



# Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias 2

Henrique Ajuz Holzmann  
Micheli Kuckla  
(Organizadores)

Atena  
Editora

Ano 2019

Henrique Ajuz Holzmann  
Micheli Kuckla  
(Organizadores)

# Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Natália Sandrini e Lorena Prestes

**Revisão:** Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P856 Possibilidades e enfoques para o ensino das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, Micheli Kuckla. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-273-9

DOI 10.22533/at.ed.739192204

1. Engenharia – Estudo e ensino. 2. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 3. Prática de ensino. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Kuckla, Micheli.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

As obras Possibilidades e Enfoques para o Ensino das Engenharias Volume 1 e Volume 2 abordam os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino-aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

O Volume 1 está disposto em 26 capítulos, com assuntos voltados a relações ensino-aprendizado, envolvendo temas atuais com ampla discussão nas áreas de Ensino de Ciência e Tecnologia, buscando apresentar os assuntos de maneira simples e de fácil compreensão.

Já o Volume 2 apresenta uma vertente mais prática, sendo organizado em 24 capítulos, nos quais são apresentadas propostas, projetos e bancadas, que visam melhorar o aprendizado dos alunos através de métodos práticos e aplicados as áreas de tecnologias e engenharias.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

Micheli Kuchla

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
SIMULAÇÃO DE UM SISTEMA PRODUTIVO NO ENSINO DE GESTÃO DA PRODUÇÃO	
Daniel Antonio Kapper Fabricio	
Lisiane Trevisan	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
CULTURA DE SEGURANÇA – FATOR DETERMINANTE PARA A SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO EM INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA	
Lucass Melo	
Renata Evangelista	
Alexandre Bueno	
Débora Vasconcelos	
Carla Souza	
André Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
ABORDAGEM DE SUSTENTABILIDADE NOS CURSOS BRASILEIROS DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO	
Gabriella Cavalcante de Souza	
Isadora Cristina Mendes Gomes	
Gustavo Fernandes Rosado Coêlho	
Ciliana Regina Colombo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO NUMA EMPRESA RECUPERADA POR TRABALHADORES: UMA EXPERIÊNCIA PARA O EXERCÍCIO DA INDISSOCIABILIDADE ENSINO-PESQUISA-EXTENSÃO	
Beatriz Mota Castro de Abreu	
Alice Oliveira Fernandes	
Tarcila Mantovan Atolini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
PROTÓTIPO DE UM SISTEMA AUTOMÁTICO DE BUSCA E ARMAZENAGEM DE MATERIAIS PARA FINS DIDÁTICOS	
Walber Márcio Araújo Moraes	
Wesley de Almeida Souto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922045</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>58</b>
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO DE ROBÓTICA BÁSICA APLICADA NO ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL	
<a href="#">Márcio Mendonça</a> <a href="#">Lucas Botoni de Souza</a> <a href="#">Rodrigo Henrique Cunha Palácios</a> <a href="#">Paulo Henrique Arizono Lima</a> <a href="#">Marília Gabriela de Souza Fabri</a> <a href="#">José Augusto Fabri</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922046</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>71</b>
ROBÓTICA EDUCACIONAL NA ENGENHARIA – SUMÔ DE ROBÔS	
<a href="#">Alessandro Bogila</a> <a href="#">Denis Borg</a> <a href="#">Fernando Deluno Garcia</a> <a href="#">Ivan Luiz de Camargo Barros Moreira</a> <a href="#">Joel Rocha Pinto</a> <a href="#">Thales Prini Franchi</a> <a href="#">Thiago Prini Franchi</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922047</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>84</b>
BR.INO: UMA FERRAMENTA PARA ENSINO DE PROGRAMAÇÃO EM ARDUINO PARA APLICAÇÕES EM ROBÓTICA USANDO LINGUAGEM NATIVA	
<a href="#">Gabriel Rodrigues Pacheco</a> <a href="#">Mateus Berardo de Souza Terra</a> <a href="#">Rafael Mascarenhas Dal Moro</a> <a href="#">Víctor Rodrigues Pacheco</a> <a href="#">Carlos Humberto Llanos</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>94</b>
RELATO DE EXPERIÊNCIA: USO DE TÉCNICAS GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE SINAIS	
<a href="#">Caio Sanches Bentes</a> <a href="#">Ronaldo de Freitas Zampolo</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7391922049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>105</b>
LABORATÓRIO DE SISTEMAS HIDRELÉTRICOS APLICADO À FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DE ENERGIA – GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E CONTROLE DE SISTEMAS DINÂMICOS	
<a href="#">Kariston Dias Alves</a> <a href="#">Rudi Henri Van Els</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220410</b>	

**CAPÍTULO 11 ..... 117**

A IMPORTÂNCIA DO LABORATÓRIO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ NO DESENVOLVIMENTO DE PESQUISAS E FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS

Francisco Jeandson Rodrigues da Silva  
Douglas Aurélio Carvalho Costa  
Obed Leite Vieira  
Fellipe Souto Soares  
Paulo Cesar Marques de Carvalho  
Magna Livia Neco Rabelo  
Pollyana Rodrigues de Carvalho

**DOI 10.22533/at.ed.73919220411**

**CAPÍTULO 12 ..... 129**

AValiação DO USO DA TECNOLOGIA SOFTPLC PARA APRENDIZAGEM DE TÉCNICAS DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Deliene Costa Guimarães  
Reberth Carolino de Oliveira  
Renata Umbelino Rêgo

**DOI 10.22533/at.ed.73919220412**

**CAPÍTULO 13 ..... 140**

CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA DE BAIXO CUSTO PARA ENSINO DE SISTEMAS DE CONTROLE

Everton Machado  
Alexsandro dos Santos Silveira  
João Artur de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.73919220413**

**CAPÍTULO 14 ..... 152**

PAINEL DIDÁTICO PARA ENSINO-APRENDIZAGEM DE INSPEÇÃO TERMOGRÁFICA APLICADA À MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Priscila Ribeiro Amorim de Almeida  
Pablo Rodrigues Muniz

**DOI 10.22533/at.ed.73919220414**

**CAPÍTULO 15 ..... 165**

PROPOSTA DE KIT DIDÁTICO PARA ESTUDO DE INTEGRIDADE DE SINAL EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO

Pablo Dutra da Silva  
Giovane Rodrigues de Oliveira  
Gustavo Melsi Floriani

**DOI 10.22533/at.ed.73919220415**

**CAPÍTULO 16 ..... 177**

ANÁLISE E ATENUAÇÃO DE RISCOS DE INCÊNDIOS E CHOQUE ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES ELÉTRICAS EM MORÁDIAS DE BAIXA RENDA

Márcio Mendonça  
Lucas Botoni de Souza  
Rodrigo Henrique Cunha Palácios  
Giovanni Bruno Marquini Ribeiro  
Marco Antônio Ferreira Finocchio  
José Augusto Fabri

