

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO  
GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE**

**ARMANDO NASCIMENTO NETO**

**CUSTOS LOGÍSTICOS DOS EQUIPAMENTOS DOS PARQUES EÓLICOS:  
ESTUDO DE CASO**

**São Paulo**

**2016**

**ARMANDO NASCIMENTO NETO**

**CUSTOS LOGÍSTICOS DOS EQUIPAMENTOS DOS PARQUES EÓLICOS: ESTUDO  
DE CASO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Administração.

Orientador:  
Prof. Dr. Fábio Ytoshi Shibao

**São Paulo**

**2016**

Nascimento Neto, Armando.

Custos logísticos dos equipamentos dos parques eólicos: estudo de caso.  
/ Armando Nascimento Neto. 2016.

111 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE,  
São Paulo, 2016.

Orientador (a): Prof. Dr. Fabio Ytoshi Shibao.

1. Custos. 2. Logísticos3. Equipamentos. 4. Eólico. 5.  
Sustentabilidade.

I. Shibao, Fabio Ytoshi.

II. Título

CDU 658:504. 06

**CUSTOS LOGÍSTICOS DOS EQUIPAMENTOS DOS PARQUES EÓLICOS:  
ESTUDO DE CASO**

**POR**

**ARMANDO NASCIMENTO NETO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração – Gestão Ambiental e Sustentabilidade da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito para obtenção do grau de **Mestre** em Administração, apresentada à banca examinadora formada por:

---

Prof. Dr. Fábio Ytoshi Shibao – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

---

Prof. Dra. Ana Cristina de Faria – Universidade Nove de Julho – UNINOVE

---

Prof. Dr. Roberto Gardesani – Universidade Presbiteriana Mackenzie - MACKENZIE

São Paulo, 28 de março de 2016.

## DEDICATÓRIA

*À minha família e, em especial, à minha esposa, por ser a razão da minha existência, a quem dedicarei meu amor eternamente.*

## AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus e agradeço a toda espiritualidade, por permitir e auxiliar na minha trajetória acadêmica neste curto espaço de tempo, que foi e será de suma importância para mim, minha família e para o meio ambiente como um todo.

Agradeço também ao Fundo de Apoio à Pesquisa - FAP/UNINOVE, sem o qual seria praticamente impossível a realização deste trabalho.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Fabio Ytoshi Shibao, pela paciência e dedicação atribuídas às muitas horas de trabalho, ao seu apoio, dedicação, aos fins de semana sem descanso, mas produtivos, nas discussões extra-sala, para entendimento do tema, sem o qual não seria possível essa realização.

Agradeço à Profa. Dra. Ana Cristina de Faria, pela paciência e dedicação atribuídas às muitas horas de trabalho, ao seu apoio, dedicação e discussões extra-sala, para entendimento do tema, sem as quais não seria possível a realização deste trabalho.

Agradeço a todos os Professores, coordenadores, Direção, secretárias e aos trabalhadores que quase nunca são vistos, mas são necessários para nosso conforto em sala e aula.

Agradeço também aos meus colegas de sala, que participaram desta empreitada e que de alguma maneira vieram a contribuir para engrandecer meus conhecimentos.

Fico eternamente agradecido à minha esposa Glaucia, pelo companheirismo, paciência e compreensão nesta jornada de nossas vidas que, além de esposa é amiga e colega de classe, sempre me incentivando e ajudando sem medir esforços, sem ela nada teria sido concebido.

Agradeço também em especial a minha madrinha Kassandra, a Vó Maria, a Cintia, a Esmeralda, e a toda nossa maravilhosa família que nos acompanha, e estão sempre prontas a nos amparar nos momentos mais difíceis de nossas vidas sem o qual este trabalho não seria possível.

Meu agradecimento especial a minha querida amiga, irmã que nunca tive muito me ajudou a acreditar na vida, nas pessoas, acreditar que poderia fazer diferença, sei que onde você estiver está feliz por está nossa conquista muito obrigado que Deus te ilumine, Maria José Somaniego “in memoriam”.

Agradeço também a meus filhos, ou melhor, nossos queridos pacotinhos, pela paciência e ausência, por muitas vezes penosa para eles, mas com certeza bons frutos iremos colher.

## RESUMO

O presente projeto de pesquisa teve por objetivo estudar os desafios relacionados aos custos de sustentabilidade de logística para o desenvolvimento sustentável econômico junto à implantação de torres eólicas no Brasil. O País tem a necessidade de expandir a matriz energética e para este crescimento importante investe em energia mais limpa. Novas tecnologias são desenvolvidas para geração de energia de fontes renováveis e o Brasil ainda é muito dependente da energia das hidrelétricas com o agravante dos problemas hídricos que se observou na última década, a escassez de água a geração de energia pelas hidrelétricas brasileiras ficou comprometida. Os governantes, precisando atender à necessidade de recursos para satisfazer as necessidades da população, e o crescimento econômico e social. Estudos e pesquisas na área de engenharia eólica, sempre mostraram as características gigantescas desses equipamentos, sua qualidade e seu viés de importância, e suas desvantagens. Entretanto não são facilmente identificados os mais diversos custos envolvidos que permitem a construção de um parque eólico, encaminhando para este contexto, tratou-se nessa dissertação um enfoque diferenciado, buscando identificar por uma amostragem analítica o custo logístico motivado pela diferença regional de estruturas onde grandes fabricantes encontram - se no sudeste brasileiro ou no exterior e os parques destinados à geração de energia dos ventos encontram-se em sua grande maioria estabelecidos no norte e nordeste brasileiro. Os estudo do desenvolvimento sustentável econômico destes parques muitas vezes se concentram na geração da energia e não na formação dos parques. Ao estudar um parque eólico, encontrou-se na logística dos equipamentos eólicos parte interessante de análise e, buscou-se por meio deste estudo verificar lacunas que podem influenciar na sustentabilidade econômica na construção de um parque eólico.

**Palavras-chave:** Custos. Logísticos. Equipamentos. Eólico. Sustentabilidade.

## **ABSTRACT**

This research project aimed to study the challenges related to sustainability of logistics costs to the economic sustainable development by the deployment of wind towers in Brazil. The country has the need to expand the energy matrix and for this important growth invests in cleaner energy. New technologies are developed for power generation from renewable sources and Brazil is still very dependent on hydroelectric energy with the aggravation of water problems observed in the last decade, the shortage of water for hydroelectric power generation in Brazil has been compromised. The rulers, needing to meet the need for resources to meet the needs of the population, and economic and social growth. Studies and research in wind engineering, always showed the gigantic features of the equipment, their quality and their importance, bias and its drawbacks. However are not easily identified the various costs involved that allow the construction of a wind farm, forwarding to this context, it was in this dissertation a differentiated approach, seeking to identify for analytical sampling the logistic costs driven by the regional difference of structures where large manufacturers are in southeastern Brazil or abroad and the parks intended for the generation of wind energy are largely established in the North and northeast of Brazil. The study of sustainable economic development of these parks often focuses on energy generation and not in the formation of the parks. By studying a wind farm, the logistics of wind equipment interesting part of review and sought by means of this study verify gaps that may influence the economic sustainability in the construction of a wind farm.

**Keywords:** Costs. Logistics. Equipment. Wind farm. Sustainability.

## **LISTA DE FIGURAS**



Figura 1: Modelo de Sustentabilidade.....	07
Figura 2: Aspectos <i>Triple Bottom Line</i> .....	08
Figura 3: Evolução cronológica.....	10
Figura 4: Moinhos Daniel <i>Halladay</i> -1854.....	14
Figura 5: Aero-gerador Russo – 1931.....	15
Figura 6: Aero-gerador Dinamarca – 1957.....	15
Figura 7: Aero-gerador EUA – 1987.....	16
Figura 8: Parque eólico <i>London Array</i> 2013.....	17
Figura 9: Maior Turbina produzida 2015.....	17
Figura 10: Complexo eólico Estado RN 2014.....	18
Figura 11: Resumo Matriz energética.....	20
Figura 12: Parques eólicos instalados.....	24
Figura13: Vencedores do Leilão de Energia 2009.....	25
Figura 14: Aerogerador, torre, hélice (paletas).....	29
Figura 15: Modelo rede de distribuição.....	34
Figura 16: Montagem de turbina eólica.....	35
Figura 17: Movimentação e armazenamento de equipamentos eólicos.....	36
Figura 19: Custos no modal rodoviário.....	39
Figura 19: Custo energia europeia.....	41
Figura 20: Matriz de amarração. ....	49
Figura 21: Transporte Torre Sistema Tubular nos Estados Unidos.....	67

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Sustentabilidade, redução CO <sub>2</sub> .....	11
Tabela 2: Capacidade instalada por fonte no Brasil.....	22
Tabela 3: Parques eólicos em quantidades de torres e geração de energia.....	23
Tabela 4: Leilão de MW realizado em 2010.....	26
Tabela 5: Leilão de MW por estado.....	27
Tabela 6: Evolução das torres eólicas.....	30
Tabela 7: Deslocamento de carga.....	37
Tabela 8: Adaptado - Resumo custos Logísticos.....	38
Tabela 9: Custos logísticos.....	39
Tabela 10: Custo energia americano.....	41
Tabela 11: Percentual dos custos esperado para um parque eólico.....	42
Tabela 12: Perfil dos entrevistados.....	47
Tabela 13: Protocolo deste estudo de caso.....	48
Tabela 14 - Características de Turbina Eólica.....	59
Tabela 15: Custos Parque eólico Fonte dos Ventos.....	60
Tabela 16: Números de viagens das carretas.....	63
Tabela 17: Malha rodoviária federal pavimentada.....	65
Tabela 18: Distribuição dos custos de Logística.....	68

## LISTA DE ABREVIATURAS

- ABDI** – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
- ABEEÓLICA** – Associação Brasileira de Energia Eólica
- AC** – Antes de Cristo
- ANEEL** – Agência Nacional de Energia Elétrica
- AWEA** – *American Wind Energy Association*
- CCE** – Comissão das Comunidades Europeias
- CDG** – *Car Duisberg Gesellschaft*
- CNMAD** – Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento
- CERES** – *Coalition for Environmentally Responsible Economies*
- CNT** – Confederação Nacional do Transporte
- COELCE** – Companhia de Eletricidade do Ceará
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- COPEL** – Companhia Paranaense de Energia
- CSCMP** – *Council of Supply Chain Management Professionals*
- CSS** – *Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing*
- DNIT** – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- EGP** – *Enel Green Power*
- EPE** – Empresa de Pesquisa Energética
- UE** – *Union European*
- FDC** – Fundação Dom Cabral
- GW** – *Gigawatt*
- GTZ** – *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (German Agency for technical cooperation)*
- IAEA** – *International Atomic Energy Agency*
- IEA** – *International Energy Agency*
- ILOS** – Instituto de Logística e *Supply Chain*

**ISO** – *International Organization for Standardization*

**Km/h** – Kilômetros por hora

**Knot** – a unit of speed equal to one nautical mile (1.852 km) per hour

**KW** – *Kilowatt*

**MWh** – *Megawatt-hora*

**M/s** – Metros por segundo

**OCDE** – Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico

**ONU** – Organização das Nações Unidas

**PCHs** – Pequenas Centrais Hidroelétricas

**PNUMA** – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

**PIB** – Produto interno bruto

**PROEÓLICA** – Programa Emergencial de Energia Eólica

**PROINFA** – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

**RIMA** – Relatório de Impacto Ambiental

**SNT** – Sistema Nacional de Transplantes

**SRWE** – *Statistical Review of World Energy*

**TBL** – *Triple Bottom Line*

**TmWh** – *Tera whatthora*

**WWEA** – *World Wind Energy Association*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	3
1.2	QUESTÃO DE PESQUISA	4
1.3	OBJETIVOS	4
1.3.1	Objetivo Geral	4
1.3.2	Objetivos Específicos	5
1.4	JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA	5
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	6
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>7</b>
2.1	DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	7
2.2	ENERGIA	11
2.2.1	História da Energia eólica	11
2.2.2	Evolução da energia eólica mundial ilustrativa	14
2.2.3	Legislação de Energia eólica	18
2.3.4	Energia no Brasil	20
2.3.5	Aerogeradores	28
2.3	LOGÍSTICA	31
2.3.1	Custos logísticos	38
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>43</b>
3.1	DELINEAMENTO DA PESQUISA	44
3.2	PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS	45
3.3	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS	47
<b>4</b>	<b>ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>48</b>
4.1	ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS	49
4.2	OBJETO DO ESTUDO	51
4.3	ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES COLETADAS	55
4.3.1	Análise dos leilões	55
4.3.2	Energia	57
4.3.3	Análise da empresa	58

4.3.4 Análise da logística	61
<b>5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO A – DOCUMENTO DO LEILÃO – Descritivo.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento do desenvolvimento sustentável no sentido econômico, social e ambiental, depende de uma ampla discussão sobre as matrizes energéticas mundiais, porque atualmente a energia é indispensável para a sociedade e seu uso deveria ser racional com baixo custo de produção, facilidade de transmissão e baixa perda na conversão dentre diversos tipos de energia. Segundo *BP Statistical Review of World Energy* no estudo realizado em 2015, apresentou a seguinte situação em 2014: petróleo (32%), carvão (26%), gás natural (20%), biomassa (7%), hidrelétrica (6%), nuclear (5%) e outras energias renováveis (4%). Portanto, os combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás natural representaram mais de aproximadamente 80% do consumo mundial de energia.

No Brasil, a matriz energética no ano de 2014 apresentou-se conforme a seguir: petróleo (39%), carvão (14%), gás natural (13%), biomassa (16%), hidrelétrica (12%), nuclear (1%) e outras energias renováveis (5%), segundo o relatório do Conselho Nacional de Política Energética, (CNPE, 2015).

Portanto, as energias renováveis mundiais representaram 22%, ao passo que no Brasil foram de aproximadamente 40%, entre as quais a energia eólica representou 2%, segundo a Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2010b).

O custo unitário de geração mais elevado e a maior percepção de risco inibiam até há pouco tempo, os investimentos espontâneos dos empreendedores na geração elétrica por intermédio de fontes renováveis como biomassa, Pequenas Centrais Hidroelétricas (PCHs) e notadamente solar e eólica.

No entanto, diversos fatores reduziram o custo unitário da energia eólica ao longo dos últimos anos. Dentre tais fatores podem ser citados o avanço tecnológico e o aumento de investimentos que propiciaram ganhos de escala na fabricação dos equipamentos, a crescente preocupação com o meio ambiente e principalmente as políticas governamentais de incentivos à geração de energia elétrica e ao desenvolvimento da tecnologia.

Dentre as diversas ações destacam-se os incentivos via preço com estabelecimento de valores de energia para repasse aos custos das distribuidoras e a obrigatoriedade de percentual

mínimo de compras de energia proveniente de geradores eólicos conforme estabelecido no edital do leilão.

Um dos benefícios da geração de energia eólica é ser de fontes alternativas renováveis e também contribuir para redução dos impactos ambientais e sociais em relação à emissão de gases do efeito estufa, que pode ser considerada como uma fonte energética inesgotável a custo zero (Freitas, 2015).

O projeto de parque eólico implantado no Brasil apresentou uma característica particular quanto à distribuição dos custos, porque é pouco conhecida para que se possam estabelecer os valores médios de cada etapa envolvida, especialmente quanto aos custos logísticos dos equipamentos a serem transportados da fábrica até a destinação final, isto é, onde estão localizados os parques eólicos que foram pré-estabelecidos nos leilões governamentais, conforme a Lei 8.987/1995.

Para esta pesquisa a empresa ganhadora foi denominada de Operador do Parque Eólico, que contrata por meio de leilões governamentais a construção do parque segundo o que estabelece a EPE e por meio de edital do leilão ele terá o preço máximo que será pago pela construção e a empresa construtora foi denominada de Fornecedor, que tem como responsabilidade o fornecimento de todos os equipamentos necessários para a geração de energia elétrica e se houver custos extras, o Fornecedor é o único a absorvê-los.

Uma das dificuldades do Fornecedor está em controlar os custos logísticos que dependem de outras empresas especializadas em transporte de cargas indivisíveis e da infraestrutura de transporte do Brasil, denominado neste estudo de caso como Operador Logístico, portanto, se torna relevante para a pesquisa como ocorrem tais custos para que não aconteçam os custos logísticos adicionais e não foi localizado nenhum estudo com esse grau de detalhamento.

O presente trabalho mensurou os custos logísticos incorridos durante a fase de construção do parque eólico sob o ponto de vista da sustentabilidade econômica, sem negligenciar os requisitos ambientais e sociais constantes no edital da licitação pela empresa que foi denominada neste estudo simplesmente como Fornecedor.

As organizações estão mudando de acordo com as novas tendências do mercado, os mais diversos setores da economia estão buscando meios de alcançar a sustentabilidade econômica, sem deixar de considerar os aspectos ambientais e sociais. Sendo a atividade de logística um elemento



fundamental para o desenvolvimento econômico de um país, porque integra as diversas modalidades de transportes, e manuseio de cargas tais como: aéreo, ferroviário, marítimo, dutoviário e rodoviário.

A logística favorece o processo de distribuição de grandes peças e conjuntos estruturais com peso e dimensões acima do estabelecido pelo código de trânsito brasileiro, fazendo aqui necessário conhecimento da legislação de transporte. Atuando de forma segmentada, este serviço permite que se realizem atividades de transporte de maneira integrada entre o processo produtivo até a aplicação no destino final.

Em função da complexidade da logística, se fez uma análise da situação para se definir a questão de pesquisa.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Na concorrência para obter-se licença de construção e operacionalidade de um parque eólico, os preços de energia são pré-fixados e as empresas dependem dos leilões estabelecidos pelos órgãos governamentais. Sendo assim, o Inciso I do art. 15 da Lei 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, determina que o vencedor da licitação para construir um parque eólico, deve ter o menor valor de custo a ser destinado aos consumidores em geral.

Dessa forma, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) calcula que o ganhador da licitação ou do leilão será o Fornecedor compromissário que oferecer, executar, operar e manter as instalações objeto proposto do leilão, com o menor custeio possível, sem prejudicar a sustentabilidade do processo de construção e operacionalização (ANEEL, 2014b).

O tamanho do parque eólico influencia na participação de cada etapa do custeio. Considerou-se uma pequena fazenda eólica um sistema formado por duas a cinco turbinas e uma fazenda eólica de médio/grande porte aquela que apresenta um número de turbinas superior a cinco unidades.

Para projetos de energia eólica, a participação da turbina nos custos do investimento é muito expressiva, porém, esse item praticamente não sofre alteração. Enquanto, por meio de outras contratações os custos logísticos são dependentes de outras empresas especializadas em transporte

de cargas indivisíveis e da infraestrutura de transporte do Brasil, apresentando grande variação entre custo estimado e o realizado durante o projeto.

## 1.2 QUESTÃO DE PESQUISA

Diante desse cenário, este estudo propôs como questão de pesquisa:

Quais os problemas enfrentados pelo Fornecedor vencedor da licitação para movimentação e transporte na construção do projeto eólico para viabilizar os custos logísticos a partir do leilão?

## 1.3 OBJETIVOS

As empresas estão passando por um processo de transformação em que o ambiente competitivo exerce papel fundamental para a revolução tecnológica, tanto em termos de disponibilidade de informação quanto aos meios de comunicação cada vez mais eficientes. Esses fatores também modificam o segmento da logística.

Para superar e sobreviver nesse ambiente de novas tecnologias e competitivo, às empresas precisam encontrar formas de organização que promova agilidade e qualidade ao processo decisório. Assim este trabalho tem como objetivo estudar os custos logísticos do transporte de cargas indivisíveis a partir do leilão para a construção de parques eólicos no nordeste brasileiro.

A seguir são apresentados o objetivo geral e os objetivos específicos desta pesquisa.

### 1.3.1 Objetivo Geral

Estudar e descrever os custos logísticos incorridos na movimentação e transporte dos equipamentos indivisíveis desde a fábrica até o parque eólico brasileiro estudado.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- 1) Mensurar o custo logístico do fornecedor de equipamentos de um parque eólico;
- 2) Estudar os registros dos custos logísticos incorridos a partir do transporte de equipamentos eólico indivisível.

## 1.4 JUSTIFICATIVA PARA ESTUDO DO TEMA

Conforme o *Code of Safe Practice for Cargo Stowage and Securing* (2003), todo transporte de carga indivisível é determinado pelo manuseio e deslocamento, ou transporte de mercadorias de grande porte, chamada também de carga pesada ou indivisível, com grandes dimensões e que geralmente por serem peças únicas com necessidade especiais, precisam para o seu transporte, carros especiais, batedores (homens e carros de acompanhamento) e autorização especial de transporte de modo a evitar avarias tanto para a mercadoria como para o meio ambiente em que a mercadoria estará circulando (Howell *et.al.*, 2015).

Conforme a Resolução nº 11 Art. 4º, § I, aprovada pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes [DNIT] (2005), faz-se compreender que carga pesada ou indivisível deverá ser aquela considerada como carga unitária, ou seja, representada por uma única peça estrutural ou por um conjunto de peças fixadas por rebiteagem, solda ou outro processo seguro no veículo de transporte (DNIT, 2015),

Em seu Art. 5º desta Resolução determina que a condição de transporte da carga indivisível deve sempre ser feita em veículos adequados ou especiais que apresentem estruturas próprias, bom estado de conservação e potência motora compatíveis com a força de tração a ser desenvolvida nas rotas pré-estabelecidas.

A escolha de análise deste trabalho, sobre os custos logísticos encontrou interesse em estudar os custos nos modais de transporte, mais precisamente na movimentação de cargas indivisíveis e desde seu manuseio até a entrega do produto ao cliente.

O projeto do parque eólico está localizado no nordeste brasileiro, mais precisamente no interior do Estado da Bahia, parte dos equipamentos para o projeto é fabricado no interior do Estado de São Paulo, nas cidades de Jundiá e Sorocaba, sendo a distância média percorrida entre o

fabricante e o cliente é de aproximadamente 3500 km. Ainda o aerogerador para o parque eólico estudado foi fabricado no Canadá.

Do ponto de vista prático, observou-se que existe uma necessidade de conhecimento sobre o tema criando a oportunidade de apurar por meio de documentos, entrevistas semi-estruturada e análise de sites de empresas especializadas os gastos com a logística para projetos de parque eólico.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Após a introdução os capítulos seguintes trataram da fundamentação teórica que realça os conceitos de sustentabilidade mostrando a importância da sustentabilidade econômica, uma breve explanação da evolução da energia eólica e matriz energética na Europa, o estudo utilizou-se de percentuais de custos apurados em documentos europeus como comparativo. Conceitos e a evolução de energia eólica e da matriz energética nacional, legislação brasileira na matriz elétrica e os leilões que predispõem a maneira que devem ser feito os parques eólicos.

As principais diferenças entre as concessões de energia elétrica na Europa mais precisamente na Alemanha e no Brasil, isto devido as empresas envolvidas na pesquisa e também sobre a logística de equipamentos indivisíveis no custo de construção de um parque de energia eólica.

No terceiro capítulo foram descritos os procedimentos metodológicos, quanto ao método de coleta e de análise das informações obtidas durante a pesquisa semi-estruturada.

No quarto capítulo, são analisados os resultados, do Fornecedor estudado, os leilões e os custos de logística.

Por fim, no quinto capítulo apresentam-se as conclusões após a realização do estudo e sugestão para novas pesquisas. Contribuição para a teoria e prática.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, apresentam-se os conceitos referentes ao desenvolvimento sustentável à energia elétrica a partir da geração eólica na Europa e a energia elétrica a partir da geração eólica no Brasil, a legislação envolvida na pesquisa, os leilões e a logística.

### 2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Com a crise do preço do petróleo na década de 80 a poluição crescente e a conseqüente cobrança pela sociedade por um ambiente mais saudável, fatos que forçaram as empresas e governantes, a buscarem novos meios de desenvolvimento sustentável e ainda pode-se dizer que mesmo se falando sobre o tema há muito tempo, pode-se dizer que seu início foi marcado pela publicação do Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987 (Barbieri *et al.*, 2010).

Partindo deste pressuposto e concordante com a proposta do modelo de sustentabilidade proposto por (Barbieri *et al.*, 2010), a Figura 1, mostrou que o desenvolvimento sustentável, deve ser o núcleo da sustentabilidade organizacional, tendo o fator econômico como passo fundamental no processo geral.

A sustentabilidade econômica pode ser vista como um ponto de apoio a todos os outros tipos de sustentabilidade, sem ela praticamente dizendo não existiria a sustentabilidade social e ambiental, o qual precisa encontrar o equilíbrio entre as partes sustentáveis para ser estabelecido um desenvolvimento igualitário de sustentabilidade nas empresas e nos projetos.



**Figura 1: Modelo de Sustentabilidade**

Fonte: Barbieri *et al.* (2010).

Para obter o desenvolvimento sustentável e procurar satisfazer as necessidades da população, sem comprometer a capacidade das gerações futuras e também satisfazerem suas próprias necessidades sem destruir o meio ambiente, as organizações exercem um papel de comprometimento, para que seja possível uma harmonização sustentável. As três dimensões conhecidas como *Triple Bottom Line* (TBL), só seriam alcançados pelas organizações se os aspectos de desenvolvimento econômico, social e de preservação ambiental fossem preservados dentro de um esforço comum em respeito à sustentabilidade internacional (Back, 2015).

Entre as razões para implantação das práticas de sustentabilidade empresarial, pode-se considerar que os ganhos em termos econômicos e as possíveis vantagens competitivas em relação a outras conforme os preceitos do TBL (Carter & Rogers, 2008), conforme Figura 2.

<b>Pilar Econômico</b>	<b>Pilar Ambiental</b>	<b>Pilar Social</b>
Vendas, receitas, retornos sobre investimento.	Qualidade da água	Práticas de emprego
Impostos pagos	Qualidade da energia	Impactos na comunidade
Fluxos monetários	Qualidade do ar	Direitos Humanos
Criação de emprego	Redução de lixo	Responsabilidade na produção

**Figura 2: Aspectos *Triple Bottom Line***

Fonte: Carter & Rogers (2008)

A sustentabilidade deixou de ser uma necessidade das empresas passando a ser realidade, e a transparência serve como facilitador de novas ações nas organizações (Carter & Rogers, 2008). As organizações têm a possibilidade de inserir práticas sustentáveis ao longo da logística, para tanto se faz necessário um envolvimento de todas as áreas do processo (Beske & Seuring, 2014).

