

KARINE SILVEIRA UBATUBA DE FARIA

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR) NA  
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE UM AEROGERADOR

São Paulo  
2019

KARINE SILVEIRA UBATUBA DE FARIA

A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR) NA  
CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DE UM AEROGERADOR

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Especialista em  
Engenharia de Segurança do Trabalho.

São Paulo  
2019

Dedico este trabalho aos meus familiares, e amigos, que acompanharam o desenrolar do curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, de forma a contribuir para o meu desenvolvimento profissional.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Professores do PECE pelos conhecimentos transmitidos e aos funcionários que trataram respeitosamente os alunos.

Aprenda como se fosse viver para sempre.  
(Mahatma Gandhi)

## RESUMO

Inicialmente, será contando um breve histórico da Energia Eólica, informando alguns dados mundiais e posteriormente, como está este sistema no mercado brasileiro. Posteriormente, o trabalho mostrará o que é e para que serve uma Análise Preliminar de Riscos (APR). Serão apresentadas as teorias de Heinrich e Bird, de forma a esclarecer e identificar pontos importantes. Nesse mesmo tema, serão avaliados os riscos na construção e os riscos inerentes aos trabalhadores na construção. Será informada também, a estatística de acidentes no Brasil, relativos ao tema abordado. Após essas informações, serão apresentadas as etapas de construção de um Aerogerador, para posterior elaboração da planilha com os dados da Análise Preliminar de Riscos. Serão mencionadas também as principais NR's (normas regulamentadoras) aplicáveis na APR, bem como serão pontuadas algumas outras normas regulamentadoras importantes. E por fim, será avaliada a importância da Análise Preliminar de Riscos (APR). O objetivo dessa monografia é fazer uma Análise Preliminar de Riscos (APR) das etapas da Construção e Montagem de um Aerogerador.

**Palavras-chave:** Aerogeradores. Análise preliminar de risco. Segurança do trabalho.

## ABSTRACT

Initially, it will be counting a brief history of Wind Energy, informing some world data and later, how is this system in the Brazilian market. Subsequently, what is and what is it for Preliminary Risk Analysis (APR). The theories of Heinrich and Bird will be presented, in order to clarify and identify important points. In the same theme, the risks in construction and the inherent risks of construction workers will be evaluated. You will also be informed of the statistics of accidents in Brazil, related to the topic addressed. After this information, the steps of building a wind turbine will be presented, for further elaboration of the spreadsheet with the data of the Preliminary Risk Analysis. Will also be mentioned the main NRs (regulatory standards) applicable in the APR, as well as punctuating some other important regulatory standards. Finally, the importance of the Preliminary Risk Analysis (APR) will be evaluated. The goal of this monograph is to make a Preliminary Risk Analysis (APR) of the stages of the construction and assembly of a Wind Generator.

**Keywords:** Wind Generator. Preliminary Risk Analysis. Safety at work.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Moinho vento medieval.....	14
Figura 2 - Moderna turbina eólica.....	15
Figura 3 - Redução do custo da geração eólico - elétrica no tempo.....	16
Figura 4 - Capacidade instalada no SIN – 2018.....	17
Figura 5 - Potencial eólico estimado para vento médio anual igual ou superior a 7,0 m/s.....	18
Figura 6 - Parque de turbinas eólicas no sul da Bahia.....	19
Figura 7 - Exemplo de planilha de APR.....	21
Figura 8 - Teoria do dominó de Heinrich.....	23
Figura 9 - Pirâmide de Bird.....	25
Figura 10 - Pirâmide definida por DuPont du Neymors.....	26
Figura 11 - Betoneiras, caçambas ou guindastes perto dos fios da rede elétrica.....	29
Figura 12 - Base de dados de acidentes de trabalho.....	32
Figura 13 - Terraplanagem.....	34
Figura 14 - Execução de estaca raiz na área da base dos aerogeradores.....	35
Figura 15 - Base em processo de concretagem.....	35
Figura 16 - Base concretada.....	36
Figura 17 - Base pronta para montagem do aerogerador.....	36
Figura 18 - Montagem do primeiro seguimento da torre.....	38
Figura 19 - Montagem do segundo seguimento da torre.....	38
Figura 20 - Montagem da nacelle.....	39
Figura 21 - Montagem das pás.....	39
Figura 22 - Categoria de severidade.....	41
Figura 23 - Categoria de frequência.....	41
Figura 24 - Matriz de classificação de riscos.....	42
Figura 25 - APR de terraplanagem.....	45
Figura 26 - APR de fundação.....	46
Figura 27 - APR de concretagem.....	47
Figura 28 - APR de montagem.....	48
Figura 29 - Pirâmide da DuPont.....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APR	Análise Preliminar de Riscos
CAT	Comunicação de Acidente de Trabalho
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
DDS	Diálogo Diária de Segurança
EPI	Equipamento de Proteção Individual
GW	Giga-Watt
MW	Mega-Watt
NR	Norma Regulamentadora
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
SESMT	Serviço Especializado em Segurança e em Medicina do trabalho
SIN	Sistema Interligado Nacional
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.2 OBJETIVO .....	13
1.3 JUSTIFICATIVA.....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
2.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA.....	14
2.2 ENERGIA EÓLICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	17
2.3 CONCEITOS DA APR .....	20
2.4 ESTUDOS TEÓRICOS .....	22
2.5 GERENCIAMENTO DOS RISCOS .....	27
2.5.1 Riscos de acidentes na construção.....	27
2.5.2 Riscos inerentes ao trabalhador na construção.....	30
2.6 ESTATÍSTICA DE ACIDENTES DE TRABALHO .....	31
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>33</b>
3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DE UM AEROGERADOR NO CAMPO .....	33
3.2 ANÁLISE PRELIMINAR DOS RISCOS (APR) .....	40
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
4.1 REALIZAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR) .....	43
4.2 NORMAS REGULAMENTADORAS RELEVANTES.....	49
4.3 TREINAMENTO .....	53
4.4 DIÁLOGO DIÁRIO DE SEGURANÇA.....	55
4.5 AUDITORIA COMPORTAMENTAL DE SEGURANÇA.....	56
4.6 INSPEÇÕES DE SEGURANÇA .....	58
4.7 PLANO DE MOVIEMNTAÇÃO DE CARGAS .....	59
4.8 PIRÂMIDE DA DU PONT.....	63
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a maior parte da energia produzida pelo homem vem de combustíveis fósseis. Essas fontes, além de serem finitas e poluentes, estão concentradas em determinadas regiões do globo, e por isso são motivo de conflitos militares e/ou econômicos entre povos e nações. Como alternativa a essas fontes de energia, várias fontes renováveis têm sido estudadas se utilizadas (Energia Eólica, Energia Solar, Biomassa, Hídrica, etc.). (ANEEL, 2002)

A energia eólica é conhecida pelo homem há longa data, entretanto, é recente seu uso em larga escala e com alta eficiência. Apesar de serem uma fonte de energia "limpa", e com impactos ambientais muito reduzidos, alguns aspectos inerentes a essa tecnologia ainda são fontes de preocupações. (ANEEL, 2002)

Em decorrência disso, esse grande crescimento traz preocupações no âmbito dos trabalhadores que estão executando a obra. Mesmo sendo uma fonte geradora de emprego, a construção civil é responsável por uma grande parcela dos acidentes de trabalho que ocorrem no Brasil. Isso se deve à baixa qualificação dos profissionais, ausência de treinamentos, e baixos investimentos em saúde e segurança do trabalho. (BRASIL, 2013)

A antecipação e prevenção de acidentes é uma maneira de eliminar ou reduzir os riscos para os trabalhadores. Um sistema de antecipação que pode ser totalmente aplicado é o gerenciamento de riscos, que oferece ferramentas importantes e muito utilizadas em processos produtivos, tendo como objetivo a prevenção de desvios, incidentes e acidentes com os trabalhadores. (MAIA, 2014)

A Análise Preliminar de Riscos (APR) é uma ferramenta dentro do gerenciamento de riscos, usada para realizar uma avaliação qualitativa na fase de concepção ou desenvolvimento de um projeto ou atividade, cuja experiência em riscos na sua operação é deficiente. (MAIA, 2014)

## 1.2 OBJETIVO

O objetivo dessa monografia é acompanhar a adoção de ações preventivas estabelecidas na Engenharia de Segurança do Trabalho, na construção e montagem de um Aerogerador, que tem importância relevante na prevenção de acidentes, tanto na eliminação das condições inseguras do ambiente, como na instrução ou convencimento das pessoas sobre a adoção das práticas preventivas: atos inseguros, com a aplicação de ferramentas como a APR (Análise Preliminar de Riscos). Visto que a atividade de construção civil, que engloba a construção e montagem de aerogeradores, representa 7,51% dos acidentes sofridos nas diversas áreas de trabalho, o que corresponde o valor absoluto de 154.082 do total de 2.050.598. (BRASIL, 2013)

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Considerando o elevado risco envolvido nas atividades construção e montagem de um aerogerador, o assunto torna-se de grande importância, já que um descuido, por falta de conhecimento, avaliação inadequada, equipamento, pode ser fatal. Fatalidade que pode envolver facilmente mais de uma vítima. Assim os trabalhos que visam contribuir para a redução ou eliminação de riscos de acidentes nesses ambientes são importantíssimos.

A autora possui cerca de dois anos de experiência prática, atuando na área de segurança do trabalho de empresa nacional do setor de geração de energia eólica, nas etapas de construção, montagem e operação. Coordenando as atividades de análise preliminar de risco e implantando as ações recomendadas. Assim sendo pode afirmar que a abordagem de Análise Preliminar de Riscos é pouco explorada no setor de geração de energia limpas. Devido ao tema abordado a ter grande relevância a prevenção de acidentes, se faz necessário divulgá-lo, colocando-o em prática e demonstrando sua funcionalidade e eficácia.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA ENERGIA EÓLICA

Toda atividade humana precisa de energia para que possa ser realizada qualquer movimento. Só é possível se existir energia mecânica disponível. Em função desta necessidade, muito cedo na história do desenvolvimento humano a conversão de forma de energia primária em energia mecânica para a realização de trabalhos motivou o ser humano a estudar e desenvolver técnicas de conversão de energia. Uma das formas de energia primária abundante na natureza é a energia dos ventos, denominada energia eólica. A técnica de conversão da energia dos ventos em energia mecânica primeiramente foi explorada para utilização em propulsão de navios, moinhos de cereais, bombas de água e na idade média para mover a indústria de forjaria (figura 1). (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

Figura 1- Moinho vento medieval



Fonte: WEG (2000)

A conversão da energia dos ventos em energia mecânica consiste numa técnica relativamente simples, bastando apenas que se tenha um potencial eólico disponível e que resista aos caprichos da natureza. (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

A geração de energia elétrica em grande escala, alimentando de forma suplementar o sistema elétrico através do uso de turbinas eólicas de grande porte, evoluiu muito nas últimas décadas. Pode-se dizer que a moderna tecnologia das turbinas eólicas surgiu na Alemanha na década de 1950, já com pás fabricadas com materiais compostos, controle de passo e torres na forma tubular e esbelta, (figura 2). (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

