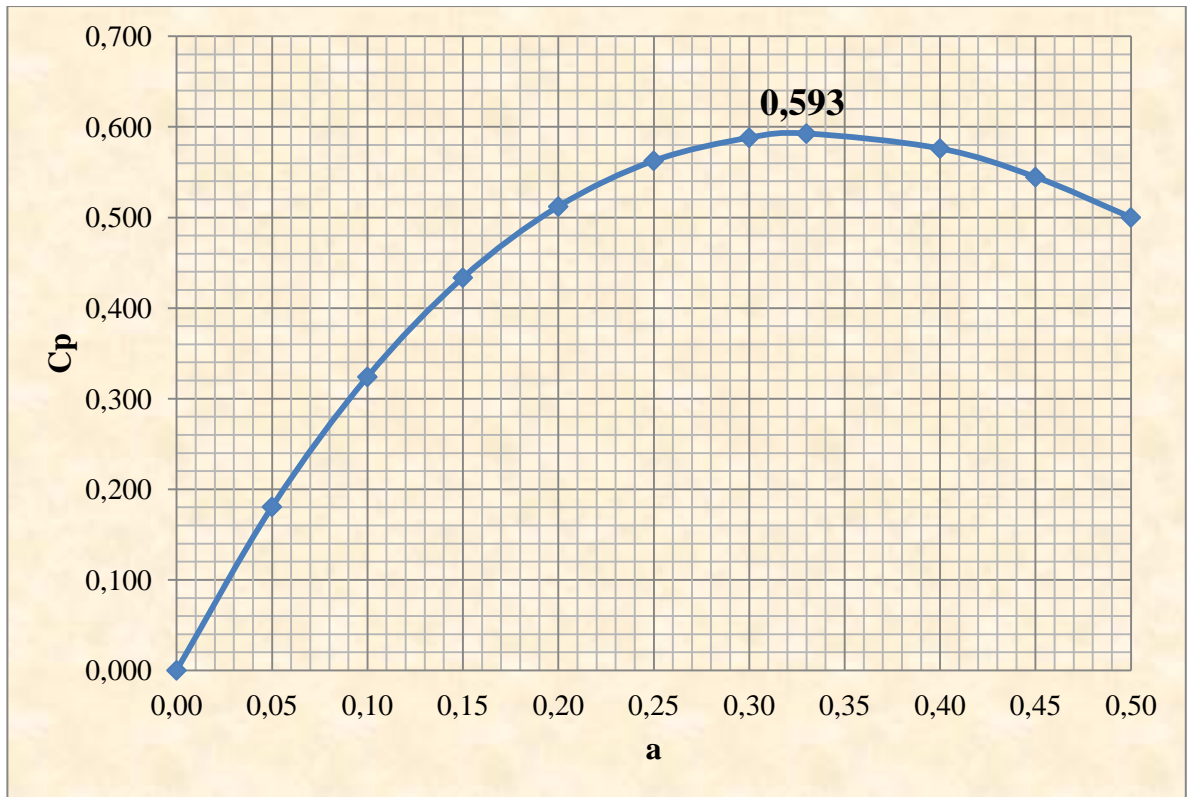


Figura 4.3. 3: Coeficiente de Potência em Função do Fator de Perturbação

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de Twidell & Weir, 2007)

Nota-se pela figura 4.3.3 que o máximo valor que o C_p ocorre quando $a = 1/3 = 0,333$

Assim, o C_p máximo, substituindo o valor de $a = 0,333$ na Equação 4.3.17 obtém-se o valor de 0,593, conforme Equação 4.3.21, que é o chamado Limite de Betz, ou Coeficiente de Betz [28,30].

$$C = 4a(1 - a)^2 = 4\frac{1}{3}\left(1 - \frac{1}{3}\right)^2 = 0,593 \quad (4.3.21)$$

4.4. DISTRIBUIÇÃO DE WEIBULL E SIMULAÇÃO DE DADOS DE VELOCIDADE DE VENTO

As distribuições de Weibull e Log-Normal tem sido as mais utilizadas para ajuste de velocidades de vento. Sansigolo [32] afirma que tal fato foi constatado em diversos estudos

prévios, como os de Justus et al. (1976), Luna & Church (1974), Van der Auwera et al (1980) e Garcia et al. (1998), embora pouca atenção tenha sido dada ao uso de outras distribuições, como a Beta por exemplo, para fins de avaliação do potencial eólico.

Johnson [33] afirma que a quantidade de energia gerada por um aerogerador é resultado das suas especificações técnicas e das características do vento (a densidade de probabilidade da velocidade do vento em função da velocidade do vento, $f(u)$). A frequência da velocidade do vento e sua função densidade de probabilidade pode ser representada pela Equação 4.4.1:

$$f(u) = \frac{k}{c} * \left(\frac{u}{c}\right)^{k-1} * e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^k} \quad (4.4.1)$$

onde:

k = parâmetro de forma [adimensional] e positivo

c = fator de escala [m/s] e positivo

u = velocidade do vento [m/s]

O parâmetro c constitui o fator de escala da distribuição, está diretamente relacionado com a velocidade média e tem a mesma unidade da variável aleatória x que representa a velocidade do vento, cuja unidade é metros por segundo [m/s]. O parâmetro k representa o fator de forma, é adimensional e está relacionado com o desvio padrão dos dados coletados, segundo afirma Rêgo et al [34].

A distribuição de probabilidade da velocidade de vento Weibull mostrada na função $f(x)$ depende dos dados de velocidade de vento de uma base de dados por exemplo, e uma repetição numérica de cálculos. $f(u)$ é a frequência de ocorrência de uma velocidade x . Uma das maiores vantagens de se usar esta distribuição é que poucos valores precisam ser medidos, ou seja, com uma base de dados relativamente pequena pode-se calcular a

distribuição de velocidades de vento. No caso do simulador do CRESESB/CEPEL foram utilizados dados de velocidade de vento de estações anemométricas em vários pontos do Brasil. A distribuição de Weibull leva em consideração o desvio padrão dos dados de velocidade de vento.

A Figura 4.4.1 mostra a distribuição de Weibull e Reileigh [35]; esta última, para um parâmetro de forma $k = 2$. A distribuição de Weibull pela Figura 4.4.1 apresenta melhor aderência às estatísticas de velocidade de vento, pois o fator de forma pode assumir vários valores acima de 2.

A função é representada pela Equação 4.4.2

$$f(u) = \int_u^{\infty} f(u)du = e^{-\left(\frac{u}{c}\right)^k} \quad (4.4.2)$$

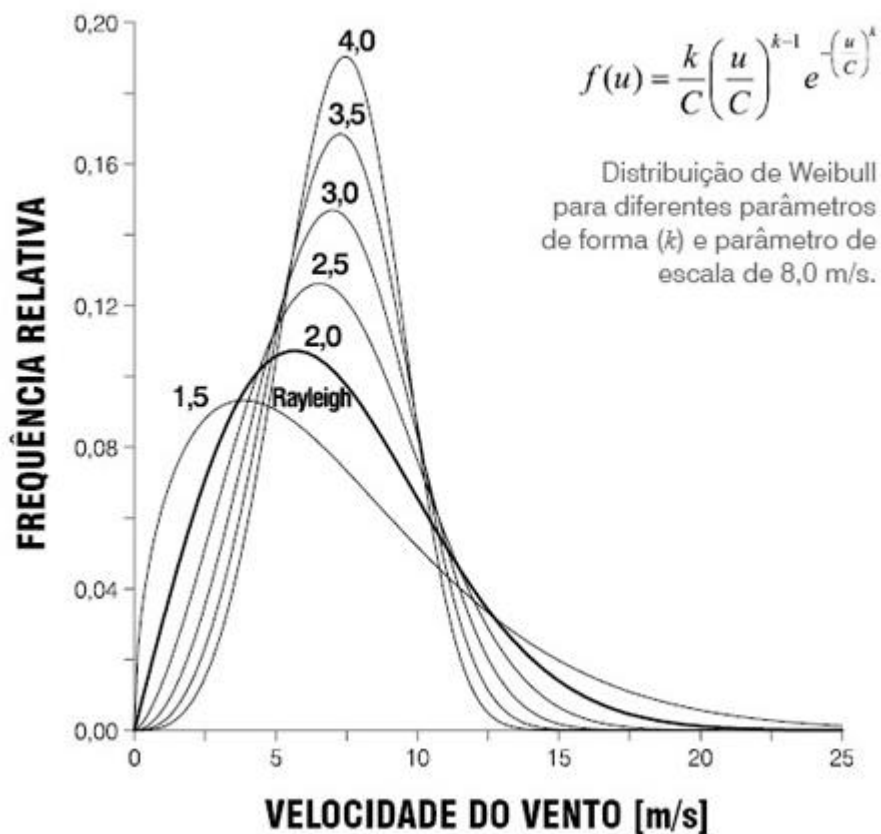


Figura 4.4. 1: Frequência Relativa da Velocidade do Vento de Acordo com a Distribuição de Weibull para Diferentes Valores de k e Reileigh

(Fonte: Atlas Eólico Espírito Santo, 2012)

A Equação 4.4.3 representa o valor médio ou valor esperado da velocidade do vento.

$$u = \int_0^{\infty} uf(u)du = C\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) \quad (4.4.3)$$

A Função Gama Γ é definida pela Equação 4.4.4.

$$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} t^{z-1} e^{-t} dt \quad (4.4.4)$$

A tabela 4.4.1 mostra a Função Gama para os diversos valores de k.

k	$C\Gamma = (1 + \frac{1}{k})$
1,6	0,896574
1,7	0,892245
1,8	0,889287
1,9	0,887363
2,0	0,886227
2,1	0,885694
2,2	0,885625
2,3	0,885915
2,4	0,886482
2,5	0,887264
2,6	0,888210
2,7	0,889283
2,8	0,890451
2,9	0,891690
3,0	0,892980
3,5	0,899747
4,0	0,906402
4,5	0,918169

Tabela 4.4. 1: Função Gama para Diferentes Valores de k

(Fonte: Atlas do Potencial Eólico Espírito Santo, 2012)

O fator de escala C representado na equação da segunda coluna da Tabela 4.4.1 tem relação com a velocidade média na Função Gama [35].

A aderência do ajuste da velocidade do vento por Weibull é adequada para a maioria dos regimes estatísticos de vento e foi a distribuição escolhida pelo CRESESB/CEPEL para produzir o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, bem como os atlas de outros estados como o do Espírito Santo, Ceará e Minas Gerais [35].

O Fluxo ou Densidade de Potência Eólica é definido pela Equação 4.4.5 e é expresso em W/ m^2

$$\bar{E} = \frac{1}{2} \rho \bar{u}^3 \quad (4.4.5)$$

A densidade de potência eólica pode ser expressa em função da Distribuição de Weibull [34,35], também em W/m^2 conforme mostrado na Equação 4.4.6.

$$E = \frac{1}{2} \rho C^3 \Gamma\left(1 + \frac{3}{k}\right) \quad (4.4.6)$$

Sendo que a densidade do ar ρ ao nível do mar a $15^\circ C$ é $1,225kg/m^3$

A Tabela 4.4.2 apresenta a correspondência entre o fluxo de potência eólica e a velocidade média do vento para diferentes fatores de forma de Weibull.

Fluxo de Potência Eólica [W/m^2]	Velocidade do Vento [m/s]					
	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00	4,00
Weibull <i>k</i>						
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	4,2	4,4	4,6	4,7	4,9	5,1
150	4,8	5,1	5,2	5,4	5,6	5,9
200	5,3	5,6	5,8	5,9	6,2	6,4
250	5,7	6,0	6,2	6,4	6,6	6,9
300	6,1	6,4	6,6	6,8	7,1	7,4
350	6,4	6,7	6,9	7,1	7,4	7,7
400	6,7	7,0	7,3	7,5	7,8	8,1
450	6,9	7,3	7,5	7,8	8,1	8,4
500	7,2	7,5	7,8	8,0	8,4	8,7
600	7,6	8,0	8,3	8,5	8,9	9,3
700	8,0	8,4	8,7	9,0	9,3	9,8
800	8,4	8,8	9,1	9,4	9,8	10,2
900	8,7	9,2	9,5	9,8	10,2	10,6
1.000	9,0	9,5	9,8	10,1	10,5	11,0

Tabela 4.4. 2: Variação da Frequência do Fluxo de Potência Eólica com a Velocidade Média e o Fator de Forma de Weibull

(Fonte: Atlas do Potencial Eólico Espírito Santo, 2012)

A distribuição de Weibull tem-se provado como um método conveniente de caracterização de recursos eólicos. Com os fatores de escala e de forma e a densidade relativa do ar, é geralmente possível estimar a produção anual de um aerogerador com boa exatidão [13,34,35].

4.5. FATOR DE CAPACIDADE E PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA

Twidell & Weir [28] afirmam que quanto mais os aerogeradores e parques eólicos são dispersos entre si menor será a correlação entre variação de curto prazo e mais fácil será aceitar o aumento da capacidade de potência eólica.

Fatores de capacidade acima de 30% para *onshore* e acima de 40% para *offshore* parece ser mais otimismo pela falta de dados ou um modelo de curva de aprendizado capaz de entregar o prometido [30]. No caso do cenário brasileiro, não existe um banco de dados com histórico suficiente de velocidade de vento e geração de energia eólica local, haja visto que tal fonte ainda se encontra em início de exploração no país. Portanto, a estimativa de fatores de capacidade por parques eólicos instalados no Brasil estimada com base em períodos curtos de tempo pode ser remetida a mera especulação, até que se tenha um histórico de comportamento de ventos por períodos mais longos para a comprovação da energia que pode ser gerada.

De acordo com Welch & Venkatesran [36] construir parques eólicos nos lugares certos é criticamente importante para obter altos níveis de utilização. Um fator de capacidade alto que permite investimentos privados serem viáveis sem utilização de recursos de incentivos do governo; mas requer no entanto que os parques eólicos sejam instalados onde o vento seja forte e constante.

Para se conhecer o comportamento do vento nos locais é necessário realizar medições no local e utilizar recursos de simulação para se ter uma visão macro do sítio. Sem o histórico de dados de velocidade e direção predominante do vento um empreendimento torna-se arriscado, pois sendo a potência eólica diretamente proporcional à velocidade do vento, um empreendimento pode-se tornar inviável.

A produção anual de energia de um parque eólico depende diretamente do seu fator de capacidade. Quanto maior for o fator de capacidade maior será a energia gerada no parque.

As aerogeradores devem ser compatíveis com o regime de vento do local onde o parque será instalado, com dois principais objetivos: o de maximizar a produção total anual de energia no parque e proporcionar o mínimo de fornecimento de energia mesmo quando o regime de ventos estiver fraco [28].

A curva de potência de uma turbina eólica representada em MWh tem um mesmo formato característico, dependendo da velocidade do vento. Um exemplo de curva de potência de um aerogerador está respresentado na Figura 4.5.1 [37].

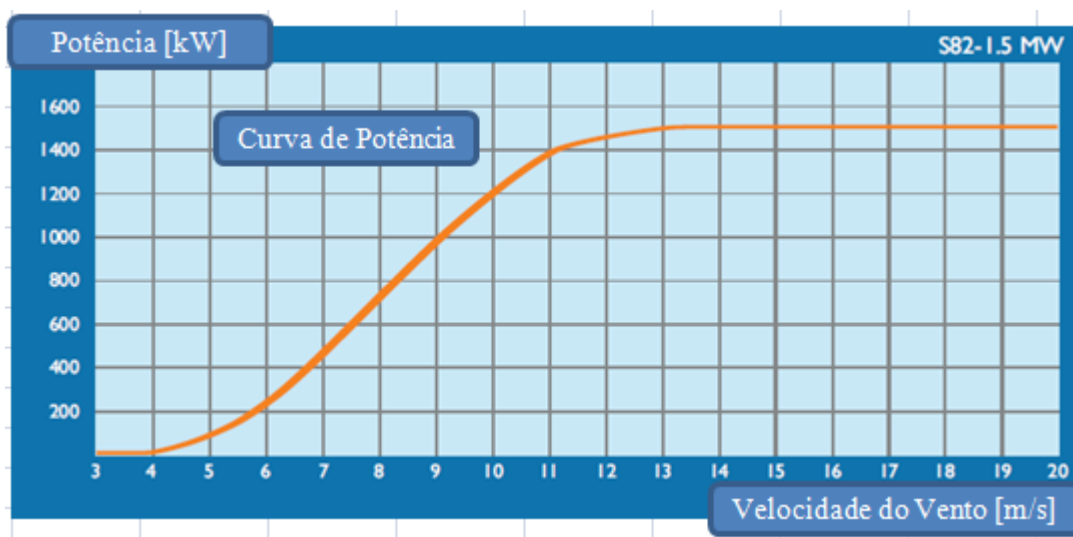


Figura 4.5. 1: Curva de Potência do Aerogerador S82-1,5MW

(Fonte: Suzlon, 2012)

A curva de potência de um aerogerador é dependente de alguns parâmetros especificados pelo fabricante, disponíveis no catálogo de especificações técnicas do produto. Tais parâmetros incluem velocidade inicial do vento, velocidade média, velocidade de corte, diâmetro do rotor, número de pás, tipo de rotor, gerador, torre, etc

A Produção Anual de Energia - PAE de uma turbina eólica pode ser calculada pela integração das curvas de potência P_u em [kW] e da frequência de ocorrência das velocidades de vento $f(u)$, conforme ilustrado na Figura 4.5.2 e representada pela Equação 4.5.1 [28,35].

$$PAE = 8,76 \int_u^{\infty} P(u)f(u)du \quad (4.5.1)$$

A Equação 4.5.2 representa a produção anual de energia [MWh] de um aerogerador. É calculada através da integração da curva de potência do equipamento [kW] e a frequência de ocorrência das velocidades do vento [35], conforme mostrado na Figura 4.5.2.

$$PAE = 8,76 \sum_{i=1}^N P(u_i)f(u_i)\Delta u_i \quad (4.5.2)$$

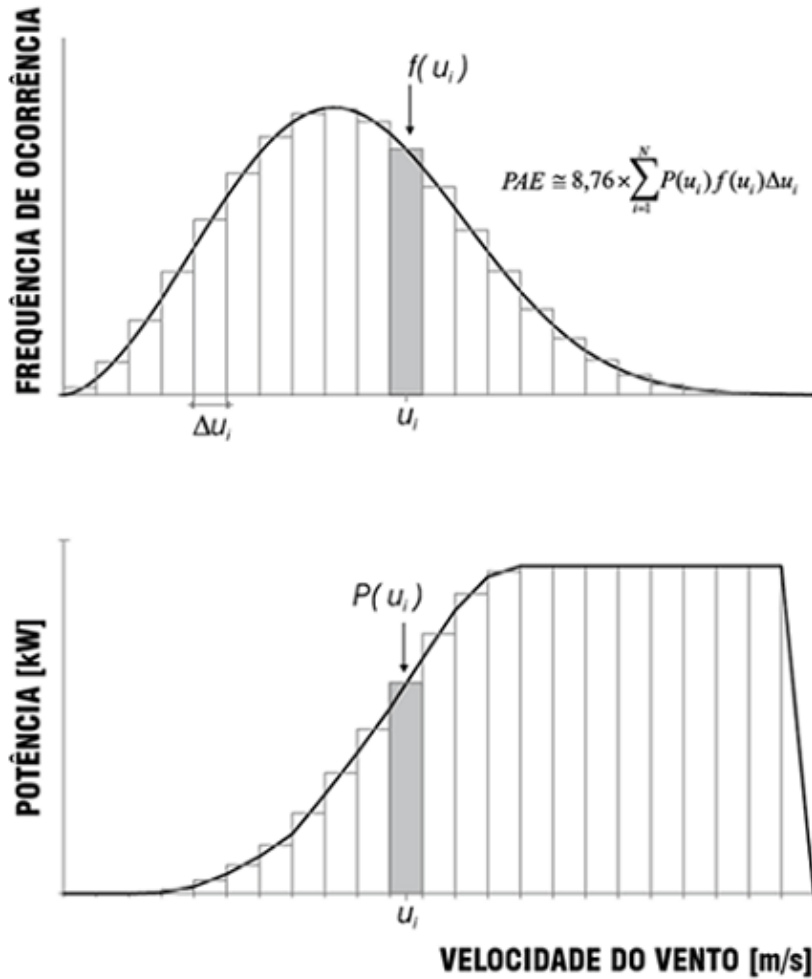


Figura 4.5. 2: Cálculo da Produção Anual de Energia

(Fonte: Atlas Eólico Espírito Santo, 2012)

O fator de capacidade é definido como a razão entre a energia gerada e a energia que seria gerada considerando-se a potência nominal do aerogerador, conforme mostrado na Equação 4.5.3.

$$FC = \frac{PAE}{8,76P_n} \quad (4.5.3)$$

5. CAPÍTULO 5 - METODOLOGIA

5.1. PROJETOS ANALISADOS

Os dados dos projetos vencedores nos leilões de energia, que foram a base de estudo para este trabalho, disponibilizados no site da CCEE como dados oficiais de resultados dos leilões, estão apresentados nos Anexos 6 ao 10 [38].

5.2. ANÁLISE DOS DADOS E CÁLCULOS

A seguir são apresentados os procedimentos utilizados para a análise dos dados disponibilizados pelos parque eólicos bem como os utilizados nos cálculos das energias disponíveis e dos respectivos fatores de carga. Para melhor visualização dos procedimentos adotados neste trabalho e sequência das atividades e cálculos foi criado um fluxograma (Figura 5.2.1)

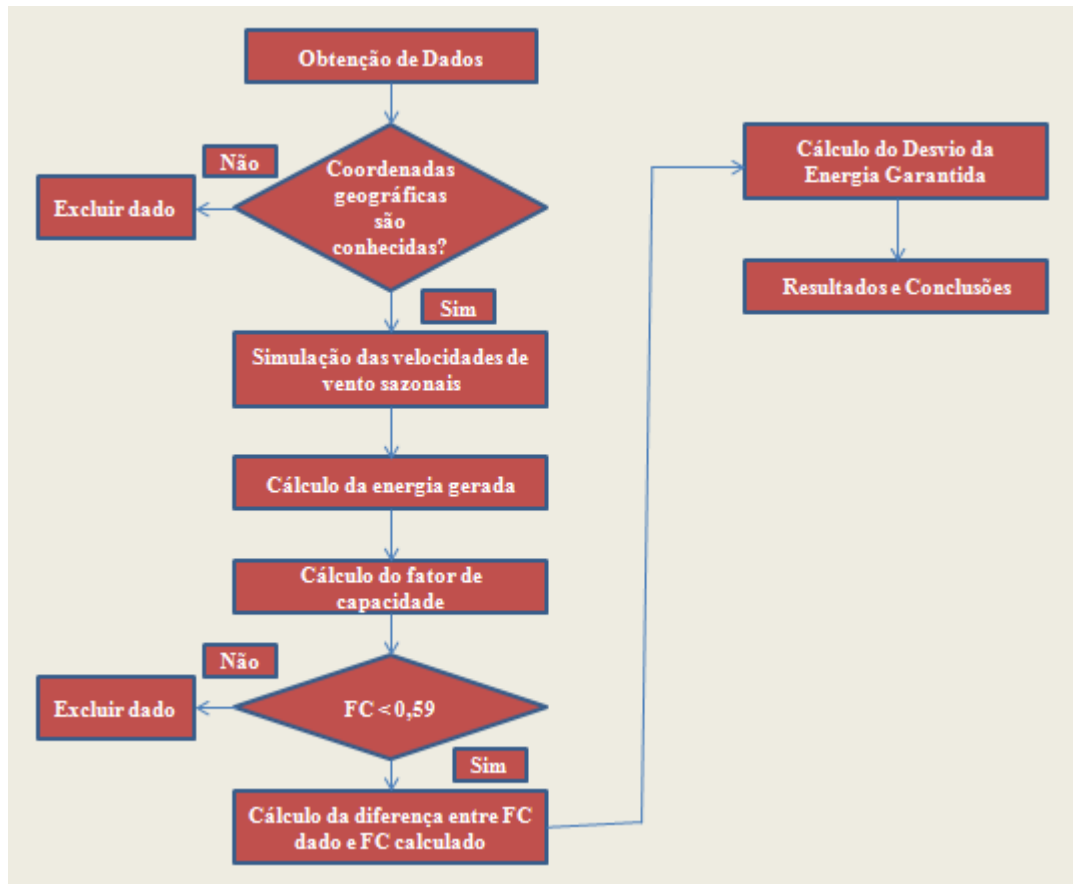


Figura 5.2. 1: Fluxograma da Metodologia de Cálculos Utilizada Neste Trabalho

5.2.1. Obtenção dos Dados

Os resultados oficiais de cada leilão que foram liberados pela ANEEL em forma de Edital para consulta pública também serviram de base para este trabalho e estão disponíveis nos Anexos 3, 4 e 5 deste trabalho. Os resultados dos posteriores estão mostrados nos Anexos 6 e 7 para ilustração. Eles não foram analisados neste trabalho devido a falta de dados disponibilizados até a conclusão da etapa de cálculos; onde não havia disponível dados suficientes para a avaliação. Através dos editais estudados foram tomados como dados preliminares para este trabalho o nome do vendedor, nome do empreendimento, estado da federação onde o parque será implantado, a garantia física em MW médio, a potência ou capacidade instalada em MW.

