

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA DO TRABALHO

MAITÊ D' AVILA QUEIROZ

**ANÁLISE DE RISCOS EM PARQUES EÓLICOS: UM ESTUDO DE
CASO**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA - PR

2018

MAITÊ D' AVILA QUEIROZ

**ANÁLISE DE RISCOS EM PARQUES EÓLICOS: UM ESTUDO DE
CASO**

Monografia como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, do (Departamento Acadêmico de Engenharia Civil - DACOC), da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Cezar Augusto Romano

CURITIBA - PR

2018

MAITÊ D'AVILA QUEIROZ

**ANÁLISE DE RISCOS EM PARQUES EÓLICOS: UM ESTUDO DE
CASO**

Monografia aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista no Curso de Pós-Graduação em Segurança do Trabalho, Departamento Acadêmico de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Curitiba, pela banca formada pelos professores:

Banca

Prof. Adalberto Matoski, Dr.

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Massayuki Mário Hara, M. Eng.

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Prof. Rodrigo Eduardo Catai, Dr.

Departamento Acadêmico de Construção Civil, UTFPR

Curitiba

2018

Este trabalho é dedicado à minha família e especialmente a minha sobrinha Julya, que sempre me apoiaram durante minha caminhada. Ao Alberto pela paciência e apoio em mais uma etapa.

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo;

À minha família, por ter me dado todo suporte e incentivo para que eu pudesse concluir essa especialização;

A todos os meus colegas de curso, que também contribuíram para que os dias de aula não fossem tão longos;

Ao professor e orientador Romano, pela orientação e suporte.

RESUMO

QUEIROZ, Maitê. **Análise de riscos em parques eólicos: um estudo de caso**. 2017. 53 f. Monografia (Especialização em Segurança do Trabalho) – Departamento Acadêmico de Engenharia Civil - DACOC, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017.

O presente estudo aborda questões relativas à segurança do trabalho no setor da energia eólica. O mesmo analisa as atividades associadas a construção de um parque eólico e identifica os perigos específicos a que estão sujeitos os colaboradores desde a execução dos acessos até a montagem das torres. O fato da energia eólica ser considerada “ecológica” e boa para o meio ambiente não significa necessariamente que seja boa para a saúde e segurança do colaborador do setor. Ao longo das diferentes etapas da construção do parque eólico, os colaboradores podem estar expostos a perigos suscetíveis de causar morte, lesões graves ou problemas de saúde. Este estudo tem como objetivo analisar os riscos na construção de um parque eólico utilizando uma ferramenta de Gerenciamento de Riscos, a What If a uma obra de construção de um Parque Eólico com intuito de fazer um levantamento dos riscos que os colaboradores estão expostos. Para realização desse objetivo foram escolhidas quatro atividades principais numa obra no sertão da Bahia, são elas: terraplanagem, concretagem, obras eletromecânicas e montagem das máquinas. A escolha baseou-se na maior complexidade dessas atividades, que, conseqüentemente, tornam-se atividades com maior potencial para gerar acidentes de trabalho. Como resultado, obteve-se uma longa lista de possíveis riscos que os colaboradores estão expostos e também as causas e conseqüências relacionadas a esses riscos, como por exemplo na atividade de Terraplanagem, alguns dos possíveis riscos são: tombamento, atropelamento e colisão de veículos e as principais medidas mitigatórias são: limitar a velocidade de tráfego de veículos, sinalização da área de trabalho, treinamentos e uso de EPI. Com isso, observa-se a importância da aplicação do What If, pois foi possível identificar os riscos e, assim prevenir e minimizar os acidentes de trabalho.

Palavras-chave: Análise de Riscos, Parque Eólico, What If..

ABSTRACT

QUEIROZ, Maitê. **Risk analysis in wind farms: a case study**. 2017. 53 f. Monograph (Specialization in Occupational Safety) - Academic Department of Civil Engineering - DACOC, Federal Technological University of Paraná. Curitiba, 2017.

This study addresses issues related to job security in the wind energy sector. It analyzes the activities associated with the construction of a wind farm and identifies the specific hazards to which the employees are subject since the execution of the accesses until the assembly of the towers. The fact that wind energy is considered "green" and good for the environment does not necessarily mean that it is good for the health and safety of the sector employee. Throughout the different stages of the construction of the wind farm, employees may be exposed to dangers that could cause death, serious injury or health problems. This study aims to analyze the risks in the construction of a wind farm using a Risk Management tool, What If, to construct a wind farm in order to make a survey of the risks that employees are exposed to. In order to achieve this objective, four main activities were chosen in a project in the backlands of Bahia: earthworks, concreting, electromechanical works and assembly of machines. The choice was based on the greater complexity of these activities, which, consequently, become activities with greater potential to generate work accidents. As a result, we obtained a long list of possible risks that employees are exposed and also the causes and consequences related to these risks, for example in the Terraplanagem activity, some of the possible risks are: tipping, trampling and collision of vehicles and the main mitigating measures are: limiting the speed of vehicular traffic, signaling of the work area, training and use of PPE. With this, it is observed the importance of the application of What If, because it was possible to identify the risks and, thus, to prevent and minimize the accidents at work.

Keywords: Risk Analysis, Wind Farm, What If

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Matriz Elétrica Brasileira (Unidades em GW)	13
Figura 2 - Detalhe Torre Eólica	16
Figura 3 - Fluxograma de execução do Parque Eólico	17
Figura 4 - Detalhe das partes de um aerogerador	19
Figura 5 - Município onde o empreendimento foi instalado	25
Figura 6 - Terraplenagem dos acessos internos do parque eólico	27
Figura 7 - Escavação da base do aerogerador.....	28
Figura 8 - Armação da base	36
Figura 9 - Concretagem da base	36
Figura 10 - Execução de uma torre da linha de transmissão	43
Figura 11 - Montagem do tramo final	48
Figura 12 - Montagem da nacelle	48
Figura 13 - Montagem do rotor e pás	49
Figura 14 - Aerogerador pronto.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atividades de um parque eólico	26
Tabela 2 - Análise What If nas atividades da Terraplenagem.....	29
Tabela 3 - Análise What If nas atividades da Concretagem.....	38
Tabela 4 - Análise What If nas atividades Eletromecânicas	44
Tabela 5 - Análise What If nas atividades de montagem das torres.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEÓLICA – Associação Brasileira de Energia Eólica

GW – Gigawatt

GWEC – Global Wind Energy Council

IPCC - Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas

KM - Quilômetro

KW – Quilowatt

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

MW – Megawatt

NR – Norma Regulamentadora

PCH – Pequena Central Hidrelétrica

PCMAT – Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho

Sumário

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	14
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	14
1.2.1 Objetivo Geral	14
1.2.2 Objetivos Específicos	14
1.3 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES	15
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 ETAPAS NA EXECUÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO	16
2.1.1 Obra Civil – Acessos	17
2.1.2 Obra Civil – Fundações	18
2.1.3 Obra Eletromecânica	18
2.1.4 Montagem das Máquinas	18
2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS	19
2.2.1 Análise de Riscos	20
2.2.2 What If	20
2.3 SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	22
2.4 NR 18	23
3. METODOLOGIA	24
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	26
4.1 ATIVIDADES EXISTENTES NA OBRA	26
4.2 ESCOLHA DAS ATIVIDADES PARA ANÁLISE COM A FERRAMENTA WHAT IF	27
4.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WHAT IF	27
4.3.1 Obra Civil - Acessos (Terraplenagem)	27
4.3.2 Obra Civil – Fundação (concretagem)	36
4.3.3 Obra Eletromecânica	43
4.3.4 Montagem das Torres	48
4.4 ANÁLISE DO MÉTODO	54
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
5.1 CONCLUSÃO	56
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	56
REFERÊNCIAS	57

1. INTRODUÇÃO

A energia dos ventos é utilizada há mais de 5 mil anos para a navegação. Porém, somente no século III d.C. surgiram as primeiras máquinas capazes de transformar a energia dos ventos em trabalho. Durante séculos a energia dos ventos foi utilizada para a moagem de grãos, produção de óleos vegetais e para o bombeamento de água, mas somente no século XIX ela começou a ser utilizada para a produção de eletricidade (CASA DOS VENTOS, 2017).

A preocupação com as mudanças climáticas e os esforços para a redução das emissões de gases de efeito estufa, levaram a intensificação da busca por alternativas que pudessem complementar as necessidades econômicas e, ao mesmo tempo, gerar menos impactos ambientais. Entre as medidas, uma das mais populares foi o investimento crescente em fontes de energias renováveis, dentre elas, a energia eólica. Conforme o Painel Intergovernamental para as Mudanças Climáticas (IPCC), essa fonte de energia oferece um grande potencial para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Globalmente, apesar de estar distribuído de maneira não uniforme entre os países, o potencial técnico da energia eólica é maior que a produção mundial de eletricidade. Considerando barreiras políticas, econômicas e tecnológicas, estima-se que ela poderia suprir até 20% da demanda mundial de energia elétrica até 2050 (IPCC, 2011).

Devido a adoção de incentivos para a energia eólica, houve um aumento da sua participação em diversos países, e ocorreu um alto crescimento a partir de 1996, que se fortaleceu a partir de 2004. Em 2011, a capacidade eólica em operação no mundo chegou a 238 GW. Porém, a crise financeira de 2008 estremeceu o mercado de energia eólica na Europa e nos Estados Unidos, principais mercados para essa tecnologia. Esse episódio fez com que grandes empresas diversificassem a sua atuação, voltando seus investimentos para mercados emergentes, como o Brasil (GWEC, 2012).

O Brasil possui uma das matrizes elétricas mais renováveis no mundo (Figura 1). Em setembro de 2017, a capacidade de geração de energia de fontes renováveis correspondia a 81,4% (soma da energia eólica, biomassa, hidroelétrica, solar e PCH). No Brasil mais de 64% da eletricidade é de origem hidráulica, o que torna o sistema muito vulnerável, pois depende das precipitações e dos níveis dos reservatórios, situação que se agrava em muitas regiões do Brasil devido aos períodos de seca (ABEEólica, 2017).