Os primeiros modelos de sustentabilidade apareceram na Europa, mais precisamente em 1929 com a proclamação da primeira constituição da Alemanha na República de Weimar, seu ponto chave declarou que as organizações adotassem um modelo de sustentabilidade social, com caráter filantrópico (Kramer, 2015).

Já início da década de 1960, os Estados Unidos sofreram grandes baixas com a guerra no Vietnã, o que acabou por estimular a população a cobrar medidas sociais das autoridades americanas, formando grandes movimentos em prol da responsabilidade social e empresarial, com

fortes críticas ao governo e as empresas que participavam do desenvolvimento de armamentos bélicos, nocivos ao homem e ao meio ambiente, conforme Karkotli e Aragão (2004).

Na Conferência de Estocolmo, a Organização das Nações Unidas (ONU) foi estabelecido acordos para o controle da poluição ambiental na década de 70, com sugestão de controles socioambientais pelas empresas, segundo ABDI (2014).

A principal função e responsabilidade internacional para a proteção do meio ambiente ficou por conta do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) que é o órgão da ONU com a finalidade de cobrar desenvolvimento sustentável dos seus países membros. Ainda em 1973 criou o chamado “ecologismo”, sendo uma ideologia, mais política do que prática, conforme mencionou Sachs (2006).

Baseado na Declaração de Estocolmo a Comissão *Brundtland* adotou o termo “Desenvolvimento Sustentável”, iniciado na conferencia Rio-Eco 92, tendo como principal movimento a implantação de: “Acordo do Clima” e os programas de erradicação da pobreza por meio de novos critérios de padrões de vida considerados insustentáveis sobre a produção e o consumo inconsciente, conforme Campos (2006).

O Protocolo de Quioto surgiu com a intenção de reduzir os gases causadores do efeito estufa, este protocolo foi proposto a partir de um calendário também com a intenção de que os países membros reduziram as emissões dos gases do efeito estufa, o que não agradou os grandes membros que relutaram e alguns não assinaram o protocolo (IPAM, 2015).

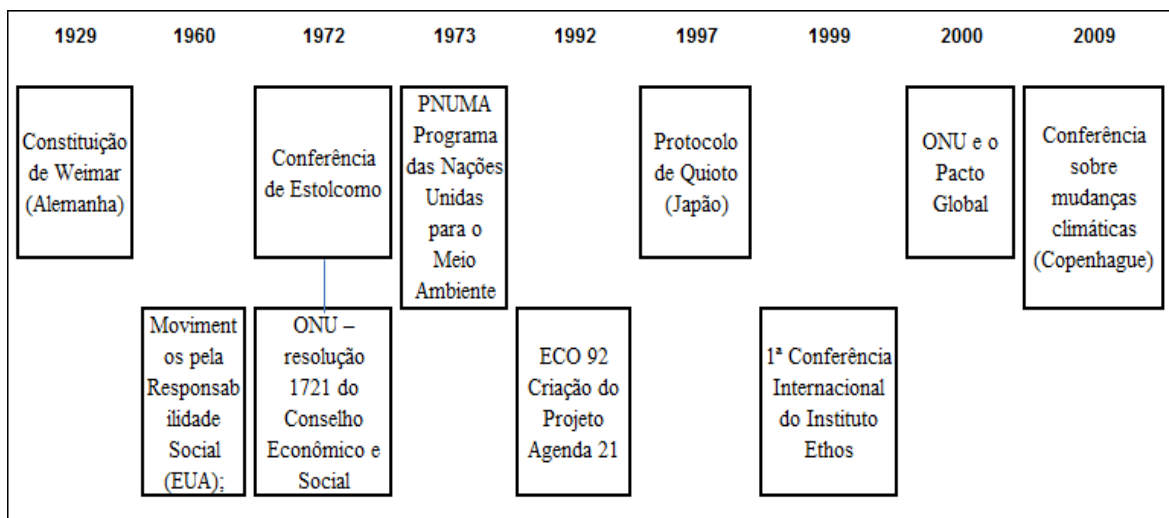
Os Indicadores Ethos para Negócios Sustentáveis e Responsáveis tem como principal método avaliar os níveis de sustentabilidade e a responsabilidade social e econômica nos negócios empresariais, auxiliando na estratégia sustentável e políticas de processos ambientalmente corretos (Thimóteo, 2015).

A ONU em 2000 acordou O Pacto Global e desenvolveu uma iniciativa tendo como foco a mobilização da comunidade empresarial internacional, pediram que todos adotassem em suas práticas de negócios, métodos limpos e que tivessem características fundamentais de valorizar a vida do ser humano, o meio ambiente, as relações de trabalho com enfoque na erradicação da escravidão e criar valores para combater à corrupção (ONU, 2000).

A conferência sobre o clima debatido em Copenhague (2009) tratou sobre a disputa entre países ricos e pobres. O Protocolo de Quioto, de 1997, impunha obrigações de controle de emissões de gases de efeito estufa somente aos países ricos. Por outro lado, a conferência debateu que a

responsabilidade no que diz respeito às contribuições financeiras para a formação do “fundo climático”, deveria ser compartilhada com todos os países e não apenas com os países ricos (Thimóteo, 2015).

Na Figura 3, destacaram os principais eventos cronológicos discutidos anteriormente sobre a sustentabilidade econômica, social e ambiental ao longo do tempo, em uma interação a sustentabilidade viu-se um grande esforço entre nações, empresas e governos, na busca pelo equilíbrio sustentável.



**Figura 3: Evolução cronológica**

Fonte: ABDI (2014).

A sustentabilidade energética tem sido colocada em primeiro plano e foi proposto pela *International Atomic Energy Agency* (IAEA), empresa norte americana de energia elétrica, durante a reunião do meio ambiente chamada de Rio+10, também conhecida como Conferência das Nações Unidas sobre Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, com base nos modelos desenvolvidos pela Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a *International Energy Agency* (IEA, 2003).

Segundo a *American Wind Energy Association* (AWEA), a produção de eletricidade com origem no vento evitaria a poluição equivalente a 28 milhões de carros nos EUA, sendo que um parque eólico típico americano retribui a sua pegada de carbono em seis meses ou menos, proporcionando décadas de energia sem emissões (AWEA, 2014).



Tomando por base os apontamentos da AWEA, encontrou-se na Tabela 1, o potencial eólico e quanto pode ser economizado com a energia renovável, a coluna de emissão de CO<sub>2</sub>, foi comparada com a quantidade de energia elétrica gerada pelo meio tradicional versus a quantidade que se pode produzir de energia eólica na mesma proporção de CO<sub>2</sub>.

**Tabela 1: Sustentabilidade, redução de CO<sub>2</sub>**

País	Emissão CO <sub>2</sub> mil toneladas	Consumo Elétrico em TmWh	Potencial energia eólica, TmWh.	
			<i>Onshore</i> / (terra)	<i>Offshore</i> / (Oceano)
Estados Unidos	5.957	3.816	74.000	14.000
China	5.607	2.398	39.000	4.600
Rússia	1.696	780	120.000	23.000
Japão	1.230	974	570	2.700
Índia	1.165	489	2.900	1.100
Alemanha	844	546	3.200	940

Fonte: GRI (2009)

A inovação e a sustentabilidade social e econômica, na matriz energética caminham juntas e se relacionam em uma perspectiva de desenvolvimento de produtos e serviços que agreguem valor aos consumidores, enquanto diminuem os impactos ambientais das atividades econômicas, tendo em vista maiores níveis de eficiência ambiental, produção mais limpa e a incorporação de mecanismos de padronização e controle como as certificações ISO série 14000 (Amitsis, 2010).

## 2.2 ENERGIA

A sustentabilidade energética deste estudo se depara em energias renováveis por meio da energia eólica, para isto faz-se interessante conhecer os aspectos desta importante figura de energia através dos tempos.

### 2.2.1 História da Energia eólica

O estudo da energia eólica através dos tempos mostrou que os ventos tiveram suas primeiras funcionalidades na utilização de transporte náutico pelos egípcios, fenícios e romanos entre outros povos. Os egípcios utilizaram velas como auxílio para embarcações a remo, enquanto os fenícios já possuíam embarcações totalmente movidas à vela a 1000 AC.

Na Antiguidade, constatou-se que os primeiros registros antigos de utilização de energia eólica mais precisamente na China e na Pérsia, outros propósitos apareceram em meados de 644 AC para se aproveitar o vento eles foram empregados na moagem de grãos e a para a irrigação de plantações por meio do bombeamento de água subterrânea (Dutra *et. al.*, 2005 e Pinto, 2013).

Nos Estados Unidos da América, Por volta de 1850, Daniel Halliday desenvolveu o primeiro moinho de vento americano de fazenda, conhecido como torre de múltiplas pás, utilizado para bombear água, moer grãos e gerar pequenas quantidades de energia, retirando a escuridão das fazendas (Hage, 2013).

O desenvolvimento de turbinas eólicas na Europa encontra-se registrado na produção de turbinas de grande porte para aplicações elétricas na Rússia por volta de 1931. O aerogerador Balaclava, homenagem ao nome da cidade que foi construída, desenvolvida pelos russos foi um modelo avançado de 100 kW, que era conectado, por uma linha de transmissão de energia elétrica de 6,3 kV a uma distância de 30 km, a uma usina termelétrica de 20 MW (Hage, 2013).

A busca por energias renováveis se depararam com a crise do petróleo, no período da Segunda Guerra Mundial entre 1939 a 1945, e a escassez de petróleo veio de encontro com a necessidade de desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, dando início aos parques eólicos rústicos, uma vez que os países em geral empenhavam grandes esforços no sentido de economizar combustíveis fósseis, principalmente carvão e petróleo (Pinto, 2013).

Com grande desempenho tecnológico os Estados Unidos na década de 40, conseguiram desenvolver o maior aerogerador até então projetado, conhecido como Smith-Putnam, este modelo apresentava em suas dimensões torre com 53 metros de diâmetro, 33,5 metros de altura e duas pás de aço com 16 toneladas cada uma. Na geração elétrica, funcionava em corrente alternada, conectado diretamente à rede elétrica local (Putnam, 1994; Coelho *et al.*, 2009).

As novas tecnologias empregadas nas energias renováveis na Europa foram impulsionadas com a Revolução Industrial no final do Século XIX. Já no início do século XX, existiam 2500 aerogeradores de ventos em operação, (Nascimento, 2015).

A partir do século XXI, a produção de energia eólica passou a ser uma realidade e apareceu pela primeira vez no relatório da Comissão das Comunidades Europeias (CCE) que destacou a energia eólica como um setor prioritário. Entretanto a necessidade de tempo para o desenvolvimento da tecnologia, assim como, a importância de assegurar a indústria maior segurança e condições de mercado mais estáveis, eram uma realidade (CCE, 2008).

Como princípio básico a produção de energia eólica passou a ser essencial para o cumprimento das metas de economia de energia não renovável e menos poluente de acordo com as determinações da União Europeia (UE), a produção hidroelétrica manteve a sua posição dominante como fonte de energia renovável para a produção de energia elétrica, no entanto, o uso da energia eólica continuou a expandir e espera-se que em 2020 a capacidade eólica instalada supere o setor hidroelétrico (CCE, 2008).

Dinamarca, Reino Unido, Holanda e Alemanha, investiram em projetos *offshore* (alto mar), por sofrerem de falta de espaço em seus territórios, eles encontraram no mar a expansão territorial que lhes faltava, as principais vantagens de instalações em alto mar são ventos maiores, menores turbulências, maior disponibilidade de espaço e o fato de que as torres podem ser menores devido à baixa rugosidade do terreno. No entanto, esses empreendimentos exigem custos adicionais para fundação marinha, transporte e gastos de conexão com a rede elétrica, além de o acesso ser limitado para operação e manutenção (Pinto, 2013).

Em abril de 2013 entrou em funcionamento o maior parque eólico *offshore* do mundo, o *London Array*, construído ao longo do estuário do Rio Tamisa, na costa de Londres. Esta instalação foi constituída por 175 turbinas com uma capacidade total instalada de 630 MW, esta e a primeira fase do projeto, que durou dois anos para ser concluída. A segunda fase prevê a instalação de mais 166 turbinas, elevando a produção para 1 GW, energia suficiente para fornecer energia a 750 mil habitações por ano, e demandou um enorme desafio logístico (Árbol, 2013; Moreira *et. al.*, 2013).

Com o *status* de fonte de energia renovável e de maior potencial econômico, as usinas de energia eólica podem desempenhar um papel importante que não se relaciona apenas à segurança energética das nações, pois não é suficiente reduzir sua dependência de combustíveis fósseis, mas também tem implicado no desenvolvimento econômico sustentável, redução da pobreza, criando empregos, controle da poluição atmosférica e redução de emissão de gases, contribuindo diretamente para um desenvolvimento mais sustentável, reduzindo as emissões de dióxido de carbono em uma relação de 600 toneladas para cada Gwh de energia produzida (Junfeng, Pengfei & Hu, 2010).

As construções dos parques eólicos estão em crescimento no Brasil e o objeto deste estudo concentra-se na Logística e segundo o Instituto de Logística e *Supply Chain*, no Brasil, nos últimos anos, os custos logísticos, onde foram considerados o transporte, estoque e armazenagem, equivaleram à média de 11,2% em relação à receita líquida das empresas (ILOS, 2014). Em outro

estudo, realizado pela Fundação Dom Cabral, foi apontado que, em 2014, os custos logísticos representaram 13,14% da receita líquida das empresas brasileiras (FDC, 2014).

### 2.2.2 Evolução da energia eólica mundial ilustrativa.

Neste subcapítulo apresentou-se a evolução da energia dos ventos por meio de fotos dos primeiros equipamentos de produção de energia eólica, dando ênfase aos projetos de logística de equipamentos indivisíveis.

Iniciou-se com Halliday na Figura 4 com seu primeiro moinho de vento de energia elétrica em *Connecticut*, utilizada para extração de água nas fazendas de 1854 até 1863. Utilizado para bombear água do subsolo, ainda visto hoje em muitas áreas rurais americanas (Pinto, 2013).



**Figura 4: Moinhos Daniel Halladay-1854**

Fonte: Foto - Baker (1985)

A Figura 5, apresentou o aro gerador tipo Balaclava, que operou de 1931 – 1934, na Rússia este foi um modelo avançado para época, considerado uma experiência bem sucedida à tentativa de obter energia eólica, foi o primeiro passo para o desenvolvimento das turbinas eólicas de grande porte para aplicações elétricas na Rússia em 1931, o aerogerador Balaclava foi um modelo avançado de 100 kW conectado, por uma linha de transmissão de 6,3 kV de 30 km, a uma usina termelétrica de 20 MW (Baker, 1985).



**Figura 5: Aero-gerador Russo - 1931**

Fonte: Foto - Baker (1985)

Já a Dinamarca mostrou em 1957 o primeiro aerogerador de três pás do mundo conforme observado na Figura 6, “Gedser” ele tinha 200 kW de potência elétrica utilizava uma velocidade estimada do vento de 15 m/s, quando conectado ao sistema elétrico produziu aproximadamente 400.000 kWh/ano. Sua torre do gerador possuía 26 metros de altura e o rotor 24 metros de diâmetro (Baker, 1985).

O gerador era localizado no topo da torre e seus custos de instalação foram de aproximadamente US\$ 250,00 por kW instalado, ele operou até meados 1968. Era um país pobre em fontes energéticas naturais, a utilização da energia eólica teve uma grande importância quando (Divone, 1994 e CEPTEL, 2013).



**Figura 6: Aero-gerador Dinamarca - 1957**

Fonte: CEPTEL (2013).

Os Estados Unidos em 1987 apresentaram na corrida para revolucionar novos tipos de energia alternativa seu modelo de duas pás, conforme Figuras 7. Na figura da direita temos turbina unidirecional, isto é, aceita o vento de qualquer direção vinda, tendo rotor e suas partes elétricas na parte inferior da turbina, com uma manutenção prática e simples, além de permitir uma variabilidade de aplicações elétricas e mecânica maior que as demais. A engenhosidade contribuiu para que tivesse maior durabilidade das que as lâminas verticais, como a figura da esquerda (Crest, 2014).



**Figura 7: Aero-gerador EUA - 1987**  
Fonte: Foto - Baker (1985)

Em abril de 2013 o maior parque eólico *offshore*, foi construído ao longo de 100 km<sup>2</sup> no Rio Tamisa na costa de Londres os mais modernos rotores atuais foram utilizados para geração de energia elétrica eles são de eixo horizontal do tipo com três hélices, eles possuem normalmente velocidades médias muito altas e possibilidade de geração de mais energia conforme a Figura 8. A maior vantagem neste tipo de turbina de eixo horizontal é a capacidade de se construir parques eólicos de grande porte com turbinas posicionadas em linha (Árbol, 2013; Moreira *et. al.*, 2013).



**Figura 8: Parque eólico *London Array* 2013**

Fonte: Moreira *et. al.* (2013).

Na Figura 9, apresenta-se a maior turbina de energia eólica do mundo construída até 2015, a esta turbina foi dado o nome de V164-8.0 MW ela sozinha é capaz de fornecer energia elétrica para 7.500 famílias consumidoras de médio porte Europeu. Sua dimensão foi categorizada da seguinte maneira, uma torre de 140 metros de altura, com as três hélices que alcançam uma altura de ponta de 220 metros o equivalente a um prédio de 80 andares (Vestas, 2015).



**Figura 9: Maior Turbina produzida 2015**

Fonte: Vestas (2015).



Com a entrada do Brasil na corrida de energias renováveis pode ser observado na Figura 10, o crescimento exponencial do parque eólico do Estado do Rio Grande do Norte, maior parque eólico do país até então, este é um bom potencial energético a ser estudado.



**Figura 10: Complexo eólico Estado RN 2014**

Fonte: Caderno de Economia do Jornal O Estado de São Paulo (Pereira, 2015).

### 2.2.3 Legislação de Energia eólica

Neste sub capítulo, destacou-se a legislação na Alemanha sobre a geração de energia elétrica a partir dos ventos, este também mostrou ser um fator importante de análise neste estudo de caso, escolheu-se a legislação alemã, por esta ser mais moderna e flexível a nível europeu e que tem sido seguida por outras nações (Sá, 2015).

Conforme destacado no relatório de energias renováveis, *Global Status Report*, a Alemanha teve uma grande evolução em sua matriz energética tendo as fontes renováveis como destaque no continente europeu, passando de 3% de energia gerada por fontes sustentáveis em 1991, para 16% em 2009 e com estimativas de chegar a 47% em 2020, segundo apurado pela Agência de Energias Renováveis da Alemanha (2012), fato relevante para este crescimento foi a edição da Lei de Fontes Renováveis de Energia no ano de 2001, “*Erneuerbare Energien-Gesetz*” (EEG), essa conquista se deu a partir de um bem concebido sistema normativo que incentiva o uso e o desenvolvimento de tecnologias de geração de energia a partir de fontes sustentáveis (EEG, 2014).

Os produtores de energia de fontes renováveis, denominados na EEG, receberam, como contrapartida, o pagamento de uma tarifa fixa pela energia elétrica além que deve alimentar a rede,



acrescendo a matriz energética alemã, pode ser variável segundo a sua capacidade de produção da instalação, a quantidade de kilowatts-hora (kWh) produzida e o tipo de fonte de energia renovável utilizada (Seções 23 a 33), segundo a EEG (2012).

Na Alemanha e em outros países da Europa que desenvolveram o crescimento sustentável por meio da energia eólica, passaram a utilizar-se de um medidor bidirecional de energia, ou seja, qualquer pessoa, que tenha condições financeiras, pode comprar e instalar um gerador ou vários geradores na sua casa ou fazenda, a energia excedente, aquela que foi produzida e não consumida, pode ser vendida para a distribuidora e retornar para a sociedade como energia limpa, conforme Sá (2015).

Os operadores residenciais tem que arcar com a construção com os custos de aquisição dos equipamentos de geração e também com a medição de energia, e com todos os custos decorrentes da conexão com a rede pública de energia (Seção 13, item 1), a EEG garante em contrato com o produtores individuais a aquisição da energia produzida por um período de vinte anos com uma tarifa fixa por kW produzido (Seção 21, item 2), o que transforma a exploração residencial uma ótima fonte adicional de renda permitindo aos interessados possibilidades de recuperação do investimento e de lucro com a operação, segundo EEG (2012).

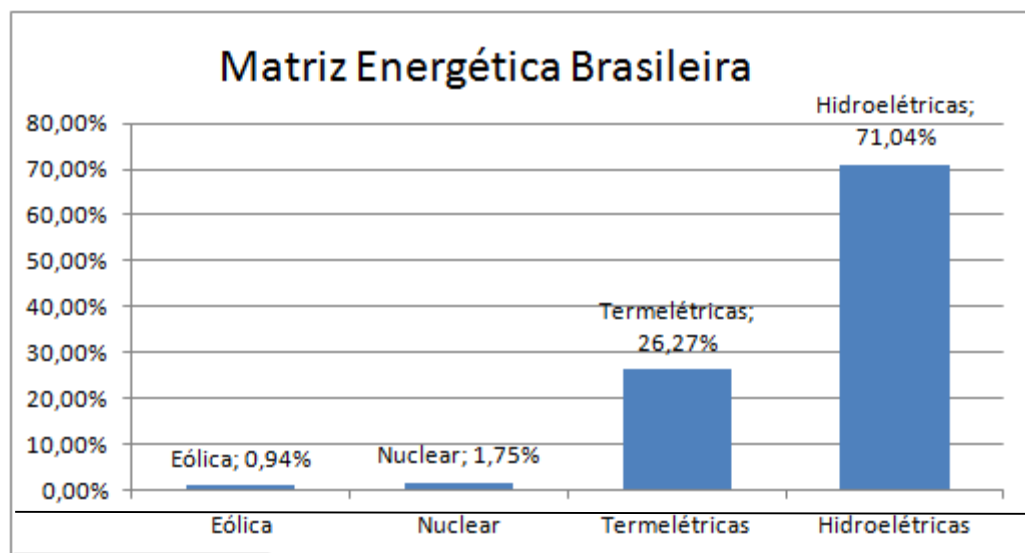
Já os 28 países, que são membros da União Europeia, além de nações que não pertencem ao bloco, como a própria Noruega e a Suíça, desde julho de 2007, descreveram que qualquer consumidor, independente do volume consumido de energia elétrica ou tensão conectada tem o direito de escolher de quem comprar energia (EU, 2012).

Na Europa, a energia elétrica virou um produto como outro qualquer, e tem sua comercialização simples como contratar uma linha de internet. O conceito de que o consumo é um serviço público e que precisa ter atenção especial do Estado, marcaram postura quando as tratativas de desregulamentação dos mercados e começaram a ser discutidas no âmbito da União Europeia (EU, 2012).

#### 2.2.4 Energia no Brasil

Devido as mudanças climáticas brasileiras, como a seca nas regiões metropolitanas a partir do início dos anos 2000, grandes consumidores de energia elétrica e até municípios inteiros ficaram as escuras, surgindo a imediata necessidade de se buscar fontes alternativas (Aneel, 2014).

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a matriz energética brasileira apresentada na Figura 11, tem como forma predominante a geração de energia por hidroelétricas, respondendo com 71,04% da energia elétrica produzida no Brasil, seguido das termelétricas com 26,27%, nuclear 1,75% e eólica 0,94%.



**Figura 11: Resumo Matriz energética**  
Fonte: MME (2014).

As alternativas de energia renovável, a inovação e a sustentabilidade, na matriz energética se relacionam em uma perspectiva de desenvolvimento estrutural brasileiro, que pode ter como significado o desenvolvimento de produtos e serviços que agreguem valor aos consumidores, enquanto diminuem os impactos ambientais das atividades econômicas, tendo em vista maiores níveis de eficiência ambiental, produção mais limpa e a incorporação de mecanismos de padronização e controle como as certificações ISO série 14000 (IEA, 2003).

No Brasil, a primeira fonte de energia renovável alternativa apareceu com a instalação da turbina eólica implantada em Fernando de Noronha, no Estado de Pernambuco, em 1992 e somente 10 anos depois o governo brasileiro criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de

Energia Elétrica (PROINFA) visando assim incentivar a utilização de outras fontes renováveis, como a eólica, biomassa, e pequenas centrais hidrelétricas (PROINFA, 2014).

No âmbito brasileiro em seu Art. 3º da resolução nº 462, descreveu que caberá ao órgão licenciador o enquadramento quanto ao impacto ambiental dos empreendimentos de geração de energia eólica, considerando o porte, a localização e o baixo potencial poluidor da atividade.

O potencial eólico brasileiro tem despertado o interesse de vários fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com essa tecnologia, segundo a Matriz Energética Nacional (2007). Existem cerca de 5.300 MW em projetos eólicos autorizados pela ANEEL.

A Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEÓLICA), afirmou que em 2012, às 205 usinas instaladas tinham capacidade de produção de 5,1 GW o que apresentaram grande vantagem devido à redução de 4.383 (T/ano) de CO<sub>2</sub>, esta é uma redução importante já que uma usina termoeétrica brasileira gera por volta de 1,38 t CO<sub>2</sub> por ano (Abeeólica, 2014). O Brasil tem hoje 4,5 Gigas watts (GW) de capacidade instalada e essa potência deverá triplicar até 2020, com a adição de 9,8 GW, de acordo com a Abeeólica (2014).

Para atingir um resultado favorável quanto ao desenvolvimento de energia eólica, a Abeeólica estimou que a cadeia produtiva tivesse que investir R\$ 44 bilhões nos próximos cinco anos, valor muito superior ao se comparar com o valor do orçamento da usina de Belo Monte, que deverá ser a terceira maior hidrelétrica do mundo, com o custo estimado de construção na ordem de R\$ 30 bilhões no Estado do Pará. (Abeeólica, 2014). Entretanto na construção de parques eólicos as perdas ambientais poderiam ser muitas vezes menores se comparadas as duas modalidades.

Ainda a Legislação de resolução nº 462, de 24 de julho de 2014, Publicada no DOU nº 141, de 25 de julho de 2014, páginas 96 a 100, considerou como empreendimento eólico, qualquer empreendimento de geração de eletricidade que converta a energia cinética dos ventos em energia elétrica, formado por uma ou mais unidades aerogeradoras, seus sistemas associados e equipamentos de medição, controle e supervisão, classificados como: a) usina eólica singular: unidade aerogeradora, formada por turbina eólica e geradora de energia elétrica; b) parque eólico: conjunto de unidades aerogeradoras; e c) complexo eólico: conjunto de parques eólicos.