Alguns outros dados preliminares foram coletados do MME que são as portarias, documentos oficiais acordados com os vendedores [38]. O endereço eletrônico de acesso para as Portarias analisada para os leilões são mostrado nos Anexos 8, 9 e 10. Tais portarias foram liberadas geralmente por projeto, ou seja, por parque eólico. Nestes documentos está evidenciado o vendedor, empreendimento, município, estado da federação, coordenadas geográficas da localização do parque, capacidade total instalada, quantidade de aerogeradores do parque, garantia física de energia.

Estes dados preliminares foram inseridos em uma planilha do Microsoft Office Excel® para uma melhor análise e cálculos necessários e serviram de base para a obtenção dos demais dados. Cada projeto foi inserido em uma linha da planilha do Excel® e a partir daí os outros dados inseridos nas colunas.

A capacidade instalada total [MW] por vendedor pode então ser calculada com base no somatório das capacidades instaladas de cada parque eólico deste vendedor.

5.2.2. Coordenadas Geográficas dos Parques

Para alguns dos projetos vencedores dos leilões não foram encontrados disponibilizados ao público através de portarias do MME [38] a documentação contendo as coordenadas geográficas exata dos parques. Este dado é de extrema importância neste trabalho pois são estas as coordenadas do próprio parque eólico que foram inseridas no simulador do CRESESB/CEPEL, da Eletrobrás, como dado de entrada para a simulação dos ventos no local. Foi tomado então a decisão de excluir deste trabalho, para fins de análise, os projetos cujos dados de coordenadas geográficas do parque não haviam sido disponibilizados oficialmente pelo MME através de Portarias. Por isso no fluxograma da Figura 5.2.1 a primeira decisão a ser tomada foi a exclusão de dados.

Alguns dados não foram disponibilizados ou encontrados até a presente data de finalização dos cálculos. Os projetos dos leilões afetados por esta falta de informação foram excluídos da análise deste trabalho e totalizam 48 projetos:

LER003/2009: 12 projetos excluídos:

IMPSA: EOL Quixabá

CPFL: EOL Santa Clara I e EOL Santa Clara III

Bioenergy: EOL Aratuá I, EOL Rei dos Ventos 1 e EOL Rei dos Ventos 3

Energio: EOL Taíba Colônia, EOL Icaraí II e EOL Taíba Águia

Petrobrás: EOL Usina de Mangue Seco 1

Elecnor: EOL Fazenda Rosário e EOL Sangradouro 2

LER005/2010: 12 projetos excluídos:

Pedra do Reino: EOL Pedra do Reino III

Eurus: EOL Eurus I e EOL Eurus III

Gestamp: EOL Serra de Santana I e EOL Serra de Santana II

Cristal: EOL Cristal, EOL Primavera e EOL São Judas

Renova: EOL da Prata, EOL dos Araças, EOL Seraíma, EOL Tanque

LFA007/2010: 24 projetos excluídos:

Aratuá: EOL Aratuá 3

Asa Branca: EOL Asa Branca II, EOL Asa Branca III, EOL Asa Branca VI, EOL Asa Branca VII

CBR: EOL Costa Branca

Chesf: EOL Casa Nova

Dreen: EOL Boa Vista, EOL Olho D'água, EOL São Bento do Norte

Eurus: EOL Eurus IV

Iberdrola: EOL Calango 1, EOL Calango 2, EOL Calango 3, EOL Calango 4, EOL Mel 02

PEP: EOL Pedra Preta

REB11: EOL Casino I, EOL Casino II, EOL Casino III

REN1: EOL Renascença I

SMG: EOL Ventos de São Miguel

Ventos Tianguá: EOL Ventos de Tianguá

Ventos Tianguá Norte: EOL Ventos de Tianguá Norte

5.2.3. Simulação das Velocidades de Vento Sazonais

As coordenadas geográficas em graus decimais e velocidades médias sazonais de vento a 50 metros de altura foram obtidos através do simulador do CRESESB/CEPEL [39]. O programa de simulação disponibilizado online pelo CRESESB/CEPEL, 2010-2011 engloba uma série de dados de velocidade de vento com base no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Entra-se com os valores das coordenadas geográficas e obtém-se as médias sazonais de velocidade de vento [m/s] a uma altura de 50 metros, organizados em células com 1km x 1km de resolução.

O programa do simulador possibilita a visualização de dados de comportamento de vento de pontos próximos da coordenada que for inserida. No caso deste estudo trabalhou-se inserindo dados das coordenadas do parque eólico que foram acordadas no MME como a localização exata do sítio (Anexos 8, 9 e 10).

Para ilustrar, foi tomado um parque como exemplo de cálculos e foram extraídos do Anexo 2, para o leilão LER003/2009:

Vendedor: Renova Energia

Empreendimento: EOL Rio Verde

Município: Caetité

Estado: BA

Coordenadas Geográficas: 14° 09' 50.5" S 42° 36' 02"W

No caso do exemplo, foram inseridos no simulador as coordenadas geográficas do parque: 14° 09' 50.5" S 42° 36' 02"W, inseridos números inteiros devido a esta restrição do simulador. Um exemplo da tela do simulador onde os dados da coordenada foram inseridos está mostrado na Figura 5.2.3.1.

Base de dados de Vento

Busca por Coordenada

A consulta dos dados é realizada a partir da coordenada geográfica (latitude e longitude) do ponto de interesse. O formato numérico de entrada da coordenada geográfica pode ser feita em graus decimais (00.00°) ou graus, minutos e segundos (00°00'00"), conforme a opção selecionada formulário.

Os valores válidos de latitude devem estar na faixa de 12° Norte e 40° Sul e de longitude na faixa de 30° Oeste e 80° Oeste.

Coordenada Geográfica

Latitude **Longitude**

14 ° 9 ' 50 " Sul 42 ° 36 ' 2 " Oeste

Formato Numérico:

graus decimais (00.00°)

graus, minutos e segundos (00°00'00")

Em caso de dúvida entre em contato conosco.

Figura 5.2.3. 1: Tela do Simulador do CRESESB/CEPEL com as Coordenadas Geográficas

(Fonte: CRESESB/CEPEL, 2010-2011)

Após entrar com os dados das coordenadas conforme mostrado da Figura 5.2.3.1 e clicando no ícone “Buscar”, obtem-se então os resultados da simulação das velocidades de vento sazonais. Tais resultados estão ilustrados na Figura 5.2.3.2. O programa também fornece valores de c e k da distribuição de Weibull, conforme se pode observar.

Dados de Vento

Latitude: 14,163889° Sul
Longitude: 42,600556° Oeste

Atlas do Potencial Eolico Brasileiro				Dados de Vento Sazonal a 50 m de Altura			
Grandeza	Latitude [°]	Longitude [°]	Distância [km]	Dez-Fev	Mar-Mai	Jun-Ago	Set-Nov
velocidade	14,164496°S	42,608077°O	0,8146	5,4963	5,9019	7,6351	6,9792
fator k	14,166285°S	42,621257°O	2,2503	2,2755	2,2201	2,6380	2,3353
fator c	14,165246°S	42,638984°O	4,1506	8,7536	9,5513	7,3904	6,8920

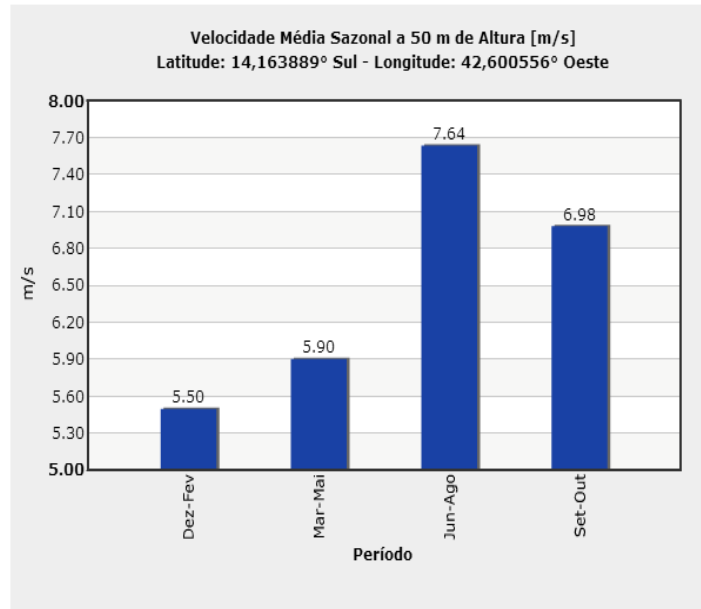


Figura 5.2.3. 2: Tela do Simulador do CRESESB/CEPEL com Resultados da Simulação das Velocidades de Vento Sazonais

(Fonte: CRESESB/CEPEL, 2010-2011)

Pelo resultado representado na Figura 5.2.3.2, foram obtidos então as velocidades de vento sazonais para uma altura de 50 metros. Tais valores foram colocados na planilha de dados do Excel®, como valores preliminares de velocidade de vento:

Dez-Fev: 5,50 m/s

Mar-Mai: 5,90 m/s

Jun-Ago: 7,64 m/s

Set-Nov: 6,98 m/s

No entanto, para uma maior aproximação dos cálculos com a realidade, foi calculada a velocidade de vento para a altura da torre do aerogerador. O cálculo base foi a determinação das velocidades sazonais do vento de acordo com o simulador do CRESESB/CEPEL. Se conhecida a especificação do aerogerador tem-se a altura da torre e desta forma foi calculado ou estimado a velocidade do vento para uma altura específica e real.

A velocidade do vento é diretamente proporcional a altura. Segundo afirma Bastianon [40], a turbulência da atmosfera e o atrito com o solo determina tal variação de velocidade do vento que pode ser expressa pela Equação 5.2.3.1.

$$u = u_1 * \frac{\ln(\frac{Z}{Z_0})}{\ln(\frac{Z_1}{Z_0})} \quad (5.2.3.1)$$

Onde u_1 é a velocidade do vento medida à uma altura sobre o solo Z_1 sendo que u representa a velocidade à altura Z .

Z_0 é uma medida de tamanho dos rodamos produzidos pela rugosidade do terreno e varia em metros de acordo com a superfície, conforme mostrado na Tabela 5.2.3.1 e Figura 5.2.3.3 [40].

Superfície	Z_0 [m]
Areia	0,0001 a 0,001
Neve	0,001 a 0,006
Pasto curto	0,01 a 0,04
Pasto alto	0,04 a 0,1
Bosque (altura média das árvores = 10 metros)	0,5 a 1
Área suburbana	0,2 a 0,4
Cidade	0,35 a 0,45

Tabela 5.2.3. 1: Valores de Z_0 para Diferentes Superfícies [m]

(Fonte: Bastianon, 1994)

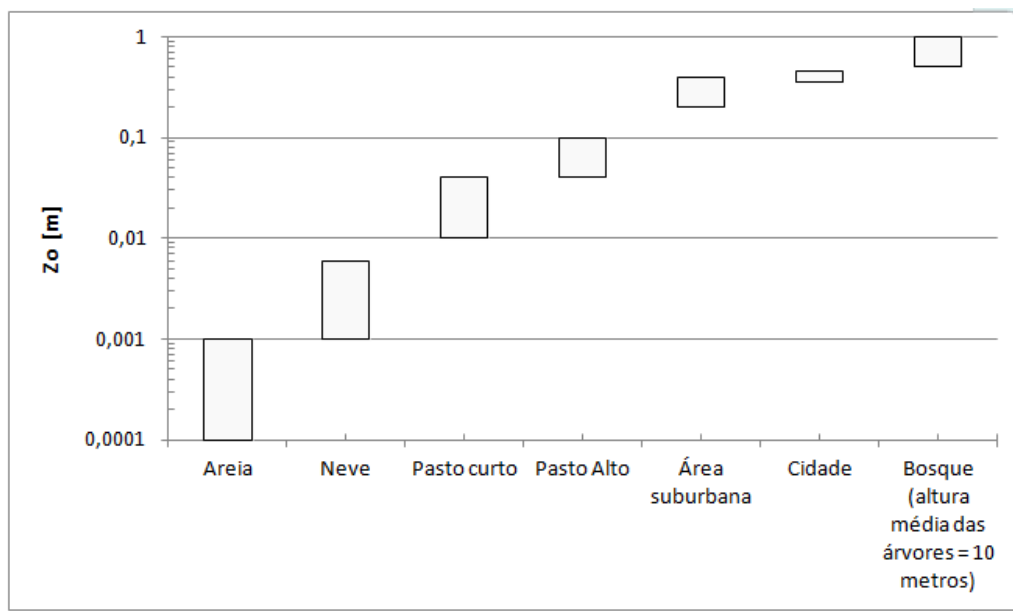


Figura 5.2.3. 3: Valores de Z_0 para Diferentes Superfícies [m]

(Fonte: Elaborado pela autora a partir de Bastianon, 1994)

Para todos os cálculos foi adotado um valor de Z_0 de 0,02, enquadrando os empreendimentos em terrenos de pasto curto (Tabela 5.2.3.1). Como o simulador do CEPEL/CRESESB [39] calculou os valores de velocidade de vento sazonais para uma altura de 50 metros, este então foi o valor de Z_1 para os cálculos da planilha. Os valores de Z foram os valores da altura da torre dos possíveis aerogeradores utilizados nos parques eólicos, de acordo com a especificação técnica dos mesmos.

Nos documentos de projetos disponibilizados pelo MME [38] constam a quantidade de aerogeradores a serem utilizados nos parques. Tal informação também foi incluída em uma coluna da planilha de dados. No caso do Exemplo, para o parque EOL Rio Verde, foi discriminado a utilização de vinte aerogeradores.

A potência de cada turbina foi então calculada a partir da razão entre a capacidade instalada do parque, que foi dada, e o número de aerogeradores, também dado, conforme Equação 5.2.3.2.

$$Potência da Turbina = \frac{Capacidade Instalada}{Número de Aerogeradores} \quad (5.2.3.2)$$

Desta forma, para o Exemplo, a potência da turbina será de 1,5MW, conforme mostrado na Equação 5.2.3.3.

$$Potência da Turbina = \frac{30}{20} = 1,5 \text{ MW} \quad (5.2.3.3)$$

Assim, de posse deste dado de potência de cada turbina, foi feito uma estimativa de possível aerogerador a ser utilizado naquele parque, pois nem sempre foi disponibilizado exatamente qual fornecedor e qual especificação técnica de aerogerador seria utilizado no parque. Foram tomados especificações técnicas de diversos aerogeradores utilizados no Brasil com base no cálculo de potência de cada um.

Desta forma:

$$Z_0 = 0,02 \text{ m}$$

$$Z_1 = 50 \text{ m}$$

E para o Exemplo foi tomando o aerogerador da General Electric GE, especificação GE-1.5MW.xle cuja potência é de 1,5MW:

$$Z = 80 \text{ m}$$

que é a altura da torre do aerogerador de acordo com a especificação técnica do suposto aerogerador a ser utilizado para o Empreendimento EOL Rio Verde do vendedor Renova Energia.

Assim, tomando como valores as velocidades sazonais a 50 metros e levando em consideração a fórmula de Bastianon [40], foram calculadas então as velocidades de vento sazonais a uma altura de 80 metros. Tais valores foram inseridos então na tabela do Excel® e tiveram como resultado para o Exemplo:

Dez-Fev: 5,83 m/s

Mar-Mai: 6,25 m/s

Jun-Ago: 8,10 m/s

Set-Nov: 7,40 m/s

5.2.4. Cálculo da Energia Gerada

Se a opção fosse a utilização das fórmulas teóricas tradicionais, a potência eólica sazonal [MW] para os valores de velocidade de vento sazonais para a altura dos aerogeradores interpolada de acordo com Bastianon [40] poderia ser representada pela Equação 5.2.4.1 [28].

$$Pt = \frac{1}{2} * Cp * A * \rho * uo^3 \quad (5.2.4.1)$$

Neste estudo, se fosse escolhido o método do cálculo convencional descrito pela Equação 5.2.4.1, seria necessário a adoção de alguns parâmetros, como por exemplo:

$$Cp = 0,45$$

$$\rho = 1,226 \text{ kg/m}^3$$

A eficiência de um sistema η [%] também deveria ser levada em consideração para o cálculo da potência eólica e poderia ter sido adotado por exemplo o valor de 0,36.

A expressão para a área calculada “A” [m²] foi em função do diâmetro do rotor do aerogerador [m] está mostrada na Equação 5.2.4.2. O diâmetro do aerogerador está na especificação técnica do equipamento .

$$A = \frac{(\pi * D^2)}{4} \quad (5.2.4.2)$$

No caso do Exemplo, a área varrida pelas pás do aerogerador seria então 5.345,6 m/s², conforme indicado na Equação 5.2.4.3.

$$A = \frac{(\pi * 82,5^2)}{4} = 5.345,6 \left[\frac{m}{s^2}\right] \quad (5.2.4.3)$$

A velocidade calculada u_0 [m/s] para a altura dos aerogeradores [m] poderia ser então obtida conforme mostrado no item 5.2.3.

No entanto, se fosse escolhido a maneira teórica de calcular, o total de energia anual disponível [MWh] poderia ter sido calculado em função da potência sazonal, levando em consideração o número total de turbinas do parque.

Entretando, para uma melhor aproximação com a realidade, para o cálculo da energia média gerada anual pelo parque foi tomado como referência a distribuição de Reileigh (Figura 4.4.1) cuja fórmula está representada pela Equação 5.2.4.4.

$$f(v) = \frac{\pi}{2} * \frac{v}{v^2} * e^{-\frac{\pi}{4} * \left(\frac{v}{V}\right)^2} \quad (5.2.4.4)$$

Onde:

v = velocidade variável do vento

V = velocidade média do vento que neste caso é a média das velocidades de vento sazonais.

Assim, tomando o exemplo mostrado no item 5.2.3, as velocidades sazonais a altura do aerogerador são:

Dez-Fev: 5,83 m/s

Mar-Mai: 6,25 m/s

Jun-Ago: 8,10 m/s

Set-Nov: 7,40 m/s

Então, a velocidade média anual do vento V será 6,90 m/s.

Desta forma, tendo em mãos a especificação técnica do possível aerogerador a ser utilizado no parque e a sua curva de potência, pode-se melhor estimar a energia média gerada anualmente pelo parque.

No caso do exemplo, para o aerogerador GE-1,5.xle [41], parte da especificação técnica mostra a velocidade inicial de 3,5m/s e a velocidade de corte de 20m/s (Figura 5.2.4.1).

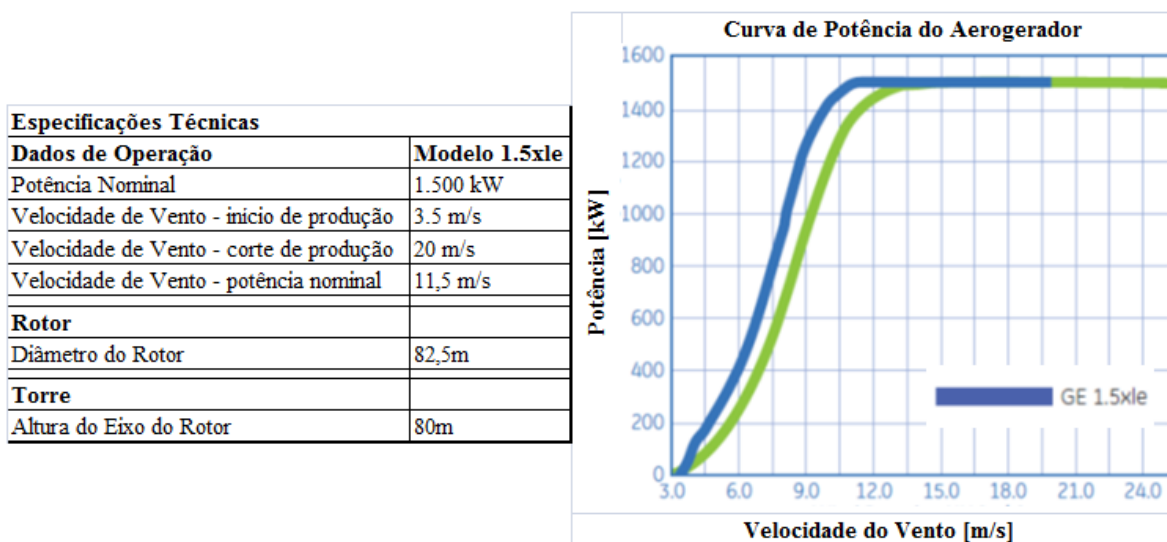


Figura 5.2.4. 1: Parte da Especificação Técnica e Curva de Potência do Aerogerador GE-1.5.xle

(Adaptado pela autora de GE, 2012)

Foram tomadas as velocidades de vento de 1 a 20 m/s e calculando através da Fórmula de Reyleigh a frequência de ocorrência para as respectivas velocidades. E com base na curva de potência do aerogerador, foi atribuído a cada velocidade a potência a ser gerada. A energia média a ser gerada para cada velocidade é então calculada como produto da frequência e permanência. Desta forma, a energia média anual a ser gerada é o

somatório das energias geradas para cada velocidade de vento, iniciando a 4m/s e terminando a 20m/s. O resultado dos cálculos está mostrado na Tabela 5.2.4.1, onde para o exemplo, a energia média gerada anual é de 658,77kW. Este valor é então inserido na tabela de cálculos do Excel®.

EOL Rio Verde					
v			Energia		
m/s	f	P	kW	V=	6,90 m/s
1	0,032453	10			
2	0,061772	20			
3	0,085323	50			
4	0,101357	200	20,27		
5	0,109215	350	38,23		
6	0,109309	400	43,72		
7	0,102912	600	61,75		
8	0,091832	900	82,65		
9	0,078046	1200	93,66		
10	0,063385	1300	82,40		
11	0,049309	1400	69,03		
12	0,036808	1500	55,21		
13	0,026399	1500	39,60		
14	0,018211	1500	27,32		
15	0,012093	1500	18,14		
16	0,007735	1500	11,60		
17	0,004768	1500	7,15		
18	0,002834	1500	4,25		
19	0,001625	1500	2,44		
20	0,000899	1500	1,35		
			EMG 658,77	FC	0,4392

Tabela 5.2.4. 1: Tabela de Cálculos para a Energia Média Gerada Anual para o Exemplo Eólica Rio Verde

A curva de potência do aerogerador foi então colocada graficamente e mostrada na Figura 5.2.4.2 e a curva de permanência na Figura 5.2.4.3.