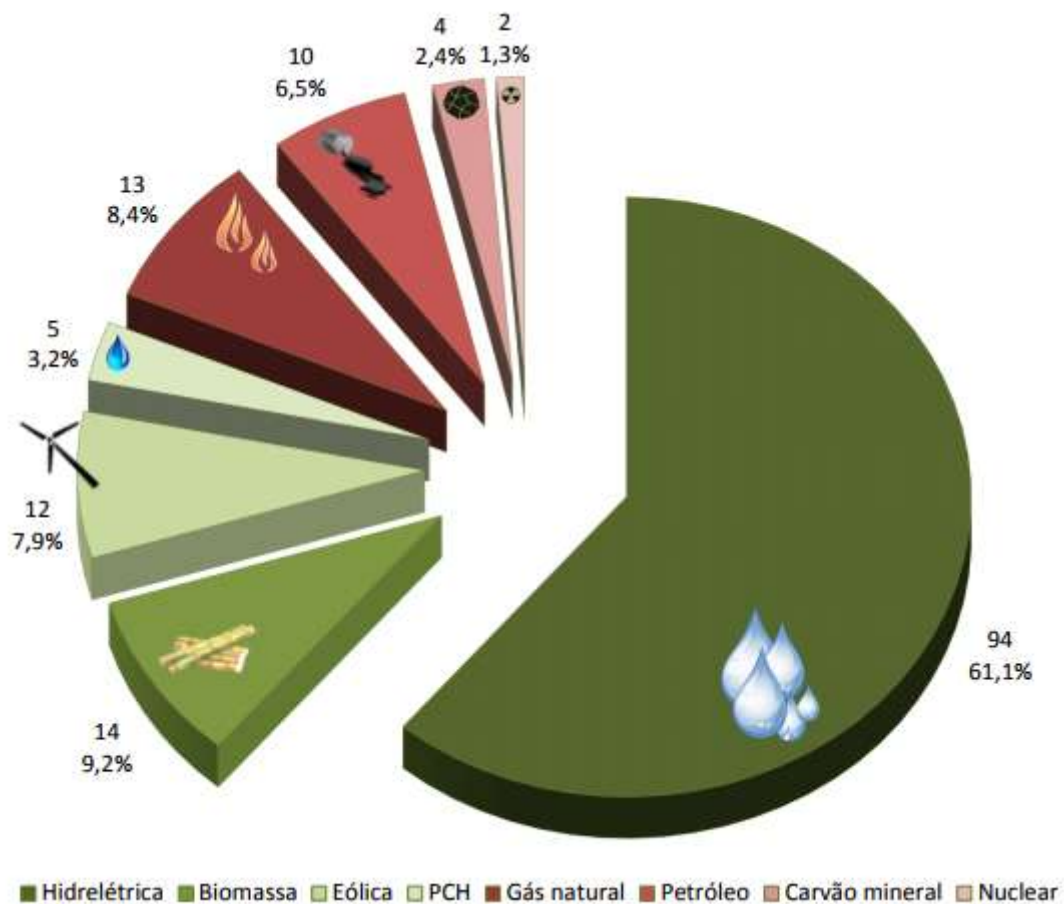


Figura 1- Matriz Elétrica Brasileira (Unidades em GW)

Fonte: Abeeólica (2017)

O consumo de energia cresce anualmente, e foram desenvolvidas políticas para implantação de energias renováveis. À medida que o setor da energia eólica cresce surgem novos desafios. Com um número crescente de trabalhadores ativos em diversos setores da energia eólica, a preocupação com a saúde e a segurança no trabalho assume novas proporções. Como a geração de energia eólica é uma indústria relativamente nova, alguns trabalhadores podem não estar perfeitamente cientes dos perigos inerentes a este novo ambiente de trabalho. Além disso, o ritmo que a indústria da energia eólica está crescendo pode dar origem a déficit de competências, que induzem o envolvimento de trabalhadores inexperientes em processos para os quais não possuem formação, colocando em risco a sua saúde e sua segurança.

É essencial a gestão de segurança na obra, pois devem ser analisadas todas as atividades e as normativas aplicáveis, pois somente assim serão tomadas medidas preventivas para garantir a segurança e integridade dos trabalhadores.

Os principais riscos na implantação do parque eólico são: elétrico, trabalho em altura, espaço confinado além de riscos gerados por situações de emergência e riscos físicos. Deve se estabelecer uma cultura de prevenção para conseguir uma melhora nas condições de trabalho além de desenvolver as ferramentas e procedimentos de trabalho adequados.

Os dados sobre doenças e acidentes relacionados com o trabalho no setor da energia eólica são muito escassos. Pode-se considerar que a principal razão pela falta de dados sobre saúde e segurança no setor da energia eólica, é por se tratar de um setor relativamente novo com poucos dados de investigação sobre a exposição dos trabalhadores aos riscos.

No caso da Europa por se tratar de um mercado com mais tempo, encontram-se maiores informações sobre acidentes/incidentes ocorridos no setor. A maioria de problemas acontecem pelas grandes dimensões dos equipamentos, os aerogeradores tem dimensões maiores a 100 m, tendo riscos desde o transporte até a montagem (EU-OSHA, 2013).

1.1 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A pesquisa compreende em analisar as atividades que contemplam a construção de um parque eólico no sertão da Bahia a fim de responder o seguinte questionamento: Quais riscos estão expostos os trabalhadores na construção de um parque eólico?

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Este estudo tem como objetivo geral analisar os riscos na construção de um parque eólico

1.2.2 Objetivos Específicos

Listar e descrever as atividades (terraplanagem, concretagem, obras eletromecânicas e montagem das torres) essas são as atividades com maior potencial para gerar acidentes de trabalho;

Identificar os riscos;

Planejar as ações preventivas para as atividades.

1.3 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES

Com o crescimento acelerado da indústria da construção de parques eólicos, aumenta-se a preocupação com a segurança e a saúde do trabalhador. Por se tratar de um setor praticamente novo, na maioria das vezes os trabalhadores não estão cientes dos riscos de suas atividades.

O estudo se justifica por contribuir para a formação do pesquisador além de servir como subsídio para futuras obras no sentido de buscar aprofundamento do tema estudado.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esse trabalho é composto de cinco capítulos.

O capítulo 1 contém uma breve introdução ao assunto, a delimitação do problema da pesquisa, os objetivos e a justificativa do trabalho.

O capítulo 2 apresenta o referencial teórico, as principais definições e as normas regulamentares que se aplicam ao contexto do trabalho.

No capítulo 3 é apresentada a metodologia que foi utilizada no trabalho.

No capítulo 4 é apresentado o estudo de caso realizado, mostrando a aplicação da ferramenta What if nas atividades escolhidas dentro da obra.

E, por último, o capítulo 5 apresenta as considerações finais do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico está dividido em 4 partes, sendo elas: atividades na execução de um parque eólico, gerenciamento de riscos, engenharia de segurança do trabalho e NR 18.

2.1 ETAPAS NA EXECUÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO

Um parque eólico ou usina eólica é um espaço (terrestre ou marítimo), onde estão concentrados vários aerogeradores (geralmente a partir de 5 aerogeradores) destinados a transformar energia eólica em energia elétrica (LÓPEZ, 2012).

A construção do parque eólico exige, além das torres, ancoradas diretamente no concreto das fundações e das subestações, são necessárias as vias de acesso, linhas de transmissão e estruturas de conexão entre o parque e a rede elétrica (Figura 2), para que a energia gerada possa ser escoada (LÓPEZ, 2012).

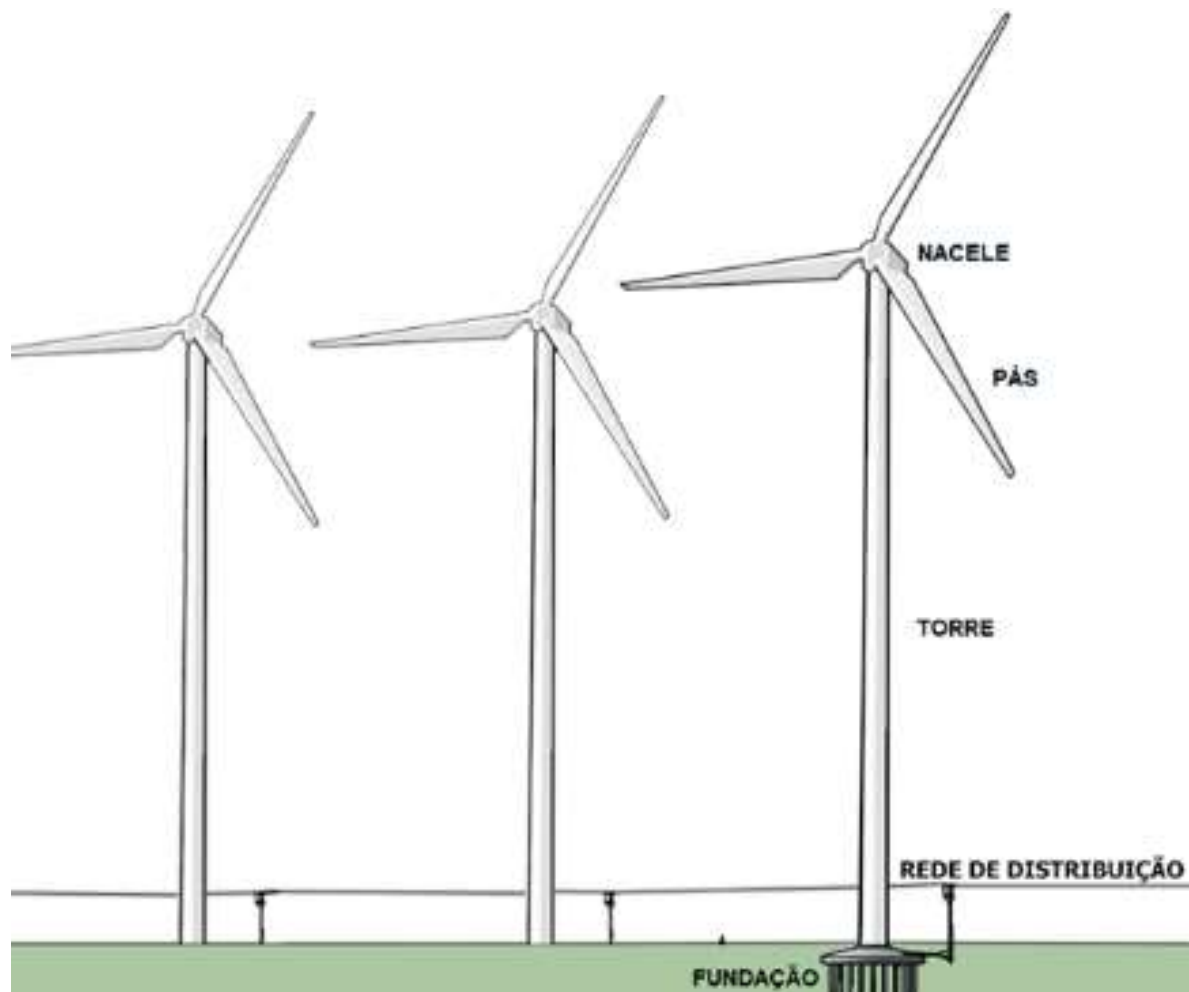


Figura 2 - Detalhe Torre Eólica

Fonte: Adaptado Google (2017)

Um parque eólico pode se estruturar em quatro etapas principais (Figura 3): acessos, fundações, obra eletromecânica e montagem dos aerogeradores (torres, anacela e pás).

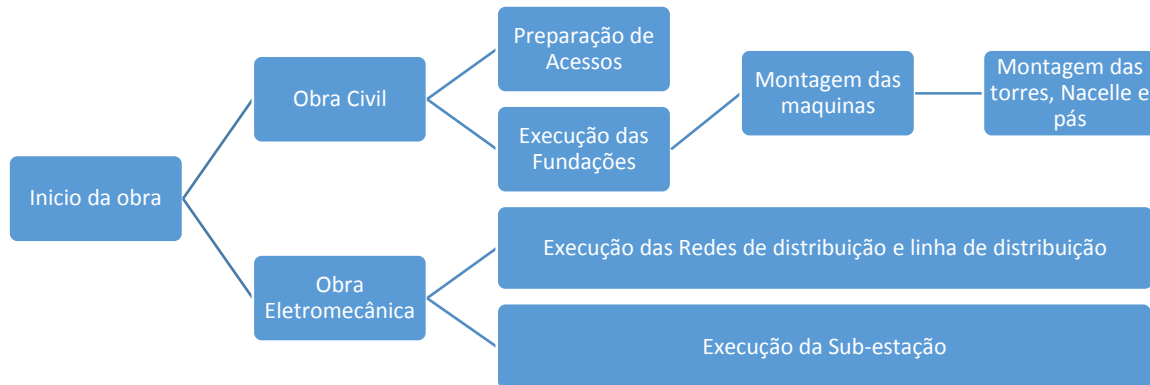


Figura 3 - Fluxograma de execução do Parque Eólico

Fonte: Adaptado Navales & Martínez (2011)

2.1.1 Obra Civil – Acessos

As vias de acesso do parque eólico são essenciais para o transporte dos materiais, equipamentos e aerogeradores, sua largura varia de acordo com o layout da obra, costumam ter entre 4 e 10 metros de largura. Os critérios para a definição dos traçados foram baseados nos seguintes itens: característica topográfica da região, localização dos aerogeradores e tipo de veículo que irá transportar a carga.