A Tabela 2 se observou a capacidade instalada por fonte de energia em operação e a quantidade de energia gerada em kW e também mostrou a dependência de energia das hidroelétricas, fomentando a necessidade de se ampliar a malha energética do Brasil. Para um

comparativo energético e por meio desta tabela tem-se a visão da capacidade instalada de parques eólicos que é de longe muito inferior as principais fontes utilizadas.

**Tabela 2: Capacidade instalada por fonte no Brasil**

<b>Empreendimentos em operação</b>				
<b>Tipo</b>		<b>Capacidade instalada</b>		<b>%</b>
		<b>Nº de Usinas</b>	<b>(kW)</b>	
Hidro		1.093	86.096.705	63,82
Gás	Natural	113	12.170.186	9,02
	Processo	39	1.725.423	1,28
Petróleo	Óleo diesel	1.113	3.524.171	2,61
	Óleo residual	34	4.149.613	3,08
Biomassas	Bagaço de cana	378	9.339.426	6,92
	Licor negro	18	1.530.182	1,13
	Madeira	50	427.635	0,32
	Biogás	23	80.659	0,06
	Casca de arroz	9	36.433	0,03
Nuclear		2	1.990.000	1,48
Carvão mineral	Carvão mineral	13	3.389.465	2,51
Eólica		110	2.272.773	1,68
Importação	Paraguai		5.654.350	4,19
	Argentina		2.250.000	1,67
	Venezuela		200.000	0,15
	Uruguai		70.000	0,05
<b>T O T A L</b>		<b>3.052</b>	<b>134.912.943</b>	<b>100,00</b>

Fonte: ANEEL (2014a).

Já na Tabela 3, notou-se que o crescimento de construções de parques eólicos é um possível substituto da energia gerada por hidrelétricas, gerando boas perspectivas de estudos, em apenas 10 anos o Brasil elevou de 110 parques eólicos para 414. Ainda pode-se afirmar que o Brasil está empenhado em aprimorar o desenvolvimento do nordeste como fonte de energia eólica, visto que mais de 80% de todas as plantas eólicas estarem disposta da região.

**Tabela 3: Parques eólicos em quantidades de torres e geração de energia**

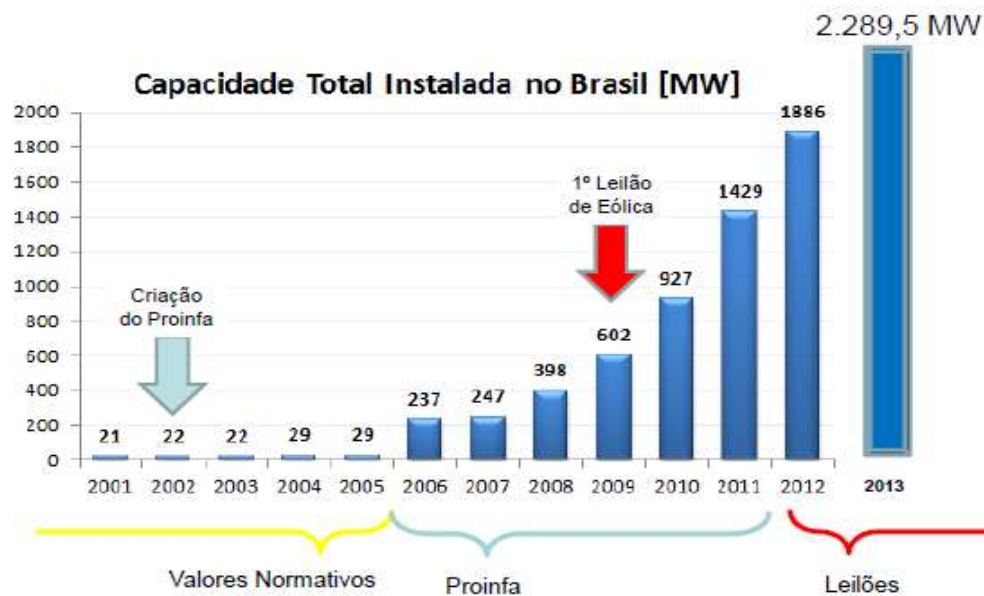
	<b>Em operação</b>		<b>Em construção</b>		<b>Em outorga</b>		<b>Total geral</b>	
	<b>Quant.</b>	<b>Potencia Física (MW)</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potencia Outorga (MW)</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potencia Outorga (MW)</b>	<b>Quant.</b>	<b>Potencia (MW)</b>
<b>Nordeste</b>	<b>75</b>	<b>1.496</b>	<b>138</b>	<b>3.615</b>	<b>124</b>	<b>3.145</b>	<b>337</b>	<b>8.256</b>

Rio Grande do Norte	15	423	66	1.828	52	1.234	133	3.485
Ceará	29	691	26	671	30	704	85	2.066
Bahia	8	233	40	960	18	507	66	1.700
Maranhão	2	0	-	-	15	433	17	433
Piauí	1	18	3	76	8	238	12	332
Pernambuco	6	27	3	80	1	29	10	136
Paraíba	13	69	-	-	-	-	13	69
Sergipe	1	35	-	-	-	-	1	35
<b>Sudeste</b>	<b>3</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>3</b>	<b>28</b>
Rio de Janeiro	1	28	-	-	-	-	1	28
Minas Gerais	1	0,156	-	-	-	-	1	0,156
São Paulo	1	0,002	-	-	-	-	1	0,002
<b>Sul</b>	<b>32</b>	<b>749</b>	<b>24</b>	<b>573</b>	<b>18</b>	<b>381</b>	<b>74</b>	<b>1.703</b>
Rio Grande do Sul	18	510	24	573	17	378	59	1.461
Santa Catarina	13	236	-	-	1	3	14	239
Paraná	1	3	-	-	-	-	1	3
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>110</b>	<b>2.273</b>	<b>162</b>	<b>4.188</b>	<b>142</b>	<b>3.526</b>	<b>414</b>	<b>9.987</b>

Fonte: ANEEL (2014a)

Na Figura 12, mostrou-se a importância do crescimento do potencial energético em termos de utilização de parques eólicos a partir da regulamentação da Lei, participando ativamente no crescimento com os leilões de geração energética, ampliando a matriz energética brasileira em termos de energia limpa. Entre os anos de 2001 e 2005 observou-se que, praticamente, o processo de implantação não obteve êxito, mantendo-se estagnado, com a regulamentação da PROINFA em 2002 e a criação de leis específicas para o setor o crescimento gradativo dos parques eólicos pôde ser observado.

Desta maneira pode-se dizer que sem uma legislação que regulamentasse o setor energético não seria possível o crescimento e desenvolvimento em energias renováveis.



**Figura 12: Parques eólicos instalados**  
 Fonte: ANEEL (2014b).

Um dos objetivos da criação do PROINFA foi aumentar a participação das energias alternativas no sistema interligado e diversificar a matriz energética brasileira. A compra dessa energia deverá ser feita por intermédio de licitação pública e os contratos de fornecimento assinados com a ELETROBRÁS, inicialmente por quinze anos (Proinfa, 2010).

Para iniciar com a construção dos parques eólicos para a geração de energia renovável, tem-se de um lado o Governo, como detentor legal de toda energia produzida no país independente da fonte ou recurso utilizado, e do outro lado o interessado em produzir parques eólicos para gerar energia elétrica.

O governo determina áreas específicas já mapeada e teoricamente com alta concentração de ventos, básico para geração da energia alternativa, segundo passo o governo divide em áreas de potencial a serem exploradas chamadas de lotes produtores, também conhecidos como parques eólicos, e não menos importante, o preço máximo para custo da energia a ser distribuída para o consumidor também é determinado pelo governo, este sendo o preço máximo pago pela energia que será gerada em MW em cada parque eólico (ANEEL, 2014b).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) é o órgão que estabelecido por meio de Habilitação Técnica que representa o governo, nos leilões e é responsável pela compra de energia elétrica, no mercado nacional para distribuição para os consumidores finais.

Os Leilões de Fontes Alternativas de energia elétrica deve ter o preço estabelecido por meio de lances. O valor final de custo do MW para venda ao consumidor final é o preço pelo qual o governo pagará ao Fornecedor vencedor do Leilão pela construção e viabilidade do parque eólico (EPE, 2010a).

O Leilão precisa ser disponibilizado em plataforma via internet conforme a Portaria nº 147 de 2009, e deve sempre obedecer a sistemática constante da Portaria MME nº 366 de 30 de setembro de 2009, e aquelas que vierem a alterá-las em qualquer tempo, conforme o modelo do Anexo A, desta pesquisa.

Na Figura 13 encontra-se o preço máximo alcançado do lance em 2009 para submissão foi de R\$ 189,00/MW hora (cento e oitenta e nove reais por megawatt hora), constituindo obrigação de comercialização irrevogável e irretroatável por parte da vencedora. O resultado do leilão de 2009 foi a contratação pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) de 1.851 MW de potencial nominal, a um preço médio de R\$ 148,39/MWh, com 21% de deságio ante o preço inicial e mais de 40% inferior às tarifas praticadas no âmbito do PROINFA (EPE, 2010b).

Principais Vencedores do Leilão de Energia de Reserva (Eólicas)									
	MW Médios	Potência	FC	Preço Médio	Preço*FC	Investimento E	Financiamento 70%	Equipto Provável	UF
Renova	127	269,9	49,6	145,80	72,32	1.012.125	708.488	GE	BA
IMPISA (Argentina)	83	211,2	40,5	151,16	61,22	950.400	665.280	IMPISA	CE
Martifer (Portugal)	80	218,1	36,68	152,25	55,85	981.450	687.015	Vestas	RN/CE
CPFL	76	180,0	43,26	150,00	64,89	800.000	560.000	Wobben	RN
Furnas/Eletronorte/J Malucelli	70	162,0	45,05	152,42	68,67	729.000	510.300	Vestas	RN
Dobreve (Malwee)	66	144,0	47,71	151,03	72,06	597.600	448.200	GE	RN
Petrobras/Wobben	49	100,8	49,80	149,99	74,70	453.600	317.520	Wobben	RN
Enerfin (Espanha)	35	108,0	38,95	148,39	57,80	486.000	340.200	Wobben	RS
Desenvix (Engevix)	34	90,0	39,67	139,99	55,53	423.000	296.100	Siemens/Alstom	BA
Eletrosul	33	90,0	37,77	131,00	49,48	405.000	283.500	Wobben	RS
GESTAMP (Espanha)	16	48,6	38,77	152,16	58,99	203.000	142.100	Vestas	BA
	669	1.623	41,23	127,97	52,76	7.041.175	4.958.703		

**Figura13: Vencedores do Leilão de Energia 2009**

Fonte: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. (2013).

Para a participação nos leilões de energia eólica de 2009, foi descrito no edital que o Fornecedor deveria ter comprovação de patrimônio líquido de valor mínimo equivalente a 10% do valor do investimento declarado à EPE, na forma dos §§ 2º e 3º do art. 31 da Lei nº 8.666 de 1993 (Aneel, 2012), destacou-se que sendo o valor total do projeto, estimado em 330 milhões de euros,

as empresas concorrentes à sua construção deveriam ter 33 milhões de euros de patrimônio líquido, está cláusula contratual, exclui pequenas empresas de participarem do leilão, pois poucas empresas brasileiras tem disponível em seu Patrimônio Líquido R\$ 165 milhões de reais para servir de garantia.

No Brasil, tem-se que a queda do custo de instalação da energia eólica pode ser relacionada com a chegada de novos fabricantes. Os primeiros empreendimentos construídos no âmbito do PROINFA, entre 2005 e 2007 tiveram seu custo de instalação médio superior a R\$ 5.000/kW instalado.

Com a apresentação de outros concorrentes de equipamentos eólicos no Brasil Impsa (2008), o custo de implantação de parques eólicos baixou para aproximadamente R\$ 4.500/kW instalado. Para os leilões de 2009 e com a chegada de um terceiro concorrente que fabrica equipamentos eólicos no Brasil (GE Wind), o custo de implantação dos parques eólicos reduziu para R\$ 4.000/kW instalado (Proinfa, 2012). Para se ter uma ideia para a construção de Parques eólicos em 2010 com os novos leilões o governo economizou aproximadamente R\$ 4.150.000,00 (Proinfa, 2012).

**Tabela 4: Leilão de MW realizado em 2010**

<b>Leilão de A-3 2010 – empreendimentos habilitados</b>		
<b>Fonte</b>	<b>Nº de empreendimento</b>	<b>Potência total (MW)</b>
Pequenas Centrais elétricas	15	287
EÓLICA	320	8.304
BIOMASSA	33	1.824
<b>Total</b>	<b>368</b>	<b>10.415</b>

Fonte: EPE (2014b).

A Tabela 4 apresentou um resumo dos tipos de energias alternativas, leiloadas pelo governo para geração de energia, sendo que após o leilão as empresas precisam desenvolver um projeto para gerar o tipo de energia as quais concorreram e pelo custo máximo estabelecido, por exemplo, nesta tabela que retrata um leilão, têm exposta a quantidade de empreendimentos eólicos em número de 320 (parques eólicos), que deveriam gerar o montante de 8.304 MW de energia, neste caso cada parque eólico deverá ter sua especificidade de acordo com cada localidade, após o preço estabelecido cabe ao ganhador do leilão, controlar seus custos a fim de proceder a sua construção com sustentabilidade.



**Tabela 5: Leilão de MW por Estado**

<b>Leilão de A-3 – empreendimentos habilitados por Estado</b>		
<b>Fonte</b>	<b>Nº de empreendimento</b>	<b>Potência total (MW)</b>
Alagoas	1	45
Bahia	36	957
Ceará	92	2.077
Goiás	5	321
Mato Grosso	1	21
Mato Grosso Sul	5	302
Minas	3	144
Paraná	1	19
Pernambuco	2	37
Piauí	13	336
Rio de Janeiro	1	25
Rio Grande do Norte	115	3.353
Rio Grande do Sul	68	1.678
Santa Catarina	4	59
São Paulo	19	978
Sergipe	1	30
Tocantins	1	33
<b>TOTAL</b>	<b>368</b>	<b>10.415</b>

Fonte: EPE (2010b).

Na Tabela 6 foi disposta cada localidade disponível para os projeto de energia e seu potencial de geração de energia elétrica, novamente pode-se verificar a massificação da região nordeste como fator chave governamental para expansão da matriz energética, sabendo-se que os preços de energia são pré-estabelecidos, cabe à empresa concorrente determinar qual seria o parque eólico mais próximo de sua localidade, como medida de redução de custo no processo de elaboração da proposta para concorrência no leilão, o que raramente vai ocorrer.

Ainda de acordo com a Lei nº 10.848/2004, Lei de Comercialização Energia Elétrica, a contratação de energia deve ser feita por quantidade ou por disponibilidade. O primeiro modelo faz com o vencedor do contrato de construção do parque eólico, tenha que assumir os riscos e os custos variáveis de produção, enquanto que no segundo modelo, os custos serão assumidos pelo construtor do contrato.

Pode-se mencionar que em todos os projetos deste tipo o consumidor e o meio ambiente, ficam protegidos, todos os detalhes do projeto deverão ter análise prévia de impacto ambiental, cumprindo com o que diz a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, em seu Art. 3º que trata

do licenciamento ambiental para empreendimentos e atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente dependerá de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental [EIA/RIMA] (CONAMA, 2012).

#### 2.2.5 Aerogeradores

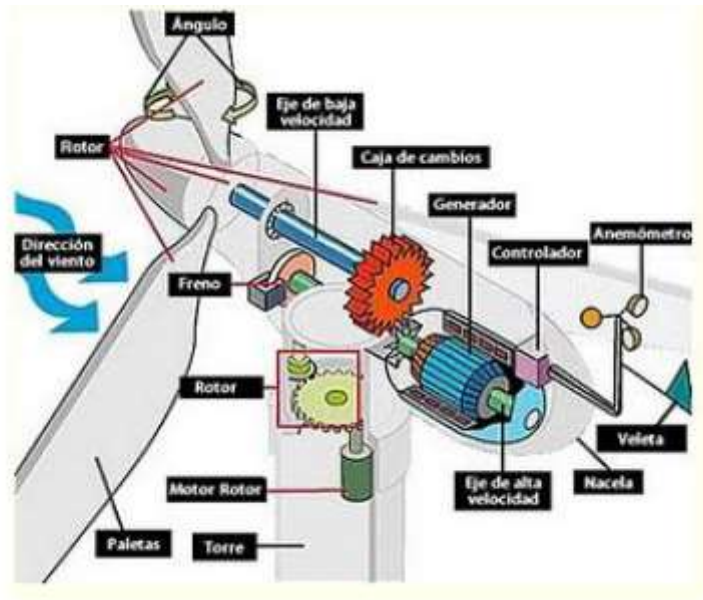
Partindo da legislação para o conhecimento do gerador de energia, destaca-se como principal componente da energia eólica também conhecida como energia dos ventos considerada a energia cinética armazenada nas massas de ar em circulação.

A energia pode ser aproveitada por meio da conversão da energia cinética em energia mecânica, quando se utiliza captadores de ventos e por meio de mecânica de girar as hélices e levando até os aerogeradores, passa-se a obter energia elétrica, várias tecnologias empregadas em projeto de modernização de equipamentos aerogeradores e de hélices mais modernas permitem ter velocidades diferentes para cada tipo de aerogerador de indução e com rotor em gaiola de esquilo (GWR, 2012).

Uma turbina eólica é composta normalmente por um aerogerador três hélices conhecida como pás, torre e equipamentos elétricos e eletrônicos.

Na Figura 14, pode-se ter uma visão das partes de uma torre eólica, como as hélices que chamaremos de pás tem perfis aerodinâmicos responsáveis pela interação com o vento, são elas que transformam parte de sua energia cinética em energia mecânica.

Os aerogeradores modernos usam controle de velocidade por passo, a pá modificará seu ângulo de arraste do vento por meio do giro dos rolamentos em sua base. As pás são fixadas por meio de flanges em uma disposição metálica a frente do aerogerador chamada de cubo, construído em aço especial ou liga de alta resistência para aguentar altas temperaturas externas e internas (GWR, 2012).



**Figura 14: Aero-gerador, torre, hélice (paletas)**  
 Fonte: GWR (2012)

O cubo é disposto de maneira a acomodar todos os mecanismos necessários para o bom funcionamento do motor e para a adaptação do ângulo de arraste das pás com rolamentos para fixação das pás nos aerogeradores o controle de velocidade passa a ser automático. O eixo da turbina sustentará o peso do aerogerador e das pás, suportando a transferência da energia mecânica, para a turbina que a converterá em energia elétrica (GWR, 2012).

A Base suportara toda a estrutura montada sobre a torre, onde se localizam o gerador, a caixa de engrenagens, todo o sistema de controle, medição do vento, motores e engrenagens que adequaram a turbina ao melhor posicionamento em relação ao vento. A Figura 15 também ilustrou a estrutura interna de uma turbina geradora de energia eólica. Semelhante instalada no parque eólico em estudo.

Os parques eólicos tem inserção de aerogeradores na paisagem natural que constituem uma alteração à qualidade da paisagem. Muito se crítica o impacto visual decorrente da presença dos aerogeradores, dentre outros. Geralmente, a torre e as hélices dos aerogeradores possuem cor branca ou cinza claro visando atender exigências de segurança aérea (visibilidade das turbinas) e com material específico, de modo a evitar reflexões na superfície dos componentes. Em alguns países as normas de segurança aérea exigem a pintura das pontas das pás em faixas laranja (GWR, 2012).

O projeto de implantação de um parque eólico requer um processo longo para avaliação de todos os pontos que precisam ser determinados para sua construção, qual o melhor definição de um local conforme a estrutura de ventos da região. Precisam ser considerado, além do potencial eólico que se espera ser promissor, o espaço disponível para instalação do parque eólico, custo da terra, distância em relação à rede de distribuição de energia, acessibilidade, infra estrutura de estradas e portos, condições para a montagem das turbinas no solo, a região ou cidade, custos de logística, custos de manutenção, custo de remuneração pela energia produzida, etc (de Carvalho *et. al*, 2015).

Pode-se dizer que o início do desenvolvimento de parques eólicos comerciais, apareceram na Europa e nos Estados Unidos, por volta dos anos 80. E conforme a Tabela 6 pode-se observar está evolução, sendo que as turbinas possuíam aerogeradores entre 10m e 20m de diâmetro e potencial de geração de energia em torno de 30 a 100kW. As novas tecnologias propiciaram um aumento na capacidade de produção de energia por volta dos anos 90 os aerogeradores já produziam por volta de 300 kW um crescimento de 300%, já na nos anos de 2005 a 2010, os aerogeradores alcançaram a marca de 1,5MW a 2MW (WWEA, 2014).

**Tabela 6: Evolução das torres eólicas**

Ano	Capacidade média (kW)	Diâmetro (m)	Produção (kWh/ano)
1980	30	15	35.000
1985	80	20	95.000
1990	250	30	400.000
1995	600	45	1.250.000
2000	1500	65	3.500.000
2005	2000	80	4.400.000
2010	3000	80	6.500.000
2014	5600	108	11.500.000

Fonte: (WWEA, 2014) Adaptado pelo autor.

Assim como os geradores as empresas estudam torres de turbinas mais altas, não só para permitir o acesso a velocidades de vento superiores e condições mais estáveis, mas também para o aumento do tempo de produção eólica visto que na Europa e Estados Unidos as oportunidades são maximizadas para colher energia, onde existem condições de vento favoráveis acima de 100 metros e demanda de eletricidade é relativamente alta. Com isto a *Corporate Technology (CT US)* fez uma parceria com Universidade do Estado de Iowa para adaptar o conceito Hexcrete - uma inovação de

engenharia estrutural utilizado para torres de pontes altas em suspensão e pontes estaiadas, para as mais altas torres de turbinas eólicas. (Siemens, 2015).

Com um novo modelo chamado de "*Tower Hexcrete*" para captação de energia eólica em *Taller Hub Heights*, este modelo foi para criar um novo projeto de torre de energia eólica mais leve e mais alta para o conceito de produção de energia e colheita de vento entre 120 a 140 metros de altura reduzindo o custo de construção e operação de torres eólicas nos Estados Unidos. CT dos EUA está realizando a análise de projeto e otimização para os modelos de torre de vento que são criados para esse esforço (Siemens, 2015).

### 2.3 LOGÍSTICA

O conceito de Logística está em constante evolução, sempre buscando ganhos de competitividade e atingimento de níveis de custos reduzidos, em função dos aspectos globais e da necessidade dos clientes sempre agir de modo rápido frente às mudanças organizacionais. Até há pouco tempo era, essencialmente, associada a transporte e armazenagem, passando a ser combinada, também, com outras atividades, de maneira a trazer agilidade ao processo e qualidade na informação tais como: Atendimento ao Cliente, movimentação de cargas, Marketing, entre outros. Passou a ser atividade considerada como função de apoio, vital ao sucesso dos negócios e em uma velocidade impressionante, esta percepção vem sendo alterada em direção ao reconhecimento da Logística como elemento estratégico (De Faria *et. al.*, 2004).

O Operador Logístico neste estudo de caso foi considerado uma empresa especializada, que têm capacidade para gerenciar, executar e tomar decisões em todas ou parte das atividades logísticas, favorecendo as várias fases da cadeia de suprimentos de seus clientes. Ela tem como principal fundamento agregar valor aos produtos e serviços dos clientes e precisa ter também competência para, no mínimo, prestar simultaneamente serviços nas atividades básicas de controle de estoques, movimentação de cargas, armazenagem e gestão de transportes. E qualquer outro serviço que possam ser oferecidos funcionaria como diferenciais de cada operador (Figueiredo, *et. al.*, 2009).

A logística poderia ser classificada como sendo todas as atividades de movimentação e armazenagem de produtos, facilitando o fluxo de mercadorias conforme mencionou Ballou (2009, p.22) iniciando na compra da matéria-prima passando pelas fases de transformação até o produto acabado e

depois até chegar ao seu consumidor final, com propósito de aprimorar os níveis de serviços aos clientes a um custo razoável.

Conforme Kaminski (2004) a definição da gestão dos custos logísticos favoreceria a tomada de decisões em planejamentos estratégicos tais como: armazenagem de produtos e de estoques, decisões sobre terceirização de aluguel de galpões, gerenciamento do custo de serviço prestado por terceiros, mitigação de gargalos, avaliação do sistema de movimentação de cargas e melhora nos processos e correta alocação de recursos, Sobre a mitigação de gargalos, referida por Kaminski (2004).

Em continuidade ao estudo proposto, neste capítulo iniciou-se análise do entendimento dos modais de transporte em consonância com a construção de parques eólicos.

Pode-se dizer que a necessidade de movimentação de mercadorias surge com as primeiras trocas comerciais, entre pessoas. Conforme este tipo de atividade econômica se desenvolveu o comércio internacional foi ganhando espaço, a logística surgiu colocando aos transportadores novos métodos e aperfeiçoando tecnologias. As atividades de logísticas são marcada por grandes mudanças nos últimos anos (Leandro, 2013):

- o século XVIII, foi marcado pela necessidade de transporte marítimo e fluviais, suportando as economias coloniais e promovendo o desenvolvimento mercantilista de grandes polos de atividade, localizados normalmente próximos a rios e mares;
- o século XIX com a chegada da ferrovia, o desenvolvimento que antes era local começou a ser disseminado para as zonas mais longínquas dos Estados, proporcionando assim novos polos comerciais e desenvolvendo a indústria, reduzindo os custos de logísticas;
- o século XX, o aparecimento dos veículos motorizados trouxe consigo o desenvolvimento de estradas e mais recentemente as auto estradas, surgindo novas perspectivas de mercado, promovendo novos modelos de desenvolvimento logísticos.
- com o desenvolvimento de tecnologias mais recentemente a informação e comunicação, ficaram mais rápidas e nas últimas duas décadas, representam mais uma revolução no domínio da logística aderindo a todos os agentes envolvidos um maior controle, monitoramento, coordenação e integração das atividades.

A partir de 2001, com a publicação pela Comissão Europeia do Livro Branco “A política Europeia de transportes no horizonte 2010, à hora das opções” Branco, (2001), foi proposto um conjunto de atividades que visam o desenvolvimento de um sistema integrado de logística, para trazer o equilíbrio entre os diferentes modos de transporte e o objetivo específico de revitalizar o transporte rodoviário, ferroviário, desenvolver o transporte marítimo e fluvial e promover o controle do crescimento do transporte aéreo (Branco, 2001).