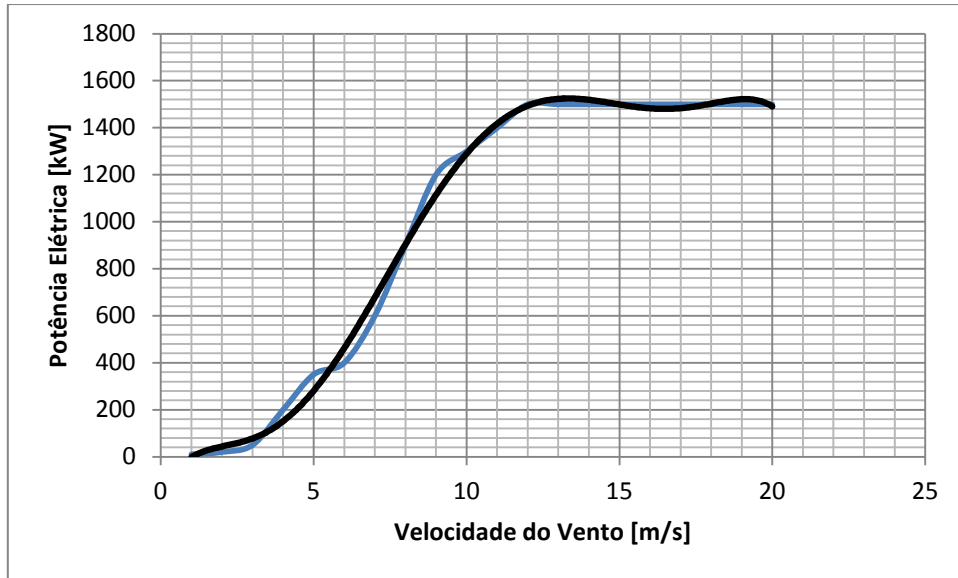


Figura 5.2.4. 2: Curva de Potência do Aerogerador GE1.5.xle

(Fonte: Elaborado pela autora a partir da especificação técnica do aerogerador GE1.5.xle).

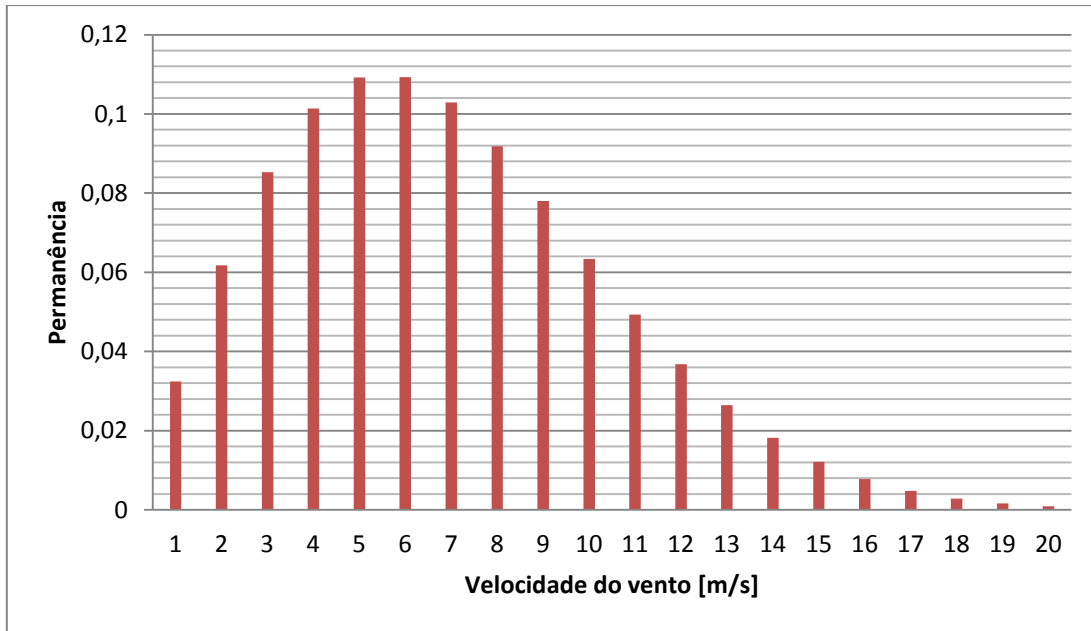


Figura 5.2.4. 3: Curva de Permanência para o Aerogerador GE-1.5.xle para a Usina Eólica Rio Verde (Elaborado pela autora a partir da especificação técnica do aerogerador GE1.5.xle e da Distribuição de Weibull para $k=2$).

O mesmo procedimento foi feito para cada parque eólico de cada vendedor para os leilões, tendo como base a velocidade média do vento.

5.2.5. Cálculo do Fator de Capacidade

O Fator de Capacidade FC [%] do parque que foi considerado como “dado” na tabela do Excel foi obtido a partir dos dados de cada projeto disponibilizados pela ANEEL [8] e MME [38], conforme os Anexos 3 ao 8. Teoricamente, o Fator de Capacidade – FC é a razão entre a garantia física e capacidade instalada, multiplicando-se por 100 para se obter o valor em porcentagem e está representado pela Equação 5.2.5.1.

$$FC = \frac{\text{Garantia Física}}{\text{Capacidade Instalada}} * 100 \quad (5.2.5.1)$$

Para o Exemplo, o FC calculado e mostrado na Tabela 5.2.4.1 foi então obtido com base nos dados de garantia física e potência, representado pela Equação 5.2.5.2.

Garantia Física = 658,77kW = Energia Média Gerada

Potência = Capacidade Instalada: 1500kW

$$FC = \frac{658,77}{1500} * 100 = 43,92 \% \quad (5.2.5.2)$$

O fator de capacidade chamado de “calculado” foi calculado como sendo a razão entre a energia média anual disponível que fora calculada e potência elétrica do aerogerador utilizado no parque. No entanto, alguns fatores de capacidade calculados apresentaram valores acima do que seria esperado para um empreendimento eólico. Isto ocorre em alguns casos onde a velocidade do vento simulada ficou muito discrepante em determinados períodos do ano. Como estes dados não seriam representativos da realidade, eles foram

excluídos do estudo. Foram excluídos desse estudo os projetos cujos fatores de capacidade calculados estavam acima de 59%, número escolhido neste trabalho sem referência ao Fator de Betz. Os projetos do leilão afetados por tais valores de fator de capacidade foram excluídos da análise deste trabalho e totalizam 7 projetos, conforme mostrados na Tabela 5.2.5.1.

Leilão	Projeto Excluído	Número de Projetos Excluídos	FC Calculado
LER003/2009	RENOVA EOL Nossa Senhora da Conceição	1	60,58
LER005/2010	Nenhum projeto excluído	0	N/A
LFA007/2010	BRENNAND EOL Pedra Branca	6	60,9
	BRENNAND EOL São Pedro do Lago		61,72
	BRENNAND EOL Sete Gameleiras		59,8
	MORRO DO CHAPÉU EOL Morro do Chapéu		62,22
	PARAZINHO EOL Ventos do Parazinho		59,34
	VENTO FORMOSO EOL Vento Formoso		59,34

Tabela 5.2.5. 1: Projetos dos Leilões Excluídos dos Cálculos devido ao Fator de Capacidade Calculado Estar Muito Acima do Esperado

5.2.6. Diferença entre os Fatores de Capacidade Calculado e Estipulado

Um dos pontos mais relevantes deste trabalho é a determinação da diferença entre os fatores de capacidades estipulados pelos vendedores e o fator de capacidade calculado. Esse parâmetro permitirá a estimativa do desvio entre a energia garantida pelo parque eólico por ocasião dos respectivos leilões e da energia que efetivamente terão condições de entregar, estimada de acordo com a metodologia ora apresentada.

Desta forma, a diferença entre os fatores de capacidade foi calculada como sendo a subtração entre o fator de capacidade calculado e o fator de capacidade estipulado, conforme Equação 5.2.5.3.

$$\text{Diferença entre Fatores de Capacidade} = FC_{\text{calculado}} - FC_{\text{estipulado}} \quad (5.2.5.3)$$

Assim sendo, se o resultado desta diferença é positivo indica que o fator de capacidade do parque foi acima do esperado, ou seja não se evidenciará problemas quanto à entrega de energia contratada. Em contrapartida, se a diferença entre os fatores de capacidade for negativa, expressará que há uma chance de não ser cumprida a entrega da energia contratada, pois neste caso haveria uma superestimação de resultados por parte do vendedor.

Os valores desta diferença entre fatores de capacidade foi adicionado à planilha de cálculos do excel em forma de uma coluna e calculado para cada projeto de cada vendedor. Os resultados totais estão mostrados nos Anexos 11, 12 e 13.

6. CAPÍTULO 6 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1. RESULTADOS

A variação ou o desvio da energia garantida média, expressa em MWh, foi calculada tomando-se como referência a diferença entre os fatores de capacidade e a potência ou capacidade instalada estipulada pelo vendedor. Desta forma, multiplicando estes dois parâmetros, dividindo por 100 e multiplicando por 8.760h, foi obtido então o que consideramos o desvio da energia anual garantida em MWh, ou seja, o quanto de energia está deixando de ser gerada ou sendo desperdiçada anualmente.

Tomando o exemplo da Eólica Rio Verde. A diferença entre fatores de capacidade foi calculada conforme item 5.2.5 e encontrado o valor de -11,45%, conforme ilustrado no Anexo 15, que também mostra a capacidade instalada estipulada pelo vendedor de 30MW para o parque eólico. Assim, para a Eólica Rio Verde, o desvio da energia garantida anualmente será de -30.087,10MWh. O fato de ser negativo indica que há um risco do não cumprimento da energia a ser entregue, e este risco é de 30.087,10MWh por ano.

Seguindo o mesmo procedimento foram feitos os cálculos para os demais projetos e mostrados nos Anexos 18, 19 e 20 separados por leilões.

Desta forma a análise feita para o Desvio da Energia Garantida - DEG foi:

Se $DEG > 0$, há uma previsão otimista de atendimento da energia contratada

Se $DEG < 0$, há um risco do não cumprimento da energia contratada

Foi feita também a análise do DEG por vendedor, compilando os resultados individuais de cada parque em um único resultado por vendedor. Desta forma, a análise do não cumprimento da energia contratada é focada por vendedor, o que indica que por vezes conforme mostrado nos Anexos 14, 15 e 16, haverá uma compensação no resultado final de cada vendedor. Isto ocorre pois se tomando um vendedor para análise, foi encontrado

valores tanto negativos quanto positivos para o DEG, o que somando os resultados de todos os parques o vendedor teria uma compensação com o resultado final. Tal compensação poderia ser negativa ou positiva.

Calculando então o DEG por vendedor e separando por leilão tem-se uma visão melhor do cenário para os leilões. Assim, o DEG por vendedor nada mais é do que o somatório de todos os DEG dos parques eólicos do vendedor. Em termos de porcentagem também por vendedor, é obtido dividindo o DEG do vendedor pela energia média gerada anualmente pelo vendedor [MWh] e multiplicando por 100.

Esta energia média gerada anualmente por vendedor é o somatório das energias médias geradas por cada parque do vendedor. O cálculo é feito tomando a energia média gerada pelo parque [kW], multiplicando por 8760h e dividindo por 1000 para se obter o resultado em MWh. No caso do exemplo, para a Eólica Rio Verde, a energia média gerada anualmente é $658,77\text{kW} \times 8760\text{h} / 1000$, resultando em 5.770,83MWh. O mesmo procedimento de cálculo foi aplicado para os demais projetos de cada vendedor dos leilões. Todos estes parâmetros de base de cálculos estão evidenciados nos Anexos 14, 15 e 16.

A Tabela 6.1.1 mostra o resultado total do DEG por vendedor para o LER003/2009. Nota-se que em geral, para este leilão o resultado do DEG de 156.009,63MWh mostra que há uma previsão otimista do cumprimento da energia garantida e há uma folga, ou seja, energia excedente a ser produzida. Em termos de porcentagem, isto representa 38,79% a mais do total de energia é excedente.

VENDEDOR	Desvio da Energia Garantida - DEG	
	MWh	%
Renova	18.820,95	21,65
Martifer	-35.619,02	-57,51
IMPESA	-42.699,39	-118,89
CPFL	74.782,37	188,92
Bioenergy	33.328,21	449,79
Dobreve	13.456,76	35,02
Energio	-18.848,72	-124,42
Petrobras	-18.296,84	-81,61
Elecnor	21.363,51	82,32
Eletrosul	-22.044,98	-119,94
Engevix	90.671,78	404,58
Gestamp	46.780,24	317,91
Dunas Paracuru	-41.906,09	-637,58
Energen	36.220,85	565,06
TOTAL LER 003/2009	156.009,63	38,79

Tabela 6.1. 1: Desvio da Energia Garantida para o LER003/2009

Os resultados podem também ser representados graficamente através das Figuras 6.1.1 e 6.1.2 em MWh e porcentagem respectivamente.

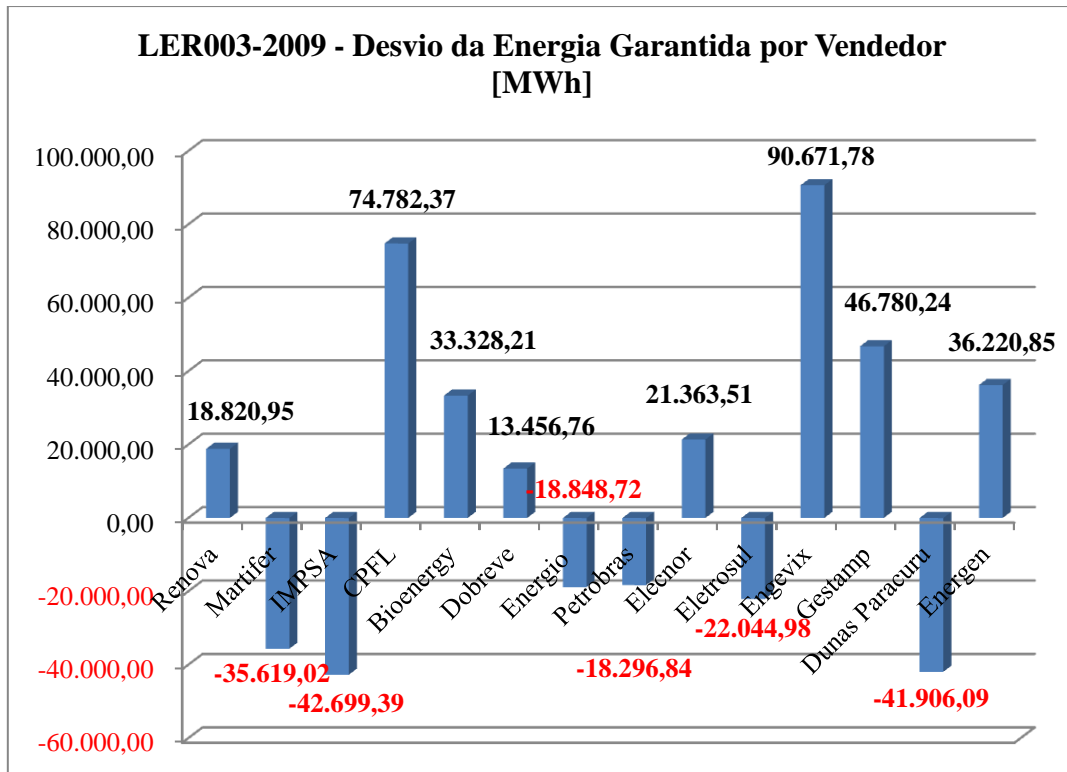


Figura 6.1. 1: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER003/2009 [MWh]

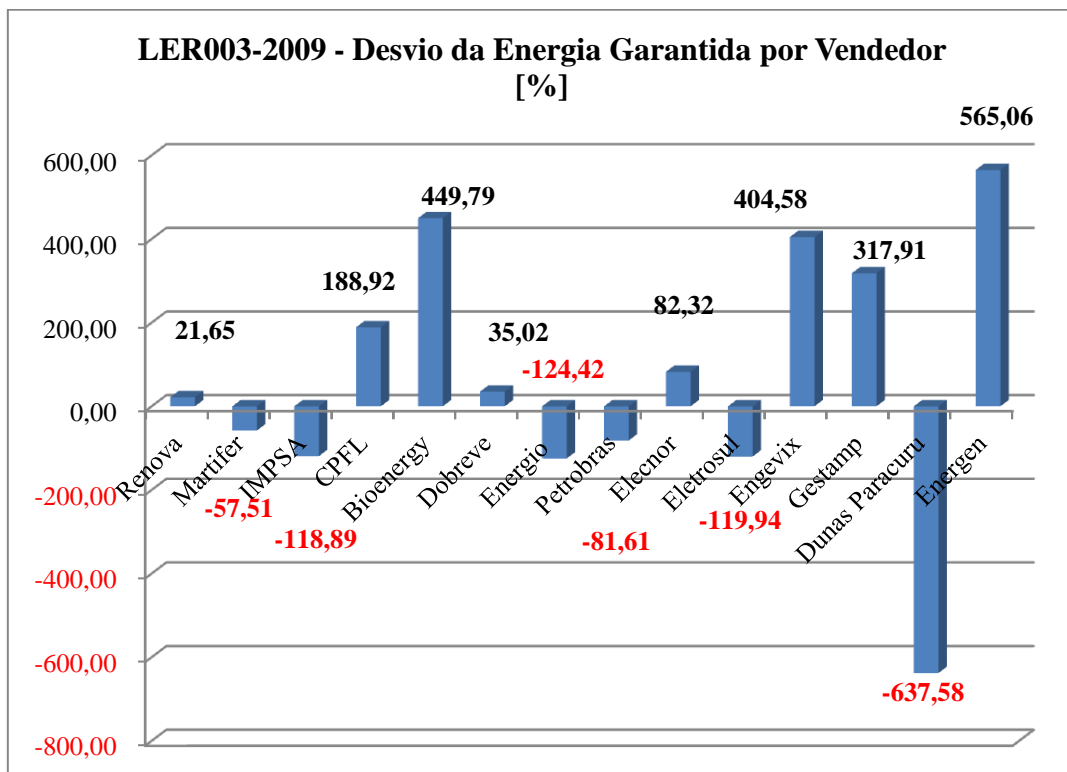


Figura 6.1. 2: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER003/2009 [porcentagem]

O mesmo procedimento foi feito para o LER005/2010. A Tabela 6.1.2 mostra o resultado total do DEG por vendedor para o leilão. Nota-se que em geral, para este leilão o resultado do DEG de -31.386,47MWh mostra que há uma previsão pessimista do cumprimento da energia garantida indicando um risco da não entrega da energia contratada neste segundo leilão envolvendo a fonte eólica. Em termos de porcentagem, isto representa 55,06% a menos do total de energia que deveria ser entregue. Neste caso, a compensação dos resultados de cada vendedor mostrou um quadro pessimista, onde os resultados otimistas de alguns vendedores foram superados por resultados piores de outros.

VENDEDOR	Desvio da Energia Garantida - DEG	
	MWh	%
Campo dos Ventos II	-34.383,44	-531,61
Enerfin	7.054,43	91,46
Eurus II	-455,52	-5,72
Gestamp	35.357,02	216,90
Renova	-38.958,96	-209,87
TOTAL LER 005/2010	-31.386,47	-55,06

Tabela 6.1. 2: Desvio da Energia Garantida para o LER005/2010

Os resultados podem também ser representados graficamente através das Figuras 6.1.3 e 6.1.4 em MWh e porcentagem respectivamente.

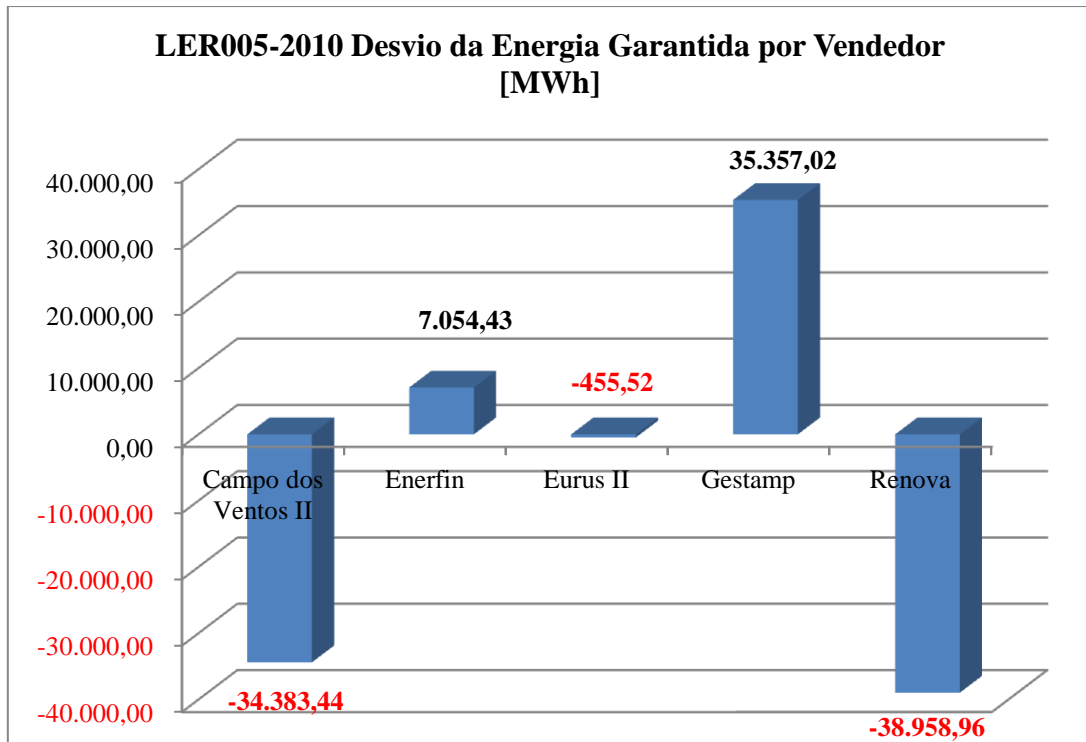


Figura 6.1. 3: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER005/2010 [MWh]

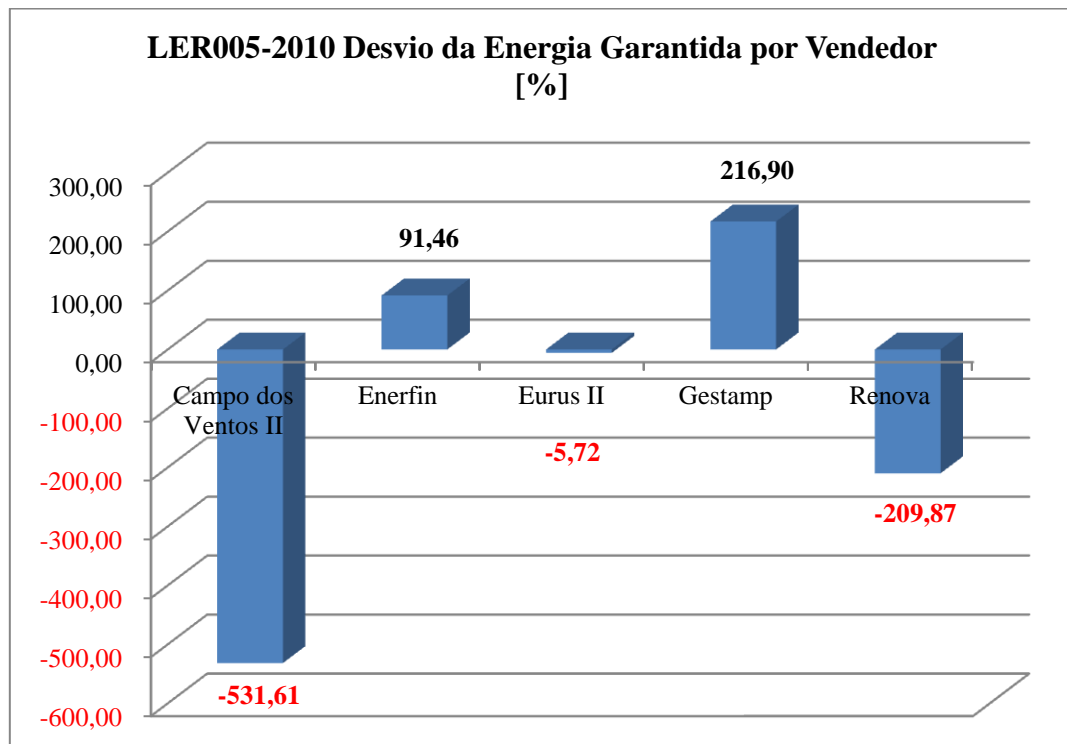


Figura 6.1. 4: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LER005/2010 [porcentagem]

O mesmo procedimento foi feito também para o LFA007/2010. A Tabela 6.1.3 mostra o resultado total do DEG por vendedor para o leilão. Nota-se que em geral, para este terceiro leilão segue o mesmo resultado pessimista do leilão anterior. O resultado do DEG de -57.915,43MWh mostra que há uma previsão pessimista do cumprimento da energia garantida indicando um risco da não entrega da energia contratada também neste terceiro leilão envolvendo a fonte eólica. Em termos de porcentagem, isto representa 41,19% a menos do total de energia que deveria ser entregue. Neste caso, a compensação dos resultados de cada vendedor mostrou um quadro também pessimista, onde os resultados otimistas de alguns poucos vendedores foram superados por resultados piores de outros.