**DOI 10.22533/at.ed.73919220416**

<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>190</b>
SIMULADOR COMPUTACIONAL PARA ENSINO DE PROTEÇÃO DE SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA	
<p>Luiz Guilherme Riva Tonini  Oureste Elias Batista  Augusto César Rueda Medina  Andrei Carlos Bastos</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>203</b>
CONSTRUÇÃO E VALIDAÇÃO DE UMA BANCADA DIDÁTICA PARA CARACTERIZAÇÃO DE COMPRESSORES	
<p>Alexsandro dos Santos Silveira  João Artur de Souza</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220418</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>215</b>
DESENVOLVIMENTO DE UM PÓRTICO INSTRUMENTADO DIDÁTICO	
<p>Matheus Berghetti  Albino Moura Guterres  Alexsander Furtado Carneiro</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220419</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>226</b>
AUTOMAÇÃO DOS PROCESSOS DE VERIFICAÇÃO DE PERFIS DE AÇO LAMINADO SOLICITADOS À FLEXÃO NORMAL SIMPLES E AXIALMENTE CONFORME CRITÉRIOS DA ABNT NBR 8800:2008	
<p>Lucas Tarlau Balieiro  Marcelo Rodrigo de Matos Pedreiro  Roberto Racanicchi</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220420</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>241</b>
ENSAIO DE FLEXÃO DE UMA VIGA COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE TRANSFORMAÇÕES DE TENSÕES	
<p>Bruno Eizo Higaki  Fernando Cesar Dias Ribeiro  Marcello Cherem</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220421</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>251</b>
UTILIZAÇÃO DE PROJETOS DE DIMENSIONAMENTO DE ADUTORAS E CANAIS NA DISCIPLINA HIDRÁULICA DO CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL	
<p>Kelliany Medeiros Costa  José Leandro da Silva Duarte  Maria Leandra Madeiro de Souza</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220422</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>259</b>
MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO ATRAVÉS DA INOVADORA METODOLOGIA SIX SIGMA: UM ESTUDO EMPÍRICO	
<p>André Luis Martins de Souza  Pedro de Freitas Silva</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220423</b>	

<b>CAPÍTULO 24 .....</b>	<b>287</b>
UTILIZAÇÃO DA TÉCNICA DE VELOCIMETRIA POR IMAGENS DE PARTÍCULAS (PIV) PARA O ESTUDO DE DEFORMAÇÕES EM PAINÉIS DE MADEIRA DE <i>PINUS OCCARPA</i>	
Eduardo Hélio de Novais Miranda	
Rodrigo Allan Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.73919220424</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>295</b>

## MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO ATRAVÉS DA INOVADORA METODOLOGIA SIX SIGMA: UM ESTUDO EMPÍRICO

**André Luis Martins de Souza**  
**Pedro de Freitas Silva**

**RESUMO:** Um fator importante na gestão da inovação é a medição do processo de inovação que têm como função avaliar a tendência do desempenho da inovação e identificar alguma necessidade de reajuste. Como tal, existem diversas formas de medir a eficiência da implementação da inovação, todas são válidas e nenhuma deve ser considerada como a única forma de medir a inovação. Uma delas é a ferramenta Six Sigma e SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) nas quais apresentam meios de medir a produtividade, rentabilidade, taxa de melhoria, gestão de ideias, qualidade de fornecedores, desvios em processos e crescimento de vendas e outros. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo medir a produtividade das equipes de manutenção de uma mineradora multinacional por meio da inovativa metodologia Six Sigma.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inovação, Gestão da inovação, Produtividade

**ABSTRACT:** An important factor in innovation management is the measurement of the innovation process whose function is to evaluate the innovation performance trend and identify some need adjustment. As such,

there are many ways to measure innovation implementation efficiency, all are valid and none should be considered as one single way to measure innovation. One and Six Sigma Tool and SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) who what have media measuring productivity, profitability, rate of improvement, management ideas, supplier quality, deviations in processes and growth sales and other. Thus, this study aims to measure the productivity of maintenance teams a multinational mining company through the innovative methodology Six Sigma.

**KEYWORDS:** Innovation, Innovation Management, Productivity.

### INTRODUÇÃO

Uma condição essencial na gestão da inovação é a medição do processo de inovação. Esta tem a função de avaliar a tendência e *performance* da inovação e identificar qualquer necessidade de aprimoramento. Para este fim, existem ferramentas de qualidade para avaliar a eficácia e eficiência da prática da inovação. Todos os métodos são válidos, mas nenhum deve ser considerado como a única forma de medir a inovação. Neste estudo utilizaremos a poderosa ferramenta Six Sigma, pois apresenta formas de medir a produtividade, rendimento,

taxa de melhoria, qualidade de fornecedores, desvios em processos e crescimento de vendas entre outros. Sendo assim, o trabalho em questão teve finalidade de descrever os processos e conceitos de inovação e aferir, propor e executar melhorias a produtividade das equipes de manutenção de uma mineradora multinacional através da inovadora metodologia Six Sigma.

Para cumprir o objetivo proposto recorreremos a revisão da literatura sobre a gestão da inovação e inovação, levando-nos a considerar três elementos fundamentais: conhecimento, criatividade e mercado. As leituras e análises dos textos extraído do site do RBI (Revista Brasileira de Inovação) assim como a leitura de alguns autores portugueses facilitaram e completaram o entendimento das diferenças entre a gestão da inovação e, ainda, serviram de arcabouço teórico para o desenvolvimento deste trabalho. Em resumo, destacamos que o somatório do conhecimento e criatividade gera a invenção, e a soma de invenção e mercado gera inovação, salientando que, geralmente as inovações são oriundas de uma necessidade de mercado, uma inovação tecnológica e/ou fim do ciclo de vida do produto. As inovações de sucesso são replicadas de uma forma sistêmica que progridem para um processo de gestão da inovação. Em seguida buscamos demonstrar a relação entre o aumento da produtividade e o desenvolvimento da inovação.

Na sequência do texto demonstramos através de um estudo empírico a melhoria de produtividade em equipes de manutenção utilizando a metodologia Six Sigma e ao final deste trabalho apresentamos as principais conclusões, limitações e recomendações

## 1 | CONCEITUAÇÃO DE GESTÃO DE INOVAÇÃO E INOVAÇÃO

A humanidade vem se transformando desde o período Paleolítico. Com efeito, nos dias atuais temos maior facilidade na obtenção de alimentos, moradia fixa sem a necessidade deslocamento a cada período do ano e, conseqüentemente, acreditamos em nossa capacidade de aprimoramento e melhoria na qualidade de vida. Em suma, a modernidade produziu na humanidade a falsa ilusão de sustento, diversão e prosperidade por meio do menor esforço.

Este pensamento está suportado pelas teorias científicas e tecnológicas que vêm sendo formuladas ao longo de séculos.