Terraplanagem é o conjunto de operações para nivelamento e regularização dos acessos para atender as necessidades de construção (RICARDO & CATALANI, 2007).

Os trabalhos de movimentação de terra e escavação compreende a maior parte dos trabalhos e o maior número de equipamentos dentro de um parque eólico. São alguns deles (NAVALES & MARTINÉZ, 2011):

- a) Desmatamento do terreno;
- b) Desmonte e escavação do terreno;
- c) Escavação das bases do aerogerador;
- d) Execução das plataformas (devem ser bem compactadas para o patolamento do guindaste durante a montagem do aerogerador);
- e) Escavação das valas.

2.1.2 Obra Civil – Fundações

A fundação consiste na colocação de estacas de concreto na base do aerogerador, para que o mesmo possa ser conectado ao solo. Em seguida é feito à base de concreto que sustentará a torre eólica (SILVA, 2015).

As fundações são estruturas tronco-cônicas com altura de 2.75m, diâmetro de 17,40m e volume de 400m³, é realizada a armação da base com aproximadamente 24t de aço, após a armação se dá o início da concretagem da base, que pode levar 12 horas, com cerca de 50 caminhões betoneira.

2.1.3 Obra Eletromecânica

A obra eletromecânica compreende as atividades realizadas para poder distribuir a energia do parque eólico no sistema elétrico, são elas: redes de media tensão entre os aerogeradores e a subestação, montagem e execução da subestação e a execução da linha de transmissão para o sistema nacional. Durante a execução da obra eletromecânica, as etapas não se encontram energizadas, assim não existe risco elétrico, porém, durante as atividades de comissionamento todo o parque eólico é testado e energizado (NAVALES & MARTINEZ, 2011).

2.1.4 Montagem das Máquinas

Se trata de uma das operações chave do ponto de vista preventivo e planejamento dos trabalhos. A montagem da torre, nacelle e pás é realizada com apoio de guindastes. Após a fixação das torres no solo, as nacelle são instaladas no alto das torres. Nacelle é uma carcaça que serve para proteger os componentes que ficam dentro dela, como: gerador, caixa multiplicadora, eixo, motor, controle eletrônico, entre outros componentes elétricos e eletrônicos. As pás são conectadas nas nacelle (Figura 4). As pás são responsáveis pela ativação do rotor (equipamento onde é gerada a energia mecânica de rotação) (EU-OSHA, 2013).

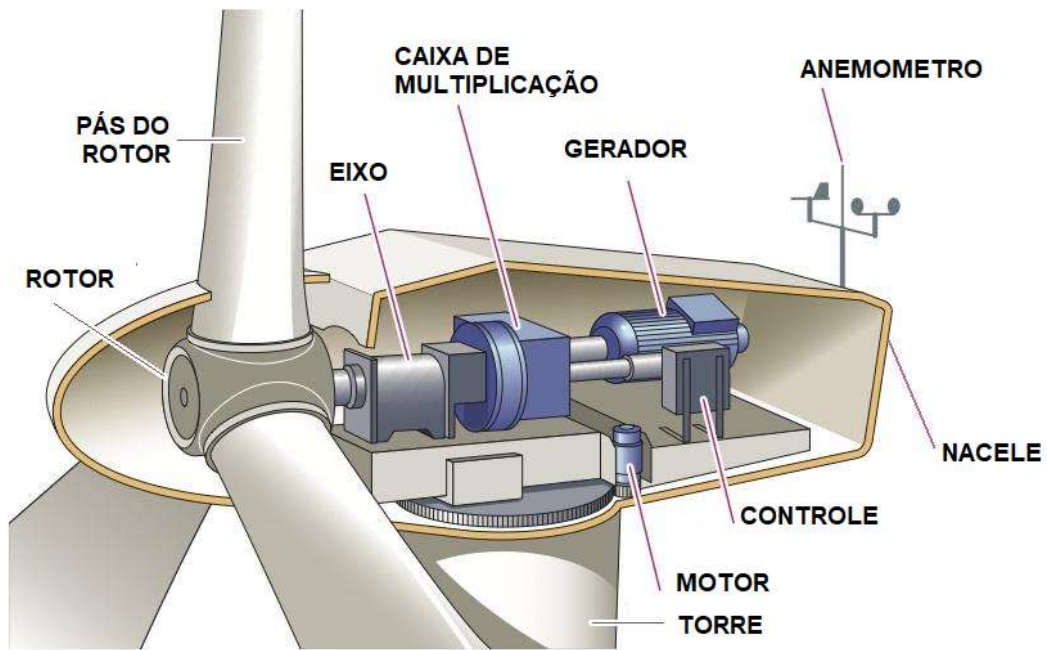


Figura 4 - Detalhe das partes de um aerogerador

Fonte: Google 2017

2.2 GERENCIAMENTO DE RISCOS

O conceito clássico de gerenciamento de riscos implica na identificação dos riscos presente numa atividade, seguindo de sua análise, avaliação e controle, através da prevenção dos mesmos (DE CICCIO; FANTAZZINI, 2003).

Para entender o que significa o risco, é preciso, identificar e conhecer os perigos, que decorrem das mais diversas atividades desenvolvidas.

Segundo a OHSAS 18001 (2007), perigo é a fonte ou situação com potencial para o dano em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano, ou danos para a saúde, o patrimônio e para o ambiente do local de trabalho.

O risco acompanha o homem e é típico à sua natureza. Mas nem todos os riscos são iguais; o que existe quando se faz uma viagem de avião não é igual ao de uma dona de casa nas suas tarefas domésticas nem estes são comparáveis ao de um navegante solitário que cruza o Atlântico (BRASILIANO,2009).

Pode - se definir o risco como a condição que aumenta ou diminui o potencial de perdas, ou seja, o risco é a condição existente (BRASILIANO,2009). O risco sempre fez parte do nosso cotidiano, nos estimulando a conhece-lo e até superá-lo.

Conclui-se, então, que o risco não existe se não houver perigo. Um perigo totalmente isolado ou afastado não se constitui em um risco. Desta forma, o gerenciamento de riscos constitui-se no gerenciamento dos riscos à segurança e saúde, oriundos dos perigos do trabalho (KLEMANN, 2014).

2.2.1 Análise de Riscos

“A classificação do risco é um fator crítico em qualquer situação de Gerenciamento da Segurança, mas as técnicas que agora estão sendo disponibilizadas, auxiliadas pela crescente disponibilidade dos Bancos de Dados, permitirão, de agora em diante, a determinação dos riscos com uma exatidão cada vez maior. Qualquer risco poderá então ser calculado e otimizado para o bem da comunidade” (HERBERT, 1976).

Com a preocupação e a necessidade de dar maior atenção ao ser humano, principal bem de uma organização, além de buscar uma maior eficiência, nasceram primeiramente o Controle de Danos, o Controle Total de Perdas e por último a Engenharia de Segurança de Sistemas (SOBRINHO, 2013).

Com a Engenharia de Segurança de Sistemas, surgem as técnicas de análise de riscos com o que hoje se tem de melhor em prevenção. A visão do acidente sobe a um patamar onde o homem é o ponto central, rodeado de todos os outros componentes que compõe um sistema: equipamentos, materiais e instalações. Cabe ressaltar que ao buscar-se o objetivo abrangente da prevenção se está buscando mais intensamente a proteção do homem (ALBERTON, 1996).

As ferramentas mais usuais para identificação e análise de riscos são: Check-list, Técnica de Incidente Crítico – TIC, Análise Preliminar de Risco (APR), Análise de Modos de Falhas e Efeitos (AMFE) ou FMEA, Análise de Operabilidade e Riscos (HAZOP), Análise de Árvore de Falhas (AAF) entre outros (SOBRINHO, 2013).

Neste estudo de caso o foco será a ferramenta What if.

2.2.2 What If

A ferramenta What IF é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em detectar perigos utilizando questionamento aberto promovido pela pergunta: E se? (MORAES, 2006).

O objeto pode ser um sistema, processo, equipamento ou evento. O foco é “tudo o que pode sair errado”. O foco é mais amplo que o de outras técnicas, porque seu método de questionamento é mais livre, é um verdadeiro brainstorming (BARROS, 2013).

A finalidade do What-If é relacionar diferentes ações de melhorias complementares que permitam obter um nível de segurança aceitável, com o objetivo de proceder a identificação e tratamento de riscos (SOUZA, 1995)

A análise pode incluir situações de diversas áreas, isto implica em identificar desvios no processo a partir de um evento inicial, de qualquer natureza, podendo ou não ser uma falha de um componente ou sistema (BARROS, 2013).

Da aplicação do What-If resultam uma revisão de um largo espectro de riscos, bem como a geração de possíveis soluções para os problemas levantados, além disso, estabelece um consenso entre as áreas de atuação como produção, processo e segurança quanto à forma mais segura de operacionalizar a planta. O relatório do procedimento fornece também um material de fácil entendimento que serve como fonte de treinamento e base para revisões futuras (NUNES, 2006).

A utilização periódica da ferramenta é o que garante o bom resultado do mesmo no que se refere ao levantamento dos riscos e revisão dos processos. A limitação da técnica é dada pelo seu caráter não-sistemático e pelo reconhecimento que as respostas, em boa parte, não têm condições de realização. Sua eficácia depende da qualidade da documentação, de uma equipe adequadamente treinada e de um planejamento adequado (MORAES, 2006).

Segundo DE CICCIO e FANTAZZINI (1994), nas culturas empresarias mais eficientes no controle de riscos, os procedimentos dos departamentos técnicos e as equipes de análise produzem revisões rápida e eficientemente. Os mesmos autores sugerem, ainda, alguns passos básicos quando da sua aplicação:

- a) Formação do comitê de revisão: montagens das equipes e seus integrantes;
- b) Planejamento prévio: planejamento das atividades e pontos a serem abordados na aplicação da técnica;
- c) Reunião Organizacional: com a finalidade de discutir procedimentos, programação de novas reuniões, definição de metas para as tarefas e informação aos integrantes sobre o funcionamento do sistema sob análise;

d) Reunião de revisão de processo: para os integrantes ainda não familiarizados com o sistema em estudo;

e) Reunião de formulação de questões: formulação de questões "O QUE - E SE...", começando do início do processo e continuando ao longo do mesmo, passo a passo, até o produto acabado colocado na planta do cliente;

f) Reunião de respostas às questões (formulação consensual): em sequência à reunião de formulação das questões, cabe a responsabilidade individual para o desenvolvimento de respostas escritas às questões. As respostas serão analisadas durante a reunião de resposta às questões, sendo cada resposta categorizada como: - resposta aceita pelo grupo tal como submetida; - resposta aceita após discussão e/ou modificação; - aceitação postergada, em dependência de investigação adicional. O consenso grupal é o ponto chave desta etapa, onde a análise de riscos tende a se fortalecer;

g) Relatório de revisão dos riscos do processo: o objetivo é documentar os riscos identificados na revisão, bem como registrar as ações recomendadas para eliminação ou controle dos mesmos.