VENDEDOR	Desvio da Energia Garantida - DEG	
	MWh	%
Asa Branca	-18.511,63	-80,68
CPE	-31.274,08	-110,58
Dreen	-8.226,43	-112,76
Enerfin	-378,34	-5,37
Iberdrola	1.144,76	3,91
JUR	8.352,13	78,03
MAC	-4.482,75	-49,58
Oleoplan	13.630,91	162,20
REN	-18.169,99	-103,13
TOTAL LFA 007/2010	-57.915,43	-41,19

Tabela 6.1. 3: Desvio da Energia Garantida para o LFA007/2010

Os resultados podem também ser representados graficamente através das Figuras 6.1.5 e 6.1.6 em MWh e porcentagem respectivamente.

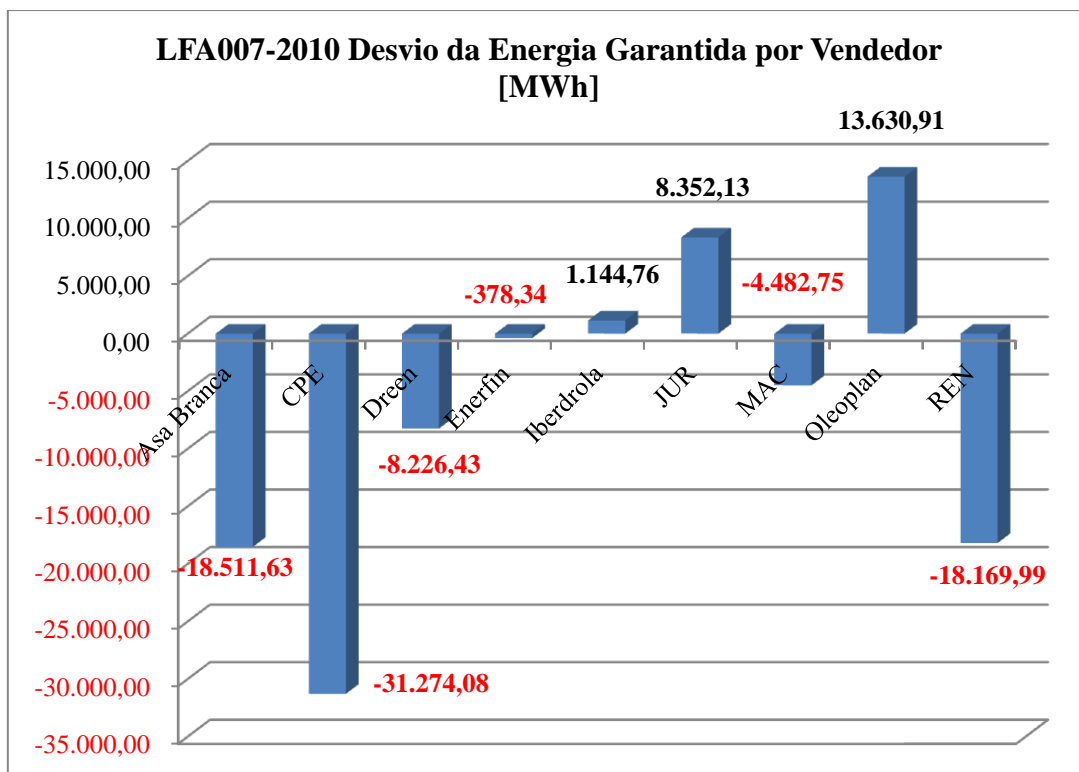


Figura 6.1. 5: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LFA007/2010 [MWh]

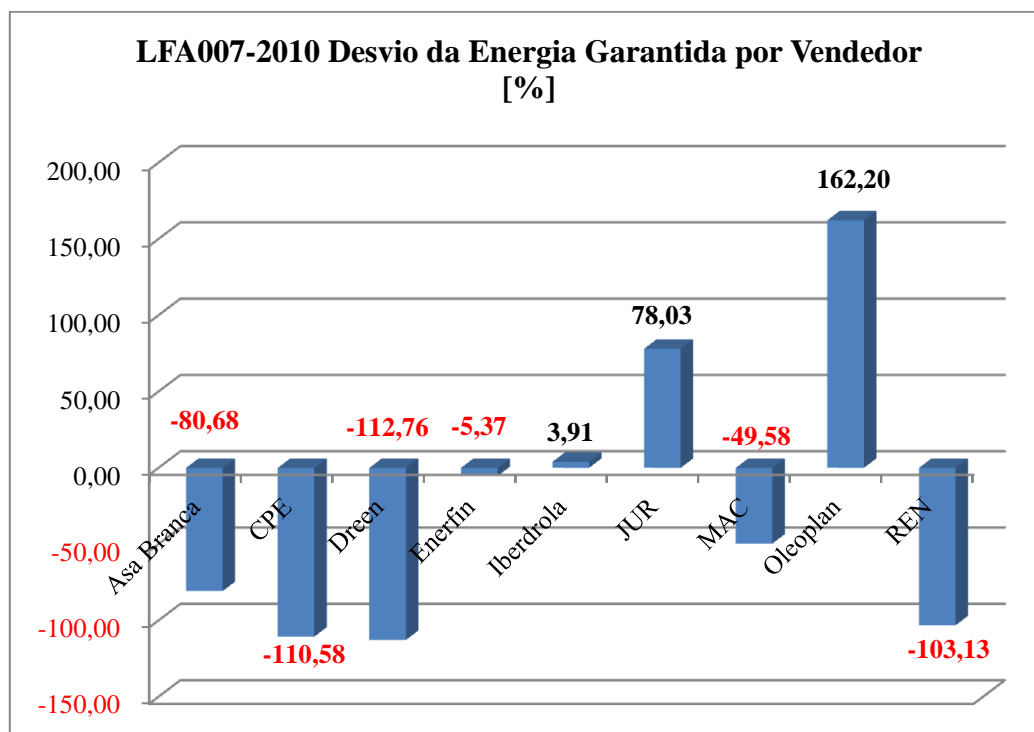


Figura 6.1. 6: Desvio da Energia Garantida por Vendedor - LFA007/2010 [porcentagem]

Um comparativo geral dos leilões está mostrado na Tabela 6.1.4 e na Figura 6.1.7.

Leilões	Desvio da Energia Garantida	
	MWh	%
TOTAL LER 003/2009	156.009,63	38,79
TOTAL LER 005/2010	-31.386,47	-55,06
TOTAL LFA 007/2010	-57.915,43	-41,19

Tabela 6.1. 4: Comparativo Geral dos Leilões para o Desvio da Energia Garantida

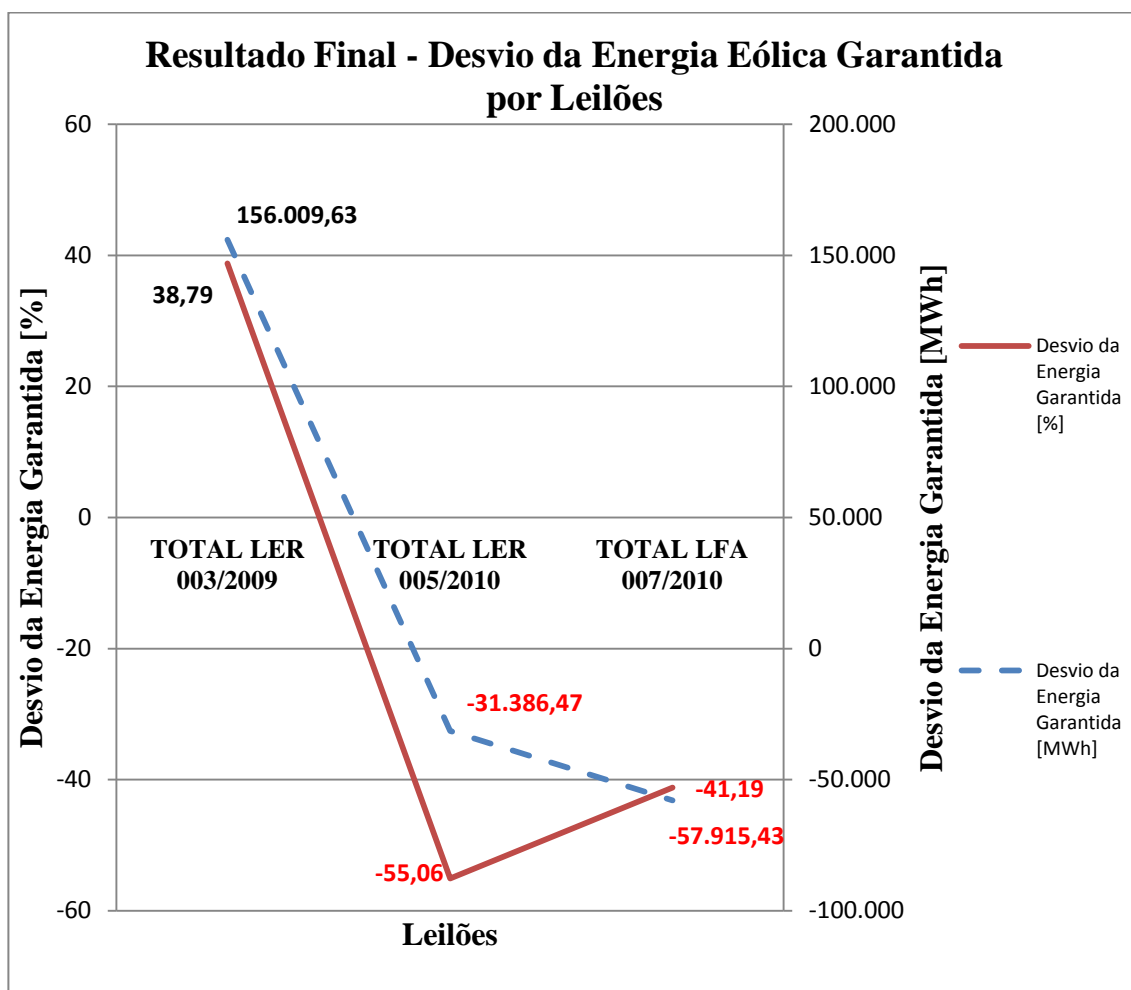


Figura 6.1. 7: Resultado Final - Desvio da Energia Eólica Garantida por Leilão

6.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados mostram uma divergência entre os fatores de capacidades estipulados pelos vendedores e os fatores de capacidade calculados a partir de simulações de velocidade de vento. Tais resultados reforçam o objetivo deste trabalho que seria mostrar que há uma incerteza na determinação dos fatores de capacidade de acordo com a simulação das velocidades de vento, que possuem uma variação sazonal considerável.

A Figura 6.1.7 apresenta o desvio total estimado do não cumprimento da energia eólica contratada para os três leilões em estudo neste trabalho, ou seja, o risco da não entrega da energia contratada. Nota-se que o primeiro leilão foi o único que apresentou perspectivas otimistas se analisado o quadro geral por leilão. Já se analisado separadamente todos os leilões apresentaram resultados variáveis para os vendedores e seus respectivos projetos, quando analisados isoladamente. Se analisarmos em termos de MWh, há uma tendência de piora no quadro de entrega da energia contratada, pois os resultados mostram o declínio do primeiro para o terceiro leilão. Já em termos de porcentagem o terceiro leilão ficou um pouco à frente do segundo, sendo este último o representante do pior resultado em termos de porcentagem da energia a ser gerada.

O estudo mostra uma forte possibilidade para os próximos leilões, com base no risco total estimado para os três primeiros, de que a energia contratada não seja entregue. No entanto, não é o que se espera em realidade, haja visto a procura crescente por implementação de energia eólica no país e a demanda em se negociar projetos em leilões de energia vem se tornando cada vez mais competitiva.

O resultado comparativo final deste trabalho está mostrado na Tabela 6.1.4 e na Figura 6.1.7. Para a análise foram excluídos um total de 55 projetos dos 141 que totalizam os três leilões. Esta exclusão representa 39% dos dados. Assim, a análise fez uma abrangência de 61% dos dados, representando 86 projetos válidos analisados no total.

Ressalta-se que há uma diferença entre os fatores de capacidade contratado e os fatores de capacidade calculados. Foi através desta discrepância que foi possível calcular o desvio da energia garantida de cada parque eólico e, por extensão, estimar o risco estimado do não cumprimento do contrato da venda da energia.

Com base na garantia física contratada e no desvio da energia garantida, foi calculado então a “garantia física calculada”, ou seja, a garantia física de energia que realmente seria entregue com base no fator de capacidade e nos cálculos desenvolvidos neste trabalho. Desta forma, a variação total ou seja o desvio estimado total para os três leilões foi calculado como sendo -7,46%. No entanto, avaliando o desvio da energia garantida em termos de MWh, o encontrado representou um total de 66.707,73MWh de energia excedente que será entregue, sendo positiva. Isto se deve ao fato do resultado otimista do primeiro leilão, onde se obteve 156.009,63MWh de energia excedente, o que se somado aos resultados pessimistas, mas menores, dos dois leilões subsequentes, resulta em um resultado positivo no total.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A metodologia desenvolvida por esta dissertação de mestrado permitiu analisar os leilões de energia eólica já realizados e forneceu uma base para discussões futuras sobre o risco da não entrega da energia contratada nos leilões. Foi utilizado como ferramenta de trabalho o simulador de velocidades de vento sazonais do CRESESB/CEPEL o que permitiu estimar os novos fatores de capacidade, com base nas velocidades de vento dos locais dos parques e das alturas dos aerogeradores.

Com relação aos três primeiros leilões realizados, através do método de cálculos utilizados, pode-se chegar às seguintes conclusões:

Os fatores de capacidade calculados a partir dos dados dos vendedores, chamados neste estudo de FC estipulados, estiveram em alguns casos acima dos FC para fontes eólicas, o que despertou uma análise crítica das variações dos mesmos se tomados em consideração as velocidades de vento dos locais dos parques a altura dos aerogeradores.

Com base na metodologia adotada para estudo neste trabalho, foi observado uma variação em alguns casos positiva e em outros negativa entre os fatores de capacidade estipulados e calculados.

O primeiro leilão, LER003/2009 foi o único que, de acordo com este trabalho desenvolvido, apresenta resultados positivos em termos de desvio da energia garantida, o que representa uma folga de capacidade de geração de energia. Para os dois leilões de fonte eólica subseqüentes, os resultados não foram tão otimistas, e os valores negativos calculados indicam que há riscos dos parques não gerarem a energia contratada, de acordo com os respectivos leilões LER005/2010 e LFA007/2010.

Ou seja, a garantia física calculada por esse trabalho mostra que esses parques não terão vento com intensidade e na frequência adequadas a gerar a energia contratada nos leilões.

O risco energético se refere ao não cumprimento da quantidade de energia gerada conforme acordado com a ANEEL e está ligado ao fator de capacidade das usinas. Há ainda os aspectos econômicos e financeiros ligados aos projetos como manter a baixa tarifa de

energia acordada. O preço da tarifa está ligado aos custos da energia, e conseqüentemente ao custo dos equipamentos. Levando em consideração que muitos equipamentos não são totalmente nacionalizados, pode haver casos em que se confiava em empresas instalando no Brasil com a finalidade de suprimento dos equipamentos para os parques. Com vinda dos mesmos para o país comprometida ou com o atraso do cronograma de implantação dos mesmos, a única saída para não comprometer os prazos dos projetos vencedores seria importar tais equipamentos ou utilizar outras especificações de fabricantes instalados no país. A primeira alternativa certamente implicaria em um aumento do custo dos equipamentos, afetando diretamente o preço da tarifa.

Com base nos resultados da garantia física calculada encontrados neste trabalho, pode-se concluir que há uma tendência de que para os próximos leilões os resultados também sejam negativos e que desta forma o risco da não entrega de energia eólica contratada nos leilões seja alto.

Algumas recomendações podem ser feitas em função do trabalho desenvolvido e dos resultados obtidos.

A análise de risco da não entrega da energia apresentada neste trabalho poderá ser relevante para criar cenários para os posteriores leilões de energia eólica no país, haja visto que são procedimentos de comercialização de energia adotados recentemente para a fonte eólica, sem ainda possuir resultados históricos com uma base de dados consistente.

Os parques avaliados isoladamente poderão representar um impacto local ou regional, sendo que quando avaliados separadamente o impacto em alguns casos pode ser maior do que quando analisados por lote de leilões.

Sugere-se que os atlas eólicos que por ventura venham ser feitos no futuro, também forneçam estimativas dos fatores de capacidade esperados para as diferentes regiões. Podendo isso ser feito através de uso de ferramentas de sensoriamento remoto, uso de coordenadas georreferenciadas, tendo como base, por exemplo, um aerogerador padrão, fictício, instalado à uma determinada altura padrão. Essa seria uma maneira de inibir a superestimação dos fatores de capacidade dos futuros parques eólicos e, conseqüentemente,

minimizar os riscos do suprimento de energia no país ou sobrecarregamento das outras fontes de energia, já que a energia eólica é do tipo sazonal e que necessita operar em sistema chamado “híbridos”, que sejam também supridos por outras fontes, mais perenes, de forma a atender a garantia física do suprimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] MME/EPE - Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília.: **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**, 2011, 2 v.: il. 1. Energia_Brasil. 2. Política Energética_Brasil 3. Recursos Energéticos_Brasil. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/20120302_1.pdf> Acesso em: 15 out. 2012.
- [2] ONU – Organização das Nações Unidas. **Protocolo de Quioto à Convenção. Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br/doc_quioto.php> Acesso em: 30 nov. 2009
- [3] FILGUEIRAS, Alexandre.; SILVA, Thelma Maria V. e. **Wind Energy in Brazil – Present and Future**. Renewable and Sustainable Energy Reviews 7 (2003) 439-451
- [4] MME/EPE - Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Brasília.: **Plano Decenal de Expansão de Energia 2021.**, 2012, 1v.: il. 1. Energia_Brasil. 2. Política Energética_Brasil 3. Recursos Energéticos_Brasil. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/PDEE/20120924_1.pdf> Acesso em: 14 fev. 2013
- [5] WWEA - The World Wind Energy Association. **Half-Year Report – 2012**. 2012. Disponível em: <http://www.wwindea.org/webimages/Half-year_report_2012.pdf> Acesso em 24 out 2012
- [6] GANDRA, Alana. Agência Brasil. EBC – Empresa Brasil de Comunicação. **Investimentos em Energia Eólica devem chegar a R\$40 bilhões até 2020**. 29/08/2012. Disponível em : <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-08-29/investimentos-em-energia-eolica-devem-chegar-r-40-bilhoes-ate-2020>> Acesso em: 24 out. 2012
- [7] WWEA - The World Wind Energy Association. **World Wind Energy Report 2010**. 2011. Disponível em: <http://www.wwindea.org/home/images/stories/pdfs/worldwindenergyreport2010_s.pdf> Acesso em 8 dez. 2011

- [8] ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Usinas do Tipo Eólica em Operação**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/operacaocapacidadebrasil.asp> Acesso em 14 fev. 2013
- [9] TIAGO FILHO, Geraldo Lúcio. **Uma Análise Comparativa das Dificuldades e Facilidades Existentes no Mercado Brasileiro quanto às Fontes Renováveis de Energia**. ENERGEN/LATAM. Rio de Janeiro, 2013
- [10] DOU - Diário Oficial da União. **Lei Número 10.438** de 26 de Abril de 2002. Brasília: 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/lei200210438.pdf> Acesso em: 14 ago. 2011
- [11] MME - Ministério de Minas e Energia. **PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica**. Agosto, 2009. Disponível em: http://www.mme.gov.br/portalmme/opencms/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/Situaxo_usinas_PROINFA_AGO-2009.pdf Acesso em: 19 jun. 2011 EPE - Empresa de Pesquisa Energética.
- [12] **Balço Energético Nacional 2011: Ano Base 2010** / Rio de Janeiro., 2011. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2011.pdf Acesso em 9 dez. 2011
- [13] AMARANTE, Odilon A. Camargo; BROWER, Michael; ZACK, John; SÁ, Antônio Leide de. CRESESB / ELETROBRAS / CEPEL / MME. Brasília: MME, 2010. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. **Velocidade Média Anual do Vento no Brasil a 50 Metros de Altura**. CRESESB/CEPEL. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/mapas_1a.pdf Acesso em 9 dez. 2011
- [14] COPEL – Companhia Paranaense de Energia. LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Engenharia Eólica – Camargo Schubert. **Manual de Avaliação Técnico-Econômica de Empreendimentos Eólico-Elétricos**. Curitiba, 2007. 112p.: il
- [15] BATISTA, Micheline. Diário de Pernambuco. Publicação 30/08/2012. **Porto de Suape ingressa na Abeeólica para estreitar laços com empresas**. Disponível em:

- <http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/economia/2012/08/30/internas_economia,393864/porto-de-suape-ingressa-na-abeeolica-para-estretiar-lacos-com-empresas.shtml> Acesso em: 30 out. 2012
- [16] JACOBSON, Mark Z.; MASTERS, Gilbert M. **Exploiting Wind vs. Coal**. Science 24 August 2001. Vol.293 no. 5534 pp. 1438
- [17] SILVA, Neilton Fidelis; ROSA, Luiz Pinguelli; ARAUJO, Maria Regina. **The Utilization of Wind Energy in the Brazilian Electric Sector's Expansion**. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol.9 Issue 3. June 2005 pp. 289-309
- [18] CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Leilões**. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br/cceeinterdsm/v/index.jsp?vgnextoid=d3caa5c1de88a010VgnVCM10000aa01a8c0RCRD>> Acesso em: 9 ago. 2011
- [19] EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Informe à Imprensa. Leilão de Energia de Reserva – Eólica 2009**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20091214_1.pdf> Acesso em 15 dez. 2009
- [20] RECEITA FEDERAL. **ADE Cosit 002/2010 - Ato Declaratório Executivo Cosit no 2, de 11 de janeiro de 2010**. D.O.U. de 20/01/2010. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/AtosExecutivos/2010/COSIT/ADCosit002.htm>> Acesso em: 6 out. 2011
- [21] RECEITA FEDERAL. **ADE Cosit 026/2010 - Ato Declaratório Executivo Cosit no 26, de 8 de setembro de 2010**. D.O.U. de 9/9/2010. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/AtosExecutivos/2010/COSIT/ADCosit026.htm>> Acesso em 6 out. 2011
- [22] RECEITA FEDERAL. **ADE Cosit 025/2011 - Ato Declaratório Executivo Cosit no 25, de 6 de setembro de 2011**. D.O.U. de 12/9/2010. Disponível em: <http://www.receita.fazenda.gov.br/Legislacao/AtosExecutivos/2011/COSIT/ADCosit025.htm>, acesso em 06/10/2011