[...] o mundo ocidental tem sido confrontado pela crença de que o progresso material não acabará nunca. Tomamos os nossos automóveis, telemóveis e aquecimento central como prova de que a vida é hoje muito mais fácil para nós do que era para nossos antepassados. E embora reconheçamos que o progresso possa ser lento e irregular, temos a sensação de que a vida será, muito mais fácil no futuro do que é hoje. As teorias científicas e tecnológicas, formuladas na sua maior parte há um centena de anos alimentam esta crença (CARVALHO et al., 2011, p. 21).

Contudo, devemos considerar importantes fatores que podem gerar constantes mudanças e inseguranças (catástrofes ambientais e crises econômicas) e nos indicar

tendências, nos pressionando a ser mais criativos, competitivos e inovadores.

Desta forma, a inovação deve ser compreendida não somente através da dimensão tradicional da “tecnologia dura”- relacionada com o investimento e a infraestrutura - como também da “tecnologia suave”- transformações na gestão e na organização- e em geral dos valores intangíveis do conhecimento e da criatividade (CARVALHO et al., 2011, p. 27). No entender de Drucker (1998) a inovação é oriunda não somente da genialidade, pois a maioria das inovações bem sucedidas advém de um esforço consciente e organizado de inovar e que ocorrem em algumas situações, podendo influenciar em diversos níveis da organização.

Mas o que é Inovação? Ainda, segundo Carvalho et al. (2011, p. 04) o conceito de inovação leva-nos a considerar três elementos fundamentais: “conhecimento, criatividade e mercado”. Em suma, o somatório do conhecimento e criatividade gera a invenção e a soma de invenção e mercado gera inovação. Neste sentido, Rasquilha (2011) ratifica o pensamento ao conceituar a inovação como a exploração de novas ideias que encontram aceitação no mercado, geralmente incorporando novas tecnologias, processos, design ou melhores práticas. Já Ussmane (2013, p. 21) define inovação como “[...] meio fundamental para ganhar vantagem competitiva e responder a necessidade do mercado”. Assim, o processo de inovação é finalizado quando gera valor comercial.

Nas empresas a aplicação de inovação pode ser concebida de duas formas: as inovações pontuais e as inovações permanentes. Para algumas empresas as inovações permanentes se tornam um pilar estratégico que gerencia, administra e até mesmo protege as informações relacionadas as inovações geradas. Segundo Ussmane (2013) as empresas iniciam com o projeto de inovação, utilizando técnicas e ferramentas tradicionais da inovação (criatividade, desenvolvimento de produtos inovadores, proteção industrial, etc.), para produzir um produto novo (ou serviço), posteriormente, evoluem para a inovação sustentada.

Vale salientar que, geralmente as inovações são oriundas de uma necessidade de mercado, uma inovação tecnológica e/ou fim do ciclo de vida do produto. Sendo que as inovações de sucesso são replicadas de uma forma sistêmica que progridem para um processo de gestão da inovação. Na tabela, a seguir, é demonstrado as diferenças entre inovações pontuais (projeto de inovação) e inovação contínua (gestão de inovação):

	<b>Projeto de Inovação (Inovações Pontuais)</b>	<b>Gestão de Inovação (Inovação Contínua)</b>
<b>Também conhecido como</b>	✓ Desenvolvimento de produto ✓ Melhoria da inovação ✓ A inovação dos produtos ✓ Projeto inovador	✓ Inovação permanente ✓ Processo de inovação ✓ Abordagem da inovação ✓ Política de inovação ✓ Inovação total
<b>O que as diferencia</b>	Curto, médio prazo	Longo prazo
	Gestão corrente	Organização da gestão
	Projeto	Estratégia
	Capitalização	Gestão do conhecimento
	Pesquisa de informação	Cobertura estratégica
	Depósito de patente	Estratégia de proteção
	Caixa de sugestões	Sistema de sugestões
	Análise de necessidades	Gestão de relacionamento com o Cliente
	Sessões de criatividade	Inteligência coletiva
	Análise de tendências	Perspetiva
	Certificação	Gestão da qualidade
	Planeamento	Painel de controlo

Figura 01: Definição de inovação

Fonte: Ussmane, 2012

Rasquilha (2011) em seu livro intitulado “Tendências e Gestão de Inovação” aborda sobre a inovação nas empresas como um fator diferencial, gerador de valor agregado, advindo de um processo contínuo e crescente da observação das tendências, aportando a criatividade permanente, designado *Brinnovation* e caracterizado pela “[...] implementação de um sistema de criatividade, de divergências e de convergências inovadoras, que poderá ajudar no processo que concerne à identificação de fontes de Inovação, através da extrapolação aquando do estabelecimento prévio do objetivo” (RASQUILHA, 2011, p. 99).

Um fator importante na gestão da inovação é a medição do processo de inovação que tem como função avaliar a tendência do desempenho da inovação e identificar alguma necessidade de reajuste. Como tal, existem diversas formas de medir a eficiência da implementação da inovação, todas são válidas e nenhuma deve ser considerada como a única forma de medir a inovação. Uma delas é a ferramenta Six Sigma e SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) citada por Rasquilha (2011), nas quais apresentam meios de medir a produtividade, rentabilidade, taxa de melhoria, gestão de ideias, qualidade de fornecedores, desvios em processos e crescimento de vendas e outros.

Desta maneira, Rasquilha (2011) sugere nove fases primordiais no processo base de produção e gestão de inovação:

1. Compreender as necessidades de inovação e objetivo de negócio adjacente;

2. Pesquisar o enquadramento do objetivo traçado;
3. Identificar as variáveis intrínsecas do problema, através de métodos como o *benchmarking* e o *CoolHunting*;
4. Testar cenários potenciais para alcançar combinações eventuais das variáveis, criando soluções inovadoras;
5. Estabelecer a dimensão de melhoria e/ou características de desempenho;
6. Investigar soluções passíveis de otimizar o desempenho da produção e do desenvolvimento;
7. Explorar toda e qualquer dimensão de interesse e validar eventuais resultados advindos;
8. Adequar a utilização dos recursos visando a exploração de soluções que promovam alterações significativas;
9. Escolher a solução que melhor se adequa e potencie a validação, otimização, implementação da Inovação.