2.3 SEGURANÇA DO TRABALHO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Conforme Rocha, Saurin & Formoso (2000), assim como em qualquer atividade do setor privado, a construção civil visa essencialmente à obtenção de lucros, de modo que, muitas vezes, buscam continuamente a redução de custos em seu processo de trabalho. No entanto, a forma escolhida para alcançar tal objetivo pode ocorrer por meio do não investimento em Segurança do Trabalho.

Isto porque, segundo os autores, alguns profissionais do setor não percebem o impacto da segurança do trabalho na produtividade da empresa, com frequência ela é deixada para um segundo plano.

Com o intuito de melhor lidar com os riscos nas obras, Rocha, Saurin & Formoso (2000) entendem que é possível evitar e/ou minimizar o índice de acidentes de trabalho por meio de medidas de cunho gerencial associadas com a implantação das instalações físicas de segurança. Ou seja, para os autores, é preciso que as construtoras voltem sua atenção para o desenvolvimento de um programa de segurança, através do qual os diversos fatores que a influenciam no canteiro sejam observados regularmente, substituindo a prática simplista de se preocupar única e exclusivamente com a implantação das instalações de segurança.

Para ser possível atingir esses níveis ideais de segurança no trabalho, tem-se que partir dos níveis de exigências mínimos, os quais são definidos, no caso brasileiro, pela NR-18 (Condições e Meio Ambiente do Trabalho na Indústria da Construção).

2.4 NR 18

A NR-18 publicada pelo MTE em 1995, estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2017).

Além disso, uma das primeiras medidas a serem providenciadas no ato da construção civil, de acordo com a NR-18, é a elaboração do PCMAT (Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção), que por sua vez tem por objetivo ser a garantia de programas de prevenção com integração entre os dirigentes, empregados e demais profissionais da área, a fim de evitar a mera coercibilidade da norma apenas fundada nas multas que a mesma estabelece (MARTINS, 2002).

Os elementos contidos na NR-18, deixa claro que ela se baseia muito nas condições físicas do ambiente de trabalho, mas ainda se demonstra muito escassa quanto à uma medida de controle perante a conduta do trabalhador neste ambiente.

3. METODOLOGIA

O tema deste trabalho foi determinado pelo interesse do pesquisador, facilidade de acesso às fontes de consulta e experiência profissional desenvolvida pela autora na área de QSMS em parques eólicos, fatores que justificam a escolha do assunto a ser pesquisado, segundo Eco (2002).

De acordo com Marconi e Lakatos (2007), existem duas metodologias de pesquisa: a quantitativa e a qualitativa. A primeira caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas. A segunda preocupa-se em analisar e interpretar aspectos mais profundos, descrevendo a complexidade do comportamento

A pesquisa teve como enfoque a análise qualitativa, que é a metodologia de pesquisa não estruturada e exploratória. A coleta de dados foi realizada por meio de observações sistemáticas, conforme a disponibilidade dos profissionais da empresa (MOREIRA E CALEFFE 2006).

Gil (1999) considera que a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses para estudos posteriores. Segundo o autor, estes tipos de pesquisas são os que apresentam menor rigidez no planejamento, pois são planejadas com o objetivo de proporcionar visão geral, de tipo aproximativo, acerca de determinado fato.

Este tipo de pesquisa explora características dos indivíduos e cenários que não podem ser facilmente descritos numericamente, uma vez que o processo de coleta de dados se deu com o contato direto com o ambiente de construção do parque eólico.

Por essa razão optou-se por estudo de caso, visto que esse método não busca a generalização de seus resultados, mas sim a compreensão e interpretação mais profunda dos fatos e fenômenos normalmente isolados. Embora não possam ser generalizados, os resultados obtidos devem possibilitar a disseminação do conhecimento. (YIN, 2001).

O estudo de caso foi realizado em um Complexo Eólico que está localizado no nordeste da Bahia (Figura 5), cerca de 677 km da capital do Estado. Trata-se de 3 parques eólicos com 34 aerogeradores com 68 MW de potência, execução da obra civil com 41 km de acessos e 34 bases, execução da Subestação de 230 KW com 118 km de linha de transmissão e 33,7 km de

redes internas dos parques. É uma obra com grau de risco 04, chegando ao pico da obra com cerca de 1000 funcionários (próprios e terceirizados).



Figura 5 - Município onde o empreendimento foi instalado

Fonte: Google Maps (2017)

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Inicialmente foi realizado um levantamento de todas as atividades executadas na obra. Na sequência, com o conhecimento das atividades realizadas, foram escolhidas quatro delas para a aplicação da metodologia What if. Essa escolha baseou-se na maior complexidade dessas atividades, que, conseqüentemente, tornam-se atividades com maior potencial para gerar acidentes de trabalho.

4.1 ATIVIDADES EXISTENTES NA OBRA

Na tabela 1, são apresentadas todas as atividades na execução de um Parque Eólico.

Tabela 1 – Atividades de um parque eólico

Fonte: Autora (2017)

Obra Civil - Acessos	Supressão vegetal
	Terraplenagem, corte de material
	Terraplenagem, aterro
	Obras de drenagem
	Execução da sub base
	Execução da base
Obra Civil - Fundações	Escavação
	Apiloamento do fundo de cava
	Execução das fundações
	Ensaio das fundações
	Execução do concreto magro
	Armação
	Forma e montagem de dutos
	Concretagem
	Desforma
	Reaterro
	Aterramento da base
Obras Eletromecânica - RMT	Escavações das fundações
	Execução das fundações
	Montagem das estruturas (postes)
	Lançamento de cabo
	Montagem final
	Aterramento dos postes
	Comissionamento
Montagem da Torre	Transporte dos materiais ao site
	Transporte dos elementos na base
	Montagem do T1
	Grout
	Montagem do Aerogerador (T2, T3, nacelle e pás)
	Montagem eletromecânica (cabos e ligação)
	Comissionamento

4.2 ESCOLHA DAS ATIVIDADES PARA ANÁLISE COM A FERRAMENTA WHAT IF

Essa escolha se baseou por ser atividades chaves para a construção do parque eólico. São atividades de maior complexidade, que por sua vez podem gerar mais acidentes de trabalho, são elas:

- a) Obra civil - Acessos;
- b) Obra civil – fundações (Concretagem da base do aerogerador);
- c) Obra eletromecânica;
- d) Montagem das torres.

4.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA WHAT IF

A seguir é apresentada a metodologia da ferramenta What If aplicadas às quatro atividades definidas para o estudo.

4.3.1 Obra Civil - Acessos (Terraplenagem)

Os parques eólicos geralmente são instalados em locais sem acesso (morros e regiões com paisagens naturais). Estes locais não têm acesso por estradas, sendo necessário a abertura das mesmas para garantir a passagem das máquinas. É nesta etapa que também são escavadas as bases para a instalação do aerogerador (Figura 6).



Figura 6 - Terraplenagem dos acessos internos do parque eólico

Fonte: Autora (2017)

As condições do terreno e dimensões dos equipamentos define a importância de planejar os trabalhos para executá-los de forma segura.

Durante as atividades de terraplenagem são utilizados equipamentos de grande porte, como trator de esteiras (bulldozer), retroescavadeiras, entre outros (Figura 7).



Figura 7 - Escavação da base do aerogerador

Fonte: Autora (2017)

O uso destes equipamentos pode gerar os seguintes riscos:

- Quedas na subida ou descida dos equipamentos dos equipamentos de transporte;
- Atropelamentos
- Tombamento de equipamentos (excesso de velocidade em curvas ou perda de estabilidade)
- Batidas e choques

Na Tabela 2 é apresentado o *What If* aplicado à atividade de **terraplenagem**.

Tabela 2 - Análise What If nas atividades da Terraplenagem.

Fonte: Autora (2017)

What If - terraplenagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador ficar ferido pela motosserra?	Mal uso dos equipamentos ou mal estado; Falta de treinamento; Falta de experiência	Lesões, cortes, esmagamentos e morte	Todos os motosserristas devem ser treinados; Exigência do curso de operação de motosserra; Inspeção periódica dos equipamentos; Utilizar todos os EPIs obrigatórios para a atividade. Utilização de apito, para situações de emergências; Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência; Treinar os trabalhadores no procedimento de remoção do material vegetal.
E se alguém ficar ferido por queda de galhos ou árvores durante a supressão?	O risco de queda de galhos secos durante a operação de corte.	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte; Danos materiais	Planejar e preparar o caminho / rota de fuga, antes de cortar a árvore; Certificar e manter a zona de trabalho livre; Executar a atividade até que a árvore esteja totalmente abatida, ou seja no chão. Todos os motosserristas devem ser treinados; Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência; Utilizar todos os EPIs obrigatórios para a atividade; Treinar os trabalhadores no procedimento de remoção e armazenamento do material vegetal; Treinar os trabalhadores no procedimento / instrução de trabalho especificando as técnicas de corte, abate das árvores e supressão das demais formas de vegetação.
E se for atropelado? E se houver colisões?	Falta de sinalização; Falta de planejamento e logística; Manobras de marcha-à-ré e giro; Velocidade excessiva	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Proibir o transporte simultâneo de cargas e pessoas; Utilização da máquina somente por pessoal autorizado e qualificado; Limitar a velocidade de circulação da obra; Os equipamentos deverão estar dotados de alarme sonoro de ré; Manutenção e conservação periódicas das sinalizações; Considerar inclinações do terreno para evitar acidentes; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Colocar sinalizadores caso seja necessário para facilitar o trânsito em pontos com visibilidade reduzida. Sinalização adequada, limitação de velocidade; Proibir a permanência de pessoas na zona de trabalho da máquina; Não obstruir passagens de pedestres, escadas, rampas; Se necessário manter sinalizador no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo.