- [23] CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Diferenças entre Leilões – Cronologia dos Leilões.** Disponível em: http://www2.ccee.org.br/StaticFile/.../Diferenças_entre_os_Leilões.ppt Acesso em: 10 jun. 2012
- [24] CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. **Resumo Resultados do Leilão de Reserva – Fonte Eólica – LER003/09.** 2009. Disponível em: http://www.ccee.org.br/StaticFile/Arquivo/biblioteca_virtual/Leiloes/2%20Reserva/Resumo_2_LER.pdf Acesso em: 15 dez. 2009
- [25] HENGEVELD, H. J.; LYSEN, E. H., PAULISSEN, L. M. M. **Matching of Wind Rotors to Low Power Electrical Generators for a Given Wind Regime.** SWD – Steering Committee on Wind Energy for Developing Countries. The Netherlands. December, 1978
- [26] MARTINS, F. R.; GUARNIERI, R. A.; PEREIRA, E. B. **O Aproveitamento da Energia Eólica.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, no. 1, pp. 1304 (2008)
- [27] ELDRIDGE, F. R. **Wind Machines.** Second Edition. The MITRE Energy Resources and Environment Series. 1980
- [28] TWIDELL, John; WEIR, Tony. **Renewable Energy Resources.** Second Edition. Taylor & Francis, 2007
- [29] GASCH, R.; TWELE, J. (eds). **Wind Power Plants: Fundamentals, Design, Construction and Operation.** Solarpraxis AG. Alemanha. 2002
- [30] RAI, G. D. **Non-Conventional Energy Sources,** New Delhi: Khanna Publishers, 2006
- [31] ELECTRONICA. **Esquema Betz – Passagem de ar antes e após a turbina.** Disponível em: <http://www.electronica-pt.com/index.php/content/view/17/29/> Acesso em: 06 out. 2011
- [32] SANSIGOLO, Clóvis Angeli. **Distribuições de Probabilidade de Velocidade e Potência do Vento.** Revista Brasileira de Meteorologia. Vol.20, no.2, pp.207-214 (2005)
- [33] JOHNSON, Gary. **Wind Energy Systems.** Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1985

- [34] RÊGO, M.C.O; LEÃO, R.P.S.; LIMA, C.F.P.; ALMADA, J.B.; OLIVEIRA SEGUNDO, F.O.; RIBEIRO NETO, A.S. e FILGUEIRAS, A.R. **Comparação entre Métodos Probabilísticos para a Determinação da Velocidade dos Ventos. 2010.** Disponível em: <<http://www.labplan.ufsc.br/congressos/III%20SBSE%20-%202010/PDF/SBSE2010-0237.PDF>> Acesso em 9 dez. 2011
- [35] AMARANTE, Odilon A. Camargo; SILVA, Fabiano de Jesus Lima da; ANDRADE, Paulo Emiliano Piá de Andrade; PARECY, Emerson. Atlas Eólico Espírito Santo. **Distribuição de Weibull.** Vitória – ES. 2009. Disponível em: <http://www.aspe.es.gov.br/atlaseolico/a_1.htm> Acesso em 01 nov. 2012
- [36] WELCH, Jonathan B.; VENKATESWARAN, Anand. **The Dual Sustainability of Wind Energy.** Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 13. Issue 5. June 2009 pp. 1121-1126
- [37] SUZLON. **Especificação Técnica para Turbina Eólica S82-1,5MW.** Disponível em: <<http://www.suzlon.com/pdf/S82%20product%20brochure.pdf>> Acesso em: 01 nov. 2012
- [38] MME – Ministério de Minas e Energia. **Documentos e Portarias do Ministério das Minas e Energia para dados dos parques eólicos e coordenadas geográficas.** (Documentos individuais para cada projeto). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias>>, Acesso em: vários períodos de 2010 e 2011
- [39] CRESESB/CEPEL – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito / Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. **Simulações de velocidade de vento.** Feitas individualmente para cada parque eólico por coordenada geográfica. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico/index.php> Acesso em: vários períodos de 2010 e 2011
- [40] BASTIANON, R. A. **Energia Del Viento y Diseño de Turbinas Eólicas.** Tiempo de Cultura Ediciones. Buenos Aires. Segunda Edición. Septiembre, 1994

- [41] GE. **Especificação Técnica para a Turbina Eólica 1.5MW GE1.5.xle**. Disponível em: <<http://geosci.uchicago.edu/~moyer/GEOS24705/Readings/GEA14954C15-MW-Broch.pdf>> Acesso em 01/11/2012
- [42] Institute for Energy Resources. **Foto de um parque eólico**. Disponível em: <<http://www.instituteforenergyresearch.org/2011/01/26/wind-finishes-2010-with-poor-showing-in-capacity-increases/>> Acesso em 31/10/2012

**ANEXO 1: Integração por Faixas de Velocidade por Região (Fonte
CRESESB/CEPEL, 2001)**

	Vento [m/s]	Área [km ²]	Potência Instalável [GW]	Fator de Capacidade	Energia Anual [TWh/ano]
REGIÃO NORTE	6 - 6,5	11.460	22,92	0,13	25,58
	6,5 - 7	6.326	12,65	0,17	18,46
	7 - 7,5	3.300	6,60	0,20	11,33
	7,5 - 8	1.666	3,33	0,25	7,15
	8 - 8,5	903	1,81	0,30	4,65
	> 8,5	551	1,10	0,35	3,31
REGIÃO NORDESTE	6 - 6,5	146.589	293,18	0,13	327,19
	6,5 - 7	60.990	121,98	0,17	178,02
	7 - 7,5	24.383	48,77	0,20	83,73
	7,5 - 8	9.185	18,37	0,25	39,43
	8 - 8,5	3.088	6,18	0,30	15,91
	> 8,5	870	1,74	0,35	5,23
REGIÃO CENTROOESTE	6 - 6,5	41.110	82,22	0,13	91,76
	6,5 - 7	8.101	16,20	0,17	23,65
	7 - 7,5	1.395	2,79	0,20	4,79
	7,5 - 8	140	0,28	0,25	0,60
	8 - 8,5	6	0,01	0,30	0,03
	> 8,5	0	0,00	0,35	0,00
REGIÃO SUDESTE	6 - 6,5	114.688	229,38	0,13	255,99
	6,5 - 7	46.302	92,60	0,17	135,15
	7 - 7,5	11.545	23,09	0,20	39,64
	7,5 - 8	2.433	4,87	0,25	10,44
	8 - 8,5	594	1,19	0,30	3,06
	> 8,5	297	0,59	0,35	1,78
REGIÃO SUL	6 - 6,5	121.798	243,60	0,13	271,86
	6,5 - 7	38.292	76,58	0,17	111,77
	7 - 7,5	9.436	18,87	0,20	32,40
	7,5 - 8	1.573	3,15	0,25	6,75
	8 - 8,5	313	0,63	0,30	1,61
	> 8,5	57	0,11	0,35	0,34

ANEXO 2: Empreendimentos Eólicos em Operação no Brasil (Fonte: ANEEL, 2013)

USINAS do tipo Eólica em Operação - 15/02/2013				
Usina	Potência Fiscalizada (kW)	Destino da Energia	Proprietário	Município
Eólica de Prainha	10.000	PIE	100% para Wobben Wind Power Industria e Comércio Ltda	Aquiraz - CE
Eólica de Taíba	5.000	PIE	100% para Wobben Wind Power Industria e Comércio Ltda	São Gonçalo do Amarante - CE
Eólio - Elétrica de Palmas	2.500	PIE	100% para Copel Geração e Transmissão S.A.	Palmas - PR
Parque Eólico de Beberibe	25.600	PIE	100% para Eólica Beberibe S.A.	Beberibe - CE
Mucuripe	2.400	REG	100% para Wobben Wind Power Industria e Comércio Ltda	Fortaleza - CE
RN 15 - Rio do Fogo	49.300	PIE	100% para Energias Renováveis do Brasil S.A.	Rio do Fogo - RN
Praia do Morgado	28.800	PIE	100% para Central Eólica Praia do Morgado S/A	Acaraú - CE
Volta do Rio	42.000	PIE	100% para Central Eólica Volta do Rio S/A	Acaraú - CE
Alegria II	100.650	PIE	100% para New Energy Options Geração de Energia S/A	Guamaré - RN
Alegria I	51.000	PIE	100% para New Energy Options Geração de Energia S/A	Guamaré - RN
Pirauá	4.950	PIE	100% para Eólica Pirauá Geradora de Energia S.A.	Macaparana - PE
Eólica de Bom Jardim	600	REG	100% para Parque Eólico de Santa Catarina Ltda	Bom Jardim da Serra - SC
Foz do Rio Choró	25.200	PIE	100% para SIIF Cinco Geração e Comercialização de Energia S.A.	Beberibe - CE
Praia Formosa	105.000	PIE	100% para Eólica Formosa Geração e Comercialização de Energia S.A.	Camocim - CE
Eólica Canoa Quebrada	10.500	PIE	100% para Rosa dos Ventos Geração e Comercialização de Energia S.A.	Aracati - CE
Lagoa do Mato	3.230	PIE	100% para Rosa dos Ventos Geração e Comercialização de Energia S.A.	Aracati - CE
Parque Eólico do Horizonte	4.800	REG	100% para Central Nacional de Energia Eólica Ltda	Água Doce - SC
Eólica Icaraizinho	54.600	PIE	100% para Eólica Icaraizinho Geração e Comercialização de Energia S.A.	Amontada - CE

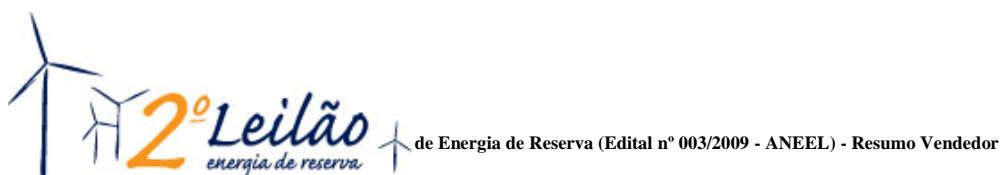
Eólica Paracuru	25.200	PIE	100% para Eólica Paracuru Geração e Comercialização de Energia S.A.	Paracuru - CE
Parque Eólico Elebrás Cidreira 1	70.000	PIE	100% para Elebrás Projetos S.A	Tramandaí - RS
Eólica Praias de Parajuru	28.804	PIE	100% para Central Eólica Praia de Parajuru S/A	Beberibe - CE
Gargaú	28.050	PIE	100% para Gargaú Energética S.A.	São Francisco de Itabapoana - RJ
Pedra do Sal	18.000	PIE	100% para Eólica Pedra do Sal S.A.	Parnaíba - PI
Parque Eólico Enacel	31.500	PIE	100% para Bons Ventos Geradora de Energia S.A.	Aracati - CE
Macau	1.800	REG	100% para Petróleo Brasileiro S/A	Macau - RN
Canoa Quebrada	57.000	PIE	100% para Bons Ventos Geradora de Energia S.A.	Aracati - CE
Eólica Água Doce	9.000	PIE	100% para Central Nacional de Energia Eólica Ltda	Água Doce - SC
Parque Eólico de Osório	50.000	PIE	100% para Ventos do Sul Energia S/A	Osório - RS
Parque Eólico Sangradouro	50.000	PIE	100% para Ventos do Sul Energia S/A	Osório - RS
Parque Eólico de Palmares	8.000	PIE	100% para Parques Eólicos Palmares S.A.	Palmares do Sul - RS
Taíba Albatroz	16.500	PIE	100% para Bons Ventos Geradora de Energia S.A.	São Gonçalo do Amarante - CE
Parque Eólico dos Índios	50.000	PIE	100% para Ventos do Sul Energia S/A	Osório - RS
Bons Ventos	50.000	PIE	100% para Bons Ventos Geradora de Energia S.A.	Aracati - CE
Xavante	4.950	PIE	100% para Eólica Gravatá - Geradora de Energia S.A.	Pombos - PE
Mandacaru	4.950	PIE	100% para Eólica Gravatá - Geradora de Energia S.A.	Gravatá - PE
Santa Maria	4.950	PIE	100% para Eólica Gravatá - Geradora de Energia S.A.	Gravatá - PE
Gravatá Fruitrade	4.950	PIE	100% para Eólica Gravatá - Geradora de Energia S.A.	Gravatá - PE
Millennium	10.200	PIE	100% para SPE Millennium Central Geradora Eólica S/A	Mataraca - PB
Pulpito	30.000	PIE	100% para Pulpito Energia Eólica S.A.	Bom Jardim da Serra - SC

Aquibatã	30.000	PIE	100% para Aquibatã Energia Eólica S.A.	Água Doce - SC
Santo Antônio	3.000	PIE	100% para Santo Antônio Energia Eólica S.A.	Bom Jardim da Serra - SC
Cascata	6.000	PIE	100% para Cascata Energia Eólica S.A.	Água Doce - SC
Rio do Ouro	30.000	PIE	100% para Rio de Ouro Energia Eólica S.A.	Bom Jardim da Serra - SC
Salto	30.000	PIE	100% para Salto Energia Eólica S.A.	Água Doce - SC
Bom Jardim	30.000	PIE	100% para Bom Jardim Energia Eólica S.A.	Bom Jardim da Serra - SC
Campo Belo	10.500	PIE	100% para Campo Belo Energia Eólica S.A.	Água Doce - SC
Amparo	22.500	PIE	100% para Amparo Energia Eólica S.A.	Água Doce - SC
Cruz Alta	30.000	PIE	100% para Cruz Alta Energia Eólica S.A.	Água Doce - SC
Vitória	4.500	PIE	100% para Cardus Energia Ltda.	Mataraca - PB
Presidente	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Camurim	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Albatroz	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Coelhos I	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Coelhos III	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Atlântica	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Caravela	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Coelhos II	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Coelhos IV	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Mataraca	4.800	PIE	100% para Vale dos Ventos Geradora Eólica S.A.	Mataraca - PB
Alhandra	6.300	PIE	100% para Cedin do Brasil Ltda	Alhandra - PB
Aratuá I	14.400	PIE	100% para Brasventos Aratuá 1 Geradora de Energia S.A.	Guamaré - RN

Mangue Seco 3	26.000	PIE	100% para Eólica Mangue Seco 3 – Geradora e Comercializadora de Energia Elétrica S.A.	Guamaré - RN
Macaúbas	35.070	PIE	100% para Macaúbas Energética S.A.	Brotas de Macaúbas - BA
Mangue Seco 2	26.000	PIE	100% para Eólica Mangue Seco 2 – Geradora e Comercializadora de Energia Elétrica S.A.	Guamaré - RN
Mangue Seco 1	26.000	PIE	100% para Eólica Mangue Seco 1 – Geradora e Comercializadora de Energia Elétrica S.A.	Guamaré - RN
Parque Eólico Osório 2	24.000	PIE	100% para Ventos do Litoral Energia S.A.	Porto Alegre - RS
Mangue Seco 5	26.000	PIE	100% para Eólica Mangue Seco 4 – Geradora e Comercializadora de Energia Elétrica S.A.	Guamaré - RN
Barra dos Coqueiros	34.500	PIE	100% para Energen Energias Renováveis S.A.	Barra dos Coqueiros - SE
Dunas de Paracuru	42.000	PIE	100% para VENTOS BRASIL GERACAO E COMERCIALIZACAO DE ENERGIA ELETRICA S.A.	Paracuru - CE
Novo Horizonte	30.060	PIE	100% para Novo Horizonte Energética S.A	Brotas de Macaúbas - BA
Seabra	30.060	PIE	100% para Seabra Energética S.A	Brotas de Macaúbas - BA
Sangradouro 3	24.000	PIE	100% para Ventos da Lagoa S.A	Osório - RS
Parque Eólico Cabeço Preto	19.800	PIE	100% para Gestamp Eólica Baixa Verde S.A	João Câmara - RN
Fazenda Rosário 3	14.000	PIE	100% para Parques Eólicos Palmares S.A.	Palmares do Sul - RS
Fazenda Rosário	8.000	PIE	100% para Parques Eólicos Palmares S.A.	Palmares do Sul - RS
Cerro Chato I (Antiga Coxilha Negra V)	30.000	PIE	100% para Eólica Cerro Chato I S.A	Santana do Livramento - RS
Cerro Chato II (Antiga Coxilha Negra VI)	30.000	PIE	100% para Eólica Cerro Chato II S.A	Santana do Livramento - RS
Cerro Chato III (Antiga Coxilha Negra VII)	30.000	PIE	100% para Eólica Cerro Chato III S.A	Santana do Livramento - RS
IMT	2,2	REG	100% para Electra Power Geração de Energia Ltda	Curitiba - PR
Quixaba	25.500	PIE	100% para Central Eólica Quixaba S.A	Aracati - CE

Miassaba II	14.400	PIE	100% para MIASSABA GERADORA EÓLICA S.A.	Guamaré - RN
Sangradouro 2	26.000	PIE	100% para Ventos da Lagoa S.A	Osório - RS
Parque Eólico Cabeço Preto IV	19.800	PIE	100% para Gestamp Eólica Baixa Verde S.A	João Câmara - RN
Ventos do Brejo A-6	6	REG	100% para Centro de Tecnologias do Gás e Energias Renováveis – CTGAS- ER	Brejinho - RN
Caminho da Praia	2.000	REG	100% para Wind Power Energia S/A	Cabo de Santo Agostinho - PE
Clóvis Ferreira Minare	156	REG	100% para Clóvis Ferreira Minare	Iturama - MG
Total: 86 Usina(s)			Potência Total: 1.888.538,20 kW	

ANEXO 3: Resultados do Leilão LER003/2009



Empreendimentos - Produto 2012-EOL20

Vendedor	Empreendimento	Tipo	Estado	Submercado	Potência (MW)**	Garantia Física (MW)**	Energia Contratada (lotes)	Preço de Venda (R\$/MWh)	Produto 2012-EOL20 (MWh)*
ARATUA	EOL ARATUA 1	ESO	RN	NE	14,4	6,9	6	151,77	1.051.920,000
AREIA BRANCA	EOL AREIA BRANCA	ESO	RN	NE	27,3	11,7	11	152,63	1.928.520,000
CONS ARARAS	EOL ARARAS	ESO	CE	NE	30,0	12,6	12	150,38	2.103.840,000
CONS BURITI	EOL BURITI	ESO	CE	NE	30,0	11,0	11	150,38	1.928.520,000
CONS CAJUCOCO	EOL CAJUCOCO	ESO	CE	NE	30,0	12,0	12	150,38	2.103.840,000
CONS COQUEIRO	EOL COQUEIROS	ESO	CE	NE	27,0	11,6	11	150,38	1.928.520,000
CONS DELTAEOLICA	EOL QUIXABA	ESO	CE	NE	25,2	9,0	9	153,05	1.577.880,000
CONS GARCAS	EOL GARCAS	ESO	CE	NE	30,0	13,2	13	150,38	2.279.160,000
CONS LAGOA SECA	EOL LAGOA SECA	ESO	CE	NE	19,5	8,1	8	152,18	1.402.560,000
CONS MIASSABA	EOL MIASSABA 3	ESO	RN	NE	50,4	22,8	22	152,07	3.857.040,000
CONS PEDRA DO REINO	EOL PEDRA DO REINO	ESO	BA	NE	30,0	10,8	10	152,27	1.753.200,000
CONS VENTO DO OESTE	EOL VENTO DO OESTE	ESO	CE	NE	19,5	7,8	7	152,18	1.227.240,000
COXILHA NEGRA V	EOL COXILHA NEGRA V	ESO	RS	S	30,0	11,3	11	131,00	1.928.520,000
COXILHA NEGRA VI	EOL COXILHA NEGRA VI	ESO	RS	S	30,0	11,3	11	131,00	1.928.520,000
COXILHA NEGRA VII	EOL COXILHA NEGRA VII	ESO	RS	S	30,0	11,3	11	131,00	1.928.520,000
DESA WIND I	EOL MORRO DOS VENTOS I	ESO	RN	NE	28,8	13,5	13	151,04	2.279.160,000
DESA WIND III	EOL MORRO DOS VENTOS III	ESO	RN	NE	28,8	13,9	13	151,01	2.279.160,000
DESA WIND IV	EOL MORRO DOS VENTOS IV	ESO	RN	NE	28,8	13,7	13	151,02	2.279.160,000
DESA WIND IX	EOL MORRO DOS VENTOS IX	ESO	RN	NE	28,8	14,3	14	151,03	2.454.480,000
DESA WIND VI	EOL MORRO DOS VENTOS VI	ESO	RN	NE	28,8	13,1	13	151,05	2.279.160,000
DESENVIX SA	EOL MACAUBAS	ESO	BA	NE	30,0	13,4	13	139,99	2.279.160,000
DESENVIX SA	EOL NOVO HORIZONTE	ESO	BA	NE	30,0	10,9	10	139,99	1.753.200,000
DESENVIX SA	EOL SEABRA	ESO	BA	NE	30,0	11,3	11	139,99	1.928.520,000
DUNAS DE PARACURU	EOL DUNAS DE PARACURU	ESO	CE	NE	42,0	19,7	19	149,96	3.331.080,000

ELECNOR ENERFIN	EOL FAZENDA ROSARIO	ESO	RS	S	8,0	3,2	3	146,00	525.960,000
ELECNOR ENERFIN	EOL FAZENDA ROSARIO 3	ESO	RS	S	14,0	5,5	5	146,00	876.600,000
ELECNOR ENERFIN	EOL OSORIO 2	ESO	RS	S	24,0	9,2	9	149,99	1.577.880,000
ELECNOR ENERFIN	2 EOL SANGRADOURO	ESO	RS	S	26,0	9,9	9	149,99	1.577.880,000
ELECNOR ENERFIN	3 EOL SANGRADOURO	ESO	RS	S	24,0	9,2	9	149,99	1.577.880,000
EMBUACA	EOL EMBUACA	ESO	CE	NE	25,2	11,1	11	151,07	1.928.520,000
ENERGEN	EOL BARRA DOS COQUEIROS	ESO	SE	NE	30,0	10,5	10	152,50	1.753.200,000
ENERGIO COLONIA	EOL COLONIA	ESO	CE	NE	18,9	8,2	8	149,90	1.402.560,000
ENERGIO ICARAI I	EOL ICARAI I	ESO	CE	NE	27,3	13,0	13	142,00	2.279.160,000
ENERGIO ICARAI II	EOL ICARAI II	ESO	CE	NE	37,8	18,0	18	142,00	3.155.760,000
ENERGIO TAIBA AGUIA	EOL TAIBA AGUIA	ESO	CE	NE	23,1	10,6	10	149,90	1.753.200,000
ENERGIO TAIBA ANDORINHA	EOL TAIBA ANDORINHA	ESO	CE	NE	14,7	6,5	6	149,90	1.051.920,000
EOLO	EOL REI DOS VENTOS 1	ESO	RN	NE	48,6	21,8	21	152,77	3.681.720,000
EOLO	EOL REI DOS VENTOS 3	ESO	RN	NE	48,6	21,0	21	153,07	3.681.720,000
EURUS VI	EOL EURUS VI	ESO	RN	NE	7,2	3,1	3	150,00	525.960,000
FAISA I	EOL FAISA I	ESO	CE	NE	25,2	9,3	9	152,66	1.577.880,000
FAISA II	EOL FAISA II	ESO	CE	NE	25,2	9,5	9	152,65	1.577.880,000
FAISA III	EOL FAISA III	ESO	CE	NE	25,2	8,3	8	152,69	1.402.560,000
FAISA IV	EOL FAISA IV	ESO	CE	NE	25,2	8,5	8	152,67	1.402.560,000
FAISA V	EOL FAISA V	ESO	CE	NE	27,3	9,0	9	152,68	1.577.880,000
GESTAMP EOLICA	EOL CABECO PRETO	ESO	RN	NE	19,8	6,5	6	151,97	1.051.920,000
MANGUE SECO 1	EOL USINA DE MANGUE SECO 1	ESO	RN	NE	25,2	12,3	12	149,99	2.103.840,000
MANGUE SECO 2	EOL USINA DE MANGUE SECO 2	ESO	RN	NE	25,2	12,0	12	149,99	2.103.840,000
MANGUE SECO 3	EOL USINA DE MANGUE SECO 3	ESO	RN	NE	25,2	12,7	12	149,99	2.103.840,000
MANGUE SECO 5	EOL USINA DE MANGUE SECO 5	ESO	RN	NE	25,2	13,1	13	149,99	2.279.160,000
MAR E TERRA	EOL MAR E TERRA	ESO	RN	NE	23,1	8,3	8	152,64	1.402.560,000
MARTIFER RENOVAVEIS	EOL ICARAI	ESO	CE	NE	14,4	7,8	7	151,08	1.227.240,000
RENOVA ENERGIA	EOL ALVORADA	ESO	BA	NE	7,5	3,9	3	144,94	525.960,000
RENOVA ENERGIA	EOL CANDIBA	ESO	BA	NE	9,0	4,2	4	144,94	701.280,000
RENOVA ENERGIA	EOL GUANAMBI	ESO	BA	NE	16,5	8,4	8	144,94	1.402.560,000
RENOVA ENERGIA	EOL GUIRAPA	ESO	BA	NE	27,0	13,6	13	144,94	2.279.160,000
RENOVA ENERGIA	EOL IGAPORA	ESO	BA	NE	30,0	13,9	13	146,94	2.279.160,000
RENOVA ENERGIA	EOL ILHEUS	ESO	BA	NE	10,5	5,0	5	146,94	876.600,000