Figura 2 – Moderna turbina eólica



Fonte: WEG, 2000

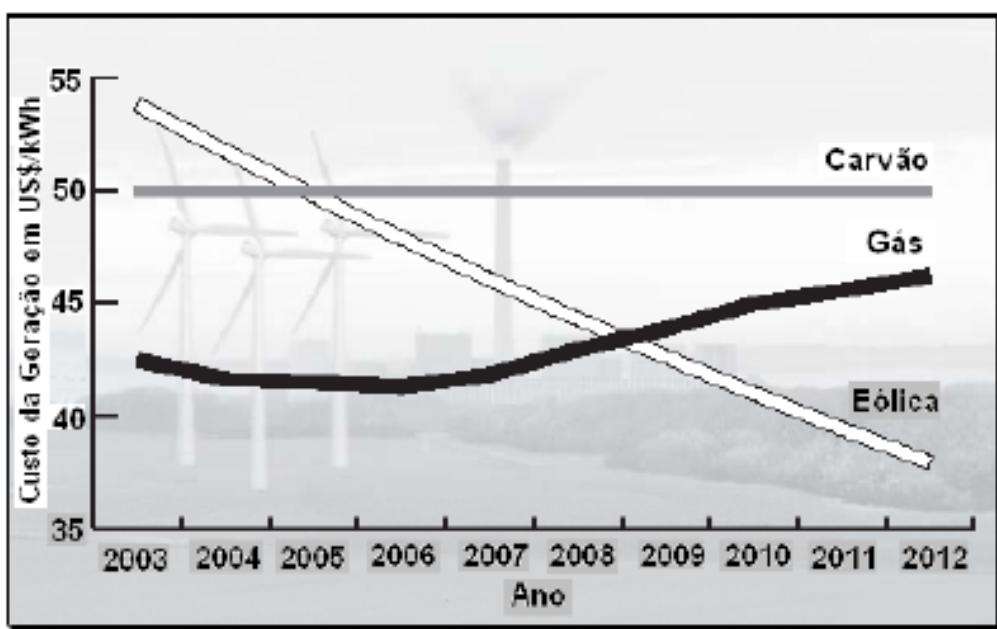
Na década de 1970 até meados da década de 1980, após a primeira grande crise do petróleo, diversos países, inclusive o Brasil, se preocuparam em desenvolver pesquisas na utilização da energia eólica como uma fonte alternativa de energia. (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

Entretanto, foi a partir de experiências de estímulo ao mercado realizado na Califórnia na década de 1980 e na Dinamarca e Alemanha na década de 1990 que o aproveitamento da energia eólica como alternativa de geração de energia elétrica atingiu escala de contribuição mais significativa ao sistema elétrico, em termos de geração, eficiência e competitividade. (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

O enorme desenvolvimento tecnológico passou a ser capitaneado pela nascente indústria do setor, em regime de competição e estimuladas por mecanismos institucionais de incentivo. Devido a este avanço tecnológico e ao crescimento da produção em escala, foi possível se desenvolver novas técnicas de construção dos aerogeradores permitindo aumentar a capacidade unitária das turbinas, obtendo assim reduções graduais e significativas nos custos do quilowatt instalado e, consequentemente, uma substancial redução no custo da geração da energia elétrica. (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

A figura 3, mostra a tendência da evolução descendente dos custos de geração da energia elétrica a partir de turbinas eólicas, enquanto que o custo da energia gerada a partir do carvão e do gás é constante ou ascendente. (RÜNCOS, CARLSON, KUO-PENG, VOLTOLINI, BATISTELA, 2000)

Figura 3 – Redução do custo da geração eólico - elétrica no tempo

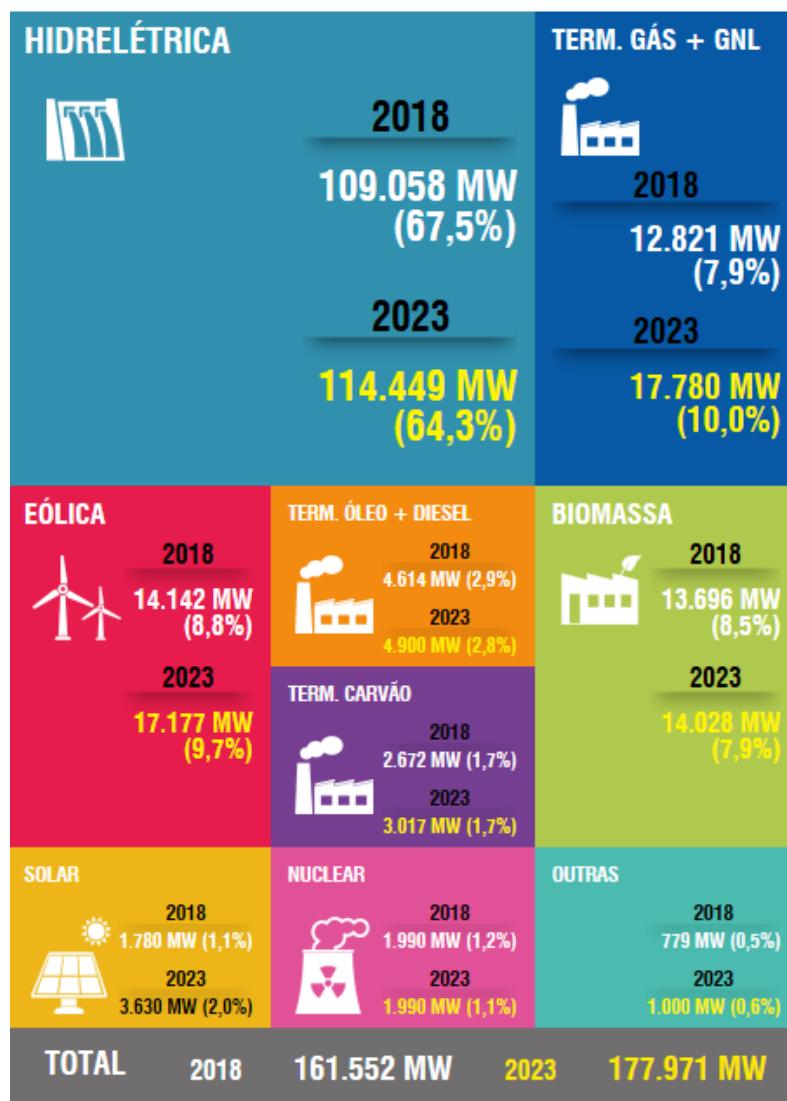


Fonte: WEG (2000)

## 2.2 ENERGIA EÓLICA DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Os projetos eólicos atingiram 14,14 GW em 2018, 12% a mais que em 2017. São 517 parques em operação. A potência instalada chegou a 8,8% da matriz elétrica do país, o equivalente às termoelétricas a gás natural (7,9%). Aproximadamente 18 milhões de residências foram abastecidas mensalmente por fontes eólicas. O Nordeste – maior produtor e consumidor desse formato – chegou a ter mais de 50% da sua rede de distribuição abastecida unicamente por esse tipo de energia. As informações foram extraídas do site: <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros>.

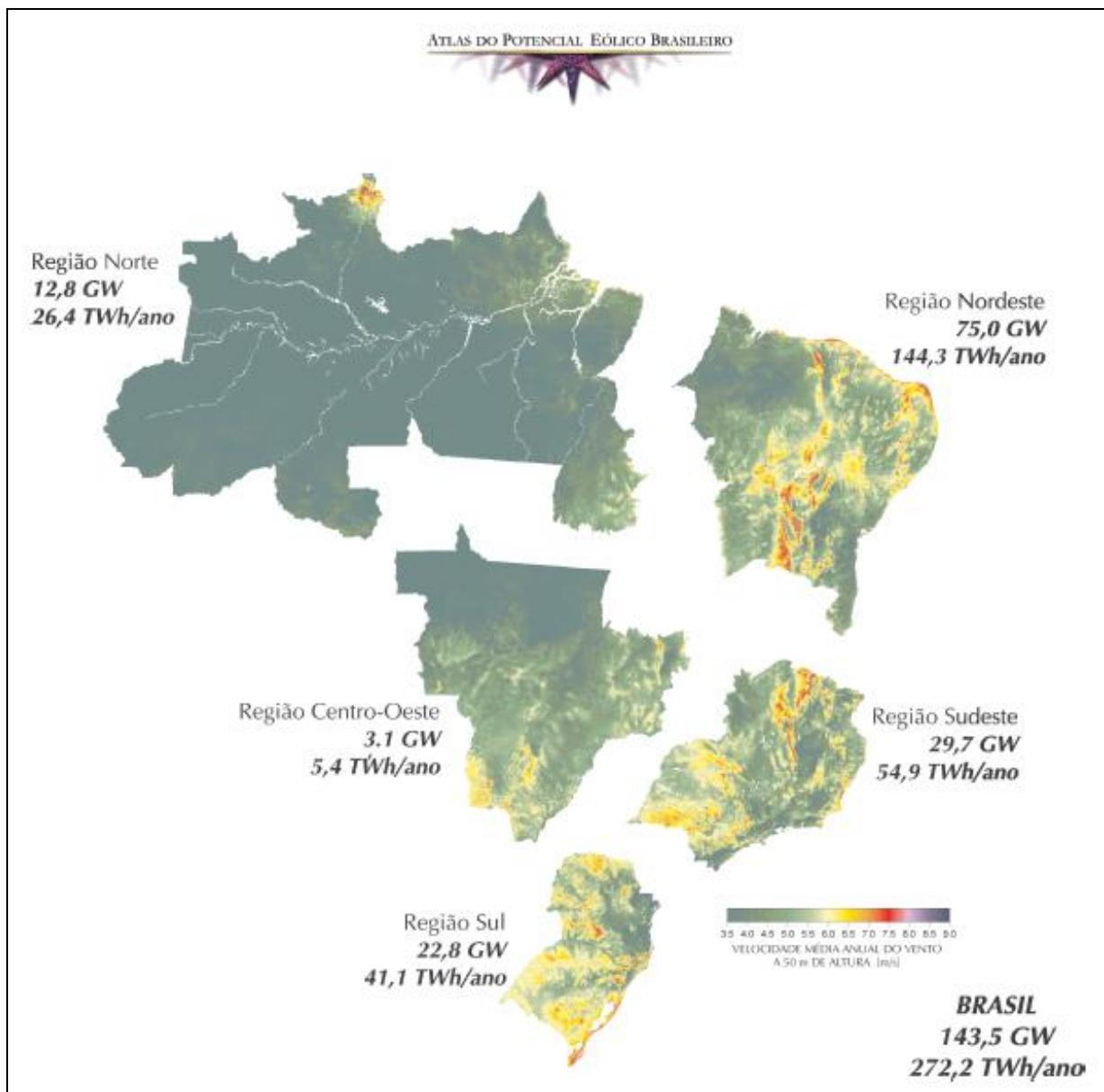
Figura 4 – Capacidade instalada no SIN - 2018



Fonte: Brasil (2018)

Em âmbito nacional, foi publicado pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica – CRESESB/CEPEL. Trata-se do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, cujos resultados estão disponíveis no seguinte endereço eletrônico: [www.cresesb.cepel.br/atlas\\_eolico\\_brasil/atlas-web.htm](http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm). Nesse estudo estimou-se um potencial eólico brasileiro da ordem de 143 GW. Existem também outros estudos específicos por unidades da Federação, desenvolvidos por iniciativas locais.

Figura 5 - Potencial eólico estimado para vento médio anual igual ou superior a 7,0 m/s



Fonte: Brasil (2002)

As perspectivas de crescimento são positivas. A matriz energética eólica está entrando em uma nova fase no Brasil. Já é claro para mercado e governo que a energia eólica não é apenas uma escolha sustentável e vantajosa financeiramente, mas também uma opção segura. O país necessita de uma matriz energética diversificada e limpa, sendo esse tipo de energia já reconhecido como central nesse processo. Uma maior taxa de abastecimento eólico em curto espaço de tempo já se mostrou possível, especialmente considerando que os meios para minimizar os impactos negativos da variabilidade natural da fonte evoluíram muitos nos últimos anos. Com investimentos em aperfeiçoamento, o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) pode atuar com alta previsibilidade em relação à geração de ventos. Este cenário mostra que a eólica é uma fonte em caminho da maturidade, segura e pronta para expansão. As informações foram extraídas do site:<http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin>.