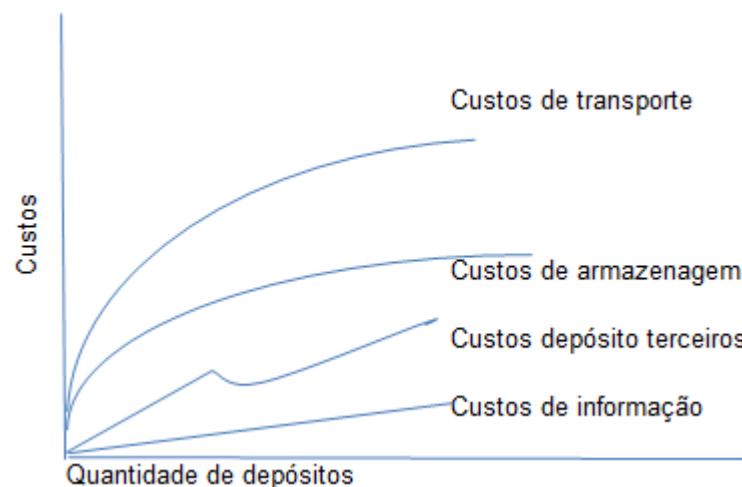
A perspectiva de que a gestão da logística se limitou até meados de 2004 a um exercício de cálculo de taxas de fretes e rotas, não produzindo qualquer contribuição para o lucro ou melhoria do desempenho de uma organização, sendo abandonada com a chegada de novas tecnologias, a atividade de gerenciar a logística foi considerada uma atividade chave de um sistema logístico, sendo responsável por absorver entre um terço a dois terços dos custos logísticos totais de uma empresa (Ballou, 2009).

Conforme o *Council of Supply Chain Management Professionals* (CSCMP), a logística é considerada a parte principal que rege o gerenciamento de toda carga a ser movimentada, o Fornecedor precisa planejar, implantar e controlar de forma eficiente o fluxo de movimentação e armazenamento de bens, serviços e ter sempre a disposição das autoridades as informações relacionadas entre o ponto de origem (fábrica) e o ponto de consumo (parque eólico), atendendo todos os requisitos legais e sociais (Russi, 2015).

Acreditou-se que a logística tornou-se ferramenta fundamental na definição de estratégias das empresas ponto fundamental que pode torna-las mais competitivas e lucrativas. As empresas precisariam colocar em seus planejamentos a estratégia da reestruturação dos seus procedimentos operacionais, na busca de se capitalizar todos os esforços na fidelização do cliente, que cada vez mais, compara o preço com outras variáveis: qualidade, rapidez de atendimento, sustentabilidade e serviços oferecidos (Rodrigues, 2010).

A movimentação de cargas e o crescimento do PIB também andam juntos este é impulsionado pelo sistema de transportes, ao movimentar as riquezas nacionais, facilitar exportações brasileiras e ligar áreas produtoras a mercados consumidores. Estimulando investimentos públicos e privados nos diferentes modais, com o próprio incentivo que o desenvolvimento do PIB oferece a expansão dos sistemas de transporte no país, fechando esse círculo virtuoso (CNT, 2014).

A movimentação de cargas sempre será um dos elementos mais importantes de operações logísticas e pode ser classificado em duas partes principais: primeira movimentação e transporte de cargas e segundo armazenagem e estocagem de produtos. Conforme apresentado no gráfico da Figura 15, quanto mais depósitos intermediários maiores os custos de uma rede de distribuição serão. A movimentação de carga e transporte mostra a necessidade de melhora da eficiência no uso dos modais disponíveis, na redução da distância de entrega ou da melhoria das condições existentes, este modelo desenhado por Chistopher ainda é utilizado nos dias atuais pelas empresas, (Chistopher, 2011).



**Figura 15: Modelo rede de distribuição**

Fonte: Adaptado de Chistopher (2011)

Na Europa, mais precisamente na Dinamarca o governo destacou que a logística do projeto *London Array* foi “Um transporte de lâminas fácil”, visto que o diâmetro das lâminas era de 4,2 metros, o que facilitou o meio de transporte rodoviário. Elas foram transportadas em pesados caminhões de carga da fábrica na região sul de Funen até o porto de Esbjerg na costa oeste dinamarquesa, de onde elas foram carregadas por meio marítimo e por também embarcações especiais rumo ao local de instalação na costa escocesa.” Com a redução de peso das lâminas também foi obtido redução nos custos logísticos de manuseio e de transporte (Siemens, 2012).

O transporte de uma hélice de 53 metros, por exemplo, de São Paulo para Fortaleza por via rodoviária pode levar em média até 50 dias, enquanto que por via marítima demandaria no máximo seis dias (Valor Econômico, 2014).



Para este tipo de transporte o tráfego precisa ser interrompido, necessitando além de caminhões especiais de operadores e controladores adicionais, autorização especial das autoridades para o transporte e cuidados especiais para não ocorrer acidentes no decorrer do trajeto (CNT, 2014).

O transporte de uma hélice eólica de 53 metros de comprimento precisava ter como veículo utilizado, motor com potência de deslocamento de 690 cv para suportar o deslocamento ao longo de 320 km na Dinamarca. As viagens tiveram uma duração média entre 6 a 9 horas por dia a uma velocidade média de 5km/h e implicou na transposição de diversos obstáculos, incluindo ruas urbanas, estreitamentos e outras singularidades, sendo o percurso total feito em aproximadamente 15 dias, aos finais de semana não é possível o transporte destes equipamentos pois obrigou à remoção provisória de postes de iluminação e sinais de trânsito no seu percurso (Siemens, 2012).



**Figura 16: Montagem de turbina eólica**  
Fonte: Copel (2007).

A Logística vai muito além do transporte de cargas e conforme mostrou a Figura 16, o principal equipamento para a realização de uma operação de movimentação de cargas pesadas é o guindaste, ele não só é o responsável por movimentar a carga no local de origem, depósito ou armazém, mas também é essencial no local definitivo ou de instalação. Os guindastes devem ser manuseados por um operador na cabine, que tenha especialização e experiência para cargas de grandes dimensões (Copel, 2007).

Por se tratar de uma operação que se caracteriza por sua complexidade e pela multiplicidade de variáveis de riscos envolvidas no trabalho, sendo algumas, tipos de embarcação, tipo de caminhão, tipos e pesos de carga, condições de tempo, ventos etc. Também influenciado pela dificuldade de controlá-las de maneira simultânea, muitas vezes a carga não pode balançar, pois causaria um desequilíbrio no guindaste o que poderia ocasionar queda, e perda da mercadoria e até de vidas (Copel, 2007).



**Figura 17: Movimentação e armazenamento de equipamentos eólicos**  
Fonte: TECHNIP ( 2004).

Conforme mostrou a Figura 17, muitas vezes a transferência do estoque das mercadorias do fornecedor para o cliente final, também pode ser classificado como um problema para a logística, se considerar que o fornecedor está longe, e não pode adaptar-se à entrega em pequenos lotes, isso acontece quando se trata de mercadorias de grande porte , ou cargas indivisíveis, então a estratégia de estocar no depósito, pode-se considerar vantajosa, ou ainda depositar seu estoque em um armazém próximo ao cliente ou muitas vezes dentro do próprio cliente, se ele dispuser de espaço e condições adequadas (FDC, 2014).

Este estoque ainda é considerado como de propriedade do fornecedor até que o cliente o consuma, ou de seu aceite final reconhecendo a transferência do mesmo. As duas estratégias devem ser usadas com objetivos técnicos e pontuais como economizar espaços na fábrica, porém

geralmente não solucionam o problema da armazenagem, somente o escondem, conforme destacou o Operador Logístico (DHL, 2013).

Na Tabela 7 tem-se o comparativo entre os principais meios de deslocamento de carga existentes e sua característica observou-se que o transporte marítimo mesmo tendo um custo muito mais baixo em relação aos outros transportes, pouco é utilizado, visto que o sistema portuário muitas vezes também não acompanha o desenvolvimento do país, causando transtornos e aumentando o custo de transporte de equipamentos de grande porte.

**Tabela 7: Deslocamento de carga**

<b>Modelo</b>	<b>Rodoviário</b>	<b>Ferrovário</b>	<b>Marítimo</b>
<i>Custo unitário</i>	Médio \$ X por tonelada/km	Baixo \$ X/5 por tonelada/km	Baixo \$ X/20 por tonelada/km
<i>Volumes/quantidades</i>	Pequenos a médios (algumas carretas)	Grandes volumes, carga completa do vagão e muito mais eficiente.	Grandes volumes para granel, médios volumes para contêineres.
<i>Velocidade</i>	Média infraestrutura (60-80 km/h)	Metade da velocidade do rodoviário, exceto (raros) trens rápidos.	Lento: 10 km/h: 10 a 12 dias para cruzar oceano
<i>Frequência</i>	Alta e flexível	Média e fixa, depende da rota	Baixa, depende da rota
<i>Confiabilidade</i>	Média, depende da infraestrutura e da frota	Alta	Alta
<i>Distâncias</i>	Curtas a médias	Médias a longas	Médias a muito longas

Fonte: Corrêa (2010)

Para Brandalise (2015) os custos logísticos podem ser considerados como a soma de todos os custos de estoque, armazenagem de cargas, movimentação e transporte. Segundo ele os custos estão organizados em componentes conforme descrito na Tabela 8, toma-se os custos logísticos como sendo os custos de armazenagem, custo de distribuição e estocagem, custos de transação, processamento da mercadoria desembaraço alfandegários, controle de documentos, tudo conforme a lei de importação de mercadorias.

**Tabela 8: Adaptado - Resumo custos Logísticos**

<b>Logística</b>	<b>Resumo</b>	<b>Exemplos</b>
Custos de armazenagem	Armazenagem / manuseio de produtos.	Movimentação de produtos, inventários, custos fixos.

Custos de distribuição	custos de transporte na entrega ou coleta de produtos.	Fretes, transferência, coleta, pedágios, manutenção combustível da frota.
Custos de movimentação	reposição de materiais, a (suprimentos), como de apoio à manufatura (produção) e a distribuição (vendas).	Custos com processamento e transmissão de pedidos; comunicação; tecnologia da informação.

Fonte: Adaptado, Brandalise (2015)

Observou-se ainda que a logística tenha a necessidade de estar em constante evolução, na busca pela competitividade não somente na redução de custos, mas principalmente em razão de se proteger o meio ambiente, associado ao transporte e armazenagem de mercadorias, passando a investir mais no controle de suprimentos e atendimento as necessidades do cliente (Brandalise, 2015).

### 2.3.1 Custos logísticos

Quanto aos custos logísticos Faria e Costa (2005, p. 69) descreveram que diante da competitividade e da globalização dentro de intensa competição na maioria dos segmentos da economia, tem como importante aspecto a gestão dos custos logísticos. Que passa a ter como tratativa principal o estabelecimento de políticas que possibilitem às empresas, simultaneamente, a melhoria do nível de serviço oferecido ao cliente e uma redução nos custos. Para isso, é preciso conhecer quais são os custos inerentes a todo o processo logístico, “os custos logísticos são os custos de planejar, implementar e controlar todo o inventário de entrada (*inbound*), em processo e de saída (*outbound*), desde o ponto de origem até o ponto de consumo”.

Para acompanhar os custos logísticos eles devem ser controlados como sendo o custo que poderá ser fixo ou variável, no fixo encontram-se os custos de capital e nos custos variáveis podem ser encontrados os custos relacionados à operação conforme mostrou a Figura 18. O nível de controle a ser mantido depende do nível de serviço objetivado e da política a ser adotada pela empresa, e essa decisão está relacionada à incerteza na demanda ou no fornecimento (Faria e Costa, 2005, p.104).

**Figura 18: Custos no modal rodoviário.**

Custo Direto	Custos Fixos:	Salários e obrigações trabalhistas Remuneração diversa Custos Oportunidade sobre Investimentos Seguro, licenciamento, veículos. Depreciação (Veículos e equipamentos)
	Custos variáveis:	Peças e acessórios Pneus Combustível Pedágios Lavagens e lubrificação
Custo Indireto	Relacionados com a Administração, contabilidade, vendas, financeiro, etc.	

Fonte: Adaptado de Faria e Costa (2005).

Os custos logísticos, segundo as informações obtidas junto do Instituto de Logística e *Supply Chain* (ILOS), corresponderam a 9% do PIB brasileiro em 2013. Porém os custos com as operações logísticas brasileiras ficaram por volta de R\$ 391 bilhões, sendo que R\$ 210 bilhões foram gastos em transporte de carga, R\$ 90 bilhões em estocagem de mercadorias, já o armazenamento em geral gastou R\$ 86 bilhões, considerados o estoque em trânsito (Ilos, 2014).

O estudo mostrou os principais tipos de custo logístico relacionado à economia brasileira, apontados na Tabela 10 e destacou-se para os principais resultados da logística no Brasil; para o transporte de cargas em geral que ficou representado em 49% do total dos custos e equivale a 9% do PIB. Dentro dessa conta destaca-se o consumo de óleo diesel que representa 1,8% do PIB e consequentemente o transporte rodoviário de cargas que representa 6,7% do PIB e o transporte rodoviário com veículos a diesel que representa 5,47% do PIB (Ilos, 2014).

**Tabela 9: Custos logísticos**

ITENS	US\$ Bruto	% Total	% PIB
Transporte	72,7	49%	9%
Armazenagem	7,3	5%	0,90%
Administração	4,0	4%	0,50%
Estocagem	40,3	42%	5%
<b>TOTAL</b>	<b>124,3</b>	<b>100%</b>	<b>15,40%</b>

Fonte: Ilós (2014).

Nos últimos anos a logística concentrou-se no deslocamento de mercadorias e de pessoas, porém, em relação à extensão total da malha rodoviária no país, observou-se que apenas uma parcela dela está pavimentada. Conforme estudos realizados pela CNT, cruzados com dados do

Sistema Nacional de Viação (SNV) de 2014 existem 1.691.522 km de malha rodoviária no país, na qual apenas 203.599 km são pavimentados, ou seja, 12,0% desta malha.

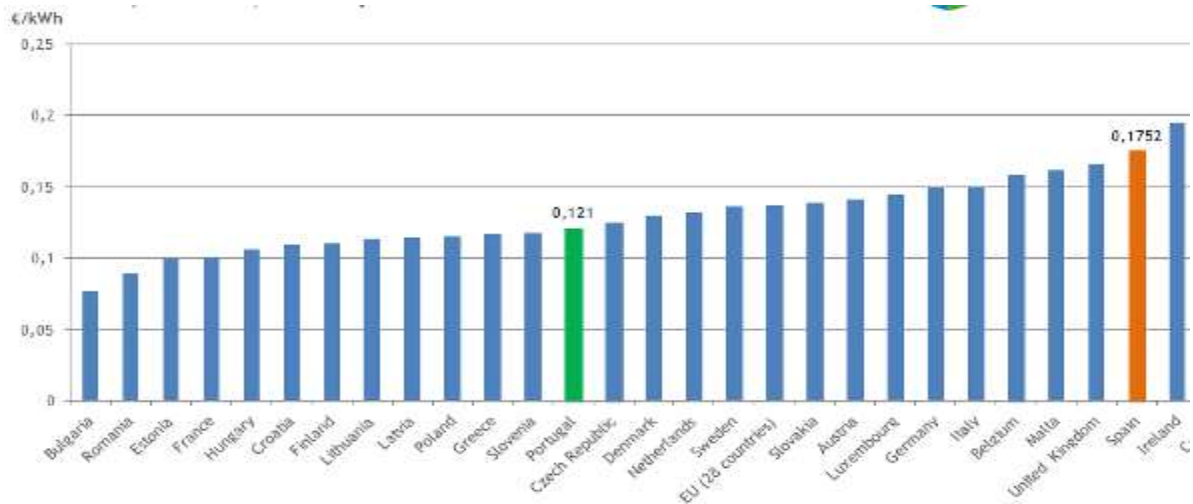
Das estradas com algum tipo de pavimentação, apenas 65.930 são federais, 8,2% são com pistas duplicadas (5.446 km) e 1,9% em construção ou duplicação (1.316 km) e na grande maioria 89,9% são de pista simples e muitas vezes mal sinalizadas. As duplicações de rodovias aumentariam a segurança e melhorariam a fluidez de cargas e dariam mais segurança a seus usuários (CNT, 2014).

Os custos logísticos, segundo as informações obtidas junto do Instituto de Logística e *Supply Chain* (ILOS), corresponderam a 9% do PIB brasileiro em 2013. Porém os custos com as operações logísticas brasileiras ficaram por volta de R\$ 391 bilhões, sendo que R\$ 210 bilhões foram gastos em transporte de carga, R\$ 90 bilhões em estocagem de mercadorias, já o armazenamento em geral gastou R\$ 86 bilhões, considerados o estoque em trânsito (Ilos, 2014).

A logística concentrou-se, no deslocamento de mercadorias e de pessoas, porém, em relação à extensão total da malha rodoviária no país, observou-se que apenas uma parcela dela está pavimentada. Conforme estudos realizados pela CNT, cruzados com dados do Sistema Nacional de Viação (SNV) de 2014 existem 1.691.522 km de malha rodoviária no país, na qual apenas 203.599 km são pavimentados, ou seja, 12,0% desta malha.

Das estradas com algum tipo de pavimentação, apenas 65.930 são federais, 8,2% são com pistas duplicadas (5.446 km) e 1,9% em construção ou duplicação (1.316 km) e na grande maioria 89,9% são de pista simples e muitas vezes mal sinalizadas. As duplicações de rodovias aumentariam a segurança e melhorariam a fluidez de cargas e dariam mais segurança a seus usuários (CNT, 2014).

A Figura 19 mostrou que o custo da energia eólica na Europa ficou estabelecido entre EUR\$ 0,08/kWh a EUR\$ 0,20/kWh no ano de 2012 e na Alemanha (Germany) o custo foi de EUR\$ 0,15/kWh, um padrão médio para os países europeus.



**Figura 19: Custo energia europeia**

Fonte: Apren (2013)

Já na esfera internacional, conforme a Tabela 11, o custo da energia produzido por energia eólica, foi estabelecido nos EUA em US\$ 0,30/kWh na década de 1980. Em 2006, seu custo foi bem menor (US\$ 0,03 a 0,05/kWh) Em 2011 e 2012, o preço da energia eólica ao para contratos de compra de energia de longo prazo nos Estados Unidos ficou média de apenas quatro centavos de dólar por quilowatt-hora, que é 50% menor do que em 2009, em regiões com regime de vento adequado, ocorreu uma queda nos custos de produção de energia (WWEA, 2014).

**Tabela 10: Custo energia americano**

Status da Tecnologia	1980	1997	2010	2012
Custo [US\$/kWh]	0,35 – 0,40	0,05 – 0,07	< 0,04	< 0,035
Custo de capital [US\$/kWh]	2.000 – 3.000	500 – 800	< 500	< 500
Vida útil [anos]	5 – 7	25 – 30	> 30	> 30
Fator de capacidade média [kW]	15	25 – 30	> 30	> 30
Disponibilidade [kW]	50 – 65	95	> 95	> 95
Faixa de potencia [kW]	50 – 150	300 – 1.000	500 – 2.000	500 – 2.000

Fonte: WWEA (2014).

Ao estudar este comparativo, os Fornecedores esperam sempre que benefícios sejam atribuídos aos parques eólicos motivando a queda de preços e maximização de lucros, no Brasil o custo ainda está muito alto, por volta de (US\$ 0,18/kWh).

O WWEA relatou que um quilowatt (kW) de eletricidade gerada a partir da energia eólica deveria custar entre cinco e dez centavos de euro. Um preço muito competitivo na comparação com outras fontes, por exemplo na construção de uma nova usina de carvão, ou nuclear é mais demorado e muito mais caro do que a de vento, se levar em conta todos os custos envolvidos, analisou Gsänger (WWEA, 2014).

A Tabela 11 mostrou o parâmetro utilizado pelo meio empresarial europeu, principal base de análise de construção de parques eólicos na Europa, servirá de modelo base para este estudo de caso. Considerada como uma referência para se comparar os custos de projetos com parques eólicos, sejam eles *onshore* ou *offshore*, visto de forma simplificada. Também se apresentou como uma contribuição comparativa do percentual dos custos de cada componente do sistema eólico no custo total do investimento, para geração de energia (Kassel, 2000).

**Tabela 11: Percentual dos custos esperado para um parque eólico**

<b>Custos Básicos</b>	<b>%</b>
Rotor (aerogerador)	25%
Nacele e equipamentos auxiliares	15%
Equipamento elétrico	15%
Torre e fundação	10%
Preparação do local e da estrada	10%
Transporte de equipamento	8%
Manutenção dos equipamentos e de sobressalentes	5%
Financeiro e Legal	5%
Interconexão elétrica	4%
Custos adicionais	3%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Fonte: Adaptado de Unidade de Pesquisa de Energia da Universidade de Kassel (2000)

Para entendimento da diferença de locais a serem implantados os parques eólicos, tem-se no termo *Offshore* que é um termo da língua inglesa e tem seu significado literal de “afastado da costa”. Em termos econômicos é designada por *offshore* uma empresa que tem a sua exploração de atividades em alto mar. O significado de *offshore* está também relacionado com a atividade de prospecção, perfuração e exploração petrolífera de empresas que operam ao largo da costa. O significado de *onshore* está também relacionado com a atividade (prospecção, perfuração e exploração) de empresas de exploração petrolífera que operam em terra. (Significados, 2015).



### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia, utilizada para este estudo de caso, tem a função de tornar possível a realização da pesquisa. Conforme definiu Rodrigues (2010, p. 3), a pesquisa científica é “um conjunto de procedimentos sistemáticos, baseados no raciocínio lógico, que tem por objetivo encontrar soluções para os problemas propostos mediante o emprego de métodos científicos”.

Neste estudo a metodologia tem como função delinear a pesquisa, procurando ajudar a elucidar um caso e refletir ou investigar com um olhar diferente sobre o mundo: um olhar curioso, indagador e criativo (Silva & Memezez, 2005).

Assim a metodologia adotada para esta pesquisa compõe-se de diversos procedimentos metodológicos, que serão delineados neste capítulo.

A metodologia de pesquisa deste estudo de caso considerou como fontes de informação:

- Pesquisa bibliográfica em nível nacional e internacional, *sites*, artigos, livros, publicações sobre desenvolvimento sustentável, energia eólica e logística. Abordagem foi dada na pesquisa relacionada à indústria de energia;
- Utilização de diretrizes e pesquisa documental de dados e relatórios internos do Fornecedor de fornecimento de equipamentos para parque eólico e de outras empresas sobre o tema abordado, desde que não confidenciais e já publicados na internet ou órgãos específicos de direito público;
- Entrevista informal, semi-estruturada, com profissionais que trabalham nas áreas de controladoria geral, controle de custos e logística do Fornecedor estudado, os quais não terão seus nomes divulgados.

O problema de pesquisa do estudo de caso foi caracterizado por ter uma abordagem qualitativa e conforme destacou Godoy *et. al.*, (2013) esta abordagem foca o estudo e a análise empírica em seu ambiente natural, no qual os pesquisadores tentam compreender os fenômenos que estão sendo estudados a partir da perspectiva dos participantes e esta pesquisa teve caráter descritivo e preocupou-se em descrever como ocorreu na realidade.

Os requisitos de triangulação de dados foi proposto por Yin (2015) a fim de manter o rigor da pesquisa e atender o propósito do estudo de caso, a coleta de dados deu-se pela utilização de entrevista semi-estruturada, pesquisa documental e observação não participante.

### 3.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Para iniciar a triangulação proposta por Yin (2015), a entrevista semi-estruturada foi realizada dentro do Fornecedor de equipamentos para parques eólicos, não será divulgado o nome porque não foi autorizado devido aos motivos estratégicos do Fornecedor. Os trabalhos foram desenvolvidos no setor de energia, mais precisamente na divisão de Energia Eólica, com observação não participante na fábrica que está estabelecida no interior do Estado de São Paulo, e no parque eólico propriamente dito no interior do Estado da Bahia. Esta unidade é nova no Brasil e tem como meta conquistar seu espaço no mercado eólico brasileiro, utiliza-se da experiência apontadas nos casos europeus para estabelecer seus custos iniciais porque o Fornecedor é líder mundial em geração de energia eólica *offshore* e *onshore*.

Por meio de pesquisa documental, para a realização deste trabalho foi realizada uma análise exploratória sobre o tema em questão, conforme apontou Souza *et al.* (2010), as principais características dessa abordagem são: produzir essencialmente descrições dos eventos investigados; sugerir explicações causais, mas sem confirmá-las. Contribuindo para isso, utilizou-se de Vergara (2006), que afirmou que a investigação exploratória não deve ser confundida com a leitura exploratória, pois ela é realizada em área na qual há pouco conhecimento sistematizado e acumulado e pela natureza de sondagem, não comporta hipóteses. Segundo a autora, as hipóteses poderão surgir durante a análise ou no final dela, sendo que neste estudo de caso, apresentou-se outras variáveis descritas no decorrer desta pesquisa.

Dessa forma, a primeira etapa consistiu-se na realização de uma entrevista semi-estruturada acompanhada de uma pesquisa bibliográfica, na determinação do Fornecedor e do ponto a ser analisado, suas características e a partir de livros, artigos, *sites* e informações disponibilizadas por órgãos públicos e privadas, com o intuito de aprimorar o conhecimento do tema pesquisado e assim mensurar por meio de uma análise que atenda aos objetivos do estudo.

Ainda como base os documentos extraídos junto a *sites* das empresas e de associações, reconhecidos como estratégicos para os cálculos de custos, sendo também estudados os documentos dos leilões dos parques eólicos. Os documentos do Fornecedor dos equipamentos e finalmente, como base os valores percentuais de custos financeiros para a logística dos equipamentos eólicos.

### 3.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

A escolha do estudo de caso deu-se a partir de entrevista semiestruturada junto ao Fornecedor e aos principais gerentes da área de energia eólica, responsáveis pelas áreas de custos, suprimentos e um gerente administrativo e um gerente de uma Operadora Logística. A partir do qual se apurou a necessidade de se obter informações mais precisas quanto aos fatores que implicam na sustentabilidade sobre os custos da logística para projeto de construção do parque eólico. Conforme Lakatos e Marconi (1999) segue-se um roteiro previamente estabelecido para este tipo de entrevista e se fizer necessário.