Este processo deve fundamentar-se em quatro princípios estruturais de gestão de inovação: Preparar, Fazer, Aperfeiçoar e Progresso. Neste sentido, é importante demonstrar os princípios do processo de gestão 4P's, a seguir:

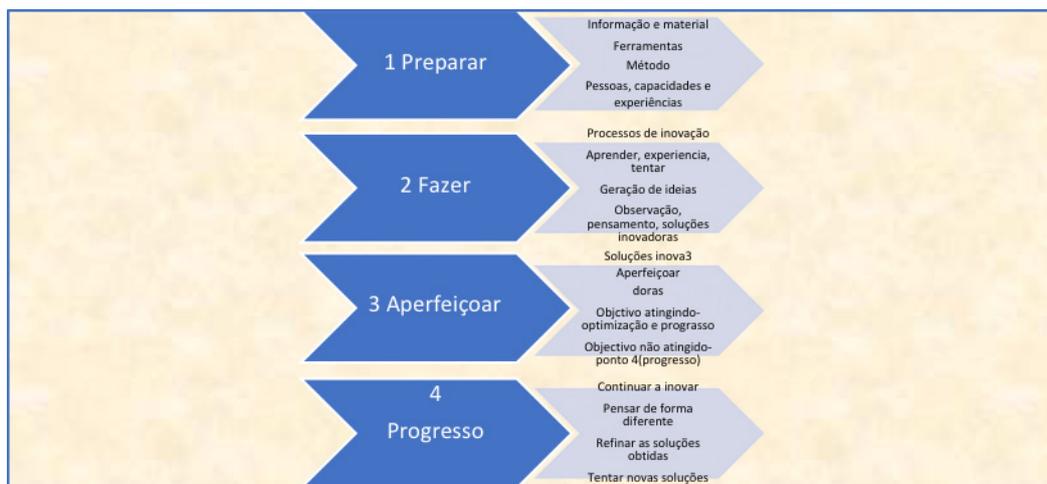


Figura 02: Princípios do processo de gestão 4P's

Fonte: Rasquilha (2011)

É, ainda, importante destacarmos quatro aspectos na divisão da inovação: a) Inovação através das parcerias - contratos e gestão de risco; b) Inovação operacional; c) Inovação educativa; d) Sistemas e tecnologias de inovação. Entretanto, é necessário considerarmos que a organização funciona como um sistema vivo, recebendo influências constantes do mercado externo e, ainda, possui necessidades internas de manter-se produtiva, lucrativa e capaz de atender a sua clientela, gerando, constantemente, novas inovações.

Desta forma, a existência permanente de fatores aleatórios e imprevistos na

organização força o indivíduo a sair da rotina e, conseqüentemente, tentar solucionar o desvio, gerando um aprendizado. A reprodução do processo provoca um ciclo que futuramente se tornará rotina, demonstrando que a inovação é um processo contínuo, necessário e inevitável que é garantido pela gestão da inovação. Assim, no intuito de adequar-se a nova realidade, as empresas e setores públicos adaptam-se através da busca de novas tecnologias ou competências, provenientes das necessidades da equipe existente ou de consultores contratados.

De maneira geral, a história vem demonstrando que grandes companhias, tais como: *Wal Mart*, *Toyota* e *Dell*; têm ousado quanto ao processo de inovação. A empresa *Wal Mart* inovou nos processos de compras, armazenagem e distribuição de mercadorias; a *Toyota* criou o Modelo *Toyota* de produção, rotina que foi copiada no mundo inteiro e a *Dell*, desenvolveu um modelo de negócios. Assim, evidenciando a inovação operacional como uma mudança de nível, podendo aprimorar o processo e manter a empresa à frente das concorrentes. Contudo, para se alcançar o sucesso em relação a uma nova ideia, devem ocorrer mudanças com o foco voltado para melhoria contínua na rotina de todos os envolvidos no processo. O processo não pode ser confundido com as ações de melhoria operacional ou excelência operacional, que se referem à obtenção de um alto nível de desempenho, através dos modos de produção existentes (OLIVEIRA et al., s/d).

## 2 | A GESTÃO DE INOVAÇÃO E A PRODUTIVIDADE NAS EMPRESAS

Segundo Steingraber (2009) a inovação é um dos principais elementos no aumento da produtividade. Neste sentido, atualmente os processos de inovação produzidos pelas empresas tem corroborado com a capacidade de elevar, acelerar e sustentar a competitividade das economias.

De acordo com Carvalho et al. (2011) a maior parte das diferenças entre países no tocante ao rendimento per capita e ao crescimento é induzido pelas diferenças na produtividade global dos fatores, principalmente associados com o progresso tecnológico.

No entanto, Junior & Selan (2007), argumentam que somente a realização a um nível elevado de esforço tecnológico, ainda que seja condição necessária, não é suficiente para obtenção de resultados significativos em termos do aumento do poder competitivo da empresa, mas também pela média de esforços realizados pelo mercado.

A simples constatação de que a empresa, setor ou a economia apresentaram aumento de produtividade (aumento do resíduo) não significa que o resultado obtido represente a mudança tecnológica ou o impacto das inovações. Mesmo a constatação de que a empresa apresentou aumento de seus fatores (inputs) de inovação não significa que a produtividade sofrerá aumento, tão pouco se pode determinar a magnitude deste possível aumento (STEINGRABER, 2009, p.26).

Outro fator importante são os indivíduos, pois observa-se que nas empresas a arte

de inovar não está a cargo de uma área específica ou departamento, mas sim, de todos os envolvidos no processo. A necessidade e responsabilidade em reciclar, (re) criar soluções mirabolantes que afetem a produtividade da equipe e, conseqüentemente, a rentabilidade e permanência no mercado, é uma tarefa desafiadora e envolve vários processos decisórios em diversos níveis operacionais.

Em artigo intitulado “Impactos do ADTEN<sup>3</sup> e do FNDCT<sup>4</sup> sobre o desempenho e os esforços tecnológicos das firmas industriais brasileiras”, De Negri et al. (2008) citam as taxas inferiores de inovação e gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas indústrias brasileiras, se comparados aos países desenvolvidos. Entre os principais obstáculos à inovação tecnológica no Brasil, estão os elevados custos e riscos associados aos projetos de inovação, aliados a escassez de fontes de financiamento adequadas para esses projetos. Neste sentido, ao avaliarmos o ranking atual divulgado pela *The Global Innovation Index 2014*, a condição brasileira não sofreu grande alteração, o país subiu apenas três posições comparado ao ano anterior, alcançando a posição 61<sup>o</sup>, ficando atrás de países como Tailândia, Bulgária, Chile, Costa Rica e outros. Entretanto, estas posições vantajosas em relação ao Brasil podem ser explicadas devido as proximidades destes países com as fronteiras tecnológicas.

Contudo, é importante questionarmos porquê nem todas as empresas adotam as inovações operacionais. A resposta está na dificuldade de mudar a rotina já implantada. Outro fator importante a ser mencionado diz respeito ao “pós inovação”, uma vez que corre-se o risco da produtividade momentaneamente cair. Sendo assim, diante do exposto algumas empresas questionam quanto à validade do esforço e os resultados esperados.

Uma inovação cria margem de inovações subsequentes, que constituem melhoramentos incrementais no conhecimento original, ou geram conhecimentos que serão utilizados em outros campos do saber. O caráter cumulativo do processo de inovação determina o impacto da inovações sobre o potencial das futuras inovações. Ao se pensar num processo inovativo fortemente cumulativo, as empresas que obtiverem sucesso inovativo no período corrente possuirão uma probabilidade de inovar mais elevada no futuro, quando comparadas às outras malsucedidas (FILHO & SILVIERA, 2011, p. 272).

Não obstante, segundo Steingraber (2009) o processo de inovação não se limita apenas a empresa, mas ainda assume contornos mesoeconomicos na fronteira da indústria. Assim, as diferenças mesoeconomicas de produtividade e inovação refletem discrepâncias de “[...] concentração, acesso ao comércio internacional e presença de trajetórias tecnológicas específicas para cada indústria” (2009, p. 26).

