



**IV SINGEP**

**Simposio Internacional de Gestao de Projetos, Inovacao e Sustentabilidade**

**International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability**

ISSN: 2317 - 8302

# **CUSTOS LOGÍSTICOS E A SUSTENTABILIDADE EM PARQUES EÓLICOS; ESTUDO DE CASO**

**ARMANDO NASCIMENTO NETO**

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

armando.nascimento@siemens.com

**FÁBIO YTOSHI SHIBAO**

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

fabio.shibao@gmail.com.br

Primeiramente a Deus, por permitir e auxiliar na minha trajetória acadêmica neste curto espaço de tempo, que foi 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 Fabio Ytoshi Shibao, pela paciência e dedicação atribuídas a muitas horas de trabalho.

Agradeço, à Profa. Ana Cristina de Faria, pela paciência e dedicação atribuídas a muitas horas de trabalho.

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



## **CUSTOS LOGÍSTICOS E A SUSTENTABILIDADE EM PARQUES EÓLICOS; ESTUDO DE CASO.**

### **Resumo**

A crise hídrica instalada no Brasil no final do século XX, deturpou a economia brasileira levando a racionamento de energia elétrica. Acendendo o alerta para a necessidade de diversificar suas fontes de energia, o Brasil não tardou em acompanhar a evolução tecnológica mundial no modelo de energia renovável a partir dos ventos, também chamada de energia eólica. A maior parte dos parques eólicos se concentra nas regiões nordeste e sul. Motivando um estudo de caso de um parque eólico no nordeste brasileiro versus uma empresa fornecedora de equipamentos instalada no sudeste. A análise documental em questão mostra que a sustentabilidade econômica de parques eólicos podem ter na logística seu fator diferencial, uma vez que a comparabilidade com custos logísticos europeus mostram que o custo é no mínimo o dobro. O presente trabalho teve seu objetivo alcançado apresentando os custos de suprimentos de logística para o desenvolvimento sustentável junto à implantação de torres eólicas no Brasil. O estudo de caso tem enfoque diferenciado, buscou identificar por meio de custeio logístico, o desenvolvimento sustentável junto ao transporte dos equipamentos eólicos.

**Palavras-chave:** Custos, Logísticos, Sustentabilidade, Parque Eólico.

### **Abstract**

The water crisis on Brazil at the end of the 20th century, misrepresented the Brazilian economy leading to rationing of electricity. Lighting up the alert to the need to diversify its energy sources, Brazil soon to follow technological developments in renewable energy model from the winds, also called wind. Most wind farms concentrated in the Northeast and South. Motivating a case study of a wind farm in northeastern Brazil versus a total installed equipment supply company in the Southeast. The analysis of documents in question shows that the economic sustainability of wind farms can have on your logistic differential factor, since the comparability with European logistics costs show that our cost is at least double. The present work had its goal achieved showing the costs of logistics supplies for sustainable development by the deployment of wind towers in Brazil. The case study has differentiated approach, seeking to identify through logistics costing, sustainable development along the carriage of wind power equipment.

**Keywords:** Costs, Logistics, Sustainability, Wind Farm.



## 1- Introdução

O Brasil iniciou a década de 2000, com uma grande seca que diminuiu o nível de água nos reservatórios e barragens hídricas, causando uma grave escassez de energia. A crise hídrica instalada deturpou a economia brasileira levando a racionamento de energia elétrica, acendendo o alerta para a necessidade de diversificar suas fontes de energia, o Brasil viu-se em necessidade de acompanhar a evolução tecnológica mundial com o modelo de energia renovável, a partir dos ventos, também chamada de energia eólica, distribuída em parques eólicos. Determinando uma nova lacuna, à logística. Os principais parques eólicos são destinados aos extremos do país, norte e sul, e as principais indústrias brasileiras encontram-se no sudeste, sabe-se que a malha rodoviária do Brasil está entre as piores do mundo, originada muitas vezes pelo descaso das autoridades. Objetivo deste estudo será um estudo de caso simulando por meio de custeio a sustentabilidade logística para os parques eólicos por meio de comparabilidade de custo orçado versus custeio real.