Figura 6 – Parque de turbinas eólicas no sul da Bahia



Fonte: Arquivo pessoal

## 2.3 CONCEITOS DA APR

Análise Preliminar de Riscos (APR) é um método de análise de perigos e riscos que consiste em identificar acontecimentos inseguros, causas e resultados e determinar meios de controle. Preliminar, porque é empregada como primeira abordagem do objeto de estudo, em um número relevante de acontecimentos, e necessário para determinar procedimentos de controle de riscos. Segundo Tavares (2010), a Análise Preliminar de Riscos (APR) é a análise, durante a fase de concepção ou desenvolvimento de um novo sistema, que é empregada com o objetivo de se determinar os riscos que poderão estar presentes na sua fase operacional. (TAVARES, 2010)

A APR tem sido utilizada nas mais variadas áreas e situações. No entanto, sua maior contribuição é na Gestão de Riscos. (MAIA, 2014)

A Gestão de Riscos possui como filosofia moderna a previsão e identificação de riscos em potencial, visando à tomada de providências necessárias para se assegurar que o risco foi ou completamente eliminado (segurança inerente) ou reduzido a níveis que podem ser considerados toleráveis, tendo como referência critérios e parâmetros atualizados de Aceitabilidade de Riscos. (MAIA, 2014)

Para identificação e mitigação dos riscos inerentes às atividades industriais, a Gestão de Riscos fará uso de várias práticas e ferramentas, tais como: (MAIA, 2014)

- Normas, procedimentos e práticas de segurança, inclusive práticas de projeto inerentemente seguro;
- Capacitação e treinamento de pessoas (empregados próprios e contratados);
- Registros, análise e investigação de desvios e eventos (incidentes, acidentes e doenças ocupacionais);
- Auditorias de sistema de gestão, com base em protocolos nacionais e internacionais;

- Programas de manutenção preditiva, preventiva e corretiva, visando a integridade mecânica;
- Metodologia de gerenciamento de mudanças, sejam mudanças de tecnologia, de equipamentos ou de pessoas;
- Aplicação de técnicas de análise de riscos, com identificação e simulação quantitativa de cenários acidentais mais prováveis;
- Confecção de planos de atendimento a emergência para cenários acidentais, com programação de simulados.

De acordo com França, Toze e Quelhas (2008), o objetivo da APR é definir os riscos e as medidas preventivas antes da fase operacional. Utiliza como metodologia, a revisão geral de aspectos de segurança, através de um formato padrão, e busca levantar as causas e efeitos de cada risco, medidas e prevenção ou correção e categorização dos riscos.

Segundo Maia (2014), com a aplicação da APR são identificados os perigos de cada etapa do processo, os danos, causas, as categorias de frequência, gravidade e risco e já engloba um plano de ação com responsável e prazo.

Figura 7 - Exemplo de planilha de APR

Análise Preliminar de Riscos - APR										
Área Analisada:		Atividade:		Nº APR:		Folha:	Áreas envolvidas:			
Responsabilidade:		Data elaboração:		Revisado em:						
Equipe:										
Sub-Atividade	Perigo	Dano	Causa	Categorias			Recomendação	Responsável	Prazo	
				Grav.	Freq.	Risco				

Fonte: USP (2018)

Os resultados obtidos a partir da APR devem ser registrados numa planilha, que apresenta os perigos correspondentes para cada etapa do processo, suas causas, os modos de detecção, efeitos potenciais, categorias de frequência, severidade e risco, as medidas corretivas e/ou preventivas e o número do cenário. (MAIA, 2014)

## 2.4 ESTUDOS TEÓRICOS

Originalmente, os primeiros teóricos reduziram a avaliação das causas de acidentes aos atos inseguros (atos abaixo do padrão) e condições inseguras (condições abaixo do padrão). Essa teoria foi a base trazida pelo Governo brasileiro, na década de 1970, para formar emergencialmente profissionais para atuarem na área de prevenção de acidentes, uma vez que mais de um milhão de acidentes ocorriam por ano. Essa teoria foi denominada de Teoria do Dominó. (HEIRINCH, 1959)

A teoria de Heinrich com atos inseguros e condições inseguras influenciou a segurança ocupacional e a análise de acidentes durante décadas. Essa teoria possui uma ideia simples, pois descreve os acidentes como uma sequência de eventos que pode ser visualizada e segue uma ordem específica. Essa teoria é a base para o Modelo Sequencial dos Acidentes, o qual descreve um acidente como uma sequência de dominós que caem por causa de um único evento iniciador. (HEIRINCH, 1959)

Heinrich postula cinco metafóricos dominós rotulados como causas de acidente: ambiente social e ascendência, falhas humanas, atos inseguros ou condições inseguras, acidentes e lesões ou danos pessoais (figura 8). (HEIRINCH, 1959)

A teoria afirma que os acidentes resultam de uma cadeia de eventos sequenciais, metaforicamente ajustados como uma linha de dominós. Quando um dos dominós cai, há uma ação em cadeia que derruba os demais. No entanto, se for eliminado um fator chave, como uma condição insegura ou um ato inseguro, pode ocorrer uma ação que impede o desenrolar da reação em cadeia, evitando assim, o acidente. (HEIRINCH, 1959)

Figura 8 - Teoria do dominó de Heinrich



Fonte: HEIRINCH (1959)

- Ascendência e ambiente social - O primeiro evento da sequência trata da personalidade do trabalhador, ou seja, os indesejáveis traços da personalidade como a teimosia e a imprudência, podem ser transmitidos ao longo do tempo por herança ancestral, daí o termo ascendência. (HEIRINCH, 1959)
- Falhas humanas - Esse segundo evento também lida com traços de personalidade do trabalhador, onde o caráter inato ou falhas de personalidade, inaptidão entre o homem e a função, desconhecimento dos riscos da função, contribuem em um acidente. (HEIRINCH, 1959)
- Condições inseguras - O terceiro evento trata diretamente das causas dos acidentes. Como mencionado acima, esses fatores como situações que podem existir no ambiente, capazes de promover um acidente como, por exemplo, a falta de iluminação, ruídos em excesso, piso escorregadio. (HEIRINCH, 1959)

- Acidentes - O quarto evento é o acidente que é uma ação que pode ser evitada se observarmos as ações cometidas em sequência pelo trabalhador. (HEIRINCH, 1959)
- Danos pessoais - O quinto e último evento apresenta os resultados dos acidentes, ou seja, os danos físicos. (HEIRINCH, 1959)

Outro estudo é o da organização americana conhecida como Pirâmide de Bird. Em 1969 Frank Bird criou uma obra onde envolveu os dados de 1750 mil acidentes de 297 empresas, de 21 tipos de empresas diferentes. Com dados de cerca de 3 bilhões de horas homens de exposição ao risco. (SANTOS, MANIER, CUNHA, COIMBRA, 2017)

Segundo estudos 96% dos acidentes têm como causa os comportamentos inseguros. Também nesse estudo, foi introduzida também a análise do quase-acidente, ou seja, acidentes sem lesão ou danos visíveis, pois eles revelam potenciais enormes de 69 acidentes, situações com risco potencial de ocorrência sem que tenha havido ainda a perda pessoal ou não pessoal. (SANTOS, MANIER, CUNHA, COIMBRA, 2017)

O resultado final desse estudo indicou que para cada acidente com lesão incapacitante (lesão grave), ocorriam 10 acidentes sem perda de tempo (lesões leves), 30 com danos à propriedade e 600 acidentes que não representavam lesões ou danos visíveis (quase-acidente). (SANTOS, MANIER, CUNHA, COIMBRA, 2017)

Em consequência dos resultados das diversas experiências em que Bird atuou ou orientou, criou-se interesse para que muitos especialistas viessem a conhecer sua obra dentro de vários países. (SANTOS, MANIER, CUNHA, COIMBRA, 2017)

Com isso, numerosos programas de controle de danos foram implantados e novas experiências realizadas. (SANTOS, MANIER, CUNHA, COIMBRA, 2017)

Figura 9 - Pirâmide de Bird



Fonte: Brasil (2018)

No final da década de 90 a empresa DuPont com base em sua experiência em mais de 200 anos de existência, e apoiando-se nos estudos anteriores criou uma Pirâmide de Desvios, acrescentando um nível a mais do que o acrescentado por Bird. (ASFAHL, 2005)

Pode ser destacado que os primeiros trabalhos se voltavam a ações de redução dos níveis de perdas indenizadas seja envolvendo pessoas quanto o patrimônio, trabalho esse bastante enfatizado por Bird. A visão da DuPont foi a de unificar os conceitos de prevenção de perdas, migrando para o conceito de prevenção de Riscos. (ASFAHL, 2005)

Baseando-se em sua própria experiência a empresa chegou a números como os apresentados na figura 10. (ASFAHL, 2005)

Figura 10 - Pirâmide definida por DuPont du Neymors



Fonte: Arquivo pessoal

Essa estatística identifica o alto índice de desvios que são os geradores dos acidentes do trabalho e ressalta a importância de se trabalhar a questão comportamental na busca pela redução nos níveis de acidentes. Comportamento seguro é toda ação que está dentro de um padrão de segurança no exercício de uma atividade, onde todos devem estar conscientes e determinados a cumprir todas as normas de segurança, por mais simples que sejam. Ao implantar este programa, as empresas buscam o objetivo de mobilizar e promover em toda a empresa uma linha de conduta preventiva em relação aos riscos, 30 reduzindo a possibilidade de acidentes. Com isso, pretende-se fazer da empresa um lugar cada vez mais seguro para se trabalhar. A aplicação do programa de comportamento seguro tem a intenção de observar e avaliar, mas para alertar, corrigir e incentivar as atitudes corretas, sem caçar erros ou apontar culpados. Não é objetivo avaliar para criticar ou punir. Dessa forma, têm-se abaixo alguns aspectos importantes para o comportamento seguro: (SANTOS, MANIER, CUNHA, COIMBRA, 2017)

- Saber reconhecer o perigo: não pensar que acidentes só acontece com os outros, pois este é o caminho mais curto para que eles aconteçam com você;

- A segurança é mais importante que a velocidade, ou seja, não vale à pena abrir mão da segurança por achar que de outro jeito é possível fazer melhor ou mais rápido;
- Fazer do jeito certo sempre: seguir à risca as normas de comportamento seguro, podendo até não ser tão cômodo, mas o risco não compensa;
- Acostumar-se à segurança: se você trabalha há anos do mesmo jeito, mas esse jeito não é o mais seguro, é preciso mudar os hábitos.