O processo de coleta de dados no estudo de caso é mais complexo que o de outras modalidades de pesquisa (Gil, 2009). Isso porque na maioria das pesquisas utiliza-se uma única técnica básica para a obtenção de dados, embora outras técnicas possam ser empregadas de forma complementar. O estudo de caso requer mais de uma técnica, desta maneira, além de entrevista informal semi-estruturada, foram analisados os documentos do fornecedor e confrontados com os documentos publicados pelo operador logístico para uma análise mais detalhada do processo de apuração dos custos logísticos.

O Fornecedor participou dos primeiros projetos eólicos em solo brasileiro, tendo como base para seus cálculos de custo os indicadores históricos apresentados na Europa pela universidade de Kassel (2000). O gerente geral destacou que “o sistema viário brasileiro é precário”, segundo os dados de transporte brasileiro emitido pelo órgão do governo o DNIT (2015), foi identificado que este seria o ponto de partida do estudo.

Com o intuito de observar os aspectos desta aplicação na prática, foram realizadas análises dos dados públicos das empresas envolvidas, disponibilizados em relatórios e nos sites das próprias organizações, posteriormente foi realizada entrevistas, de forma informal e semi-estruturada.

A pesquisa ocorreu dentro das instalações do fornecedor tornando a teoria em prática sendo que pesquisa qualitativa deve sempre que possível ocorrer em um cenário natural, o pesquisador qualitativo deve sempre levar em consideração o local que o participante está, isto facilita devido as experiências reais dos participantes, (Creswell, 2007). Neste caso o estudo foi estabelecido dentro das instalações do Fornecedor dos equipamentos.

Segundo Yin (2015), obter dados mediante procedimentos diversos é fundamental para garantir a qualidade dos resultados obtidos. Os resultados obtidos no estudo de caso devem ser provenientes da convergência ou da divergência das observações obtidas de diferentes procedimentos. Dessa maneira é que se torna possível conferir validade ao estudo, evitando que ele fique subordinado à subjetividade do pesquisador, comparativamente a pesquisa necessitou de diversos procedimentos para se obter uma conclusão.

No contato com os entrevistados, foi apresentada a finalidade do estudo e a garantia do anonimato, os quais solicitaram não mencionar valores do Fornecedor por se tratarem de valores efetivos e de sigilo empresarial, porém foi permitido utilizar os percentuais como forma comparativa com os valores publicados pela Universidade de Kassel (2000).

Observou-se pela caracterização dos colaboradores entrevistados a abrangência e a relação da atuação deles com o tema da pesquisa, com destaque para as áreas comercial e Operador Logístico (movimentação de cargas e distribuição), de suprimentos (entradas de materiais), movimentação e preparação na área fabril, controladoria de projetos e administrativa financeira (controladoria da fábrica). Além das entrevistas, realizadas no período de março a maio de 2015, utilizou-se também como técnica análise documental, feita em relatórios contábeis e gerenciais do Fornecedor, visando melhor compreender as informações apresentadas no estudo.

Para a interpretação dos dados foi utilizada como meio de análise das informações coletadas, onde são realizadas reflexões sobre os dados e as informações e pela compreensão dos fatos, levando em consideração a relevância e a contribuição específica deles para o estudo do tema abordado.

Além disso, os resultados obtidos na análise dos dados foram comparados com os resultados da pesquisa realizada no referencial teórico em periódicos, nacionais e internacionais, possibilitando assim uma visão mais abrangente sobre o significado dos resultados da pesquisa.

Na Tabela 12, foi apresentado o perfil dos entrevistados, os nomes não serão divulgados, porque não foi autorizado pelo Fornecedor.

**Tabela 12: Perfil dos entrevistados**

<b>Cargo</b>	<b>Área de atuação</b>	<b>Empresas</b>	<b>Tempo de empresa (em anos)</b>	<b>Idade (em anos)</b>
<i>Controller</i>	Central Eólica	Fornecedor	12 anos	45
Gerente de Controladoria	Unidade de Negócios	Fornecedor	9 anos	44
Gerente de Logística	Logística	Operador Logístico	7 anos	37
Gerente Fábrica	Fábrica	Fornecedor	6 anos	45
Gerente Compras	Logística	Fornecedor	4 anos	35
Gerente Geral	Administração	Fornecedor	22 anos	59

Fonte: Dados da pesquisa

### 3.3 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE DE DADOS

Os dados extraídos dos documentos do Fornecedor de equipamentos para parques eólicos provem de valores que foram transformados no formato de variações percentuais de modo que fossem comparáveis com dados pré-estabelecidos, tendo em vista não incorrerem em problemas de detalhes técnicos de cada valor em particular, sendo o principal foco deste estudo o custo total de logística e não as particularidades e não serão divulgados em separado ou mesmo por partes o que poderia acarretar quebra de confiança e do sigilo de proteção do anonimato do Fornecedor e dos gerentes envolvidos na pesquisa.

O processo de análise e interpretação dos dados de um estudo de caso pode envolver diferentes modelos de análises (Gil, 2009). Para tanto, a análise dos dados utilizada foi por meio de uma análise de conteúdo de documentos, registros extraídos do sistema do fornecedor, papéis e relatórios foram compilados em formato de tabela do excell.

Para validar os conteúdos analisados, que verifica se os dados representam aquilo que se procura mensurar (Malhotra, 2006), aborda-se a clareza e a adequação dos enunciados e indicadores utilizados no instrumento de coleta de dados para a mensuração das hipóteses do estudo (Hair *et al.*, 2005), também considerou-se que o estudo de caso apresentava ou não a validade de conteúdo, bem como qual o método utilizado para estabelecer a validade.

As evidências e o desenvolvimento de linhas convergentes de investigação, podem ser a vantagem que se apresenta no uso de fontes múltiplas, ou seja, um processo de triangulação. Assim, qualquer descoberta ou conclusão em um estudo de caso provavelmente será muito mais convincente e acurada se baseada em várias fontes distintas de informação, obedecendo a um estilo

corroborativo para a pesquisa (Yin, 2015). Desta maneira procurou-se obter de forma cruzada valores de documentos, mais entrevista informal e pesquisa bibliográfica de documentos extraídos da internet para o entendimento da pesquisa.

Neste contexto para esta pesquisa, tomou-se por base e entendimento utilizar-se de um protocolo do estudo de caso desenvolvido o qual foi seguido a estrutura apresentada na Tabela 14, de acordo com as proposta de Yin (2015):

<b>Tabela 14: Protocolo desse estudo de caso</b>		
<b>1</b>	<b>Dados de identificação:</b>	<b>Análise</b>
	Dados de identificação: Título do projeto, nome dos responsáveis, período e local de realização.	<b>ok</b>
<b>2</b>	<b>Introdução ao estudo de caso e finalidade do protocolo:</b>	
	Papel do protocolo na orientação do investigador do estudo	<b>ok</b>
<b>3</b>	<b>Procedimento de coleta de dados:</b>	
	Definição das instituições e pessoas que constituirão o objeto de pesquisa, definição da agenda, nomes, locais, perfil dos respondentes, ambiente da empresa relacionado	<b>ok</b>
<b>4</b>	<b>Questões do estudo de caso:</b>	
	coleta de dados, baseados no problema ou nas questões mais amplas de pesquisa, precedidas de procedimentos de pré-teste.	<b>ok</b>
<b>5</b>	<b>Guia para elaboração do relatório:</b>	
	Está relacionado com a classificação dos eventos, referências a documentos importantes e lista de pessoas entrevistadas.	<b>ok</b>
<b>6</b>	<b>Banco de dados:</b>	
	Os documentos a serem coletados, questionários aplicados aos gestores da empresa e outros documentos impressos utilizados durante a pesquisa e que serão mantidos em arquivos pelo pesquisador. Possíveis verificações in loco no campo das operações.	<b>ok</b>
<b>7</b>	<b>Relatório da Pesquisa:</b>	
	Utilização e análise dos dados e informações coletadas junto aos participantes da pesquisa, com questionário ou observação documental. Redação do relatório da pesquisa à luz dos seus objetivos e com base no material coletado com os participantes	<b>ok</b>

Fonte: Elaborado pelo autor, adaptado de Yin (2015).

## 4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A coleta de dados ocorreu em dois momentos, conforme a Figura 20, durante março de 2015 a maio de 2015 foram feitas as entrevistas com os envolvidos no projeto eólico, e de junho 2015 a janeiro de 2016, foram coletadas as informações necessárias para concluir as devidas análises.

**Figura 20: Matriz de amarração.**

<b>Primeiro Momento</b>	
mar/15	Início do planejamento da pesquisa.
abr/15	Seleção das empresas envolvidas
mai/15	Entrevista com os principais participantes
<b>Segundo momento</b>	
jun/15	Visita aos locais escolhidos fábrica em Jundiai
jul/15	Análise de documentos da empresa
out/15	Visita ao parque eólico na Bahia
nov/15	Pesquisa documental
dez/15	Pesquisa documental
jan/15	Conclusões da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 4.1 ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS

Para este estudo de caso foi utilizado entrevista informal semi-estruturada, que foi convertida em questionário pré-qualitativo, para facilitar a análise do qual resultaram as seguintes informações:

Quanto pergunta se o fornecedor tinha algum tipo de política ambiental em seus controles e se está comprometida com práticas de Desenvolvimento Sustentável, o *Controller disse que* “só tem os relatórios e os números do planejamento, então não poderia afirmar que as outras empresas envolvidas no projeto teriam práticas de desenvolvimento”.

De acordo com o estudo realizado, todos os respondentes afirmaram que em termos de formação ambiental interna, existe sensibilização dos colaboradores e não existe obstáculos ou oposição dos colaboradores quanto à sustentabilidade no Fornecedor. O Gerente Geral, disse que

“já é uma política aplicada a algum tempo na empresa, assim como para ser fornecedor da empresa, eles também precisam ter está cultura enraizada”, porém ele não soube dizer se existe documentos que comprovem tal afirmação.

O Controller e o Gerente de Fábrica disseram que a área considerada com maior impacto ambiental ou atividade que consome maior quantidade de recursos naturais é a fábrica, posteriormente a logística com as áreas de armazenamento, estoques e transporte em geral.

Na percepção de todos respondentes, o fornecedor promove o conceito de Logística Verde, destacando que todas as empresas envolvidas precisam ter as certificações ISO 9001 e ISO 14001 de controle de qualidade e cuidados com o meio ambiente. Disseram também que todos os projetos do fornecedor tem como pratica a logística reversa.

Os respondentes afirmaram que a empresa fornecia apoio aos seus fornecedores, na área da logística nos seus departamentos de (compras, distribuição, transportes), podendo também ministrar treinamentos para seus fornecedores diretamente em suas sedes.

O Gerente da Controladoria e o Gerente da Fábrica disseram que a empresa não faz parcerias, com os clientes ou com os fornecedores, e não existiam trabalhos em comum, ou desenvolviam critérios para melhorar a eficiência ambiental, já no ponto de vista dos outros respondentes o Fornecedor desenvolve algum tipo de trabalho de sustentabilidade junto aos seus clientes e fornecedores, buscando parcerias ambientais. O Gerente administrativo, disse que “ sim eles tem por costume desenvolver trabalhos de conscientização ambiental com clientes, fornecedores e a sociedade em geral”.

Dentre os respondentes apenas o Gerente da Operadora Logística e o Gerente de Compras afirmaram que os operadores logísticos estão preparados para atender as necessidades de Fornecedor de equipamentos eólicos, enquanto os outros respondentes afirmaram que não. O Controller ainda informou que “ os operadores logísticos não estão preparados para suprir as suas necessidades, pois muitas vezes para os diversos tipos de movimentação de carga é necessário um número específico de equipamentos, e faltam equipamentos adequados para movimentação das cargas, atrasando os trabalhos, ou sendo necessário buscar outros parceiros logísticos, ainda o deslocamento via marítima esbarra na legislação de se operar com cargueiros que não tem filiais no Brasil”.



O Gerente da Operadora Logística, também nos relatou que “Os operadores logísticos brasileiros se deparam com problemas na legislação, a Lei brasileira de Logística praticamente obriga que os clientes contratem apenas um operador logístico, reduzindo a quantidade de opções” . Ele ainda disse como exemplo que “ se o cliente necessitar de modalidades diferentes de transporte, (caminhão, cargueiros e balsa, o cliente precisará embarcar a mercadoria no caminhão e levar o caminhão junto com a carga até o destino final, não podendo trocar de meio de transporte”, isso pode ser um fator de encarecimento do custo de transporte.

A pergunta que tinha como questão saber se o Operador logístico tinha relatórios de sustentabilidade que comprovassem o comprometimento com as diretrizes do Fornecedor, apenas o Gerente da Operadora Logística e o Controller afirmaram que sim, o Gerente de Compras disse que” Normalmente o Controller era o responsável por averiguar os documentos sobre a sustentabilidade ele apenas recebia a relação dos Operadores cadastrados e buscava o perfil par as mercadorias a serem transportadas e ou movimentadas” j

á os outros entrevistados disseram não tinham conhecimento, ou nunca solicitaram este relatório. O Operador Logístico ainda informou que “as empresas pedem o título de certificação más nunca pedem os relatórios de sustentabilidade, porém eles são publicados regularmente em seus sites”.

As entrevistas resultaram no direcionamento e delineamento das análises, tendo como ponto de partida os custos logísticos. Conforme apontamentos dos entrevistados, as empresas tem certo controle junto ao fatores de sustentabilidade e comprometimento com os clientes, porém existe um certo descontentamento com os fatores logísticos envolvidos que não são totalmente claros.

## 4.2 OBJETO DO ESTUDO

Primeiramente descreveram-se as empresas envolvidas no estudo de caso, a primeira sendo o operador do parque eólico já denominado neste estudo como Operador Logístico e a segunda sendo a empresa fornecedora dos equipamentos para o parque eólico já denominada neste estudo como Fornecedor.

Em seguida detalhes sobre a matriz energética e suas variantes, legislação nacional e internacional, leilões e por último descreveu-se sobre a logística envolvida na movimentação e transporte de cargas para o parque eólico.

Categorizar a denominada neste estudo como Operador de Parque Eólico, detentor da operação da energia se fez necessário devido as características do leilão determinado pelo governo, onde as concessionárias de energia são unicamente as empresas com habilitação governamental e com atribuição para a distribuição de energia aos consumidores em geral porém ela não é a construtora e somente pelo leilão se determina quem vai construir e efetuar a manutenção dos equipamentos.

O Operador do parque eólico em questão é a empresa Enel Green Power (EGP) empresa do Grupo Enel dedicada ao desenvolvimento e gestão de geração de energia a partir de fontes renováveis a nível internacional, com presença na Europa e nas Américas, o qual trataremos apenas como Operador do Parque.

No Brasil a EGP detêm o direito de operacionalização de três parques eólicos, são eles: “Curva dos Ventos”, “Fontes dos Ventos” e “Modelo” estabelecidos nos Estados da Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Norte, respectivamente. O parque eólico Curva dos Ventos está localizado no interior da Bahia, onde a EGP está em processo de conclusão das usinas de Cristal, Primavera e São Judas, previstos para término de construção em 2016 e 2017, são seus primeiros parques eólicos no Brasil. A usina, terá uma capacidade instalada superior a 56 MW (EGP, 2011), sendo considerada um parque de grande porte, com mais de cinco torres eólicas.

Fontes dos Ventos e Modelo são os primeiros parques eólicos da EGP, nos Estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte e proporcionam uma capacidade instalada de cerca de 80 MW e 56 MW respectivamente. Os projetos de energia eólica exigirão um investimento total de € 330 milhões de euros e ofereceram energia tanto para o mercado regulamentado quanto para o mercado livre, sob um contrato de compra de energia de longo prazo (PPA, em inglês), que a EGP venceu no leilão público “Nova Energia Brasileira” em 2009.

Os novos parques eólicos estão localizados em áreas caracterizadas por altas fontes de ventos e um fator de carga de cerca de 45% entre os mais altos do mundo. Quando entrarem em funcionamento, eles serão capazes de gerar mais de 770 milhões de kWh por ano, evitando cerca de 350 toneladas de emissões de CO<sub>2</sub> durante o período (EGP, 2015).

O Brasil está entre os líderes mundiais na geração de energia renovável graças à sua capacidade instalada de aproximadamente 98 mil MW, correspondendo a aproximadamente 85% da capacidade instalada total do país. Em 2017, espera-se que a capacidade total instalada de energia eólica da operadora EGP alcance aproximadamente 136 MW, ainda é uma pequena participação mas com potencial de crescimento (EGP, 2015).

O Fornecedor dos equipamentos foi escolhido como objeto de estudo dentre as seguintes propostas e pelas suas qualificações. Atualmente tem-se as instalações em solo brasileiro dos seguintes Fornecedores capacitados ao desenvolvimento de equipamentos para parques eólico, *Wobben Wind Power* (alemã), *Impsa* (argentina), GE (norte-americana), *Gamesa* (espanhola), WEG/MTOI (*joint venture* Brasil/Espanha), *Alstom* (francesa), *Vestas* (dinamarquesa), *Fuhrlander* (alemã), *Suzlon* (indiana), *Siemens* (alemã) e *Godian United Power* (chinesa), segundo Cabral (2015).

Nos documentos preliminares encontraram-se nos possíveis Fornecedores similaridades importantes e comparáveis como, todos têm grande porte, faturamento de mais de US\$ 1 bilhão de dólares em 2012, capacidade de Patrimônio Líquido superior a 10% dos valores estabelecidos em leilões, este sendo uma prerrogativa para a participação no leilão e tecnologia de ponta para efetuarem a construção dos parques eólicos (Valor Econômico, 2014).

O Fornecedor escolhido para este trabalho foi líder no caminho para energia eólica *offshore* em todo o mundo, como também é muito bem sucedido na indústria eólica *onshore*. Na Europa e na África instalou parques eólicos que geraram mais de 1GW no ano de 2012.

Com um novo projeto de *offshore* foi destaque na convenção *Mid American Energy* destacando-se mais uma vez como um dos principais fornecedores no mercado de eólica dos EUA em 2013, sua divisão de Energia *Wind Power Energ* . também obteve cerca de 43% de sua receita total com produtos voltados para a sustentabilidade, a empresa se tornou um dos principais fornecedores mundiais de tecnologia *eco-friendly*, ecologicamente correta (Portal da Energia, 2013).

No Brasil, o Fornecedor já atuou na construção de 18 parques eólicos, totalizando mais de 470 MW de potencial de energia eólica construído e conta com 205 aerogeradores de sua construção e que estão localizados na região do nordeste brasileiro, mais precisamente nos Estados da Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte. Com vários projetos de grande porte, aqueles

com mais de cinco turbinas, e geração de energia da ordem de 56MW até 90 MW (Portal da Energia, 2013).

O Fornecedor escolhido para este estudo foi uma empresa multinacional Alemã fundada em 1847, desenvolve seu trabalho no Brasil há aproximadamente 110 anos e domina a tecnologia de eletricidade, é atualmente o maior conglomerado de engenharia elétrica e eletrônica do país e da América Latina. Com aproximadamente 8.000 colaboradores no Brasil, suas atividades estão agrupadas em quatro setores estratégicos: Energia, Automação industrial, Saúde e Infraestrutura de cidades. Nos dias atuais seus equipamentos e sistemas elétricos são responsáveis pela geração de mais de 50% de toda energia elétrica brasileira.

O terceiro e principal objeto deste estudo de caso encontra-se na logística, apesar do interesse das montadoras em estar próximo a portos, a maior parte do transporte dos componentes para os parques eólicos ainda é realizado pelo modal rodoviário (ABDI, 2014). Este estudo não tratou com exclusividade um único Operador Logístico, visto que se buscou entender os custos logísticos do Fornecedor.

Também se apurou que em 2009 no território brasileiro existiam poucas empresas internacionais habilitadas a operar com navio de característica e tamanho específico para a eólica, sendo o Operador Logístico DHL Logistic classificado para esta operação, e perfazendo característica de multinacional Alemã. Além da infraestrutura deficiente e limitada em solo brasileiro do transporte rodoviário, foi reconhecido também que não existia portos preparados para receber grandes cargueiros, isso muitas vezes acarreta no aumento significativo do tempo de viagem e conseqüentemente o custo do deslocamento de cargas.

Encontrou-se também nas pesquisas, junto a Fundação Dom Cabral (FDC, 2014), que os custos dos operadores logísticos brasileiros são muito elevados pelo fato de serem atribuídos diversos fatores, conhecidos da maioria dos brasileiros, como: ineficiência operacional; precariedade de caminhões e equipamentos, péssima conservação das estradas, má distribuição da matriz de transporte em geral, sendo foco no transporte rodoviário de cargas, falta de infraestrutura adequada, escassez de mão de obra especializada, além de legislação defasada.

### 4.3 ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES COLETADAS

#### 4.3.1 Análise dos leilões

Nos documentos e pesquisa sobre os leilões, apresentados no Apêndice A, pode-se encontrar que o preço da energia elétrica gerada com os parques eólicos sempre será estabelecido por meio de leilões, e tendo seus cálculos definidos pelo governo, no qual quem oferecer o menor valor de custo para produção desta energia será o vencedor habilitado a construção do parque eólico.

Pórem nas análises dos documentos pode-se dizer que este tipo de modalidade de controle energético pode ser um fator limitante de custo para o Fornecedor da construção do parque, onde causaria desestímulo ou mesmo concorrência desleal entre os participantes, por exemplo, eles poderiam determinar que parque querem construir ou não, visto que o operador “Dono” dos direitos de distribuir energia elétrica para o país sempre terá retorno em seu investimento, garantido.

O Fornecedor responsável pela construção do parque precisa cuidar dos demais processos para não comprometer sua sustentabilidade, seja, social ambiental e principalmente a econômica, já que conforme encontrado nos documentos disponibilizados em sites da EPE, eventuais custos extras com a construção será sempre do Fornecedor.

Comparado os apontamentos, da (Proinfra, 2010 e Castro *et al.*, 2010), verificou-se que o preço para a energia eólica no Brasil, ainda é considerada muito caro quanto ao seu modelo de custo, pois a burocracia legislativa, aumenta a distância entre os fabricantes e os parques eólicos. Estradas e transporte deficientes, falta de investimento do governo etc., também são causadores quase que naturais de custos elevados para a construção de parques eólicos e a expansão da rede sustentável de energia elétrica.

O Preço da energia para os Americanos e Europeus também são por meio de Leilões, encontrou-se semelhanças com os leilões brasileiros, porém quando se fala de preço de energia ao comparar por exemplo, com Estados Unidos e Alemanha o Brasil tem um valor muito alto para a geração de energia por meio de parques eólicos o que poderia concorrer para uma guerra de custos deixando de lado a sustentabilidade do projeto e passando a identificar oportunidades, como por exemplo o tempo de retorno do investimento, e a qualidade mínima para o retorno econômico.

Apurou-se também por meio de pesquisa documental junto ao Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energias Renováveis (Cerne), organização sediada no nordeste, que existe uma estimativa de que o nordeste deve ter recebido entre R\$ 3 bilhões e R\$ 4 bilhões por meio dos leilões em investimentos no setor eólico. Entendeu-se que este seria um projeto voltado à sustentabilidade local, pois foi estimado que cada aerogerador instalado, dependendo da capacidade de produção, poderia gerar até R\$ 1.000 de renda para famílias pobres com o aluguel de suas terras, antes improdutivas que começam a ganhar novos destinos.

Este fato pode ser suposto quando feito levantamento dos tipos de leilões de energia, onde os Fornecedores contratados para construir um parque eólico, recebem como inicial de projeto apenas a localidade, que pode ser um município ou uma área não habitada, com as informações sobre o potencial de vento e possível desenvolvimento energético. Nos dados documentais do Fornecedor estas áreas ficavam em regiões pobres do agreste nordestino onde grandes fazendas são estabelecidas e não produzem nada, devido a seca local, sendo necessário alugar estas áreas para se construir os parques, os valores são negociados diretamente com os donos das terras.

Neste caso cabe ao Fornecedor do parque providenciar os locais onde serão construídas as torres e o provimento do desenvolvimento sustentável do nordeste brasileiro passa a ser uma realidade que antes não se era vista, encontrou nesta expansão energética um meio de repassar uma parte do lucro para as famílias pobres, agricultores em sua maioria. O Cerne (2015), também mencionou que cada torre pode valer renda para famílias que antes não tinham trabalho e nem comida na mesa, garantindo a sustentabilidade social para estas comunidades antes esquecidas pelos governantes.

Uma maneira de melhorar a sustentabilidade social e econômica foi o governo leiloar áreas para alocação de parques eólicos habitados por pessoas com terras, mas sem recursos financeiros. Desta maneira os habitantes desses territórios, além de alugar suas terras muitas vezes improdutivas para a lavoura ou devastadas pela seca, encontram no aluguel de parques eólicos uma fonte de renda quase inesgotável, pois o parque inicialmente tem uma expectativa de durabilidade de 20 anos prorrogáveis.

Considerando que o mercado de energia eólica precisa ser competitivo e o lance do vencedor do leilão será sempre o mais baixo ou muito próximo ao custo marginal do setor, que é estabelecido pelo governo sempre para baixo. Neste estudo encontrou-se que a sustentabilidade

esperada com progresso tecnológico poderia implicar em uma redução do preço no leilão seguinte. Porém acredita-se que com preços baixos e pouca competitividade pode desestimular investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento de novas tecnologias, seria muito mais barato trazer equipamentos prontos do mercado internacional a desenvolver em terras brasileiras novos produtos.

#### 4.3.2 Energia

Ao analisar a Lei de energia Alemã, mais precisamente a Seção 3, itens 1, 2 e 3 encontrou-se que ela incentiva a geração de energia elétrica de fontes renováveis por pessoas comuns, sejam elas pessoas físicas ou jurídicas, a lei se refere à “fontes de energia renováveis”, qualquer tipo de energia gerada que não agride o meio ambiente. A energia eólica, tem se destacado neste mercado, principalmente pela falta de recursos naturais na Europa (EEG, 2012).

Já na legislação brasileira encontrou-se que a Resolução Normativa nº 482, de 2012 editada pela ANEEL, (2012) estabeleceu que as condições para o acesso de pequenos consumidores a mudarem de perfil e efetuarem microgeração e minigeração de energia elétrica, tipo caseira, poderia ser distribuída ao sistema ou a rede elétrica nacional bem como determinou um sistema de compensação de energia elétrica.