Estudar a relação entre a logística e a sustentabilidade ambiental, pode apresentar-se como um importante diferencial entre fazer ou não um empreendimento eólico, neste trabalho por meio de estudo de caso, o fornecimento de equipamentos para um parque eólico com foco determinante dos custos logísticos. À análise em torno do total de custo logístico despendido, por meio de análise documental permitindo diferenciar o estudo, esse tipo de transporte ainda é pouco mencionado em instalação do parque eólico versus, tomando por base os custos médios apontados em sites especializados de parques eólicos europeus, espera-se obter os custos internos do país e com este trabalho determinar se o custo logístico com os parques eólicos pode ou não atrapalhar a viabilidade econômica sustentável do projeto.

O conceito sustentável está definido no Relatório Nosso Futuro Comum de 1987 pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, na Assembleia Geral das Nações Unidas. A Conferência Mundial sobre Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, denominada “RIO 92”, evento este visando à sustentabilidade global no século XXI, gerou documentos importantes como a Agenda 21, que visa um amplo e abrangente programa de ações sustentáveis (Veiga, 2005).

Um grande número de empresas continua a crer que, quanto mais aderirem à proposta do desenvolvimento sustentável, maiores serão os custos e menor será a sua competitividade, não só porque os clientes na generalidade não pagam por esta diferenciação, em particular em épocas de crise, como os seus competidores nos países em desenvolvimento que não estão sujeitos ao mesmo tipo de pressões pelo desenvolvimento sustentável (Carvalho, 2010).



## 2 Referencial Teórico

Nesse capítulo apresentam-se os tópicos referentes ao desenvolvimento sustentável, energia eólica no mundo, evolução da energia eólica no Brasil, análise dos custos logísticos.

### 2.1 Desenvolvimento sustentável.

O movimento pelo desenvolvimento sustentável teve início, após a publicação do Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1987. Entretanto, a expressão desenvolvimento sustentável se popularizou a partir da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNMAD), realizada no Rio de Janeiro em 1992 (Barbieri *et al.*, 2010). A Figura 1, mostra o modelo de sustentabilidade proposto por (Barbieri *et al.*, 2010), na qual o desenvolvimento sustentável, é o núcleo da sustentabilidade organizacional.



Figura 1: Modelo de Sustentabilidade  
Fonte: Barbieri *et al.* (2010)

Entre as razões para implementação das práticas de sustentabilidade em cadeias de suprimentos estão os ganhos em termos econômicos e as vantagens competitivas em relação a outras empresas sem aspectos de sustentabilidade, o que corrobora com os preceitos do *Triple Bottom Line* (TBL), mas que se necessita cautela (Carter & Rogers, 2008).

#### 2.1.1 Energia eólica no mundo

A importância da energia eólica no mundo é evidente e significativa em tempos de buscas por modelos de geração de energia mais sustentáveis, objetivando a diminuição de combustíveis fósseis. Por definição o termo do nome eólico vem do latim *aeolicus*, que pertencente a Éolo, aquilo que tem relação com os ventos também conhecido como Deus dos ventos na mitologia grega. Desde a antiguidade a energia eólica é utilizada para mover os barcos impulsionados por velas e também para fazer funcionar a engrenagem de moinhos de grãos e cereais (McElroy *et al.*, 2009)

A história mostra que os ventos tiveram suas primeiras utilizações na navegação pelos egípcios, fenícios e romanos entre outros povos. Os egípcios utilizavam velas como auxílio



para embarcações a remo, enquanto os fenícios já possuíam embarcações totalmente movidas à vela a 1000 AC. Na Antiguidade, tanto na China como na Pérsia, de onde constam os registros mais antigos de máquinas desenvolvidas para o aproveitamento do vento com outros propósitos em 644 AC. Nessas sociedades foram empregados moinhos de vento, objetivando a moagem de grãos e a irrigação, por meio do bombeamento de água (Dutra *et al.*, 2005).