## 2.5 GERENCIAMENTO DOS RISCOS

### 2.5.1 Riscos de acidentes na construção

A frequência com que novos perigos têm sido descobertos ou evidenciados e a publicidade da qual eles têm sido objeto devido ao progresso tecnológico de que somos testemunhas, tem como consequência imediata o direcionamento da atenção do público para seus efeitos sobre a saúde, segurança e meio ambiente. Simultaneamente, a responsabilidade para acessar, avaliar e gerenciar esses riscos tem aumentado tanto no setor público como no privado, visto que a percepção da necessidade para antecipar, prevenir e reduzir os riscos está implícita na sociedade moderna. (PONTES, LEITE, DUARTE, 1998)

Os acidentes na construção muitas vezes não ocorrem por razões de fácil solução. Infelizmente, eles têm origens mais profundas e ocorrem muitas vezes sem que haja consciência de quais são as suas reais causas, o que é muito comum quando os acidentes não provocam lesões ou são de natureza leve. Expressões como: este acidente foi uma fatalidade, ocorreu porque tinha que ocorrer, foi a força do destino, demonstram claramente a falta de conscientização das pessoas em geral para o problema. (PONTES, LEITE, DUARTE, 1998)

Devido ao grande número de atividades envolvidas num canteiro de obras na construção e a falta de gerenciamento no controle da qualidade das atividades, é evidenciado que as causas de ocorrência dos acidentes são praticamente as mesmas, caracterizadas por atos inseguros e/ou condições ambientais inseguras, (i.e. choque elétrico, queda de nível, máquinas desprotegidas, irregularidade das proteções, falta de sinalização, desobediência às normas de segurança, entre outras) vistas em obras no âmbito geral. (PONTES, LEITE, DUARTE, 1998)

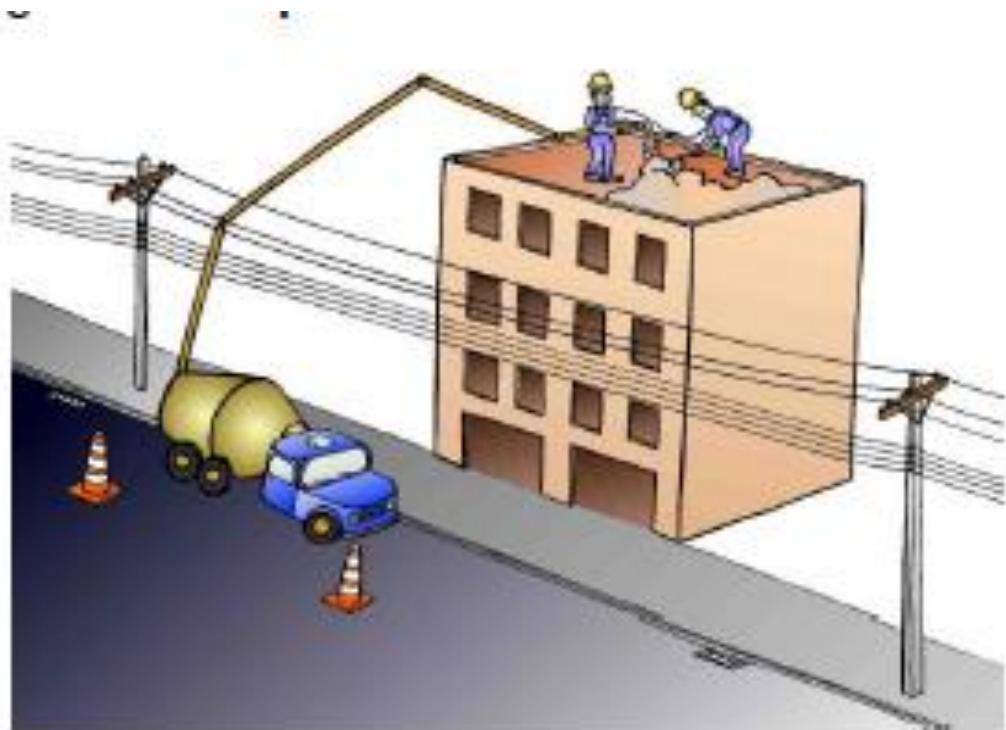
O desenvolvimento das atividades da construção é realizado em várias etapas, onde mencionamos algumas delas referentes ao Aerogerador, assim como os tipos de acidentes mais comuns associados às mesmas: (PONTES, LEITE, DUARTE, 1998)

- a. Escavação/Terraplanagem – os principais riscos associados são: desabamento de terra, bombeamento (casos de rebaixamento do lençol d'água), distância entre trabalhadores em escavação/terraplanagem manual e raio de ação da escavadeira.
- b. Fundação – parte de uma estrutura que transmite ao terreno subjacente (abaixo) a carga da edificação ou ainda, o plano sobre o qual assentam os alicerces de uma construção. Os riscos envolvidos são: falta de escoramento por taludes, má utilização de campânula (câmara usada para compressão e/ou descompressão de trabalhadores), queda, lançamento de partículas sólidas, etc.
- c. Trabalhos em concreto armado (fase estrutural) – apresentam diversidades de riscos e grande incidência de acidentes. Esse trabalho se divide nas seguintes fases: formas, escoramentos, armação de aço, concretagem e desforma. Os riscos envolvidos: prensagem e/ou corte de mãos e dedos, queda de pessoas/peças/ferramentas, choques elétricos, tombamento de materiais, madeiras com pregos expostos, escorregamento, falta de proteções nas pontas dos vergalhões (aço), falta de proteção individual e/ou coletiva das pessoas e os incêndios ocorridos principalmente no coletor de serragem da serra circular.

- d. Instalações em geral – compreendem o seguinte: instalações elétricas, hidráulicas, sanitárias, assim como, canalizações em geral. Os riscos mais evidenciados nestas operações são: choques elétricos usam de adorno (pulseiras, correntinhas e canetas de corpo metálico, etc.), contusão, corte e/ou ferimentos, vazamentos d'água e de gás, queda, falta de sinalização e tantos outros.
- e. Máquinas e equipamentos – os mais utilizados são: guindaste (grua, sobre esteira ou rodas), betoneiras, compressores, máquinas de dobrar, cortar ferro e virar chapas, serra circular de bancada, guinchos e torres, bombas, vibradores, talhas, etc. Os principais riscos são: quebra de partes móveis, projeção de peças ou partículas, ruptura de cabos e/ou amarras, operadores não habilitados, corte e/ou prensagem de mãos e dedos, falta de manutenção preventiva, choque elétrico, incêndio, falta de envelope de proteção em partes móveis de máquinas.

Abaixo serão ilustradas algumas fotos de riscos na construção civil:

Figura 11 - Betoneiras, caçambas ou guindastes perto dos fios da rede elétrica



Fonte: Brasil (2014)

Pontos importantes conforme imagem acima:

Ter cuidado ao dirigir e manobrar caminhões com betoneiras, caçambas ou guindastes perto dos fios da rede elétrica, além do uso de andaimes, descarregamento de caminhões basculantes e instalações de painéis luminosos. Esses equipamentos podem ficar muito próximos aos fios com riscos de acidentes, como rompimento da fiação ou choques graves. (PONTES, LEITE, DUARTE, 1998)

Para evitar acidentes em situações de risco elétrico, verifique se é possível adotar uma das seguintes medidas: (PONTES, LEITE, DUARTE, 1998)

- Afastamento da rede elétrica em relação à construção;
- Desligamento temporário da rede.

### **2.5.2 Riscos inerentes ao trabalhador na construção**

De acordo com o Manual de Segurança e Saúde no Trabalho na Indústria da Construção Civil os principais riscos inerentes são: (MACHADO, 2015)

- Ruído: som produzido por máquinas como escavadeira, bate-estaca, serra circular, furadeira, lixadeira, perfuratriz e betoneira.
- Vibração: presente em atividades de compactação de solo, na utilização de marteletes e vibradores de concreto.
- Radiações não ionizantes: radiações solares.
- Calor e frio: exposição a intempéries em trabalhos a céu aberto.
- Umidade: ocorre em trabalhos em locais alagados ou encharcados e em atividades realizadas sob garoa.

- Químicos: exposição a poeiras resultantes de trabalhos com cal, cimento e gesso; vapores orgânicos desprendidos de mantas asfálticas.
- Biológicos: possíveis de ocorrer em trabalhos de abertura de poços, valas e serviços em tubulação de esgoto.
- Ergonômicos: produzido por postura inadequada, esforço físico intenso, repetitividade de movimentos, levantamento e transporte manual de cargas, pressão temporal, ritmo de trabalho intenso, trabalho em pé ou agachado por períodos prolongados.
- Acidentes: podem ser consideradas aqui a falta de planejamento no recebimento e estocagem de matéria-prima e de material não utilizável, instalações elétricas improvisadas, trabalho em altura sem uso de EPI, vias de circulação obstruída, operações de máquinas e ferramentas sem treinamento.

## 2.6 ESTATÍSTICA DE ACIDENTES DE TRABALHO

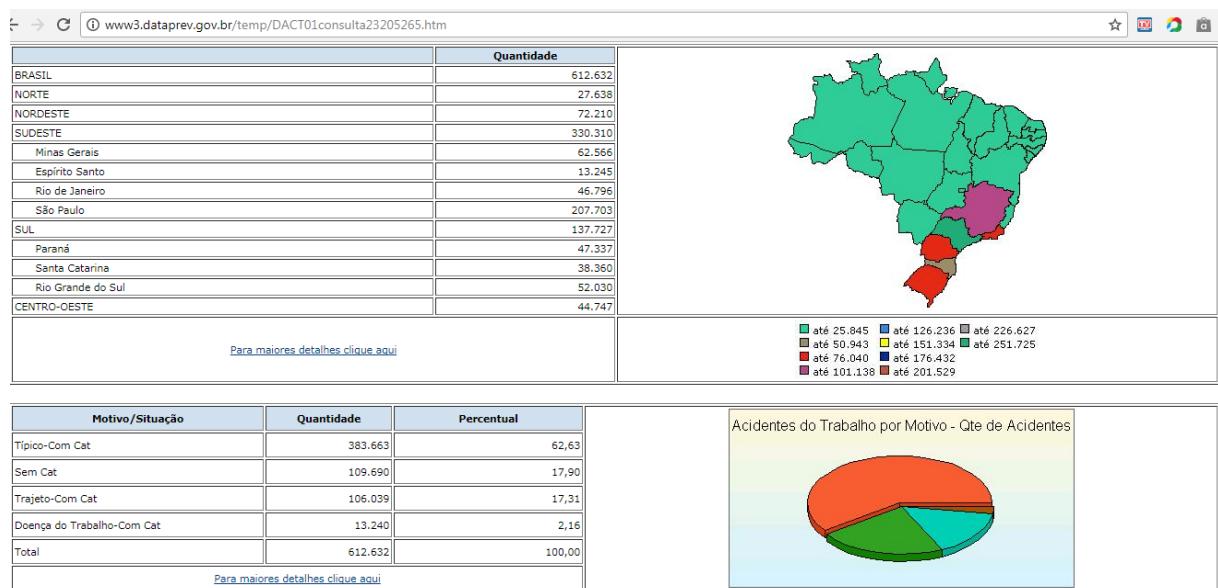
Com uma média de 700 mil registros de acidentes de trabalho por ano, o Brasil ocupa atualmente o 4º lugar no mundo em ocorrência de acidentes de trabalho, atrás somente de China, Índia e Indonésia. (BRASIL, 2013)

Os dados do Anuário Estatístico da Previdência Social apontaram em 2015 um total de 612,6 mil acidentes, dentre os quais 2500 foram ocorrências de morte. A região sudeste é a responsável por 53,9% dos registros. (BRASIL, 2013)

A área de serviços aparece com 55,69% e a indústria com 41,09%, excluídos os dados de atividade ignorada. Porém, se considerado o fato de que a Indústria representa apenas 25% dos trabalhadores registrados no país, significa que proporcionalmente este setor é onde se dá a maior incidência de acidentes de trabalho. (BRASIL, 2013)

Apesar de alarmantes esses índices ainda não apresentam de fato a dimensão do problema, pois há um elevado grau de subnotificação das informações, segundo afirmam os próprios órgãos governamentais. Isso significa que uma grande parte dos acidentes não é registrada através da CAT (Comunicação de Acidente de Trabalho) e permanece invisível às estatísticas. Isso porque, para evitar aumento de tributações, as empresas se recusam a registrar os acidentes. No caso de pequenas e médias empresas estima-se que menos de 20% dos acidentes são notificados. (BRASIL, 2013)

Figura 12 - Base de dados de acidentes de trabalho



Fonte: Brasil (2013)

Além disso, os números oficiais não abrangem os trabalhadores informais (cerca de 50% dos ocupados no Brasil), os trabalhadores públicos de regime estatutário e os autônomos. (BRASIL, 2013)

A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) realizada pelo IBGE, em 2013, mostrou que para cada acidente de trabalho registrado pela Previdência Social, há quase sete acidentes não declarados oficialmente (metade destes inclusive de trabalhadores formais e segurados pela Previdência Social).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho irá utilizar a ferramenta Análise Preliminar de Riscos para identificar, analisar, avaliar e tratar esses riscos de modo que os trabalhos realizados na construção e montagem dos parques de aerogeradores, possam ser executados da forma mais segura possível.