What If - terraplenagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador sofrer desmaios?	Insolação; Desidratação; Fadiga	Lesões, traumatismos, esmagamentos Problemas de saúde, câncer de pele	Disponibilizar garrafa térmica com água fresca e potável, fardamento mangas longas, touca árabe, bloqueador solar fator 35; Disponibilizar ponto de apoio para repouso (áreas de vivência)/Orientações em DDSMS referente a importância da ingestão constante de água. Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência.
E se o trabalhador apresentar dores nas costas ou articulações?	Longas caminhadas; Problemas de carga de peso; Vibrações.	Problemas ergonômicos; Afastamento do local de trabalho; Lombalgias; Lesões por esforços repetitivos	Utilizar todos os EPIs obrigatórios para a atividade; Treinar os Trabalhadores nos procedimentos de trabalho; Orientar em DDSMS sobre a realização de pausas para descanso; Disponibilizar veículos para equipe; Análise dos locais de trabalho e das equipes de trabalho.
E se o trabalhador sofre acidentes por quedas? E se houver impacto dos trabalhadores com elementos da obra?	Obstáculos; Falta de sinalização, organização e limpeza; Área irregular	Torções e traumatismos; Lesões de membros; Detenção muscular	Organizar a área de trabalho de maneira que permita circulação de pessoas; Manter sempre atenção na área de trabalho; Uso do EPI's; Manter as frentes de trabalho limpa e organizada; Substituir sinalizações com problemas; Recolher sobras de material ao término dos serviços; Sinalizar a área de marcação para evitar que pessoas tropecem.
E se o trabalhador cair ao subir e descer do equipamento?	Falta de elementos de apoio; Desequilíbrios	Torções e traumatismos; Lesões	Assegurar que os equipamentos tenham elementos de segurança adequados (apoios); Inspeção dos veículos, limpeza dos mesmos; O operador deve limpar o barro aderido ao calçado; Proibir o transporte de pessoas nas máquinas (dar carona)

What If - terraplenagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador tiver muito contato com poeira durante as atividades?	Levantamento de poeira pelo transito de veículos	Irritação nos olhos; Problemas respiratórios	Conscientização nos DDSMS; Uso do EPI's, óculos de segurança da cor cinza, mascara descartável PFF2; Umectação dos acessos para evitar poeira;
E se equipamento pegar fogo?	Curto circuitos; Fumar durante abastecimento; Mal funcionamento do equipamento;	Queimaduras	É proibido fumar durante o abastecimento de combustível; Os equipamentos deverão ter revisão no início das atividades; Os equipamentos deverão ter revisões periódicas mensais; O equipamento deve ter extintor de incêndio; Manutenção de equipamentos fora das dependências da obra ou em local específico impermeável / separação dos resíduos em baias separadas e sinalizadas.
E se houver queda do material dos equipamentos?	Movimentação do equipamento com material	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Movimentar com atenção; Respeitar o limite de carga do equipamento; Avaliar o percurso a ser feito; Não movimentar a carga próximo aos trabalhadores; Amarração da carga
E se houver tombamento do veículo?	Movimentação do equipamento; Velocidade excessiva; Falha humana.	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Considerar inclinações do terreno para evitar tombamento; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Manter a velocidade de circulação dentro do limite máximo permitido; Calçar o veículo ao parar em rampa; Dentro do canteiro as manobras devem ser realizadas de maneira suave e lenta, sempre sinalizando os movimentos; Os equipamentos deverão ficar apoiados no solo e a chave sem contato; Durante a escavação a máquina deverá estar apoiada sobre as sapatas hidráulicas; Limitar a velocidade de circulação da obra; Somente pessoas habilitadas podem operar o equipamento /Ao movimentar o veículo, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.
E se os equipamentos emitirem fumaça preta?	Estado dos equipamentos inadequado; Uso errado dos equipamentos	Alteração da qualidade do ar; Problemas de saúde, transtornos respiratórios	Realizar manutenção preventiva do veículo, conforme Plano de Manutenção de Máquinas e Equipamentos; Realizar treinamento específico de bom uso do veículo.

What If - terraplenagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador ou equipamento cair no interior de escavação?	Falta de sinalização; Velocidade excessiva	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	A área de escavação e terraplenagem deverá ser isolada e sinalizada; Não transitar com caminhões e máquinas próximo a escavações, terrenos irregulares que possam comprometer a estabilidade do equipamento; Em caso de escavações permanecerem abertas no período da noite e com atividades as mesmas deverão ter iluminação artificial ou sinalização elétrica; Os materiais retirados de escavação devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda da talude; Uso de EPI's adequados; Em caso de dia chuvoso as atividades deverão ser paralisadas caso o acesso as escavações seja complexo
E se os trabalhadores ficarem soterrados em valas e escavações?	Desabamento de materiais, terras, rochas em valas; Acidentes	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	A área de escavação e terraplenagem deverá ser isolada e sinalizada; Não transitar com caminhões e máquinas próximo a escavações, terrenos irregulares que possam comprometer a estabilidade do equipamento; Em caso de escavações permanecerem abertas no período da noite e com atividades as mesmas deverão ter iluminação artificial ou sinalização elétrica; Os taludes instáveis com profundidade superior a 1,2 m devem ter sua estabilidade garantida por meio de estruturas dimensionadas para este fim; As escavações com mais de 1,2 m de profundidade devem dispor de rampas ou escadas, próximas aos trabalhos, a fim de permitir em caso de emergência a saída rápida dos trabalhadores; As pilhas de materiais devem ter forma e altura que garantam a estabilidade Os materiais retirados de escavação devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda da talude; Taludes com altura superior a 1,75 m devem ter estabilidade garantida (entibamento); Uso de EPI's adequados; Em caso de dia chuvoso as atividades deverão ser paralisadas caso o acesso as escavações seja complexo; As atividades só poderão ser iniciadas após a liberação da Permissão de Trabalho.
E se o material de terraplenagem/corte desmorona soterrando equipamentos e pessoal?	Desmoronamento do terreno adjacentes	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	Verificar estabilidade dos terrenos. Cortes e aterros não poder ter alturas superiores a 8 m; Uso de EPI's Deve se estudar a inclinação do talude em função da coesão do terreno; Garantir estabilidade dos taludes por médio de contenções; Os materiais devem ser armazenados e estocados a modo de não prejudicar o trânsito de pessoas e trabalhadores, locais de emergência nem acesso de equipamentos; A área de escavação e terraplenagem deverá ser isolada e sinalizada;; Em caso de escavações permanecerem abertas no período da noite e com atividades as mesmas deverão ter iluminação artificial ou sinalização elétrica;

What If - terraplenagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o ruído dos equipamentos gerar problemas de saúde aos trabalhadores?	Exposição contínua ao ruído	Surdez, lesões	Inspeção periódica dos locais de trabalho; Utilize todos os EPIs obrigatórios; Elaborar e treinar os Trabalhadores; Orientar em DDSMS sobre o uso de protetores auditivos; Realizar manutenção preventiva, corretiva a cada 250h máquinas trabalhada conforme o sistema de manutenção da máquinas registro em OS para assegurar o correto funcionamento das máquinas ,todos os operadores de máquinas deverão dispor de Protetor Auditivo tipo Plug ou Abafador de ruídos para máquinas com cabine aberta.
E se houver colisões entre equipamentos e veículos?	Falta de sinalização; Velocidade elevada; Habilidade dos Operadores e motoristas; Estado dos equipamentos	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	Os operadores deverá ter qualificação e ser habilitado com registro em carteira; Realizar diariamente check list dos equipamentos preenchido em formulário próprio; Os equipamentos só deverão ser operados se estiverem em perfeito estado de conservação; Limitar a velocidade de circulação da obra; Placas de advertência que indicam interseção posicionadas nos cruzamentos serão colocadas a uma distância de visibilidade mínima para a velocidade de 40 km/m; Caso não exista via preferencial todos os cruzamentos receberão placas de parada obrigatórias, o sinal de pare deve ser posicionado no ponto de parada do veículo ou o mais próximo possível dele. As escavações e frente de trabalho devem ter sinalização de advertência, inclusive noturna, e barreira de isolamento no perímetro; Se necessário manter sinaleiro no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo;
E se houver acidentes no período noturno?	Sinalização inadequada; Planejamento inadequado	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	As atividades noturnas deverão ter iluminação artificial (refletores); Planejar atividades; As atividades só poderão ser iniciadas após a liberação da Permissão de Trabalho; Sinalização refletiva; Não obstruir passagens de pedestres, escadas, rampas; Se necessário manter sinaleiro no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo; Comunicar acesso à frente de trabalho ao encarregado e segurança do trabalho, manter distância de movimentação das maquinas e equipamentos, em caso de necessidade solicitar aos operadores paralisação; Somente pessoas habilitadas podem operar o equipamento, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.

What If - terraplenagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se um equipamento "esbarrar" em algum local (ex: linha de transmissão)?	Presença de interferências desconhecidas; Falta de experiência do trabalhador.	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	Consultar interferências no local, como por exemplo: eletricidade, água entre outras. Marcar os locais de interferência; Verificar possíveis interferências com outras atividades no local
E se o trabalhador exceder as horas de trabalho e gerar ou sofrer acidentes?	Excesso de horas trabalhadas	Acidentes ou incidentes	Controle de horas conforme art. 66 CLT /realizar parada para repouso; Conscientização nos DDSMS
E se acontecer acidentes motivados pela execução de trabalhos sob condições meteorológicas adversas?	Meteorológicas; Falta de planejamento	Quedas de raios, deslizamentos	Parar atividades
E se um trabalhador for picado por animais peçonhentos?	Falta de proteção; Existência de animais perigosos na área	Picada, Lesões e ferimentos	Todos os motosserristas devem ser treinados; Equipamento de proteção (perneiras); Utilizar todos os EPIs obrigatórios para a atividade. Utilização de apito, para situações de emergências; Treinar os trabalhadores no procedimento de remoção e armazenamento do material vegetal; Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência; Afugentamento de fauna.

De acordo com a tabela 2 os principais riscos ficam vinculados aos equipamentos que trabalham nas atividades de terraplanagem. Os principais riscos são os seguintes:

O *What If* apresentado aponta os principais riscos aos quais os colaboradores que executam a atividade de Terraplanagem possivelmente estarão expostos, quais sejam:

- Tombamento;
- Atropelamento;
- Colisão;
- Soterramento de pessoal e equipamento por desmoronamento de materiais.

Em função destes riscos foi elaborada lista com o resumo das principais medidas mitigatórias a serem consideradas nas atividades de terraplanagem. São elas:

- Limitar a velocidade de trafego dos veículos;
- Sinalização da área de trabalho e cruzamento;
- Treinamentos e DDSMS;
- Avaliação do local de trabalho;
- Uso de EPI.

4.3.2 Obra Civil – Fundação (concretagem)

A base em que cada turbina eólica está instalada, é uma base de concreto armado. Pode-se considerar que a concretagem acontece em duas etapas:

- 1) Montagem da armação e aplicação da forma (Figura 8).



Figura 8 - Armação da base

Fonte: Autora (2017)

- 2) Concretagem da base (Figura 9).



Figura 9 - Concretagem da base

Fonte: Autora (2017)

Os riscos associados a esta atividade são os seguintes:

- Movimentação de máquinas (transporte do aço, aplicação da forma);
- Caída em diferentes níveis;
- Torções;

- Desmaios e tonturas (devido a esta atividade durar em média 12 horas).

A Tabela 3 mostra o *What If* aplicado à atividade de **Obra civil – fundação (Concretagem)**.

Tabela 3 - Análise What If nas atividades da Concretagem.