RENOVA ENERGIA	EOL LICINIO DE ALMEIDA	ESO	BA	NE	22,5	10,9	10	144,94	1.753.200,000
RENOVA ENERGIA	EOL NOSSA SENHORA CONCEICAO	ESO	BA	NE	24,0	12,4	12	146,94	2.103.840,000
RENOVA ENERGIA	EOL PAJEU DO VENTO	ESO	BA	NE	24,0	11,8	11	146,94	1.928.520,000
RENOVA ENERGIA	EOL PINDAI	ESO	BA	NE	22,5	11,0	11	144,94	1.928.520,000
RENOVA ENERGIA	EOL PLANALTINA	ESO	BA	NE	25,5	12,2	12	146,94	2.103.840,000
RENOVA ENERGIA	EOL PORTO SEGURO	ESO	BA	NE	6,0	2,7	2	146,94	350.640,000
RENOVA ENERGIA	EOL RIO VERDE	ESO	BA	NE	30,0	16,6	16	144,94	2.805.120,000
RENOVA ENERGIA	EOL SERRA DO SALTO	ESO	BA	NE	15,0	7,4	7	144,94	1.227.240,000
SANTA CLARA I	EOL SANTA CLARA I	ESO	RN	NE	28,8	13,7	13	150,00	2.279.160,000
SANTA CLARA II REN	EOL SANTA CLARA II CPFL	ESO	RN	NE	28,8	12,7	12	150,00	2.103.840,000
SANTA CLARA III	EOL SANTA CLARA III	ESO	RN	NE	28,8	12,5	12	150,00	2.103.840,000
SANTA CLARA IV	EOL SANTA CLARA IV	ESO	RN	NE	28,8	12,3	12	150,00	2.103.840,000
SANTA CLARA V	EOL SANTA CLARA V	ESO	RN	NE	28,8	12,4	12	150,00	2.103.840,000
SANTA CLARA VI	EOL SANTA CLARA VI	ESO	RN	NE	28,8	12,2	12	150,00	2.103.840,000
Total					1805,7	783,1	753		132.015.960,000

* Estimativa do montante negociado em MWh

** Conforme Portaria SPE/MME N° 16, de 25 de novembro de 2009

ANEXO 4: Resultados do Leilão LER005/2010



3º Leilão de Energia de Reserva (Edital nº 005/2010 - ANEEL) - Resumo Vendedor - 3ª Fase

Empreendimentos - Produto 2013-PCH30

2013-PCH30												
Vendedor	Empreendimento	Rio	UF	Tipo	Submercado	Potência (MW)	Garantia Física (MWmédio)	Energia Contratada (lotes)			Preço (R\$/MWh)	Produto (MWh)
								2013				
PRIMUS	INXU	Sangue	MT	ESO	SE	20,6	16,5	165			129,93	4.338.972,000
SEB	SAO SEBASTIAO	Boa Esperanca	SC	ECO	S	9,9	5,2	52			133,25	1.367.433,600
Total						30,5	21,7	217				5.706.405,600
Preço Médio (R\$/MWh)											130,73	
Montante (R\$)											745.973.159,16	

Preço Marginal Por Produto (R\$/MWh):133,25

Empreendimentos - Produto 2013-BIO15

2013-BIO15												
Vendedor	Empreendimento	Combustível	UF	Tipo	Submercado	Potência (MW)	Garantia Física (MWmédio)	Energia Contratada (lotes)			Preço (R\$/MWh)	Produto (MWh)
								2013	2014	2013		
PEDRO AFONSO	PEDRO AFONSO	Bagaco de Cana	TO	ESO	SE	80,0	26,7	80	187	187	134,25	2.363.448,000
SJCOLINA	SAO JOSE COLINA	Bagaco de Cana	SP	ESO	SE	83,0	51,0	154	302	334	134,90	4.203.048,000
USJ QUIRI	QUIRINOPOLIS	Bagaco de Cana	GO	ECO	SE	80,0	22,5	100	100	100	133,50	1.314.000,000
Total						243,0	100,2	334	589	621		7.880.496,000
Preço Médio (R\$/MWh)											134,47	
Montante (R\$)											1.059.703.069,20	

Preço Marginal Por Produto (R\$/MWh):134,90

Empreendimentos - Produto 2013-EOL20

2013-EOL20												
Vendedor	Empreendimento	Combustível	UF	Tipo	Submercado	Potência (MW)	Garantia Física (MWmédio)	Energia Contratada (lotes)			Preço (R\$/MWh)	Produto (MWh)
								2013				
CAMPO DOS VENTOS II	CAMPO DOS VENTOS II	Eólica	RN	ESO	NE	30,0	15,0	140			126,19	2.454.480,000
CONS PEDRA DO	PEDRA DO REINO III	Eólica	BA	ESO	NE	18,0	6,8	68			123,98	1.192.176,000

REINO										
ENERFIN	FAZENDA ROSARIO 2	Eólica	RS	ESO	S	20,0	8,0	79	125,65	1.385.028,000
EOL EURUS I	EURUS I	Eólica	RN	ESO	NE	30,0	15,5	145	124,24	2.542.140,000
EOL EURUS II	EURUS II	Eólica	RN	ESO	NE	30,0	15,2	152	121,83	2.664.864,000
EOL EURUS III	EURUS III	Eólica	RN	ESO	NE	30,0	16,1	150	124,23	2.629.800,000
GESTAMP	CABECO PRETO IV	Eólica	RN	ESO	NE	19,8	8,4	84	124,45	1.472.688,000
GESTAMP	SERRA DE SANTANA I	Eólica	RN	ESO	NE	19,8	9,7	81	124,75	1.420.092,000
GESTAMP	SERRA DE SANTANA II	Eólica	RN	ESO	NE	28,8	13,5	135	125,15	2.366.820,000
GESTAMP	SERRA DE SANTANA III	Eólica	RN	ESO	NE	28,8	12,7	127	124,85	2.226.564,000
PE CRISTAL	CRISTAL	Eólica	BA	ESO	NE	30,0	15,7	150	120,93	2.629.800,000
PE CRISTAL	PRIMAVERA	Eólica	BA	ESO	NE	30,0	16,4	158	120,92	2.770.056,000
PE CRISTAL	SAO JUDAS	Eólica	BA	ESO	NE	30,0	15,6	152	120,94	2.664.864,000
REN V	RENASCENCA V	Eólica	RN	ESO	NE	30,0	15,0	150	121,83	2.629.800,000
RENOVA	DA PRATA	Eólica	BA	ESO	NE	19,5	10,1	101	121,25	1.770.732,000
RENOVA	DOS ARACAS	Eólica	BA	ESO	NE	30,0	15,5	139	121,25	2.436.948,000
RENOVA	MORRAO	Eólica	BA	ESO	NE	30,0	16,1	147	121,25	2.577.204,000
RENOVA	SERAIMA	Eólica	BA	ESO	NE	30,0	17,5	153	121,25	2.682.396,000
RENOVA	TANQUE	Eólica	BA	ESO	NE	24,0	13,9	139	121,25	2.436.948,000
RENOVA	VENTOS DO NORDESTE	Eólica	BA	ESO	NE	19,5	10,1	101	121,25	1.770.732,000
Total						528,2	266,8	2551		44.724.132,000
Preço Médio (R\$/MWh)									122,69	
Montante (R\$)										5.487.130.997,28

Preço Marginal Por Produto (R\$/MWh):126,19

ATENÇÃO : Cada LOTE equivale a 0,1 MWmédio

ANEXO 5: Resultados do Leilão LFA007/2010



2º Leilão de Fontes Alternativas (Edital nº 007/2010 - ANEEL) - Resumo Vendedor

Empreendimento - Produto Quantidade - QTD-30

Vendedor	Empreendimento	Rio	UF	Submercado	Potência	Garantia Física (MWmédio)	Energia Contratada (lotes)	Preço de Lance (R\$/MWh)	Preço de Venda (R\$/MWh)
COPEL	CAVERNOSO II	Cavernoso	PR	S	19,0	10,6	76	146,99	146,99
GALHEIROS	GALHEIROS I	Galheiros	GO	SE	11,0	6,4	64	144,50	144,50
PCH SALTO GOES	SALTO GOES	Peixe	SC	S	20,0	11,1	111	147,47	147,47
QUE	QUEIXADA	Corrente	GO	SE	30,0	21,6	166	148,39	148,39
UNAIBADDO	UNAI BAIXO	Preto	MG	SE	21,0	12,7	64	144,98	144,98
Total					101,0	62,4	481		

ATENÇÃO : Cada LOTE equivale a 0,1 MWmédio

Empreendimento - Produto Disponibilidade - DISP-20

Vendedor	Empreendimento	Combustível	UF	Submercado	Potência	Garantia Física (MWmédio)	Energia Contratada (lotes)	PEQ (R\$/MWh)	Receita Fixa (R\$/ano)
ARATUA	ARATUA 3	Eólica	RN	NE	28,8	11,2	112	137,77	13.517.000,77
ASA BRANCA I	ASA BRANCA I	Eólica	RN	NE	30,0	13,2	132	135,40	15.656.573,00
ASA BRANCA II	ASA BRANCA II	Eólica	RN	NE	30,0	12,8	128	135,40	15.182.131,00
ASA BRANCA III	ASA BRANCA III	Eólica	RN	NE	30,0	12,5	125	135,40	14.826.299,00
ASA BRANCA IV	ASA BRANCA IV	Eólica	RN	NE	30,0	14	140	133,00	16.311.120,00
ASA BRANCA V	ASA BRANCA V	Eólica	RN	NE	30,0	13,7	136	133,00	15.845.088,00
ASA BRANCA VI	ASA BRANCA VI	Eólica	RN	NE	30,0	14,4	144	133,00	16.777.152,00
ASA BRANCA VII	ASA BRANCA VII	Eólica	RN	NE	30,0	14,3	143	133,00	16.660.644,00
ASA BRANCA VIII	ASA BRANCA VIII	Eólica	RN	NE	30,0	13,6	135	133,00	15.728.580,00
BRENNAND	PEDRA BRANCA	Eólica	BA	NE	28,8	12,2	122	132,50	14.160.540,00
BRENNAND	SAO PEDRO DO LAGO	Eólica	BA	NE	28,8	13,5	132	132,50	15.321.240,00
BRENNAND	SETE GAMELEIRAS	Eólica	BA	NE	28,8	12,6	125	132,50	14.508.750,00
CBR	COSTA BRANCA	Eólica	RN	NE	20,7	9,8	98	130,43	11.197.154,64
CHESF	CASA NOVA	Eólica	BA	NE	180,0	61,4	614	131,50	70.729.116,00
CPE	ATLÂNTICA I	Eólica	RS	S	30,0	13,1	131	135,00	15.492.060,00
CPE	ATLÂNTICA II	Eólica	RS	S	30,0	12,9	129	135,00	15.255.540,00
CPE	ATLÂNTICA IV	Eólica	RS	S	30,0	13	130	135,00	15.373.800,00
CPE	ATLÂNTICA V	Eólica	RS	S	30,0	13,7	137	135,00	16.201.620,00
DREEN	DREEN BOA VISTA	Eólica	RN	NE	12,6	6,3	57	137,99	6.890.116,68
DREEN	DREEN OLHO DAGUA	Eólica	RN	NE	30,0	15,3	149	133,97	17.486.300,28

2º Leilão de Fontes Alternativas (Edital nº 007/2010 - ANEEL) - Resumo Vendedor

Vendedor	Empreendimento	Combustível	UF	Submercado	Potência	Garantia Física (MWmédio)	Energia Contratada (lotes)	PEQ (R\$/MWh)	Receita Fluxo (R\$/ano)
DREEN	DREEN SAO BENTO DO NORTE	Eólica	RN	NE	30,0	14,6	140	133,97	16.430.080,80
DREEN	FAROL	Eólica	RN	NE	19,8	10,1	91	133,97	10.679.552,52
ENERFIN	OSORIO 3	Eólica	RS	S	26,0	10,5	103	137,79	12.432.516,00
EOL EURUS IV	EURUS IV	Eólica	RN	NE	30,0	13,7	137	135,40	16.249.625,00
IBERDROLA	ARIZONA 1	Eólica	RN	NE	28,0	12,9	123	134,59	14.501.803,32
IBERDROLA	CAETITE 2	Eólica	BA	NE	30,0	11,2	110	137,99	13.296.716,40
IBERDROLA	CAETITE 3	Eólica	BA	NE	30,0	11,2	111	137,99	13.417.595,64
IBERDROLA	CALANGO 1	Eólica	RN	NE	30,0	13,9	138	132,80	16.053.926,40
IBERDROLA	CALANGO 2	Eólica	RN	NE	30,0	11,9	118	132,80	13.727.270,40
IBERDROLA	CALANGO 3	Eólica	RN	NE	30,0	13,9	138	132,80	16.053.926,40
IBERDROLA	CALANGO 4	Eólica	RN	NE	30,0	12,8	128	132,80	14.890.598,40
IBERDROLA	CALANGO 5	Eólica	RN	NE	30,0	13,7	136	132,80	15.821.260,80
IBERDROLA	MEL 02	Eólica	RN	NE	20,0	9,8	93	132,80	10.818.950,40
JUR	JUREMAS	Eólica	RN	NE	16,1	7,6	75	136,01	8.935.857,00
MAC	MACACOS	Eólica	RN	NE	20,7	9,8	97	136,01	11.557.041,72
MANDU	MANDU	Bagaco de Cana	SP	SE	65,0	36,5	223	137,92	26.942.396,16
MORRO DO CHAPEU	VENTOS DO MORRO DO CHAPEU	Eólica	CE	NE	30,0	13,1	131	133,40	15.308.450,00
OLEOPLAN	PONTAL 2B	Eólica	RS	S	10,8	4,2	42	134,81	4.960.000,00
PARAZINHO	VENTOS DO PARAZINHO	Eólica	CE	NE	30,0	14	140	133,32	16.350.123,00
PEP	PEDRA PRETA	Eólica	RN	NE	20,7	10,3	101	130,43	11.539.924,68
REB 11	REB CASSINO I	Eólica	RS	S	24,0	8,9	89	136,59	10.649.103,00
REB 11	REB CASSINO II	Eólica	RS	S	21,0	8	80	136,60	9.572.928,00
REB 11	REB CASSINO III	Eólica	RS	S	24,0	9,5	95	136,58	11.366.188,00
REN I	RENASCENCA I	Eólica	RN	NE	30,0	14	132	136,00	15.725.952,00
REN II	RENASCENCA II	Eólica	RN	NE	30,0	14,2	126	136,00	15.011.136,00
REN III	RENASCENCA III	Eólica	RN	NE	30,0	14,1	118	136,00	14.058.048,00
REN IV	RENASCENCA IV	Eólica	RN	NE	30,0	14	112	136,00	13.343.232,00
SMG	VENTOS DE SAO MIGUEL	Eólica	RN	NE	30,0	12,4	109	136,00	12.985.824,00
VENTO FORMOSO	VENTO FORMOSO	Eólica	CE	NE	30,0	13,5	135	133,40	15.775.884,00
VENTOS TIANGUA	VENTOS DE TIANGUA	Eólica	CE	NE	30,0	13,1	131	133,40	15.308.450,00
VENTOS TIANGUA NORTE	VENTOS DE TIANGUA NORTE	Eólica	CE	NE	30,0	14,1	141	133,40	16.477.034,00
Total					1584,6	695,0	6662		

ATENÇÃO : Cada LOTE equivale a 0,1 MWmédio

ANEXO 6: Resultados do Leilão LEN02/2011



12º Leilão de Energia Nova (Edital 02/2011 - Aneel)
Resumo dos Vendedores

Empreendimento - Produto Quantidade - QTD30-2014

Vendedor	Empreendimento	UF	Fonte	Rio	Investimento (R\$)	Potência (MW)	GF (MWm)	Lotes		Total (MWh)	Preço de Lance (R\$/MWh)
								Contratados 2014	Demais		
ESBR	AMPLIAÇÃO UHE JIRAU	RO	UHE	Madeira	1.514.278.640,00	450,0	209,3	2.093	2.093	54.742.624,30	102
Total					1.514.278.640,00	450	209,3	2.093	2.093	54.742.624,30	

Empreendimento - Produto Disponibilidade - DIS20-2014

Empresa Proprietária	Empreendimento	UF	Fonte	Combustível	Investimento (R\$)	Potência (MW)	GF (MWm)	Lotes 2014	Lotes Demais	Total (Mwh)	ICB (R\$/MWh)	Receita Fixa (R\$/ano) 2014	Receita Fixa (R\$/ano) Demais
ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S/A	IBIRAPUITÃ I	RS	EOL	Vento	127.406.580,00	30,0	9,6	96	96	1.669.468,80	96,49	6.908.294,40	8.241.408,00
ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S/A	CERRO CHATO IV	RS	EOL	Vento	52.057.910,00	10,0	3,3	33	33	573.879,90	97,17	2.374.726,20	2.832.984,00
ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S/A	CERRO CHATO V	RS	EOL	Vento	59.592.770,00	12,0	4	40	40	695.612,00	96,85	2.878.456,00	3.433.920,00
ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S/A	CERRO CHATO VI	RS	EOL	Vento	127.406.580,00	30,0	9,3	93	93	1.617.297,90	96,39	6.692.410,20	7.983.864,00
SEAWEST DO BRASIL - PROJETOS E PARTICIPAÇÕES LTDA.	DELTA DO PARNAÍBA	PI	EOL	Vento	108.568.910,00	28,8	15	148	148	2.573.764,40	100,13	11.346.932,30	13.536.582,72
SEAWEST DO BRASIL - PROJETOS E PARTICIPAÇÕES LTDA.	PORTO DAS BARCAS	PI	EOL	Vento	108.568.910,00	28,8	14,8	89	89	1.547.736,70	100,16	6.868.770,70	8.194.257,30
ZETA ENERGIA S.A.	PORTO SALGADO	PI	EOL	Vento	67.855.580,00	18,0	9,1	91	91	1.582.517,30	100,17	7.014.715,47	8.368.365,45
CATAVENTOS DO PARACURU LTDA	CATAVENTOS PARACURU I	CE	EOL	Vento	117.432.000,00	30,0	14,2	142	142	2.469.422,60	102,97	11.174.679,67	13.331.090,00
PARQUE EOLICO CURVA DOS VENTOS LTDA ME	EMILIANA	BA	EOL	Vento	135.093.600,00	27,2	12,7	45	45	782.563,50	98,51	3.295.879,41	3.931.894,82
PARQUE EOLICO CURVA DOS VENTOS LTDA ME	JOANA	BA	EOL	Vento	130.672.800,00	25,6	12,2	59	59	1.026.027,70	98,5	4.323.552,29	5.157.880,71
ENDESA BRASIL S.A.	MODELO I	RN	EOL	Vento	117.492.370,00	28,8	15,9	36	36	626.050,80	98,52	2.643.653,93	3.153.807,49
ENDESA BRASIL S.A.	MODELO II	RN	EOL	Vento	98.422.790,00	24,0	12,4	28	28	486.928,40	98,53	2.062.038,76	2.459.956,36
PARQUE EOLICO FONTES DOS VENTOS LTDA	PAU FERRO	PE	EOL	Vento	145.200.000,00	30,0	14,9	55	55	956.466,50	98,54	4.145.740,71	4.945.756,32

PARQUE EÓLICO FONTES DOS VENTOS LTDA	PEDRA DO GERÔNIMO	PE	EOL	Vento	139.980.000,00	30,0	12,4	36	36	626.050,80	98,56	2.716.559,04	3.240.781,32
PARQUE EÓLICO FONTES DOS VENTOS LTDA	TACAICÓ	PE	EOL	Vento	89.724.000,00	18,0	8,8	40	40	695.612,00	98,55	3.032.354,12	3.617.516,29
CHUI ENERGIA EÓLICA LTDA	CHUI I	RS	EOL	Vento	91.305.000,00	24,0	10,2	102	102	1.773.810,60	102,55	7.789.454,40	9.292.608,00
CHUI ENERGIA EÓLICA LTDA	CHUI II	RS	EOL	Vento	84.030.000,00	22,0	8,9	89	89	1.547.736,70	102,89	6.796.680,80	8.108.256,00
CHUI ENERGIA EÓLICA LTDA	CHUI IV	RS	EOL	Vento	84.030.000,00	22,0	8,8	88	88	1.530.346,40	102,91	6.752.622,80	8.055.696,00
CHUI ENERGIA EÓLICA LTDA	CHUI V	RS	EOL	Vento	114.065.000,00	30,0	12,5	125	125	2.173.787,50	103,78	9.591.793,75	11.442.750,00
CENTRAL EÓLICA SANTO ANTONIO DE PÁDUA LTDA.	SANTO ANTONIO DE PÁDUA	CE	EOL	Vento	61.727.000,00	16,1	8,2	64	64	1.112.979,20	104,23	5.070.782,08	6.049.305,60
CENTRAL EÓLICA SÃO CRISTOVÃO LTDA.	SÃO CRISTOVÃO	CE	EOL	Vento	111.343.000,00	29,9	14,2	129	129	2.243.348,70	103,79	10.220.795,13	12.193.131,60
CENTRAL EÓLICA SÃO JORGE LTDA.	SÃO JORGE	CE	EOL	Vento	104.897.000,00	27,6	13,2	121	121	2.104.226,30	103,98	9.586.947,37	11.436.968,40
IACO AGRÍCOLA S.A	IACO	MS	BIO	Bagaço de Cana	0	30,0	12,8	40	40	695.612,00	101,99	3.056.054,95	3.645.790,74
MINUANO ENERGIA EOLICA LTDA	MINUANO I	RS	EOL	Vento	84.030.000,00	22,0	9,4	94	94	1.634.688,20	101,34	7.040.468,40	8.399.088,00
MINUANO ENERGIA EOLICA LTDA	MINUANO II	RS	EOL	Vento	91.305.000,00	24,0	10,1	101	101	1.756.420,30	100,62	7.564.758,60	9.024.552,00
MPX ENERGIA S.A	MARANHÃO III	MA	GASC	Gás Natural	1.111.055.000,00	499,2	470,7	4.000	4.500	77.889.200,00	101,9	244.277.722,43	327.843.790,63
LDC BIOENERGI A S.A. UNIDADE PASSA TEMPO	PASSA TEMPO	MS	BIO	Bagaço de Cana	139.709.320,00	67,8	24,2	218	218	3.791.085,40	103,29	17.124.420,23	20.428.969,25
PETRÓLEO BRASILEIRO S.A.	BAIXADA FLUMINENSE	RJ	GASC	Gás Natural	986.321.620,00	530,0	430,2	2.994	4.164	71.554.078,20	104,75	114.812.742,99	190.493.251,86
RENOVA ENERGIA SA	AMETISTA	BA	EOL	Vento	113.200.030,00	28,8	13,9	139	139	2.417.251,70	98,53	10.363.309,99	12.363.147,96
RENOVA ENERGIA SA	BORGO	BA	EOL	Vento	56.602.030,00	19,2	9,7	97	97	1.686.859,10	98,53	7.174.580,30	8.559.079,86
RENOVA ENERGIA SA	CAETITÉ	BA	EOL	Vento	113.200.030,00	28,8	14,7	143	143	2.486.812,90	98,53	10.594.740,34	12.639.238,10
RENOVA ENERGIA SA	DOURADOS	BA	EOL	Vento	113.200.030,00	28,8	13,2	132	132	2.295.519,60	98,53	9.777.230,85	11.663.971,43
RENOVA ENERGIA SA	ESPIGÃO	BA	EOL	Vento	44.023.020,00	9,6	5	49	49	852.124,70	98,53	3.672.668,89	4.381.394,46
RENOVA ENERGIA SA	MARON	BA	EOL	Vento	113.200.030,00	28,8	15,4	138	138	2.399.861,40	98,53	10.266.681,59	12.247.872,90
RENOVA ENERGIA SA	PELOURINHO	BA	EOL	Vento	88.047.030,00	22,4	11,8	118	118	2.052.055,40	98,53	8.771.540,27	10.464.209,83
RENOVA ENERGIA SA	PILÕES	BA	EOL	Vento	113.200.030,00	28,8	15,5	131	131	2.278.129,30	98,53	9.628.210,10	11.486.193,72
RENOVA ENERGIA SA	SERRA DO ESPINHAÇO	BA	EOL	Vento	69.179.030,00	17,6	8,9	89	89	1.547.736,70	98,53	6.515.145,96	7.772.392,57
ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S/A	CERRO DOS TRINDADE	RS	EOL	Vento	44.523.030,00	8,0	2,8	28	28	486.928,40	97,32	2.014.919,20	2.403.744,00
UMOE BIOENERGY S.A.	PARANAPANEMA	SP	BIO	Bagaço de Cana	0	60,0	24,7	124	173	2.972.541,20	101,49	9.294.961,29	15.470.437,00