O uso desta ferramenta é importante para o reconhecimento dos eventos, que isoladamente ou em conjunto, podem levar ao acidente. Permitindo assim, o gerenciamento do risco desde a fase de planejamento.

#### 3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DE UM AEROGERADOR NO CAMPO

O trabalho foi desenvolvido em uma empresa nacional de grande porte, localizada no interior da Bahia, do ramo de geração e transmissão de energia elétrica, onde uma das etapas do processo é a construção e montagem de aerogeradores. Atualmente conta com aproximadamente 250 funcionários próprios e 1.500 terceiros, trabalhando em um turno (diurno) e 06 dias por semana.

Como referência para explicação processo, será demonstrando as etapas da construção e montagem, iniciando da terraplanagem, construção da base até o içamento da torre bem como do Aerogerador.

As fotos mencionadas abaixo foram fotografadas nos complexos eólicos localizado no sul da Bahia, com o planejamento inicial de construir, montar e operar 8 parques eólicos, com aproximadamente 25 aerogeradores por parque.

A figura 13, ilustração da etapa de terraplanagem dos acessos internos aos parques eólicos.

Figura 13 - Terraplanagem



Fonte: Arquivo pessoal

A atividade de terraplanagem está dívida nas seguintes subatividades na APR:

- Locomoção dos veículos para frente de trabalho: transporte de máquinas pesadas (exemplos: escavadeira, motoniveladora, rolo compactador, tratores e outros), para realização da terraplanagem é realizada por uma carreta de prancha de 5 eixos, percorrendo uma distância média de 75 km do pátio de canteiro principal até a frente de obra;
- Construção de talude: a contenção é escolhida pelo fato de dar melhorias ao solo a partir da execução de tirantes, chumbadores, concreto projetado e drenagem, permitindo que o talude construído resista à pressão gerada pela terra;
- Bombeamento de água: transferência de grandes volumes de água de um local para o outro, utilizando bombas d'água ligadas a canos, que viabilizam essa passagem e ainda têm a função de pressurizar a água.

As figuras 14 até 17, apresentação a sequência de execução da fundação e base do aerogerador.

Figura 14 - Execução de estaca raiz na área da base dos aerogeradores



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 15 - Base em processo de concretagem



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 16 - Base concretada



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 17 - Base pronta para montagem do aerogerador



Fonte: Arquivo pessoal

A atividade de fundação e concretagem está dívida nas seguintes subatividades na APR:

- Transporte de ferramentas: é realizado por caminhão baú até a frente da obra, acondicionado em caixas de madeiras devidamente identificadas, as quais são fixadas na parte internas do caminhão com tirantes e fitas de transporte;
- Transporte e materiais: é utilizado um caminhão basculante com capacidade para 40 toneladas, proteções para os faróis dianteiros e do trem de força para atender às operações;
- Transporte de concreto: é usado o caminhão betoneira, capacidade de transportar 8 toneladas de material, com sistema de câmeras de ré;
- Lançamento de concreto: utilizando sistema de bombeamento de concreto na betoneira e mangueiras para direcionar o material no local desejado. Ao receber o concreto na frente de obra é conferir sua resistência e o volume são os mesmos que os solicitados;
- Acabamento do concreto: para dar resistência do concreto, protegendo de intempéries e agentes agressivos, garantindo sua durabilidade. Consiste na movimentação do concreto para eliminar bolhas de ar, espaços vazios e excesso de água do interior da massa, tornando-a mais compacta, com superfície lisa, plana e estática, evitando falhas e garantindo um bom acabamento e qualidade do material acomodado no interior do molde. A atividade é feita por processo manual de socamento e depois alisamento da parte superior da base.

Posteriormente, são apresentadas as fotos da etapa de montagem mecânica da torre e das pás do aerogerador (figuras 18 até 21).

Figura 18 - Montagem do primeiro seguimento da torre



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 19 - Montagem do segundo seguimento da torre



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 20 - Montagem da nacelle



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 21 - Montagem das pás



Fonte: Arquivo pessoal

A atividade de montagem está dividida nas seguintes subatividades na APR:

- Montagem da torre: para montar as torres estão sendo usados 4 guindastes com 95 metros de altura e com capacidade máxima de 600 toneladas. Trabalho que exige mão-de-obra especializada, conhecimento e atenção para garantir a segurança. Cada torre pesa em média cerca de 300 toneladas e mede 100 metros de altura.
- Montagem da nacelle: é a carcaça montada sobre a torre, onde se situam o gerador, a caixa de engrenagens, todo o sistema de controle, medição do vento e motores para rotação do sistema para o melhor posicionamento em relação ao vento. Para montar as nacelles estão sendo usados 2 guindastes com 120 metros de altura e com capacidade máxima de 300 toneladas.
- Montagem das pás: são fixadas através de flanges em uma estrutura metálica a frente do aerogerador denominada cubo. É utilizado 1 guindaste com 120 metros de altura e com capacidade máxima de 300 toneladas.

A partir da sequência das fotos mostradas acima, serão relatados, na Metodologia, os possíveis riscos aos trabalhadores na construção, bem como a aplicação das principais normas de Engenharia de Segurança do Trabalho.

### 3.2 ANÁLISE PRELIMINAR DOS RISCOS (APR)

Após a identificação das etapas e subatividades, a próxima etapa a ser realizada será a análise de riscos.

A ferramenta utilizada para realizar essa avaliação dos riscos foi a APR, uma ferramenta que se mostra muito importante e útil para que se identificar e implementar as ações de melhoria e adequação. Para cada cenário devem ser identificados os perigos existentes, seus possíveis danos e suas causas.

Os cenários de gravidade/severidade devem ser classificados em categorias, conforme destaca na figura 22.

Figura 22 - Categoria de severidade

Categoria	Denominação	Efeitos
I	Desprezível	Se a falha não haverá degradação do sistema, nem haverá danos ou lesões às pessoas envolvidas.
II	Marginal	Lesões leves em funcionários, terceiros e/ou em pessoas extramuros.
III	Crítica	Lesões de gravidade moderada em funcionários, terceiros e/ou em pessoas extramuros (probabilidade remota de morte de funcionários e/ou terceiros); exige ações corretivas imediatas.
IV	Catastrófica	Provoca mortes ou lesões graves em várias pessoas. Resultando num risco maior que exigirá ações de prevenção e proteção imediatas.

Fonte: USP (2018)

A figura 23 serve de base para fornecer uma indicação qualitativa da frequência esperada para cada cenário identificado.

Figura 23 - Categoria de frequência

Categoria	Denominação	Descrição
A	Extremamente remota	Extremamente improvável de ocorrer durante o ciclo de vida da instalação.
B	Remota	Não deve ocorrer durante o ciclo de vida da instalação.
C	Improvável	Pouco provável que ocorra durante o ciclo de vida da instalação.
D	Provável	Esperado ocorrer pelos menos uma vez durante o ciclo de vida da instalação.
E	Frequente	Esperado ocorrer várias vezes durante o ciclo de vida da instalação.

Fonte: Arquivo pessoal

Depois de classificar a frequência e gravidade do perigo, utiliza-se uma matriz, conforme figura 24, para combinação desses dados. Com isso será possível a indicação qualitativa do nível de cada cenário identificado.

Figura 24 - Matriz de classificação de riscos

Matriz de Risco		Frequência				
		A	B	C	D	E
Severidade	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

**Legenda**

Risco
1 - Desprezível
2 - Menor
3 - Moderado
4 - Sério
5 - Crítico

Fonte: Maia (2014)

Através dessa matriz poderá ser visualizado os cenários de acidente de maior impacto e tratá-los conforme o grau de risco encontrado. Os mais críticos devem ser priorizados suas ações.

A própria APR contempla um plano de ação, após as devidas classificações feitas, serão preenchidos os campos referentes à:

- Recomendações;
- Responsáveis;
- Prazos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 REALIZAÇÃO DA ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCO (APR)

A Análise Preliminar de Riscos, deve ser simples, prática e objetiva, realizada sempre no início das atividades rotineiras. A ferramenta força a uma reflexão sobre a atividade que irá ser executada, sob o ponto de vista da segurança das pessoas e bens.

A APR foi realizada por uma equipe multidisciplinar entre as principais áreas envolvidas, na construção e montagem dos aerogeradores, como segurança do trabalho, implantação e manutenção.

A área de segurança do trabalho está inserida diretamente no gerenciamento de risco, visando o trabalho seguro dos colaboradores diretos e terceirizados, eliminando ou mitigando a níveis aceitáveis os riscos identificados e atendendo a legislação de segurança, através a implementação das Normas Regulamentadoras (NR).

As normas regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho, são de observância obrigatória pelas empresas privadas e públicas, que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT).

A implantação e manutenção também estão diretamente envolvidas no assunto, pois são seus profissionais que podem intervir nesses locais ou no caso de contratação de empresas terceiras que trabalhe nas frentes da construção e montagem. Desse modo podem ser contratadas empresas que estejam adequadas a NR's pertinentes para realização dos trabalhos com segurança e qualidade.

Inicialmente criasse um grupo de trabalho para elaboração da APR, com a participação das áreas envolvidas. Esta equipe multidisciplinar se reuni nos locais

das atividades para observar, anotar, discutir e interagir com trabalhadores, relatando os riscos envolvidos nas mesmas. Após se reúnem em uma sala para preencher a planilha completa.

Na planilha existe os campos: recomendação, responsável e prazo, que são um plano de ação que deve ser implantado e monitorado a eficácia das ações propostas.

O processo de melhoria da APR deve ser contínuo, ela deve ser mutável assim como o ambiente do trabalho é mutável. Sempre que forem observados novos riscos ou situações perigosas no ambiente, elas devem ser inclusas na APR.

Um conceito muito importante chamado Disciplina Operacional, que deve ser aplicado na elaboração da APR e no atendimento a suas recomendações, é a capacidade de uma empresa em seguir seus padrões. Cada um pode contribuir nesse sentido, incorporando o hábito de seguir os procedimentos, regras, normas, instruções de trabalho e critérios de projetos.

Seguindo sempre as regras, sem buscar atalhos, cometer desvios ou negligências, agindo com disciplina e contribui para um ambiente de trabalho mais seguro para todos. Adotando o comportamento seguro as pessoas cuidam do seu futuro, preserva o amanhã e as chances de viver tudo o que ainda está por vir.

As características tanto individuais quanto empresariais para o desenvolvimento da Disciplina Operacional são as seguintes: disponibilidade (garantir que os procedimentos e demais documentos para execução das tarefas estejam acessíveis aos seus usuários); qualidade (objetividade dos documentos); conhecimento (entender como fazer uma tarefa corretamente e com segurança envolve capacitação e conscientização) e cumprimento (comprometer-se a fazer as tarefas da maneira certa, cada vez).