Fonte: Autora (2017)

What If - concretagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se for atropelado? E se houver colisões?	Falta de sinalização; Falta de planejamento e logística; Manobras de marcha-à-ré e giro; Velocidade excessiva	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Proibir o transporte simultâneo de cargas e pessoas; Utilização da máquina por pessoal autorizado e qualificado; Limitar a velocidade de circulação da obra; Os equipamentos deverão estar dotados de alarme sonoro de ré; Manutenção e conservação periódicas dos elementos de sinalização; Considerar inclinações do terreno para evitar acidentes; Sinalização adequada, limitação de velocidade; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Colocar sinalizadores caso seja necessário para facilitar o trânsito em pontos com visibilidade reduzida; Proibir a permanência de pessoas na zona de trabalho da máquina; Não obstruir passagens de pedestres, escadas, rampas; Se necessário manter sinalizador no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo;
E se o trabalhador apresentar dores nas costas ou articulações durante a vibração do concreto?	Vibrações; Ausência de intervalos para descanso	Problemas ergonômicos; Afastamento do local de trabalho; Lombalgias; Lesões por esforços repetitivos	Utilize todos os EPIs obrigatórios para a atividade; Elaborar e treinar os Trabalhadores nos procedimentos de trabalho; Orientar em DDSMS sobre a realização de pausas para descanso; Análise dos locais de trabalho e dos equipes de trabalho
E se o trabalhador apresentar dores nas articulações?	Adoção de posturas inadequadas; Movimentos repetitivos; Ausência de intervalos para descanso	Problemas ergonômicos; Afastamento do local de trabalho; Lombalgias; Lesões por esforços repetitivos	Elaborar e treinar os Trabalhadores nos procedimentos de trabalho; Orientar em DDSMS sobre a realização de pausas para descanso; Análise dos locais de trabalho e dos equipes de trabalho

What If - concretagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador tropeçar na armação durante a concretagem?	Obstáculos; Falta de sinalização, organização e limpeza; Área irregular	Torções e traumatismos; Lesões de membros; Detenção muscular	Organizar a área de trabalho de maneira que permita circulação de pessoas; Manter sempre atenção na área de trabalho; Uso do EPI's; Manter frente de trabalho limpa e organizada; Substituir sinalizações com problema; Recolher sobras de material ao término dos serviços; Sinalizar a área de marcação para evitar que pessoas tropecem ou danifiquem os trabalhos;
E se o trabalhador cair ao subir e descer do equipamento?	Falta de elementos de apoio; Desequilíbrios	Torções e traumatismos; Lesões	Assegurar que os equipamentos tenham elementos de segurança adequados (apoios); Inspeção dos veículos, limpeza dos mesmos; O operador deve limpar o barro aderido ao calçado; Proibir o transporte de pessoas nas máquinas (dar carona)
E se o trabalhador tiver muito contato com poeira durante as atividades?	Levantamento de poeira pelo transito de veículos	Irritação nos olhos; Problemas respiratórios	Conscientização nos DDSMS; Uso do EPI's, óculos de segurança da cor cinza, mascara descartável PFF2; Umectação dos acessos para evitar poeira;
E se equipamento pegar fogo?	Curto circuitos; Fumar durante abastecimento; Mal funcionamento do equipamento;	Queimaduras	É proibido fumar durante o abastecimento de combustível; Os equipamentos deverão ter revisão no início das atividades; Os equipamentos deverão ter revisões periódicas mensais; O equipamento deve ter extintor de incêndio; Manutenção de equipamentos fora das dependências da obra ou em local específico impermeável / separação dos resíduos em baias separadas e sinalizadas.
E se houver queda do material dos equipamentos?	Movimentação do equipamento com material	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Movimentar com atenção; Respeitar o limite de carga do equipamento; Avaliar o percurso a ser feito; Não movimentar a carga próximo aos trabalhadores; Amarração da carga
E se houver tombamento do veículo?	Movimentação do equipamento; Velocidade excessiva; Falha humana.	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Considerar inclinações do terreno para evitar tombamento; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Manter a velocidade de circulação dentro do limite máximo permitido; Calçar o veículo ao parar em rampa; Os equipamentos deverão ficar apoiados no solo e a chave sem contato; Limitar a velocidade de circulação da obra; Somente pessoas habilitadas podem operar o equipamento/Ao movimentar o veículo, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.

What If - concretagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se os equipamentos emitirem fumaça preta?	Estado dos equipamentos inadequado; Uso errado dos equipamentos	Alteração da qualidade do ar; Problemas de saúde, transtornos respiratórios	Realizar manutenção preventiva do veículo, conforme Plano de Manutenção de Máquinas e Equipamentos; Realizar treinamento específico de bom uso do veículo.
E se o trabalhador ou equipamento cair no interior de escavação?	Falta de sinalização; Velocidade excessiva	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	A área de escavação e terraplenagem deverá ser isolada e sinalizada; Não transitar com caminhões e máquinas próximo a escavações, terrenos irregulares que possam comprometer a estabilidade do equipamento; Em caso de escavações permanecerem abertas no período da noite e com atividades as mesmas deverão ter iluminação artificial ou sinalização elétrica; Os materiais retirados de escavação devem ser depositados a uma distância superior à metade da profundidade, medida a partir da borda da talude; Uso de EPI's adequados; Em caso de dia chuvoso as atividades deverão ser paralisadas caso o acesso as escavações seja complexo
E se o ruído dos equipamentos gerar problemas de saúde aos trabalhadores?	Exposição contínua ao ruído	Surdez, lesões	Inspeção periódica dos locais de trabalho; Utilize todos os EPIs obrigatórios; Elaborar e treinar os Trabalhadores; Orientar em DDSMS sobre o uso de protetores auditivos; Realizar manutenção preventiva, corretiva a cada 250h máquinas trabalhada conforme o sistema de manutenção da máquinas registro em OS para assegurar o correto funcionamento das máquinas , todos os operadores de máquinas deverão dispor de protetor auditivo tipo plug ou abafador de ruídos para máquinas com cabine aberta.
E se houver colisões entre equipamentos e veículos?	Falta de sinalização; Velocidade elevada; Habilidade dos Operadores e motoristas; Estado dos equipamentos	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	Os operadores deverá ter qualificação e ser habilitado com registro em carteira; Realizar diariamente check list dos equipamentos preenchido em formulário próprio; Os equipamentos só deverão ser operados se estiverem em perfeito estado de conservação; Limitar a velocidade de circulação da obra; Placas de advertência que indicam interseção posicionadas nos cruzamentos serão colocadas a uma distância de visibilidade mínima para a velocidade de 40 km/h; Caso não exista via preferencial todos os cruzamentos receberão placas de parada obrigatórias, o sinal de pare deve ser posicionado no ponto de parada do veículo ou o mais próximo possível dele. As escavações e frente de trabalho devem ter sinalização de advertência, inclusive noturna, e barreira de isolamento no perímetro; Se necessário manter sinaleiro no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo;

What If - concretagem			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se houver acidentes no período noturno?	Sinalização inadequada; Planejamento inadequado	Lesões fraturas, traumatismos, esmagamentos e inclusive morte	As atividades noturnas deverão ter iluminação artificial (refletores); Planejar atividades; As atividades só poderão ser iniciadas após a liberação da Permissão de Trabalho; Se necessário manter sinalizador no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo; Sinalização refletiva; Comunicar acesso a frente de trabalho ao encarregado e segurança do trabalho, manter distância de movimentação das máquinas e equipamentos, em caso de necessidade solicitar aos operadores paralisação; Não obstruir passagens de pedestres, escadas, rampas; Somente pessoas habilitadas podem operar o equipamento, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.
E se o trabalhador exceder as horas de trabalho?	Excesso de horas trabalhadas	Acidentes ou incidentes	Controle de horas conforme art. 66 CLT /realizar parada para repouso; Conscientização nos DDSMS
E se o concreto entra em contato com a pele do trabalhador?	Falta de proteção	Dermatoses; Abrasão	Uso de EPI's; Lavar o local com água
E se faltar iluminação no período noturno?	Iluminação inadequada; Planejamento inadequado	Lesões, fraturas, traumatismos, esmagamentos	As atividades noturnas deverão ter iluminação artificial (refletores); Planejar atividades. Não obstruir passagens de pedestres, escadas, rampas; As atividades só poderão ser iniciadas após a liberação da Permissão de Trabalho; Sinalização refletiva; Somente pessoas habilitadas podem operar o equipamento, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.
E se sofrer cortes ou ferimentos provocados pelo manuseio de barras de aço ou objetos pontiagudos?	Elementos pontiagudos sem proteção EPI não adequado	Cortes, lesão, traumatismos	Uso de EPI's adequado para atividade; Sinalização dos locais; Protetores na ponta da armação
E se acontecer acidentes por trabalhos sob condições meteorológicas adversas?	Meteorológicas; Falta de planejamento	Quedas de raios, deslizamentos	Parar atividades
E se o trabalhador sofrer desmaios?	Insolação; Desidratação; Fadiga	Lesões, traumatismos, esmagamentos Problemas de saúde, câncer de pele	Disponibilizar garrafa térmica com água fresca e potável, fardamento mangas longas, touca árabe, bloqueador solar fator 35; Disponibilizar ponto de apoio para repouso (áreas de vivência)/Orientações em DDSMS referente a importância da ingestão constante de água. Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência.

De acordo com a tabela 3 os principais riscos relacionados a atividade de concretagem são os seguintes:

- Insolação (devido a longa jornada da atividade);
- Trabalho noturno (devido a longa jornada da atividade);
- Colisão entre equipamentos.

Em função destes riscos, foi elaborada lista com o resumo das principais medidas mitigatórias a serem consideradas nas atividades de concretagem. São elas:

- Limitar a velocidade de trafego dos veículos;
- Sinalização e isolamento da base a ser concretada;
- Treinamentos e DDSMS;
- Avaliação do local de trabalho;
- Uso de EPI.

4.3.3 Obra Eletromecânica

Trata-se da execução da rede média tensão entre os aerogeradores e a subestação e a construção da subestação, são obras de alta tensão que inicialmente não se encontram energizadas, sem existir riscos elétricos (Figura 10). Abaixo algumas atividades:

- Ancoragens;
- Escavação para os postes;
- Cravação de postes;
- Lançamento de cabos;
- Montagens das torres de transmissão.



Figura 10 - Execução de uma torre da linha de transmissão

Fonte: Autora (2017)

Somente irá existir risco elétrico, após o comissionamento (testes a serem realizados para validar as instalações executadas) e energização do parque eólico.

A Tabela 4 mostra o *What If* aplicado à atividade de Obra **Eletromecânica**.