Ainda de acordo com o autor, a produtividade da empresa é dependente do processo de inovação da mesma. A relação entre o aumento da produtividade e o desenvolvimento da inovação é incontestável, porém, esta relação é indicada por vários elementos estratégicos relacionados com a inovação, principalmente, a relação entre os fatores (inputs) necessários ao processo de inovação na empresa com as

instituições que são determinantes para o sucesso da inovação.

### 3 | MEDIÇÃO DA PRODUTIVIDADE DA EQUIPE DE MANUTENÇÃO ATRAVÉS DA INOVADORA METODOLOGIA SIX SIGMA: UM ESTUDO EMPÍRICO

Este estudo utilizou a metodologia Six Sigma, definida como poderosa ferramenta na melhoria e otimização de processos, uma vez que requer dados e análises estatísticas como forma de medição e melhora o desempenho operacional das organizações, tendo como foco a identificação e eliminação de defeitos relativos às falhas dos processos, direcionando assim, soluções efetivas às causas-raiz dos problemas.

As raízes do Six Sigma como um padrão de medição, podem ser acompanhadas desde Carl Frederick Gauss (1777-1855), ao introduzir o conceito de curva normal. Porém, Six Sigma como um padrão de medição na variação de produtos, pode ser estudada desde a década de 1920, quando Walter Shewhart demonstrou que um processo com variação maior ou igual a três sigma de sua média requeria correção. Mais tarde, muitos outros padrões de medição, tais como CPK e Zero Defects, entraram em cena, porém o crédito pela primeira utilização do termo “Six Sigma” é concedido a um engenheiro da Motorola chamado Bill Smith. Em meados dos anos 80 a Motorola iniciou a utilização da metodologia como uma questão de sobrevivência. A empresa estava perdendo espaço no mercado em relação aos concorrentes estrangeiros, que conseguiam vender produtos de melhor qualidade a custos inferiores, foi quando Bob Galvin no comando da empresa e os engenheiros da Motorola estabeleceram que os tradicionais níveis de qualidade, até então mensurados em milhares de oportunidades, não forneciam resultados suficientemente satisfatórios, passando a considerar milhões como um nível de qualidade padrão. A Motorola então desenvolveu um novo conceito e criou a METODOLOGIA SIX SIGMA, que associada à necessidade de uma mudança cultural, tem ajudado a companhia a atingir grandes resultados. Inicia-se o Six Sigma usando as etapas MAIC (*Measure, Analyse, Improve e Control*). A partir daí, centenas de organizações, ao redor do mundo, têm adotado o Six Sigma como uma maneira de gerenciamento de seu negócios.<sup>13</sup>

Entretanto, a metodologia foi aperfeiçoada pela empresa GE, liderada por Jack Welch, como estratégia operacional de negócios. A GE posteriormente reconheceu a importância da correta definição dos projetos e adicionou a fase D (Define), ficando a metodologia, desde então, completa.

#### 3.1 Etapas do estudo

Para melhor compreensão o presente artigo foi estruturado seguindo os cinco passos da metodologia Six Sigma, a saber:

---

1. Fonte: [http://sixsigmabrasil.com.br/pag\\_metodologia.html](http://sixsigmabrasil.com.br/pag_metodologia.html)

- **Define** - Definição do cliente, de suas necessidades, do que é crítico para qualidade do processo e do negócio envolvido.
- **Measure** - Mensuração do desempenho do processo do negócio envolvido.
- **Analyze**: Análise dos dados e o mapeamento para a identificação das causas-raiz dos defeitos e das oportunidades de melhoria.
- **Improve**: Melhoramento do processo alvo através da criação de soluções preventivas para os problemas.
- **Control**: Implementação de ações corretivas e preventivas, controles de desempenho e de melhorias do processo.

### 3.1.1 Define (Definir)

Segundo Zaccarelli (1990 apud Robles et al., 2013) em 1994 a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) definiu como missão da manutenção a garantia e disponibilidade dos equipamentos e instalações, de forma a atender um processo de produção ou serviço com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custo adequado.

Desta forma, justifica-se o trabalho realizado em uma mineradora multinacional, na qual a gerência de manutenção dispõe do efetivo próprio e contratado para manter as rotinas de serviço, visando garantir a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos e com foco em atingir a produção esperada, com baixo custo de manutenção. De tal modo, o objetivo deste trabalho é realizar as medições de produtividade dentro e fora das paradas de manutenção, avaliando os principais fatores que influenciam os indicadores em todos os turnos e, ainda, analisar os custos de manutenção referente a contratação de efetivo terceirizado.

Segundo a literatura da área corroborada por Pinto & Xavier (2001) existem algumas condições essenciais para garantir o baixo custo de manutenção, uma delas é manter um grau elevado de produtividade da mão de obra trabalhadora, próximo ao padrão classe mundial. Através de medições no setor, podemos observar uma oportunidade de redução do custo de manutenção por intermédio deste indicador que atualmente gira em torno dos 40% nas atividades planejadas (turno administrativo) e não planejadas (turno rotativo).

Para melhor sistematização, os turnos avaliados foram designados em Turno ADM (Administrativo) e Turnos Rotativos (01, 02 e 03), trabalhando nos seguintes horários:

Turno	Horário
Administrativo (ADM)	7:30 – 16:45 h
Turno 01	0:00 – 8:00 h

Turno 02	8:00 – 16:00 h
Turno 03	16:00 – 00:00 h

Figura 03: Turnos e Horários

A seguir é demonstrado o histórico das medições nos turnos.

### Histórico do Indicador 01- Turno Administrativo

Durante três semanas foram realizadas as medições de produtividade no turno administrativo, observando que a produtividade atingida nas atividades realizadas atingiu 43,3%.

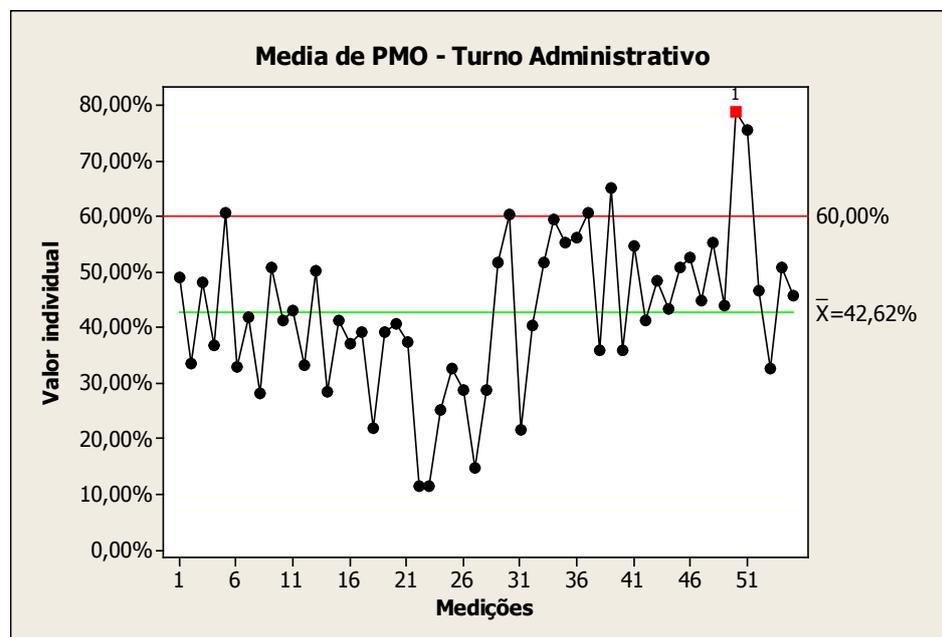


Figura 04: Media de PMO – Turno Administrativo

### Histórico do Indicador 02- Turnos Rotativos

Durante três semanas foram realizadas medições de produtividade na equipe dos turnos rotativos, observando que a produtividade atingida nas atividades realizadas atingiu 34,2%.

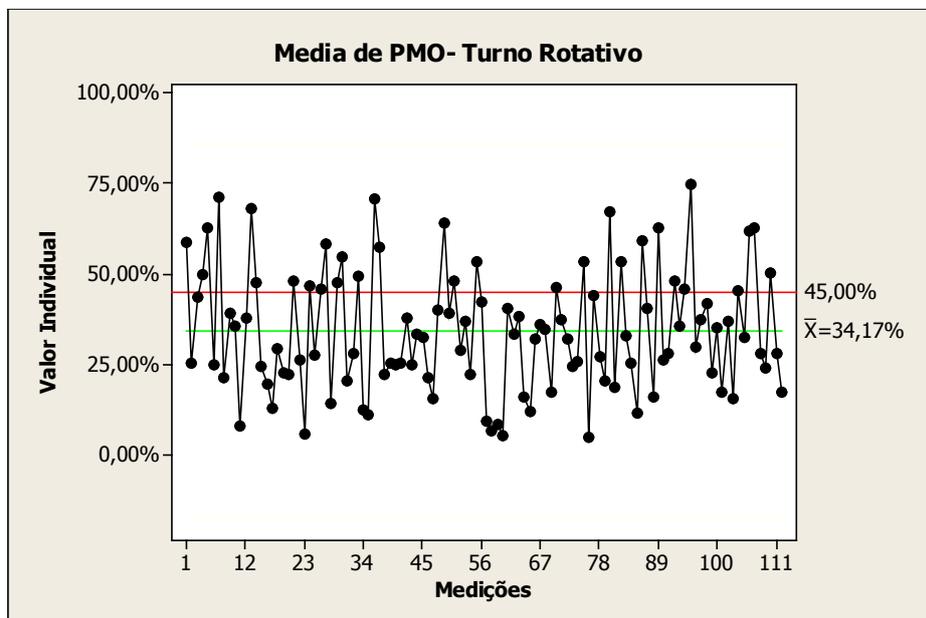


Figura 05: Media de PMO – Turnos Rotativos

A seguir, as figuras demonstram as similaridades e as diferenças de atuação entre os turnos rotativos (01,02,03) e turno administrativo. Assim, a Figura 06 demonstra o fluxo simplificado de atuação da equipe de manutenção do turno administrativo e o principal atributo a produtividade :

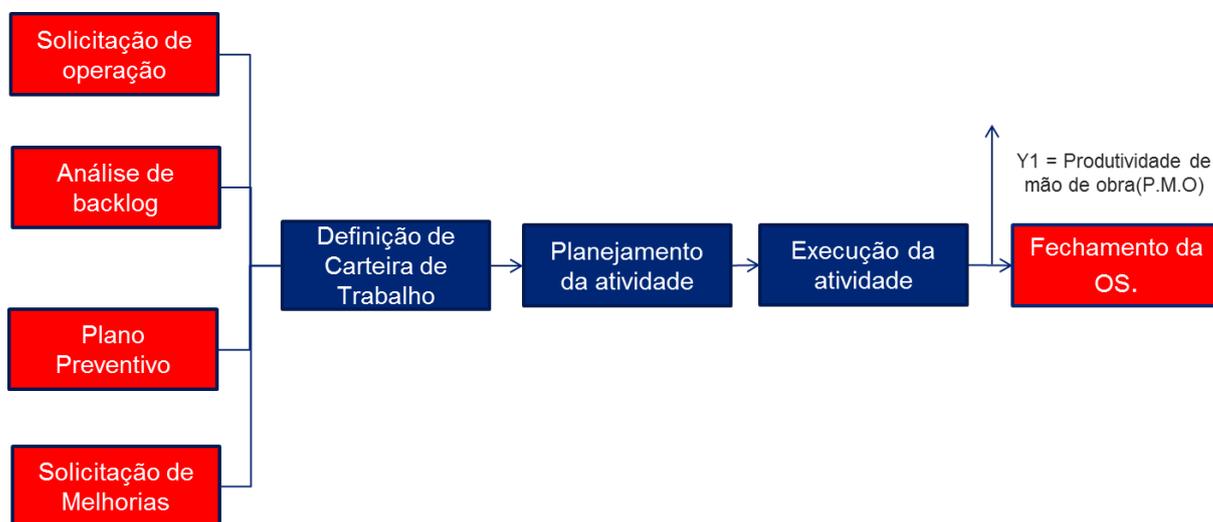


Figura 06: Fluxo simplificado de atuação - Turno Administrativo

Já a Figura 07 nos indica o fluxo simplificado de atuação da equipe de manutenção dos turnos rotativos (01,02,03) e o principal atributo a produtividade:



Figura 07: Fluxo simplificado de atuação - Turnos Rotativos (01,02, 03)

Entretanto, devemos considerar algumas restrições, limitações e riscos do trabalho:

### Restrições:

- Alguns equipamentos somente poderão ser medidos em paradas de manutenção.

### Limitações:

- Falta de recursos para realização de medição

### Riscos:

- Dados incorretos na medição de produtividade;
- Mudanças de prioridades que ocorrem de “última hora” e que podem afetar na qualidade do planejamento das atividades(peças, itens de reposição, re-direcionamento da equipe, etc.).

Quanto as ferramentas utilizados nesta etapa - Define - contemplamos o **Project Charter**, colaborando na criação da descrição do projeto (indicador, histórico, equipe, restrições, etc.) e, ainda, a ferramenta **SIPOC**, contribuído na identificação das etapas, entradas, saídas, fornecedores e clientes do processo, conforme figuras a seguir:

Project charter				
Especialista	André Luis Martins de Souza		Título Projeto	Aumento de produtividade da equipe de manutenção
Champion	Eduardo Moraes		Data registro	29/12/2014
			ID. Iniciativa	
Impacto da melhoria	Custo Operacional	<input type="checkbox"/>	Níquel	<input type="checkbox"/>
	Produtividade	<input checked="" type="checkbox"/>	Nióbio	<input checked="" type="checkbox"/>
	Expansão	<input type="checkbox"/>	Fosfatos	<input type="checkbox"/>
	Novos produtos	<input type="checkbox"/>	Corporativo	<input type="checkbox"/>
Descrição do problema ou oportunidade de melhoria	Existe algumas condições essenciais para garantir o baixo custo de manutenção, uma delas é manter a equipe de trabalho com um grau de produtividade igual a 60% que é o padrão classe mundial. Realizando medições no setor observa-se uma oportunidade de reduzirmos o custo de manutenção através deste indicador, pois nosso indicador demonstra um valor inferior a 40% nas atividades planejadas e não planejadas, ocasionando um gasto adicional de aproximadamente R\$600.000,00 anuais.			
Definição da Meta	Turno Administrativo: Elevar a produtividade da equipe de manutenção em 60% a partir de 15/06/2015. Turno Rotativo: Elevar a produtividade da equipe de manutenção em 45% a partir de 15/06/2015.			
Demais indicadores impactados pelo projeto	Descrição indicadores	Atual	Após melhoria	Observações
	Produtividade de mão de obra (PMO) - Adm	40,3	60	
	Produtividade de mão de obra (PMO) - Tur.	33,4	45	

Figura 08: Project Charter

SIPOC				
Título Projeto	Aumento de produtividade na equipe de manutenção			
Data registro	15/01/2015	ID. Iniciativa		
Especialista	André Souza			
Champion	Eduardo Moraes			
S (suppliers)	I (Inputs)	P (Process)	O (Outputs)	C (Customers)
Depto. Supply	Solicitação de operação	Abertura de ordens de serviço	Carteira de trabalho	Operação
Depto. de Operações	Análise de backlog	Avaliação das solicitações	Preparação de Parada	Gerente de manutenção
Engenharia	Plano Preventivo	Priorização da atividades	Documentação aprovada	Gerente de operação
Planejamento de manutenção	Solicitação de Melhorias	Disponibilização de recursos	Ordens impressas	Plano de Produção
Empresas externas	Solicitação da inspeção	Realização da atividade de Manutenção	Visita técnica	Equipe de inspeção
		Fechamento de ordem de serviço	Lista de bloqueio	
			Entrega de materiais	
			Cronograma de atividades	

Figura 09: SIPOC

### 3.1.2 Measure (Medir)

A primeira fase do Measure é definida pelo Mapa do Processo e identifica os principais atributos (X's) que podem acarretar na perda de produtividade, conforme demonstrado a seguir:.

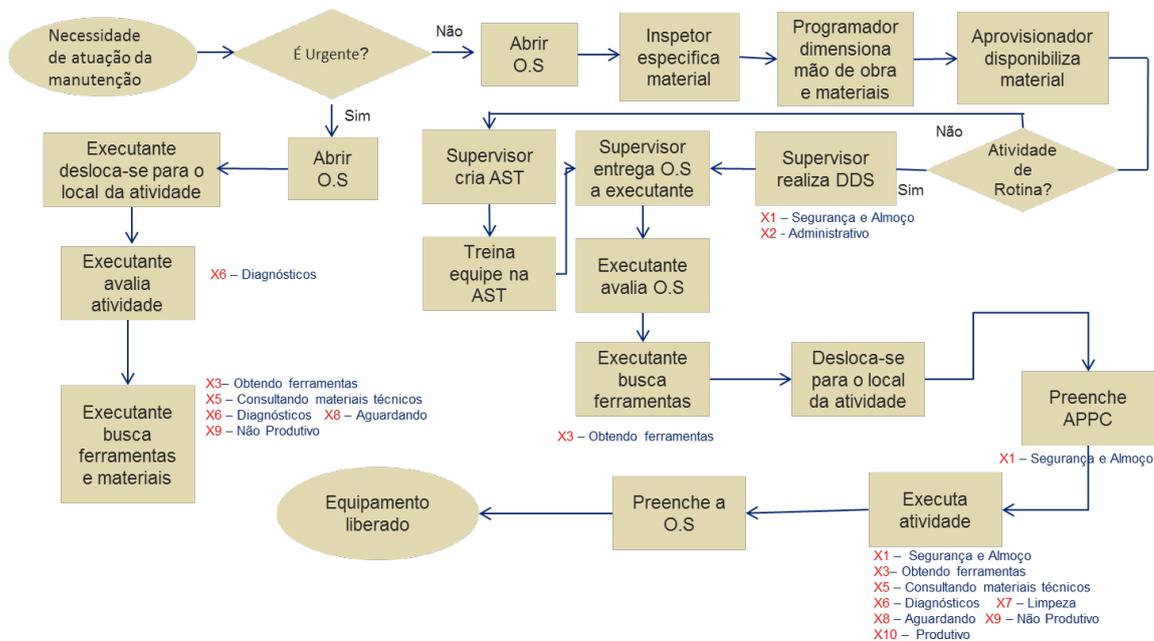


Figura 10: Mapa do Processo

Para complementação do mapeamento dos X's realizamos a Espinha de Peixe:

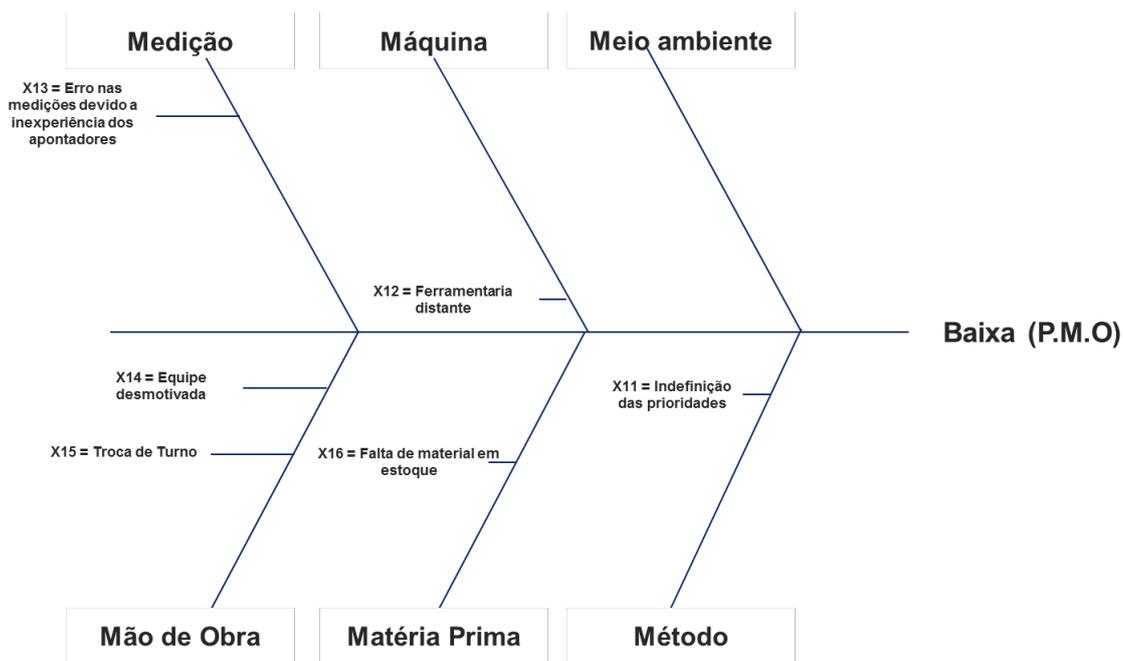


Figura 11: Espinha de Peixe

Em seguida, realizamos a Matriz de Priorização, destacando como principais fatores: segurança e almoço, deslocamento e aguardando.