A partir das etapas de construção e montagem dos aerogeradores foi elaborada as APR`s, que se apresentam a seguir:

Figura 25 - APR de terraplanagem

Análise Preliminar de Riscos - APR											
Área Analisada: Construção		Atividade: Terraplanagem		Nº APR: 01		Folha: 01		Áreas envolvidas: Implantação Seg. do trabalho			
Responsabilidade: Implantação/Seg. Trabalho		Data elaboração: Dezembro/2018		Revisado em:							
Equipe: Coordenador de Segurança do Trabalho, Técnico de Segurança do Trabalho e Coordenador de Implantação.											
Subatividade	Perigo	Dano	Causa	Categorias			Recomendação	Responsável	Prazo		
Grav.	Freq.	Risco									
Locomoção dos veículos na frente de serviço.	Colisão de veículos.	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta de atenção; Falta de sinalização.	III	D	4	Realizar treinamento de direção defensiva; Sinalização as vias de veículos, principalmente com limite de velocidade.	Coordenador de Implantação	01/2019		
	Queda de pessoas.	Lesão moderada	Falta de utilização do EPC.	III	D	4	Implementar o uso obrigatório de cinto de segurança dos veículos.	Coordenador de Implantação	12/2018		
	Atropelamento	Lesão grave.	Falta de atenção; Falta de sinalização.	IV	D	5	Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades. Sinalizar as vias de pedestre.	Técnico de Segurança	12/2018		
	Poeiras	Lesão leve.	Falta de utilização de EPI.	II	D	3	Implementar do PPRA da obra; Realizar treinamento para utilização correta dos EPI's.	Técnico de Segurança	12/2018		
	Ruídos	Lesão leve.	Falta de utilização de EPI.	II	D	3	Implementar do PPRA da obra; Realizar treinamento para utilização correta dos EPI's.	Técnico de Segurança	12/2018		
Construção de talude	Soterramento de pessoas	Lesão moderada	Falta de escoramento adequado.	III	D	4	Criar um procedimento para escoramento de valas, taludes e similares; Realizar treinamento para equipe envolvida.	Coordenador de Implantação	01/2019		
Bombeamento de água.	Levantamento e transporte manual de peso.	Lesão leve.	Falta de estudo ergonômico.	II	D	3	Elaborar do laudo ergonômico da tarefa e demais atividades; Implementar do plano de ação de ergonomia.	Técnico de Segurança	04/2019		

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 26 - APR de fundação

Análise Preliminar de Riscos - APR											
Área Analisada: Construção		Atividade: Fundação		Nº APR: 01		Folha: 01		Áreas envolvidas: Implantação Seg. do trabalho Manutenção			
Responsabilidade: Implantação/Seg. Trabalho		Data elaboração: Dezembro/2018		Revisado em:							
Equipe: Coordenador de Segurança do Trabalho, Técnico de Segurança do Trabalho, Coordenador de Implantação e Manutenção											
Subatividade	Perigo	Dano	Causa	Categorias			Recomendação	Responsável	Prazo		
Grav.	Freq.	Risco									
Transporte de ferramentas	Colisão de veículos.	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta de atenção; Falta de sinalização.	III	D	4	Realizar treinamento de direção defensiva; Sinalização as vias de veículos, principalmente com limite de velocidade.	Coordenador de Implantação	01/2019		
	Queda de nível.	Lesão leve.	Falta de atenção.	II	D	3	Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades.	Técnico de Segurança	12/2018		
	Radiação Não Ionizante	Lesão leve.	Falta de utilização de EPI.	II	D	3	Implementar do PPRA da obra; Disponibilizar protetor solar para trabalhadores.	Técnico de Segurança	12/2018		
Transporte de materiais	Colisão de veículos.	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta de atenção; Falta de sinalização.	III	D	4	Realizar treinamento de direção defensiva; Sinalizar as vias de veículos, principalmente com limite de velocidade.	Coordenador de Implantação	01/2019		
	Atropelamento	Lesão grave.	Falta de atenção; Falta de sinalização.	IV	D	5	Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades. Sinalizar as vias de pedestre.	Técnico de Segurança Coordenador de Implantação	12/2018 12/2018		
	Lançamento de partículas	Lesão leve.	Falta de utilização de EPI; Falta de lona no caminhão	II	D	3	Implementar do PPRA da obra; Disponibilizar EPI's adequados. Realizar treinamento de enlonamento de caminhão.	Técnico de Segurança Coordenador de Implantação	12/2018 01/2019		
	Radiação Não Ionizante	Lesão leve.	Falta de utilização de EPI.	II	D	3	Implementar do PPRA da obra; Disponibilizar protetor solar.	Técnico de Segurança	12/2018		

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 27 - APR de concretagem

Análise Preliminar de Riscos - APR											
Área Analisada: Construção		Atividade: Concretagem		Nº APR: 01	Folha: 01	Áreas envolvidas: Implantação Seg. do trabalho Manutenção					
Responsabilidade: Implantação/Seg. Trabalho		Data elaboração: Dezembro/2018		Revisado em:							
Equipe: Coordenador de Segurança do Trabalho, Técnico de Segurança do Trabalho, Coordenador de Implantação e Manutenção.											
Subatividade		Perigo	Dano	Causa	Categorias		Recomendação	Responsável	Prazo		
Transporte de concreto	Tombamento de material	Danos Materiais;	Falta de atenção;	III	D	4	Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades.	Técnico de Segurança	12/2018		
		Lesão moderada	Falta de disciplina operacional.				Realizar as auditorias comportamentais.	Coordenador de Implantação	02/2019		
Lançamento de concreto	Queda de nível	Lesão leve.	Falta de habilidade em andar nas armações	II	D	3	Realizar treinamento para andar sobre as armações de aço para equipe envolvida; Implementar do PPRA da obra; Disponibilizar EPI's adequados.	Técnico de Segurança	02/2019		
	Queda de peças ou ferramentas	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta da disciplina operacional.				Realizar as auditorias comportamentais.	Coordenador de Implantação	02/2019		
	Choques elétricos	Lesão moderada	Falha na parte elétrica.	III	D	4	Implementar a manutenção preventiva.	Coordenador de Manutenção	12/2018		
	Prensagem e/ou corte de mãos e dedos	Lesão moderada	Falta de atenção.				Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades.	Técnico de Segurança	12/2018		
	Pontas dos expostas	Lesão moderada	Falta de proteção nas pontas expostas	III	D	4	Implementação da inspeção planejada de segurança.	Técnico de Segurança	02/2019		
							Colocar as proteções nos vergalhões de aço.	Coordenador de Implantação	12/2018		
Acabamento superficial	Escorregamento	Lesão leve.	Falta de atenção.	II	D	3	Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades.	Técnico de Segurança	12/2018		
			Falta de área de vivência.				Adequar as instalações da obra conforme NR 11.	Coordenador de Implantação	01/2019		

Fonte: Arquivo pessoal

Figura 28 - APR de montagem

Análise Preliminar de Riscos - APR											
Área Analisada: Construção		Atividade: Montagem		Nº APR: 01	Folha: 01	Áreas envolvidas: Implantação Seg. do trabalho Manutenção					
Responsabilidade: Implantação/Seg. Trabalho		Data elaboração: Dezembro/2018		Revisado em:							
Equipe: Coordenador de Segurança do Trabalho, Técnico de Segurança do Trabalho, Coordenador de Implantação e Manutenção.											
Subatividade		Perigo	Dano	Causa	Categorias		Recomendação	Responsável	Prazo		
						Grav.	Freq.	Risco			
Montagem da torre	Queda de peças ou ferramentas	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta da disciplina operacional.	III	D	4	Realizar as auditorias comportamentais.	Coordenador de Implantação	02/2019		
	Prensagem e/ou corte de mãos e dedos	Lesão moderada	Falta de atenção.	III	D	4	Ministrar o DDS todos os dias antes de iniciar as atividades. Implementar do PPRA da obra; Disponibilizar EPI's adequados.	Técnico de Segurança	02/2019		
	Colisão e/ou tombamento	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta de atenção; Falta de plano de movimentação de cargas.	III	D	4	Dirigir e operar com atenção; Elaboração e implantação do plano de movimentação de cargas.	Coordenador de Implantação	01/2019		
Montagem da nacelle	Queda de peças ou ferramentas	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta da disciplina operacional.	III	D	4	Realizar as auditorias comportamentais.	Coordenador de Implantação	02/2019		
	Colisão e/ou tombamento.	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta de atenção; Falta de plano de movimentação de cargas.	III	D	4	Dirigir e operar com atenção; Elaboração e implantação do plano de movimentação de cargas.	Coordenador de Implantação	01/2019		
Montagem das pás	Queda de peças ou ferramentas	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta da disciplina operacional.	III	D	4	Realizar as auditorias comportamentais.	Coordenador de Implantação	02/2019		
	Colisão e/ou tombamento.	Danos Materiais; Lesão moderada	Falta de atenção; Falta de plano de movimentação de cargas.	III	D	4	Dirigir e operar com atenção; Elaboração e implantação do plano de movimentação de cargas.	Coordenador de Implantação	01/2019		

Fonte:

Arquivo

pessoal

A autora coordenou a elaboração da primeira revisão da APR, com uma equipe multidisciplinar, com 6 integrantes, das áreas de: segurança do trabalho, implantação e manutenção. O trabalho de levantamento de dados, elaboração, aprovação e implementação das recomendações levou aproximadamente 5 meses. O documento será revisado quando surgir alterações ou novas das atividades na construção e montagem dos aerogeradores.

#### 4.2 NORMAS REGULAMENTADORAS RELEVANTES

As normas regulamentadoras (NR's) regulamentam e fornecem orientações sobre procedimentos obrigatórios relacionando à medicina e a segurança do trabalhador. As principais Normas Regulamentadoras associadas à construção e montagem do Aerogerador tais como:

NR 01: É a norma regulamentadora eminentemente estruturante em relação às demais NR's, onde relata principalmente as condições e os deveres do empregador e do empregado sendo:

Empregador tem como função:

- Cumprir e fazer cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho;
- Elaborar ordens de serviço sobre segurança e saúde no trabalho, dando ciência aos empregados por comunicados, cartazes ou meios eletrônicos;
- Informar aos trabalhadores sobre: os riscos profissionais que possam originar-se nos locais de trabalho; os meios para prevenir e limitar tais riscos e as medidas adotadas pela empresa; os resultados dos exames médicos e de exames complementares de diagnósticos aos quais os próprios trabalhadores

forem submetidos; os resultados das avaliações ambientais realizadas nos locais de trabalho;

- Permitir que representantes dos trabalhadores acompanhassem a fiscalização dos preceitos legais e regulamentares sobre segurança e medicina do trabalho;
- Determinar os procedimentos que devem ser adotados em caso de acidente ou doença relacionada ao trabalho.

Já ao empregado cabe:

- Cumprir as disposições legais e regulamentares sobre segurança e saúde do trabalho, inclusive as ordens de serviço expedidas pelo empregador;
- Usar o EPI fornecido pelo empregador;
- Submeter-se aos exames médicos previstos nas Normas Regulamentadoras (NR);
- Colaborar com a empresa na aplicação das Normas Regulamentadoras.

No Brasil, a segurança e saúde ocupacionais estão regulamentadas e descritas como Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), que está regulamentado em uma portaria do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Norma Regulamentadora nº 4 (NR 4) e, portanto, na legislação trabalhista brasileira.

NR 4: está descrito como devem ser organizados os Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho, buscando diminuir os acidentes de trabalho e as doenças ocupacionais. Para alcançar esses objetivos e cumprir com suas funções, o SESMT deve ser constituído por: médico do trabalho, engenheiro de segurança do trabalho, enfermeiro do trabalho, técnico de segurança

do trabalho, auxiliar de enfermagem, sendo o número de profissionais necessários determinado pelo número de trabalhadores e grau de risco.

O SESMT tem como finalidade a prevenção, e é desempenhado pelos profissionais que o compõe, abrangendo conhecimentos de engenharia de segurança e de medicina ocupacional no ambiente de trabalho, de forma a reduzir ou eliminar os riscos à saúde dos trabalhadores. Dentre as atribuições do SESMT, podemos citar a análise de riscos, a orientação dos trabalhadores quanto ao uso dos equipamentos de proteção individual e o registro dos acidentes de trabalho (CLT – Artigo 162, inciso 4.1|4.2|4.8.9|4.10).

NR 06: Tanto empregadores quanto funcionários têm responsabilidades e direitos a respeito da segurança e saúde no ambiente de trabalho.

Ainda na NR 06 expõe que os empregadores devem proporcionar um local livre de riscos que sejam reconhecidos, informar aos trabalhadores os possíveis riscos e perigos, examinar as condições do local de trabalho para saber como conduzir as atividades sob estas condições, deve também fornecer, conscientizar e exigir dos trabalhadores o uso de equipamentos de proteção individual.