Tabela 4 - Análise What If nas atividades Eletromecânicas

Fonte: Autora (2017)

What If - eletromecânica			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador for picado por animais peçonhentos durante abertura do local do poste?	Falta de proteção; Existência de animais perigosos na área	Picada, Lesões e ferimentos	Equipamento de proteção (perneiras); Utilize todos os EPIs obrigatórios para a atividade. Utilização de apito, para situações de emergências; Elaborar e treinar os Trabalhadores no procedimento de remoção e armazenamento do material vegetal; Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência; Afugentamento de fauna
E se for atropelado? E se houver colisões?	Falta de sinalização; Falta de planejamento e logística; Manobras de marcha-à-ré e giro; Velocidade excessiva	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Proibir o transporte simultâneo de cargas e pessoas; Utilização da máquina por pessoal autorizado e qualificado; Limitar a velocidade de circulação da obra; Os equipamentos deverão estar dotados de alarme sonoro de ré; Considerar inclinações do terreno para evitar acidentes; Sinalização adequada, limitação de velocidade; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Colocar sinalizadores caso seja necessário para facilitar o trânsito em pontos com visibilidade reduzida; Proibir a permanência de pessoas na zona de trabalho da máquina; Não obstruir passagens de pedestres, escadas, rampas; Se necessário manter sinaleiro no local, devidamente treinado, com o uso obrigatório de colete refletivo;
E se o trabalhador sofrer desmaios?	Insolação; Desidratação; Fadiga	Lesões, traumatismos, esmagamentos Problemas de saúde, câncer de pele	Disponibilizar garrafa térmica com água fresca e potável, fardamento mangas longas, touca árabe, bloqueador solar fator 35; Disponibilizar ponto de apoio para repouso (áreas de vivência)/Orientações em DDSMS referente a importância da ingestão constante de água. Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência.
E se o trabalhador apresentar dores nas articulações?	Adoção de posturas inadequadas; Movimentos repetitivos; Ausência de intervalos para descanso	Problemas ergonômicos; Afastamento do local de trabalho; Lombalgias; Lesões por esforços repetitivos	Elaborar e treinar os Trabalhadores nos procedimentos de trabalho; Orientar em DDSMS sobre a realização de pausas para descanso; Análise dos locais de trabalho e dos equipes de trabalho

What If - eletromecânica			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador tropeçar durante a montagem do poste?	Obstáculos; Falta de sinalização, organização e limpeza; Área irregular	Torções e traumatismos; Lesões de membros; Detenção muscular	Organizar a área de trabalho de maneira que permita circulação de pessoas; Manter sempre atenção na área de trabalho; Uso do EPI's; Manter frente de trabalho limpa e organizada; Substituir sinalizações com problema; Recolher sobras de material ao término dos serviços; Sinalizar a área de marcação para evitar que pessoas tropecem ou danifiquem os trabalhos;
E se o trabalhador cair ao subir e descer do equipamento?	Falta de elementos de apoio; Desequilíbrios	Torções e traumatismos; Lesões	Assegurar que os equipamentos tenham elementos de segurança adequados (apoios); Inspeção dos veículos, limpeza dos mesmos; O operador deve limpar o barro aderido ao calçado; Proibir o transporte de pessoas nas máquinas (dar carona)
E se o trabalhador tiver muito contato com poeira durante as atividades?	Levantamento de poeira pelo transito de veículos	Irritação nos olhos; Problemas respiratórios	Conscientização nos DDSMS; Uso do EPI's, óculos de segurança da cor cinza, mascara descartável PFF2; Umectação dos acessos para evitar poeira;
E se equipamento pegar fogo?	Curto circuitos; Fumar durante abastecimento; Mal funcionamento do equipamento;	Queimaduras	É proibido fumar durante o abastecimento de combustível; Os equipamentos deverão ter revisão no início das atividades; Os equipamentos deverão ter revisões periódicas mensais; O equipamento deve ter extintor de incêndio; Manutenção de equipamentos fora das dependências da obra ou em local específico impermeável / separação dos resíduos em baias separadas e sinalizadas.
E se houver queda do material durante o içamento?	Movimentação do equipamento com material	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Movimentar com atenção; Respeitar o limite de carga do equipamento; Avaliar o percurso a ser feito; Não movimentar a carga próximo aos trabalhadores; Amarração da carga

What If - eletromecânica			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se a plataforma tombar durante o lançamento de cabos?	Movimentação do equipamento; Velocidade excessiva; Falha humana.	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Considerar inclinações do terreno para evitar tombamento; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Manter a velocidade de circulação dentro do limite máximo permitido; Calçar o veículo ao parar em rampa; Limitar a velocidade de circulação da obra; Os equipamentos deverão ficar apoiados no solo e a chave sem estar no contato; Somente pessoas habilitadas podem operar o equipamento /Ao movimentar o veículo, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.
E se os equipamentos emitirem fumaça preta?	Estado dos equipamentos inadequado; Uso errado dos equipamentos	Alteração da qualidade do ar; Problemas de saúde, transtornos respiratórios	Realizar manutenção preventiva do veículo, conforme Plano de Manutenção de Máquinas e Equipamentos; Realizar treinamento específico de bom uso do veículo.
E se o trabalhador exceder as horas de trabalho e gerar ou sofrer acidentes?	Excesso de horas trabalhadas	Acidentes ou incidentes	Controle de horas conforme art. 66 CLT /realizar parada para repouso; Conscientização nos DDSMS
E se acontecer acidentes motivados sob condições meteorológicas adversas?	Meteorológicas; Falta de planejamento	Quedas de raios, deslizamentos	Parar atividades
E se tiver alguma corrente elétrica durante os trabalhos de conexão das redes?	Ter algum ponto do circuito energizado ou em teste indevidamente	Eletrocuções, quedas, queimaduras e morte	Os trabalhos no parque eólico durante a implantação estão desenergizados, porém deve se atender as seguintes recomendações: Elaboração Permissão de Trabalho Desconexão Total das Fontes de Tensão Prever qualquer reconexão e verificar a falta de tensão Uso de EPI's Colocar aterramento em equipamentos e equipes de trabalho Proteger as áreas que possam ficar energizadas e sinalizar as mesmas
E se o colaborador cair no momento de lançamento de cabo?	Vento; Colisões	Lesões, cortes, traumatismo, esmagamentos e inclusive a morte	Uso de linha de vida; Cinto paraquedista; Treinamentos e uso de EPI's; Análise do local de trabalho

De acordo com a tabela 4 os principais riscos relacionados a atividade das obras eletromecânicas (Rede Média Tensão) são os seguintes:

- Possível corrente elétrica durante a conexão;
- Risco de a plataforma tombar durante o lançamento de cabos.

Em função destes riscos, é feita uma lista com o resumo das principais medidas mitigatórias a serem consideradas, são elas:

- Considerar inclinações do terreno para evitar tombamentos;
- Uso de linha de vida e outros equipamentos de proteção coletiva;
- Uso correto do EPI;
- Treinamentos e DDSMS.

4.3.4 Montagem das Torres

É uma das principais operações do ponto de vista preventivo e do planejamento da obra. A montagem do aerogerador é realizada com o apoio de guindastes de altas toneladas, que necessitam ser montados in situ com apoio de outros guindastes móveis. Para desenvolvimento desta atividade é necessário trabalho em altura. Alguns riscos associados a esta atividade:

- Queda em diferentes níveis;
- Queda de objetos;

A montagem do aerogerador é dividida em diferentes etapas, são elas:

- 1) Montagem dos tramos (Figura 11) – O guindaste faz o içamento das peças que podem chegar até 100 m de altura.



Figura 11 - Montagem do tramo final

Fonte: Autora (2017)

- 2) Montagem dos componentes do aerogerador: nacelle, rotor e pás (Figura 12 e 13).



Figura 12 - Montagem da nacelle

Fonte: Autora (2017)



Figura 13 - Montagem do rotor e pás

Fonte: Autora (2017)

No final das etapas, o aerogerador se encontra pronto para iniciar os trabalhos mecânicos e elétricos necessários para integrar os mesmos no sistema nacional de energia (Figura 14).



Figura 14 - Aerogerador pronto

Fonte: Autora (2017)

A Tabela 5 mostra o *What If* aplicado à atividade de **Montagem das torres**.

Tabela 5 - Análise What If nas atividades de montagem das torres

Fonte: Autora (2017)

What If – montagem das torres			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se os trabalhos de içado o vento gera instabilidades e/ou inclusive quedas de material?	Altura de vento elevada; Falta de planejamento	Quedas a diferente nível; Lesões, fraturas, esmagamentos e inclusive morte.	Plano de Içamentos para os guindastes (plano de rigging); Treinamentos; Habilitação específica para operadores de guindaste de grande tamanho; Conscientização nos DDSMS; Controle do status dos equipamentos, manutenção preventiva e corretiva; Reuniões de coordenação e planejamento
E se o colaborador cair de diferente níveis durante a montagem?	Perda da consciência; Tropeçar com algum obstáculo; Choque com outras pessoas, materiais ou equipamentos.	Fraturas, contusões, traumatismos, esmagamentos e morte	Apoios, telas ou outros resguardos; Matérias devem ser rígidos para suporte do peso do colaborador; Sapatos anti derrapantes, limpeza do local do trabalho; EPI's específicos para trabalhos em altura; Linha de vida; Isolamento da área de trabalho
E se o trabalhador sofrer desmaios?	Insolação; Desidratação; Fadiga	Lesões, traumatismos, esmagamentos Problemas de saúde, câncer de pele	Disponibilizar garrafa térmica com água fresca e potável, fardamento mangas longas, touca árabe, bloqueador solar fator 35; Disponibilizar ponto de apoio para repouso (áreas de vivência)/Orientações em DDSMS referente a importância da ingestão constante de água. Elaborar e divulgar o Plano de Atendimento de Emergência.
E se houver queda do material durante o içamento?	Ruptura de material; Mal uso de ferramentas; Desgaste por uso; Estocagem inadequada de materiais	Impacto com o terreno e com trabalhadores; Projeção de material pelo impacto	Movimentar com atenção; Respeitar o limite de carga do equipamento; Avaliar o percurso a ser feito; Espaços de trabalho livre e se não for possível uso de redes e sinalização; Materiais de içado devem ter resistência adequada e estar em bom estado de uso; Não movimentar a carga próximo aos trabalhadores; Amarração da carga
E se existe projeção de fragmentos e partículas?	Uso inadequado das ferramentas; Não seguir as normas de segurança	Impacto das partículas com colaboradores	Uso de telas de isolamento; Proteções contra projeções; Uso de EPI's (proteção ocular, luvas de proteção, etc.)

What If – montagem das torres			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador apresentar dores nas articulações?	Adoção de posturas inadequadas; Movimentos repetitivos; Ausência de intervalos para descanso	Problemas ergonômicos; Afastamento do local de trabalho; Lombalgias; Lesões por esforços repetitivos	Elaborar e treinar os Trabalhadores nos procedimentos de trabalho; Orientar em DDSMS sobre a realização de pausas para descanso; Análise dos locais de trabalho e dos equipes de trabalho; Evitar movimentos repetitivos continuados; Uso de ferramentas leves e com bom apoio; EPI que ajudem as atividades manuais e não impedem movimentos de corpo e obriguem a uma posição inadequada.
E se o trabalhador tropeçar durante a montagem?	Obstáculos; Não ter espaço necessário para trabalhar com segurança; falta de iluminação	Torções e traumatismos; Lesões de membros; Detenção muscular	Organizar a área de trabalho de maneira que permita circulação de pessoas e ter espaço suficiente para realizar o trabalho de forma segura; Manter sempre atenção na área de trabalho; Uso do EPI's; Manter frente de trabalho limpa e organizada; Equipamentos no lugar de trabalho organizados; Recolher sobras de material ao término dos serviços; Sinalizar a área de marcação para evitar que pessoas tropecem ou danifiquem os trabalhos; Superfícies de trabalho terão iluminação adequada
E se o trabalhador ficar preso entre objetos?	Perda de atenção; Não dispor de espaço suficiente para o trabalho; Falta de sinalização; Falta de informação e formação; Nível de iluminação inadequada	Asfixia, amputações, ferimentos e inclusive a morte	Elementos moveis devem ter isolamento de fabrica ou ter proteção mecânica e dispositivos de segurança; Operações de manutenção devem se realizar durante a parada dos equipamentos e com as partes totalmente protegidas caso contrário; Equipamentos devem ter dispositivos que garantam segurança; Colocar resguardos que permitam acesso a locais perigosos; Elementos moveis devem estar fechados; Base de apoio deve ser estável; Nível de iluminação adequado; Uso de médios auxiliares na manipulação de objetos caso ser preciso
E se o trabalhador sofrer esforços repetitivos?	Falta de tempo; Excesso de tarefas; Falta de informação	Problemas musculares; Patologias nos ossos (hérnias, fraturas, quebras)	Sempre que manipular cargas, fazer o uso de equipamentos mecânicos atendendo aos requisitos de segurança de cada um Em caso de manipulação manual manter os pés separados e firmemente apoiados, dobrar os joelhos e levantar com a costa reta, não girar o corpo durante o transporte; Uso de EPI's