A produção de energia eólica é essencial para o cumprimento dos objetivos europeus, no âmbito das energias renováveis. De acordo com as previsões da União Europeia (UE), a produção hidroelétrica ira manter a sua posição dominante como fonte de energia renovável para a produção de energia elétrica, no entanto, o uso da energia eólica ira continuar a expandir e espera-se que em 2020 a capacidade eólica instalada supere o setor hidroelétrico (CCE, 2008).

### 2.1.2 Evolução da energia eólica no Brasil.

O Brasil iniciou sua jornada no mundo de energia renovável a partir dos ventos com a primeira turbina de usina eólica implantada em Fernando de Noronha, no Estado de Pernambuco, em 1992 e, proporcionando uma economia de aproximadamente 70.000 litros de óleo diesel por ano, (Aneel, 2012), dez 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).

Com a ampliação da matriz energética brasileira a partir do PROINFA, os leilões realizados e do mercado livre de energia, ao final de 2013, o Brasil possuía 108 parques eólicos que totalizam 2,5 GW de capacidade instalada. As perspectivas para o final de 2020 indicam 9GW de eólica em operação na matriz elétrica brasileira, aumentando em 400% a capacidade de geração de energia a partir dos parques eólicos. (ABEEÓLICA, 2014).

### 2.1.3 Custo logístico

Os principais parques eólicos brasileiros encontram-se instalados no nordeste e no sul, conforme demonstrado na Tabela 1, comprovando os principais parques eólicos nacionais em desenvolvimento, muitas vezes equidistantes dos principais fornecedores de equipamentos para estes parques. Para análise do estudo de caso os custos logísticos tem a importância de que, as empresas vêm agregando mais um fator de discussão em suas decisões estratégicas, os custos operacionais logísticos. No mercado global competitivo não é mais possível apenas trabalhar o conceito de adquirir produtos dos fornecedores e simplesmente revendê-los aos consumidores com a margem desejada de lucros. A análise dos custos operacionais e a cadeia logística são fatores fundamentais para o desenvolvimento das estratégias eficientes de logísticas (Novaes, 2007).

**Tabela 1 Parques eólicos em operação**

<b>Estado</b>	<b>N. Parques</b>	<b>Potência</b>	<b>Participação</b>
Rio Grande do Norte	95	2726	33,5%
Ceará	69	1817	22,4%
Bahia	57	1567	19,3%
Pernambuco	8	103	1,3%
Piauí	4	94	1,2%
Paraíba	13	66	0,8%
Maranhão	2	58	0,7%
Sergipe	1	30	0,4%
<b>Norte / nordeste</b>	<b>249</b>	<b>6461</b>	<b>79,5%</b>
Rio Grande do Sul	54	1403	17,3%
Santa Catarina	13	236	2,9%
Rio de Janeiro	1	28	0,3%
<b>Sul/sudeste</b>	<b>68</b>	<b>1667</b>	<b>20,5%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>317</b>	<b>8128</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: Annel 2012 adaptado pelo autor

Kroetz (2001, p. 25), relatou que o gerenciamento de custos, dentre os objetivos organizacionais em nível global, servem de orientação para entidades que tenham a responsabilidade social como política da organizacional:

- “Garantir a sobrevivência da entidade, identificando tendências globais em seus primeiros estágios e levando-as em conta no planejamento estratégico;
- Buscar vantagens competitivas, minimizando custos e impactos ambientais;
- Adotar uma postura pró-ativa e criativa em relação aos desafios ecológicos e sociais em todas as áreas de atuação da entidade;
- Cooperar com parceiros comerciais e acadêmicos para acelerar a acumulação de conhecimentos; e
- Promover a redução de custos e consequente economia de energia e recursos e do avanço de outras tecnologias ecos-favoráveis.”