COMPANHIA ENERGETICA DE ACUCAR E ALCOOL VALE DO TIJUCO	VALE DO TIJUCO II	M G	BIO	Bagaco de Cana	0	40,0	30	90	150	2.564.487,00	102,3	6.760.700,10	13.442.220,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE I	RS	EOL	Vento	76.110.000,00	20,0	8,5	85	85	1.478.175,50	98,5	6.179.134,50	7.371.540,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE II	RS	EOL	Vento	76.110.000,00	20,0	8,3	83	83	1.443.394,90	98,64	6.033.743,10	7.198.092,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE III	RS	EOL	Vento	98.944.000,00	26,0	11	110	110	1.912.933,00	98,19	7.996.527,00	9.539.640,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE IV	RS	EOL	Vento	114.065.000,00	30,0	13,1	131	131	2.278.129,30	97,74	9.523.136,70	11.360.844,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE IX	RS	EOL	Vento	114.065.000,00	30,0	12,7	127	127	2.208.568,10	98,21	9.232.353,90	11.013.948,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE V	RS	EOL	Vento	114.065.000,00	30,0	12,4	124	124	2.156.397,20	98,21	9.014.266,80	10.753.776,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE VI	RS	EOL	Vento	68.511.000,00	18,0	7,6	76	76	1.321.662,80	98,47	5.524.873,20	6.591.024,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE VII	RS	EOL	Vento	114.065.000,00	30,0	12,7	127	127	2.208.568,10	97,86	9.232.353,90	11.013.948,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE VIII	RS	EOL	Vento	98.944.000,00	26,0	10,8	108	108	1.878.152,40	98,19	7.851.135,60	9.366.192,00
VERACE ENERGIA EOLICA LTDA	VERACE X	RS	EOL	Vento	106.568.000,00	28,0	12,1	121	121	2.104.226,30	98,43	8.796.179,70	10.493.604,00
Total					6.539.114.030,00	2.294,60	1.476,80	11.566	13.345	230.767.233,80		701.382.400,41	936.440.732,69

Total Geral			
Potência (MW)	Total Contratado (MWmédio)	Preço Médio (R\$/MWh)	Total (MWh)
2.744,60	2014: 1.365,90	102,07	285.509.858,10
Garantia Física (MWmédio)	Demais: 1.543,80	Preço Marginal do Leilão (R\$/MWh)	Montante (R\$)
1.686,10		104,75	29.142.230.418,14

ANEXO 7: Resultados do Leilão LER03/2011

4º Leilão de Energia de Reserva (Edital 03/2011 - Aneel)									
Resultados do Leilão - Resumo									
OTD-ER-20									
Vendor	Empreendimento	UF	Fonte	Investimento (R\$)	Potência (MW)	Garantia (MWh médio)	Energia 2014	Total (MWh)	Preço (R\$/MWh)
BOENERGÉTICA VALE DO PARACATUS/A	BEVAP	MG	BIOE	0	60	33,1	0	175.320,00	100,09
SEQUOIA CAPITAL LTDA	ANGICAL	BA	EOL	67.582.050,00	16	6	60	1.051.920,00	99,98
SEQUOIA CAPITAL LTDA	CAITITU	BA	EOL	36.837.700,00	20,8	10,5	105	1.840.860,00	99,98
SEQUOIA CAPITAL LTDA	COQUEIRINHO	BA	EOL	39.671.180,00	22,4	13,5	135	2.366.820,00	96,97
SEQUOIA CAPITAL LTDA	CORRUPÁO	BA	EOL	94.474.680,00	22,4	13,7	137	2.401.884,00	96,97
SEQUOIA CAPITAL LTDA	INHAMBU	BA	EOL	45.335.050,00	25,6	15,5	155	2.717.460,00	96,97
SEQUOIA CAPITAL LTDA	TAMANDUA MIRIM	BA	EOL	42.501.610,00	24	13,6	136	2.384.352,00	96,97
SEQUOIA CAPITAL LTDA	TEIU	BA	EOL	74.230.250,00	17,6	8,2	82	1.437.624,00	99,98
BIOENERGY GERADORA DE ENERGIA LTDA	CAIÇARA 2	RN	EOL	105.970.000,00	28,8	14,5	145	2.542.140,00	100,07
BIOENERGY GERADORA DE ENERGIA LTDA	CAIÇARA DO NORTE 1	RN	EOL	105.970.000,00	28,8	13,7	137	2.401.884,00	100,07
GESTAMP EÓLICA BRASIL S/A	PARQUE EÓLICO LANCHINHA	RN	EOL	102.222.000,00	28	13,2	132	2.314.224,00	101,68
GESTAMP EÓLICA BRASIL S/A	PARQUE EÓLICO PELADO	RN	EOL	74.775.200,00	20	9	90	1.577.880,00	100,69
CENTRAL GERADORA EÓLICA CORREDOR DO SENANDES II LTDA	CORREDOR DO SENANDES II	RS	EOL	83.002.150,00	21,6	10,6	106	1.858.392,00	99,5
CENTRAL GERADORA EÓLICA CORREDOR DO SENANDES III LTDA	CORREDOR DO SENANDES III	RS	EOL	103.706.950,00	27	13,2	132	2.314.224,00	99,5
CENTRAL GERADORA EÓLICA CORREDOR DO SENANDES IV LTDA	CORREDOR DO SENANDES IV	RS	EOL	103.706.950,00	27	12,9	129	2.261.628,00	99,5
CENTRAL GERADORA EÓLICA VENTO ARAGANO LTDA	VENTO ARAGANO I	RS	EOL	110.608.550,00	28,8	13,8	138	2.419.416,00	99,5
VENTOS DE SANTO URIEL ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	VENTOS DE SANTO URIEL	RN	EOL	60.934.000,00	16,1	9	90	1.577.880,00	101,19
ENERFIN DO BRASIL SOCIEDADE DE ENERGIA	PARQUE EÓLICO DOS ÍNDIOS 2	RS	EOL	127.823.230,00	28	11,5	115	2.016.180,00	100,01
CENTRAL EOLICA FAMOSA I LTDA	FAMOSA I	RN	EOL	80.121.000,00	22,5	11,1	104	1.823.328,00	99,7
CENTRAL EÓLICA PAU BRASIL LTDA	PAU BRASIL	CE	EOL	52.227.000,00	15	7,7	71	1.244.772,00	99,7
CENTRAL EÓLICA ROSADA LTDA	ROSADA	RN	EOL	104.553.000,00	30	13,4	128	2.244.096,00	99,7
CENTRAL EÓLICA SÃO PAULO LTDA	SÃO PAULO	CE	EOL	62.261.000,00	17,5	8,1	76	1.332.432,00	99,7
GUACU GERAÇÃO DE ENERGIA S/A	GUACU	MT	BION	86.735.000,00	30	25,5	150	2.629.800,00	101,99
IACO AGRÍCOLA S/A	IACO	MS	BIOE	0	30	12,8	40	701.280,00	101,49
SERVTEC ENERGIA LTDA	MALHADINHA 1	CE	EOL	91.120.000,00	22	12,8	120	2.103.840,00	98,95
MIASSABA GERADORA EÓLICA S/A	MIASSABA 4	RN	EOL	0	28,8	13,5	135	2.366.820,00	100,07
NOBLE BRASIL S/A	MERIDIANO	SP	BIOE	0	60	18,8	1	17.532,00	98,77
NOBLE BRASIL S/A	NOBLE ENERGIA II	SP	BIOE	0	30	16,2	1	17.532,00	98,78
SANTA HELENA ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	SANTA HELENA	RN	EOL	111.000.000,00	30	16	160	2.805.120,00	101,98
SANTA MARIA ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	SM	RN	EOL	111.000.000,00	30	15,7	157	2.752.524,00	101,98
TROPICAL BOENERGIA S/A	TROPICAL BOENERGIA	GO	BION	58.279.000,00	50	19,7	73	1.279.836,00	95
LDC-SEVBOENERGIA S/A - UNIDADE VALE DO ROSÁRIO	VALE DO ROSÁRIO	SP	BION	1.000.000,00	97	34,4	108	1.893.456,00	101,5
VENTOS DE SANTA ROSA ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	VENTOS DE SANTA ROSA	CE	EOL	115.420.000,00	30	13,5	135	2.366.820,00	99,21
VENTOS DE SANTO INACIO ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	VENTOS DE SANTO INACIO	CE	EOL	115.420.000,00	30	13,2	132	2.314.224,00	100,79
VENTOS DE SÃO GERALDO ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	VENTOS DE SÃO GERALDO	CE	EOL	115.420.000,00	30	14,6	146	2.559.672,00	99,11
VENTOS DE SÃO SEBASTIÃO ENERGIAS RENOVÁVEIS S/A	VENTOS DE SEBASTIÃO	CE	EOL	115.420.000,00	30	13,4	134	2.349.288,00	99,69
VOLTALIA ENERGIA DO BRASIL LTDA	CARCARÁ 1	RN	EOL	142.685.000,00	28,8	16,3	138	2.419.416,00	99,92
VOLTALIA ENERGIA DO BRASIL LTDA	CARNAÚBAS	RN	EOL	127.088.000,00	27,2	13,1	131	2.296.692,00	98,92
VOLTALIA ENERGIA DO BRASIL LTDA	REDUTO	RN	EOL	128.922.000,00	28,8	14,4	139	2.436.948,00	98,92
VOLTALIA ENERGIA DO BRASIL LTDA	SANTO CRISTO	RN	EOL	128.922.000,00	28,8	15,3	148	2.594.736,00	98,92
VOLTALIA ENERGIA DO BRASIL LTDA	SÃO JOÃO EOL	RN	EOL	128.922.000,00	28,8	14,3	143	2.507.076,00	98,92
Total				3.255.966.550,00	1.218,1	589,3	4.604	80.717.328,000	
Preço Médio (R\$/MWh)									99,61
Montante (R\$)									8.040.327.903,72
Preço Marginal Por Produto (R\$/MWh):101,99									
				Somatório Eólica:	861,1	428,8			99,58
Total Geral									
Potência (MW): 1.218,1	Total Contratado (MWh médio)		Preço Médio (R\$/MWh): 99,61						
Garantia Física (MWh médio): 589,30	2014: 460,4		Preço Marginal do Leilão (R\$/MWh): 101,99						
	Demais: 460,4								

ANEXO 8: Documentos Portarias MME para LER003/2009

Vendedor	Empreendimento	Documento Portarias MME Para Dados dos Parques Eólicos e Coordenadas do Município
RENOVA ENERGIA	EOL Alvorada	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_695_PIE_EOL_Alvorada.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Candiba	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_691_PIE_EOL_Candiba.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Guanambi	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_700_EOL_Guanambi_pedro_x2x.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Guirapá	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_743_EOL_Guirapx.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Igaporã	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_696_PIE_EOL_Igaporx.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Ilhéus	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_690_PIE_EOL_Ilhxus.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Licínio de Almeida	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_692_EOL_Licxnio_de_Almeida_Sonha.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Nossa Senhora da Conceição	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_693_PIE_EOL_Nossa_Senhora_Conceixo.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Pajeú do Vento	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_694_PIE_EOL_Pajex_do_Vento.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Pindai	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_699_PIE_EOL_Pindax.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Planaltina	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_697_PIE_EOL_Planaltina.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Porto Seguro	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_698_PIE_EOL_Porto_Seguro.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Rio Verde	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_742_EOL_Rio_Verde.pdf , acessada em 30/09/2010
RENOVA ENERGIA	EOL Serra do Salto	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_689_PIE_EOL_Serra_do_Salto.pdf , acessada em 30/09/2010
MARTIFER	EOL Icarai	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_601_Autorizaxo_PIE_EOL_Icarax.pdf , acessada em 26/09/2010
MARTIFER	EOL Mar e Terra	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_867_Autorizaxo_PIE_EOL_Mar_e_Terra.pdf , acessada em 15/03/2011
MARTIFER	EOL Faísa I	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_758_EOL_Faxsa_I.pdf , acessada em 14/06/2011
MARTIFER	EOL Faísa II	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_703_EOL_Faxsa_II_x2x.pdf , acessada em 15/06/2011
MARTIFER	EOL Faísa III	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_704_EOL_Faxsa_III_x2x.pdf , acessada em 14/06/2011
MARTIFER	EOL Faísa IV	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_701_EOL_Faxsa_IV.pdf , acessada em 26/09/2010
MARTIFER	EOL Areia Branca	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_741_EOL_Areia_Branca.pdf , acessada em 26/09/2010

MARTIFER	EOL Embuaca	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_732_EOL_Embuaca.pdf , acessada em 26/09/2010
MARTIFER	EOL Faísa V	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_684_EOL_FAxSA_V.PDF , acessada em 26/09/2010
IMPISA	EOL Burity	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Portaria_562_EOL_Burity.pdf , acessada em 18/03/2011
IMPISA	EOL ARARAS	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_563_EOL_Araras_x2x.pdf , acessada em 18/03/2011
IMPISA	EOL CAJUCOCO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_615_Autorizaxo_PIE_EOL_Cajucoco.pdf , acessada em 18/03/2011
IMPISA	EOL COQUEIRO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_579_EOL_Coqueiro_S.A..pdf , acessada em 18/03/2011
IMPISA	EOL GARÇAS	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_566_Minuta_de_Portaria_EOL_Garxas.pdf , acessada em 19/03/2011
IMPISA	EOL LAGOA SECA	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_605_Autorizaxo_PIE_EOL_Lagoa_Seca_x2x.pdf , acessada em 22/03/2011
IMPISA	EOL VENTO DO OESTE	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_745_EOL_Vento_do_Oeste.pdf , acessada em 25/03/2011
IMPISA	EOLICA QUIXABÁ	http://www.impisa.com.ar/doc/PDD%20Aracat%C3%AD.pdf?PHPSESSID=3aae2d55e8301372e1d4c4f2207b5d6a , acessada em 16/06/2011
CPFL	EOL SANTA CLARA I	NÃO ENCONTRADO
CPFL	EOL SANTA CLARA II	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_683_EOL_Santa_Clara_II.PDF , acessada em 25/03/2011
CPFL	EOL SANTA CLARA III	NÃO ENCONTRADO
CPFL	EOL SANTA CLARA IV	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_672_Autorizaxo_EOL_Santa_Clara_IV.pdf , acessada em 6/07/2011
CPFL	EOL SANTA CLARA V	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_838_EOL_Santa_Clara_V.pdf , acessada em 19/03/2011
CPFL	EOL EURUS VI	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_749_EOL_Eurus_VI.pdf , acessada em 19/03/2011
CPFL	EOL SANTA CLARA VI	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_670_Autorizaxo_EOL_Santa_Clara_VI.pdf , acessada em 6/07/2011
BIOENERGY	EOL ARATUÁ 1	NÃO ENCONTRADO
BIOENERGY	EOL MIASSABA 3	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_740_EOL_Miassaba_3.pdf , acessada em 19/03/2011
BIOENERGY	EOL REI DOS VENTOS 1	NÃO ENCONTRADO
BIOENERGY	EOL REI DOS VENTOS 3	NÃO ENCONTRADO
DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS I	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_664_EOL_Morro_dos_Ventos_I.pdf , acessada em 25/03/2011
DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS III	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_685_EOL_Morro_dos_Ventos_III.PDF , acessada em 25/03/2011
DOBREVÊ	EOL MORRO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_686_

	DOS VENTOS IV	EOL_Morro_dos_Ventos_IV.PDF, acessada em 21/03/2011	
DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS IX	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_665_EOL_Morro_dos_Ventos_IX.pdf , acessada em 25/03/2011	
DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS VI	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_663_EOL_Morro_dos_Ventos_VI.pdf , acessada em 25/03/2011	
ENERGIO	EOL TAÍBA COLONIA	NÃO ENCONTRADO	
ENERGIO	EOL ICARAÍ I	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/PRT_827_EOL_Icarax_I.pdf , acessada em 21/03/2111	
ENERGIO	EOL ICARAÍ II	NÃO ENCONTRADO	
ENERGIO	EOL TAÍBA ÁGUIA	NÃO ENCONTRADO	
ENERGIO	EOL TAÍBA ANDORINHA	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/PRT_828_EOL_Taxba_Andorinha.pdf , acessada em 21/03/201	
PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 1	NÃO ENCONTRADO	
PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 2	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_581_EOL_Usina_de_Mangue_Seco_2.pdf , acessada em 21/03/2011	
PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 3	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_570_Autorizacao_PIE_EOL_Usina_de_Mangue_Seco_3.pdf , acessada em 21/03/2011	
PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 5	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_604_Autorizacao_PIE_EOL_Usina_de_Mangue_Seco_5.pdf , acessada em 22/03/2011	
ELECNOR	EOL FAZENDA ROSÁRIO	NÃO ENCONTRADO	
ELECNOR	EOL FAZENDA ROSÁRIO 3	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_713_EOL_Fazenda_Rosario_3.pdf , acessada em 14/06/2011	
ELECNOR	EOL OSÓRIO 2	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_583_EOL_Osxrio_2_x2x.pdf , acessada em 21/03/2011	
ELECNOR	EOL SANGRADOURO 2	NÃO ENCONTRADO	
ELECNOR	EOL SANGRADOURO 3	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_702_EOL_Sangradoouro_3_x2x.pdf , acessada em 31/05/2011	
0	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA V	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_746_EOL_Coxilha_Negra_V.pdf , acessada em 6/07/2011
	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA VI	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_747_EOL_Coxilha_Negra_VI.pdf , acessada em 31/05/2011
	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA VII	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_748_EOL_Coxilha_Negra_VII.pdf , acessada em 25/03/2011
1	ENGEVIX	EOL MACAÚBAS	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_580_EOL_Macaxbas.pdf , acessada em 22/03/2011
	ENGEVIX	EOL NOVO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_673_Autoriz

		HORIZONTE	axo_PIE_EOL_Novo_Horizonte.pdf, acessada em 22/03/2011
	ENGEVIX	EOL SEABRA	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_671_Autorizaxo_PIE_EOL_Seabra_x2x.pdf , acessada em 22/03/2011
2	GESTAMP	EOL PEDRA DO REINO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Portaria_MME_nx_594.pdf , 21/03/2011
	GESTAMP	EOL CABEÇO PRETO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_258_Autorizaxo_PIE_EOL_Cabexo_Preto_IV.pdf , acessada em 31/05/2011
3	EOL DUNAS DE PARACURU	EOL DUNAS DE PARACURU	http://www.aneel.gov.br/cedoc/prt2010657mme.pdf , acessada em 31/05/2011
4	ENERGEN	EOL BARRA DOS COQUEIROS	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2010/Port_617_Autorizaxo_PIE_EOL_Barra_dos_Coqueiros_x2x.pdf , acessada em 14/06/2011

ANEXO 9: Documentos Portarias MME para LER005/2010

Vendedor	Empreendimento	Documento Portarias MME Para Dados dos Parques Eólicos e Coordenadas do Município
CAMPO DOS VENTOS II	EOL CAMPO DOS VENTOS II	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_257_Autorizaxo_PIE_EOL_Campos_dos_Ventos_II.pdf , acessado em 20/10/2011
CONS PEDRA DO REINO	EOL PEDRA DO REINO III	NÃO ENCONTRADO
ENERFIN	EOL FAZENDA ROSARIO 2	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_164_Autorizaxo_PIE_EOL_Fazenda_Rosario_2.pdf , acessada em 20/10/2011
EOL EURUS I	EOL EURUS I	NÃO ENCONTRADO
EOL EURUS II	EOL EURUS II	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_256_Autorizaxo_PIE_EOL_Eurus_II.pdf , acessada em 20/10/2011
EOL EURUS III	EOL EURUS III	NÃO ENCONTRADO
GESTAMP	EOL CABECO PRETO IV	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_258_Autorizaxo_PIE_EOL_Cabeco_Preto_IV.pdf , acessada em 20/10/2011
GESTAMP	EOL SERRA DE SANTANA I	NÃO ENCONTRADO
GESTAMP	EOL SERRA DE SANTANA II	NÃO ENCONTRADO
GESTAMP	EOL SERRA DE SANTANA III	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_475_Autorizaxo_PIE_EOL_Serra_de_Santana_III.pdf , acessada em 20/10/2011
PE CRISTAL	EOL CRISTAL	NÃO ENCONTRADO
PE CRISTAL	EOL PRIMAVERA	NÃO ENCONTRADO
PE CRISTAL	EOL SAO JUDAS	NÃO ENCONTRADO
RENOVA	EOL RENASCENCA V	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_254_Autorizaxo_PIE_EOL_Renascenca_V.pdf , acessada em 21/10/2011
RENOVA	EOL DA PRATA	NÃO ENCONTRADO
RENOVA	EOL DOS ARAÇAS	NÃO ENCONTRADO
RENOVA	EOL MORRÃO	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_268_Autorizaxo_PIE_EOL_Morroxo.pdf , acessada em 21/10/2011
RENOVA	EOL SERAÍMA	NÃO ENCONTRADO
RENOVA	EOL TANQUE	NÃO ENCONTRADO
RENOVA	EOL VENTOS DO NORDESTE	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_161_Autorizaxo_PIE_EOL_Ventos_do_Nordeste.pdf , acessada em 21/10/2011