O trabalhador deve saber e exigir seus direitos e assumir suas responsabilidades, executar suas atividades de forma a cumprir as regras de segurança e saúde neste ambiente e exigir que estas sejam cumpridas também pelo empregador. Por isso, essa NR foca principalmente na utilização dos Equipamentos de Proteção individual (EPI's) são essenciais aos trabalhadores. Esses equipamentos serão indicados no item 3.3 dessa tese.

NR 9: É o PPRA, muito importante, pois a partir dele conforme item 9.3.1 temos:

- a. antecipação e reconhecimento dos riscos;
- b. estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle;

- c. avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores;
- d. implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia;
- e. monitoramento da exposição aos riscos;
- f. registro e divulgação dos dados.

NR 10: Para toda construção, é necessário a Eletricidade. Por isso, essa norma vem a definir e reduzir o risco na Segurança em Instalações Elétricas como um todo, bem como definir e de mostrar quais são os trabalhadores qualificados a esse tipo de atividade.

NR 11: Estabelece os requisitos de segurança a serem observados nos locais de trabalho em relação ao transporte, à movimentação, à armazenagem e ao manuseio de materiais para evitar acidentes no local de trabalho.

NR 12: É uma Norma Regulamentadora que define referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e integridade física dos trabalhadores, bem como o treinamento de capacitação para operação segura de máquinas e equipamentos. Deslumbra também a parte de manutenção dos equipamentos.

NR 17: É de grande importância, pois uma das maiores doenças de trabalho é desenvolvida a partir da exposição ao risco ergonômico que muitos trabalhadores passam, como por exemplo: trabalhos realizados em pé durante toda a jornada, esforços repetitivos, levantamentos de cargas e monotonia.

NR 18: A Construção da base do Aerogerador (parte da Construção Civil) constitui-se em um ramo em que há muita complexidade porque envolve riscos e perigos em suas atividades. Segundo Brasil (1978) a normatização que expõe as condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil.

NR 21: Trabalhos a Céu Aberto, onde o empregador deverá dispor de todas as condições como abrigo, proteção contra intempéries, moradia, etc. aos seus trabalhadores.

NR 24: Em resumo trata-se das Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Disciplina os preceitos de higiene e de conforto a serem observados nos locais de trabalho, especialmente no que se refere a: Banheiros, vestiários, refeitórios, cozinhas, alojamentos e água potável, visando à higiene dos locais de trabalho e à saúde dos trabalhadores.

NR-26: Resumidamente é aplicável, na sinalização (exemplo placas de sinalização), identificação de equipamentos e materiais através de cores, etc.

As NR's são de obrigação do empregar cumprir todas elas, a qual dizem respeito ao negócio. E isso é importante para o gerenciamento de risco, pois garante a melhoria na qualidade de seus processos e dos seus resultados e também a saúde e a segurança de todos os seus colaboradores, evitando toda e qualquer forma de sanções, multas e penalidades que poderia vir a sofrer caso não cumprisse das mesmas.

#### 4.3 TREINAMENTO

Os treinamentos de segurança do trabalho tratam-se de processos educativos que visam o cumprimento e a adequação dos colaboradores diretos e terceirizados, em observância a determinadas legislações vigentes no país (NR's), ferramentas (APR, DDS, Auditoria Comportamental, Inspeções de Segurança entre outras) e procedimentos operacionais internos.

A segurança do trabalho por ser tratar de uma ciência multidisciplinar, proporciona o envolvimento de diversas áreas profissionais, resultando uma extensa gama de conhecimento e de assuntos relacionados à segurança e saúde do trabalho. Assim,

os treinamentos de segurança do trabalho, mesmo os específicos, são abordados diversos temas. Em alguns casos, sendo necessário a participação de uma equipe multidisciplinar de profissionais para a aplicação do treinamento.

As vantagens dos treinamentos de segurança do trabalho para empregador, colaboradores diretos e terceiros:

- Empregador: a aplicação dos treinamentos de segurança do trabalho é de suma importância para o desenvolvimento e o sucesso da empresa, assim como trata-se de uma obrigação legal do empregador perante os seus colaboradores;
- Colaboradores diretos e terceiros: os treinamentos de segurança do trabalho proporcionam aos colaboradores o entendimento necessário para a execução correta e segura de sua atividade profissional, visando à preservação da saúde e da integridade dos mesmos.

Outras vantagens dos treinamentos, que podemos citar:

- Redução dos custos;
- Aumento da produtividade;
- Capacitação dos colaboradores;
- Bem-estar no ambiente de trabalho;
- Melhoria na qualidade do produto e serviço prestado;
- Eliminação ou redução do índice de acidentes de trabalho;
- Motivação e mobilização dos colaboradores em prol da segurança e saúde do trabalho.

Os treinamentos de segurança do trabalho também proporcionam o desenvolvimento profissional, social e educacional do colaborador. Permitindo ao

mesmo, reconhecer os possíveis riscos existentes no local de trabalho e executar suas atividades com maior segurança.

#### 4.4 DIÁLOGO DIÁRIO DE SEGURANÇA

O DDS serve para divulgar as medidas de prevenção de acidentes de trabalho ou doenças do trabalho que deverão ser adotadas, e mostrar os riscos presentes no ambiente.

Esta ferramenta tem como objetivo conscientizar o funcionário antes do mesmo iniciar as atividades diárias. Serve também para informar aos colaboradores os EPI's (Equipamentos de Proteção Individual) que deverão ser utilizados por ele, e as limitações dessa proteção. Informar sobre: riscos, desvios potenciais e procedimentos operacionais de segurança que deverão ser adotados por todos os trabalhadores envolvidos.

Deve ser realizado antes de iniciar o expediente de trabalho. Os Diálogos Diários de Segurança deverão sempre ser realizados próximo aos locais onde as atividades serão realizadas, devem ter duração média de 10 minutos.

Para criar um bom DDS é importante atender os seguintes passos:

- Observar sempre as características dos trabalhadores;
- Organizar um calendário dos DDS's e divulgar;
- Respeitar a capacidade de entendimento dos participantes;
- Não se estender muito no tempo do DDS;
- Evitar termos técnicos;

- Dar um nome para DDS;
- Utilizar os últimos minutos finais para conclusão da ideia inicial.

A ferramenta possui peso documental, e esse é item que justifica que deve ser registrado. Lembre-se, quem faz DDS está informando os funcionários sobre os riscos e cumprindo um item de lei segundo a NR 01.

Registrar através de uma lista de presença dos participantes, também ajuda no gerenciamento, evita a repetição de temas, permite organizar a ordem dos temas ministrados. O DDS pode até servir como documento de defesa em processos judiciais movidos contra a empresa. Também serve para acompanhamento da participação dos integrantes do grupo durante as reuniões de gestão de segurança do trabalho.

#### 4.5 AUDITORIA COMPORTAMENTAL DE SEGURANÇA

Os estudos têm demonstrado que por maiores que sejam os esforços das empresas, existem muitas dificuldades para se conseguir melhorar o desempenho comportamental dos funcionários. E muitos acidentes acabam ocorrendo devido ao comportamento inseguro ou abaixo do padrão desejado durante a jornada de trabalho.

A Auditoria Comportamental é um instrumento de controle que possibilita aos gestores de segurança do trabalho conhecer o comportamento dos funcionários com relação ao cumprimento dos procedimentos seguros pré-estabelecidos.

A ferramenta deve ser realizada de forma sistemática e periódica. Um cronograma de ação deve ser estabelecido pelos profissionais de segurança do trabalho estabelecendo os períodos em que as áreas irão passar pelo processo de auditoria.

É de importância fundamental que cada auditor respeite todas as normas, regras e avisos de segurança do trabalho da área auditada. A educação pelo exemplo é um dos pilares do programa de Auditoria Comportamental. A forma de abordagem a busca da empatia como forma de interação e sinergia entre as partes deve ser estimulada, liderança e liderado.

Desvios que apresentem riscos iminentes de acidente devem ter sua atividade paralisada imediatamente, sendo que elas só poderão ser retomadas após a correção ou a tomada de ações de controle satisfatórias para o(s) desvio(s) identificado(s).

A execução da auditoria terá como modelo base à uma planilha focando principalmente os seguintes assuntos e observações:

- a. Reação das pessoas como: mudança de posição, parando o serviço, ajustando EPI, adequado o serviço e reatividade. É importante observar que as pessoas reagem quando uma pessoa ou grupo de pessoas realiza na área uma inspeção ou auditoria, seja de qualidade ou segurança;
- b. Posição das pessoas como: risco de bater contra/ser atingido por ficar preso, risco de queda, risco de queimadura, risco de choque elétrico, risco de inalar ou ingerir contaminantes, postura inadequada esforço inadequado;
- c. Equipamento de proteção individual como: cabeça, sistema respiratório, olhos e rosto, ouvidos, mãos e braços, tronco, pés e pernas;
- d. Ferramentas e equipamentos como: impróprias para o serviço, usadas incorretamente ou em condições inseguras;
- e. Procedimentos como: Inadequados, não existem ou não seguidos;
- f. Ordem, limpeza e arrumação como: local sujo, local desorganizado e local com vazamento e poluição.

O processo de Auditoria Comportamental de Segurança deve gerar indicadores, tanto de funcionamento do processo quanto proativos de segurança, para permitir a análise crítica dos resultados e das tendências e o planejamento e execução das ações de correção e prevenção sistêmicas. Estes indicadores deverão ser utilizados para o estabelecimento de objetivos de desempenho em segurança de forma a buscar continuamente o aprimoramento dos resultados de cada liderança.

Os desvios encontrados durante as auditorias devem alimentar a pirâmide da Dupont, na sua base, juntamente com os incidentes, acidentes sem e com afastamento e fatalidade. E os mesmos tratados através da investigação e análise de acidentes, incidentes e desvios crítico.

#### 4.6 INSPEÇÕES DE SEGURANÇA

A inspeção de segurança trata-se de um procedimento avaliativo e investigativo sobre determinados atividades, ambientes e/ou produtos, visando a detecção de possíveis riscos que possam ocasionar desvios, incidentes e acidentes, consequentemente, determinar as medidas preventivas e corretivas cabíveis a serem tomadas.

Entre os principais objetivos da inspeção de segurança, destacaremos os seguintes:

- Detecção dos desvios que possam contribuir para a ocorrência de incidentes e acidentes;
- Redução significativa do número de incidentes e acidentes;
- Elevar o interesse dos trabalhadores pelas questões de segurança do trabalho;

- Diminuição da ocorrência de danos ao patrimônio físico da empresa;
- Redução dos encargos trabalhistas e previdenciários.

A inspeção de segurança pode ser classificada em 4 tipos, sendo eles:

- a. A Inspeção de Rotina ou Inspeção Diária é a mais comum e deve estar obrigatoriamente vinculada ao dia-a-dia de todos os profissionais da área de segurança e saúde do trabalho. Visa a detecção e a eliminação dos desvios já no seu início;
- b. A inspeção Periódica é realizada em períodos e locais preestabelecidos, podendo ser realizada em intervalos regulares de tempo, como semanal, mensal ou anual;
- c. Inspeção Especial é realizada somente em casos especiais, ou seja, em algo excepcional. Sendo um tipo de inspeção mais minuciosa e técnica, por isso a necessidade da utilização de profissionais, equipamentos e aparelhos especializados;
- d. Inspeção Eventual é um tipo de inspeção realizada em local e período não predeterminado.

No planejamento da implantação da ferramenta de inspeção de segurança, deve ser definido: o treinamento da equipe, registros, monitoramento e os indicadores de desempenho da mesma.

#### 4.7 PLANO DE MOVIMENTAÇÃO DE CARGAS

A norma regulamentadora NR 12 possui no seu anexo XII a definição do Plano de Movimentação de Cargas. Sendo o planejamento detalhado e formalizado de uma movimentação de carga com guindaste.