O custo de transporte representa a maior parte do custo logístico total das empresas. Com isso, além dos fatores referentes à eficiência da gestão, o desempenho das operações logísticas está relacionado à qualidade e à oferta de infraestrutura viária, de veículos e de terminais (CNT, 2011).



### **3 - Metodologia**

Em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”. Isso ocorre quando o pesquisador tem pouco controle sobre os acontecimentos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real, Yin (2005). Neste caso aproveitam-se os apontamentos de Yin (2005), para iniciar o estudo de caso, de um parque eólico instalado no nordeste brasileiro.

Por meio de documentos extraídos junto a sites de associações, reconhecidos como estratégicos para análises de parques eólicos, análise de documentos dos leilões dos parques eólicos, análise de documentos de uma empresa multinacional alemã fornecedora de equipamentos para os parques eólicos e tomando por base análise de percentuais de custos financeiros para formação de preço de equipamentos eólicos, publicado pela Universidade de Kassel na Alemanha, faz-se um comparativo com valores percentuais de custos obtidos na finalização do projeto do parque eólico estabelecido no nordeste brasileiro.



#### 4 - Análise de resultados

Neste tópico, aborda-se o custo para suportar base analítica do desenvolvimento sustentável. Em sua primeira fase, o PROINFA, seguindo a tendência de vários países, estipulou uma tarifa de compra de energia (*Feed-in*) para projetos com contratos para 20 anos. Além do mecanismo de *Feed-in*, o PROINFA apresenta mecanismo de subsídios para investimentos ao disponibilizar linhas especiais do BNDES para projetos selecionados pelo (PROINFA, 2014), determinando assim que o preço da energia estaria garantido para o dono do parque eólico, e passando a responsabilidade em manter a sustentabilidade econômica para o fornecedor dos equipamentos.

A Tabela 2 apresenta a contribuição percentual dos custos de cada componente do sistema eólico no custo total do investimento, para geração de energia, sem considerar o custo do terreno, publicados na Alemanha pela Unidade de Pesquisa de Energia da Universidade de Kassel (Patel, 1999). Para este estudo, utiliza-se o custo do transporte de equipamento estabelecido em 8% do total de custos projetados como ideias para ter-se uma boa performance de custeio na construção do parque eólico sem afetar o preço para o dono do parque eólico e mantendo uma lucratividade razoável de 3% (Custos adicionais), para a empresa fornecedora de equipamentos.

**Tabela 2: Síntese de custos para um projeto de energia eólica**

<b>Custos Básicos</b>	<b>%</b>
Rotor	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: Unidade de Pesquisa de Energia da Universidade de Kassel (2000).

Na **Tabela 3**, os dados apontados referem-se aos percentuais de custo no fornecimento de equipamentos eólicos apurados junto à empresa multinacional alemã fornecedora do parque eólico estudado, que por motivos estratégicos empresariais, não será divulgado, este parque eólico está situado no nordeste brasileiro no interior da Bahia, e a empresa fornecedora está situada no sudeste brasileiro, no interior do estado de São Paulo.

De uma forma geral, ao analisar a **Tabela 3** identifica-se, claramente que o processo logístico fica muito superior ao determinado nas iniciais do projeto, o qual foi tomado como base para os custeio o modelo de custos estabelecidos na Universidade de Kassel, mais um percentual a maior de aproximadamente 50% amais nos custos logísticos, veja 8% na tabela de kassel e 15% na tabela de estimativas de custos, tomando antecipadamente a dificuldades que seriam de transporte visto que a empresa fornecedora se encontra no sudeste do país, o



que poderia contribuir com o custo adicional, porém com a finalização do projeto, vê-se que o custo de transporte logístico encerrou com 19%, elevando os custos pré determinados e reduzindo o ganho da empresa fornecedora dos equipamentos.