ANEXO 10: Documentos Portarias MME para LFA007/2010

Vendedor	Empreendimento	Documento Portarias MME Para Dados dos Parques Eólicos e Coordenadas do Município
ARATUÁ	EOL Aratuá 3	NÃO ENCONTRADO
ASA BRANCA I	EOL Asa Branca I	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_267_Autorizaxo_PIE_EOL_Asa_Branca_I.pdf , acessada em 21/10/2011
ASA BRANCA II	EOL Asa Branca II	NÃO ENCONTRADO
ASA BRANCA III	EOL Asa Branca III	NÃO ENCONTRADO
ASA BRANCA IV	EOL Asa Branca IV	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_255_Autorizaxo_PIE_EOL_Asa_Branca_IV.pdf , acessada em 21/10/2011
ASA BRANCA V	EOL Asa Branca V	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_269_Autorizaxo_PIE_EOL_Asa_Branca_V.pdf , acessada em 21/10/2011
ASA BRANCA VI	EOL Asa Branca VI	NÃO ENCONTRADO
ASA BRANCA VII	EOL Asa Branca VII	NÃO ENCONTRADO
ASA BRANCA VIII	EOL Asa Branca VIII	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_272_Autorizaxo_PIE_EOL_Asa_Branca_VIII.pdf , acessada em 21/10/2011
BRENNAND	EOL Pedra Branca	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_123_Autorizaxo_PIE_EOL_Pedra_Branca.pdf , acessada em 21/10/2011
BRENNAND	EOL São Pedro do Lago	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_132_Autorizaxo_PIE_EOL_Sxo_Pedro_do_Lago.pdf , acessado em 21/10/2011
BRENNAND	EOL Sete Gameleiras	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_131_Autorizaxo_PIE_EOL_Sete_Gameleiras.pdf , acessada em 21/10/2011
CBR	EOL Costa Branca	NÃO ENCONTRADO
CHESF	EOL Casa Nova	NÃO ENCONTRADO
CPE	EOL Atlântica I	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_134_Autorizaxo_PIE_EOL_Atlxntica_I.pdf , acessada em 23/10/2011
CPE	EOL Atlântica II	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_148_Autorizaxo_PIE_EOL_Atlxntica_II.pdf , acessada em 23/10/2011
CPE	EOL Atlântica IV	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_147_Autorizaxo_PIE_EOL_Atlxntica_IV.pdf , acessada em 23/10/2011
CPE	EOL Atlântica V	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_147_Autorizaxo_PIE_EOL_Atlxntica_IV.pdf , acessada em 23/10/2011
DREEN	EOL Dreen Boa Vista	NÃO ENCONTRADO
DREEN	EOL Dreen Olho Dagua	NÃO ENCONTRADO
DREEN	EOL São Bento do Norte	NÃO ENCONTRADO
DREEN	EOL Farol	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_263_Autorizaxo_EOL_Farol.pdf , acessada em 23/10/2011
ENERFIN	EOL Osório 3	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_125_Autorizaxo_PIE_EOL_Osorio_3.pdf , acessada em 21/10/2011

			rizaxo_PIE_EOL_Osxrio_3.pdf, acessada em 23/10/2011
	EOL EURUS IV	EOL Eurus IV	NÃO ENCONTRADO
0	IBERDROLA	EOL Arizona 1	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_144_Autorizaxo_PIE_EOL_Arizona_1.pdf , acessada em 23/10/2011
	IBERDROLA	EOL Caetité 2	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_118_EOL_Caetitx_2.pdf , acessada em 23/10/2011
	IBERDROLA	EOL Caetité 3	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_124_Autorizaxo_PIE_EOL_Caetitx_3.pdf , acessada em 23/10/2011
	IBERDROLA	EOL Calango 1	NÃO ENCONTRADO
	IBERDROLA	EOL Calango 2	NÃO ENCONTRADO
	IBERDROLA	EOL Calango 3	NÃO ENCONTRADO
	IBERDROLA	EOL Calango 4	NÃO ENCONTRADO
	IBERDROLA	EOL Calango 5	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_346_Autorizaxo_PIE_EOL_Calango_5.pdf , acessada em 23/10/2011
	IBERDROLA	EOL Mel 02	NÃO ENCONTRADO
1	JUR	EOL Juremas	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_556_Autorizaxo_PIE_EOL_Juremas.pdf , acessada em 23/10/2011
2	MAC	EOL Macacos	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_557_Autorizaxo_PIE_EOL_Macacos.pdf , acessada em 23/10/2011
3	MORRO DO CHAPEU	EOL Ventos do Morro do Chapéu	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_381_Autorizaxo_PIE_EOL_Ventos_do_Morro_do_Chapxu.pdf , acessada em 23/10/2011
4	OLEOPLAN	EOL Pontal 2B	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_146_Autorizaxo_PIE_EOL_Pontal_2B.pdf , acessada em 23/10/2011
5	PARAZ INHO	EOL Ventos do Parazinho	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_410_Autorizaxo_PIE_EOL_Ventos_do_Parazinho_x3x.pdf , acessada em 23/10/2011
6	PEP	EOL Pedra Preta	NÃO ENCONTRADO
7	REB 11	EOL REB Casino I	NÃO ENCONTRADO
	REB 11	EOL REB Casino II	NÃO ENCONTRADO
	REB 11	EOL REB Casino III	NÃO ENCONTRADO
8	REN I	EOL Renascença I	NÃO ENCONTRADO
	REN II	EOL Renascença II	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_286_Autorizaxo_PIE_EOL_Renascenca_II.pdf , acessada em 23/10/2011
	REN III	EOL Renascença III	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_306_Autorizaxo_PIE_EOL_Renascenca_III.pdf , acessada em 23/10/2011
	REN IV	EOL Renascença IV	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_345_Autorizaxo_PIE_EOL_Renascenca_IV.pdf , acessada em 23/10/2011
9	SMG	EOL Ventos de São Miguel	NÃO ENCONTRADO
0	VENTO FORMOSO	EOL Vento Formoso	http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/noticias/2011/Port_409_Autorizaxo_PIE_EOL_Vento_Formoso.pdf , acessada em 23/10/2011

1	VENTOS TIANGUA	EOL Ventos de Tiangua	NÃO ENCONTRADO
2	VENTOS TIANGUA NORTE	EOL Ventos de Tiangua Norte	NÃO ENCONTRADO

ANEXO 11: Diferença Entre os Fatores de Capacidade Calculados e Estipulados para o LER003/2009

MME/ANEEL	MME/ANEEL	Calculado	Calculado	Calculado	MME/ANEEL	Calculado	
Vendedor	Empreendimento	Energia Média Gerada [kW]	Energia Média Gerada Anual [MWh]	FC Calculado %	Fator de Capacidade %	Diferença FC %	
Anual						Por Parque	
1	RENOVA ENERGIA	EOL Alvorada	720,10	6308,08	48,01	52,93	-4,93
	RENOVA ENERGIA	EOL Candiba	737,22	6458,05	49,15	47,56	1,59
	RENOVA ENERGIA	EOL Guanambi	711,46	6232,39	47,43	51,39	-3,96
	RENOVA ENERGIA	EOL Guirapá	756,20	6624,31	50,41	50,37	0,04
	RENOVA ENERGIA	EOL Igarorã	875,62	7670,43	58,37	46,50	11,87
	RENOVA ENERGIA	EOL Ilhéus	862,78	7557,95	57,52	48,00	9,52
	RENOVA ENERGIA	EOL Licínio de Almeida	716,24	6274,26	47,75	48,62	-0,87
	RENOVA ENERGIA	EOL Pajeú do Vento	676,82	5928,94	45,12	49,17	-4,05
	RENOVA ENERGIA	EOL Pindai	749,60	6566,50	49,97	49,11	0,86
	RENOVA ENERGIA	EOL Planaltina	861,29	7544,90	57,42	48,12	9,30
	RENOVA ENERGIA	EOL Porto Seguro	879,68	7706,00	58,65	45,50	13,15
	RENOVA ENERGIA	EOL Rio Verde	658,77	5770,83	43,92	55,37	-11,45
	RENOVA ENERGIA	EOL Serra do Salto	716,24	6274,26	47,75	49,73	-1,98
				86916,90			
2	MARTIFER	EOL Icarai	1087,93	9530,27	51,81	54,44	-2,64
	MARTIFER	EOL Mar e Terra	750,45	6573,94	35,74	36,28	-0,54
	MARTIFER	EOL Faísa I	793,76	6953,34	37,80	37,18	0,62
	MARTIFER	EOL Faísa II	793,76	6953,34	37,80	37,86	-0,06
	MARTIFER	EOL Faísa III	738,98	6473,46	35,19	32,98	2,21
	MARTIFER	EOL Faísa IV	769,41	6740,03	36,64	33,93	2,71
	MARTIFER	EOL Areia Branca	723,58	6338,56	34,46	43,04	-8,58
	MARTIFER	EOL Embuaca	725,51	6355,47	34,55	44,21	-9,66
	MARTIFER	EOL Faísa V	686,56	6014,27	32,69	33,30	-0,60
			61932,67				
3	IMPASA	EOL Buriti	580,63	5086,32	38,71	36,97	1,74
	IMPASA	EOL ARARAS	548,70	4806,61	36,58	42,00	-5,42
	IMPASA	EOL CAJUCOCO	538,30	4715,51	35,89	40,30	-4,41

	IMPISA	EOL COQUEIRO	580,63	5086,32	38,71	42,96	-4,25
	IMPISA	EOL GARÇAS	548,70	4806,61	36,58	44,30	-7,72
	IMPISA	EOL LAGOA SECA	618,92	5421,74	41,26	41,59	-0,33
	IMPISA	EOL VENTO DO OESTE	683,98	5991,66	45,60	40,05	5,55
	-	-	-	35914,77	-	-	
4	CPFL	EOL SANTA CLARA II	905,81	7934,90	50,32	44,31	6,02
	CPFL	EOL SANTA CLARA IV	901,44	7896,61	50,08	42,74	7,34
	CPFL	EOL SANTA CLARA V	907,26	7947,60	50,40	43,09	7,31
	CPFL	EOL EURUS VI	902,90	7909,40	50,16	43,89	6,27
	CPFL	EOL SANTA CLARA VI	901,44	7896,61	50,08	42,67	7,41
				39585,13			
5	BIOENERGY	EOL MIASSABA 3	845,86	7409,73	52,87	45,32	7,55
	-	-		7409,73		-	-
6	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS I	908,88	7961,79	50,49	47,15	3,34
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS III	874,68	7662,20	48,59	48,30	0,29
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS IV	888,30	7781,51	49,35	47,71	1,64
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS IX	848,57	7433,47	47,14	49,69	-2,54
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS VI	865,58	7582,48	48,09	45,49	2,60
				38421,45			
7	ENERGIO	EOL ICARAÍ I	888,87	7786,50	42,33	47,66	-5,33
	ENERGIO	EOL TAÍBA ANDORINHA	840,43	7362,17	40,02	44,76	-4,74
				15148,67			
8	PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 2	830,12	7271,85	46,12	47,94	-1,82
	PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 3	841,07	7367,77	46,73	50,52	-3,79
	PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 5	888,19	7780,54	49,34	52,02	-2,68
				22420,17			
9	ELECNOR	EOL FAZENDA ROSÁRIO 3	1035,89	9074,40	45,04	39,64	5,40
	ELECNOR	EOL OSÓRIO 2	931,62	8160,99	40,51	38,33	2,17
	ELECNOR	EOL SANGRADOURO 3	994,95	8715,76	43,26	38,42	4,84
				25951,15			
10	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA V	731,43	6407,33	36,57	37,77	-1,20
	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA VI	701,88	6148,47	35,09	37,77	-2,67
	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA VII	664,92	5824,70	33,25	37,77	-4,52
				18380,49			
11	ENGEVIX	EOL MACAÚBAS	926,77	8118,51	55,61	44,67	10,94
	ENGEVIX	EOL NOVO HORIZONTE	883,82	7742,26	53,03	36,57	16,46

	ENGEVIX	EOL SEABRA	747,78	6550,55	44,87	37,77	7,10
				22411,32			
1	GESTAMP	EOL PEDRA DO REINO	752,19	6589,18	41,79	36,13	5,66
2	GESTAMP	EOL CABEÇO PRETO	927,61	8125,86	51,53	33,13	18,40
				14715,05			
1	EOL DUNAS DE PARACURU	EOL DUNAS DE PARACURU	750,31	6572,72	35,73	47,12	-11,39
3				6572,72			
1	ENERGEN	EOL BARRA DOS COQUEIROS	731,74	6410,04	48,78	35,00	13,78
				6410,04			
				402190,26			

ANEXO 12: Diferença Entre os Fatores de Capacidade Calculados e Estipulados para o LER005/2010

MME/ANEEL	MME/ANEEL	Calculado	Calculado	Calculado	MME/ANEEL	Calculado
Vendedor	Empreendimento	Energia Média Gerada [kW]	Energia Média Gerada Anual [MWh]	FC Calculado %	Fator de Capacidade %	Diferença FC %

Anual

Por Parque

LER005/2010

20 projetos

1	CAMPO DOS VENTOS II	EOL CAMPO DOS VENTOS II	738,33	6467,77	36,92	50,00	-13,08
				6467,77			
3	ENERFIN	EOL FAZENDA ROSARIO 2	880,53	7713,44	44,03	40,00	4,03
				7713,44			
4	EOL EURUS II	EOL EURUS II	908,88	7961,79	50,49	50,67	-0,17
	-	-	-	7961,79	-	-	
5	GESTAMP	EOL CABECO PRETO IV	927,61	8125,86	51,53	42,42	9,11
	GESTAMP	EOL SERRA DE SANTANA III	933,28	8175,53	51,85	44,10	7,75
				16301,40			
7	RENOVA	EOL RENASCENCA V	649,56	5690,15	43,30	50,00	-6,70
	RENOVA	EOL MORRÃO	665,27	5827,77	44,35	53,67	-9,32
	RENOVA	EOL VENTOS DO NORDESTE	804,31	7045,76	53,62	51,79	1,83
				18563,67		47,83	
				57008,07			

ANEXO 13: Diferença Entre os Fatores de Capacidade Calculados e Estipulados para o LFA007/2010

MME/ANEEL	MME/ANEEL	Calculado	Calculado	Calculado	MME/ANEEL	Calculado
Vendedor	Empreendimento	Energia Média Gerada [kW]	Energia Média Gerada Anual [MWh]	FC CALCULADO %	Fator de Capacidade %	Diferença FC %

Anual

Por Parque

LFA007/2010

50 projetos

2	ASA BRANCA I	EOL Asa Branca I	652,20	5713,27	43,48	44,00	-0,52
	ASA BRANCA IV	EOL Asa Branca IV	654,84	5736,40	43,66	46,67	-3,01
	ASA BRANCA V	EOL Asa Branca V	654,84	5736,40	43,66	45,67	-2,01
	ASA BRANCA VIII	EOL Asa Branca VIII	657,46	5759,35	43,83	45,33	-1,50
				22945,42			
6	CPE	EOL Atlântica I	765,71	6707,62	38,29	43,67	-5,38
	CPE	EOL Atlântica II	765,71	6707,62	38,29	43,00	-4,71
	CPE	EOL Atlântica IV	848,62	7433,91	42,43	43,33	-0,90
	CPE	EOL Atlântica V	848,62	7433,91	42,43	43,33	-0,90
				28283,06			
7	DREEN	EOL Farol	832,81	7295,42	46,27	51,01	-4,74
				7295,42			
8	ENERFIN	EOL Osório 3	804,37	7046,28	40,22	40,38	-0,17
				7046,28			
10	IBERDROLA	EOL Arizona 1	973,52	8528,04	48,68	46,07	2,60
	IBERDROLA	EOL Caetité 2	789,83	6918,91	39,49	37,33	2,16
	IBERDROLA	EOL Caetité 3	704,76	6173,70	35,24	37,33	-2,10
	IBERDROLA	EOL Calango 5	872,17	7640,21	43,61	45,67	-2,06
	-	-		29260,85		-	-
11	JUR	EOL Juremas	1221,92	10704,02	53,13	47,20	5,92
				10704,02			
12	MAC	EOL Macacos	1032,03	9040,58	44,87	47,34	-2,47
				9040,58			
14	OLEOPLAN	EOL Pontal 2B	959,34	8403,82	53,30	38,89	14,41
				8403,82			
18	REN II	EOL Renascença II	670,43	5872,97	44,70	47,33	-2,64
	REN III	EOL Renascença III	670,43	5872,97	44,70	47,00	-2,30
	REN IV	EOL Renascença IV	670,43	5872,97	44,70	46,67	-1,97
				17618,90			
				140598,35			

ANEXO 14: Desvio da Energia Garantida para o LER003/2009

MME/ANEEL	MME/ANEEL	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	
Vendedor	Empreendimento	Energia Média Gerada Anual [MWh]	Diferença FC %	desvio energia garantida dif Energ ger. anual MWh	Desvio da Energia Garantida por Vendedor		
			Por Parque	Por Parque	MWh	%	
1	RENOVA ENERGIA	EOL Alvorada	6308,08	-4,93	-3236,82		
	RENOVA ENERGIA	EOL Candiba	6458,05	1,59	1255,48		
	RENOVA ENERGIA	EOL Guanambi	6232,39	-3,96	-5728,51		
	RENOVA ENERGIA	EOL Guirapá	6624,31	0,04	101,62		
	RENOVA ENERGIA	EOL Igarorã	7670,43	11,87	31206,62		
	RENOVA ENERGIA	EOL Ilhéus	7557,95	9,52	8755,27		
	RENOVA ENERGIA	EOL Licínio de Almeida	6274,26	-0,87	-1720,46		
	RENOVA ENERGIA	EOL Pajeú do Vento	5928,94	-4,05	-8504,91		
	RENOVA ENERGIA	EOL Pindai	6566,50	0,86	1699,44		
	RENOVA ENERGIA	EOL Planaltina	7544,90	9,30	20778,11		
	RENOVA ENERGIA	EOL Porto Seguro	7706,00	13,15	6909,19		
	RENOVA ENERGIA	EOL Rio Verde	5770,83	-11,45	-30087,10		
	RENOVA ENERGIA	EOL Serra do Salto	6274,26	-1,98	-2606,98		
			86916,90			18820,95	21,65
2	MARTIFER	EOL Icarai	9530,27	-2,64	-3328,00		
	MARTIFER	EOL Mar e Terra	6573,94	-0,54	-1095,44		
	MARTIFER	EOL Faísa I	6953,34	0,62	1358,85		
	MARTIFER	EOL Faísa II	6953,34	-0,06	-130,35		
	MARTIFER	EOL Faísa III	6473,46	2,21	4885,98		
	MARTIFER	EOL Faísa IV	6740,03	2,71	5982,38		
	MARTIFER	EOL Areia Branca	6338,56	-8,58	-20528,71		
	MARTIFER	EOL Embuaca	6355,47	-9,66	-21320,79		
	MARTIFER	EOL Faísa V	6014,27	-0,60	-1442,95		
		61932,67			-35619,02	-57,51	
3	IMPSA	EOL Buriti	5086,32	1,74	4577,98		
	IMPSA	EOL ARARAS	4806,61	-5,42	-14243,76		
	IMPSA	EOL CAJUCOCO	4715,51	-4,41	-11598,24		
	IMPSA	EOL COQUEIRO	5086,32	-4,25	-10062,26		
	IMPSA	EOL GARÇAS	4806,61	-7,72	-20288,16		
	IMPSA	EOL LAGOA SECA	5421,74	-0,33	-560,99		
	IMPSA	EOL VENTO DO OESTE	5991,66	5,55	9476,04		
	-	-	35914,77			-42699,39	-118,89
4	CPFL	EOL SANTA CLARA II	7934,90	6,02	15180,73		
	CPFL	EOL SANTA CLARA IV	7896,61	7,34	18510,23		
	CPFL	EOL SANTA CLARA V	7947,60	7,31	18449,96		
	CPFL	EOL EURUS VI	7909,40	6,27	3956,02		
	CPFL	EOL SANTA CLARA VI	7896,61	7,41	18685,43		
		39585,13			74782,37	188,92	

5	BIOENERGY	EOL MIASSABA 3	7409,73	7,55	33328,21	-	-
	-	-	7409,73	-	-	33328,21	449,79
6	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS I	7961,79	3,34	8427,82		
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS III	7662,20	0,29	743,55		
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS IV	7781,51	1,64	4141,73		
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS IX	7433,47	-2,54	-6420,03		
	DOBREVÊ	EOL MORRO DOS VENTOS VI	7582,48	2,60	6563,69		
			38421,45			13456,76	35,02
7	ENERGIO	EOL ICARAÍ I	7786,50	-5,33	-12743,08		
	ENERGIO	EOL TAÍBA ANDORINHA	7362,17	-4,74	-6105,63		
			15148,67			-18848,72	-124,42
8	PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 2	7271,85	-1,82	-4014,88		
	PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 3	7367,77	-3,79	-8365,98		
	PETROBRAS	EOL USINA DE MANGUE SECO 5	7780,54	-2,68	-5915,98		
			22420,17			-18296,84	-81,61
9	ELECNOR	EOL FAZENDA ROSÁRIO 3	9074,40	5,40	6617,46		
	ELECNOR	EOL OSÓRIO 2	8160,99	2,17	4566,17		
	ELECNOR	EOL SANGRADOURO 3	8715,76	4,84	10179,88		
			25951,15			21363,51	82,32
10	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA V	6407,33	-1,20	-3140,90		
	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA VI	6148,47	-2,67	-7023,77		
	ELETROSUL	EOL COXILHA NEGRA VII	5824,70	-4,52	-11880,31		
			18380,49			-22044,98	-119,94
11	ENGEVIX	EOL MACAÚBAS	8118,51	10,94	28749,09		
	ENGEVIX	EOL NOVO HORIZONTE	7742,26	16,46	43263,54		
	ENGEVIX	EOL SEABRA	6550,55	7,10	18659,15		
			22411,32			90671,78	404,58
12	GESTAMP	EOL PEDRA DO REINO	6589,18	5,66	14861,34		
	GESTAMP	EOL CABEÇO PRETO	8125,86	18,40	31918,90		
			14715,05			46780,24	317,91
13	EOL DUNAS DE PARACURU	EOL DUNAS DE PARACURU	6572,72	-11,39	-41906,09		
			6572,72			-41906,09	-637,58
14	ENERGEN	EOL BARRA DOS COQUEIROS	6410,04	13,78	36220,85		
			6410,04			36220,85	565,06
			402190,26				

ANEXO 15: Desvio da Energia Garantida para o LER005/2010

MME/ANEEL	MME/ANEEL	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
Vendedor	Empreendimento	Energia Média Gerada Anual [MWh]	Diferença FC %	desvio energia garantida dif Energ ger. anual MWh	Desvio da Energia Garantida por Vendedor	
			Por Parque	Por Parque	MWh	%

LER005/2010 **20 projetos**

1	CAMPO DOS VENTOS II	EOL CAMPO DOS VENTOS II	6467,77	-13,08	-34383,44		
			6467,77			-34383,44	-531,61
3	ENERFIN	EOL FAZENDA ROSARIO 2	7713,44	4,03	7054,43		
			7713,44			7054,43	91,46
4	EOL EURUS II	EOL EURUS II	7961,79	-0,17	-455,52	-	-
	-	-	7961,79		-	-455,52	-5,72
5	GESTAMP	EOL CABECO PRETO IV	8125,86	9,11	15800,50		
	GESTAMP	EOL SERRA DE SANTANA III	8175,53	7,75	19556,52		
			16301,40			35357,02	216,90
7	RENOVA	EOL RENASCENCA V	5690,15	-6,70	-17597,09		
	RENOVA	EOL MORRÃO	5827,77	-9,32	-24480,70		
	RENOVA	EOL VENTOS DO NORDESTE	7045,76	1,83	3118,82		
			18563,67			-38958,96	-209,87
			57008,07				

Projetos excluídos por falta de dados: 12

ANEXO 16: Desvio da Energia Garantida para o LFA007/2010

MME/ANEEL	MME/ANEEL	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado	Calculado
Vendedor	Empreendimento	Energia Média Gerada Anual [MWh]	Diferença FC %	desvio energia garantida dif Energ ger. anual MWh	Desvio da Energia Garantida por Vendedor	
			Por Parque	Por Parque	MWh	%

LFA007/2010 **50 projetos**

2	ASA BRANCA I	EOL Asa Branca I	5713,27	-0,52	-1366,56		
	ASA BRANCA IV	EOL Asa Branca IV	5736,40	-3,01	-7912,03		
	ASA BRANCA V	EOL Asa Branca V	5736,40	-2,01	-5284,03		
	ASA BRANCA VIII	EOL Asa Branca VIII	5759,35	-1,50	-3949,01		
			22945,42			-18511,63	-80,68
6	CPE	EOL Atlântica I	6707,62	-5,38	-14141,71		
	CPE	EOL Atlântica II	6707,62	-4,71	-12389,71		
	CPE	EOL Atlântica IV	7433,91	-0,90	-2371,33		
	CPE	EOL Atlântica V	7433,91	-0,90	-2371,33		
			28283,06			-31274,08	-110,58
7	DREEN	EOL Farol	7295,42	-4,74	-8226,43		
			7295,42			-8226,43	-112,76
8	ENERFIN	EOL Osório 3	7046,28	-0,17	-378,34		
			7046,28			-378,34	-5,37
10	IBERDROLA	EOL Arizona 1	8528,04	2,60	6388,49		
	IBERDROLA	EOL Caetité 2	6918,91	2,16	5671,66		
	IBERDROLA	EOL Caetité 3	6173,70	-2,10	-5506,54		
	IBERDROLA	EOL Calango 5	7640,21	-2,06	-5408,86		
	-	-	29260,85	-	-	1144,76	3,91
11	JUR	EOL Juremas	10704,02	5,92	8352,13		
			10704,02			8352,13	78,03
12	MAC	EOL Macacos	9040,58	-2,47	-4482,75		
			9040,58			-4482,75	-49,58
14	OLEOPLAN	EOL Pontal 2B	8403,82	14,41	13630,91		
			8403,82			13630,91	162,20
18	REN II	EOL Renascença II	5872,97	-2,64	-6932,66		
	REN III	EOL Renascença III	5872,97	-2,30	-6056,66		
	REN IV	EOL Renascença IV	5872,97	-1,97	-5180,66		
			17618,90			-18169,99	-103,13
			140598,35				