Ele indica por meio do estudo da carga a ser içada, dos guindastes e acessórios de amarração adequados para a tarefa, esforços exercidos no piso onde os equipamentos serão posicionados, ação do vento, interferências aéreas e subterrâneas, layout da área de operação, entre outros qual a melhor solução para fazer um determinado içamento da maneira mais segura e eficiente, otimizando os recursos aplicados na operação (equipamentos, acessórios, preparação de área, etc.), evitar acidentes e perdas de tempo durante as operações de içamento.

A norma NR 12 possui um item específico preconizando a obrigatoriedade do planejamento das operações para serviços que envolvam risco de acidentes de trabalho em máquinas e equipamentos, realizados em conformidade com os procedimentos de trabalho e segurança, sob supervisão e anuência expressa de profissional habilitado ou qualificado, desde que autorizados.

Outra norma é a NR 18 que possui o item onde determina que a implantação e a operacionalização de equipamentos de guindar devem estar previstas em um documento denominado Plano de Movimentação de Cargas.

Nas operações de movimentação de carga considerada como crítica vai requerer elaboração de um Plano de Movimentação de Cargas, quando a elevação for classificada como crítica, segue lista de atividades de movimentação de carga que devem ser consideradas como críticas.

- Qualquer movimentação de carga que exceda 90% por cento da capacidade da carga do guindaste;
- Qualquer elevação de carga com múltiplos guindastes, que exceda 75% da capacidade de carga dos guindastes;
- Qualquer elevação de carga que requeira que um ou ambos os guindastes mudem de posição durante a atividade da movimentação da carga;

- Qualquer movimentação de carga sobre instalações operacionais ou ocupadas, sobre racks de tubos de processo ou próximas linhas de energia;
- Qualquer movimentação envolvendo um arranjo complexo do equipamento;
- Cargas ou objeto da movimentação em desmontagem envolvendo corte com maçarico/grafite;
- Quando a carga (objeto) for inflamável, tóxica ou radioativa;
- Quando houver necessidade de transferência da carga de um equipamento para outro;
- Movimentação de carga em espaço confinado;
- Movimentação de carga próxima a redes elétricas (considera-se próximo quando existe possibilidade de contato da lança com a rede elétrica);
- Carga superior a 10 toneladas independente de outros critérios anotados acima;
- Cargas onde a relação peso e área da superfície exposta ao vento seja maior que a relação 1,2 m<sup>2</sup>/tonelada.

O Plano de Movimentação de Carga deve conter desenhos em escala, planta e elevação, descritivo da sequência de operação devendo conter ainda:

- Interferências com construções, tubulações, redes elétricas aéreas, unidades operacionais, equipamentos, outras montagens próximas, vias de trânsito, etc;

- Dimensões e elevação das extremidades dos equipamentos de movimentação de carga (contrapeso, caminhão, lança, mastro, patolas / esteiras);
- Lista indicando quantidades, especificações e capacidades de todos os materiais e acessórios de movimentação de carga a serem utilizados durante a operação;
- Indicação dos pontos de amarração da carga e o respectivo centro de gravidade da carga;
- Indicação do tipo de piso ou terreno, indicando o valor da compactação necessário e indicação da avaliação de resistência do solo, para cargas com peso igual ou superior a 10 toneladas ou para movimentação considerada crítica;
- Posicionamento e sequência de utilização de liberação de equipamentos para o caso de operação com mais de um equipamento ou de uso de equipamento auxiliar;
- Indicação em metros de raios de movimentação inicial e final;
- Indicação do melhor isolamento da área de segurança considerando o risco de queda da carga baseado no raio de influência da carga em queda;
- Indicação de acesso e deslocamento dos equipamentos de movimentação de carga e de apoio na área onde será executada a atividade;
- Dimensões e posição da carga em cada fase da operação;
- Pesos da carga, do equipamento de movimentação de carga, dos acessórios dos equipamentos e dos acessórios de amarração;

- Tabela de carga do equipamento em língua portuguesa, presente no equipamento de movimentação de carga;
- Cópias dos certificados de acessórios de movimentação com identificação dos mesmos (TAG), memórias de cálculo dos acessórios de movimentação que tenham sido desenvolvidos por exemplo balancins, etc;
- Cálculo da Velocidade do Vento admissível para em relação a superfície exposta ao vento e área de arrasto equivalente da carga a ser içada.

Portanto, a legislação é clara em relação a obrigatoriedade do planejamento das operações.

Sugerimos a elaboração do Plano de Movimentação de Cargas (planejamento detalhado e formalizado) para operações enquadradas em içamento crítico e um planejamento simplificado e formalizado para operações enquadradas em içamento normal.

A norma regulamentadora NR 12 possui no seu anexo XII a definição do Plano de Movimentação de Cargas. Sendo o planejamento detalhado e formalizado de uma movimentação de carga com guindaste.

#### 4.8 PIRÂMIDE DA DUPONT

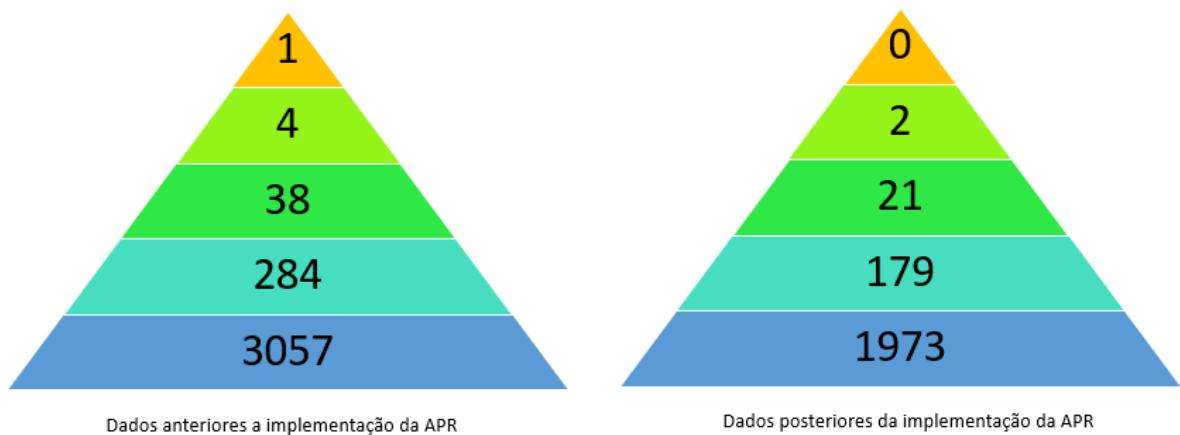
Ao iniciar a atividade de coordenação da área de segurança do trabalho, foi realizado o levantamento das fatalidades, acidentes com afastamento, acidentes sem afastamento, incidentes e desvios.

As auditorias comportamentais e inspeções de segurança, levantaram os desvios comportamentais dos trabalhadores e desvios de condições inseguras nas frentes de trabalho respectivamente.

A partir dos dados obtidos foi montada a Pirâmide da DuPont, antes da implementação da ferramenta de APR e suas recomendações.

Após 12 meses da implementação da ferramenta, foi novamente montado a pirâmide e verificado a melhora nos indicadores de fatalidade, acidentes (com e sem), incidentes e desvio encontrados durante as rotas de auditorias e inspeções. Esta melhora dos resultados obtidos se deve ao conhecimento dos riscos das operações e implementação das recomendações de ações para mitigar os perigos encontrados.

Figura 29 – Pirâmide da DuPont



Fonte: Arquivo pessoal

## 5 CONCLUSÕES

O ramo da construção e montagem de aerogeradores, apesar de ser importante para a economia brasileira, também é um dos setores com grande número de acidentes de trabalho. Portanto, a utilização de técnicas que visem à implantação de medidas de segurança no trabalho é muito importante para o setor.

A partir do que foi de mostrado, viu-se a importância da APR (Análise Preliminar dos Riscos) onde se visualizou o conhecimento dos procedimentos de trabalho da construção e montagem, os riscos identificados e os controles necessários de forma a minimizar ou mitigar os riscos, que por sua vez possíveis acidentes. É recomendável que as empresas apliquem técnicas para informar, gerir, fiscalizar, orientar sobre os riscos existentes aos seus colaboradores nas atividades que estão exercendo no ambiente de trabalho de forma a evitá-los.

A análise evidência que o meio em que são realizadas as atividades da construção e montagem eletromecânica, é fator a ser considerado na definição dos parâmetros de segurança. Conclui-se também que a atividade apresenta um grande índice de exposição a riscos, onde, o trabalhador tem períodos de exposição aos riscos oferecidos pelo meio.

Como sugestão para futuros trabalhos, fica a busca pela melhoria contínua, através das realizações de análises de riscos para outras atividades realizadas na empresa, já que a ferramenta se mostrou bastante efetiva no que se propôs.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**- Aneel, Brasília, 2002.

AMORIM, E. L. C. de. **Ferramentas de Análise de Risco**. Apostila do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Alagoas, CTEC, Alagoas: 2010.

ASFAHL, C. R. **Gestão de Segurança do Trabalho e de Saúde Ocupacional**. Rio de Janeiro, Reichmann & Autores Editores, 2005

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 01: Disposições Gerais**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 04: Serviços Especializados em Eng. de Segurança e em Medicina do Trabalho**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 06: Equipamento de proteção individual**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 09: Programas de Prevenção de Riscos Ambientais**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 11: Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 12: Máquinas e Equipamentos**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 17: Ergonomia**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 21: Trabalho a Céu Aberto**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 24: Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho**, 1978. Disponível

em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma Regulamentadora n. 26: Sinalização de Segurança**, 1978. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR6.pdf>>. Acesso em: 25 de fevereiro de 2019.

CAMARGO O.; BROWER M.; ZACK J.; LEITE A.. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, Brasília, 2002.

**Capacidade instalada no SIN.** <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-sistema-em-numeros-2018>.

**Construção civil e a rede elétrica** - Cocol.<http://www.cocel.com.br/wp-content/uploads/2014/12/Constru%C3%A7%C3%A3o-civil-e-a-rede-el%C3%A9trica.pdf>.

**Estatísticas de acidentes do trabalho 2013.** <http://www.previdencia.gov.br/dados-abertos/aeat-2013/estatisticas-de-acidentes-do-trabalho-2013/subsecao-a-acidentes-do-trabalho-registrados/tabelas-a-2013>.

FRANÇA, S. L. B; TOZE, M. A; QUELHAS, O. L. G. **A gestão de pessoas como contribuição à implantação da gestão de riscos. O caso da indústria da construção civil.** Revista Produção Online, v. 8, n. 4, dez. 2008.

HEIRINCH, H. W. **Industrial accidents prevention.** A scientific approach. 4. ed. New York: Mc Graw-Hill, 1959.

MACHADO, D.. Segurança do Trabalho na Construção Civil: **Um Estudo de Caso.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Monografia de Especialização, 2015.

MAIA, Alm.. **Análise Preliminar de Riscos em uma obra de Construção Civil**, Mestrando em Eng. Sanitária e Ambiental. Engenheiro Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2014.

PONTES, R.; LEITE, M.; DUARTE, D.. **Uma Filosofia para o Gerenciamento dos Riscos a Construção Civil**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1998.

RÜNCOS, F; CARLSON, R.; KUO-PENG, P.; VOLTOLINI, H.; BATISTELA, N. J.. **Geração de Energia Eólica - Tecnologias atuais e futuras - WEG**, Santa Catarina: 2000.

SANTOS, L. dos; MANIER R.; CUNHA T., COIMBRA W.. **Segurança na Construção Civil**. Universidade Salgado de Oliveira, 2017.

SHERIQUE, J.. **Aprenda como fazer**. 7 ed. São Paulo: 2011.

TAVARES, J. C.. **Noções de Prevenção e controle de perdas em Segurança do Trabalho**. São Paulo: SENAC, 2010.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica. **Gerência de riscos**. São Paulo: EPUSP/PECE, 2018. Apostila para disciplina de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, eST-701 – Gerência de riscos.