

GUSTAVO MONTEIRO REDONDO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA SEGURANÇA  
DO TRABALHO EM UMA UNIDADE DE CONSTRUÇÃO CIVIL PESADA

São Paulo

2013

GUSTAVO MONTEIRO REDONDO

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SEIS SIGMA PARA SEGURANÇA  
DO TRABALHO EM UMA UNIDADE DE CONSTRUÇÃO CIVIL PESADA

Monografia apresentada à Escola Politécnica da  
Universidade de São Paulo para obtenção do  
título de Engenheiro de Segurança do Trabalho

São Paulo  
2013

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Redondo, Gustavo Monteiro**

**Aplicação da metodologia Seis Sigma para segurança do trabalho em uma unidade de construção civil pesada / G.M. Redondo. -- São Paulo, 2013.**

**p. 74**

**Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1. Segurança do trabalho 2. Seis Sigma 3. Construção civil 4. Construção pesada I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II. t.**

## **AGRADECIMENTOS**

À empresa que permitiu o desenvolvimento do projeto e principalmente a oportunidade de aprendizado, a toda equipe do projeto seis sigma que trabalhou duro.

Agradeço também aos amigos da turma EAD de 2011 pela parceria durante os dois anos do curso e ao PECE pela oportunidade de apresentar este projeto de grande relevância para a segurança do trabalho.

Finalmente e mais importante agradeço a meus familiares, minha namorada e todos que estiveram ao meu lado durante estes dois anos, pois sem eles nada disso seria possível, obrigado.

## RESUMO

A cada dia os acidentes se tornam mais inadmissíveis no ambiente de trabalho, bem como os seus prejuízos para as empresas, governo e principalmente para os trabalhadores e suas famílias. Este trabalho foca na aplicação da metodologia seis sigma na segurança do trabalho de uma empresa multinacional do segmento da construção civil pesada, com mais de 60 anos e mais de 10 mil funcionários. Esta demanda surgiu devido às altas taxas de segurança do trabalho decorrente dos acidentes fatais e com graves consequências nas obras. Preocupada com a integridade de seus funcionários, a alta direção definiu a segurança do trabalho como parte integrante do processo produtivo da empresa. Sendo assim, o seis sigma, pela sua confiabilidade de informações e robustez, foi escolhido como metodologia. O estudo desenvolvido tem como objetivo identificar as causas fundamentais e propor um plano de ação para que, aplicado, reduza a variação dos processos que por consequência acarretam acidentes do trabalho. Para isso, foi necessário desenvolver um diagnóstico da segurança do trabalho, aplicar o seis sigma e ferramentas da qualidade para identificar as causas fundamentais e consequentemente definir o plano de ações de correção e corretivas da forma mais assertiva possível. A metodologia estatística utilizada para suportar este projeto foi o seis sigma e o ciclo DMAIC (D – Definir os objetivos da atividade de melhoria, M – Medir o sistema existente, A – Analisar o sistema para identificar maneiras de eliminar a variação do processo, I – Implementar as melhorias no sistema e C – Controlar o novo sistema). A equipe do projeto definiu com dados estatísticos históricos, o escopo e foco de atuação, os processos críticos, indicadores que impactam a segurança do trabalho, o engajamento e as percepções das partes interessadas com o tema, correlações de variáveis de causa e efeito, dentre outras diversas informações importantes, descritas detalhadamente ao longo do projeto.

Palavras-chave: Construção civil pesada. Segurança do Trabalho. Metodologia Seis Sigma.

## **ABSTRACT**

Each day accidents become more unacceptable in the workplace, as well as its losses for businesses, government and especially for workers and their families. This paper focuses on the application of six sigma methodology in a study of safety for a multinational infrastructure company with over 60 years and more than 10.000 employees. The demand has arisen due to the high indexes of occurrence of fatal accidents and serious injuries in the work environment. Concerned about the integrity of its employees, the senior executives have decided that safety is part of the company's production process. The six sigma methodology has been chosen for its reliability of information and strength. The target of this project was to identify the mainly causes and to suggest an action plan to reduce the failures of processes that resulted in workplace accidents. It was necessary to develop a diagnosis of occupational safety, implement a methodology and use of appropriate quality tools to identify the root causes and then set the correction action plan and corrective actions in the most assertive possible way. The statistical methodology used to support this project was the seis sigma and DMAIC cycle (D - Define the goals of the improvement activity, M - Measure the existing system, A - Analyze the system to identify ways to eliminate process variation, I - implement the system enhancements and C - Control the new system). The project team has used historical statistics to define the scope and focus of performance, critical processes, related index to the occupational safety, stakeholders' perceptions and engagement, correlations of variables of cause and effect, among several other important information, described in detail throughout the project.

Keywords: Heavy Construction. Safety. Seis Sigma methodology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O princípio de Pareto ilustrado.....	19
Figura 2 - Gráfico de Pareto.....	20
Figura 3 - Curva de distribuição normal ilustrando a diferença entre processos 3σ e 6σ.....	21
Figura 4 - Guia de interpretação de diagramas de dispersão.....	25
Figura 5 - “Grandes números em mais de 60 anos de história” .....	28
Figura 6 - Equipe do projeto - Etapa <i>Define</i> .....	30
Figura 7 - Processo de definição de escopo - Etapa <i>Define</i> .....	31
Figura 8 - Mapeamento do processo principal - Etapa <i>Define</i> .....	33
Figura 9 - Modelo de plano de ação - Etapa <i>Improve</i> .....	42
Figura 10 - Gráfico de segmentos críticos - Etapa <i>Define</i> .....	44
Figura 11 - Gráfico de tempo de contrato - Etapa <i>Define</i> .....	44
Figura 12 - Cenário janeiro de 2008 à junho 2012 - Etapa <i>Analyse</i> .....	50
Figura 13 - Gráfico de correlação acidentes x IGSGI - Etapa <i>Analyse</i> .....	52
Figura 14 - Gráfico de estratificação por tipo de acidente - Etapa <i>Analyse</i> .....	53
Figura 15 - Gráfico de estratificação de causas dos acidentes - Etapa <i>Analyse</i> .....	54
Figura 16 - Gráfico de estratificação do tipo de funcionário acidentado – Etapa <i>Analyse</i> .....	55
Figura 17 - Gráfico de estratificação do cargo do funcionário acidentado – Etapa <i>Analyse</i> .....	55
Figura 18 - Gráfico de estratificação da parte do corpo atingida do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	56
Figura 19 - Gráfico de estratificação do período de ocorrência de acidentes - Etapa <i>Analyse</i> .....	57
Figura 20 - Gráfico de estratificação do desvio de função do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	58
Figura 21 - Gráfico de estratificação do estado civil do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	58
Figura 22 - Gráfico de estratificação de filhos do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	59

Figura 23 - Gráfico de estratificação da idade do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	59
Figura 24 - Gráfico de estratificação do tempo de obra do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	60
Figura 25 - Gráfico de estratificação da atividade exercida durante o acidente - Etapa <i>Analyse</i> .....	60
Figura 26 - Gráfico de estratificação da escolaridade do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	61
Figura 27 - Gráfico de estratificação do nível do cargo do funcionário acidentado - Etapa <i>Analyse</i> .....	61
Figura 28 - Gráfico de estratificação do dia da semana do acidente do trabalho - Etapa <i>Analyse</i> .....	62
Figura 29 - Gráfico de estratificação de parte do corpo atingida - Etapa <i>Analyse</i> .....	62
Figura 30 - Gráfico de estratificação da função do acidentado - Etapa <i>Analyse</i>	63



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplo de tabela de defeitos e prejuízos.....	20
Tabela 2 – Dados dos acidentes – Etapa <i>Define</i> .....	32
Tabela 3 - Checklist – Etapa <i>Define</i> .....	34
Tabela 4 - Levantamento de itens mensuráveis - Etapa <i>Define</i> .....	36
Tabela 5 - Cronograma – Etapa <i>Define</i> .....	36
Tabela 6 - Levantamento de Indicadores - Etapa <i>Measure</i> .....	38
Tabela 7 - Levantamento de informações dos acidentes fatais e com graves consequências - Etapa <i>Measure</i> .....	39
Tabela 8 - Levantamento de informações das obras em que ocorreram os acidentes fatais e com graves consequências - Etapa <i>Measure</i> .....	40
Tabela 9 - SIPOC - Etapa <i>Define</i> .....	46
Tabela 10 - Consolidação do checklist - Etapa <i>Define</i> .....	47
Tabela 11 - Mensuração dos impactos (global) - Etapa <i>Define</i> .....	49
Tabela 12 - Análise dos indicadores - Causas fundamentais - Etapa <i>Analyse</i> .....	53
Tabela 13 - Análise dos acidentes - Causas fundamentais - Etapa <i>Analyse</i> .....	56
Tabela 14 - Causas fundamentais específicas da unidade - Etapa <i>Analyse</i> .....	63
Tabela 15 - Análise de Indicadores Globais - Causas fundamentais e ações - Etapa <i>Improve</i> .....	64
Tabela 16 - Análise de Acidentes Globais - Causas fundamentais e ações - Etapa <i>Improve</i> .....	65
Tabela 17 - Causas fundamentais e ações em relação aos acidentes da unidade – Etapa <i>Improve</i> .....	66
Tabela 18 - Plano de ação específico unidade piloto - Etapa <i>Improve</i> .....	67

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
1.1. OBJETIVOS	13
1.2. JUSTIFICATIVA	13
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b>	<b>16</b>
2.1. A CONTRUÇÃO CIVIL PESADA	16
2.2. INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DE ACIDENTES	17
2.3. A METODOLOGIA SEIS SIGMA	20
2.4. ANÁLISE DE REGRESSÃO E CORRELAÇÃO	24
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>27</b>
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA	27
3.1.1. História da Empresa	27
3.2. MÉTODO DO TRABALHO	28
3.3. <i>DEFINE</i> (DEFINIR)	29
3.3.1. Constatação, identificação e seleção do problema de potenciais problemas	29
3.3.2. Formação da equipe de trabalho	30
3.3.3. Definição do escopo e mapeamento do processo vinculado ao problema	31
3.3.4. Levantamento da “voz do cliente” acerca do problema e identificação das características críticas	33
3.3.5. Definir o problema e estabelecimento dos objetivos e metas	35
3.3.6. Mensurar os custos médios de acidentes do trabalho	35
3.3.7. Estabelecimento de cronograma inicial dos trabalhos	36
3.4. <i>MEASURE</i> (MEDIR)	37
3.4.1. Levantamento, organização das variáveis e indicadores da empresa e da unidade em estudo que impactam diretamente o problema identificado	37
3.5. <i>ANALYSE</i> (ANALISAR)	41
3.6. <i>IMPROVE</i> (MELHORAR)	41
3.7. <i>CONTROL</i> (CONTROLAR)	42
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>43</b>
4.1. <i>DEFINE</i> (DEFINIR)	43

4.1.1.	Definição de escopo, restrição e mapeamento do processo vinculado ao problema. ....	43
4.1.2.	Levantamento da “voz do cliente” acerca do problema e identificação das características críticas. ....	47
4.1.3.	Mensurar os custos médios de acidentes do trabalho .....	48
4.2.	<i>MEASURE</i> (MEDIR).....	50
4.3.	<i>ANALYSE</i> (ANALISAR).....	50
4.3.1.	Analisar indicadores e acidentes globais, identificar causas fundamentais para o problema no âmbito global, para todas as unidades da empresa 51	
4.3.2.	Analisar indicadores e acidentes da unidade, identificar causas fundamentais para o problema no âmbito local, para a unidade de edificação/ arena esportiva foco deste estudo .....	56
4.4.	<i>IMPROVE</i> (MELHORAR) .....	63
4.4.1.	Planos de ação com foco nos problemas de forma global para serem desenvolvidos por todas as unidades da empresa .....	64
4.5.	<i>CONTROL</i> (CONTROLAR).....	68
4.6.	<i>DISCUSSÕES</i> .....	69
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>71</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>72</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Não é de hoje que as empresas buscam incansavelmente reduzir seus custos, aumentar a sua eficiência, produtividade, rentabilidade e satisfazer seus clientes. Para a segurança do trabalho o objetivo também não é diferente, basicamente se busca atender todas as demandas de mercado, assegurar a segurança dos trabalhadores na execução das atividades, mitigar os riscos de acidentes, promover a saúde e satisfação dos trabalhadores (OLIVEIRA & ALMEIDA, 2010). A partir desta afirmação podemos considerar a segurança do trabalho como parte integrante do processo produtivo de qualquer empresa.

O seis sigma é uma ferramenta eficaz que possui uma metodologia estruturada com o foco na redução de erros em processos e satisfação das partes interessadas, logo considerando a segurança do trabalho como um processo. A metodologia foca na redução expressiva dos erros e variações do processo que podem acarretar um acidente do trabalho (PYZDEK & KELLER, 2011).

A metodologia seis sigma surgiu na década de 80 na Motorola, que confrontada com uma forte perda de competitividade de seus produtos para os concorrentes, decidiu levar a questão da qualidade a sério.

Já em 1996, a General Eletric (GE) aceitou o desafio de trabalhar para atingir o nível 6 sigma em todos os seus processos, desde os projetos de fabricação até os serviços. Temos o caso da GE como o mais famoso e bem sucedido quando falamos de seis sigma, e isso se deve em grande parte ao apoio do CEO na época, Jack Welch.

A metodologia seis sigma redefine a qualidade como uma forma de agregar valor aos processos, a partir de esforços produtivos e visando objetivos estratégicos. Cada ocasião em que ocorre um erro são despendidos custos e tempo até que o erro seja reparado, isto significa que quando se tem um processo quase sem defeitos ou erros, custos e tempo são economizados.

## 1.1. OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são, a partir da metodologia seis sigma DMAIC, desenvolver um estudo em uma empresa de construção civil pesada e em uma unidade do segmento de edificação/ arena esportiva:

- Analisar os indicadores e acidentes do trabalho da empresa como um todo;
- Identificar as causas fundamentais estatisticamente com probabilidades de certezas;
- Definir plano de ações de correção e corretivas para solução do problema (acidente do trabalho) identificado, por meio da metodologia e de algumas ferramentas da qualidade.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

Segundo o documento “Tendências Mundiais e Desafio da Saúde e Segurança Ocupacionais” de setembro de 2011 da Organização Internacional do Trabalho – OIT demonstram um aumento no número de acidentes do trabalho de 2,31 para 2,34 milhões no período de 2003 e 2008, ou seja uma média de 6,3 acidentes fatais e com graves consequências diariamente.

Avaliações da OIT indicam ainda que 4% do PIB médio mundial são gastos com acidentes do trabalho e doenças ocupacionais, valor referente a absenteísmo, tratamento médico e benefícios previdenciários. Se assim avaliarmos os custos de uma empresa, no caso da construção civil, não são diferentes quando se busca a excelência na segurança do trabalho (FONSECA & LIMA, 2007).

Dessa forma, os custos com a má gestão de segurança do trabalho nas empresas tendem a aumentar dia após dia, quando consideramos:

- Dias perdidos pelo funcionário acidentado que fica afastado de sua atividade sendo pago pela empresa;

- Homem hora da equipe, disponibilizada para investigação do acidente, além da paralisação de setores ou de toda a unidade;
- Aumento do valor do fator acidentário previdenciário – FAP;
- Despesas médicas, jurídicas, danos à imagem, perda de produtividade, desmotivação da equipe, impacto social/ familiar, entre outros.

Além do custo propriamente dito, motiva o desenvolvimento do projeto o frequente descaso com a segurança do trabalho e consequentemente com a vida dos trabalhadores em grandes empresas, muitas vezes a área de segurança do trabalho é entendida como: um “mal necessário”, uma área burocrática que apenas desenvolve documentos, um custo extra que não gera retorno, não estratégica e desalinhada as demandas da empresa e de seus clientes, esquecida pela alta direção. Vale lembrar que toda empresa tem como principal ativo pessoas, logo a vida e o bem estar no trabalho devem ser sempre preservadas.

Esta monografia se justifica primeiramente pela insatisfação da alta direção com a situação da segurança do trabalho, assim foi definido que haveria em 2012 uma atuação efetiva na área de segurança do trabalho, para isso foi proposto o desenvolvimento de um projeto estratégico que analisasse todo o cenário da segurança do trabalho na empresa, indicadores, acidentes ocorridos e etc. Para suportar o projeto foi escolhida a metodologia seis sigma, por se tratar de uma metodologia robusta, sólida, comprovadamente eficaz para direcionar, embasar e organizar cada uma das etapas, justificando estatisticamente todas as ações definidas no projeto.

Conforme Moreira (2007) o segmento da Construção Civil é um setor de grande relevância para o Brasil, enquanto geradora de qualidade de vida para a população, devendo prover soluções para os problemas urbanos de infra-estrutura, meio ambiente, habitação e competitividade para o país. Apesar de sua importância, a evolução tecnológica deste setor é reconhecidamente lenta, quando comparada com outros setores industriais.

Dessa forma, o desenvolvimento de um projeto seis sigma em segurança do trabalho com o apoio da alta direção, gera importância, reconhecimento, respeito,

grandes responsabilidades, alinhamento da área a estratégia de crescimento da empresa e ainda a geração de novas soluções e inovações tecnológicas.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. A CONTRUÇÃO CIVIL PESADA

O Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDES e o Governo Federal definem o segmento da construção civil pesada como sendo o setor que reúne atividades relacionadas à infraestrutura como rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, hidrovias, transmissões de energia, elétrica, produção, exploração, transporte de petróleo, gás natural e combustíveis renováveis, infraestrutura social e urbana, saneamento, habitação, metrô e trens urbanos.

É incontestável a importância da construção civil na economia brasileira, podemos comprovar com a participação do segmento no Produto Interno Bruto – PIB, conforme dados do IBGE que demonstram o crescimento de 2,7% em 2011 e pelo crescente aquecimento do setor devido às necessidades em infraestrutura que o país enfrenta para manter seu crescimento e sua competitividade.

No entanto toda a importância do segmento contrasta com um cenário nacional histórico de elevadas taxas de acidentes (SANTANA & OLIVEIRA, 2004; ARAUJO, 1998). Acidentes do trabalho que no setor são frequentemente associados a empregadores negligentes que expõem seus funcionários à condições inseguras de trabalho e trabalhadores displicentes que cometem atos inseguros. No entanto sabe-se que as causas não correspondem a este tipo de associação, envolvem questões mais específicas e complexas como as condições ambientais, os aspectos psicológicos dos funcionários, fatores humanos, econômicos, sociais, entre outras a falta de desenvolvimento de soluções e inovações tecnológicas na área de segurança do trabalho (MEDEIROS & RODRIGUES, 2002).

Inovação tecnológica é um ponto bastante lembrado por diversos autores, pois ainda é discreta a utilização de novas tecnologias para automação de processos na construção civil pesada, o que mantém grande parte dos processos inteiramente



dependentes do trabalho manual, e assim os riscos permanecem nas atividades (FONSECA & LIMA, 2007).

Conclui Stoeckicht (2012) que em sua maioria as empresas de construção civil adotam algumas técnicas gerenciais ultrapassadas, com pouca preocupação com as vantagens que poderiam obter através da modernização de seus processos, sejam eles visando competitividade, sustentabilidade, segurança do trabalho, entre outros.

Complementa Fonseca & Lima (2007) que o desenvolvimento tecnológico voltado para beneficiar a segurança do trabalho dificilmente obtém êxito, pois é comum a atuação reativa, pós acidentes, com pouca atuação preventiva e sistêmica do problema, além do que é constante a definição de causas e ações superficiais que indicam a “falha humana”, menosprezando as demais variáveis do acidente.

## 2.2. INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DE ACIDENTES

Segundo Lapa & Goes (2011) a curiosidade natural do homem é o faz querer buscar respostas para todas as suas dúvidas. Estas perguntas são as responsáveis por alavancar descobertas inimagináveis e consequentemente o desenvolvimento da humanidade. Na segurança do trabalho funciona da mesma maneira, principalmente quando falamos de investigação de acidentes. A compreensão de tudo que tem potencial para desencadear um acidente é um passo relevante para evitar a ocorrência deste, precisamos compreender para evitá-los.

Uma série de metodologias são utilizadas para investigação de acidentes, cada uma com as suas características específicas, no entanto, independente da metodologia de investigação, o foco é a identificação do que ocorreu e o que pode ser feito para evitar a recorrência, ou seja, seja qual for o método adotado o produto é a identificação das causas fundamentais e definição de um plano de ação para tratativa e acompanhamento e consequentemente a melhoria contínua.

Ferramentas da qualidade auxiliam a estabelecer melhorias, a entender e organizar processos. As ferramentas básicas da qualidade são: listas de verificação, diagrama

de Pareto, diagrama de causa e efeito, histograma, diagrama de dispersão, fluxograma, gráfico de controle, *brainstorming*, 5W2H e etc. O processo seis sigma implementa de maneira eficaz estas ferramentas, o que permite a resolução de grande parte dos problemas. Cada ferramenta tem sua própria utilização e características, sendo que não há uma receita padrão para definir qual ferramenta deve ser utilizada no processo, isto irá depender exclusivamente do problema em questão (TÁVORA, 2009).

Melhoria contínua que tem suas origens na gestão da qualidade, que como o próprio nome indica, adota uma abordagem de melhoramento incremental ao processo já executado. A melhoria contínua tenta sempre garantir que estes passos do processo sejam cíclicos e que sempre ocorram, não se preocupando com a grandeza do melhoramento, desde que ocorra (SLACK, CHAMBERS & JOHNSTON, 2008).

Uma das ferramentas da qualidade que foi muito utilizada neste projeto para a estratificação, investigação e análises de acidentes do trabalho é o diagrama de Pareto. Ferramenta inspirada no princípio de Pareto, criado no século XIX, pelo economista italiano Vilfredo Pareto que ao analisar a sociedade, concluiu que 80% das riquezas se encontravam nas mãos de 20% das pessoas.

O diagrama de Pareto está intimamente ligado ao princípio descrito, também conhecido como princípio 80-20, ou lei 80/20, defini que 80% das consequências decorrem de 20% das causas (Figura 1). O diagrama é um recurso gráfico utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas, tem o objetivo de compreender a relação ação/ benefício, ou seja, priorizar a ação que trará os melhores resultados. Composto por um gráfico (Tabela 1 e Figura 2) de barras que ordena as frequências das ocorrências em ordem decrescente, e permite a localização de problemas vitais e a eliminação de futuras perdas, é uma ferramenta baseada no princípio de que a maioria das perdas tem poucas causas, ou, que poucas causas são vitais, a maioria é trivial (LAPA & GOES, 2008).

Muitas vezes no Diagrama de Pareto são incluídos valores em porcentagem e o valor acumulado das ocorrências. Assim, torna-se possível avaliar o efeito

acumulado dos itens pesquisados. Esta ferramenta permite a quem a utiliza definir as prioridades quando há um grande número de problemas.

A construção do diagrama de Pareto é simples e consistem em 5 etapas (LAPA & GOES, 2008):

Etapa 1 – Defina quais os problemas devem ser investigados (local do acidente, parte do corpo atingida, idade, etc) e como coletar os dados (por obra, por área, por região, etc.);

Etapa 2 – Crie uma folha de dados para listar os respectivos totais;

Etapa 3 – Organize os dados em uma planilha incluindo os seus totais e valores acumulados;

Etapa 4 – Construa um gráfico de barras com os valores da tabela, unindo os pontos da curva acumulada;

Etapa 5 – Anote as informações que forem necessárias para identificar o diagrama e os dados.

A organização das informações e demonstração gráfica da ferramenta Diagrama de Pareto está exemplificada na Figura 1, na Tabela 1 e na Figura 2 (MAXIMIANO, 2011).

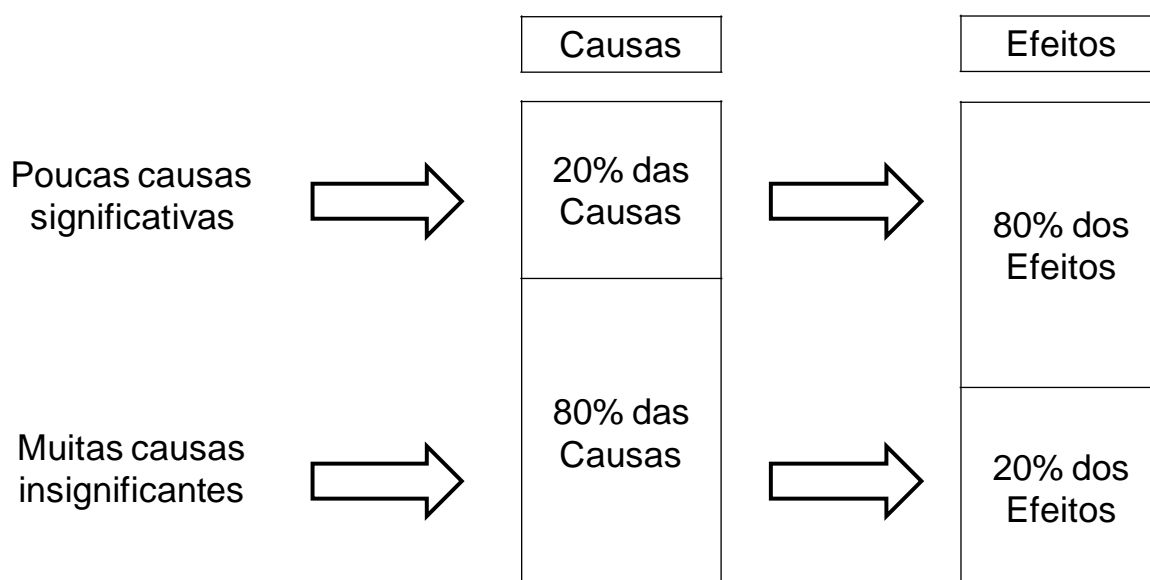


Figura 1 - O princípio de Pareto ilustrado (Fonte: MAXIMIANO, 2011)

Tabela 1 – Exemplo de tabela de defeitos e prejuízos (Fonte: MAXIMIANO, 2011)

Processos	Prejuízos (R\$)	Participação	Participação acumulada	Importancia
Movimentação de carga	30	28%	28%	1º
Trabalho em altura	24	22%	50%	2º
Trabalho com eletricidade	20	19%	69%	3º
Carpintaria	15	14%	82%	4º
Terraplanagem	11	10%	93%	5º
Manutenção	5	5%	97%	6º
Pintura	3	3%	100%	7º
Total	108	100%		

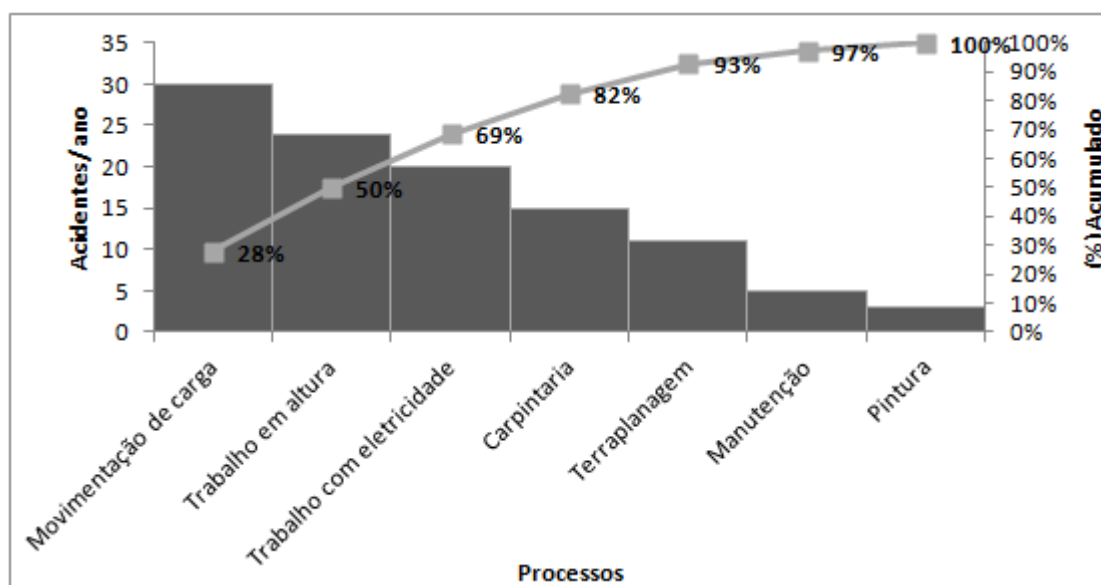


Figura 2 - Gráfico de Pareto (Fonte: MAXIMIANO, 2011)

### 2.3. A METODOLOGIA SEIS SIGMA

Historicamente, a variabilidade natural dos processos foi considerada em termos estatísticos como sendo seis sigma, o nível de capacidade se refere a um processo no qual a variabilidade de uma característica de qualidade está compreendida. Entre mais ou menos três sigmas, temos um percentual de 99,7% das unidades

produzidas dentro dos limites de especificação inferior e superior (LEI e LES). Consequentemente, um processo com esta capacidade terá aproximadamente 0,27% de defeitos, isto representará 66.807 defeitos em um milhão de oportunidades. Já um processo que atinge nível seis sigma não gerará mais do que 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, ou seja, 99,99966% de unidades produzidas dentro do limite de especificação (MATOS, 2003).

A distribuição normal permite a visualização gráfica das variações de defeitos por milhão de oportunidades na metodologia seis sigma. A Figura 3 representa uma curva de distribuição normal, que possibilita comparar o desempenho de processos três e seis sigmas com deslocamento da média de 1,5 sigmas. Logo pode ser observado que, quanto mais alongada verticalmente a curva, menor o desvio e melhor a eficiência do processo.

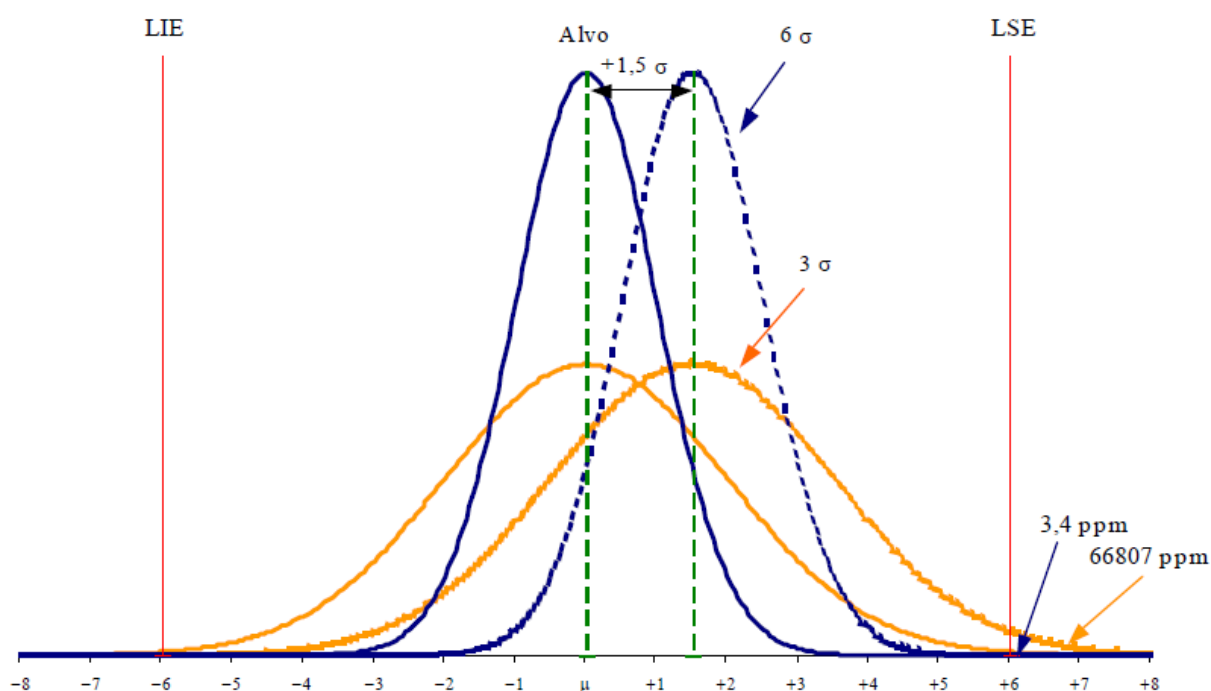


Figura 3 - Curva de distribuição normal ilustrando a diferença entre processos 3σ e 6σ (Fonte: MATOS, 2003)

Esta metodologia foi criada na década de 70 quando uma empresa japonesa assumiu as operações da Motorola que produzia televisores e decidiram implementar mudanças imediatamente, a fábrica logo passou a produzir televisores com 20 vezes menos defeitos utilizando a mesma mão de obra, tecnologias,

recursos e reduzindo custos. Provaram que o problema era na gestão da Motorola. Atualmente o seis sigma está em alta e embora a Motorola passe por dificuldades, empresas como a *General Eletric* e a *Allied Signal*, utilizaram a metodologia e atingiram novos patamares de produtividade e atendimento ao cliente (PYZDEK & KELLER, 2011).

Reconhecida pelo rigor, foco e alta eficiência comprovada, baseia-se em métodos testados reais, esta metodologia visa um processo praticamente sem erros, ou seja, reduz a variabilidade dos produtos, sendo assim o sigma,  $\sigma$ , não é por acaso a letra utilizada pelos estatísticos para medir a variação de um processo.

Ainda segundo Pyzdek e Keller (2011), empresas que não utilizam a metodologia seis sigma possuem custos extremamente altos relacionados a atividades que não agregam valor aos clientes, ou seja, custos com desperdícios. Empresas que possuem seu nível  $\sigma$  entre 3 ou 4 gastam em torno de 25% à 40% de sua receita consertando problemas, custo da má qualidade, já empresas que utilizam o seis sigma gastam em torno de 5%. Por exemplo, a *General Eletric* estimou que a distância entre o 3 ou 4 sigma e o Seis Sigma lhe custava entre 8 bilhões e 12 bilhões de dólares por ano.

A razão para que os custos estejam diretamente relacionados ao nível sigma é simples, são medidas taxas de erros; considerando que todo erro tem um custo e este é multiplicado por milhões de oportunidades chegamos aos números totais que muitas vezes impressionam. Vale ressaltar que estes valores, conforme a metodologia, são definidos em milhões e não em percentual, esta é outra convenção do seis sigma. No passado, costumávamos aceitar taxas de erros em percentual (erros por centenas de oportunidades), mas o cenário mudou.

As consequências imediatas da aplicação da metodologia são redução de defeitos dos produtos, redução das falhas em processos, redução dos custos operacionais, redução dos desperdícios e o aumento da produtividade. Já as consequências a médio e longo prazo englobam aumento de lucratividade da companhia, aumento da satisfação dos clientes, melhoria na motivação do pessoal, melhoria nos processos de comunicação interna, diminuição do prazo para resolução de problemas, maior

integração entre áreas e departamentos, gestão baseada em fatos, etc (MACHADO, 2012).

O seis sigma define duas principais metodologias DMAIC e DMADV. DMAIC foco deste trabalho é utilizada para um processo já existente já o DMADV (Definir, Medida, Análise, Design Detalhes e Verificação) foca na criação de novos processos ou produtos

Segundo Pyzdek e Keller (2011) e Távora (2009), as ferramentas são aplicadas com um modelo simples para a melhoria de desempenho, a metodologia DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve e Control*) descrita de forma sucinta:

- D (*Define*) – Consiste na fase de definição do problema e das características críticas da qualidade, aquelas que são as mais importantes e necessidades para os clientes e que devem ser transformadas em especificações do processo;
- M (*Measure*) – Nesta etapa é necessário medir com precisão o desempenho de cada etapa do processo, identificando os pontos críticos e possíveis melhorias. Todas as vezes que ocorrem defeitos no processo ocorrem gastos adicionais de recursos para recuperar a produção;
- A (*Analyse*) – Analisar os resultados e identificar “lacunas”, ou seja, determinar o que falta nos processos para atender os clientes. Nesta etapa é preciso buscar as causas fundamentais dos problemas, desenvolver hipóteses e formular de experimentos, visando a eficácia dos processos. Identificar maneiras de eliminar a distância entre o desempenho atual do sistema ou processo e o objetivo desejado;
- I (*Improve*) – Reflete o sucesso da implementação das melhorias definidas no plano de ação da etapa anterior;
- C (*Control*) – Para alguns casos são necessárias alguns ciclos até alcançar a melhoria desejada, logo nesta etapa faz-se necessário sustentar as constantes melhorias.

Távora (2009) dentre outros diversos autores apontam ingredientes essenciais para o sucesso da implementação da metodologia. Estes são denominados como fatores críticos de sucesso, e dentre estes são os mais comuns citados:

- Comprometimento da alta direção, desdobrando *top down* a necessidade de implantação da metodologia, promovendo uma mudança de cultura em direção a qualidade;
- Capacitação dos funcionários na formação seis sigma, gestão de projetos e certificações dos processos que resultam em *Green Belts*, *Black Belts* e *Master Black Belts*;
- Medir o sucesso em termos financeiros, para que facilite a aceitação e aprovação pelas partes interessadas, para que os projetos estejam relacionados a resultados financeiros para a empresa.

Outros pontos não menos importantes são: Foco da estratégia no cliente, ênfase na qualidade e nas especificações do produto, gestão de recursos humanos e a relação entre comprador e fornecedor, níveis de desempenho do seis sigma.

## 2.4. ANÁLISE DE REGRESSÃO E CORRELAÇÃO

Etapa da metodologia seis sigma, a análise de correlação e regressão utiliza bastante a ferramenta de gráficos de dispersão ou diagramas de dispersão. O diagrama de dispersão é um gráfico de uma variável versus outra variável. Uma das variáveis é chamada de variável independente e é mostrada no eixo horizontal, a outra variável é denominada variável dependente e aparece no eixo vertical.

Os diagramas de dispersão são utilizados para avaliar as relações de causa e efeito entre as variáveis. A premissa é a de que a variável independente esteja causando alterações na variável dependente. Os gráficos de dispersão são usados para responder perguntas como “O tempo de duração do treinamento tem alguma relação com a quantidade de sobras que o operador produz?”.



A análise de correlação (estudo das forças de relações lineares entre as variáveis) e a análise de regressão (modelagem das relações entre uma ou mais variáveis independentes e uma variável dependente) são métodos estatísticos de considerável importância no seis sigma. As análises de correlação e regressão são projetadas para ajudar no estudo de causa e efeito. A provocação de uma relação de causa e efeito requer uma sólida compreensão científica da situação em mãos (PYZDEK & KELLER, 2011).

Os diagramas de dispersão, como mostra a da Figura 4, demonstram as diferentes relações de causa e efeito entre as variáveis. Logo quanto mais forte a correlação, a dispersão será menor e os pontos serão mais alinhados.

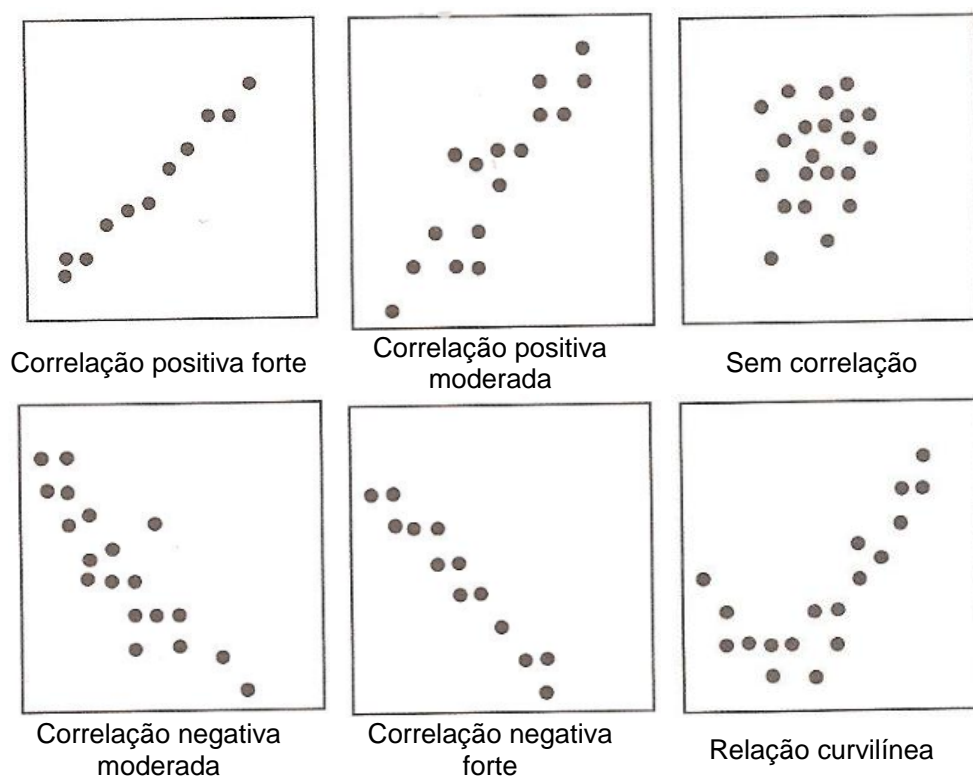


Figura 4 - Guia de interpretação de diagramas de dispersão (PYZDEK & KELLER, 2011)

Ainda segundo Pyzed e Keller (2011), para definir o grau de relacionamento linear entre os valores emparelhados  $x$  (variável no eixo horizontal) e  $y$  (variável no eixo vertical) em uma amostra, deve se calcular o Coeficiente de Correlação de Pearson ou também conhecido como Coeficiente de Correlação Linear representado por  $r$ , conforme Equação 1.

## Equação 1

$$r = \frac{n \sum (x_i \cdot y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}$$

$$-1 \leq r \leq 1$$

Logo:

- Quanto mais próximo de -1: mais forte a correlação negativa;
- Quanto mais próximo de 1: mais forte a correlação positiva;
- Quanto mais próximo de 0: mais fraca a correlação linear.

Ressalta-se ainda que o  $r$  só mede a intensidade ou grau de relacionamentos lineares. Não pode ser utilizado para medir a intensidade de relacionamentos não lineares.

Dando sequência ao raciocínio, o próximo passo é a associação das variáveis. Encontrar no gráfico de dispersão a reta de regressão linear, ou seja, a reta que esteja tão próxima dos pontos quanto possível. Uma relação linear que simplesmente significa que a mudança de um valor em  $x$  (eixo horizontal) reflete em uma mudança proporcional em  $y$  (eixo vertical).

Dada uma coleção de dados amostrais emparelhados, a Equação 2 de regressão descreve a relação entre as variáveis  $x$  e  $y$ , sendo  $a$  (ponto onde a reta intercepta o eixo  $y$ ) e  $b$  (coeficiente angular) constantes:

## Equação 2

$$y' = a + bx$$

$$b = \frac{n(\sum x_i y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2}$$

$$a = \frac{(\sum y_i)(\sum x_i^2) - (\sum x_i)(\sum x_i y_i)}{n(\sum x_i^2) - (\sum x_i)^2} = \frac{\sum y_i - b \sum x_i}{n}$$

Logo a partir das equações, pode-se definir a correlação e a função ( $f(x)$ ) entre duas ou mais variáveis.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa em que o estudo de caso foi desenvolvido foi fundada a mais de 60 anos e hoje possui em torno de 10.000 funcionários e esta situada como um dos maiores conglomerados empresariais privados da América Latina. Engloba negócios diversificados, como Engenharia e Construção, Concessões, Geração de Energia, entre outros.

Especificamente na Engenharia e Construção desenvolve contratos das mais diversas naturezas, como hidrelétricas, termelétricas, refinarias, arenas esportivas, metrô, gasodutos, túneis, e etc., por meio do conhecimento acumulado e *know-how* em toda a cadeia de infraestrutura.

Sempre reconhecida pela qualificação técnica e *expertise*, executa projetos dos mais diversos níveis de complexidade com tecnologia de ponta, métodos construtivos inovadores e excelência em logística.

##### 3.1.1. História da Empresa

O histórico da empresa demonstra números expressivos no setor da construção civil pesada, principalmente nos anos 80 quando adquiriu uma grande empresa do setor na Europa, para o desenvolvimento econômico e social nos mercados da África e Ásia. Com projetos de infraestrutura concluídos em mais de 30 países, atualmente é responsável pela construção de mais de 50 obras de relevância no Brasil e no mundo.

Alguns números absolutos de projetos desenvolvidos ao longo da história da empresa são apresentados na Figura 5.

<b>Metrô</b>	<b>Rodovias, pontes e viadutos</b>
17 projetos	284 projetos
Extensão total: 91 km	Extensão total: 17.000 km
<b>Trens</b>	<b>Refinarias</b>
17 projetos	6 projetos
Extensão total: 360 km	<b>Geração de energia</b>
<b>Portos</b>	24 projetos
26 projetos	Potência instalada: 19 GW
Docas, píeres e cais: 412.000 m <sup>2</sup>	<b>Termelétricas</b>
<b>Aeroportos</b>	6 projetos
17 projetos	Potência instalada: 2,76 GW
Área das pistas: 1.147.850 m <sup>2</sup>	<b>Gasodutos</b>
<b>Edificações</b>	7 projetos
47 projetos	Extensão: 1.190 km
Área construída: 2.464.000 m <sup>2</sup>	<b>Construção de estaleiros / navios</b>
<b>Saneamento</b>	1 projeto
64 projetos	<b>Sondas para perfuração e completção de poços de petróleo</b>
Construção e retificação de canais: 170 km	Sondas terrestres: 4 unidades
<b>Irrigação</b>	Sondas marítimas: 2 unidades
19 projetos	<b>Mineração e siderurgia</b>
Canais: 584 km	10 projetos

Figura 5 - "Grandes números em mais de 60 anos de história". (Fonte: Empresa, 2013).

### 3.2. MÉTODO DO TRABALHO

O trabalho surgiu como demanda da alta direção com o objetivo de desenvolver um projeto consistente e confiável através de uma metodologia, para realmente identificar as causas fundamentais e propor ações para resolver o problema da segurança do trabalho, ou seja, minimizar os acidentes do trabalho na empresa.

A metodologia do projeto inclui a aplicação da metodologia seis sigma DMAIC (*Define/ Definir, Measure/ Medir, Analyse/ Analisar, Improve/ Melhorar e Control/ Controlar*), para identificar, analisar o problema e seu contexto, definir as causas fundamentais e suas ações de correção e corretivas para uma unidade de construção pesada.

### 3.3. *DEFINE* (DEFINIR)

A fase *define* contemplou as seguintes atividades as quais as metodologias serão descritas:

1. Constatação, identificação e seleção do problema de potenciais problemas;
2. Formação da equipe de trabalho;
3. Definição de escopo e mapeamento do processo vinculado ao problema;
4. Levantamento da “voz do cliente” acerca do problema e identificação das características críticas;
5. Definição do problema e estabelecimento dos objetivos e metas;
6. Mensuração dos custos médios de acidentes do trabalho;
7. Estabelecimento de cronograma inicial dos trabalhos.

#### **3.3.1. Constatação, identificação e seleção do problema de potenciais problemas**

Identificou-se pela alta direção e pela equipe do projeto, a falha no processo de execução da obra, a ocorrência de acidentes do trabalho. Considera-se fora dos limites de especificação do processo (execução de obras) a ocorrência de acidentes do trabalho qualquer tipo.

A seleção e foco a este problema em detrimento a outros dispensa o uso de uma matriz de priorização visto que este projeto foi desenvolvido para manter o que os funcionários e a empresa têm de mais importante que são suas vidas e o bem estar no trabalho de todos

Não faz sentido o trabalhador perder sua vida buscando o seu sustento e sua própria qualidade de vida (LAPA & GOES, 2011).

### 3.3.2. Formação da equipe de trabalho

A equipe do projeto foi determinada conforme a Figura 6 buscando sempre a multidisciplinaridade, a alta direção teve presença constante por meio de um Comitê Global de Segurança do Trabalho para a definição de diretrizes, alinhamento em cada uma das etapas e a aprovação final. Para que o projeto fosse possível as partes interessadas deram todo o suporte com dados, informações das rotinas, e realidades de segurança do trabalho nas obras.

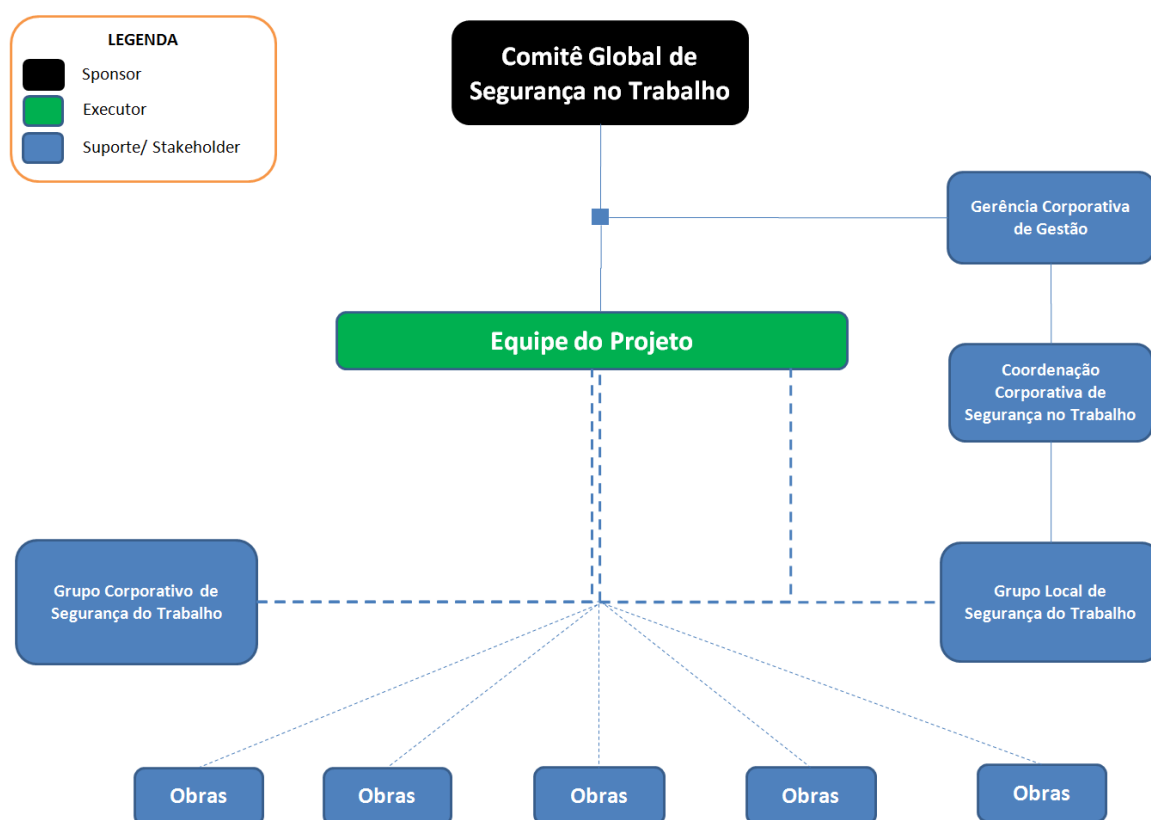


Figura 6 - Equipe do projeto - Etapa *Define*

### 3.3.3. Definição do escopo e mapeamento do processo vinculado ao problema

A metodologia para a definição do escopo foi levantar, organizar e analisar os dados dos acidentes e indicadores de segurança do trabalho para identificar os segmentos de obra mais críticos para a empresa, conforme o histórico de 2008 à junho de 2012.

Identificados os segmentos mais críticos para a empresa e foram definidas obras piloto para tomada de ações específicas e imediatas, uma destas obras piloto do segmento de edificação/ arena esportiva também está contemplada nesta monografia.

Os dados referentes a acidentes do trabalho incluíram acidentes com afastamento, graves consequências (possuem dias debitados) e fatais. Não foram incluídos nesta análise os acidentes sem afastamento e quase acidentes devido à possibilidade de subnotificações. Se adotássemos acidentes com potencial de subnotificação, poderíamos incluir na análise um cenário e informações irreais que poderiam distorcer os resultados do projeto.

A análise para definição do escopo em relação aos acidentes ocorridos no período foi realizada conforme Figura 7.

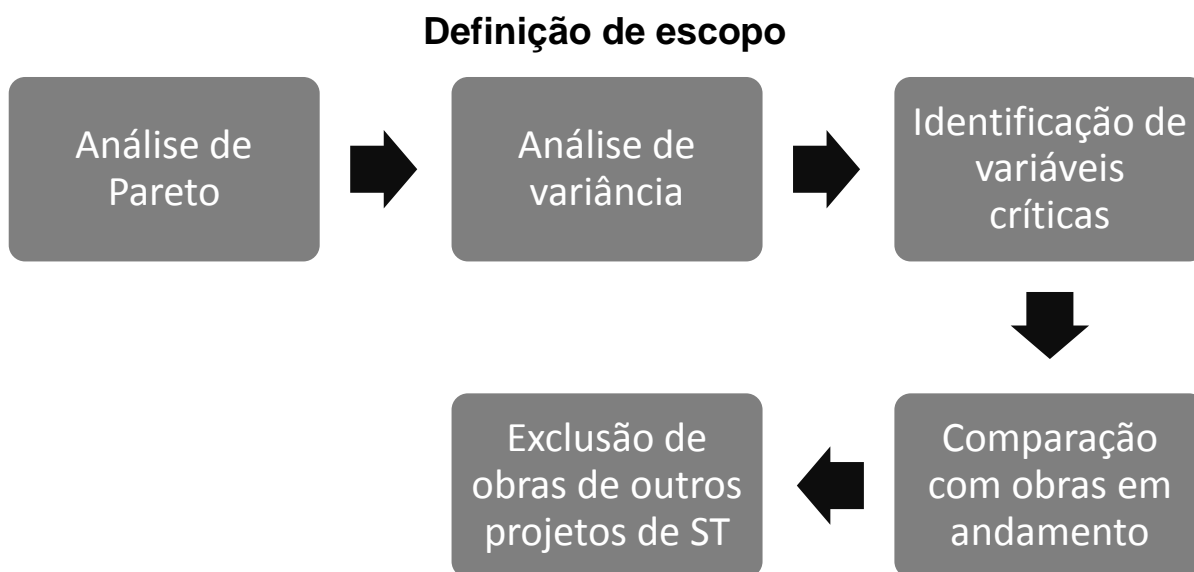


Figura 7 - Processo de definição de escopo - Etapa *Define*

As variáveis definidas para o estudo de definição do escopo estão listadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados dos acidentes – Etapa *Define*

<b>Variáveis</b>
Segmentos das obras
Ano de ocorrência do acidente
Nome da obra
País que a obra está localizada
Número de vítimas do acidente
Tipo de acidente
Grandeza do contrato (valor)
Tipo de contrato (consórcio ou não)
Tipo de cliente
Tempo de duração da obra

Para mapear o processo principal vinculado ao problema, foi utilizado o processo principal da empresa, conforme Figura 8. Utilizando como base o processo principal foi desenvolvido o fluxograma SIPOC com o objetivo de organizar de forma visual simples, os fornecedores (*suppliers*), as entradas (*inputs*), o processo (*process*), as saídas (*ouputs*) e os clientes (*costumers*). De forma complementar foram identificados requisitos (*requirements*) relevantes para cada cliente.

O SIPOC é uma ferramenta que nos possibilita identificar as partes interessadas em cada etapa do processo principal, para que estas sejam consideradas nas demais etapas do estudo.



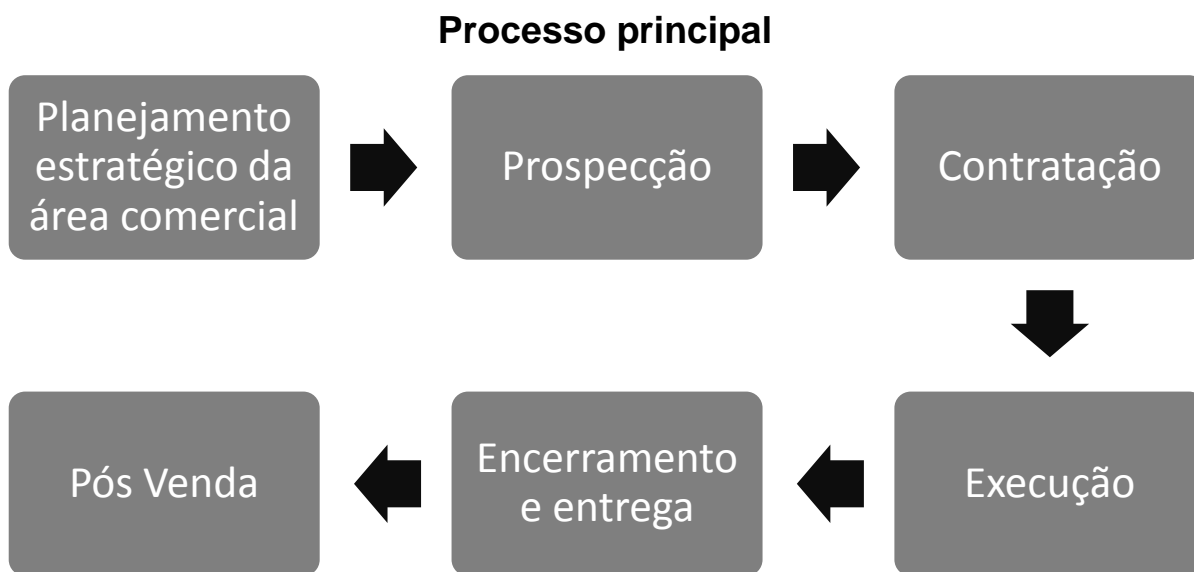


Figura 8 - Mapeamento do processo principal - Etapa *Define*

#### 3.3.4. Levantamento da “voz do cliente” acerca do problema e identificação das características críticas

A partir do mapeamento de partes interessadas realizado no fluxograma SIPOC, esta etapa teve como objetivo verificar o engajamento da empresa em segurança do trabalho, ser um canal de comunicação para que os funcionários pudessem contribuir sinalizando suas percepções para os problemas, analisar as causas fundamentais mais pontuadas na visão dos demais funcionários, identificar sugestões e oportunidades diferentes das listadas (ideias “fora da caixa”).

Para isso foi desenvolvido um *checklist*, conforme Tabela 3, para que os funcionários pontuassem conforme seu entendimento, o que seria mais crítico para a segurança do trabalho de 1 a 10 e ainda poderiam contribuir sobre, na opinião do funcionário, que outros fatores além dos citados, afetam o desempenho de segurança. Todas as respostas auxiliaram para análise do problema.

Tabela 3 - *Checklist* – Etapa *Define*.

<b>Fatores Críticos</b>
Comprometimento e Engajamento da Liderança com a Segurança do Trabalho
Implantação do Processo de Gestão de Segurança
Implementação periódica na obra de ações preventivas de controle operacional
Percepção do Risco e Adoção de Comportamento Seguro pelos Trabalhadores, independentemente dos procedimentos da Empresa
"Clima" organizacional vivido na obra (satisfação e motivação dos funcionários)
Experiência da Equipe de Segurança do Trabalho
Adequado dimensionamento da equipe de segurança na fase de proposta
Compartilhamento da equipe de segurança com mais de uma obra
Impacto da Segurança na Estratégia Organizacional
Consideração da equipe de segurança na fase de proposta (recursos humanos e materiais)
Experiência do Gerente de Gente & Gestão da obra/ país
Incentivo/Premiação aos Profissionais/Obras com melhor desempenho de segurança
Tipo de Abordagem da Gestão de Segurança Implantada na Obra
Formação Acadêmica do Engenheiro de Segurança do Trabalho
Formação Acadêmica do Gerente de Gente & Gestão/ Responsável pela área de Gente & Gestão da obra
Quantidade de efetivos envolvidos na execução da obra
Quantidade de mão-de-obra subcontratada, em comparação a mão-de-obra da empresa
Tipo de Segmento da Obra
Tipo de Contrato
Tipo de Cliente
Valor Total do Contrato da Obra
Em sua opinião, que outros fatores, além dos citados acima, afetam o desempenho de segurança?

Foi disponibilizado este *checklist* para 2000 funcionários que possuem o email da empresa através de uma ferramenta *online*. Além disso, foram realizadas reuniões de *brainstorming* com a alta direção e com 6 unidades para ampliar a participação dos demais funcionários de campo que não possuem email da empresa.

### 3.3.5. Definir o problema e estabelecimento dos objetivos e metas

O problema foi definido como a ocorrência de acidentes fatais e com graves consequências, o objetivo do projeto é encontrar as causas fundamentais dos acidentes na empresa e propor soluções que viabilizem a mudança de cenário em segurança do trabalho em 3 anos.

Foi definido como referencial para medição do desenvolvimento do projeto e estabelecimento de metas em segurança do trabalho, a taxa de gravidade (TG) e taxa de frequência de acidentes com afastamento (TFCA) da empresa e das unidades, conforme NBR 14.280 (Equação 3 e 4).

Equação 3

$$TG = \frac{(\text{dias perdidos} + \text{dias debitados}) \times 1.000.000}{\text{Horas Homem de exposição ao risco}}$$

Equação 4

$$TFCA = \frac{\text{Número de acidentados com lesão com afastamento} \times 1.000.000}{\text{Horas Homem de exposição ao risco}}$$

A meta do projeto é reduzir a TG e a TFCA, a partir da identificação das causas fundamentais dos acidentes da empresa propor soluções para desenvolver um programa trienal de segurança do trabalho e um plano de ação imediato para 6 unidades identificadas como críticas, a fim de alcançar a excelência em segurança do trabalho.

### 3.3.6. Mensurar os custos médios de acidentes do trabalho

Esta etapa teve como objetivo quantificar os custos da empresa com as falhas de processo, ou seja, os custos com os acidentes do trabalho. Para isso foram

levantados os dados disponíveis de possíveis custos tangíveis mensuráveis com as áreas responsáveis, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Levantamento de itens mensuráveis - Etapa *Define*

<b>Itens mensuráveis</b>
Dias de afastamento do acidentado
Danos Materiais (com equipamentos próprios)
Despesas médicas para tratamento de acidentados
Sinistro do seguro de vida e plano de saúde
Custos jurídicos (indenizações, despesas psicológicas deslocamentos, etc)
Aumento do SAT (Seguro de Acidente de Trabalho)
Paralisação das frentes de serviço devido ao acidente
Homem dia da equipe de investigação do acidente

### 3.3.7. Estabelecimento de cronograma inicial dos trabalhos

O acompanhamento das atividades do projeto foi feito conforme cronograma da Tabela 5.

Tabela 5 – Cronograma – Etapa *Define*

<b>Cronograma</b>	
<b>Etapas</b>	<b>Prazo Previsto</b>
<i>Fase Define</i>	
Elaborar Project Charter (descrição e histórico do problema, objetivo, resultados esperados, restrições, expectativas e benefícios aos clientes)	30/06/12
Definir cliente e seu porta-voz	30/06/12
Definir meta do projeto	30/06/12
Definir SIPOC do processo	30/06/12
Realizar workshop em na obra A	30/07/12
Realizar workshop em na obra B	30/07/12
Realizar workshop em na obra C	30/07/12
Identificar as variáveis que afetam a segurança	30/06/12
Elaborar o Plano do Projeto (declaração de escopo, meta, indicadores, EAP, cronograma, riscos do projeto, premissas, plano de comunicação)	30/06/12
Realizar cálculo do custo médio de um acidente	13/07/12
Reunião com Alta Direção para alinhamento do projeto	30/06/12
Realizar Kick-off do projeto	30/06/12
<i>Fase Measure</i>	
Selecionar variáveis para o levantamento	30/09/12
Definir forma de coleta dos dados	30/09/12

Coletar dados	30/09/12
<i>Fase Analyse</i>	
Aplicar testes estatísticos	30/09/12
Identificar causas fundamentais estatisticamente	30/09/12
<i>Fase Improve</i>	
Realizar <i>brainstorming</i> interno para identificar ações corretivas para as causas fundamentais (Gerentes Regionais de Gente e Gestão, Gerentes de Gente e Gestão, Grupo de Segurança no Trabalho, Equipe Corporativa de Segurança no Trabalho)	30/09/12
Definir lista prévia de ações corretivas para as causas fundamentais identificadas	21/09/12
Submeter as ações listadas à matriz de priorização das ações corretivas	25/09/12
Definir ações corretivas acordadas com as partes interessadas (curto, médio e longo prazo)	30/09/12
Visitas as obras do escopo do projeto para aplicação das ações corretivas definidas	20/12/12
Visitas as obras do escopo do projeto para aplicação das ações corretivas definidas	20/12/12
<i>Fase Control</i>	
Acompanhar ações e realizar <i>tracking</i> constante com Obras	30/06/13
Controlar e reportar indicadores de desempenho	30/06/13
Controlar e reportar indicadores de evolução do projeto	30/06/13
Reuniões de acompanhamento com Comitê Global de Segurança do Trabalho	30/06/13
Elaborar Relatório Final do Projeto com Ações, Reduções, Números, Resultados	30/06/13
Montar modelo de Difusão Interna e Replicação	30/06/13

### 3.4. MEASURE (MEDIR)

Na etapa *Measure* está contemplada a seguinte atividade detalhada:

#### 3.4.1. Levantamento, organização das variáveis e indicadores da empresa e da unidade em estudo que impactam diretamente o problema identificado.

A partir dos processos mapeados na etapa *Define*, esta etapa teve como objetivo levantar as variáveis e indicadores monitorados no processo no período especificado pelo projeto, de 2008 à 2012, para posterior análise. Os valores das variáveis e indicadores utilizados não foram autorizados pela empresa para publicação neste

trabalho por se tratar de informações sigilosas, além disso, alguns dos indicadores não foram medidos pela empresa durante alguns dos 4 anos.

A Tabela 6 demonstra os indicadores que foram medidos no projeto que provavelmente impactam o problema estudado.

Tabela 6 – Levantamento de Indicadores - Etapa *Measure*

<b>Indicador</b>	<b>Período disponível</b>
Acidentes fatais e acidentes com afastamento	2008 – 2012
Taxa de frequência com afastamento	2008 – 2012
Funcionários próprios	2008 – 2012
Relação funcionários terceiros/ próprios	2008 – 2012
Homem hora trabalhada próprios	2010 – 2012
Homem hora trabalhada terceiros	2010 – 2012
Horas extras próprios	2010 – 2012
Horas extras terceiros	2010 – 2012
Índice de horas extras	2010 – 2012
Índice de gestão do sistema de gestão integrada (IGSGI)	2008 – 2012
Índice de gestão de saúde e segurança do trabalho (IGSST)	2008 – 2012
Índice de treinamento	2008 – 2012
Índice de segurança praticada	2010 – 2012
Risco de Responsabilidade de Saúde e Segurança	2009 – 2012
Score do Faturamento	2010 – 2012
Score do Economic Value Added (EVA)	2010 – 2012
Relação encarregados e funcionário nível I e II	2008 – 2012
Relação encarregados e funcionário nível I, II e III	2008 – 2012
Desvio entre a pirâmide BIRD teórica e real	2008 – 2012

Para cada acidente fatal, com grave consequência e com afastamento de 2008 à 2012, foram levantadas as seguintes variáveis sobre o acidente, conforme Tabela 7, para embasar a posterior análise. Estas variáveis incluem também as informações da unidade em estudo e a proposta de um plano de ação que será apresentada ao final deste trabalho.

Tabela 7 - Levantamento de informações dos acidentes fatais e com graves consequências - Etapa

*Measure*

<b>Informações de acidentes</b>
Tipo de acidente (típico ou trajeto)
Nome da obra
Data
Idade da vítima
Nome da vítima
Nome da função da vítima
Tempo na função (meses)
Nível de escolaridade (Fundamental incompleto, fundamental, médio, técnico ou superior)
Casado (sim ou não)
Filhos (sim ou não)
Tipo de consequência (Amputação, perda de visão, fatal, queimadura ou dano material)
Parte do corpo atingida
Nome da atividade exercida no momento do acidente
Dia da semana (segunda, terça, quarta, quinta, sexta, sábado ou domingo)
Horário (manhã, tarde ou noite)
Desvio de função (sim ou não)
Empresa líder do consórcio
Valor do índice de segurança praticada no mês do acidente
Índice de treinamento no mês do acidente
IGSGI no mês do acidente
Nível de implantação do procedimento de descrição de cargos no mês do acidente
Nível de implantação do procedimento de tratamento de não-conformidade, ação de corretiva e preventiva no mês do acidente
Nível de implantação do procedimento de gestão de contratos de subempreitadas e outros contratos de terceiros com mão de obra no mês do acidente
Nível de implantação do procedimento de comunicação, registro, análise e investigação de acidentes, incidentes e gerenciamento de acidentes do trabalho no mês do acidente
Nível de implantação do procedimento de identificação de perigos – Avaliação de riscos à segurança e saúde no trabalho e determinações de controles no mês do acidente
Nível de implantação do procedimento de programa de integração – obras no mês do acidente
Nível de implantação da NR-5: CIPA instalada e registrada no Ministério do Trabalho e Emprego – MTE no mês do acidente
Nível de implantação da NR-4: SESMT disseminado e registrado no MTE no mês do acidente

Adequação do coordenador de Segurança do trabalho no momento do acidente (nome, executivo local – sim ou não, acúmulo de função no momento do acidente – sim ou não e formação acadêmica)
Adequação do gerente de gente e gestão no momento do acidente (nome, executivo local – sim ou não, acúmulo de função no momento do acidente – sim ou não e formação acadêmica)

Da mesma forma foram levantadas as variáveis sobre as obras em que os acidentes ocorreram, conforme Tabela 8.

Tabela 8 - Levantamento de informações das obras em que ocorreram os acidentes fatais e com graves consequências - Etapa *Measure*

<b>Informações da obra</b>
Nome da obra
Total de acidentes críticos
Obra apresentou algum acidente fatal ou com graves consequências
Empresa líder do consórcio
Porcentagem de participação da empresa
Segmento da obra
Região da obra (N, NE, SE, S ou CO – depende de cada país)
Possui certificação OHSAS 18001 ou SA 8000 (sim ou não)
Tipo de cliente (público, privado ou misto)
Meta do EVA
SGL orçado pelo corporativo (sim ou não)
Valor do SGL
Valor total do contrato ou orçamento
Valor total da compra de epi's
Valor total de mão de obra
Porcentagem do SGL no orçamento
Nível médio do IGSGI em cada um dos anos (2008 – 2012)
Nível médio do índice de gestão de saúde e segurança do trabalho em cada um dos anos (2008 – 2012)
Nível médio do índice de segurança praticada em cada um dos anos (2008 – 2012)
Nível médio do índice de treinamento em cada um dos anos (2008 – 2012)
Nível médio do índice de satisfação dos funcionários em cada um dos anos (2008 – 2012)
Nível médio da porcentagem de desvio da pirâmide de BIRD teórica e rela da obra em cada um dos anos (2008 – 2012)



### 3.5. ANALYSE (ANALISAR)

Na fase *analyse* da metodologia DMAIC, o objetivo é analisar quais são as potenciais causas fundamentais do problema diagnosticado. Conforme os levantamentos da fase *measure*, quais as mais influentes e impactantes para os resultados do processo e da empresa.

Foi utilizado um *software* estatístico na etapa *analyse*, tanto no âmbito global quanto local (unidade piloto), para a análise de correlação dos indicadores e dos dados referente aos acidentes do trabalho.

Para definição das causas fundamentais foram analisados e discutidos todos os materiais e documentos gerados no projeto em sessões de *brainstorming* entre a equipe do projeto detalhada anteriormente.

### 3.6. IMPROVE (MELHORAR)

A etapa *improve* tem como objetivo definir as ações que deverão ser tomadas por cada uma das unidades, visando cada uma das causas fundamentais identificadas na etapa *analyse*.

Para definição do plano de ação, assim como para definição das causas fundamentais foram analisados e discutidos todos os materiais e documentos gerados no projeto em sessões de *brainstorming* entre a equipe do projeto detalhada anteriormente.

Foi proposto um modelo quinzenal de acompanhamento da implantação das ações específicas (Figura 9).

Nº	NÍVEL	CONSTATAÇÃO (ANÁLISE)	AÇÃO	RESULTADO ESPERADO	MÉTODO DE MEDIÇÃO	RESPONSÁVEL	INÍCIO	PRAZO	FREQUÊNCIA
	NÍVEL GLOBAL (CONSTRUÇÃO O PESADA)								
	NÍVEL LOCAL (ACIDENTES)								
	NÍVEL GLOBAL (ACIDENTES)								
	NÍVEL LOCAL (OBRA)								

Figura 9 - Modelo de plano de ação - Etapa *Improve*

### 3.7. CONTROL (CONTROLAR)

A etapa *Control* (Controlar) da metodologia DMAIC tem como objetivo principal assegurar que os ganhos obtidos e as melhorias implantadas sejam perpetuados. O estabelecimento de um plano de controle com indicação dos responsáveis e das ações a serem realizadas é um resultado desta fase. Apontar os ganhos do projeto, em termos técnicos, nível sigma, capacidade e em termos financeiros.

Tem-se como principais atividades a serem realizadas identificar as reais melhorias obtidas, estabilizar o processo, apontar a nova capacidade do processo, criar sustentabilidade do processo, apontar ganhos financeiros criar um plano de controle, treinar o pessoal envolvido no novo processo, documentar o novo processo e encerrar o projeto.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. *DEFINE* (DEFINIR)

Neste item serão detalhados os resultados de cada subitem da etapa *Define*.

#### **4.1.1. Definição de escopo, restrição e mapeamento do processo vinculado ao problema.**

O escopo do projeto é identificar as causas fundamentais no âmbito global da empresa e propor ações para tratá-las nos próximos anos, no entanto, entende-se que é necessária uma atuação imediata em obras em andamento dos segmentos identificados e analisados como os mais críticos. Estas obras serão utilizadas como pilotos do projeto.

A partir do levantamento das variáveis de acidentes do trabalho foram feitas análises de correlação. Foram identificados os seguintes segmentos como os mais críticos para a segurança do trabalho: edificação, rodoviário, hidrelétrico e metroviário. A Figura 10 demonstra em forma de histograma aqueles segmentos, que no período do estudo, registraram uma maior quantidade de acidentes com afastamento, graves consequências e fatais.

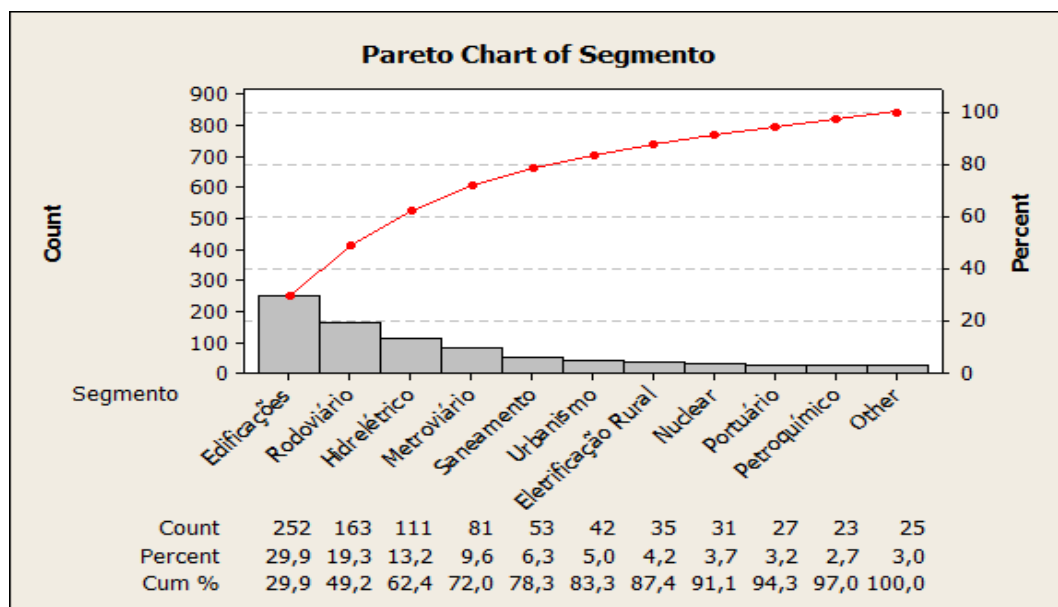


Figura 10 - Gráfico de segmentos críticos - Etapa *Define*

Além do segmento de obra, observou-se a correlação do tempo do contrato com a ocorrência dos acidentes do trabalho. Os contratos com mais de 54 meses se mostraram proporcionais a quantidade de acidentes do trabalho, conforme Figura 11.

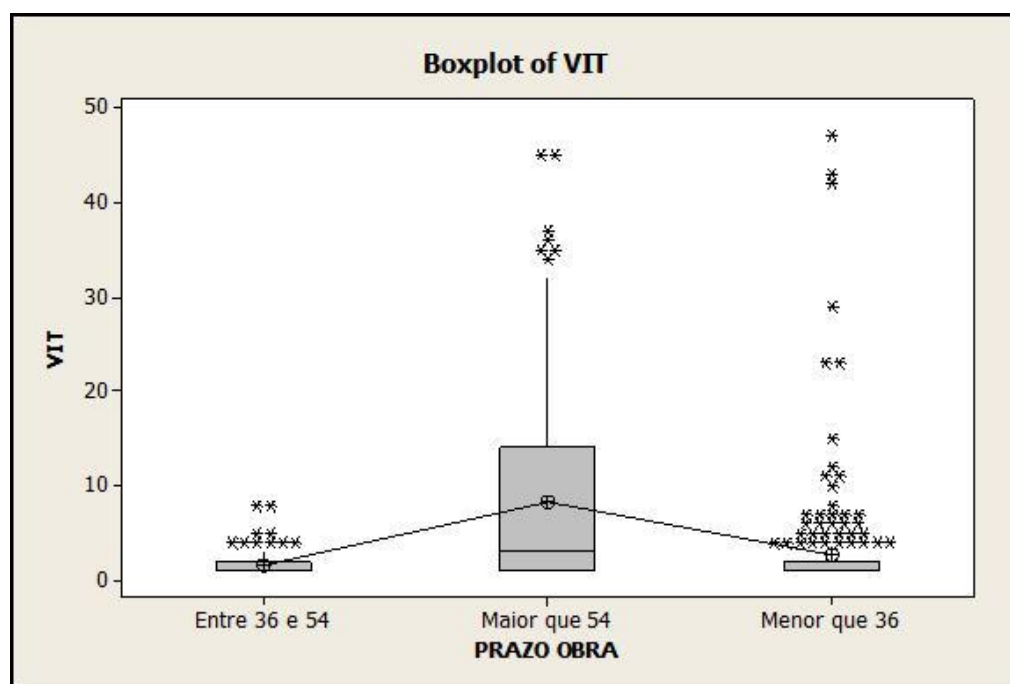


Figura 11 - Gráfico de tempo de contrato - Etapa *Define*

A partir desta análise foram definidas 6 obras críticas para atuação imediata como pilotos do projeto, esta monografia focou no desenvolvimento da análise global dos indicadores e acidentes para definição de um plano de ação global e um específico para a unidade piloto do segmento de edificação/ arena esportiva.

Conforme já citado no item 3.3.3, na etapa de mapeamento do processo foi utilizada a metodologia SIPOC, nesta foi desenvolvido um fluxograma para identificação visual das partes interessadas, conforme Tabela 9.

Tabela 9 - SIPOC - Etapa *Define*

PROCESSO: EXECUÇÃO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO PESADA					
SUPPLIERS (5)	INPUTS (4)	PROCESS (1)	OUTPUTS (2)	CUSTOMERS (3)	REQUIREMENTS
Empresas especializadas	Informações do mercado e das necessidades dos Clientes	<div><div>Planejamento Estratégico da Área Comercial</div><div>Prospecção</div><div>Contratação</div><div>Execução</div><div>Encerramento e entrega</div><div>Pós venda</div></div>	Plano anual de contratações (BSC)	Acionista	Maximização do lucro
Áreas comerciais				Funcionários	Maximização do PRV
Áreas comerciais	Informações dos requisitos dos Clientes		Qualificação junto ao Cliente	Áreas Comerciais	Mostrar aos Clientes que a Empresa tem plenas condições de atender a seus requisitos
			Apresentações comerciais ao Cliente		
Consultorias contratadas	Informações sobre o projeto		Proposta de Engenharia	Funcionários	Ganho da concorrência, para garantia de emprego e remuneração
Áreas Corporativas de Suporte	Requisitos legais aplicáveis ao projeto				
Licenças Ambientais	Requisitos da comunidade e do poder público		Obra (empreendimento pronto)	Funcionários	Maximização do lucro da obra, mas com a garantia de um ambiente de trabalho seguro, saudável e motivado.
Empresas subcontratadas	Mão-de-obra				
Mercado	Mão-de-obra		Instruções e treinamentos	Cliente da Empresa	Correta operação do empreendimento
Fornecedores de Insumos	Insumos				
Consultorias	Tecnologia		Reparos	Cliente da Empresa	Atendimento do empreendimento às definições de projeto
Áreas Corporativas de Suporte	Procedimentos				
Instituições Financeiras	Recursos Financeiros		Reparos	Cliente da Empresa	Atendimento do empreendimento às definições de projeto
Cliente da Empresa	Projeto				
Projetista	Solicitações do Cliente		Reparos	Cliente da Empresa	Atendimento do empreendimento às definições de projeto
Cliente da Empresa					

#### 4.1.2. Levantamento da “voz do cliente” acerca do problema e identificação das características críticas.

Conforme descrito na metodologia foi aplicado um *checklist online* para 2000 pessoas, o questionário foi respondido por 254 funcionários, uma representatividade de 12,7%. Os resultados e saídas obtidos com o *checklist* e com as reuniões de *brainstorming* foram menores que o esperado quanto ao engajamento dos funcionários, principalmente em cargos de alta liderança (coordenadores, gerentes e superintendentes), não foram identificadas variáveis especiais “fora da caixa”, mas sim sugestões de ações de melhoria.

As médias consolidadas estão apresentadas na Tabela 10, foram apontadas como falhas latentes o comprometimento e engajamento da liderança, o comportamento dos funcionários, entendimento do risco, experiência das equipes de segurança, a implantação efetiva do sistema de gestão integrada, precisão da segurança desde a fase de proposta.

Tabela 10 - Consolidação do *checklist* - Etapa *Define*

Variáveis	Média Consolidada
Comprometimento e Engajamento da Liderança com a Segurança do Trabalho	9,3
Implantação do Processo de Gestão de Segurança	9,1
Implementação periódica na obra de ações preventivas de controle operacional	9,0
Percepção do Risco e Adoção de Comportamento Seguro pelos Trabalhadores, independentemente dos procedimentos da Empresa	9,0
"Clima" organizacional vivido na obra (satisfação e motivação dos funcionários)	8,7
Experiência da Equipe de Segurança do Trabalho	8,6
Adequado dimensionamento da equipe de segurança na fase de proposta	8,5
Compartilhamento da equipe de segurança com mais de uma obra	8,4
Impacto da Segurança na Estratégia Organizacional	8,3
Consideração da equipe de segurança na fase de proposta (recursos humanos e materiais)	8,3
Experiência do Gerente de Gente & Gestão da obra/ país	8,2

Incentivo/Premiação aos Profissionais/Obras com melhor desempenho de segurança	8,2
Tipo de Abordagem da Gestão de Segurança Implantada na Obra	8,1
Formação Acadêmica do Engenheiro de Segurança do Trabalho	7,9
Formação Acadêmica do Gerente de Gente & Gestão/ Responsável pela área de Gente & Gestão da obra	7,8
Quantidade de efetivos envolvidos na execução da obra	7,7
Quantidade de mão-de-obra subcontratada, em comparação a mão-de-obra da empresa	7,2
Tipo de Segmento da Obra	6,9
Tipo de Contrato	6,8
Tipo de Cliente	6,3
Valor Total do Contrato da Obra	5,9
Em sua opinião, que outros fatores, além dos citados acima, afetam o desempenho de segurança?	-

#### 4.1.3. Mensurar os custos médios de acidentes do trabalho

Atualmente o desempenho de Segurança no Trabalho nas obras da empresa está aquém do esperado. Entre 2008 e 2012, ocorreram 49 acidentes fatais, incluindo os que envolveram a comunidade. No mesmo período se somarmos obras no mundo, os acidentes graves e fatais demandaram um contingenciamento (indenização por danos morais, estéticos, materiais, custos processuais, honorários de assistentes técnicos e honorários advocatícios) e perdas em processos (Tabela 11), de aproximadamente R\$ 220 milhões, o que contribuiu para reduzir a melhoria dos resultados financeiros da Empresa.

Tal situação é considerada inadmissível para a Alta Liderança da empresa e, portanto, notou-se a necessidade da implementação de um novo método para a solução do problema. Além disso, a constante ocorrência de acidentes fatais em obras da empresa fere diretamente os princípios da sua cultura.



Tabela 11 - Mensuração dos impactos (global) - Etapa *Define*

Itens mensuráveis	Custo aproximado (R\$)		
	Brasil	Demais países AL	Eur/ Afr/ Asia
Dias de afastamento do acidentado	1.555.929,9	53.617,2	455.680,85
Danos Materiais (com equipamentos próprios)	Não disponível na empresa		
Despesas médicas para tratamento de acidentados	2.304.640,0	91.520,0	5.282.148,72
Sinistro do seguro de vida e plano de saúde	Não disponível na empresa		
Custos jurídicos (indenizações, despesas psicológicas deslocamentos, etc)	38.458.000,0	23.450.000,0	9.187.463,75
Aumento do SAT (Seguro de Acidente de Trabalho)	73.693.151,29	-	52.207.506,15
Paralisação das frentes de serviço devido ao acidente	3.940.078,6	721.401,75	1.002.316,9
Homem dia da equipe de investigação do acidente	5.357.430,25	470.988,25	4.264.559,2
<b>TOTAL</b>	<b>125.309.230,04</b>	<b>24.316538,95</b>	<b>72.399.675,57</b>
	<b>222.025.444,56</b>		

Apenas para reflexão, com os custos mensurados do período de estudo seria possível contratar 1458 engenheiros de segurança por um ano, ou 883 médicos do trabalho por um ano, ou 808 gerentes de produção por um ano, ou ainda 74.000 passagens de São Paulo para a Europa.

Estes cálculos foram feitos ainda sem contabilizar custos intangíveis como: aumento da alíquota do seguro saúde e seguro de vida, danos à imagem da empresa, perdas de produtividade, desmotivação da equipe (clima), impacto social/ familiar, entre outros.

## 4.2. *MEASURE* (MEDIR)

Conforme detalhado na metodologia, a fase *measure* contemplou o levantamento e organização dos indicadores e dados dos acidentes da empresa e da unidade especificamente, não havendo resultados a serem detalhados neste item.

## 4.3. *ANALYSE* (ANALISAR)

A Figura 12 demonstra a quantidade de acidentes por funcionário de janeiro de 2008 à junho de 2012, quando iniciaram campanhas corporativas para segurança do trabalho e quando temos dados disponíveis contabilizados do contingenciamento da segurança do trabalho.

Nota-se que no período de janeiro a julho de 2008 houve o registro de grande quantidade de acidentes por funcionários, porém com as informações disponíveis não se sabe ao certo o motivo deste aumento. Logo para análises estatísticas, regressões e correlações foram desconsiderados estes valores, no entanto para análises de pareto e estratificação das informações de acidentes, os dados foram considerados.

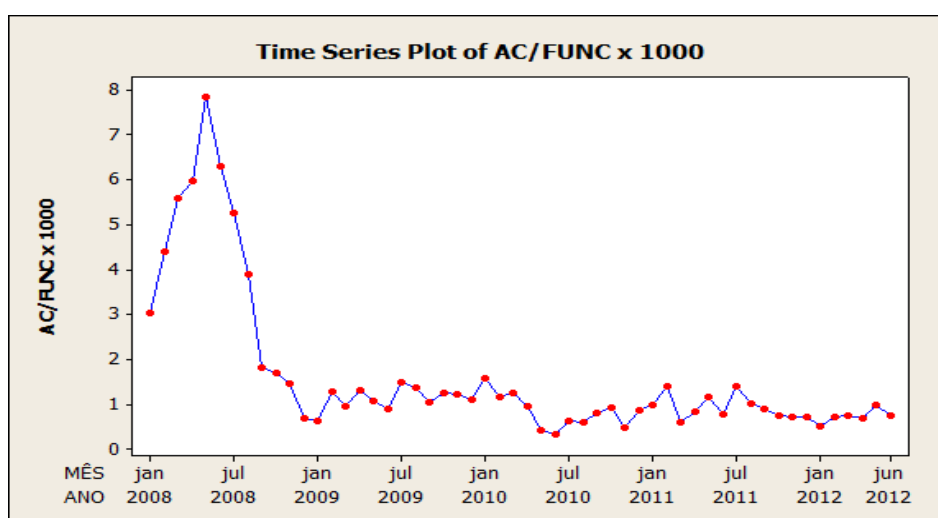


Figura 12 - Cenário janeiro de 2008 à junho 2012 - Etapa *Analyse*

Conforme já apresentado nas etapas anteriores o projeto possui as seguintes premissas e restrições: foram levantados os dados de acidentes fatais, graves consequências e com afastamento do período de janeiro de 2008 à junho de 2012 (54 meses), assim como, o número de funcionários; relação terceiros/próprios; relação encarregados/equipe; homem hora trabalhado próprio e terceiro; horas extras e índice de horas extras; IGSGI; índice de gestão de saúde e segurança do trabalho, risco de responsabilidade de saúde e segurança; índice de treinamento; índice de segurança praticado; % desvio da pirâmide de Bird e faturamento.

A partir destes dados levantados foram realizadas as seguintes atividades nesta etapa:

1. Analisar indicadores e acidentes globais, identificar causas fundamentais para o problema no âmbito global, para todas as unidades da empresa;
2. Analisar indicadores e acidentes da unidade, identificar causas fundamentais para o problema no âmbito local, para a unidade de edificação/ arena esportiva foco deste estudo;

Para identificar e analisar os dados levantados fez-se necessário entender com mais profundidade a teoria de correlação e regressão, conforme revisão da literatura e a utilização de um *software* estatístico.

#### **4.3.1. Analisar indicadores e acidentes globais, identificar causas fundamentais para o problema no âmbito global, para todas as unidades da empresa**

A partir dos dados levantados dos indicadores do período, foram realizados estudos estatísticos e identificados os seguintes indicadores com correlação com o problema de ocorrência de acidentes do trabalho a nível global.

- Relação terceiros/próprios (maior-pior);
- Homem hora próprios (maior-melhor);
- Homem hora terceiros (maior-pior);
- Horas-extras terceiros (maior-pior);

- Índice de horas extras (maior-pior);
- Índice de gestão do sistema de gestão integrada (IGSGI) (maior-melhor);
- Valor do índice de segurança praticada (maior-melhor);
- Risco de responsabilidade de saúde e segurança no trabalho (maior-pior).

O indicador IGSGI sinaliza o nível de implantação dos procedimentos do sistema de gestão integrada, conforme a evolução da obra, um valor elevado indica que a unidade implantou o SGI de forma eficaz.

A relação do IGSGI com os acidentes do trabalho, quando analisamos em um *software* estatístico verificamos, uma correlação negativa forte, ou seja, quanto menor o valor do Índice de Gestão do SGI, maior a probabilidade de acidentes do trabalho, conforme Figura 13.

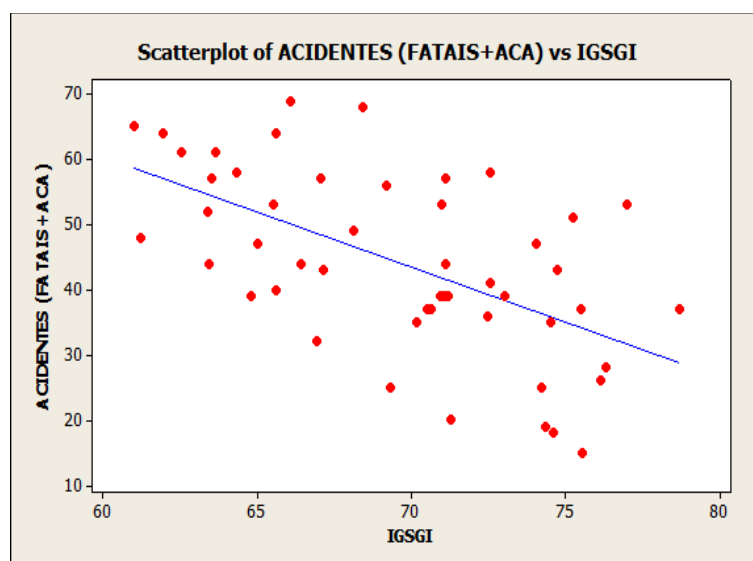


Figura 13 - Gráfico de correlação acidentes x IGSGI – Etapa *Analyse*

Equação de regressão simples do AC x IGSGI

$$AC=132-(1,26*IGSGI)$$

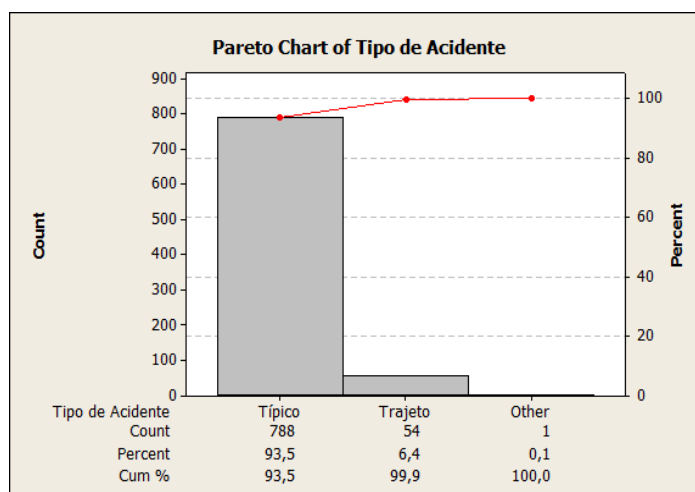
Para os demais indicadores listados, também com o auxílio de software estatístico, foram identificadas as correlações com os acidentes do trabalho. Logo foram definidas, em reuniões de *brainstorming* entre as partes envolvidas no processo as causas fundamentais, conforme Tabela 12.

Tabela 12 - Análise dos indicadores – Causas fundamentais – Etapa *Analyse*

<b>Causas Fundamentais</b>	
Treinamento não são eficazes e avaliação de reação não está medindo;	
Treinamento de integração: <ul style="list-style-type: none"> <li>Baixa carga horária;</li> <li>Baixo envolvimento de outras áreas;</li> <li>Treinamentos de integração desinteressantes e não mostram as rotinas das obras.</li> </ul>	
Controle de horas extras ineficaz;	
Obras não implantam na totalidade o sistema de gestão integrada e o sistema de gestão de segurança do trabalho;	
Requisitos legais referente à saúde e segurança do trabalho ficam pendentes por muito tempo;	
Inspeções de segurança: <ul style="list-style-type: none"> <li>Não identificados os itens não conformes recorrentes;</li> <li>A segurança é feita apenas pela área de segurança e não por toda a obra;</li> <li>Pouco freqüente as rondas de segurança por parte da alta direção da obra.</li> </ul>	
Poucos registros de quase acidentes identificados;	
Deficiências na gestão de terceiros, funcionários demitidos por indisciplina pela empresa estão sendo recontratados por empresas terceiras na obra.	

Posteriormente foi feita uma estratificação, considerando as informações globais dos 850 acidentes do trabalho ocorridos no período, utilizando gráficos de pareto, a fim de complementar as causas fundamentais já identificadas.

A Figura 14 demonstra a estratificação dos acidentes classificados como típicos e de trajeto, demonstra a proporcionalidade entre eles e a priorização que deve ser dada aos acidentes típicos.

Figura 14 - Gráfico de estratificação por tipo de acidente - Etapa *Analyse*

A Figura 15 ilustra, a partir das informações disponibilizadas de acidentes, quais as causas mais frequentes. Pode-se observar um problema comportamental, com valor elevado de causas como “Comportamento/ ato inseguro”, grande quantidade de acidentes sem investigação, consequentemente sem ações corretivas e muitas causas remetendo a responsabilidade do acidente no acidentado.

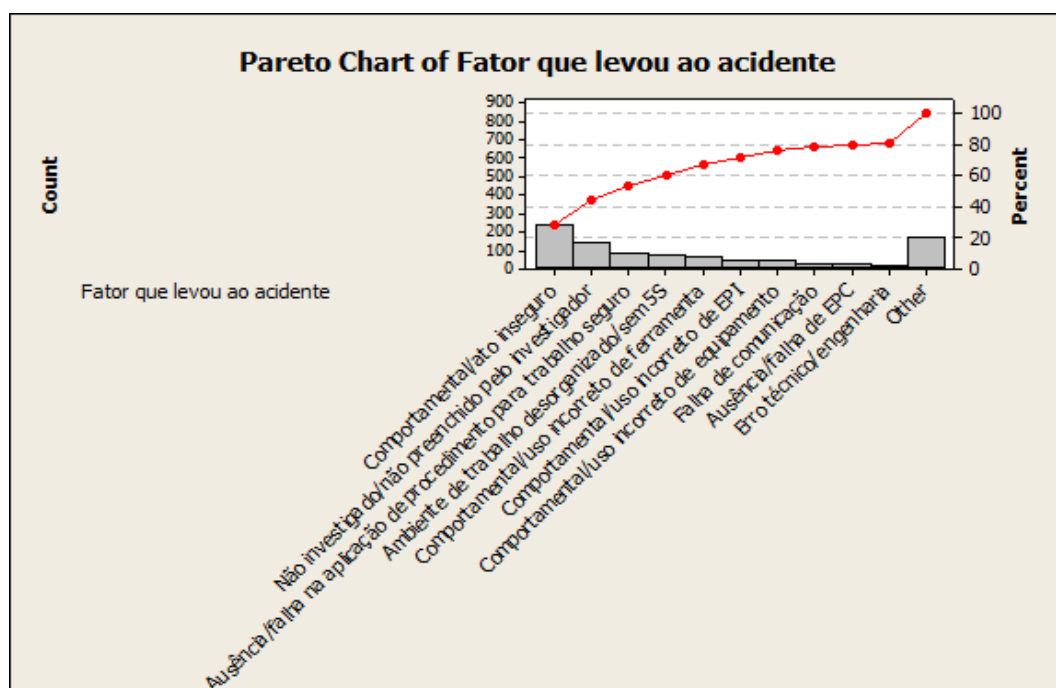


Figura 15 - Gráfico de estratificação de causas dos acidentes - Etapa *Analyse*

A Figura 16 estratifica o tipo de funcionário acidentado, se próprio ou terceiro. Percebe-se que 78,5% são funcionários próprios, mas há uma presença significativa de 19% de funcionários acidentados terceiros.

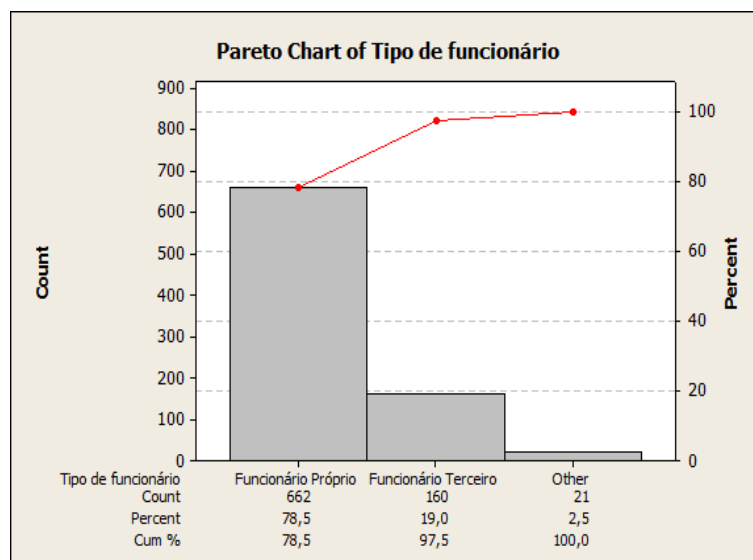


Figura 16 - Gráfico de estratificação do tipo de funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

A Figura 17 demonstra os cargos nos quais mais ocorreram acidentes do trabalho.

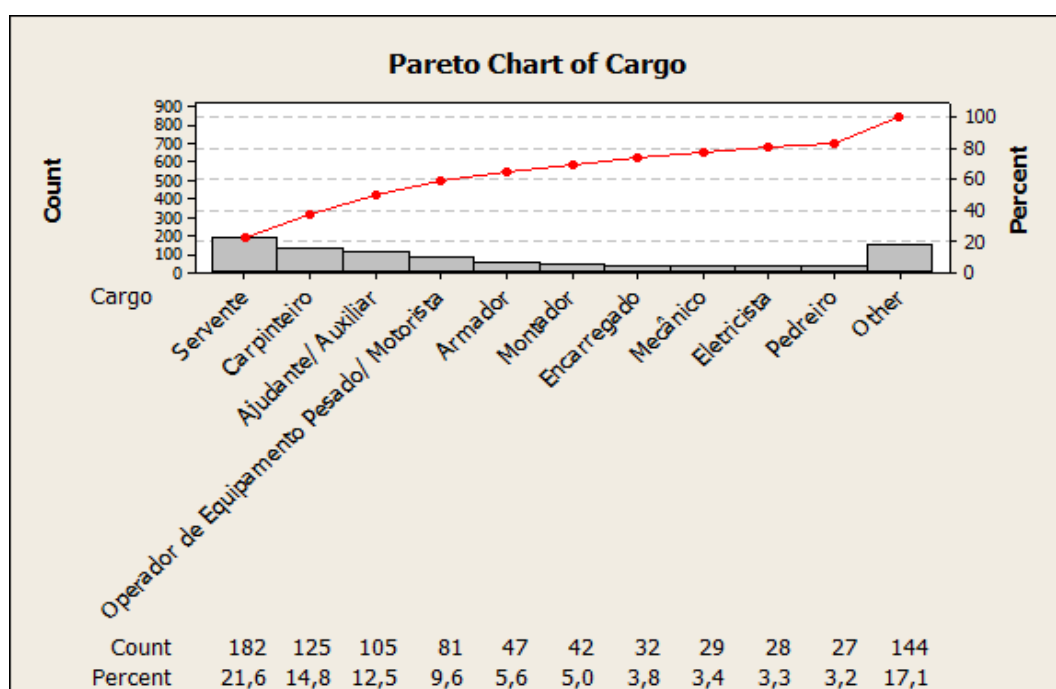


Figura 17 - Gráfico de estratificação do cargo do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

O pareto da Figura 18 estratifica a parte do corpo atingida no acidente do trabalho registrado, fica evidente a frequência de acidente do trabalho envolvendo principalmente as mãos, que são as principais ferramentas de trabalho.

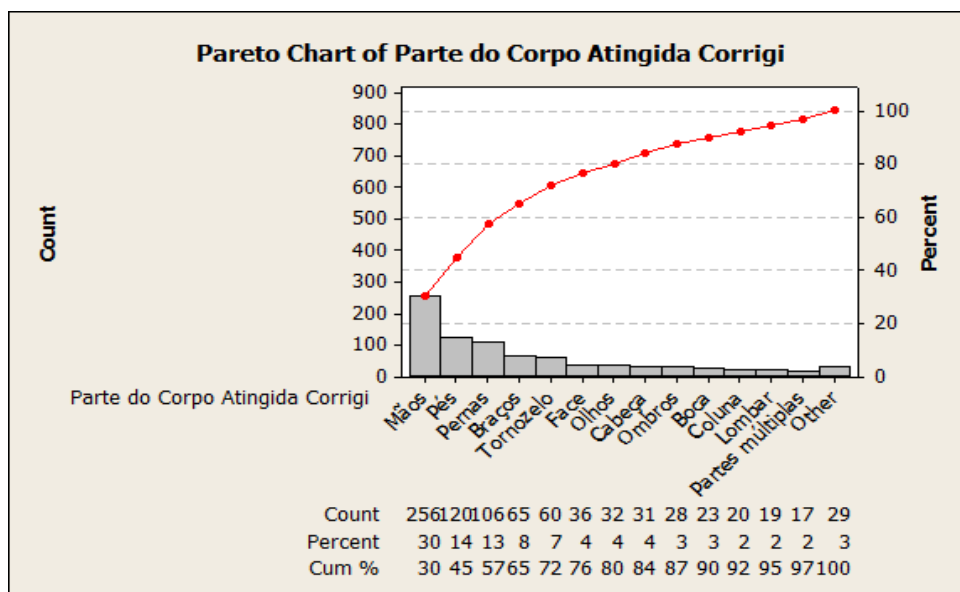


Figura 18 - Gráfico de estratificação da parte do corpo atingida do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

As causas fundamentais em função das análises e estratificações das informações sobre os acidentes do trabalho ocorridos no período, seguida de reunião de *brainstorming* com as partes interessadas foram definidas, conforme Tabela 13.

Tabela 13 - Análise dos acidentes – Causas fundamentais – Etapa *Analyse*

Causas Fundamentais
Falta de percepção de riscos por parte dos funcionários nível I (serventes, carpinteiros, auxiliares e ajudantes);
Faltam ações conjuntas com foco nos aspectos comportamentais para fomentar uma cultura de segurança do trabalho;
Os encarregados não conhecem os procedimentos operacionais bem como não participam de sua elaboração;
Não está sendo aplicada a organização e limpeza 5S nas obras;
Faltam campanhas específicas para a cada uma das funções ou com riscos semelhantes;
Encarregados e supervisores não liberam suas equipes para os treinamentos.

#### 4.3.2. Analisar indicadores e acidentes da unidade, identificar causas fundamentais para o problema no âmbito local, para a unidade de edificação/ arena esportiva foco deste estudo

Especificamente na unidade de edificação/ arena esportiva foi desenvolvido o mesmo estudo considerando os indicadores e informações de acidentes da unidade.



- Número de funcionários terceiros (maior-melhor);
- Horas-extras terceiros (maior-pior);
- Número de quase acidentes (menor-melhor);
- Valor do índice de segurança praticada (maior-melhor);
- Risco de responsabilidade de saúde e segurança no trabalho (maior-pior);
- Índice de gestão de saúde e segurança (maior-melhor).

Foram identificados nos indicadores listados a correlação com o problema de ocorrência de acidentes do trabalho, para definição das causas fundamentais estas correlações foram levadas em consideração em reunião de *brainstorming* com as partes interessadas.

Foram feitas análises específicas em função das informações dos acidentes do trabalho ocorridos na unidade no período. O gráfico da Figura 19 estratifica o período do dia em que ocorreram os acidentes, este indica que não houveram diferenças entre o período da manhã e da tarde.

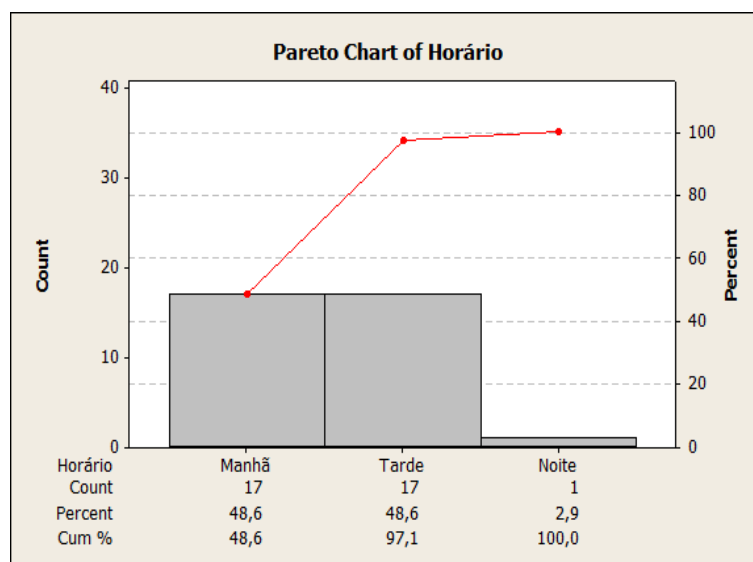


Figura 19 - Gráfico de estratificação do período de ocorrência de acidentes - Etapa *Analyse*

A estratificação da Figura 20 teve como objetivo comparar os acidentes ocorridos que tiveram constatado o desvio de função dos funcionários acidentados, o gráfico

demonstra que no caso específico da unidade não há correlação em função do desvio de função e os funcionários acidentados.

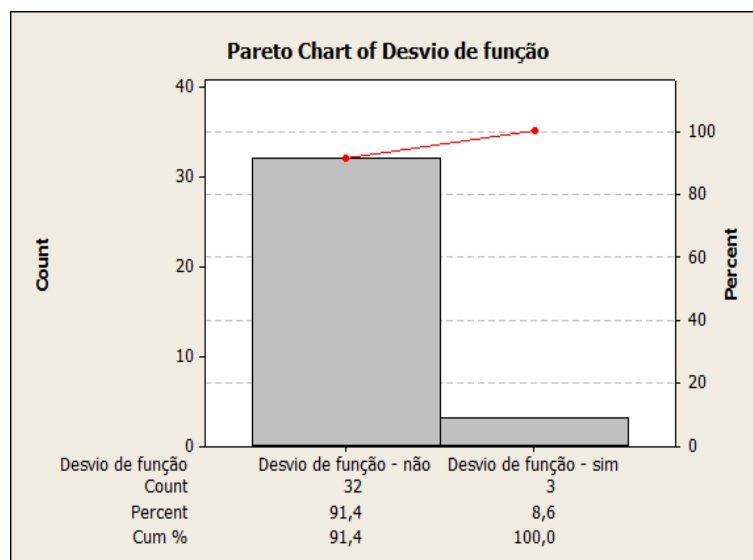


Figura 1 - Gráfico de estratificação do desvio de função do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

As estratificações dos gráficos apresentados na Figura 21, Figura 22 e Figura 23 tiveram como objetivo identificar a possibilidade de correlação do acidentes do trabalho com causas pessoais específicas do funcionário acidentado como estado civil, filhos e idade, no entanto a análise demonstrou que o fato dos funcionários terem filhos, serem casados ou não serem “jovens”, até 27 anos, não comprovam a relação com a ocorrência de acidentes.

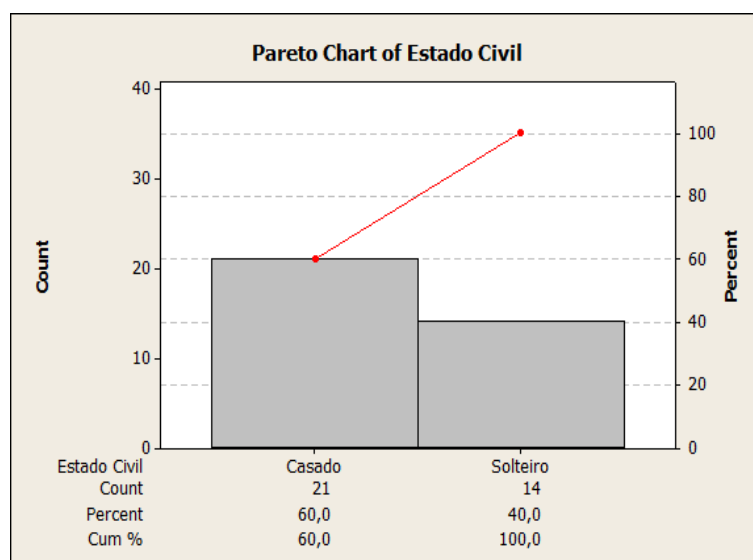


Figura 21 - Gráfico de estratificação do estado civil do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

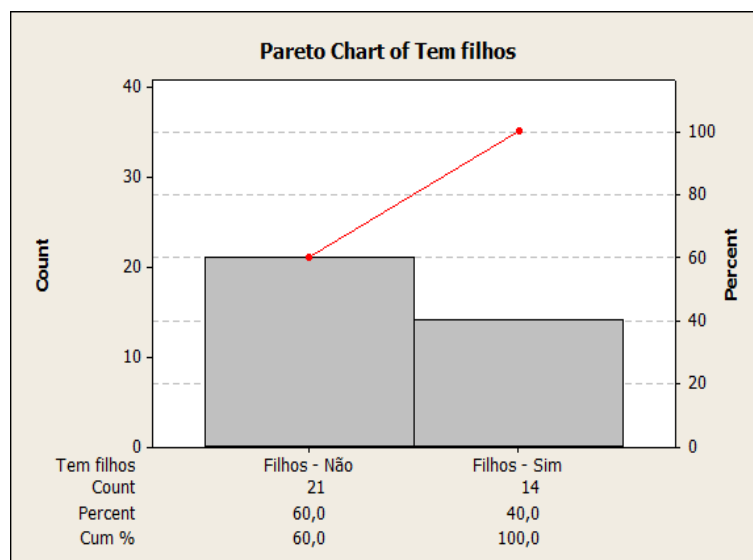


Figura 22 - Gráfico de estratificação de filhos do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

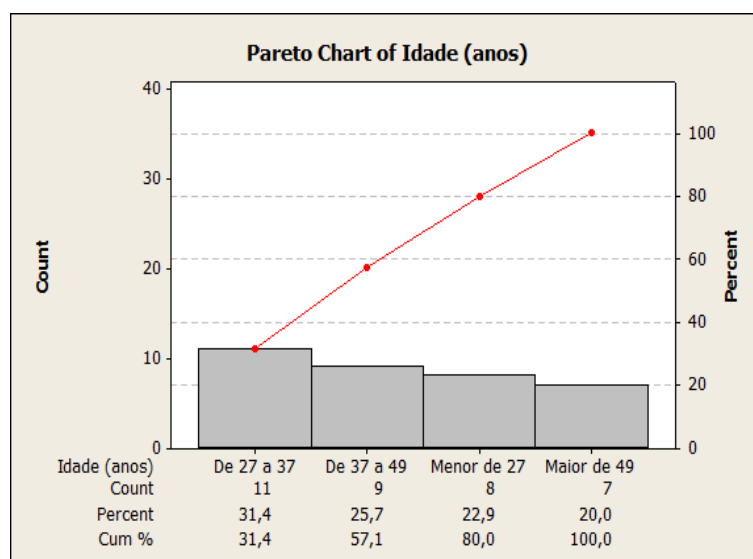


Figura 23 - Gráfico de estratificação da idade do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

A Figura 24 representa um pareto que se mostrou pouco relevante em função da experiência ou tempo de obra dos funcionários acidentados.

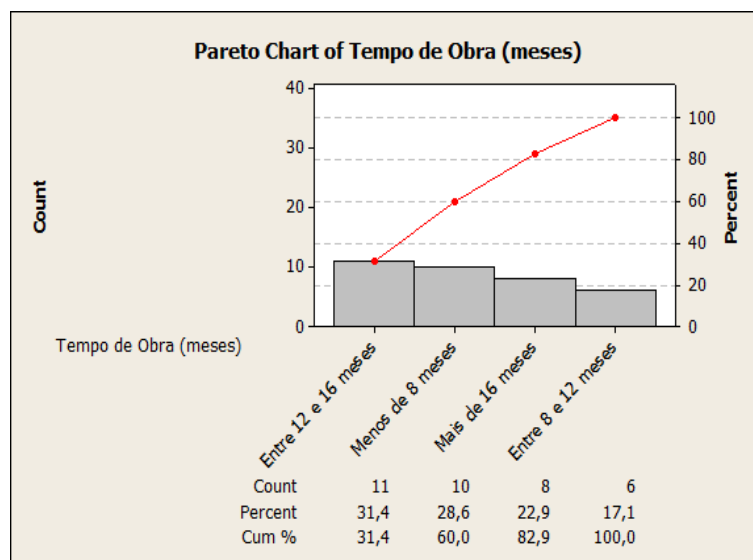


Figura 24 - Gráfico de estratificação do tempo de obra do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

A Figura 25 ilustra a atividade desenvolvida durante o acidente, dessa forma pode-se relacionar que a atividade de forma e desforma, tem potencial para ocorrência de acidentes do trabalho.

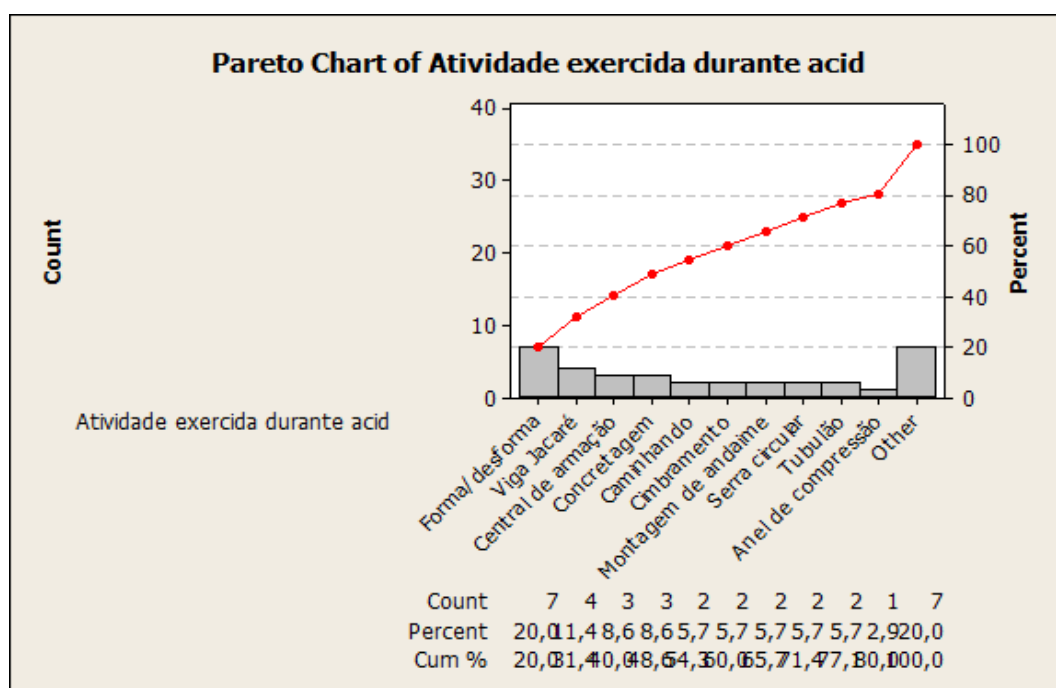


Figura 25 - Gráfico de estratificação da atividade exercida durante o acidente - Etapa *Analyse*

O gráfico representado pela Figura 26 indica uma quantidade representativa de acidentes na unidade envolvendo funcionários com baixa escolaridade, fundamental incompleto e analfabetos.

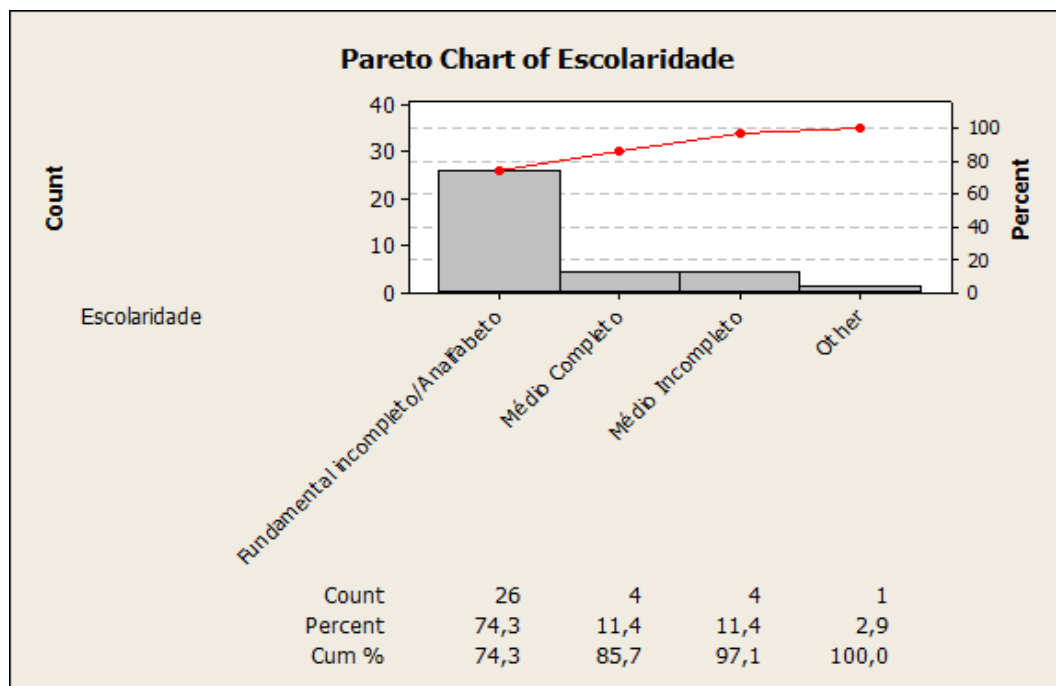


Figura 26 - Gráfico de estratificação da escolaridade do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

A Figura 27 demonstra que grande parte dos acidentes do trabalho envolvem o nível mais operacional da empresa, ou seja, funcionários nível I.

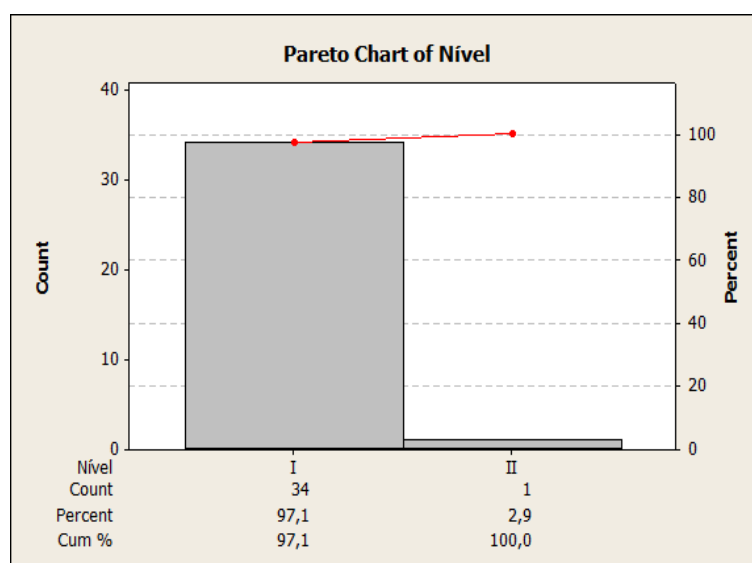


Figura 27 - Gráfico de estratificação do nível do cargo do funcionário acidentado - Etapa *Analyse*

O pareto da Figura 28 estratificou a ocorrência de acidentes do trabalho em função do dia da semana. Analisando o gráfico não foi identificada expressiva diferença entre os dias da semana.

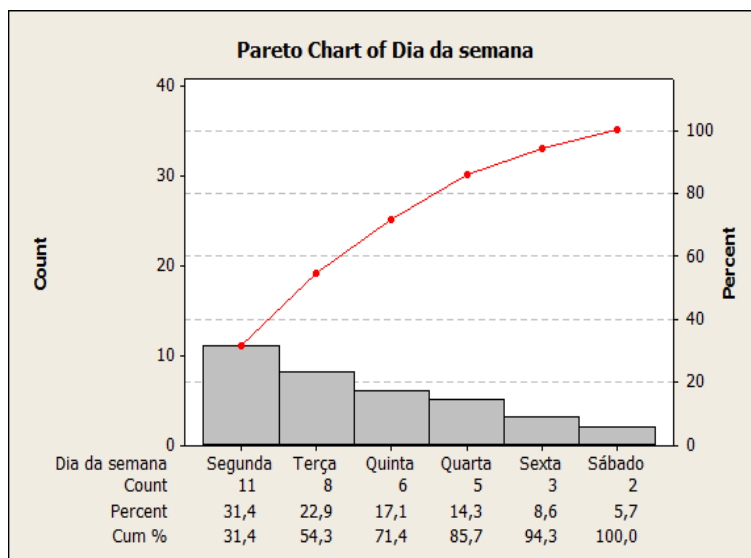


Figura 28 - Gráfico de estratificação do dia da semana do acidente do trabalho - Etapa *Analyse*

A Figura 29 demonstra o gráfico de pareto, de parte do corpo atingida nos acidentes do trabalho ocorridos na unidade, pode-se comparar com a análise global que também apontou as mãos como a parte do corpo mais atingida.

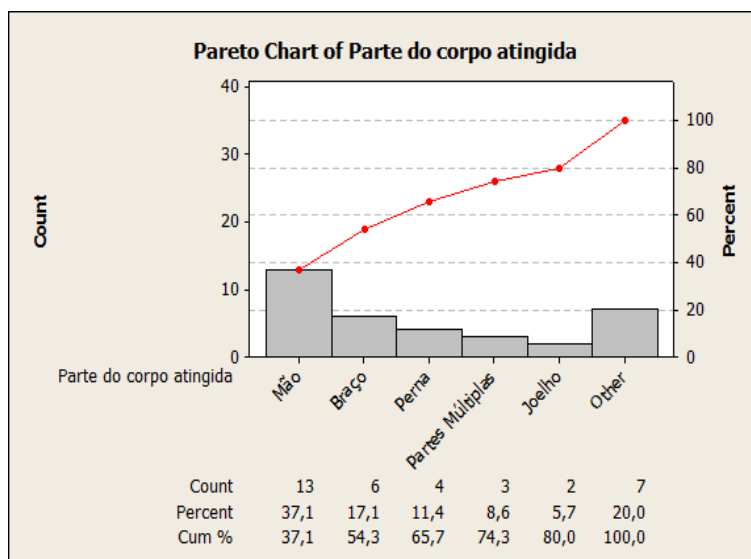


Figura 29 - Gráfico de estratificação de parte do corpo atingida - Etapa *Analyse*

A Figura 30 estratifica os acidentes do trabalho pela função do funcionário acidentado.

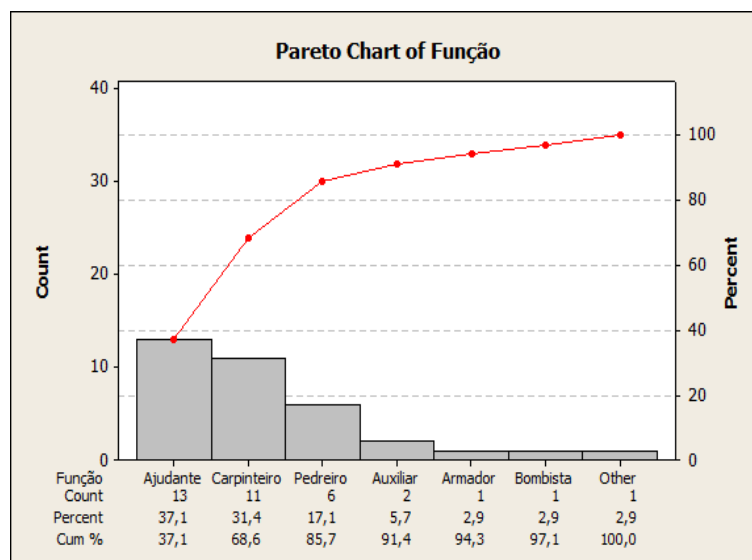


Figura 30 - Gráfico de estratificação da função do acidentado - Etapa *Analyse*

A partir das análises realizadas através de indicadores e dos dados dos acidentes do trabalho, foram realizadas reuniões de *brainstorming* com as partes interessadas para definir as causas fundamentais específicas para a unidade do segmento de edificação/ arena esportiva, piloto foco do estudo, conforme Tabela 14.

Tabela 14 - Causas fundamentais específicas da unidade - Etapa *Analyse*

Causas Fundamentais
Comunicações/ sinalizações da obra para segurança do trabalho são ineficazes, pois alguns funcionários não sabem ler ou escrever.
Funcionários reprovados nos testes do departamento de psicologia são contratados normalmente;
Inspeções de segurança e treinamentos diários de segurança são realizadas apenas pela equipe de segurança do trabalho;

#### 4.4. *IMPROVE* (MELHORAR)

A etapa *Improve* definiu as ações que devem ser tomadas por cada uma das unidades, visando cada uma das causas fundamentais identificadas na etapa *Analyse*. Dessa forma estão apresentadas as ações da seguinte maneira:

1. Planos de ação com foco nos problemas de forma global para serem desenvolvidos por todas as unidades da empresa;
2. Planos de ação com foco nos problemas da unidade para que esta desenvolva o plano de ação;

#### **4.4.1. Planos de ação com foco nos problemas de forma global para serem desenvolvidos por todas as unidades da empresa**

Conforme a análise das causas fundamentais visando os indicadores pontuados como críticos foram definidas as ações globais para segurança do trabalho, devendo ser acompanhados por todas as unidades da empresa (Tabela 15).

Tabela 15 – Análise de Indicadores Globais - Causas fundamentais e ações - Etapa *Improve*

<b>Causas Fundamentais</b>	<b>Ações</b>
Treinamento	Necessidade de garantir a avaliação de eficácia e analisar a avaliação de reação para melhorar os treinamentos.
	Treinamento de integração <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Necessidade de aumentar a carga horária;</li> <li>○ No formulário da avaliação de reação, inserir a opção para o funcionário marcar qual disciplina do SGI apresentou insatisfação/necessidade de melhoria;</li> <li>○ Necessidade de envolver as demais disciplinas na formulação do treinamento, além da Segurança;</li> <li>○ Incluir acidentes já ocorridos nas obras, incluindo imagens impactantes (avaliar).</li> </ul>
Horas extras	Garantir o controle das horas extras de terceiros e próprios – máximo de 1h por dia.
Sistema de gestão integrada	Manter os indicadores de Implantação do SGI e SGST (IGSGI e IGSST) em 100.
Risco de responsabilidade de saúde e segurança do trabalho	Verificar quais itens (além dos alvarás) estão impactando negativamente o RRSS para reduzir o indicador e manter atualizadas as ações dos demais itens.
Inspeções de segurança do trabalho	Levantar todos os itens não-conformes recorrentes das inspeções e tomar ações corretivas na abrangência (considerar itens das autuações). Tratar as ações nas reuniões semanais com os responsáveis; Trazer a responsabilidade de chamar a atenção das irregularidades para a produção, além da Segurança no Trabalho; Manter as rondas de segurança pela alta direção da obra, com a participação da Gerência da Obra, Gerência de Produção, Gerência de Engenharia e Gerência de QMSS.



Registro de quase acidentes	Campanha semanal para garantir a adesão de 100% dos encarregados para a disponibilização de um funcionário para participar dos treinamentos de observações comportamentais; Garantir que os formulários de quase acidentes estejam no caderno de TDSGI. Definir meta para os encarregados registrarem os quase acidentes; Garantir que os quase acidentes das equipes sejam registrados nos formulários do caderno de TDS.
Gestão de terceiros	Criar uma lista de funcionários demitidos por indisciplina (e outros) para que a gestão de subcontratados controle a contratação dessas pessoas por parte das subcontratadas. Criar sistemática para que as subcontratadas comuniquem à obra os funcionários que tenham sido demitidos por indisciplina (e outros), com o objetivo de impedir a contratação posterior pelo consórcio.

Conforme descrito na etapa *Analyse*, foram feitas análises da mesma forma com foco nos acidentes e suas variáveis, dessa forma obteve-se o seguinte plano de ação para todas as unidades, conforme Tabela 16.

Tabela 16 - Análise de Acidentes Globais - Causas fundamentais e ações - Etapa *Improve*

Causas Fundamentais	Ações
Percepção de risco	Realizar pelo menos mais um treinamento de percepção de risco até o final do junho de 2013, focado em funcionários de nível 1 (criar treinamento com impacto visual).
Aspectos comportamentais	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Implementar o programa motivacional (incluir o incentivo de quase acidentes e de observações comportamentais);</li> <li>○ Intensificar a utilização de cordas para amarrar as ferramentas envolvendo trabalhos em altura;</li> <li>○ Observações comportamentais: participação dos Eng. de Produção (intensificar os funcionários de Nível 1).</li> </ul>
Procedimentos operacionais	Garantir que 100% dos encarregados participem dos treinamentos dos procedimentos operacionais e das campanhas de segurança. Criar sistemática para medir a presença dos encarregados por meio das listas de presença.
Organização e Limpeza/5S	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Garantir que as ISPs de 5S apresentem desempenho mensal de 100%;</li> <li>○ Levantar todos os itens não-conformes recorrentes das inspeções de 5S e tomar ações corretivas na abrangência. Tratar as ações nas reuniões semanais com os responsáveis;</li> <li>○ Manter/dar continuidade na campanha de 5S.</li> </ul>
Campanhas	Lançar Campanha das Mãos na obra. Estudar as funções que mais apresentaram acidente envolvendo mãos e focar

	nessas funções.
Liderança	Retomar a prática de marcação de funcionários em treinamento. Garantir que os Encarregados e Supervisores enviem suas equipes para a marcação, bem como garantir que os funcionários em treinamento não pratiquem atividades que caracterizem desvio de função.

A saída das causas fundamentais identificadas localmente na unidade de edificação/ arena esportiva geraram as seguintes ações para desenvolvimento imediato (Tabela 17).

Tabela 17 - Causas fundamentais e ações em relação aos acidentes da unidade – Etapa *Improve*

<b>Causas Fundamentais</b>	<b>Ações</b>
Comunicação de segurança do trabalho	Fazer análise crítica da comunicação da obra, considerando a necessidade de ajustar a comunicação/sinalização de segurança quanto os treinamentos de segurança (focado em uma linguagem adequada para pessoas que não sabem ler ou escrever).
Recrutamento e seleção	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantir que os funcionários, não aprovados nos testes do departamento de psicologia não sejam contratados para assumir trabalhos na obra;</li> <li>Avaliação psicológica para novos funcionários: melhorar/aumentar o tempo.</li> </ul>
Rotinas de segurança	Participação dos Eng. de Produção nos TDSGI e inspeções comportamentais todas as segundas e terças-feiras.
Campanhas	Lançar Campanha das Mãos na obra. Estudar as funções que mais apresentaram acidente envolvendo mãos e focar nessas funções.
Treinamento	Levantar o perfil dos funcionários mais propensos a sofrer acidentes, de acordo com: função, nível, escolaridade, idade, tempo de experiência, etc. A partir do levantamento, definir um programa específico para esses funcionários (ex: triar melhor no recrutamento, maior frequência de treinamentos, treinamentos específicos, etc).

As ações globais deverão ser adotadas por todas as unidades da empresa e ações locais deverão ser desenvolvidas pela unidade de edificação/ arena esportiva foco do trabalho.

As unidades deverão definir os responsáveis, desenvolver um plano de ação específico para a realidade. Especificamente para a unidade piloto, foco deste projeto, foi definido o plano de ação para aplicação imediata, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Plano de ação específico unidade piloto – Etapa *Improve*

4.5. Ações	Prazo Previsto	
	Início	Término
Implementar a avaliação de eficácia para 100% dos treinamentos.	11/10/2012	30/11/2012
Avaliar adequação da carga horária dos treinamentos.	11/10/2012	30/11/2012
Adequar formulário da avaliação de reação, inserindo a opção para o funcionário marcar qual disciplina do SGI apresentou insatisfação/necessidade de melhoria.	11/10/2012	30/10/2012
Avaliar necessidade de inclusão de disciplinas na integração.	11/10/2012	30/10/2012
Incluir imagens de acidentes e suas conseqüências no treinamento de integração.	11/10/2012	30/10/2012
Implementar o controle das horas extras de terceiros e próprios – máximo de 1h por dia.	11/10/2012	30/11/2012
Levantar todos os itens não-conformes recorrentes das inspeções e tomar ações corretivas na abrangência (considerar itens das autuações). Tratar as ações nas reuniões semanais com os responsáveis.	11/10/2012	30/11/2012
Trazer a responsabilidade para a produção de chamar a atenção dos funcionários, quanto as irregularidades que acontecem em campo.	11/10/2012	30/10/2012
Manter as rondas de segurança pela alta direção da obra, com a participação da Gerência da Obra, Gerência de Produção, Gerência de Engenharia e Gerência de QMSS.	11/10/2012	30/10/2012
Anjo da semana: garantir a adesão de 100% dos encarregados para a disponibilização de um funcionário para participar dos treinamentos de observações comportamentais.	11/10/2012	31/12/2012
Garantir que os formulários de quase acidentes estejam no caderno de Diálogo Diário de Segurança.	11/10/2012	20/10/2012
Garantir que os quase acidentes das equipes sejam registrados nos formulários do caderno de Diálogo Diário de Segurança.	11/10/2012	20/10/2012
Criar uma lista de funcionários demitidos por indisciplina (e outros) para que a gestão de subcontratados controlem a contratação dessas pessoas por parte das subcontratadas.	11/10/2012	30/10/2012
Criar sistemática para que as subcontratadas comuniquem à obra os funcionários que tenham sido demitidos por indisciplina (e outros).	11/10/2012	30/10/2012
Realizar novo treinamento de percepção de risco até o final do ano, focado em funcionários de nível 1 (criar treinamento com impacto visual).	11/10/2012	30/10/2012
Implementar programa motivacional (incluir o incentivo de quase acidentes e de observações comportamentais).	11/10/2012	15/12/2012
Intensificar a utilização de cordas para amarrar as ferramentas envolvendo trabalhos em altura.	11/10/2012	30/11/2012
Observações comportamentais: participação dos Eng. de	11/10/2012	20/10/2012

Produção (intensificar os funcionários de Nível 1).		
Garantir que 100% dos encarregados participem dos treinamentos dos procedimentos operacionais e das campanhas de segurança. Criar sistemática para medir a presença dos encarregados por meio das listas de presença.	11/10/2012	20/10/2012
Levantar todos os itens não-conformes recorrentes das inspeções de 5S e tomar ações corretivas na abrangência. Tratar as ações nas reuniões semanais com os responsáveis	11/10/2012	30/11/2012
Manter/dar continuidade na campanha de 5S.	11/10/2012	20/10/2012
Relançar Campanha das Mãos na obra. Estudar as funções que mais apresentaram acidente envolvendo mãos e focar nessas funções.	11/10/2012	20/10/2012
Reforçar a identificação de funcionários em treinamento. Garantir que os Encarregados e Supervisores enviem suas equipes para a identificação, garantindo que os funcionários em treinamento não pratiquem atividades que caracterizem desvio de função.	11/10/2012	30/10/2012
Fazer análise crítica da comunicação da obra, considerando a necessidade de ajustar a comunicação/sinalização de segurança quanto os treinamentos de segurança (focado em uma linguagem adequada para pessoas que não sabem ler ou escrever).	11/10/2012	30/10/2012
Avaliação psicológica para novos funcionários: melhorar/aumentar o tempo.	11/10/2012	30/11/2012
Participação dos Eng. de Produção nos Diálogo Diário de Segurança e inspeções comportamentais todas as segundas e terças-feiras.	11/10/2012	30/10/2012
Levantar o perfil dos funcionários mais propensos a sofrer acidentes, de acordo com: função, nível, escolaridade, idade, tempo de experiência, etc. A partir do levantamento, definir um programa específico para esses funcionários (ex: triar melhor no recrutamento, maior frequência de treinamentos, treinamentos específicos, etc).	11/10/2012	20/10/2012

#### 4.6. CONTROL (CONTROLAR)

A etapa *Control* está fora do escopo desta monografia por não ter sido desenvolvida e aprovada até o momento, conforme cronograma já apresentado, dessa forma não há informações que suporte o desenvolvimento das atividades citadas.

#### 4.7. DISCUSSÕES

A partir das causas fundamentais foram desenvolvidos os planos de ação global e local para o desenvolvimento pelas unidades. Foi possível fazer uma análise global dos indicadores, dos acidentes fatais, com graves consequências, com afastamento e de suas variáveis para embasar e suportar as mudanças necessárias para a excelência da segurança do trabalho, no segmento da construção civil pesada.

Estes estudos poderão ainda auxiliar outras unidades de construção civil “em andamento” e “a iniciar” desta e de outras empresas do setor. Lembrando que cada uma das causas fundamentais e das ações propostas são específicas e refletem a realidade da segurança do trabalho da empresa e da obra estudada.

De qualquer forma a principal diferença do método seis sigma utilizado foi demonstrar de forma quantitativa e clara as variáveis que interferem no processo da empresa, e de forma detalhada os impactos e as prováveis soluções para a segurança do trabalho. Esta organização de idéias e quantificações é mais uma forma de passar segurança e tranquilidade no trabalho desenvolvido tanto para a alta direção como para as demais partes interessadas, o que os fazem investir, apoiar e acompanhar todo o projeto.

Vale alertar pelo aprendizado deste trabalho que para desenvolver este tipo de projeto seis sigma é importante ressaltar alguns pontos. São sempre necessárias muitas informações do período do estudo, informações estas que muitas vezes não estão disponíveis ou nem sequer são medidas pelas empresas, sendo assim é importante que cada vez mais as empresas documentem o trabalho do dia a dia que está sendo realizado, para que possam existir dados que alavanquem a melhoria contínua, ou seja, que a gestão do conhecimento da empresa, seu *know how*, seja acompanhado e registrado.

Outro ponto importante de se ressaltar é que a alta direção deve estar engajada e interessada no desenvolvimento do projeto e na resolução do problema, caso não ocorra desta forma algumas etapas podem ser prejudicadas e o projeto pode não ter a mesma força e sucesso. Este tipo de projeto assim como qualquer outro são

desenvolvidos por pessoas, e estas devem estar motivadas e empenhadas; a alta direção é um aliado imprescindível para isso.

## **5. CONCLUSÕES**

Os objetivos do presente trabalho foram alcançados. A análise dos estudos realizados neste projeto permite afirmar que as causas fundamentais críticas que impactam o processo de segurança foram identificadas, tanto no âmbito global como no âmbito local em uma unidade de construção civil do segmento de edificação/arena esportiva.

O projeto indica oportunidades e sugestões para projetos complementares, pois a metodologia seis sigma pode ser desenvolvida para qualquer desvio de processo que se considere um problema. Especificamente neste tema seriam interessantes abordagens para outros segmentos de obras, tipos de empresa, ou então uma análise aprofundada relacionando as questões estratégicas da organização com a segurança do trabalho, e posteriormente o desdobramento das ações para as unidades. Este projeto teve um foco voltado para as questões operacionais de atuação nas obras, uma análise de ações gerenciais para a alta liderança, ou mesmo o resultado de ações implantadas complementaria muito bem este trabalho.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Nelma Miriam Chagas de. **Custos de implantação do PCMAT (Programa de condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção) em obras de edificações verticais – um estudo de caso.** 1998. Monografia (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.280:** Cadastro de acidente do trabalho – Procedimento e classificação – elaboração. Rio de Janeiro, 2001

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. **Perspectivas do Investimento 2010 – 2013.** BNDES, 2010. Disponível em: < [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes\\_pt/Institucional/Publicacoes](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes)>.

FONSECA, E. D.; LIMA, F. P. A. **Novas tecnologias construtivas e acidentes na construção civil: o caso da introdução de um novo sistema de escoramento de formas de laje.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Comunicação Social: Contas Nacionais Trimestrais – Indicadores de Volume e Valores Correntes.** IBGE, 2012. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias>>.

LAPA, R. P.; GOES, M. L. S. **Investigação e análise de incidentes conhecendo o incidente para prevenir.** 1 ed. Edicon Ltda., São Paulo, 2011



MACHADO, J. **Formação e certificação de Green e Black Belts**. São Paulo, Centro de qualidade, segurança e produtividade para o Brasil e América Latina, Apostila do curso, 2012.

MATOS, J. L. **Implementação de um projeto de melhorias em um processo de reação química em batelada utilizando o método DMAIC**. Mestrado, UFRS, Rio Grande do Sul, 2003.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração**. 6 ed. Editora Atlas S.A., São Paulo, 2011.

MEDEIROS, J. A. D. M.; RODRIGUES, C. L. P. **A existência de riscos na indústria da construção civil e sua relação com o saber operário**. Artigo. UFPB, Paraíba, 2002.

MOREIRA, G. R. C. **Políticas sociais, desigualdades pessoais e regionais da renda no Brasil: uma análise de insumo-produto**. Mestrado, USP, São Paulo, 2007.

OLIVEIRA, O. J.; OLIVEIRA, A. B.; ALMEIDA, R. A. **Gestão da segurança e saúde do trabalho em empresas produtoras de baterias automotivas: um estudo para identificar boas práticas**. Artigo. São Paulo, UNESP, Bauru, 2010.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Tendências Mundiais e Desafio da Saúde e Segurança Ocupacionais**. XIX Congresso sobre Segurança e Saúde no Trabalho discute a construção de locais de trabalho mais seguros e saudáveis. OIT, 2011. Disponível em: <<http://www.oit.org.br>>.

PYZDEK, T.; KELLER, P. **Seis sigma: guia do profissional, um guia completo para Green Belts, Black Belts e gerentes em todos os níveis**. 3 ed., Editora Alta Books, Rio de Janeiro, 2011.

SANTANA, V. S.; OLIVEIRA, R. P. **Saúde e trabalho na construção civil em uma área urbana do Brasil**. Artigo. Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, 2004.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed, Editora Atlas S.A., São Paulo, 2008.

STOECKICHT, I. P. **Gestão estratégica do capital intelectual orientado à inovação em empreendimentos de engenharia civil**. Doutorado, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2012.

TÁVORA, K. F. D. **Aplicação da metodologia seis sigma no processo de corte de uma indústria produtora de capas para bancos de automóvel**. Mestrado, Faculdade de Economia Universidade do Porto, Portugal, Porto, 2009.