**Tabela 3 Custos Parque eólico Fonte dos Ventos na Bahia.**

<b>Orçamento</b>	<b>Finalização do Projeto</b>	<b>Estimativa de custos</b>
Aerogeradores/Torres/Pás	51%	51%
Serviços de consultoria	0%	0%
Logística	19%	15%
Partes elétricas	0%	1%
Gerenciamento do Projeto	2%	2%
Instalação	10%	9%
Custos Financeiros	9%	10%
Custos garantias, risco de preço	4%	4%
Outros	5%	5%
<b>Custos Totais</b>	<b>99%</b>	<b>97%</b>
<b>Margem</b>	<b>1%</b>	<b>3%</b>
<b>Total do Projeto</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Empresa pesquisada/ jul/2015, adaptado pelo autor.

## 5 – Conclusões:

O estudo teve como objetivo analisar o custo logístico em projeto de parque eólico, comparando o percentual pré-estabelecido nos moldes iniciais do contrato versus os valores percentuais pré-estabelecidos pela Universidade europeia.

Nos apontamentos da empresa fornecedora foi estabelecido um percentual de custo logístico de aproximadamente 50% maior do que estabelecido, este valor foi obtido pelos diversos estudos de publicações de custos de transportadoras de grandes equipamentos, que leva em conta deslocar grandes peças indivisíveis e as dificuldades de estradas e rodovias brasileiras, e comprovadas por estudos e publicações de autores e estudiosos renomados e pelos números apontados pelo ministério do transporte, este não foi objeto do estudo mas apenas um comparativo para este trabalho, e utilizado pela empresa fornecedora dos equipamentos para os parques eólicos brasileiros no norte e nordeste.

Na tabela 1 foram estabelecidos parâmetros de custos nos moldes de transporte europeus, que contradizem e muito com os moldes brasileiros, afirmando a necessidade de se acompanhar com mais cuidado os custos logísticos. Neste caso a empresa fornecedora não chegou a ter a sustentabilidade econômica deteriorada, porém ficou longe dos iniciais pré-estabelecidos, o que pode colocar em cheque a participação em novos projetos.

Considerando os objetivos iniciais deste estudo como sendo conclusiva a sustentabilidade econômica para este parque eólico estudado. Fica aqui como sugestão de se analisar outros parques eólicos, para dimensionar a sustentabilidade econômica sobre o mesmo, e assim determinar uma equalização na concorrência para este tipo de empreendimento.



**Referência Bibliográfica:**

- 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: 12 jan. 2015.
- ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica.** (2012). 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/>>. Acesso em: 09 dez. 2014.
- 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, 146-154.
- 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, 360-387.
- Carvalho, J. C. (2010). **Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento.** Lisboa: Edições Sílabo.
- Comissão das Comunidades Europeias (2008), **Energia eólica Marítima: Ações necessárias para a realização dos objetivos da política energética para 2020 e mais além.** ([http://ec.europa.eu/energy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/index_en.htm)). Acesso em 08.02.2015.
- CNT. 2011. **Copead Cargas.**  
[www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Pesquisa%20CNT%20Copead/copead\\_cargas.pdf](http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Pesquisa%20CNT%20Copead/copead_cargas.pdf) .Acesso em 08.02.2015
- 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.
- Kroetz, C. E. S. (2001). **Gestão da Contabilidade de Custos.** UNIJUÍ Universidade Regional do Nordeste do RGS. Rio Grande do Sul.



**IV SINGEP**

**Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**  
**International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability**

ISSN: 2317 - 8302

- McElroy, M. B., Lu, X., Nielsen, C. P., & Wang, Y. (2009). *Potential for wind-generated electricity in China*. *Science*. 325(5946), 1378-1380.
- Novaes, A. G. (2007). *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- PATEL M.R. (1999) – *Wind and solar power systems*, CRC Press LLC, University Kassel. German
- PROINFA. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica** (2014). <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/> Acesso em 07.jan.2015
- Veiga, T. B. (2015). **Indicadores de sustentabilidade na gestão de resíduos sólidos urbanos e implicações para a saúde humana** (*Doctoral dissertation*, Universidade de São Paulo).
- YIN, R. K. (2005). **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman.