



FACULDADE RATIO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

ANDRÉ BELFORT PRATA DE MOURA

**MEDIDAS DE SEGURANÇA NA IMPLANTAÇÃO DO PARQUE
EÓLICO ANDORINHA SÃO GONÇALO DO AMARANTE -
ESTADO DO CEARÁ**

**Fortaleza – Ceará
2014**



FACULDADE RATIO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

ANDRÉ BELFORT PRATA DE MOURA

**MEDIDAS DE SEGURANÇA NA IMPLANTAÇÃO DO PARQUE
EÓLICO ANDORINHA SÃO GONÇALO DO AMARANTE-
ESTADO DO CEARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da Faculdade RATIO, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança.

**Orientador: Prof. Esp. Deoclécio
Justino Azevedo Said**

**Fortaleza – Ceará
2014**

FOLHA DE APROVAÇÃO

MEDIDAS DE SEGURANÇA NA IMPLANTAÇÃO DO PARQUE EÓLICO ANDORINHA SÃO GONÇALO DO AMARANTE- ESTADO DO CEARÁ

ANDRÉ BELFORT PRATA DE MOURA

Defesa em: 29/08/2014.

Conceito Obtido: _____.

BANCA EXAMINADORA

Deoclécio Justino Azevedo Said

Profº Esp.
(Orientador)

Maria Karla Lúcia Batista Araújo

Profª

Felipe Augusto R. Rodrigues

Profº Mestre

*Este trabalho eu dedico à minha mãe,
Suely Belfort Prata e minhas irmãs Aline
e Alane, pelo incentivo e principalmente
por acreditar em mim.*

In Memoriam
*Meu avô PRATA, tenho certeza que onde você estiver,
estarás feliz com a conclusão dessa minha etapa.
Você permanecerá eternamente no meu coração e em
minha lembrança, por ter participado muito da minha
infância e me ensinado maravilhas!!!*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo Dom da vida e por todas as maravilhas advindas de sua proteção.

Agradeço carinhosamente à minha mãe, Suely e minhas irmãs, Aline e Alane pelo amor incondicional, pela dedicação, pelos ensinamentos e pela confiança depositada, tornando minha caminhada menos árdua.

Agradeço a minha avó, Jarinete e minha tia Sandra, que com muito carinho e doação, não mediram esforços para que eu chegasse até aqui.

Agradeço aos tios Edson, Eliseu e Silvia, ao meu pai, Antônio Vieira, pelo incentivo e aos meus primos.

Aos amigos de infância Douglas, Arthur e Israel que sempre estiveram juntos, proporcionando momentos marcantes e felizes.

A minha namorada, Isabelly, pela paciência e por ter ajudado nos momentos difíceis.

Aos professores do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da RATIO que sempre dispostos a apoiar e pela paciência de ensinar, compartilhando seus conhecimentos fizeram parte desta minha caminhada.

Aos amigos do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho da RATIO, que vivenciaram juntos, o amor e a alegria da nossa juventude, tornando a caminhada mais fácil.

Aos amigos e colegas da empresa IMAC – Caucaia.

Agradeço a todos vocês por participarem desta minha etapa, pois direta ou indiretamente me fizeram crescer, pessoal e profissionalmente.

RESUMO

A busca por novas fontes de energia e os impactos causados pelas formas tradicionais de geração elétrica, têm levado a uma procura por fontes de energia mais limpa que complementem seus parques energéticos. Destaca-se atualmente a energia proveniente dos ventos. O estado do Ceará que possui condições muito favoráveis para o desenvolvimento desta energia limpa possui atualmente 18 usinas eólicas. Com o crescimento das usinas cresce também a busca por medidas que minimizem os acidentes de trabalho causados pela instalação de centrais geradoras de energia. O presente trabalho visa informar e analisar as medidas de segurança que devem ser tomadas pela Central Geradora de Energia Eólica Andorinha, localizada no município de São Gonçalo do Amarante, buscando assim melhores condições de trabalho e saúde para todos os funcionários envolvidos.

Palavras-chave: Energia eólica. Segurança no trabalho. Saúde do trabalhador.

ABSTRACT

The search for new energy sources and impacts of traditional forms of electricity generation have led to a demand for cleaner energy sources to supplement their energy parks. Currently stands out energy from winds. The state of Ceará that has very favorable conditions for the development of clean energy currently has 18 wind farms. With the growth of plants also increases the search for measures to minimize accidents caused by installation of power generating plants. This paper aims to inform and analyze the security measures to be taken by the Central Generating Wind Energy Swallow, located in the municipality of São Gonçalo do Amarante, thus seeking better working conditions and greet for all staff involved.

Keywords: Wind energy. Safety at work. Health worker.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: Distribuição geral dos ventos.....	16
FIGURA 2: Mapa do Potencial Eólico – CRESESB.....	18
FIGURA 3: Evolução da geração eólica 2005-2011.....	19
FIGURA 4: Mapa do Potencial eólico do Nordeste.....	20
FIGURA 5: Localização da área.....	27
FIGURA 6: Área da Central Geradora Eólica CGE Taíba Andorinha – São Gonçalo do Amarante/Ceará.....	29
FIGURA 7: Funcionários fazendo uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI).....	32
FIGURA 8: Serviços que envolvem eletricidade na central geradora eólica Andorinha	34
FIGURA 9: Trabalho realizado em altura, durante montagem de aerogeradores.....	35
FIGURA 10: Estruturação e fundação de bases das torres dos aerogeradores.....	36
FIGURA 11: Processo final da construção das bases dos aerogeradores da Usina Andorinha	37
FIGURA 12: Processo final da construção das bases dos aerogeradores da Usina Andorinha	38
FIGURA 13: Área de movimentação de caminhões	39
FIGURA 14: Exemplos de sinalização de segurança utilizados na construção da usina eólica Andorinha	41

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Objetivo geral.....	11
2.2	Objetivos específicos.....	11
3	BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS.....	12
3.1	Justificativa.....	12
3.2	A energia eólica e sua adesão pela sociedade mundial.....	14
3.3	A energia eólica no Brasil.....	15
3.4	A implantação de usinas eólicas no Ceará.....	19
3.5	Segurança no Trabalho.....	24
4	METODOLOGIA.....	26
4.1	Estudo de caso central geradora eólica Andorinha.....	26
4.1.1	Local e acesso.....	26
4.1.2	Medidas de segurança na implantação do Parque Eólico Andorinha.....	29
4.1.3.1	Plano de proteção.....	30
4.1.3.2	Análise de risco.....	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
	REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial, no século XVIII, inaugurou uma era de superioridade no comportamento do homem, para com as fontes de energias disponíveis na superfície terrestre. Carvalho (2003), nos informa que os primeiros registros do uso de cata-ventos por volta do ano de 1700 AC, planejado pelo imperador Hammurabi, na Mesopotâmia, com a finalidade de irrigar a agricultura.

Com este conhecimento chegando à Europa através das observações dos soldados de guerra, que se estiveram, em combate nas cruzadas, a Inglaterra iniciou o uso deste, na função de moagem de grãos, espalhando em seguida para a França, Alemanha, Polônia e Rússia. Com o decorrer da convivência, Carvalho (2003) ainda acrescenta que a utilização dos cata-ventos foi ampliada quando se aplicou o mesmo no acionamento de bombas de águas na drenagem de terras, preparando a mesma para a prática agrícola. O recurso fornecido por esta ferramenta foi amplamente explorado pela Europa, dentre os países europeus, é sabido que a Holanda tem o seu desenvolvimento econômico atrelado ao uso dos cataventos.

Durante a revolução industrial não tinha muita preocupação com a segurança dos trabalhadores, ocorrendo muitos acidentes, a evolução tecnológica se fez acompanhar de novos ambientes de trabalho e de riscos profissionais a eles associados. Muitos desses novos riscos são pouco ou nada conhecidos e demandam pesquisas cujos resultados só se apresentam após a exposição prolongada dos trabalhadores a ambientes nocivos à sua saúde e integridade física.

Hoje, o setor de segurança e saúde no trabalho é multidisciplinar e tem como objetivo principal a prevenção dos riscos profissionais. O conceito de acidente é compreendido por um maior número de pessoas que já identificam as doenças profissionais como consequências de acidentes do trabalho.

Esse trabalho consiste em informar as medidas de segurança na implantação do parque eólico andorinha São Gonçalo do Amarante no Estado do Ceará.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente trabalho propõe apresentar um breve histórico da geração de energia eólica no estado do Ceará, expondo os riscos e as medidas de segurança que devem ser tomados na implantação de um parque eólico.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Descrever um histórico da geração de energia eólica;
- ✓ Identificar os principais riscos na implantação do parque eólico de Andorinha, São Gonçalo do Amarante – estado do Ceará;
- ✓ Informar as medidas de segurança que devem ser tomadas na implantação do parque eólico.

3 BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

3.1 Justificativa

Compreendendo que a expansão da atividade industrial, agora praticada em escala global, exige uma reconfiguração dos espaços econômicos, a fim de torna-los aptos e competitivos dentro da lógica de mercado, é certo afirmar que o território cearense busca apresentar em seu conjunto de atrativos naturais, fontes de energia que possam oferecer suporte ao desenvolvimento econômico do estado, mediante a aplicação de práticas específicas que ressaltem o potencial e as vantagens que o setor energético do estado pode oferecer, com o uso de fonte de energia sustentável.

Segundo o Governo do Estado, a energia

“É um dos principais insumos da indústria, sendo que a disponibilidade, o preço e a qualidade do suprimento energético são fundamentais para a competitividade. O custo da energia para o consumidor industrial tem crescido acima da inflação e restrições ambientais tem adiado os projetos de expansão do parque gerador” (Ceará, 2009).

De acordo com os registros históricos, sabemos que as fontes de energia eólica e hidráulica, estão entre as primeiras formas de energia utilizadas pelo homem. Quanto ao potencial hidráulico, é certo afirmarmos que este recurso no nosso estado, é historicamente comprometido, principalmente pela localização geográfica, região semiárida, de acordo com a ciência geográfica que revela:

“O Estado do Ceará tem a quase totalidade de seu território submetido ao clima semiárido quente que ainda representa o principal condicionante desfavorável de seus recursos naturais. Assim é que as chuvas, além de muito irregulares, são caracterizadas pela incerteza, com antecipações, retardamento ou ausências quase absolutas, configurando situações de seca” (Souza, 2000).

No entanto quanto ao recurso eólico, temos uma situação completamente inversa, pois é sabido que o Ceará possui uma faixa de praia com uma extensão de aproximadamente 640 km, contendo ventos em velocidade considerável, principalmente nos períodos de estiagens que variam entre uma média de 6m/s e 9m/s, com uma circulação de brisas marinhas é intensa em virtude da presença dos ventos alísios de leste-sudeste.

Na tentativa de equipar o território cearense, visando o aproveitamento deste recurso energético natural, o Governo Estadual vem investindo em projetos e estimativas locais que gerem condições e apontem meios de ocorrer um melhor aproveitamento desta fonte de energia. Entendendo a tarefa de equipar o território como um desafio necessário para torna-lo independente energeticamente, é que o governo passa a investir em estudos que viabilizem a produção de energia eólica. Considerando essa alternativa, o estado passa então a considerar:

a vocação do Nordeste e do estado do Ceará, em especial, para a geração de energia através dos ventos (...), uma das condições necessária para se aproveitar bem a energia contida no vento é quando há a instalação de um parque eólico, onde exista um fluxo permanente e razoavelmente forte de vento (Ceará, 2009).

Por entendemos que o uso das fontes de energia precisa acontecer, dentro de conjunto misto de ciências, para que possa existir a prática responsável e sustentável deste manuseio, fizemos uma breve pesquisa nas obras de alguns geógrafos que possuem obras sobre as potencialidades naturais, neste ambiente com tantos índices de vulnerabilidade, por causa da sua base geológica e condição climática (cristalina e semiárida) e encontramos então a sinalização do tema em estudos que avaliaram os aspectos da Planície Litorânea os campos de dunas e a planície fluviomarinha, sugerindo a exploração do potencial eólico entre as possibilidades de extração. Sobre este assunto, Souza (2000) esclarece que:

Os aspectos da morfologia costeira são subordinados aos processos de acumulação. Assim, o desenvolvimento de largos estirâncios depende da carga aluvial depositada pelos rios de maior competência. Próximo aos estuários a ação fluvial se combina com a marinha, contribuindo para a formação das planícies fluviomarinhas. De maneira generalizada, porém, o que melhor identifica planície litorânea do Ceará é a ocorrência de um extensivo cordão de dunas refletindo a ação predominante da dinâmica eólica.

Conhecendo a existência deste recurso em nosso estado, e sabendo que a energia é o suporte básico para o desenvolvimento da sociedade moderna, pois é este vetor que as indústrias fazem suas máquinas e motores funcionarem. Entretanto, em uma situação inversamente proporcional, a energia elétrica vem se mostrando como um grande desafio aos gestores sociais e econômicos do século XX e XXI. A necessidade de possuir reservas

energéticas vem crescendo ao ponto de se tornar programa de base política e setor de atração competitiva dentro da sociedade moderna.

É seguindo esta linha de raciocínio que as iniciativas governamentais têm investido em programas de levantamento do potencial eólico, compartimentando as áreas litorâneas em regiões, com a finalidade de implantar as usinas para transforma-las em parques eólicos, como o da Taíba, caso este, estudado.

3.2 A energia eólica e sua adesão pela sociedade mundial

A energia eólica tem sido utilizada há milhares de anos, nas aplicações mais diversas. A história da navegação registra o acionamento dos barcos usando a energia dos ventos desde os primórdios da humanidade. Desde então, muito já se pesquisou para que a geração de energia elétrica obtida a partir de turbinas eólicas seja cada vez mais atrativa tanto do ponto de vista técnico como econômico (NIPO, 2007).

A primeira turbina eólica comercial ligada à rede elétrica pública foi instalada em 1976, na Dinamarca. Atualmente, existem mais de 30 mil turbinas eólicas em operação no mundo. Em 1991, a Associação Europeia de Energia Eólica estabeleceu como metas a instalação de 4.000 MW de energia eólica na Europa até o ano 2000 e 11.500 MW até o ano 2005. Essas e outras metas estão sendo cumpridas muito antes do esperado (4.000 MW em 1996, 11.500 MW em 2001). As metas atuais são de 40.000 MW na Europa até 2010. Nos Estados Unidos, o parque eólico existente é da ordem de 4.600 MW instalados e com um crescimento anual em torno de 10%. Estima-se que em 2020 o mundo terá 12% da energia gerada pelo vento com uma capacidade instalada de mais de 1.200GW (WINDPOWER, 2004).

De acordo com Marcondes (2006), a energia eólica vem aumentando significativamente sua participação nos países da Europa e EUA, em virtude das grandes vantagens, como fonte renovável de energia e impacto ambiental mínimo que leva também à notável redução do uso de combustíveis fósseis com fonte de geração de energia elétrica.

Monteiro (2004) afirma que um grandioso desenvolvimento tecnológico

permeou o crescimento da energia eólica em alguns países, o que fez surgir uma quantidade notável de indústrias voltadas para a fabricação dos aerogeradores, o que melhorou o desempenho e vem reduzindo os custos das turbinas.

Terciate (2001) demonstra que, com o mercado apresentando notável crescimento em níveis eólicos no decorrer das últimas décadas, é evidente a queda constante de preços nos custos para a produção de aerogeradores fazendo com que a energia eólica torne-se altamente competitiva frente às outras fontes de geração inclusive as renováveis, tanto em consequência da evolução tecnológica como das próprias configurações operacionais inseridas à energia eólica e não apenas a problemática dos fatores de produção.

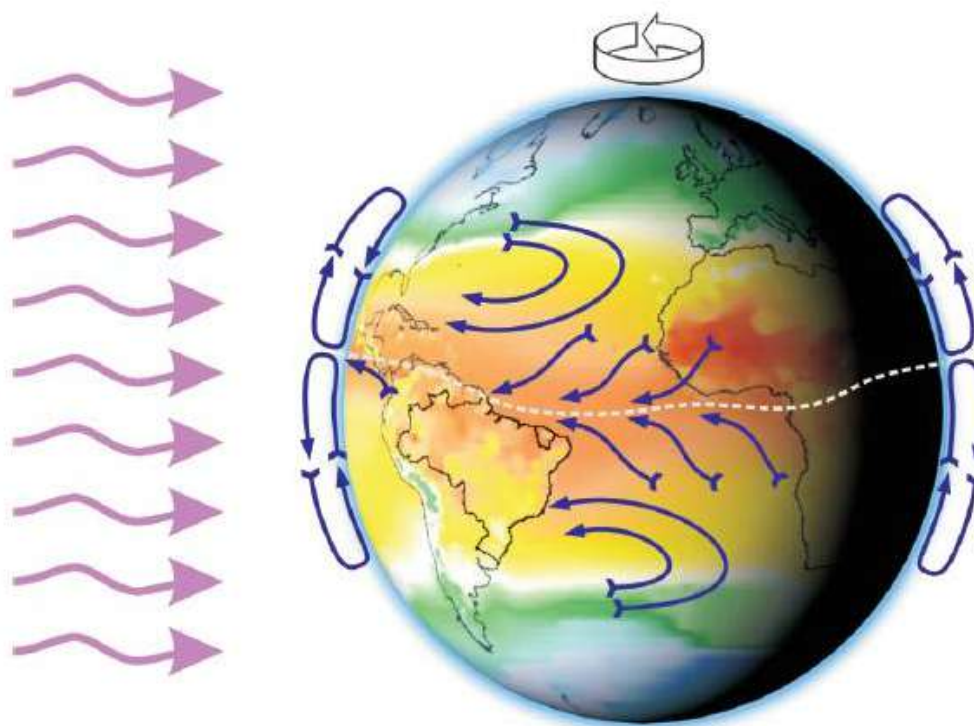
O crescimento do segmento de energia eólica em alguns países, como a China e a Alemanha e os EUA, é caracterizado como sendo o desenvolvimento de políticas específicas para a promoção desta tecnologia. Para Castro et al. (2010), esses países promoveram a criação de mercados para a energia eólica por meio de mecanismos específicos de negociação, considerando-se cada cenário, por exemplo, os certificados de energia verde foram promovidos em alguns estados americanos.

Em 2010 o país com maior potencial eólico instalado foi a China com 67.774 MW, seguido dos Estados Unidos com 49.802 MW, da Alemanha com 30.016 MW e da Espanha com 22.087 MW.

3.3 A energia eólica no Brasil

A distribuição geral dos ventos, apresentada na Figura 1, sobre o Brasil é controlada pelos aspectos da circulação geral planetária da atmosfera próxima. Dentre esses aspectos, sobressaem os sistemas de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e do Atlântico Norte e a faixa de baixas pressões da Depressão Equatorial (Amarante *et al.*, 2001).

Figura 1: Distribuição geral dos ventos.



Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001.

Vários argumentos a favor da expansão do parque eólico no Brasil são identificados, em particular a forte complementaridade entre os períodos de chuva e de vento, o que dá margem para que os parques eólicos possam suprir energia durante a estação seca, propiciando o acúmulo de água nos reservatórios das grandes hidrelétricas e reduzindo a utilização da geração térmica. Ademais, a geração eólica não emite poluentes atmosféricos, contribuindo diretamente para a redução das emissões de gases de efeito estufa decorrentes do sistema elétrico nacional (Brasil, 2008).

No início da década de 70, com a crise mundial do petróleo, houve um grande interesse de países europeus e dos Estados Unidos em desenvolver equipamentos para produção de eletricidade que ajudassem a diminuir a dependência do petróleo e carvão. A partir daí, complexos eólicos começaram a ser construídos em todo o mundo.

A primeira turbina eólica instalada no país – em 1992, no Arquipélago de Fernando de Noronha – instalada a partir de um projeto realizado pelo Grupo de Energia Eólica da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, com financiamento do Folkecenter, instituto de pesquisas da Dinamarca. A turbina

possuía um gerador com potência a na época da instalação, 10% da energia gerada na Ilha, proporcionando uma economia de 70.000 litros de óleo diesel por ano (ANEEL, 2006; CBEE, 2007).

Outro caso é a Central Eólica Experimental no Morro do Carmelinho, instalada na cidade de Gouveia (MG), em 1994. Com capacidade de 1 MW, a central é constituída por quatro turbinas de 250 kW, tem rotor de 29 metros de diâmetro e torre de 30 metros de altura. O projeto foi realizado com o apoio financeiro do governo da Alemanha.

No município de Palmas – PR foi instalada a primeira central eólica do Sul do Brasil, no ano de 2000. Com potência instalada de 2,5 MW, realizado pela Companhia Paranaense de Energia – COPEL e pela Wobber Windpower do Brasil, possui 5 turbinas de 500Kw (WOBBER, 2003).

Em 2002, foi instalada a Central Eólica de Bom Jesus – Santa Catarina, pela CELESC E Wobber Windpower, possui uma turbina Enercon de 600 Kw.

Em abril de 2002 foi instituído o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica-PROINFA, com o objetivo de aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimentos de Produtores Independentes Autônomos (PIA), concebidos com base em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa. Com garantia de compra da energia gerada por vinte anos e de financiamento de até 80% do empreendimento pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social), esse programa está dividido em duas etapas onde a primeira consiste na implantação de 3300 MW de capacidade, distribuídos igualmente entre as fontes participantes. Na primeira etapa é exigido um índice de nacionalização dos equipamentos e serviços de no mínimo 60% e de 90% na segunda etapa (FERREIRA, 2008).

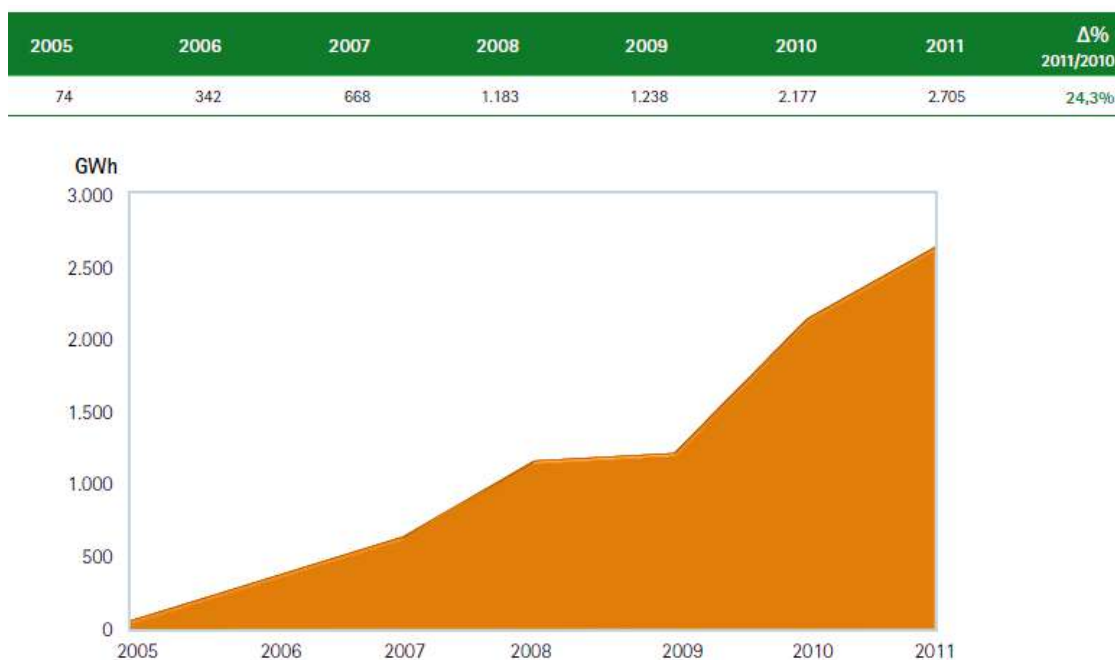
Informações sobre a velocidade e a direção do vento são de fundamental importância para o desenvolvimento de uma usina eólica. Na última década vários países, entre eles o Brasil, elaboraram o Atlas do potencial eólico. A Figura 2 apresenta o mapa eólico do Brasil.

Figura 2: Mapa do Potencial Eólico – CRESESB.



Fonte: CRESESB, 2013.

A Figura 3 apresenta a Evolução da geração de energia eólica apresentado dos anos de 2005 a 2011. Observa-se um crescimento considerável, de quase zero em 2005 para quase 2.500 GWh em 2011. O documento destaca-se ainda a relevante expansão da geração eólica, +24,3%, prenunciando o que deve ocorrer de forma ainda mais expressiva nos próximos anos.

Figura 3: Evolução da geração eólica 2005-2011.

Fonte: Balanço energético nacional 2012.

Considerando como principal impedimento para o desenvolvimento da energia eólica no Brasil, o custo da geração sofreu reduções significativas nos últimos anos, tornando essa energia mais competitiva em comparação com outras fontes.

Outro obstáculo importante é a falta de fabricantes de turbina eólica e equipamentos no Brasil. A solução para este problema, é uma política que promova investimentos necessários para a fabricação dos equipamentos de geração de energia eólica.

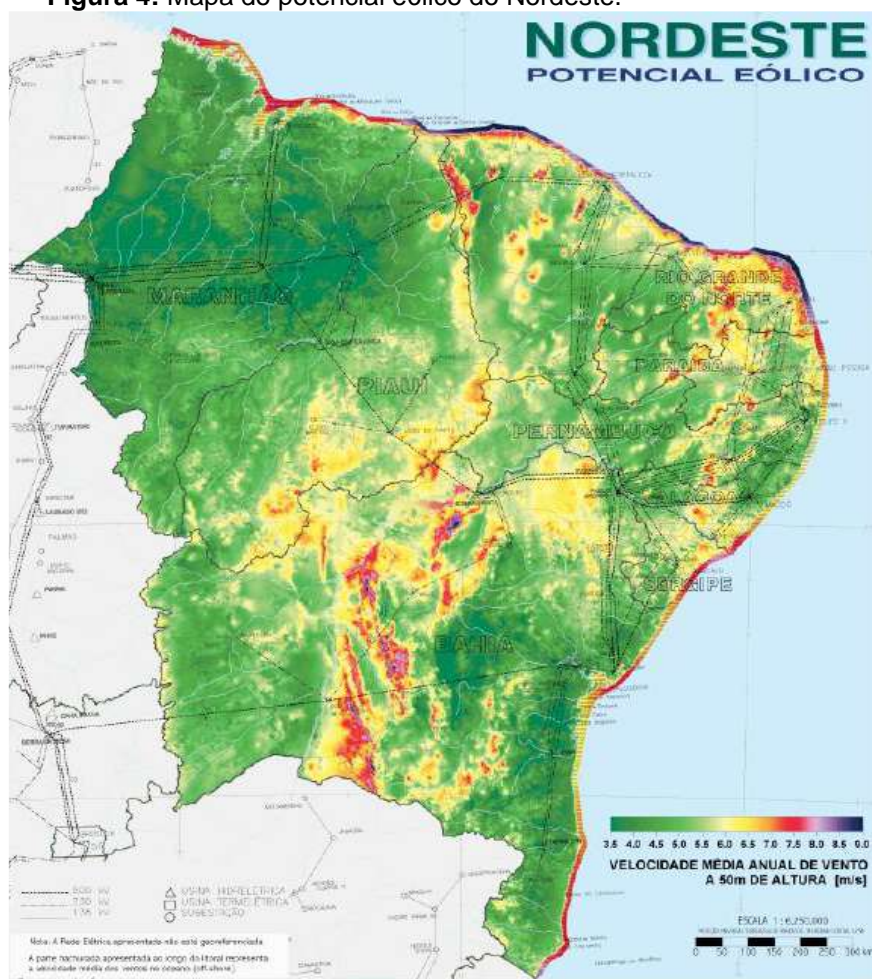
3.4 A implantação de usinas eólicas no Ceará

Na Figura 4 pode-se observar o mapa do potencial eólico do Nordeste, o estado do Ceará está localizado em um local geograficamente privilegiado, com ampla faixa litorânea, quando comparado com os outros estados do Nordeste. Além da energia dos ventos, o Ceará também é pioneiro em investimento e pesquisas que extraem energia da luz do sol e da

movimentação das marés.

Em 1990 o Estado do Ceará começou a explorar a energia proveniente dos ventos (LAGE et al, 2001). Um estudo foi feito para levantar e analisar a possibilidade de implantação e desenvolvimento de parques eólicos no projeto “Mapeamento Eólico do Estado do Ceará”, que foi possível graças a um Protocolo de Intenções firmado entre a Companhia de Eletricidade do Ceará (COELCE) e a Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ).

Figura 4: Mapa do potencial eólico do Nordeste.



Fonte: CRESESB, 2013.

O objetivo do convênio entre a COELCE e a GTZ foi de registrar e levantar dados sobre os ventos no Ceará com a utilização de computadores e sistemas para medir a velocidade do vento, chamados de estações anemométricas. Na época foram instaladas três estações: na Cofeco, em Fortaleza; em Jericoacoara, Gijoca; e em Palmeiras, Beberibe; o estudo durou dois anos (COELCE, 1996).

Os resultados avaliados indicaram que todo o litoral do Ceará apresenta média anual de velocidade do vento entre 8,0 a 10,0 m/s, com baixa turbulência e alta persistência de direção no quadrante nordeste/sul, que corresponde as melhores características do mundo para aproveitamento energia eólica em larga escala (LAGE, 2001).

A usina Mucuripe foi a primeira usina eólica a ser instalada no Estado do Ceará. Através de um convênio intergovernamental entre o Brasil e a Alemanha, a usina Mucuripe teve sua entrada em operação comercial em outubro de 1996. O projeto era composto por quatro aerogeradores de 300 kW cada, instalada na enseada do Mucuripe, litoral de Fortaleza. A parceria entre o Brasil e a Alemanha envolveu as empresas GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH), a Coelce (Companhia Energética do Ceará) e a Chesf (Companhia Hidro Elétrica do São Francisco).

A usina da Taíba foi a segunda usina eólica a se instalar no Estado do Ceará em janeiro de 1999 e a primeira instalada como produtora independente de energia. Situada no litoral oeste do Estado, no município de São Gonçalo do Amarante, a Usina Eólica da Taíba é a primeira do mundo construída sobre dunas de areia.

A usina da Prainha foi à terceira usina a entrar em operação no Estado do Ceará, em abril de 1999, assim como a usina Taíba esta usina também é produtora independente de energia. Está situada no município de Aquiraz, litoral leste do Estado do Ceará. Com capacidade de 10 MW, 20 turbinas de 50Kw.

Em 2005, foi criado o Programa de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva Geradora de Energia Eólica pelo Governo do Estado do Ceará que prevê incentivos fiscais destinados à implantação de sociedades empresárias fabricantes de equipamentos utilizados na geração de energia eólica e das que pretendam implantar usinas eólicas no estado, incentivos justificados pelas privilegiadas condições climáticas (FERREIRA, 2008).

Segundo o *site* Grandes Construções (2013), O Ceará é atualmente o maior produtor de energia eólica do Brasil, são 18 parques instalados com capacidade de produção de 519 megawatts, o que corresponde a 56% da produção nacional. Além desses, existem hoje 75 projetos de parques eólicos a serem instalados no estado, nos próximos anos, com previsão de produção de

um total de 1.800 MW, conforme dados da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), suficientes para atender a todas as demandas do estado. Já no início de 2013 devem entrar em operação mais seis parques eólicos no estado. São eles os parques de Buriti (30 MW); Garças (30 MW); Caju-Coco (30 MW); Coqueiros (27 MW); Vento do Oeste (19,5 MW) e Lagoa Seca (20 MW).

As usinas eólicas no Estado do Ceará são:

- Eólica Foz do Rio Choró: Situada no município de Beberibe, está instalada com potência de 25.200 kW de propriedade da SIF Cinco Geração e Comercialização de Energia;
- Parque Eólico Lagoa do Mato: De propriedade da Rosa dos Ventos Geração e Comercialização de Energia, com potência de 3.230 kW, localizada no município de Aracati;
- Usina de Energia Eólica Canoa Quebrada: Situada no município de Aracati, com potência de 10.500 kW;
- Parque Eólico Taíba-Albatroz: Com potência de 16.500 kW está situada no município de São Gonçalo do Amarante e é de propriedade da Bons Ventos Geradora de Energia;
- Parque Eólico Eco Energy: instalado na cidade de Beberibe (Ceará), possui capacidade instalada de 25,2 MW.
- Parque Eólico Canoa Quebrada: Instalado em 2008, nas dunas de Canoa-Quebrada, com o apoio do Governo Federal (BNDES/IBAMA), Estadual (SEMACE) e Municipal (PMA), o parque eólico Canoa Quebrada é um parque de produção de energia eólica no município de Aracati-CE, com potência instalada de 10,5 MW.
- Parque Eólico de Paracuru: Instalado no município de Paracuru, distante 87 km de Fortaleza (CE), possui potência instalada de 23,40 MW através de 12 torres aerogeradoras. Essa capacidade pode abastecer cerca de 384 mil pessoas. O parque está localizado na estrada de acesso à Petrobras, km 8,5, na localidade de São Pedro.
- Usina de Energia Eólica de Praia Formosa: Localizada no município de Camocim, possui potência instalada de 104,4 MW. É formado por 50 aerogeradores e iniciou suas operações em 2009.
- Parque Eólico Praia Mansa: Situado em Fortaleza, possui

potência instalada de 2,4 MW.

- Parque Eólico Taíba: Situado no município de São Gonçalo do Amarante, iniciou a produção em 1998 e tem potência instalada de 5 MW.
- Parque Eólico Prainha: Inaugurado em 1999, no município de Aquiraz-CE, tem potência instalada de 10 MW.
- Parque Eólico de Praia do Morgado: Fica no município de Acaraú, em área de 366 hectares. Conta com 19 aerogeradores de 1,5 MW, somando uma capacidade de geração de 28,8 MW
- Parque Eólico Volta de Rio: Ocupa uma área de 377 hectares no município de Acaraú. São 28 aerogeradores, com capacidade instalada de 42,4 MW.
- Parque Eólico Enacel: Com capacidade para produzir 31,5 MW, fica localizado no município de Aracati.
- Parque Eólico Bons Ventos: Na planta, com capacidade instalada de 50 MW, fica no município de Aracati.
- Usina Eólica do Mucuripe: Inaugurada em 2002, em Fortaleza, conta com quatro aerogeradores, com capacidade total para 2,4 MW.
- Usina Eólica Beberibe-Proinfa: Localizado na Praia das Fontes, no município de Beberibe, é constituído por 42 unidades geradoras, totalizando 25,6 MW.
- Eólica Icaraizinho: Localizado na cidade de Paracuru, tem capacidade de 54,0 MW.

A produção de energia eólica no Ceará deve manter ritmo de franca expansão nos próximos três anos. Atual líder nacional no setor, e com projetos ainda a serem construídos, o Estado deve chegar nos próximos anos a mais de 50 usinas e uma capacidade instalada de quase 1,5 mil MW, segundo panorama traçado pela Associação Brasileira de Energia Eólica (Abeeólica).

O panorama da Abeeólica para 2014 prevê o Ceará com 54 usinas e capacidade instalada de 1.488,7 MW - atrás somente do Rio Grande do Norte. A energia seria suficiente para uma demanda equivalente a 744 mil famílias, aproximadamente.

3.5 Segurança no trabalho

No Brasil, a preocupação com a Segurança do Trabalho ganhou ênfase a partir de 1970, quando o país passou a ser recordista mundial em número de acidentes, decorrentes das más condições do trabalho e da ausência de uma política preventiva eficiente. A partir daí, trabalhadores, empresários e governo passaram a reunir esforços para reverter tal quadro adverso (MICHEL, 2001).

Hoje, o setor de segurança e saúde no trabalho é multidisciplinar e tem como objetivo principal a prevenção dos riscos profissionais. O conceito de acidente é compreendido por um maior número de pessoas que já identificam as doenças profissionais como consequências de acidentes do trabalho.

O conceito prevencionista de acidente de trabalho diz que é qualquer ocorrência não programada, inesperada, que interfere e/ou interrompe o processo normal de uma atividade, trazendo, como consequência isolada ou simultânea, danos materiais e/ou lesões ao homem.

O Conceito legal apresentado pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), define acidente de trabalho como sendo todo aquele que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa, provocando lesão corporal, perturbação funcional, doença que cause a morte, perda ou redução permanente ou temporária de condições para o trabalho.

Para Diniz (2005), a prevenção dos acidentes deve ser realizada através de medidas gerais de comportamento, eliminação de condições inseguras e treinamento dos empregados, devendo o uso dos EPI's ser obrigatório, havendo fiscalização em todas as atividades, sendo os empregados treinados quanto ao seu uso correto. As tarefas devem ser previamente avaliadas, os riscos e os padrões de trabalho identificados e todos devem ser responsáveis pela segurança e prevenção dos acidentes.

A Indústria da Construção Civil possui grande destaque entre os diversos ramos da cadeia produtiva nacional. Pertence ao grupo dos setores que mais empregam no país, sendo de relevante importância para a economia (LOBO JÚNIOR, 2008).

Um dos principais responsáveis pela geração de prejuízos ao Brasil, devido aos Acidentes de Trabalho gerados, segundo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Ministério da Previdência e Assistência Social

(DRAGONI, 2005).

Outro fator importante se refere ao baixo grau de instrução de seus colaboradores, o que contribui para elevados índices de acidente de trabalho na Indústria da Construção Civil (ICC). O processo de conscientização e treinamento para a correta utilização dos Equipamentos de Proteção Individual torna-se uma árdua tarefa e assim, situações evitáveis podem gerar acidentes.

A ocorrência de acidentes de trabalho está associada a custos hospitalares perdas materiais, despesas previdenciárias e grande sofrimento para as vítimas e seus familiares. Há reflexos, também, no desenvolvimento das empresas, tais como elevação dos custos globais, atrasos nas entregas dos produtos e/ou serviços, aumento dos tempos improdutivo e baixa qualidade e produtividade (ZOCCHIO, 1996; OIT, 1996).

De uma maneira geral, do ponto de vista econômico, o custo produzido por qualquer problema de saúde pode ser classificado em duas categorias: os custos diretos e indiretos. Os custos diretos referem-se aos custos médicos e não médicos, relacionados ao diagnóstico, tratamento, recuperação e reabilitação do problema de base. Por outro lado, os custos indiretos referem-se à perda da produção e produtividade trazida pelo problema, como a perda de dias de trabalho ou uma menor produção gerada por limitações físicas, bem como os gastos previdenciários que o problema pode acarretar (MELLO JORGE; KOIZUME, 2004).

A grande dificuldade para o cumprimento dessas normas é o convencimento de que a prevenção de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais é um investimento que interfere diretamente na produtividade e qualidade do produto produzido ou serviço prestado (MOURA, 1999).

4 METODOLOGIA

Entendemos por metodologia como sendo um conjunto de recursos técnicos de apreensão da realidade e que estes nos servem para a obtenção dos dados empíricos e seu processamento, proporcionando um auxílio na mensuração do objeto de estudo.

A metodologia pode ser considerada como conhecimento geral e habilidade que são necessários ao pesquisador para orientar o mesmo no processo de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados. Já o objetivo da pesquisa, é por sua vez, definido por sua realidade empírica e pelos dados de toda natureza, em um dado momento à disposição do pesquisador ou formulado por este.

A pesquisa desenvolvida para formular o presente trabalho, foi organizada envolvendo três fases: revisão bibliográfica, (leituras sistemáticas de pesquisa já realizadas por instituições diversas (SEMACE, UECE, UNIFOR, Documentos Oficiais de Órgãos Governamentais etc); pesquisa documental (leituras de dissertações, monografias, artigos periódicos, jornais de circulação diárias, além de outros documentos), provenientes não só da Engenharia de Segurança, como de Ciência Humana (geografia, economia, planejamento regional etc), pesquisa de campo (visitas ao parque), para compreender a sistematização de seu funcionamento.

4.1 Estudo de caso central geradora eólico andorinha

4.1.1 Localização e Acesso

O projeto de implantação de Centrais Geradoras Eólicas (CGE's) que compõem o Complexo Eólico Taíba, situado na localidade de Taíba, município de São Gonçalo do Amarante (Figura 5), Estado do Ceará. O Complexo Eólico Taíba é composto por três CGE's: CGE Taíba Águia, CGE Andorinha e CGE Colônia. O presente estudo irá se restringir a área do Complexo Eólico Taíba Andorinha.

Figura 5: Localização da área.



Fonte: Mapa Básico do Estado do Ceará (IPECE, 2009).

A energia eólica gerada pelo Complexo Eólico Taíba será absorvida pelo sistema regional de Pecém II/CE, através da interligação da SE Taíba (compartilhada entre as CGE's supracitadas) o qual será localizado no interior da poligonal da CGE Taíba Águia, a barra de 230 kV da SE Pecém II (CHESF) por uma linha de transmissão de 230 kV com extensão de 7 km.

O projeto eólico está situado a 60 km de Fortaleza, capital do estado do Ceará. Uma das rotas de acesso à área do empreendimento é feita pela BR-

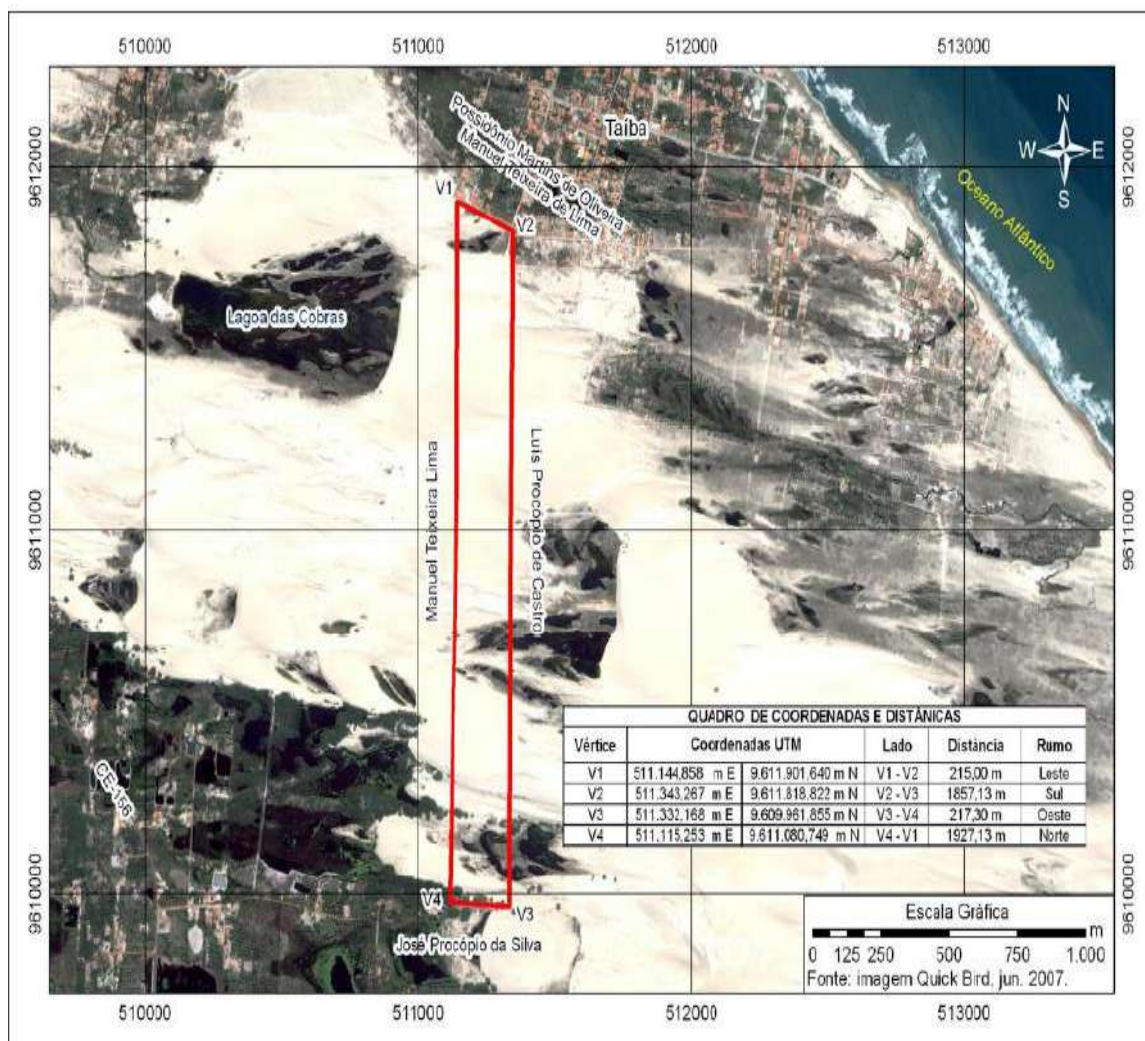
222, na qual se segue por, aproximadamente, 50 km até a localidade de Catuana, partindo de Fortaleza. Onde encontra a CE-156, no sentido da localidade de Taíba, a qual percorre mais 4 km até o anel viário, novamente, pela rodovia estadual CE-156, percorrendo nesta cerca de 7 km até a entrada à direita de uma estrada em leito natural, mantendo-se por essa estrada por aproximadamente 3 km até a área de implantação da CGE Andorinha.

Outra opção de acesso é pela rodovia estadual CE-085 (Rota Turística Sol Poente) até o entroncamento com a CE-156, percorrendo-se cerca de 46 km. Em seguida toma-se a CE-156 à direita percorrendo-se 700 metros até a entrada em uma estrada em leito natural localizada a direita. Percorrendo 3 km até a área de implantação da CGE Andorinha.

A Figura 6 apresenta a área do projeto da CGE Taíba Andorinha que possui um perímetro com extensão de aproximadamente 4.216,42 metros. A CGE Taíba Andorinha está inserida em uma propriedade com área total de 40,65 ha. Está projetada para uma capacidade instalada de 14,7 MW, através da operação de 07 (sete) aerogeradores, modelo Suzlon S88 , classe IEC II-A, com potência nominal de 2.100 kW.

O projeto está inserido em um ambiente conservado e litorâneo típico, apresenta campo de dunas móveis e fixas, com intercalações de áreas planas pertencentes à planície de deflação, sobrepostas por lagoas interdunares. A amplitude da área varia de 17 a 45 metros nas dunas móveis. Em grande parte da área está entre 25 a 35 metros.

Figura 6: Área da Central Geradora Eólica CGE Taíba Andorinha – São Gonçalo do Amarante/Ceará.



Fonte: GEOCONSULT, 2012.

4.1.2 Medidas de segurança na implantação do Parque Eólico Andorinha

Durante muito tempo a segurança do trabalho foi vista como um tema que se relacionava apenas com o uso de capacetes, botas, cintos de segurança e uma série de outros equipamentos de proteção individual contra acidentes.

A evolução tecnológica se fez acompanhar de novos ambientes de trabalho e de riscos profissionais a eles associados. Muitos desses novos riscos são pouco ou nada conhecidos e demandam pesquisas cujos resultados só se apresentam após a exposição prolongada dos trabalhadores a ambientes nocivos à sua saúde e integridade física.

Hoje, o setor de segurança e saúde no trabalho é multidisciplinar e tem como objetivo principal a prevenção dos riscos profissionais. O conceito de acidente é compreendido por um maior número de pessoas que já identificam as doenças profissionais como conseqüências de acidentes do trabalho.

Foi realizado um estudo de análise de risco para identificar os riscos na implantação do parque eólico de andorinha e o plano de gerenciamento de risco tem por finalidade apresentar os procedimentos básicos necessários ao gerenciamento do Parque.

4.1.3.1 Plano de Proteção

O Parque Eólico Andorinha possui um Plano de proteção ao trabalhador e segurança do ambiente de trabalho, que consiste em atender as legislações vigentes no país, relacionadas com as atividades de Segurança no trabalho, a partir das orientações previstas neste documento a Contratada garantirá o cumprimento dos serviços de execução das obras de acordo com as normas, leis trabalhistas e decretos sancionados.

O objetivo principal deste Plano é garantir a segurança e saúde da força de trabalho que irá executar as obras de construção e montagem do Parque Andorinha, respeitando as diretrizes exigidas nas legislações vigentes.

Este Plano é voltado para toda força de trabalho que irá executar a construção e montagem do parque. Em caso de subcontratação a Empreiteira estenderá as orientações para os demais empregados.

A gestão deste plano será conduzida pela Equipe do SESMT (Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho), dimensionada conforme a NR-4 (ver Quadro 5-1), considerando o somatório de seu efetivo e das suas subcontratadas, de acordo com o histograma da obra e as fases da execução do contrato. Considera-se ainda, a jornada de trabalho integral para todos os profissionais listados, exceto quando explicitado em contrário.

- **Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA)**

A CIPA é constituída de acordo com diretrizes da NR -05, sendo composta por representantes do empregador e dos empregados.

Empossados os membros da CIPA, a empresa deverá protocolizar, em até dez dias, na unidade descentralizada do Ministério do Trabalho, cópias das atas da eleição e da posse, assim como o calendário anual das reuniões ordinárias.

A CIPA possui por atribuição:

- ✓ Identificar os riscos das atividades da obra de construção e montagem do parque eólico e elaborar o mapa de riscos;
- ✓ Realizar, periodicamente, verificações nos ambientes de trabalho visando à identificação de situações que venham a trazer riscos para a segurança e saúde da força de trabalho;
- ✓ Requerer ao SESMT, a paralisação de máquinas/equipamentos onde houver risco grave e iminente à segurança e saúde da força de trabalho;
- ✓ Participar, em conjunto com o SESMT, da análise das causas dos acidentes de trabalho e propor medidas de solução;
- ✓ Promover, anualmente, em conjunto com o SESMT, a Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT);
- ✓ Participar, anualmente, em conjunto com a empresa, de campanhas de prevenção da AIDS.

- **Equipamentos de Proteção Individuais (EPI)**

A empresa é obrigada a fornecer aos trabalhadores, gratuitamente, EPI adequado ao risco e em perfeito estado de conservação e funcionamento, consoante às disposições contidas na NR 6 – Equipamentos de Proteção Individual.

O canteiro de obras possui sinalizado adequadamente quanto à obrigatoriedade do uso de EPIs específicos para as atividades executadas.

Figura 7: Funcionários fazendo uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI)



Fonte: O Autor, 2013.

- **Equipamentos de Proteção Coletivos (EPC)**

- ✓ A Empreiteira possui como parte de seu programa de proteção ao trabalhador as seguintes ferramentas:
 - ✓ Procedimento específico para atendimento às situações de emergência prováveis no canteiro de obras, com detalhamento dos cenários, recursos disponíveis, procedimentos de resposta e realização de simulados.
 - ✓ Disponibilização de cópias das Fichas de Informações de Segurança de Produtos Químicos – FISPQs nas frentes de trabalho para os profissionais que utilizam estes produtos e profissionais envolvidos na resposta às emergências.
 - ✓ Elaboração de Análise Preliminar de Riscos (APR) para todas as atividades, fases ou trabalhos, considerando as planilhas de aspectos e impactos ambientais, perigos e riscos. A elaboração deste documento é realizada por equipe multidisciplinar contando com a participação dos responsáveis pela execução da tarefa, pelos executantes e pelos profissionais de SMS.
 - ✓ Caso sejam encontradas condições reais não previstas na APR será necessário utilizar a ferramenta Análise de Segurança da Tarefa – AST ou será necessário a revisão da APR.

- ✓ O canteiro de obras deverá ser sinalizado de acordo com a NR -26.

•Proteção para serviços em eletricidade

A Empreiteira mantém atualizada no empreendimento a relação do pessoal autorizado e qualificado para trabalhos em instalações elétricas, seguindo as instruções das NR -10 e NR-18. Todos os circuitos elétricos dos canteiros de obra cuja responsabilidade é o da Empreiteira são protegidos por dispositivos de proteção a corrente diferencial - residual (dispositivos DR) de acordo com o que estabelece a NBR 5410. Se houver necessidade de instalação provisória com fontes de tensão independentes, cada fonte será protegida por dispositivo DR.

Aos eletricitas que trabalham em zona de risco de arco elétrico, conforme NR -10, os seguintes equipamentos são fornecidos:

- ✓ Vestimentas de segurança, confeccionados em tecidos resistentes ao fogo e ao arco elétrico, adequados ao nível de energia incidente nas instalações onde serão realizados os trabalhos;
- ✓ Capacete com protetor facial acoplado, resistentes ao fogo e ao arco elétrico. Para estes o certificado deverá incluir ensaios de choque e impacto para capacete e lente;
- ✓ Bota para eletricitista, sem biqueira de aço e sem partes metálicas e solado com isolação.
- ✓ Luvas isolantes de borracha, adequadas ao nível de tensão da instalação, aos eletricitas que trabalham em zona controlada, conforme NR - 10.

Figura 8: Serviços que envolvem eletricidade na central geradora eólica Andorinha



Fonte: O Autor, 2014.

- **Proteção para serviços em altura**

Na atividade com trabalho em altura é obrigatório o uso do cinto de segurança:

- ✓ Tipo pára-quedista;
- ✓ Trava-quedas duplo;
- ✓ Talabarte duplo tipo Y absorvedor de energia, fita elastizada e mosquetão com dupla trava de segurança com abertura de 55,0 mm em ambas as extremidades, para escaladas de locais que não apresentam uma linha de vida permanentemente instalada. A fixação do talabarte é feita apenas por meio do mosquetão. É vedada a utilização de talabarte “tipo corda de nylon”, de acordo com requisitos contratuais de SMS.

Figura 9: Trabalho realizado em altura, durante montagem de aerogeradores



Fonte: Portal Energia, 2014.

- **Proteção para serviços em ambiente confinado**

A Empreiteira possui procedimento específico para a realização de serviços em espaço confinado, compatível com as normas NR-33, NBR 14606 e NBR 14787. No caso de entrada de funcionários em equipamentos ou em espaços confinados a empresa garante o conhecimento dos riscos pelas pessoas diretamente envolvidas na execução da tarefa, bem como para aquelas que executam atividades no entorno, através de treinamento nas APRs.

• Escavações de fundações

São realizadas em área de trabalho previamente limpa, devendo ser retirados ou escorados solidamente equipamentos, materiais e objetos de qualquer natureza.

Quando houver risco de comprometimento de sua estabilidade durante a execução de serviços, todas as estruturas que possam ser afetadas pela escavação devem ser escoradas. Os serviços de escavações e fundações devem ter responsável técnico legalmente habilitado.

Especificamente, os taludes instáveis das escavações com profundidade superior a 1,25 m (um metro e vinte e cinco centímetros) devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim.

Figura 10: Estruturação e fundação de bases das torres dos aerogeradores



Fonte: Grupo Energisa, 2014.

Figura 11: Processo final da construção das bases dos aerogeradores da Usina Andorinha



Fonte: Autor, 2014.

• **Trabalhos com ferro e aço**

A dobragem e o corte de vergalhões de aço em obra devem ser feitos sobre bancadas ou plataformas apropriadas e estáveis, apoiadas sobre superfícies resistentes, niveladas e não escorregadias, afastadas da área de circulação de trabalhadores.

As armações de pilares, vigas e outras estruturas verticais devem ser apoiadas e escoradas para evitar tombamento e desmoronamento.

A área de trabalho onde está situada a bancada de armação deve ter cobertura resistente para proteção dos trabalhadores contra a queda de materiais e intempéries.

Figura 12: Processo final da construção das bases dos aerogeradores da Usina Andorinha



Fonte: Grupo Energisa, 2014.

• Estruturas

Nas estruturas de concreto, as formas devem ser projetadas e construídas de modo que resistam às cargas máximas de serviço. Uso de formas deslizantes deve ser supervisionado por profissional legalmente habilitado. Os suportes e escoras de formas devem ser inspecionados antes e durante a concretagem por trabalhador qualificado.

Durante a desforma, devem ser viabilizados meios que impeçam a queda livre de seções de formas e escoramentos, sendo obrigatórios a amarração das peças e o isolamento e sinalização ao nível do terreno.

• Movimentação e transporte de materiais

Os equipamentos de transporte vertical de materiais devem ser dimensionados por profissional legalmente habilitado. Todos os equipamentos de movimentação e transporte de materiais só devem ser operados por trabalhador qualificado, o qual terá sua função anotada em Carteira de Trabalho.

No transporte vertical e horizontal de concreto, argamassas ou outros materiais é proibida a circulação ou permanência de pessoas sob a área de movimentação da carga, devendo a mesma ser isolada e sinalizada.

Quando o local de lançamento de concreto não for visível pelo operador do equipamento de transporte ou bomba de concreto, deve ser utilizado um sistema de sinalização, sonoro ou visual, e, quando isso não for possível, deve haver comunicação por telefone ou rádio para determinar o início e o fim do transporte.

No transporte e descarga dos perfis, vigas e elementos estruturais, devem ser adotadas medidas preventivas quanto à sinalização e isolamento da área.

Os acessos da obra devem estar desimpedidos, possibilitando a movimentação dos equipamentos de guindar e transportar.

Antes do início dos serviços, os equipamentos de guindar e transportar devem ser vistoriados por trabalhador qualificado, com relação à capacidade de carga, altura de elevação e estado geral do equipamento.

Devem ser tomadas precauções especiais quando da movimentação de máquinas e equipamentos próximos a redes elétricas.

Levantamento manual ou semi-mecanizado de cargas deve ser executado de forma que o esforço físico realizado pelo trabalhador seja compatível com sua capacidade de força.

É proibido o transporte de pessoas por equipamentos de guindar.

Os equipamentos de transporte devem possuir dispositivos que impeçam a descarga acidental do material transportado.

Figura 13: Área de movimentação de caminhões



Fonte: O Autor, 2013.

- **Máquinas, equipamentos e ferramentas diversas**

A operação de máquinas e equipamentos que exponham o operador ou terceiros a riscos só pode ser feita por trabalhador qualificado e identificado por crachá.

Devem ser protegidas todas as partes móveis dos motores, transmissões e partes perigosas das máquinas no alcance dos trabalhadores.

As máquinas e os equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes móveis, projeção de peças ou de partículas de materiais devem ser providos de proteção adequada.

As máquinas e equipamentos de grande porte devem proteger adequadamente o operador contra a incidência de raios solares e intempéries.

- **Proteção contra incêndio**

A Empreiteira providenciará todas as medidas que atendam, de forma eficaz, às necessidades de prevenção e combate a incêndio para os diversos setores, atividades, máquinas e equipamentos do canteiro de obras.

- **Sinalização de segurança**

O canteiro de obras deve ser sinalizado com o objetivo de:

- ✓ Identificar os locais de apoio que compõem o canteiro de obras;
- ✓ Indicar as saídas por meio de dizeres ou setas;
- ✓ Manter comunicação através de avisos, cartazes ou similares;
- ✓ Advertir contra perigo de contato ou acionamento acidental com partes móveis das máquinas e equipamentos;
- ✓ Advertir quanto a risco de queda.
- ✓ Alertar quanto à obrigatoriedade do uso de EPI, específico para atividade executada, com a devida sinalização e advertência próxima ao posto de trabalho.
- ✓ Alertar quanto ao isolamento das áreas de transporte e circulação de materiais por grua, guincho e guindaste.

- ✓ Identificar locais com substâncias tóxicas, corrosivas, inflamáveis e explosivas.

Figura 14: Exemplos de sinalização de segurança utilizados na construção da usina eólica Andorinha



Fonte: O Autor, 2014.

• Ordem e limpeza

O canteiro de obras deve apresentar-se organizado, limpo e desimpedido, notadamente nas vias de circulação, passagem e escadarias. O

entulho e quaisquer sobras de materiais devem ser regularmente coletados e removidos.

Quando de sua remoção, devem ser tomados cuidados especiais, de forma a evitar poeira excessiva e eventuais riscos. É obrigatória a colocação de tapumes ou barreiras sempre que se executarem atividades da indústria da construção, de forma a impedir o acesso de pessoas estranhas aos locais em serviços.

• **Sistemática de investigação de acidente de trabalho**

A Empreiteira comunicará imediatamente à fiscalização, do Empreendedor do empreendimento todas as ocorrências anormais que ocorrerem com a sua força de trabalho.

No caso de ocorrência de acidente com lesão, com seu empregado ou de sua(s) subcontratada(s), a empresa:

- ✓ Atende o acidentado;
- ✓ Comunica imediatamente à fiscalização do empreendimento;
- ✓ Isola o local do acidente até liberação pela equipe de SMS ou agente público responsável;
- ✓ Realiza a análise e investigação do acidente;
- ✓ Emite a CAT (Comunicação de Acidente do Trabalho) no prazo legal e mantém cópia na obra;
- ✓ Elabora Relatório de Investigação de Acidente;
- ✓ Presta acompanhamento necessário ao acidentado durante todo o período de afastamento ou de restrição de atividades até o seu retorno às suas atividades normais, comunicando formalmente à família as suas condições de saúde;
- ✓ Adota as recomendações previstas no(s) Relatório(s) de Investigação de Acidente da Contratada.

4.1.3.2 Análise de riscos

Na implantação de um parque eólico os trabalhadores ficam passivos de alguns riscos e acidentes, por esse motivo é realizado um estudo de análise de risco que tem por finalidade identificar, analisar e avaliar os riscos que os trabalhadores estão sujeitos.

O Estudo de Análise de Risco - EAR tem por finalidade identificar, analisar e avaliar os eventuais riscos impostos ao meio ambiente, às comunidades circunvizinhas (transeuntes e funcionários de empresas) e às instalações da CGE TAÍBA ANDORINHA, com capacidade de geração de 14,7 MW.

Foram identificadas através da técnica denominada Análise Preliminar de Perigo (APP), 39 hipóteses acidentais, sendo 6 de risco moderado, 26 de riscos baixos e 7 de riscos desprezíveis mediante a implantação/operação da CGE TAÍBA ANDORINHA. Quanto a Vulnerabilidade foram consideradas diversas hipóteses acidentais resultantes de falha humana ou de equipamentos em situação crítica ou catastrófica que podem ocorrer nos sistemas e subsistemas que compõem a CGE TAÍBA ANDORINHA formando diversos cenários acidentais. Dentre estes cenários foram elencados os mais severos, ou seja, aqueles com o maior potencial em causar danos à vida humana e as instalações do empreendimento para modelagem da Vulnerabilidade.

A seguir são apresentadas diferentes atividades desenvolvidas na fase de implantação da central geradora eólica com seus respectivos riscos:

- **CONTRATAÇÃO DE CONSTRUTORA E PESSOAL:** Presente o risco ergonômico;
- **SUPRESSÃO VEGETAL:** Presença dos riscos de acidente, físico (insolação) e risco biológico (animais peçonhentos);
- **TRANSPORTE DE TRABALHADORES UTILIZANDO ÔNIBUS, KOMBI OU SIMILAR:** Perigo de abalroamento de veículos, capotamento ou

atropelamento de pessoas e animais. Recomenda-se sigir as regras do curso de direção defensiva, obedeça sempre as distâncias de sigmento, a velocidade permitida (50 km estradas vicinais e até 80 km para rodovias federais) respeite a regra de entrar no acostamento antes de “cruzar” as BR’s e nunca dirigir alcoolizado, drogado ou com sono, nem levar ferramentas, materiais ou equipamentos junto.

- **MOVIMENTAÇÃO E TRANSPORTE DE EQUIPAMENTOS DE FERRAMENTAS UTILIZANDO CAMINHÃO OU SIMILAR:** perigo de queda de objetos e pessoas; impactos por e contra; abalroamentos. etc. recomenda-se ao carregar ou descarregar o munck, verifique as condições do terreno, patole a máquina usando as bases 50x50, utilize luvas de couro, ao transportar a carga içada mantê-la no seu nível mais baixo e guiada por cabo guia tendo o cuidado de prestar bastante atenção na carga para que não ocorra impactos em pessoas e/ou objetos, motorista, antes de movimentar a carga verifique através do check-list as condições do seu veiculo / munck e dos cabos, cintas, manilhas, etc, pelo menos 1 vez por semana e anote tudo no livro de ocorrências; solicite a substituição imediata de qualquer material danificado; é proibido também o transporte de pessoas em máquinas e/ou equipamentos; verifique a amarração da carga como também o uso da corda guia, não permita que ninguém fique ou trabalhe sob carga suspensa; quando necessário sinalize e/ou isole a área com fita zebraada, cones e correntes de pvc; a velocidade máxima permitida é de 50 km p/ estradas vicinais e até 80 km para rodovias federais, não arrisque o seu emprego e nem sua vida;

- **DESMONTAGENS, MONTAGENS, SOLDA ELÉTRICA, E OXI-CORTE, ESMERILHAMENTO:** perigo de incêndio, projeção de fagulhas, choque elétrico. Recomenda-se verificar se o equipamento possui válvulas corta chama e se as mangueiras não possuem emendas, só acender o maçarico com isqueiro de fricção, manter os cilindros na posição vertical e presos por correntes ou abraçadeiras, no termino do serviço fechas as válvulas dos cilindros e despressurizar as mangueiras, verificar a existência de produtos

inflamáveis e ou vegetação seca, usar lona isolando-os para evitar princípios de incêndio, não permitir que fagulhas sejam projetadas contra pessoas, certificar-se do aterramento elétrico da carcaça e do equipamento, manter o extintor de incêndio perto do local de soldagem.

- ENROSCAMENTO E DESENROSCAMENTO DE AÇO: Perigo de impactos nos dedos e mãos, pequenos cortes. Recomenda-se manter a atenção na hora da utilização de ferramentas manuais para a tarefa referida a fim de se evitar acidentes, utilizar ferramentas que sejam adequadas para o serviço, e manter uma postura ereta no ato do trabalho evitando assim lesões ocasionadas pela má postura.

- UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS MANUAIS, CITO: CHAVES DE GRIFE, BOCA, ETC: Perigo de impactos nos dedos /mãos, projeção objetos, queda de material, etc. Recomenda-se mantenha uma distância segura para com seu companheiro de trabalho durante a realização do torque dos parafusos (acoplar e desacoplar), manter os pés e mãos afastados de locais de quedas de materiais e imprensamentos, nunca utilize ferramentas desgastadas ou trincadas ou com parte danificadas bem como nunca utilize chaves de grife ou similar para golpear objetos, siga sempre o contido na pt ou ptt.

- UTILIZAÇÃO DE MARRETA FERRO (2, 3 e 5 Kg) PARA COLOCAÇÃO HASTES ATERRAMENTO, PINOS, ETC: Perigo: impactos nos dedos/mãos, projeção de partículas e objetos, esmagamentos, etc. recomenda-se uso rotineiro: para fincar as hastes / ferros com o uso de capuz metálico, na quebra de reboco e concreto quando de serviço civil, com uso de empunhadura, na cabeça dos ponções / talhadeiras ou similar, (a fim de se evitar impactos nas mãos por aproximação do local de impacto da marreta) ; uso esporádico: na instalação dos conectores ampact; (quando possível utilizar martelo) usar somente luvas de couro, usar demais epi's como: óculos proteção, prot. solar,

capacete, não esquecer de verificar as condições das ferramentas manuais e em especial o cabo de madeira/plástico; etc.

- **UTILIZAÇÃO DE ANDAIMES:** Perigo de quedas de pessoas, quedas de materiais escorregões etc. Recomenda-se quando subir em andaimes utilizar sempre cinto de segurança com duplo talabarte, as bases devem estar firmes e niveladas, não deixar materiais espalhados pelo chão a fim de se evitar quedas dos mesmos ocasionando acidentes.
- **MONTAGEM DA TORRE DO AEROGERADOR, MONTAGEM DAS PÁS DO AEROGERADOR E MONTAGEM DA NASCELE DO AEROGERADOR:** perigo de rompimento dos cabos, queda de peças e esmagamento. Recomenda-se isolamento da área, verificar se o equipamento (cabo) está em bom estado de conservação, nunca ficar embaixo dos aerogeradores no momento da montagem.
- **LIMPEZA DA ÁREA:** Perigo de tropeços, pequenos cortes, quedas, etc. Recomenda-se após finalizar todos os trabalhos diários, as áreas deveram ficar limpas e organizadas afins de não causar nenhum impacto ambiental ou acidental alguém.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto CGE Andorinha, foi desenvolvido, tendo como finalidade oferecer energia a partir de fonte alternativa a preços competitivos, aproveitar o potencial natural da região e utilizar tecnologia de ponta para a geração de energia nos moldes do desenvolvimento sustentável.

A previsão sobre o futuro da área com a implantação e operação é a de que o local comportará uma atividade produtiva, que utilizará recursos naturais sem degradar o meio ambiente, uma vez que a produção de efluentes ou resíduos na operação da Central Geradora Eólica é praticamente zero.

Durante a implantação do empreendimento os todas as medidas de segurança e saúde dos funcionários foi levada em consideração. Visando o melhor funcionamento e realização das atividades, livre de riscos de acidentes e doenças ocupacionais.

REFERÊNCIAS

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração**, 2006. Disponível em <<http://www.aneel.gov.br/15.htm>> Acesso em 14/05/2013.

AMARANTE, O. A. C., BROWER, M., ZACK, J., SÁ, A. L., **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, Brasília, Brasil, 2001.

BARROSO, N. H. **Avaliação do Processo de Implantação do Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia (PROINFA), no Estado do Ceará: a utilização da fonte eólica**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.

BRASIL. **Energia Eólica - Panorama mundial e perspectivas no Brasil**. Conselho Temático de Infra- estrutura, Brasília, 2008.

_____. **Balanco Energético Nacional – Ano base 2011: Resultados Preliminares**, 2012.

_____. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA, 1986. **Resolução CONAMA Nº. 1, de 23 de janeiro de 1986**. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 18 de mai. de 2013.

BRONZATTI, L. F., IAROSZINSKI NETO, A. **Matrizes energética no Brasil: cenário 2010-2030**. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 13 a 16 de outubro de 2008.

CARVALHO, Paulo. **Geração eólica**. Imprensa Universitária, Fortaleza, 2003.

CASTRO, N.J. de; *et al.* **Perspectivas para a energia eólica no Brasil**. Grupo de Estudos do Setor Elétrico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Texto de discussão do setor elétrico número 18. Rio de Janeiro, março de 2010.

CBEE, **Centro Brasileiro de Energia Eólica**. Disponível em: <<http://www.eolica.com.br>> Acesso em 15/05/2013.

CRESESB. Disponível em <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/mapas_1a.pdf>. Acesso em 14/05/2013.

COELCE. Companhia de Eletricidade do Ceará. **Mapeamento eólico do Estado do Ceará**. Relatório: Período de 1993 a 1996. Fortaleza: COELCE, 1996.

- DRAGONI, José Fausto. **Segurança, Saúde e Meio Ambiente em Obras:** diretrizes voltadas à gestão eficaz de segurança patrimonial e meio ambiente em obras de pequeno, médio e grande porte. São Paulo: Editora LTr, 2005.
- DINIZ, Antônio Castro. Manual de Auditoria Integrado de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA). 1. ed. São Paulo: VOTORANTIM METAIS, 2005.
- DOTÉ SÁ, T. – **Avaliação de Impacto Ambiental:** Mecanismos de Implementação do Estudo de Impacto Ambiental. Fortaleza: UECE, 2004 (Apostila do curso de Especialização em Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Estadual do Ceará).
- FERREIRA, H. T. **Energia eólica:** Barreiras a sua participação no setor elétrico Brasileiro, Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo-2008.
- GEOCONSULT – Consultoria, Geologia e Meio Ambiente. **Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA da Central Eólica Taíba Andorinha - CGE Taíba Andorinha.** São Gonçalo do Amarante, Ceará, 2010.
- _____. **Relatório dos Planos de Controle e Monitoramento Ambiental (PCMA) da Central Eólica Taíba Andorinha - CGE Taíba Andorinha.** São Gonçalo do Amarante, Ceará, 2012.
- GRANDES CONSTRUÇÕES, 2013. Disponível em: <<http://www.grandesconstrucoes.com.br>>. Acesso em 15/04/2013.
- LAGE, Allene Carvalho. **Um estudo de caso:** Os ventos das mudanças no Ceará também geram energia, 2001. Dissertação de mestrado. Fundação Getúlio Vargas – Escola Brasileira de administração pública.
- LIMA, L. C. **Compartimentação Territorial e Gestão Regional do Ceará.** Luiz Cruz Lima, Marcos José Nogueira de Souza, Jader Onofre de Moraes. FUNECE, Fortaleza, 2000.
- LOBO JÚNIOR, A. C. Segurança do trabalho: Perfil das empresas de médio porte da construção civil de Feira de Santana, Feira de Santana – Bahia, 2008.
- MARCONDES, M., **Panorama dos Investimentos em Energia Eólica no Brasil e no Mundo –** Artigo Científico – 2006. Disponível em: <<http://www.nuca.ie.ufrj.br>>. Acesso em 15/04/2013.
- MELLO JORGE, Maria Helena P. de; KOIZUME, Maria Sumie. Gastos governamentais do SUS com internações hospitalares por causas externas: análise no Estado de São Paulo, 2000. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 228-238, jun. 2004.
- MICHEL, Oswaldo. **Acidentes do Trabalho e Doenças Ocupacionais.** São Paulo: Editora LTr, 2001.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Programa do PROINFA**. 2006 – Artigo Científico. Disponível em <http://www.mme.gov.br>. Acesso em 10/05/2013.

MONTEIRO D. H. **Utilização da Energia Eólica em Sistemas Híbridos de Geração de Energia visando pequenas comunidades**. DDET de conclusão. PUC - Porto Alegre RS – 2004. Disponível em: <<http://scholar.google.com.br>>. Acesso em 14/04/2013.

MURARO, R. M. **A automação e o futuro do Homem**. Editora Vozes. 2ª edição. Coleção Presença do Futuro/2., Rio de Janeiro, 1969.

NIPO, D. F., **Controlador de carregamento de baterias para turbinas eólicas de pequeno porte**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, Recife- PE, 2007.

OIT. Organização Internacional do Trabalho. **Introduccion al estudio del trabajo**. **Genebra**: Oficina Internacional del Trabajo, 1996. 522p.

ROSE, R. **A Gestão Empresarial e a Questão Ambiental**. Disponível em: <<http://www.reciclagem.net>>. Acesso em: 05/05/2013.

SILVA, A.; PAVINATTO, E. **Informativo do centro de referência em energia solar e eólica Sálvio Brito** - CRESESB n- 9, nov 2004. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br>>. Acesso em 10/04/2013.

TERCIOTE, R. **Eficiência Energética de um Sistema Eólico Isolado**. Artigo Científico – UNICAMP – Campinas – SP – 2001 – Acesso em: 18/05/05/2013.

ZOCCHIO, Álvaro. **Prática da prevenção de acidentes**: ABC da segurança do trabalho. São Paulo: Atlas, 1996. 222p.

WOBBER, 2003. Disponível em: www.wobber.com.br. Acesso em: 20/05/2013.

WINDPOWER, 2004. Disponível em <<http://www.windpower.com>>. Acesso em 08/05/2013.

WWEA, World Wind Energy Association. Disponível em: <<http://wwea.com>>. Acesso em 15/05/2013.