What If – montagem das torres			
O que aconteceria se:	Causas:	Consequências:	Recomendação
E se o trabalhador sofre eletrocussão por contato direto ou indireto?	Mal estado das baterias; curtos-circuitos; Sobrecargas; Fenômenos eletrostáticos ou quedas causadas por choques	Eletrocuções, quedas, queimaduras e inclusive a morte	Verificar ausência de corrente; Nunca manipular equipamentos elétricos com as mãos molhadas, em ambiente húmido e molhado; Uso EPI's; Desligar adequadamente equipes e energia conforme planejado para os trabalhos; Uso de terra e proteção, deverá se verificar periodicamente; Avaliar pontos quentes anormais, verificar e urgentemente corrigir; Não realizar trabalhos elétricos sem estar capacitado e treinado. Instalação e acesso será realizado por pessoal autorizado devidamente equipado.
E se o trabalhador cair ao subir e descer do equipamento?	Falta de elementos de apoio; Desequilíbrios	Torções e traumatismos; Lesões	Assegurar que os equipamentos tenham elementos de segurança adequados (apoios); Inspeção dos veículos, limpeza dos mesmos; O operador deve limpar o barro aderido ao calçado; Proibir o transporte de pessoas nas máquinas (dar carona)
E se o guindaste tombar durante o içamento?	Movimentação do equipamento; Velocidade excessiva; Falha humana.	Lesões, cortes, fraturas, traumatismos, esmagamentos e morte	Considerar inclinações do terreno para evitar tombamento; Manter distância de segurança da movimentação de máquinas e equipamentos; Manter a velocidade de circulação dentro do limite máximo permitido; Calçar o veículo ao parar em rampa; Limitar a velocidade de circulação da obra; Os equipamentos deverão ficar apoiados no solo e a chave sem contato; Só deve operar o equipamento pessoa habilitada/Ao movimentar o veículo, o operador deve certificar-se que a área está livre para execução da atividade/Na execução de uma ré sempre acionar o alarme sonoro.
E se parte das máquinas pegar fogo?	Curto circuitos; Problemas elétricos; Mal funcionamento do equipamento;	Queimaduras	Os equipamentos deverão ter revisão no início das atividades; Os equipamentos deverão ter revisões periódicas mensais; O equipamento deve ter extintor de incêndio; Manutenção de equipamentos fora das dependências da obra ou em local específico impermeável / separação dos resíduos em baias separadas e sinalizadas.
E se o trabalhador exceder as horas de trabalho e gerar acidentes?	Excesso de horas trabalhadas	Acidentes ou incidentes	Controle de horas conforme art. 66 CLT /realizar parada para repouso; Conscientização nos DDSMS
E se acontecer acidentes sob condições meteorológicas adversas?	Meteorológicas; Falta de planejamento	Quedas de raios, deslizamentos	Parar atividades

De acordo com a tabela 5 os principais riscos relacionados a atividade de montagem das torres são as seguintes:

- Trabalho em altura;
- Ficar preso entre objetos;
- Trabalho em áreas confinadas;
- Queda de material durante içamento

Em função destes riscos, é feita uma lista com o resumo das principais medidas mitigatórias a serem consideradas nas atividades, são elas:

- Análise rigoroso do local e plano de rigging;
- Uso de EPI e outros equipamentos de proteção coletiva;
- Treinamentos e DDSMS.

4.4 ANÁLISE DO MÉTODO

Os principais riscos identificados por atividade foram:

1) **Terraplanagem:**

- Tombamento;
- Atropelamento;
- Colisão;
- Soterramento de pessoal e equipamento por desmoronamento de materiais.

2) **Concretagem:**

- Movimentação de máquinas (transporte do aço, aplicação da forma);
- Queda em diferentes níveis;
- Torções;
- Desmaios e tonturas (devido a esta atividade durar em média 12 horas).

3) **Obra eletromecânica:**

- Ancoragens;
- Escavação para os postes;
- Cravação de postes;
- Lançamento de cabos;
- Montagens das torres de transmissão.

4) **Montagem das torres:**

- Queda em diferentes níveis;
- Queda de objetos;
- Trabalho em altura;
- Ficar preso entre objetos;
- Trabalho em áreas confinadas;

O What If é uma ferramenta que, se utilizada com o devido conhecimento, treinamento e especialização do profissional se consegue realizar um gerenciamento dos principais riscos de forma econômica e eficaz.

Em função destes riscos, é feita uma lista com o resumo das principais medidas mitigatórias a serem consideradas nas atividades, são elas:

- Limitar a velocidade de tráfego dos veículos;

- Sinalização da área de trabalho e cruzamento;
- Considerar inclinações do terreno para evitar tombamentos;
- Uso de linha de vida e outros equipamentos de proteção coletiva;
- Análise rigoroso do local e plano de rigging;
- Treinamentos e DDSMS;
- Avaliação do local de trabalho;
- Uso de EPI.

O método What If permite priorizar as atividades preventivas e tomar medidas adequadas para correta gestão dos riscos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões observadas na realização deste estudo e sugestões de temas que podem ser desenvolvidos em trabalhos futuros.

5.1 CONCLUSÃO

Com a aplicação da ferramenta *What If* nas quatro atividades da construção do parque eólico consideradas com maior potencial de geração de acidentes, foi possível observar a importância dessa metodologia na prevenção e minimização dos acidentes de trabalho.

Por meio deste trabalho, foram identificados os principais riscos aos quais os trabalhadores das atividades de terraplenagem, concretagem, obras eletromecânicas e montagem das torres estão expostos.

Com a análise foi possível identificar os riscos nas atividades e verificar quais são as possíveis causas, além de propiciar a identificação de ações que podem ser tomadas para minimizar esses riscos. Observou-se, com isso, que medidas simples como a sinalização adequada da obra pode prevenir muitos riscos. Além disso, observou-se também que a realização de treinamentos é fundamental em todas as atividades e que o uso de EPIs é igualmente importante. De posse dessas informações, portanto, pode-se com essas ações prevenir e minimizar os riscos apresentados e, assim, minimizar o número de acidentes de trabalho na obra.

Por fim, conclui-se que a aplicação da ferramenta *What If* refere-se a uma ferramenta para melhoria de gestão dos riscos da obra. A mesma necessita do conhecimento das atividades e procedimentos pelo profissional que irá implantá-la. Esta ferramenta corretamente aplicada permite uma melhoria na gestão e prioriza os principais riscos da obra, permitindo economizar tempo e recursos na prevenção dos riscos na construção civil.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Mediante aos resultados obtidos, sugere-se a realização de estudos envolvendo:

- i. A alta direção em assuntos relacionados SMS;
- ii. Os profissionais a identificar nos fluxogramas os perigos presentes nas instalações;
- iii. A implantação de diferentes ações de melhoria complementares que permitam obter um nível de segurança aceitável.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (BRASIL). Atlas De Energia Elétrica Do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica. 3. ed. Brasília, ANEEL, 2008.
- ALBERTON, A. **Uma metodologia para auxiliar no gerenciamento de riscos e na seleção de alternativas de investimentos em segurança**. 1996. 193 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Disponível em: <<http://www.portalabeeolica.org.br>> Acesso em: 09 de out. de 2017.
- BARROS, S.S. **Análise de Riscos**. Curitiba: Etec, 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-18 – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção**. Manual de Legislação Atlas, São Paulo: Atlas, 78ª Edição, 2017.
- BRASILIANO, A. C. R. **Gestão e Análise de Riscos Corporativos**. São Paulo: Sicurezza, 2009.
- CASA DOS VENTOS. Disponível em: <<http://casadosventos.com.br/pt/energia-dos-ventos/energia-eolica>> Acesso em: 07 de out. de 2017.
- CENÁRIOS ENERGIA EÓLICA ANUÁRIO. Rio de Janeiro: Brasil Energia LTDA 2014/2015.
- CEPEL. Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, 2001. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=1>>. Acesso em: 10 out. 2017.
- DE CICCIO, F.; FANTAZZINI, M.L. **Tecnologias Consagradas de Gestão de Riscos**. São Paulo: Risk Tecnologia, 2003.
- DUTRA, R. M. **Energia eólica: Princípios e tecnologia**. Rio de Janeiro: Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sergio de Salvo Britto. 2008.
- EU-OSHA (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho), «Occupational safety and health in the wind energy sector», relatório do Observatório Europeu dos Riscos (da EU- OSHA), 2013a. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/occupational-safety-and-health-in-the-wind-energy-sector> Acesso em: 14 de out. de 2017.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5ª edição. São Paulo: Atlas, 1999.
- GWEC. Global Wind Statistics 2011. Global Wind Energy Council, 2012. Disponível em: <http://www.gwec.net/fileadmin/images/News/Press/GWEC_Global_Wind_Statistics_2011.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.
- IPCC. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, 2011. Disponível em: <http://www.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Full_Report.pdf>. Acesso em: 12 out. 2017.
- KLEMMANN, L. **Riscos em Atividades de uma Obra Rodoviária – Análise em Obra de Mobilidade Urbana na Região Metropolitana de Curitiba**. 2014. 52f. Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança de Trabalho - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

LLERA SASTRESA, E. et al. **Local Impact of renewables on employment: Assessment methodology and case study.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, v.14, n.2, fev. 2010.

LÓPEZ, M. V. **Ingeniería de la energía eólica.** Barcelona: Marcombo, 2012.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia científica.** São Paulo: Atlas, 2007.

MARTINS, S. P. **Direito do trabalho.** 15. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MORAES, G. A. **Sistema de Gestão de Segurança e Saúde Ocupacional – OHSAS 18.001** comentada. Brasil, RJ. 2006. Gerenciamento Verde Editora e Livraria Virtual.

MOREIRA, H; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador.** Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

NAVALES, A. P. T; MARTINEZ, E. T. **Energía eólica.** 2. Ed. Zaragoza: Prensas Universitarias de Zaragoza, 2011

NUNES, F.O. **Segurança e Higiene do Trabalho – Manual Técnico,** 1ª edição, Editora Método.2006.

OHSAS. **OHSAS 18001:2007.** Occupational Health and Safety management systems. Requirements. OHSAS, 2007.

RICARDO, E.; CATALANI, G. **Manual Prático de Escavação.** Terraplanagem e Escavação de Rocha. 3ª edição. 2007.

ROCHA, C. A.; SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. **Avaliação da aplicação da NR-18 em canteiros de obras.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/arquivos/E0013_00.pdf>. Acesso em 12 de Outubro de 2017.

SILVA, L. C. et al. **Implantação de parques eólicos no Brasil.** Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_222_27524.pdf>. Acesso em 02 de Novembro de 2017.

SOBRINHO, A. D. O. **A Importância da Inclusão de Fatores Humanos na Análise de Riscos em plantas Industriais.** 2013. 98 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SOUZA, E. A. **O Treinamento Industrial e a Gerência de Riscos – Uma Proposta de Instrução Programada.** 1995. 110 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.