Assim como na Lei Alemã, após efetuar a formalização de interessado em produzir energia elétrica o consumidor passa a ser denominado como “acessante”, passando assim a produtor, ele deverá custear o projeto das instalações de conexão ainda responderá, pelos custos referentes às adequações do sistema de medição da energia produzida.

Diferentemente da legislação da Alemanha o consumidor brasileiro produtor de energia elétrica não é remunerado pela distribuidora, conforme encontrado no art. 2º da RN nº 482, mas ele deve aderir a um sistema no qual a energia excedente ao seu consumo, gerada por sua unidade servirá para compensar o consumo de energia elétrica fornecido pela distribuidora, nos momentos em que ele não produzir energia, este modelo é chamado de sistema de compensação de energia elétrica.

Ainda encontramos no art. 7º da RN nº 482, que independentemente do consumidor gerar energia para distribuição, mesmo sem remuneração ele deverá arcar com o custo mensal

estabelecido pelo governo para que ele obtenha acesso junto à rede da matriz brasileira. Desta maneira ele acumularia créditos com direito de uso, porém esses créditos também expiram depois de decorridos trinta e seis meses.

A diferença entra a legislação da Alemanha e a brasileira, está no fato que os alemães que produzem sua própria energia elétrica, não precisam ficar pagando taxas para manter as empresas terceirizadas para distribuição de energia elétrica. Sendo assim enquanto a legislação incentiva cada cidadão a ter sua independência energética diminuindo as despesas governamentais, no Estado brasileiro o inverso desta política foi encontrado, quanto mais o consumidor ficar independente mais ele fica responsável em custear a máquina governamental brasileira.

Isto inviabilizaria o consumidor comum a construir uma ou mais torre eólica, desta maneira somente os grandes fornecedores têm interesse nesse tipo de projeto.

#### 4.3.3 Análise da empresa

Encontraram-se na pesquisa informal com os colaboradores do Fornecedor uma necessidade de se analisar parques eólicos e verificar a sustentabilidade de um projeto que estava em fase de conclusão. Dentro das informações apuradas, verificou-se a oportunidade de que analisar o custo com a parte logística poderia resultar em informações que antes não eram catalogadas, o projeto analisado está em fase de conclusão, aguardando autorização do governo para entrar em operação, pois a ligação na rede da matriz energética brasileira precisa ser formalizada e aprovada, espera-se que este parque eólico entre em operação em meados de 2016.

Para analisar o objeto deste estudo, descobriu-se que o Fornecedor dos equipamentos para os parques eólicos, em seu planejamento estratégico tinha como base a tabela de custos de Kassel e com sua experiência internacional fez utilização de custos de uma plataforma similar na Alemanha. No início dos projetos de parques eólicos teve primeiramente que identificar o potencial de geração de vento local e estipular a torre mais adequada a situação e se torna preponderante, pois cálculo da quantidade de vento local vezes a força gerada no aerogerador, se estabelece a quantidade e a qualidade de energia, tonando desta maneira o meio comparativo para se estabelecer o custo de uma turbina eólica pelo preço da energia que será gerada.

**Tabela 14: Características de Turbina Eólica**

Dados	Turbina
-------	---------



Potência nominal	2
Velocidade nominal	13
Velocidade de sobrevivência	52,5
Vida útil (anos)	20
Quantidade de pás (Hélice).	3
Diâmetro	47
Altura torres (m)	100

Fonte: Siemens (2012).

Conforme mostrou a Tabela 14, nas características de uma turbina eólica para parques de grande porte tem-se que a potência nominal de aproximadamente 2MW, seria igual a dois Mwh de geração de energia esperada para uma velocidade mínima de vento de 13m/s, porém se a velocidade chegar aos 52m/s entrará um freio emergencial em operação para que a turbina não superaqueça, fatos de sobrecarga elevam o desgaste excessivo no equipamento deteriorando o aero gerador o equipamento deve constar de três hélices que juntas provocam um diâmetro de 47 metros de comprimento, isto para torres de até 100 metros de altura, esses dados foram encontrados em publicações do Fornecedor Siemens nos Estados Unidos e tiveram como base modelos de torres de 100 metros e são semelhantes às torres implantadas no parque eólico em análise.

Com estes dados o Fornecedor fez o dimensionamento dos equipamentos necessários que precisaria ser instalado no parque eólico para se conseguir atingir as metas do disposto no leilão.

Ao analisar os custos incorridos no parque eólico estudado, pode-se formar uma tabela comparativa entre os custos estipulados no planejamento estratégico do Fornecedor com os custos que foram utilizados como base pela publicação da universidade da Alemanha e os custos incorridos no projeto do parque eólico os quais foi estudado.

De uma forma geral, ao analisar a Tabela 15 identificou-se que o processo logístico ficou superior ao determinado no início do projeto, observado na coluna estimativa de custos, o Fornecedor baseou-se em seu planejamento um adicional de aproximadamente 25%.

Conforme informado pelo Controller que disse “ os custos adicionais no transporte dos equipamentos já foram incluídos, pois conforme pesquisa da CNT, seriam encontrados custos adicionais, pela má conservação de estradas e rodovias” .

**Tabela 15: Custos do Parque eólico Fonte dos Ventos**

<b>Orçamento</b>	<b>Finalização do Projeto</b>	<b>Estimativa de custos</b>	<b>Kassel</b>
Rotor (gerador)	26%	26%	25%
Hélice e equipamentos auxiliares	14%	15%	15%
Equipamento elétrico	13%	13%	15%
Torre e fundação	12%	12%	10%
Preparação do local e consultorias	4%	3%	10%
Logística mov e transp equipamentos	15%	10%	8%
Gerenciamento do Projeto	3%	4%	5%
Interconexão elétrica	3%	4%	4%
Financeiro e Legal	9%	10%	5%
<b>Custos Totais</b>	99%	97%	97%
<b>Margem</b>	1%	3%	3%
<b>Total do Projeto</b>	100%	100%	100%

Fonte: Dados da pesquisa.

Os demais custos do Fornecedor dos equipamentos para os parques eólicos ficaram dispostos na seguinte grandeza, o aerogerador ficou aproximadamente 1% mais caro do que pré-estabelecido, este aerogerador tem fabricação Canadense e para entrar no Brasil, sofreu uma série de análises de órgãos governamentais e foi obrigado a passar por testes de segurança antes de serem instalados. Pode-se afirmar que este 1% a mais no custo ocorre devido à documentação, movimentação e deslocamento e análises técnicas de aprovação no Brasil.

Devido a parcerias com outras multinacionais, o custo das hélices ficou 1% mais barato se comparado o planejado e o seu custo final. As hélices tiveram novas tecnologias imputadas onde foram fabricadas com um material mais leve e mais resistente, aderindo melhor a pintura e consumindo menos matéria-prima, facilitando a movimentação na fábrica e sua instalação.

Partes dos equipamentos elétricos, como chaves seccionadoras, painéis de disjuntores e computadores de controle já vieram embutidas com o aerogerador perfazendo uma economia de aproximadamente dois por cento no total de custos destinados a eles, assim eles também obtiveram licença de uso junto com o aerogerador.

Ao iniciar a construção o Fornecedor teve problemas com a subcontratada que deveria montar as plataformas para as torres eólicas, necessitando de novas contratações e sublocações de

equipamentos e pessoas especializadas, o que encareceu o seu preço final em 1%, no custo total do projeto.

O Fornecedor conseguiu um ganho adicional na redução dos custos de consultoria e preparação do local, a maior parte dos quatro por cento gastos foram de documentos ambientais e a empresa contratante já dispunha destas autorizações, evitando-se assim novos documentos, sendo também parte do gerenciamento elétrico transferido ao Operador do parque.

Os custos financeiros e legais, também ficaram mais altos devido a necessidade de financiamento local junto ao BNDES durante a pré-construção do parque, o qual teve o governo como avalista, porém a demora governamental e a burocracia da legislação ocasionaram em despesas adicionais, que não foi objeto do estudo.

#### 4.3.4 Análise da logística

Partindo da necessidade de análise logística na construção de parques eólicos, iniciou-se neste tópico uma tratativa descritiva sobre os custos que podem influenciar na viabilidade do parque eólico, como foi visto no tópico anterior, o Fornecedor teve dificuldades em controlar os custos logísticos na construção do parque eólico. Conforme informou o Controller do Fornecedor “os custos logísticos não deveriam passar da ordem de € 26,4 milhões de euros”, no estudo encontrou-se comparativos nos custos logísticos que ficaram aproximadamente € 23 milhões de euros a maior, e se convertendo pelo preço cambial de € 1,00 euro igual a R\$ 5,25 reais, encontrou-se um desvio econômico de R\$ 120 milhões de reais” conforme tabela 15.

Um ponto que permanecerá em aberto e poderá trazer futuras discussões foi encontrado no departamento de compras, aonde o Gerente de Compras disse que “ainda existe na empresa uma contrariedade sobre o tempo da promessa de entrega dos equipamentos e o tempo sugerido para a entrega”, o departamento de compra procura meios de garantir que isso não será um empecilho e exige que todas as cargas sejam rastreadas, por satélite, ou seja o caminhão o caminhoneiro e a carga devem ser monitoradas 24 horas por dia.

O Fornecedor também leva em consideração a qualidade dos serviços dos Operadores logísticos, eles precisam ter em seus processos as certificações das normas ISO 9001 (Qualidade total), ISO 14001 (Gestão Ambiental) e OHSAS 18001(Saúde do trabalhador), desta maneira

espera-se atingir boas práticas de sustentabilidade, considerou também os prazos de entrega, uma vez que 50% dos custos totais dos equipamentos eólicos são importados e nacionalizados em território brasileiro, o transporte realizados de outros Estados e países requerem cuidados especiais, principalmente com roubos, falsificação de documentos e desvio de cargas.

Foi encontrado na literatura que a maioria das empresas que fornecem equipamentos para parques eólicos estão instaladas no sul e sudeste, outro fator que encarece os custos, pois o crescimento de construções de parques estão centralizados na região norte e nordeste brasileiro, e conforme relatado pelo Operador Logístico a grande parte do nordeste brasileiro não se encontra qualidade nas estradas o que concorda a pesquisa da CNT (2014). Na pesquisa mais da metade das estradas brasileiras encontra-se pavimentadas, porém a qualidade é muito, logo, o ponto de maior desconforto passa a ser o transporte dos equipamentos, consequentemente aumentando os custos e os desafios durante o transporte pelas rodovias.

Pode-se dizer que com a produção de energia em crescimento, denotando a necessidade de novos parques eólicos trará desafios à logística de movimentação de cargas de equipamentos pesados. A expansão de parques o transporte de aerogeradores, pás e partes da torre, cada vez mais dependerá que o setor também necessita de equipamentos de grande porte e dimensão. A quantidade de viagem / caminhões, para torres de mais de 100 metros o tipo de deslocamento precisará de novas tecnologias o que concorre com a dificuldade da situação precária de várias estradas brasileiras, encarecendo o deslocamento da produção. Para confrontar com esta suposição, encontrou-se nos documentos da Abimaq (2013) referenciado na Tabela 16. Uma análise comparativa que mostrou a necessidade de número de viagens esperados para os próximos anos para construção de novos parques eólicos.

Na Tabela 16, a Abimaq mostra que o Brasil aposta no crescimento do setor, eólico nacional, onde tem em seus comparativos geradores de última geração que devem proporcionar um ganho energético da ordem de 2MW ano por aerogerador, mesmo com a desaceleração da economia o setor deverá ter em operação em mais 7.080MW de potencia instalada até 2018, tendo como base que cada torre eólica nos moldes atuais está dividida em 10 partes, sendo um aerogerador, três pás eólicas e quatro partes da torre.

**Tabela 16: Números de viagens das carretas**

<b>ANO</b>	<b>Potência acrescido (MW)</b>	<b>Número de aerogeradores</b>	<b>Número de viagens de carretas</b>
2015	2.549	1.275	12.746
2016	1.597	798	7.983
2017	625	313	3.127
2018	2.309	1.154	11.544
<b>TOTAL</b>	<b>7.080</b>	<b>3.540</b>	<b>35.400</b>

Fonte: Abimaq, (2013).

Tomando por base os estudos, dos documentos, caberia outra pesquisa neste sentido, as estradas brasileiras suportariam tamanha locomoção de máquinas e equipamentos. Tomando por base somente o aerogerador que multiplicado o seu peso de aproximadamente 400 toneladas por 3.540 aerogeradores, será que o Brasil tem estrutura rodoviária para tanto.

Partindo para outro modal de análise, boa parte dos equipamentos de grande porte quando cruzam os oceanos, precisam chegar a solo brasileiro por portos que possam receber estes tipos de cargas, e isso ocorre apenas nos grandes centros comerciais, após a descarga ainda passam pela burocracia da liberação pela alfândega o que muitas vezes pode demorar até mesmo mais do que o próprio tempo de transporte. Neste estudo de caso o aerogerador é fabricado no Canadá e entregue ao Brasil por meio marítimo, devido ao peso ficaria inviável transporta-lo de avião.

A Logística marítima chamada de cabotagem procura a conveniência de portos localizados em um mesmo país, ou continente, entretanto, no Brasil ainda é incipiente este modal de deslocamento de carga em comparação a modalidade rodoviária.

Incorrido de grande dimensão territorial brasileira a extensa da costa litorânea (mais de oito mil quilômetros) e suas condições marítimas propiciariam à cabotagem de cargas pesadas, porém ao analisar os portos brasileiros encontraram-se problemas como; a falta de estrutura seja para movimentação de cargas seja nos departamentos alfandegários catastróficos e muitas vezes dependentes de propinas para funcionarem, o desvio de cargas passa ser muito comum. A cabotagem marítima no Brasil é realizada, principalmente, entre portos distantes geograficamente, caso estudado, por exemplo, da articulação entre Santos/SP e Suape/PE.

Nas análise dos documentos pode-se relatar que em corroboração com o que foi encontrado nos trabalhos de Kroetz (2001), destacou-se:

- a) Quanto à sobrevivência da entidade, comparando com o Fornecedor estudado, ele utiliza-se de todos os meios tecnológicos disponíveis no mercado para garantir sua continuidade e parece que tem dado resultado, visto que somente no Brasil a empresa está situada a mais de 110 anos.
- b) Quanto as vantagens competitivas, ela consegue assegurar a boa empatia mercadológica junto aos seus acionistas o investimento em políticas ambientais.
- c) Ela também adota postura proativa em relação ao desafio ecológico, mantendo um departamento especializado sempre em busca de alternativas de qualidade e aprimoramento de redução de matérias primas por materiais recicláveis.
- d) O Fornecedor procura desenvolver por meio de incentivos e treinamentos a seus clientes e fornecedores, de práticas sustentáveis, procurando tornar assim a sustentabilidade mais próxima da realidade.
- e) Em seus departamentos de pesquisa e desenvolvimento ela está sempre em busca de redução de custos e de energia não renováveis.

Também foi encontrado junto ao Operador Logístico, uma tendência para gestão ambiental sustentável, pois, eles se preocupam em demonstrar cuidados relativos à manutenção dos equipamentos (caminhões) e a gestão de pessoas (caminhoneiros), por exemplo, cuidados com a água das lavagens dos caminhões para que resíduos como óleo e combustível não caiam no esgoto, eles têm os dados relativos a esta estrutura e são incluídos e divulgados internamente.

Os equipamentos saíram da cidade de Jundiá no Estado de São Paulo e seguiram via transporte rodoviário até o parque eólico no interior da Bahia. Conforme mostrou a Tabela 17, na distribuição regional da malha rodoviária, verificou-se que a região Nordeste tem a maior participação, com 30,1% da extensão federal pavimentada, porém, com o segundo menor índice de crescimento de 9,8%, nos últimos dez anos.

Apesar da menor extensão, 20,5% a região Norte apresentou o maior crescimento no período de 2004 a 2014, com 37,4% e a região Centro-Oeste com 19,7%. O Governo tem investido na malha rodoviária do norte e nordeste nos últimos anos, porém as interligações entre os Estados do norte com o sudeste e sul ainda estão muito longe de chegarem ao ideal (CNT, 2014).

**Tabela 17: Malha rodoviária federal pavimentada**

<b>Região</b>	<b>2004</b>	<b>2014</b>
---------------	-------------	-------------

	Extensão (Km)	Participação (%)	Extensão (Km)	Participação (%)	<b>Crescimento 2004 -2014 %</b>
Brasil	57.934	100%	65.930	100%	13,8%
Sudeste	13.721	24%	14.611	22%	6,5%
Sul	10.578	18%	11.786	18%	11,4%
Norte	5.991	10%	8.235	13%	37,5%
Nordeste	18.095	31%	19.865	30%	9,8%
Centro-oeste	9.549	17%	11.433	17%	19,7%

Fonte: CNT (2014).

O Gerente de Logística disse que “um dos principais fatores dos custos adicionais com movimentação de cargas está relacionado com a falta de pavimentação nas estradas e a péssima conservação das placas de sinalização “que ligam os parques eólicos e as principais rodovias estaduais” este discurso corrobora com a pesquisa de Rodovias realizada pela CNT em 2014.

Nos documentos analisados do Fornecedor foi encontrado que os aerogeradores e as hélices circularam em território nacional aproximadamente 16800 km localizados na região sudeste e 1.700 km na região norte e nordeste, dos quais soube-se que na região sudeste todas as estradas estavam pavimentadas e do norte e nordeste, aproximadamente metade estavam pavimentadas e tinham boa qualidade de pavimentação e o restante tinham qualidade ruim ou péssima, com falta de sinalização e muitas vezes falta de acostamento, conforme mencionado em alguns documentos de transporte do Operador Logístico.

O *Controller* informou que os custos logísticos na área de equipamentos eólicos são relevantes para o Fornecedor e representaram aproximadamente 15% do faturamento total do parque eólico estudado. Utilizando o valor apresentado pelo Operador do Parque, pode-se dizer que os custos apurados foram o equivalente a aproximadamente € 50 milhões de euros.

Ele acrescentou que dadas às limitações do sistema viário ainda em uso ser precário, esses valores são estimativas não aceitáveis de valores, fazendo com que a área de planejamento tome medidas para tentar reduzir este valor, como por exemplo, a utilização de parcerias com outras empresas nos locais próximos ao Parque eólico, para montagem de partes das torres.

O Gerente da logística também concordou com os apontamentos do Controller e corrobora com a informação da Abeeólica, quanto ao decréscimo da logística em aproximadamente 10% de forma que os equipamentos tendem a ficar mais leves e versáteis para os transportes e o provável

desenvolvimento da fabricação local de parte dos equipamentos poderão contribuir na redução de 2 ou 3 pontos percentuais nos custos logísticos finais.

A Tabela 19 foi elaborada com base nas planilhas eletrônicas disponibilizadas pelo *Controller*, e utilizando como comparativo o valor do custo publicado pelo Operador do Parque eólico, nesta tabela, o percentual de custo de 15% mostrado na tabela 15 foi desdobrado por partes percentuais vezes o valor base destacado pelo Operador do Parque eólico e pode-se observar com detalhes de como estão distribuídos os custos logísticos apurados no projeto.

Os aero geradores que foram importados do Canadá tiveram custo de transporte apurado de 41,8% do total de custos logísticos, visto que precisaram passar pelo Estado de São Paulo para medição e autorização para uso em solo brasileiro, posteriormente foram transportados até o porto mais próximo da cidade do Recife e depois transportados por meio de caminhões especiais até o local a serem instalados.

**Tabela: 18. Distribuição dos custos de Logística**

<b>Tipo logístico</b>	<b>Percentual</b>	<b>Base € 330 milhões</b>
Armazenagem	4,7%	2.331.316,73
Guindaste	3,6%	1.761.811,98
Guindaste de retorno	2,7%	1.346.571,55
Carros extras transporte	0,8%	381.674,30
Documentos transporte	0,5%	250.094,22
Diversos	0,3%	156.552,00
Transporte do Porto de importação	41,8%	20.628.784,08
Transporte aéreo	0,6%	305.480,43
Transporte Eq. e Containers	2,0%	977.477,33
Transporte nacional	43,0%	21.268.282,67
	100%	49.408.045,29

Fonte: Dados da Pesquisa

E corroborando com os apontamentos gráficos de, Chistopher (2011), encontramos os custos com armazenamento principalmente durante o trajeto dos equipamentos próximo de 5%, os guindastes para movimentação de cargas, sendo Guindastes e carros extras) também tiveram um gasto expressivo de aproximadamente 7% valor alto que poderia ser reduzido se houvesse nos locais ou cidades próximas as instalações equipamentos adequados disponíveis.



O transporte nacional e carros extras acabaram ficando mais caro próximo do que trazer o aerogerador principalmente devido à falta de estrutura para transportar equipamentos gigantescos, os demais custos ficaram dentro de uma razoabilidade.

Por meio das informações coletadas nos relatórios de custos do projeto eólico e com esclarecimentos adicionais do *Controller* geral, pode-se concluir que o Fornecedor utilizou de todas as ferramentas disponíveis para a análise dos custos logísticos com a intensidade que indicou a literatura. Utilizando de treinamentos prévios junto aos transportadores e com rastreamento próprio das cargas, conseguiram uma melhora significativa no desvio dos custos que poderiam ter sido mais significativos.

Para corroborar com a pesquisa da academia e com as empresas, encontramos na literatura pesquisada, o desenvolvimento em novas tecnologias demonstradas na semelhança da Figura 21, que foram apresentadas pela Siemens dos Estados Unidos, são Torres de um sistema modular de concreto que poderiam ser transportados em um trator-reboque e eliminaria a necessidade de reboques especializados e caros que atualmente transportam as torres de aço.

Consequentemente, abordando as restrições e obstáculos associados com torres mais altas, e altura de uma torre não só seria aumentado em dimensões base maior, mas também dimensões de coluna e painel, ou suas combinações, reduzindo os custos com movimentação e transporte de cargas, para este tipo de tecnologia e facilitação de transporte, bastaria nossos governantes adequarem à legislação quanto à importação desta tecnologia e adequação da lei dos transportes.



**Figura 21: Transporte Torre Sistema Tubular nos Estados Unidos**  
Fonte: Siemens (2015)

Na pesquisa apurou-se, que cada modelo de equipamento necessita de transporte adequado todos tem vantagens e desvantagens não existindo um modelo considerado ideal para todas as

situações, cada tipo de equipamento vai depender de fatores como distância a percorrer, custo médio devido ao volume, peso e confiabilidade.

Por se tratar de equipamentos de grande porte, categorizados pela legislação nacional de equipamentos indivisíveis, eles precisam ter um tratamento especial em seu manuseio desde o carregamento na fábrica no interior de São Paulo, até o destinatário final na Bahia. A Logística envolvida no projeto destacou-se pelos custos adicionais e os problemas encontrados, desde a legislação protecionista nacional, a estradas e rodovias em péssima conservação, falta de locais para descanso e redistribuição de modais no transporte.

## **5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

Para o entendimento desta pesquisa foi realizado um estudo de caso, entrevista informal semi-estruturada, com os participantes que indiretamente direcionaram o estudo para a logística de fornecimento de equipamentos para um parque eólico, sendo estes a movimentação de cargas

especiais e seus custos logísticos. Tendo como proposta, estudar e mensurar os possíveis custos da viabilidade na construção de parques eólicos.

O estudo quando teve como princípio de analisar o custo logístico de um Fornecedor de equipamentos para construção de parque eólico, procurou-se na literatura e utilizou-se como base comparativa o percentual pré-estabelecido nos moldes iniciais do contrato dos leilões para parques eólicos *versus* os valores percentuais estudados pela Universidade de Kassel *versus* os custos apurados no Fornecedor dos equipamentos com os valores encontrados na literatura publicados pela Operadora do Parque eólico, encontrou-se na pesquisa literária informações importantes, que puderam corroborar com a academia e com Futuros empreendedores de leilões.

Para embasamento teórico, realizou-se pesquisa bibliográfica do sistema de transporte brasileiro, do sistema energético nacional, licitações de organismos governamentais e um parque eólico. Para conhecer o parque eólico, também foram analisados os leilões e a necessidade energética envolvida no projeto.

Para análise documental desenvolvida, foram utilizados dados resultantes do planejamento e documentos do Fornecedor de equipamentos para o parque eólico. Possibilitando mensurar os resultados obtidos com a literatura disponível.

Pode ser observado que mesmo com um percentual adicional em seu planejamento de custos com a logística. O Fornecedor teve um acréscimo de 50% em relação ao planejado, colocando em risco a viabilidade do projeto. Apurou-se que os principais fatores de aumento foram:

- a) Deslocamento de matérias de grande porte que precisam de documentos e horários específicos para os devidos deslocamentos.
- b) Falta de locais apropriados para a carga permanecer em repouso, nome dado ao período em que a carga ficou esperando ou parada para seguir viagem demandaram custos extras com seguranças especializados, muitas vezes ficaram paradas ao longo de estrada com acostamento não apropriado.
- c) Despesas extras com a manutenção de carretas devido ao mau condicionamento de estradas o que às vezes ocasionando quebra de eixos e estouro de pneus, devido ao grande peso das estruturas transportadas, dificultando o conserto local, algumas vezes os carros precisaram de caminhões extras para puxar a carga.

- d) Os locais de instalação dos parques eólicos por serem distantes e terem características próprias não dispunham de Guindastes especiais para a movimentação das partes e peças do parque eólico, ocasionando em custos extras no deslocamento deles.
- e) Para os aerogeradores que vieram do Canadá via marítimo, precisaram vir até São Paulo, para terem as medições junto aos órgãos públicos e após liberação voltaram por via marítima até o Porto de Pernambuco, onde também tiveram problemas com o desembarque devido a falta de estrutura aeroportuária.
- f) Tomando como referencia nos valores e por base além do Fornecedor estudado o Operador do parque eólico a empresa *EnelPower*, contratou a instalação de seus parques eólicos por um valor de € 330 milhões de euros, o principal desvio de custos e objeto de estudo, apresentou-se os custos de logística que foram estimados na ordem 10% pré estabelecido no leilão valor que corresponderia a € 33 milhões de euros, porém os documentos analisados apontaram um gasto de 15% conforme a tabela 15 na composição dos custos logísticos passando este a ser de aproximadamente € 49,4 milhões de euros.

A primeira dificuldade encontrada foi em analisar os documentos extraídos junto a *sites* das empresas e de associações, reconhecidos como estratégicos para análises de parques eólicos. A análise partiu-se de documentos dos leilões dos parques eólicos, estes se referiam sempre ao custo mínimo de energia a ser gerada no parque eólico, tornando necessário se conhecer os aspectos da matriz energética brasileira.

Com o entendimento dos cálculos dos leilões, dos dados do Operador do Parque eólico, do Fornecedor dos equipamentos, iniciou-se uma busca na logística nacional, verificando que muitas empresas oferecem os serviços logísticos para parques eólicos, porém os custos das empresas estão atrelados a peso, dimensão dos equipamentos, utilização de guindastes especiais no manuseio e dificuldades de trajeto a ser percorrido pelas cargas. Desta maneira focou-se no principal Operador Logístico contratado pelo Fornecedor. Que não se obteve autorização para mencionar seu nome, porem é de fato o único operador logístico multi modal estabelecido no país em 2009, data de início do projeto.

Encontrou-se nos documentos do Fornecedor a indicação da falta de locais adequados para se acomodar às cargas em trânsito, sendo que o Operador Logístico tem custos extras e

normalmente repassam ao Fornecedor, as cargas passaram muito tempo a beira de estradas. Neste caso a legislação brasileira determina horário próprio para trafegar mercadorias de grande porte, e a maior parte da carga seguiu viagem a uma velocidade média de 10 a 25 km/h, passando boa parte do dia em acostamentos não adequados. Algumas vezes foram utilizados depósitos transitórios ao longo do percurso, que também demandaram custos extras.

No destino final, o Fornecedor também teve problemas, pois precisou levar outro guindaste para a movimentação e acomodação da carga, de São Paulo para o nordeste, pois o Estado não dispunha de guindaste local com tamanha infraestrutura, aumentando o custo de logística.

Continuando com os problemas de legislação o que também corrobora com futuras pesquisas para a academia, encontramos, uma legislação defasada promulgada para desenvolver o transporte no Mercosul, para empresas nacionais, ocorrendo que para a mercadoria sair do sudeste e ir até o nordeste, ela precisou seguir no próprio caminhão. Ou seja, a mercadoria é atrelada ao caminhão e quando necessário utilizar outro tipo de modal de outra Operadora Logística o caminhão embarcou junto, para a viagem.

A dificuldade em se conseguir caminhões adequados para esse tipo de carga, devido o tamanho e peso dos produtos a serem transportadas, também foi encontrado na necessidade das Operadoras logísticas envolvidas no projeto meios para a aquisição deles. O *Controller* havia informado sobre a dificuldade das Operadoras Logísticas em conseguir financiamento do BNDES, porém este fato não foi comprovado, uma vez que as empresas de transporte pesquisadas não confirmaram esta afirmação.

Apurou-se junto ao Operador Logístico problemas para o transporte das hélices que por terem diâmetros mais elevados, maior que 4,2 metros, tornaram difíceis de transportar por estradas não pavimentadas e muitas vezes por dentro de pequenos povoados. Alguns locais tiveram problemas com fiscalização. Sendo assim identificou-se que os Operadores Logísticos também precisam se aperfeiçoar, com treinamentos para seus colaboradores, implantar sistemas anti-corrupção, ética nos negócios e seguir as leis locais que também podem ser problema para pequenas transportadoras.

Encontrou-se também e corroborando com os dados publicados pela CNT, (2014) que a importância do transporte logístico para o Brasil é crescente, mais de 60% de tudo que se produziu em 2010 foi transportado por caminhões, a melhora na pavimentação de estradas brasileiras não segue normas adequadas, e pelo menos 62% da malha rodoviária apresentaram algum tipo de

problema, desta maneira pode se dizer que com a expansão dos parques eólicos mais problemas serão sentidos devido ao peso em excesso das cargas a serem deslocadas.

Foi percebido também nos estudos e confrontado ainda com o que diz a CNT, (2014) ao longo de toda cadeia produtiva, são atribuídos ao transporte, custos e restrições de natureza tais como: fiscais, legais, institucionais e burocráticas, assim, encontra-se no contexto da logística, a maior parcela dos custos totais para as empresas e que corresponde aos custos do transporte e manuseio de cargas. Quanto aos transportes efetivamente dito, as medidas mais importantes identificadas pelo Fornecedor foi o planejamento de rotas mais favoráveis e a otimização de cargas, o que poderia evidenciar uma tentativa de redução do consumo de combustível, despesas com pedágios, desgaste de carretas e pneus, reduzindo os impactos ambientais e melhorando o desempenho econômico.

Percebeu-se ainda que os custos logísticos vão além de simples transporte de cargas, desde a movimentação de cargas de grande porte, sendo necessários guindastes especiais para carregar os caminhões, depois tem o transporte propriamente dito, falta de locais adequados para descanso de carga e de caminhoneiro falta de estrutura adequada principalmente em rodovias federais que nem sempre tem estruturas físicas aumentando os custos em geral, pedágios, necessitam também de acompanhantes especializados em transportes especiais eles são os olhos e ouvidos do caminhoneiro.

Em alguns dados foi encontrado que o transporte marítimo levaria 1/5 do tempo, porém a falta de estrutura em portos e a falta de regulamentação para embarcações de grande porte são outro limitante. Pois para embarcações que não possuem Operador Logístico estabelecido em solo brasileiro não pode operar, conforme estabelecido na Lei sobre os modais de transporte. A legislação nacional também encarece os custos limitando os Operadores Logísticos.

Nos estudos percebeu-se que o Fornecedor mesmo tendo um desnível considerado nos seus controles de custos logísticos, se baseou em sua experiência internacional pra distribuir os custos excedentes em outras áreas, conseguindo manter dentro de um patamar de lucratividade, porém, muito pouco se sabe se no lucro estavam embutidos os impostos ou não, de certa forma, ela não chegou a ter prejuízo, mas carece de novos estudos antes de se entregar a novos parques eólicos brasileiros.

O estudo do custo logístico e do custo do projeto foi comparado, visto que mesmo O Fornecedor não permitindo a publicação de seus registros, encontrou-se na literatura da pesquisa valores em sites específicos que transformados em percentuais serviram como comparativo de análise.

Assim com os números encontrados e apuração da literatura verificou-se que a estimativa de vida útil do parque eólico tem o prazo contratual garantido junto a Eletrobrás por 15 anos, o que resultará em receita da ordem de € 302 milhões de euros, valor este não suficiente para cobrir os gastos com a formação do Parque eólico.

Por outro lado a estimativa de vida útil esperada na construção do parque foi estabelecida em 20 anos, o que coloca uma expectativa de receita da ordem de € 403 milhões de euros, desta maneira a expectativa de lucro com o Parque eólico para o Operador do Parque pode chegar próximo de 1,7% ao ano. Ficando aqui a questão tempo versus lucros em aberto quanto ao risco estabelecido de cinco anos sem contrato ou prorrogação dele. Sendo que o contrato inicial foi estabelecido em 2009, sendo necessário esperar até 2024 para saber se o contrato terá a prorrogação de mais cinco anos perfazendo a lucratividade do contrato. Nesse período o Fornecedor do parque deverá manter a eficácia de controle de funcionamento do parque, despesas adicionais devem ser cobertas pela garantia dele, 20 anos.

Também com as informações coletadas e documentos estudados, pode-se concluir um novo achado acadêmico, ao se comparar os custos apresentados com base na receita de € 330 milhões, pode-se apurar que os custos logísticos foram estimados conforme:

- Universidade de Kassel em 8% no valor de € 26 milhões de euros;
- Ilós (2014), custos logísticos estimados 11,2% igual a € 40 milhões de euros;
- FDC (2014), custos logísticos estimados 13,14% igual a € 43 milhões de euros;
- Fornecedor de equipamentos resultou em 15% igual a € 49,8 milhões de euros;

Ao se comparar os custos resultantes com as informações encontradas na literatura têm-se diferenças que podem variar de 3% a 5% pontos percentuais que corresponderiam a um valor variante de € 13 a 19 milhões de euros. O que poderia também como achado para a academia sugerir novos estudos mais aprofundados.

A título conclusivo desta pesquisa pode-se afirmar que o controle de custos da logística pode contribuir decisivamente para a sustentabilidade econômica, quer por meio de ações concretas como o planejamento de rotas, utilização de produtos e materiais mais leves aplicados na sua produção, redução do consumo de energia, desenvolvimento de produtos especiais para movimentação de cargas, por exemplo, caminhões tipo Muck que já tem um guindaste instalado também ajudariam a reduzir os custos na movimentação de materiais, caminhões mais modernos

ajudariam na redução do custo com combustível ambientalmente menos poluentes que consigam de alguma forma contribuir para a redução de custos para alcançar maiores níveis de eficiência, entre outros.

Na pesquisa realizada não se encontrou documentos com referências comparativas do custo logístico envolvido na construção dos parques eólicos, muito se encontra em documentos sobre a construção da forma civil, documentos sobre a sustentabilidade social, documentos de rentabilidade financeira mas pouco se encontrou sobre o custo individual de cada etapa na construção do parque.

Acreditamos que este estudo trouxe como contribuição para a academia e sugestão de pesquisa, estudar a sustentabilidade econômica de outros parques eólicos, analisando os custos envolvidos em cada etapa. Muito se fala em energia mais promover energia mais barata, mas a que custo. Também pode-se sugerir para a academia uma pesquisa mais detalhada na composição dos custos de parque eólico, nos moldes apresentados pela Universidade de Kassel ou mesmo na Ilós, internacionalmente estes custos foram detalhados e mapeados. Nas com dados mais recentes e por que não com dados brasileiros, já que tudo indica o crescimento nesta modalidade de energia renovável.

## **REFERÊNCIAS**

- ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. (2014). Mapeamento da cadeia produtiva da Indústria Eólica no Brasil. Disponível em [http://www.abdi.com.br/Estudo\\_Backup/Mapeamento%20da%20Cadeia%20Produtiva%20da%20Ind%C3%BAstria%20E%C3%B3lica%20no%20Brasil.pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo_Backup/Mapeamento%20da%20Cadeia%20Produtiva%20da%20Ind%C3%BAstria%20E%C3%B3lica%20no%20Brasil.pdf). Acesso em: 08 jan. 2015.
- ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. (2013). Panorama da indústria brasileira na cadeia de subfornecedores. Em: Fórum Nacional Eólico, Salvador.



- ABEEÓLICA. Associação Brasileira de Energia Eólica. (2014). Boletim Mensal de Dados do Setor Eólico - Público. Disponível em: [//www.brazilwindpower.org/pt/index.asp](http://www.brazilwindpower.org/pt/index.asp)>. Acesso em: 08 jan. 2015.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2000). NBR ISO 10006 – Gestão de Qualidade. Rio de Janeiro: ABNT.
- ALEMANHA. “*Renewable Energy Sources Act*”, (2015). EEG Disponível em: [www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/renewable-energy-sources-act-ee-2014,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/English/Redaktion/Pdf/renewable-energy-sources-act-ee-2014,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=en,rwb=true.pdf) Acesso em: 30 nov. 2015.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. (2012). Resolução Normativa Nº 482, de 17 de abril de 2012. Acesso em: 09 dez. 2014.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. (2014a). Avaliação dos resultados da Resolução Normativa nº 482/2012 na visão do Regulador. Seminário Micro e Minigeração Distribuída - Impactos da Resolução Normativa n. 482/2012. Brasília - Distrito Federal: [s.n.]. Dias 9 e 10 de abril de 2014. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/hotsite/mmgd/>>. Acesso em: 09 dez. 2014.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. (2014b). Banco de Informação de Geração. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>. Acesso em: 09 dez. 2014.
- Apren. Associação de Energias Renováveis (2013). Energias Renováveis. Disponível em: [www.apren.pt/pt/media/fotos/conferencia-apren-2013/](http://www.apren.pt/pt/media/fotos/conferencia-apren-2013/) Acesso em 08 out. 2015
- Árbol, M. R. (2013). *Inauguran el parque eólico marino más grande del mundo*. Disponível em: [www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130704\\_ciencia\\_mayor\\_parque\\_eolico\\_marino\\_reino\\_unido\\_mra-](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2013/07/130704_ciencia_mayor_parque_eolico_marino_reino_unido_mra-) Acesso em: 03 dez. 2014.
- AWEA. *American Wind Energy Association. (2014) The Truth About Wind Power*. Disponível em: <http://www.awea.org/>. Acesso em: 09 dez. 2014.
- Baker, T. L. (1985). *A field guide to American windmills*. University of Oklahoma Press.
- Ballou, R.(2009), *Business Logistics/ Supply Chain Management*, Pearson Prentice Hall, New Jersey.

- Barbieri, J. C., de Vasconcelos, I. F. G., Andreassi, T., & de Vasconcelos, F. C. (2010). Inovação e sustentabilidade: novos modelos e proposições. *RAE-Revista de Administração de Empresas*, 50(2), 146-154.
- Back, L. S. (2015). Responsabilidade social corporativa em empresas de pequeno e médio porte: fatores que influenciam a adoção de iniciativas de sustentabilidade. *A Field Guide to American Windmills. Norman: University of Oklahoma Press. Eide, A. Clyde. "Free as the Wind." Nebraska History 51 (spring 1970): 25-41.* Disponível em: [/plainshumanities.unl.edu/encyclopedia/doc/egp.ii.062#egp.ii.062](http://plainshumanities.unl.edu/encyclopedia/doc/egp.ii.062#egp.ii.062) Acesso em: 14 dez. 2015.
- BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2013). Disponível em: [www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/system/modules/br.gov.bndes.prototipo/templates/tmp\\_resultado\\_busca.jsp?index=BNDES&query\\_bndes=financiamento%2520energia%2520e%25C3%25B3lica&query=financiamento+energia+e%25C3%25B3lica](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/system/modules/br.gov.bndes.prototipo/templates/tmp_resultado_busca.jsp?index=BNDES&query_bndes=financiamento%2520energia%2520e%25C3%25B3lica&query=financiamento+energia+e%25C3%25B3lica). Acesso em: 15 dez. 2015.
- Beske, P., & Seuring, S. (2014). *Putting sustainability into supply chain management, Supply Chain Management: an international journal*, 19(3), 322-331. Disponível em: [www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/SCM-12-2013-0432](http://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/SCM-12-2013-0432). Acesso em 15 jun. 15.
- Brandalise, L. T. (2015). Avaliação da Sequência de Conteúdos de Administração de Materiais no Ensino de Graduação. *Revista Eletrônica Científica do CRA-PR-RECC*, 2(2), 62-83. Disponível em: [www.cra-pr.org.br/revista/index.php/recc/article/view/15](http://www.cra-pr.org.br/revista/index.php/recc/article/view/15). Acesso em: 07 nov. 2015.
- Brasil. (1995). Lei n o 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, dispõe sobre a concessão de licitações e obras públicas. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L8987cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8987cons.htm). Acesso em: 08 ago. 2014.
- Cabral, A. (2015). Regime jurídico da energia eólica no Brasil: uma discussão sobre autonomia tecnológica e revisão no sistema de leilões. *Revista de Direito Administrativo*, 269, 225-254. *RDA – Revista de Direito Administrativo*, Rio de Janeiro, v. 269, p. 225-254, maio/ago. 2015.
- Campos, R. T. O., & Campos, G. D. S. (2006). Construção de autonomia: o sujeito em questão. Campos GWS, Minayo MCS, Akerman M, Drumond Júnior M, Carvalho YM, organizadores. *Tratado de saúde coletiva*. Rio de Janeiro: Ed. Fiocruz, 669-88.

- Castro, N. J., Dantas, G. D. A., & da Silva Leite, A. L. (2010). Perspectivas para a energia eólica no Brasil. Disponível em: [www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/01\\_tdse18.pdf](http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/01_tdse18.pdf). Acesso em: 04 ago. 2015.
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2008). *The framework of sustainable supply chain management: moving toward new theory. International journal of physical distribution & logistics management, 38(5), 360-387.*
- Carvalho, E. F., de Melo Faria, A. M., Dallemole, D., & Gomes, V. M. (2015). Análise da eficiência econômica e termo dinâmica da produção de soja em primavera do leste. *Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica, 24, 71-90.*
- CCE Comissão da Comunidade Europeia. (2008). Livro Verde. Migração e mobilidade: Desafios e oportunidades para os sistemas da UE.
- Cepel, Centro de Pesquisas de Energia Elétrica. (2013) – Relatório anual de sustentabilidade. Disponível em: [www.eletronbras.com/relatorio\\_sustentabilidade\\_2013/desempenho-nos-negocios/eletronbras-cepel/](http://www.eletronbras.com/relatorio_sustentabilidade_2013/desempenho-nos-negocios/eletronbras-cepel/). Acesso em 06 out. 2015.
- Cerne. Centro de Estratégias em Recursos Naturais e Energias Renováveis. (2015). Disponível <http://cerne.org.br/indicadores>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- Christopher, M. (2011). Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para a redução de custos e melhoria dos serviços. Capítulo 11. Tradução da 4.ed. norte-americana. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- CNT. Confederação Nacional do Transporte. (2014). Revista CNT Transporte Atual. Disponível em: <http://www.cnt.org.br>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- Coelho, C. D. P., Soto, F. R. M., Vuaden, E. R., Melville, P. A., Oliveira, F., & Benites, N. R. (2009). *Evaluation of preventive homeopathic treatment against Colibacillosis in swine production. International Journal of High Dilution Research, 8(29), 183-190.*
- Conama Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL). (2012). Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA. P. 1126. Disponível em:

- CNPE Conselho Nacional de Política Energética. (2015). Ministério de Minas e Energia. Disponível em: [mme.gov.br/documents/10584/2472309/Mem%C3%B3ria+da+29%C2%AA+Reuni%C3%A3o++CNPE++Fina](http://mme.gov.br/documents/10584/2472309/Mem%C3%B3ria+da+29%C2%AA+Reuni%C3%A3o++CNPE++Fina). Acessado em: 10 dez. 2015.
- COPEL Companhia Paranaense de Energia. (2007). Atlas do Potencial Eólico do Paraná. Engenharia Eólica Camargo e Schubert. Editora LATEC, Curitiba.
- Corrêa, H. L. (2010). Gestão de redes de suprimento: integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado. São Paulo: Atlas.
- Crest (2014). Aproveitamento de energia eólica. Disponível em: [www.crest.org/renewables/sj/wind/images/380.gif](http://www.crest.org/renewables/sj/wind/images/380.gif). Acesso em: 07 out. 2014.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*.
- De Faria, A. C., Robles, L. T., & Bio, S. R. (2004). Custos Logísticos: Discussão sob uma ótica diferenciada. In Anais do Congresso Brasileiro de Custos-ABC.
- DHL Logistics. (2013). *Reliable Logistics For the Wind Industry*. Disponível em: [en\\_dhl\\_wind\\_energy\\_logistics\\_brochure\\_2013\\_v1.pdf](http://en_dhl_wind_energy_logistics_brochure_2013_v1.pdf).-[www.dhl.com/renewableenergy](http://www.dhl.com/renewableenergy). Acesso em: 29 ago. 2014.
- DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Disponível em: [http://www1.dnit.gov.br/aplweb/sis\\_siaet/download/resolucao11-04-etificada\\_DNIT.pdf](http://www1.dnit.gov.br/aplweb/sis_siaet/download/resolucao11-04-etificada_DNIT.pdf), Acesso em: 11 mar. 2015.
- Divone, L.V. (1994). *Evolution of Modern Wind Turbines*. In: SPERA, S.A. *Wind Turbine*
- Dutra, M. R.; Szklo, S. A.; & Tolmasquim, T. M. (2005). Experiência de políticas para o desenvolvimento de mercados eólicos, perspectivas e transformações no parque gerador de energia elétrica Brasileiro. In: Coletânea de Artigos: Energias Solar e Eólica. 1. ed. Rio de Janeiro: Cresesb – Cepel.
- EBC. Agência Brasil. (2015). Leilão de reserva vai contratar energia solar e eólica em novembro. Disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-03/leilao-de-reserva-vai-contratar-energia-solar-e-eolica-em-novembro>. Acesso em: 08 mar. 2015.
- EEG. Erneuerbare Energien-Gesetz (2012). Lei de Fontes Renováveis de Energia.

- Disponível em: [www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gesetz-fuer-den-ausbau-erneuerbarer-energien,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gesetz-fuer-den-ausbau-erneuerbarer-energien,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf). Acesso em: 08 mar. 2015.
- EGP Enel Green Power's (2015). *Contribution to sustainability*. Disponível em: [http://www.enelgreenpower.com/en-GB/brazil/power\\_plants/plants/agrotrafo/](http://www.enelgreenpower.com/en-GB/brazil/power_plants/plants/agrotrafo/) Acessado em: 10 jun. 2015.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. (2010a). Consolidação do mercado de energia elétrica e da economia 2005. Brasília, DF: EPE. (Relatório de 2009). Disponível em: [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br). Acesso em: 12 ago. 2015.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. (2010b). Resultado leilão A-3 2010. Disponível em: [www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20A-5%202012/Resultado%20-%20Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20A-5%202012.pdf](http://www.epe.gov.br/leiloes/Documents/Leil%C3%A3o%20A-5%202012/Resultado%20-%20Leil%C3%A3o%20de%20Energia%20A-5%202012.pdf). Acesso em: 12 ago. 2015.
- EPE. Empresa de Pesquisa Energética. (2014). Consolidação do mercado de energia elétrica e da economia 2014. Brasília, DF: EPE. (Relatório de 2014). Disponível em: [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br). Acesso em: 12 ago. 2015.
- Europeia, U. (2012). Diretiva 2012/19/EU do Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia.
- FUNDAÇÃO DOM CABRAL. Pesquisa de Custos Logísticos no Brasil – Elaboração, Nova Lima, 2014. Disponível em: [http://www.fdc.org.br/pt/publicacoes/Paginas/relatoriodepesquisa.aspx?COD\\_ACERVO=25134](http://www.fdc.org.br/pt/publicacoes/Paginas/relatoriodepesquisa.aspx?COD_ACERVO=25134) Acesso em: 23 ago. 2015.
- Figueiredo, K. F., & Mora, D. M. M. (2009). A Segmentação dos Operadores Logísticos no Mercado Brasileiro de acordo com suas Capacitações para Oferecer Serviços. Disponível em <http://www.anpad.org.br/rac-e>. Acessado em 14 dez. 2015.
- Freitas, G. S., & Dathein, R. (2015). As energias renováveis no Brasil: uma avaliação acerca das implicações para o desenvolvimento socioeconômico e ambiental. *Revista Nexos Econômicos*, 7(1), 71-94. Acesso em: 09 dez. 2015.
- Gil, A. C. (2009). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas.

- Godoy, A. S., Brunstein, J., & Fischer, T. M. D. (2013). Introdução ao Fórum Temático Sustentabilidade nas Escolas de Administração: tensões e desafios. RAM. Revista de Administração Mackenzie, 14(3), 14-25.
- GRI. (2009). *Global Reporting Initiative. Sustainability Reporting Guidelines*, GRI, Amsterdam.
- GWR – *Global Wind Report. Annual Market update 2012. Global Wind Energy Council*, 72 pages. Disponível em:  
[www.gwec.net/wpcontent/uploads/2012/06/Annual\\_report\\_2012\\_LowRes.pdf](http://www.gwec.net/wpcontent/uploads/2012/06/Annual_report_2012_LowRes.pdf)>. Acesso em 12/12/2015.
- Hage, J. A. A. (2013). A Energia e seu Controle Histórico: A Questão do Etanol como Recurso Energético Alternativo/*The Energy and its Historical Control: The Question of the Ethanol such as Energetic Alternative Resource. Brazilian Journal of International Relations*, 2(3), 436-462.
- Hair Jr. J. F. Babin., B. J., Money, A. H., Philip, S. (2005). Fundamentos de métodos de pesquisa de administração. Porto Alegre: Bookman.
- Howell, E., Reinking, D., Kaminski, R., Melo, C., & Ajayi, L. (2015). *Writing as Creative Design: Constructing Multimodal Arguments in a Multiliteracies Framework. Journal of Literacy and Technology*.
- International Energy Agency (IEA), (2003). Energy Efficiency UpdateItaly. Paris, France [www.iea.org/pubs/newslett/eneff/uk.pdf](http://www.iea.org/pubs/newslett/eneff/uk.pdf) Acesso em: 22 dez 2015.
- ILOS. (2014). Instituto de Logística e Supply Chain. Panorama ILOS: custos logísticos no Brasil. IPAM. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia. Disponível em: <http://www.ipam.org.br/saiba-mais/O-que-e-e-como-funciona-o-Mercado-de-Carbono>. Acesso em: 22 dez 2015.
- Junfeng, L., Pengfei, S., & Hu, G. (2010). *China Wind Power Outlook. Chinese Renewable Energy Industries Association. Global Wind Energy Council/Greenpeace*.
- Kassel. Universidade de Kassel, Alemanha, (2000). *Wind and Solar Power System, Boca Raton, Florida*, CRC Press LLC. Published in 2006 by PATEL, M.R.
- Kaminski, L. A. (2004). Proposta de uma sistemática de avaliação dos custos logísticos da distribuição física de uma distribuidora de suprimentos industriais. Dissertação, 2004, 131 f.

- (Mestrado Profissional em Engenharia), Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- Karkotli, G., & Aragão, S. (2004). Responsabilidade social. Uma contribuição à gestão transformadora das organizações, 2, 27-43.
- Kramer, A. (2015). “Berlim vista da paisagem”: reflexões sobre poética cultural do regional na República de Weimar. *ANTARES: Letras e Humanidades*, 7(13), 03-23.
- Kroetz, C. E. S. (2001). *Gestão da Contabilidade de Custos*. Rio Grande do Sul: UNIJUÍ Universidade Regional do Nordeste do RGS.
- Lakatos, E. M.; Marconi, M. A.. *Técnicas de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- Leandro, H. J. D. C. (2013). *Políticas sustentáveis para o transporte de mercadorias na União Europeia: o papel da ferrovia nessas políticas: o caso de Portugal* (Doctoral dissertation).
- Malhotra, N. K., Kim, S. S., & Patil, A. (2006). *Common method variance in IS research: A comparison of alternative approaches and a reanalysis of past research*. *Management Science*, 52(12), 1865-1883.
- Moreira, S. E. C., & Almeida, T. A. D. S. (2013). Potencial de produção de energia eólica em parques offshore. Disponível em: <http://recipp.ipp.pt/handle/10400.22/3584>. Acesso em: 15 jul. 2015.
- MME. Ministério de Minas e Energia. (2014). “PROINFA – Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica”, Disponível em: [www.mme.gov.br/programas/proinfa/](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/). Acesso em: 14 ago. 2014.
- Nascimento, P. A. M. M. (2015). Considerações sobre as indústrias de equipamentos para produção de energias eólica e solar fotovoltaica e suas dimensões científicas no Brasil.
- ONU. Organização das Nações Unidas (2000). Pacto Global. Disponível em: [://nacoesunidas.org/pacto-global-da-onu-lanca-guia-de-sustentabilidade-empresarial-criando-um-futuro-sustentavel/](http://nacoesunidas.org/pacto-global-da-onu-lanca-guia-de-sustentabilidade-empresarial-criando-um-futuro-sustentavel/). Acesso em: 14 dez. 2014.
- Pereira, R. (2015). Caderno de Economia do Jornal Estadão. Disponível em: [//economia.estadao.com.br/noticias/geral,parques-eolicos-trazem-melhorias-para-a-populacao](http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,parques-eolicos-trazem-melhorias-para-a-populacao). Acesso em: 11 jan. 2015.

- Pinto, M. (2013). Fundamentos de energia eólica. São Paulo: Ltda - Livros Técnicos E Científicos, 2013. 392p.
- Portal da Energia, (2013). Novas tarifas em 2013 para mini e microprodução de eletricidade Disponível em <http://www.portal-energia.com/novas-tarifas-em-2013-para-mini-e-microproducao-de-eletricidade/> Acessado em 12 dez. 2015.
- Proinfa, (2010). PROINFA - Ministério de Minas e Energia. Disponível em: [www.mme.gov.br/programas/proinfa/](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/) Acessado em 12 dez. 2015.
- Putnam, R. D., Leonardi, R., & Nanetti, R. Y. (1994). *Making democracy work: Civic traditions in modern Italy*. Princeton university press.
- Rodrigues P. R. A. (2010). Introdução ao Sistema de Transporte do Brasil e a Logística Internacional. São Paulo: Aduaneiras.
- Russi, L. S. (2015). Fundamentos Da Logística E Distribuição Física Internacional. Clube de Autores.
- Sá L. de. (2015). Pesquisadores defendem incentivos ao uso de energia eólica, Ministério de Ciência e Tecnologia. Disponível em: [www.reppittec.org.br/home/secao.asp?id\\_secao=1371](http://www.reppittec.org.br/home/secao.asp?id_secao=1371). Acesso em: 10 out. 2015.
- Sachs, J. D. (2006). *The end of poverty: economic possibilities for our time*. Penguin.
- Siemens (2012). *London Array Maior parque eólico offshore*. Disponível em: [http://w3.siemens.com.br/home/br/pt/cc/imprensa/pages/n20130705\\_1.aspx](http://w3.siemens.com.br/home/br/pt/cc/imprensa/pages/n20130705_1.aspx), e [www.siemens.com/press/en/presspicture/pictures-photonews/2012/pn201204.php](http://www.siemens.com/press/en/presspicture/pictures-photonews/2012/pn201204.php). Acesso em: 10 set. 2015.
- Siemens (2015). *Hexcrete: A New Concept for Taller Wind Turbine Towers* Disponível em: [www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/energy-and-efficiency/sustainable-power-generation-windpower-hexcrete-tower.html](http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/energy-and-efficiency/sustainable-power-generation-windpower-hexcrete-tower.html) 2015. Acesso em: 10 set. 2015.
- Silva, E. L., & Menezes, E. M. (2005). Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. UFSC, Florianópolis, 4a. edição.



- Significados (2015). Dicionário de significados de palavras em Inglês. Disponível em: [www.significados.com.br/offshore](http://www.significados.com.br/offshore). Acesso em: 10 set. 2015.
- Simas, M. P. S.(2013). Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estud. av.* 27 (77).
- Souza, F. B.; Pires, S. R.I.(2010). Theory of constraints contributions to outbound logistics. *Management Research Review*, v. 33, n. 7, p. 683-700, 2010.
- Souza, M. A., Schnorr, C., & Ferreira, F. B. (2013). Práticas de gestão de custos logísticos: Estudo de caso de uma empresa do setor alimentício. *Revista Contemporânea de Contabilidade*, 10(19), 3-32.
- Techinip, *Floater Product Line Why a Spar*, 2004. Disponível em: <http://www.uezo.rj.gov.br/tccs/capi/TailandAmorim.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2015.
- Thimóteo, A., & Carlos, A. (2015). O uso e importância dos indicadores de sustentabilidade nas organizações—Estudos de casos em empresas de energia elétrica.
- Valor Econômico, (2014). Novos Leilões de Energia. Disponível em: [valor.com.br/valor1000/2014](http://valor.com.br/valor1000/2014). Acessado em 12 dez. 2015.
- Vergara, S. C. (2006). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 7. ed. São Paulo: Atlas.
- Vestas - Vestas Wind Systems 2015. *Annual General Meeting* Disponível em: [www.vestas.com/en/investor/financial\\_reports/2015/q2](http://www.vestas.com/en/investor/financial_reports/2015/q2). Acesso em 06 out. 2015
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman.
- WWEA. World Wind Energy Association. (2013). *Wind turbines generate more than 1 % of the global electricity*. Disponível em: <http://www.wwindea.org>. Acesso em: 14 dez. 2014.
- WWEA. World Wind Energy Association. (2014). *Price per Kilowatt-Hour*. Disponível em: <http://windenergyfoundation.org/about-wind-energy/economics>. Acesso em: 14 dez. 2014.

**ANEXO A – DOCUMENTO DO LEILÃO – Descritivo**

EDITAL DO LEILÃO Nº 001/2009-ANEEL  
ANEXO 1A – MINUTA DO CONTRATO DE CONCESSÃO DE TRANSMISSÃO



PROCESSO Nº 48500.000368/2009-18

LOTE A

CONTRATO DE CONCESSÃO Nº XXX/2009-ANEEL

DO SERVIÇO PÚBLICO DE TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA, QUE CELEBRAM A UNIÃO  
E A.....

## CLÁUSULA SEGUNDA - OBJETO

Este CONTRATO regula a concessão do SERVIÇO PÚBLICO DE TRANSMISSÃO outorgada pelo Decreto, s/nº, de **dia** de **mês** de 2009, publicado no Diário Oficial de **dia** de **mês** de 2009, pelo prazo de 30 (trinta) anos, contado a partir da sua celebração, para construção, operação e manutenção das INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO caracterizadas no ANEXO 6A do Edital do Leilão nº 001/2009-ANEEL, CARACTERÍSTICAS E REQUISITOS TÉCNICOS BÁSICOS DAS INSTALAÇÕES DE TRANSMISSÃO e nomeadas a seguir:

EDITAL DO LEILÃO Nº 001/2009-ANEEL  
ANEXO 1A – MINUTA DO CONTRATO DE CONCESSÃO DE TRANSMISSÃO



- II. período de implantação das instalações;
- III. período de comissionamento e testes das instalações;
- IV. fase de operação das instalações;
- V. programação integrada da manutenção;
- VI. condições de trânsito de veículos e pessoas nos arruamentos e acessos;
- VII. segurança patrimonial das instalações;
- VIII. procedimentos em situações de emergência;
- IX. regime de cooperação;
- X. solução de controvérsias técnico-operacionais;
- XI. responsabilidades pelo fluxo de informações;
- XII. encargos decorrentes da manutenção de rotina;
- XIII. compartilhamento de instalações e infra-estrutura de uso comum;
- XIV. condições para ampliar edificações existentes ou construir novas edificações em áreas disponíveis das subestações; e
- XV. condições comerciais, com as respectivas responsabilidades sobre pagamentos e encargos.



FORMULÁRIO DO DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO  
(MDL-DCP) - Versão 03



MDL – Conselho Executivo

página 1

**MECANISMO DE DESENVOLVIMENTO LIMPO  
FORMULÁRIO DO DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO (MDL-DCP)  
Versão 03 – em vigor desde: 28 de julho de 2006**

**SUMÁRIO**

- A. Descrição geral da atividade do projeto
- B. Aplicação de uma metodologia de linha de base e monitoramento
- C. Duração da atividade do projeto / período de obtenção de créditos
- D. Impactos ambientais
- E. Comentários dos Atores

**Anexos**

- Anexo 1: Informações de contato dos participantes da atividade do projeto
- Anexo 2: Informações sobre financiamento público
- Anexo 3: Informações sobre a linha de base
- Anexo 4: Plano de monitoramento



**FORMULÁRIO DO DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO  
(MDL-DCP) - Versão 03**



MDL – Conselho Executivo

página 2

**SEÇÃO A. Descrição geral da atividade de projeto.**

**A.1. Título da atividade de projeto:**

Título: Parque Eólico El Modelo  
Versão 01  
20 de dezembro de 2011

**A.2. Descrição da atividade de projeto:**

O Projeto “Parque Eólico El Modelo” (doravante chamado “atividade de projeto” ou apenas “projeto”) é constituído por duas unidades de geração de eletricidade, que ficarão localizadas nas áreas rurais do município de João Câmara, no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. As duas usinas eólicas participaram do 12º Leilão de Energia Nova promovido pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e foram aprovadas para celebrar um contrato de venda de energia junto à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

Os projetos ficarão sob propriedade e gestão de subsidiárias individuais do grupo Enel Brasil Participações Ltda (doravante designado “Proponente do Projeto”):

- Enel Green Power Modelo I Eólica S.A.
- Enel Green Power Modelo II Eólica S.A

Será instalado um conjunto de turbinas horizontais para geração de eletricidade. As fazendas eólicas terão capacidade instalada de 30,55 MW (Modelo I) e 25,85 MW (Modelo II), sendo a capacidade total deste projeto de MDL de 56,4 MW. O projeto é conectado ao Sistema Interligado Nacional (SIN<sup>1</sup>) por uma subestação através de uma linha de transmissão de 230 kV. Estima-se uma geração de eletricidade da ordem de 220.913 megawatts-hora (MWh) por ano.

Os projetos serão desenvolvidos em áreas com presença de atividades agrícolas e vegetação nativa constituída predominantemente de arbustos. As turbinas eólicas ficarão situadas em terrenos alugados pelo proponente do projeto a diferentes proprietários.

A eletricidade renovável gerada pelo projeto será fornecida ao SIN, ajudando o sistema a diminuir o peso da geração de energia por fontes termelétricas, dessa forma contribuindo com o desenvolvimento sustentável ao aumentar a participação da energia renovável. A expectativa de redução das emissões anual é de 105.303 tCO<sub>2</sub> durante o período renovável de créditos de 7 anos. Mais especificamente, a energia eólica possui um impacto (“pegada”) ambiental bastante baixo se comparado a outras alternativas.

O projeto contribuirá com o desenvolvimento sustentável da região da seguinte forma:

- O projeto reduzirá as emissões de óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono e material particulado, entre outros poluentes, e também de dióxido de carbono associado à queima de combustíveis fósseis.
- O projeto diminuirá a utilização de água associada à geração de eletricidade por usinas que utilizam ciclo a vapor.

---

<sup>1</sup> Sistema Interligado Nacional



página 3

- O projeto reduzirá a dependência por combustíveis fósseis, uma fonte não-renovável e de oferta limitada.
- Durante a construção, o projeto empregará cerca de 200 trabalhadores, dando-se prioridade aos moradores locais no preenchimento das vagas, até onde possível.
- Durante a operação, o projeto criará aproximadamente 15 cargos de período integral nas áreas de operação e manutenção.

O projeto constituirá uma fonte de renda adicional para os proprietários das terras sobre as quais as turbinas eólicas serão instaladas, e uma fonte significativa de arrecadação tributária para os municípios locais, dando assim suporte à economia rural.

**A.3. Participantes do projeto:**

<b>Nome da Parte envolvida (*) (host) indica uma Parte anfitriã)</b>	<b>Entidade(s) privada(s) e/ou pública(s) participantes do projeto (*) (se houver)</b>	<b>Por gentileza, indicar se a Parte envolvida deseja ser considerada como participante no projeto (Sim/Não)</b>
Brasil (host)	Enel Brasil Participações Ltda	Não
Brasil (host)	Enel Green Power Modelo I Eólica S.A.	Não
Brasil (host)	Enel Green Power Modelo II Eólica S.A.	Não

**A.4. Descrição técnica da atividade do projeto:**

**A.4.1. Local da atividade do projeto:**

**A.4.1.1. Parte(s) anfitriã(s):**

Brasil

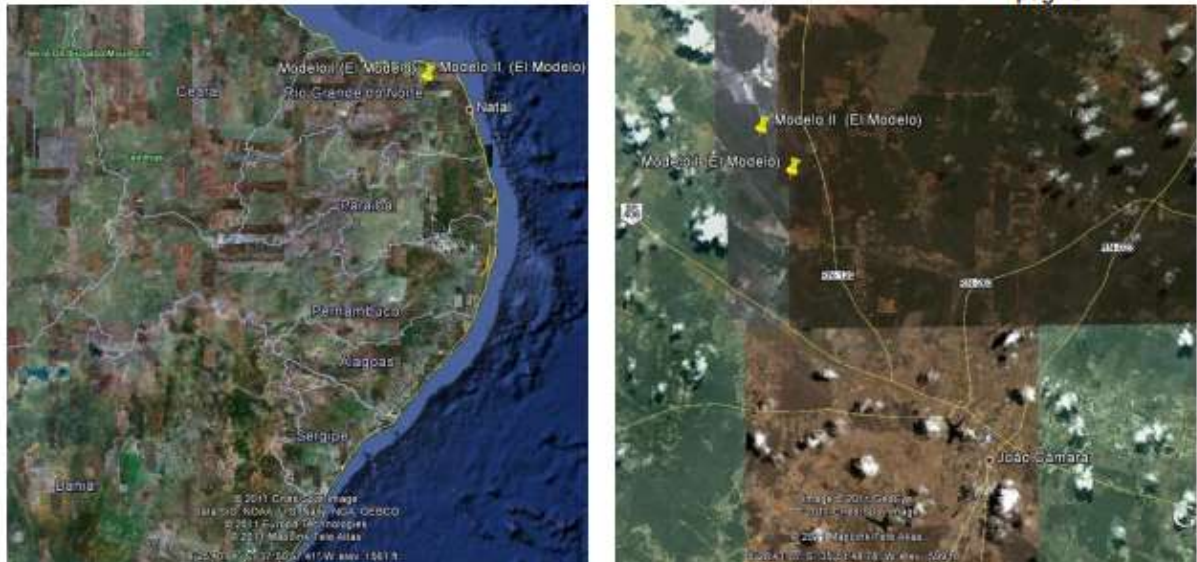


Figura 1: Mapas do local do projeto.

#### **A.4.2. Categoria(s) da atividade do projeto:**

A atividade do projeto está incluída no Escopo setorial 1, Indústrias Energéticas (fontes renováveis).

#### **A.4.3. Tecnologia a ser empregada pela atividade do projeto:**

O objetivo da atividade do projeto proposto é gerar eletricidade por meio da energia eólica, uma fonte renovável. A eletricidade gerada pelo projeto será fornecida ao SIN, reduzindo a geração de energia por usinas termelétricas no Sistema Interligado Nacional, dado o fornecimento de energia renovável para a rede elétrica.



#### A.4.3. Tecnologia a ser empregada pela atividade do projeto:

O objetivo da atividade do projeto proposto é gerar eletricidade por meio da energia eólica, uma fonte renovável. A eletricidade gerada pelo projeto será fornecida ao SIN, reduzindo a geração de energia por usinas termelétricas no Sistema Interligado Nacional, dado o fornecimento de energia renovável para a rede elétrica.

##### Cenário antes do projeto

O cenário anterior à implementação da atividade do projeto aponta a ausência de usinas energéticas instaladas no local do projeto. A energia a ser gerada pelo projeto é, atualmente, despachada por outras usinas conectadas à rede nacional, o que inclui usinas movidas a combustíveis fósseis. Portanto, a fazenda eólica contribuirá com a redução de emissões por essas usinas. As emissões reduzidas são determinadas de acordo com o fator de emissão de CO<sub>2</sub> de margem combinada, baseado na *Ferramenta para calcular o fator de emissão para um sistema elétrico (versão 2.2.0)* (ver seção B.6.).

##### Escopo de atividades que estão sendo implementadas na atividade do projeto

Um conjunto de turbinas eólicas horizontais será utilizado para gerar eletricidade a partir da energia cinética dos ventos. A atividade de projeto incluirá 24 turbinas eólicas, com capacidade total de 56,4 MW para todo o projeto de MDL: 13 turbinas em Modelo I (30,55 MW) e 11 turbinas em Modelo II (25,85 MW).

A Tabela 1 mostra as especificações das turbinas utilizadas na atividade do projeto.



### FORMULÁRIO DO DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO (MDL-DCP) - Versão 03



MDL – Conselho Executivo

página 5

**Tabela 1. Especificações das turbinas SWT-2.35-108.**

<b>Rotor</b>	
Diâmetro	108 m
Área de varredura	9.144 m <sup>2</sup>
Velocidade do rotor	6-16 rpm
Regulagem de potência	Regulagem de passo com velocidade variável
Comprimento da pá	52,6 m
<b>Gerador</b>	
Tipo	Assíncrono
Potência nominal	2.300 kW
Tensão	690 V
<b>Torre</b>	
Tipo	Cilíndrica e/ou tubular cônica
Altura do núcleo	80 m ou de acordo com o local
<b>Dados de operação</b>	
Velocidade do vento de conexão	3-4 m/s
Potência nominal a	11-12 m/s
Velocidade do vento de desconexão	25 m/s

**A.4.4. Quantidade estimada de reduções de emissões ao longo do período de obtenção de créditos escolhido:**

**Tabela 3: Estimativa de reduções de emissões durante o primeiro período de obtenção de créditos**

<b>Ano</b>	<b>Estimativa das reduções de emissões (toneladas de CO<sub>2</sub>e)</b>
2014	87.636
2015	87.636
2016	87.636
2017	87.636
2018	87.636
2019	87.636
2020	87.636
<b>Reduções totais estimadas ao longo do período de obtenção de créditos</b>	<b>613.455</b>
<b>Número total de anos de obtenção de créditos</b>	<b>7</b>
<b>Média anual das reduções de emissões estimadas (tCO<sub>2</sub>e)</b>	<b>87.636</b>

**A.4.5. Financiamento público da atividade do projeto:**

A Tabela 7 relaciona os parâmetros e valores utilizados para a realização da análise de investimentos.

**Tabela 7. Valores de entrada usados na Análise de Investimentos disponíveis no momento da tomada de decisão (todas as fontes e cálculos estão disponíveis nas planilhas de Análise de Investimentos<sup>11</sup>).**

<b>DESCRIÇÃO GERAL</b>		
<b>Parâmetros básicos</b>		
Vida útil operacional	20	anos
Data de início operacional prevista	1-Jan-14	data
Taxa de câmbio US\$/Euro	1,443	US\$/Euro
Taxa de câmbio BRL/US\$	1,585	BRL/US\$
<b>Geração de eletricidade</b>		
Geração líquida para venda	220.913	MWh / ano
Capacidade instalada	56,4	MW
<b>RECEITA</b>		
<b>Venda de eletricidade</b>		
Tarifa no Mercado regulado (2014-2033)	62.16	USD/MWh
Tarifa no Mercado não regulado (2014-2018)	86.31	USD/MWh
Tarifa no Mercado não regulado (2019-2033)	variável <sup>11</sup>	USD/MWh
Custo medio “hedge” de energia	18.93	USD/MWh
Quantidades “hedge” de energia	25%	%
<b>INVESTIMENTO</b>		
<b>Total de custos de capital</b>		

<sup>9</sup> Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)

<sup>10</sup> Para detalhes e fontes específicas, ver planilha “DebtStructure” da Análise de Investimentos no arquivo Excel “Equity IRR El Modelo Wind Farms”

<sup>11</sup> Ver arquivo Excel “Equity IRR El Modelo Wind Farms”



**FORMULARIO DO DOCUMENTO DE CONCEPÇÃO DE PROJETO  
(MDL-DCP) - Versão 03**

**MDL – Conselho Executivo**

página 17

Total investido	\$136.208.677	US\$
% débito	50,0%	%
% capital	50,0%	%
<b>CUSTOS E GASTOS OPERACIONAIS</b>		
<b>Custos operacionais</b>		
Operação e manutenção (O&M)	\$1,127,409	US\$ / ano
Manutenção de infra-estrutura	\$64,051	US\$ / ano
Gerais e administrativos (G&A)	\$762,616	US\$ / ano
Aluguel do terreno / royalties	\$195,712	US\$ / ano
Seguro	\$238,413	US\$ / ano
<b>- Taxas</b>		
TUST	\$1.067.522	US\$ / ano
TSFEE	\$68.321	US\$ / ano
ONS	\$1.423	US\$ / ano
CCEE	\$20.048	US\$ / ano
<b>Impostos</b>		
PIS COFINS	3,65%	%
Imposto de Renda (IR)	2,00%	%
Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL)	1,08%	%
<b>PARÂMETROS FINANCEIROS</b>		
<b>Inflação</b>		
Índice de inflação (previsto)	4,57%	%
<b>Benchmark</b>		
Benchmark do Retorno sobre o Capital Investido (termos reais)	11,75%	%
Correção da inflação	4,57%	%
Retorno Nominal sobre o Capital Investido (Ke)	16,32%	%





Fonte do dado usada:	Local da atividade do projeto
Valor do dado aplicado para fins de cálculo das reduções de emissões esperadas na seção B.5	Não há estimativas disponíveis sobre uma base de hora em hora. Para a estimativa <i>ex ante</i> , a geração total anual esperada é aplicada ao fator de emissão médio (ver seção B.6.3).
Descrição dos métodos e procedimentos de medição a serem aplicados:	<p>O proponente do projeto irá instalar e controlará o medidor principal de eletricidade e um medidor de backup (ambos com classe de precisão de 0,2%) na subestação, o que é definido como o “ponto de entrega” à rede. A medição neste ponto é feita após as perdas de transmissão e funciona de modo bidirecional, ou seja, é medida a energia líquida entregue à rede. O medidor de backup garante a medição contínua em caso de falha do medidor principal. Caso ambos os medidores apresentem falha, a energia gerada pode ser obtida a partir da CCEE.</p> <p>A frequência de medições é estabelecida pelo ONS em seu sub-módulo 12.4<sup>25</sup>, o que exige medições a cada cinco minutos (completos). Os dados serão registrados para o monitoramento do MDL com frequência pelo menos mensal, e guardados por no mínimo dois anos após o final do último período de obtenção de créditos.</p>
Procedimentos de GQ/CQ a serem aplicados:	As medições sofrem verificação cruzada com as notas fiscais das vendas de energia ou com a base de dados da CCEE para verificar a consistência dos dados. A frequência de calibração dos medidores é de dois anos (máximo), conforme o sub-módulo 12.3 do ONS. A calibração deverá ser realizada por testes de campo ou laboratoriais com base nas normas técnicas especificadas pelo INMETRO, N°. 431 de 04 de dezembro de 2007.
Comentário:	Estes dados são utilizados para o cálculo do fator de emissão.

**SEÇÃO C. Duração da atividade do projeto / período de obtenção de créditos**

**C.1. Duração da atividade do projeto:**

**C.1.1. Data de início da atividade do projeto:**

17/08/2011

**C.1.2. Vida útil operacional esperada da atividade do projeto:**

20 anos

**C.2. Escolha do período de obtenção de créditos e informações relacionadas:**

**C.2.1. Período de obtenção de créditos renovável:**

**C.2.1.1. Data de início do primeiro período de obtenção de créditos:**

**Tabela 13: Visão geral e expectativas do processo de licenciamento.**

Licença	Data de emissão (real / prevista)	Órgão público responsável
Licença Prévia	21/06/2011 (real) <sup>26</sup>	IDEMA / RN
Licença de Instalação	Abril 2012 (prevista)	IDEMA / RN
Licença de Operação	Dezembro 2013 (prevista)	IDEMA / RN

Não existem impactos transfronteiriços decorrentes da atividade do projeto.

**D.2. Se os impactos ambientais forem considerados significativos pelos participantes do projeto ou pela Parte anfitriã, apresente as conclusões e todas as referências que corroboram a documentação da avaliação de impacto ambiental realizada de acordo com os procedimentos exigidos pela Parte anfitriã:**

As normas ambientais e políticas de processos de licenciamento no Brasil são bastante rígidas e estão de acordo com as melhores práticas internacionais. O EIA não identificou impactos ambientais significativos.

#### **INFORMAÇÕES DE CONTATO DOS PARTICIPANTES DA ATIVIDADE DE PROJETO**

Organização:	Enel Green Power
Rua/Caixa Postal:	Miguel de Cervantes Saavedra 193, Ampliacion Granada
Edifício:	9º andar, escritório 901
Cidade:	México
Estado/Região:	México
CEP:	11520
Pais:	México
Telefone:	+52 55 5280 9361
FAX:	+52 55 5280 9371
E-Mail:	<a href="mailto:casiopea.ramirez@enel.com">casiopea.ramirez@enel.com</a>
URL:	<a href="http://www.enelgreenpower.com">www.enelgreenpower.com</a>
Representado por:	
Cargo:	Coordenadora do MDL para a América Latina
Forma de tratamento:	Srta.
Sobrenome:	Ramirez
Nome do meio:	
Nome:	Casiopea
Departamento:	Assuntos Regulatórios
Celular:	
FAX direto:	
Tel. direto:	
E-mail pessoal:	

Organização:	Enel Brasil Participações Ltda Enel Green Power Modelo I Eólica S.A. Enel Green Power Modelo II Eólica S.A.
Rua/Caixa Postal:	Rua São Bento, nº 8
Edifício:	11º andar
Cidade:	Rio de Janeiro
Estado/Região:	RJ
CEP:	20090-010
País:	Brasil
Telefone:	+55 21 2206.5600
FAX:	+55 21 2206.5620
E-Mail:	<a href="mailto:pedro.costa@enel.com">pedro.costa@enel.com</a>
URL:	<a href="http://www.enelgreenpower.com">www.enelgreenpower.com</a>
Representado por:	
Cargo:	Diretor
Forma de tratamento:	Sr.
Sobrenome:	Costa Braga de Oliveira
Nome do meio:	Alberto
Nome:	Pedro