MATRIZ DE CAUSA E EFEITO								
Projeto 6 Sigma					20/02/15			
TÍTULO: Aumento de produtividade na equipe de manutenção				CÓDIGO: LSS-Nb-003				
ÁREA:		LÍDER: André Souza		PATROCINADOR: Eduardo Moraes				
PROBLEMA PRIORITÁRIO:								
Etapas do processo	Saída(s) do processo (Y):		Y = Produtividade de mão de obra				TOTAL	
	Nome do(s) participante(s) da votação:		André Souza					
	Possíveis Xs do processo (causas)							
X1	Segurança e Almoço	5					5	
X2	Movimento	3					3	
X3	Obtendo Ferramentas e peças	1					1	
X4	Consultando materiais técnicos	1					1	
X5	Diagnóstico	1					1	
X6	Administrativo	1					1	
X7	Limpeza de área	1					1	
X8	Esperando	3					3	
X9	Não produtivo	5					5	
X10	Produtivo	1					1	
X11	Indefinição de prioridades	1					1	
X12	Ferramentaria distante	1					1	
X13	Erro nas medições devido a inexperiência dos apontadores	1					1	
X14	Equipe desmotivada	1					1	
X15	Troca de Turno	1					1	
X16	Falta de material em estoque	1					1	

LEGENDA: 5 - Correlação Forte 3 - Correlação Moderada 1 - Correlação Fraca

Figura 12: Matriz de Priorização

## Coleta de dados e Amostra

Os dados foram coletados a partir da aplicação da metodologia desenvolvida por Tippet (1927) denominada “*Snap-reading*” ou “*Work sampling*”, como objetivo de medir os tempos e movimentos das atividades desempenhadas e, conseqüentemente, sua produtividade. A medição foi realizada através observação e apontamento da execução da tarefa pelo funcionário.

		8:00	8:10	8:20	8:30	8:40	8:50	15:00	15:10	15:20	15:30	15:40	15:50	Sum	Per worker Tool time in total observation window	Average Percentage of time in total observed window	
Rodrigo	Trabalhando									10	10	10	3	91	19%	25%	
	Segurança e refeição													72	15%	15%	
	Movimento					2								21	4%	5%	
	Obtendo peças ou ferramentas			5	10									43	9%	10%	
	Consultando material técnico													0	0%	0%	
	Diagnóstico do problema					2								4	1%	1%	
	Administrativo													0	0%	0%	
	Limpeza da área													35	7%	7%	
	Esperando					6	10							113	24%	28%	
	Não Produtivo							10	10					56	12%	13%	
	Valdivino	Trabalhando									10	10	10	3	91	19%	25%
		Segurança e refeição													72	15%	15%
Movimento						2								21	4%	5%	
Obtendo peças ou ferramentas				5	10									43	9%	10%	
Consultando material técnico														0	0%	0%	
Diagnóstico do problema						2								4	1%	1%	
Administrativo														0	0%	0%	
Limpeza da área														35	7%	7%	
Esperando						6	10							113	24%	28%	
Não Produtivo								10	10					56	12%	13%	

Figura 13: Exemplo - Análise Snap Reading ou Work Sampling

Assim, apontador observou a equipe que executou o trabalho e preencheu os formulários em intervalos de 10 min, até completar a jornada de trabalho. Após o preenchimento os dados foram digitados em uma planilha e calculados automaticamente o valor da produtividade obtida pela equipe. O tempo de medição foi dividido em 10 variáveis, a saber: Trabalhando, segurança e refeição; movimento, obtendo peças ou ferramentas; consultando material técnico; diagnóstico do problema; administrativo; limpeza da área; esperando e não produtivo.

Peinado e Graeml (2004, apud Robles et al., 2013) propõem que para se determinar o tempo de uma atividade são necessárias várias tomadas de tempo para estimativa da média de seus tempos e para que o valor obtido seja estatisticamente aceitável é necessário utilizar o cálculo estatístico do número de observações, conforme demonstra a fórmula a seguir:

$$N = \left( \frac{Z \times R}{E_r \times d_2 \times \bar{x}} \right)^2$$

Figura 14: Fórmula de cálculo estatístico de observações

Fonte: Robles (2013)

Onde:

- a) N = número de ciclos a serem cronometrados;
- b) Z = coeficiente de distribuição normal para uma probabilidade determinada;
- c) R = amplitude da amostra;
- d)  $E_r$  = erro relativo da medida;
- e)  $d_2$  = coeficiente em função do número de cronometragens realizadas preliminarmente;
- f)  $\bar{x}$  = média dos valores das observações.

Assim, primeiramente foi escolhido estatisticamente um intervalo amostral para medição, sendo definido o período observado superior a 45 dias. Neste período foram realizadas aproximadamente 1600 medições. Os gráficos a seguir comprovam estatisticamente que o intervalo amostral foi suficiente para a realização das análises, a partir dos testes de normalidade para os turnos e as evidências a não normalidade:

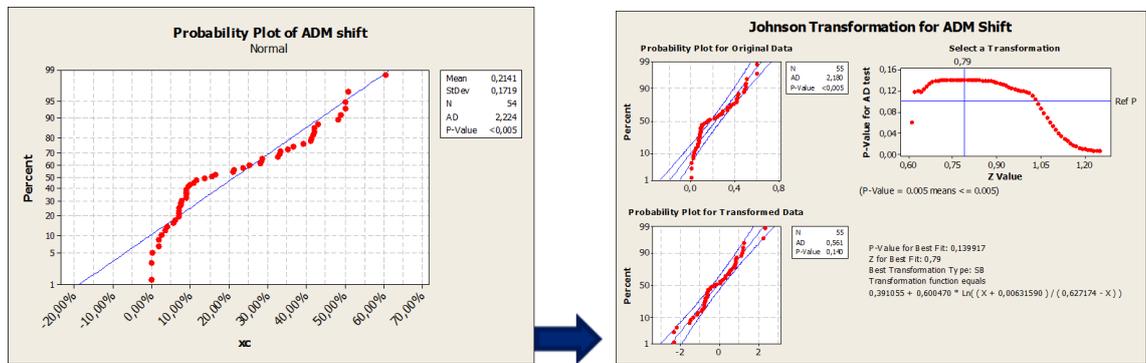


Figura 15: Turno Adm.: dados de utilização não normais (p-value = 0,005)

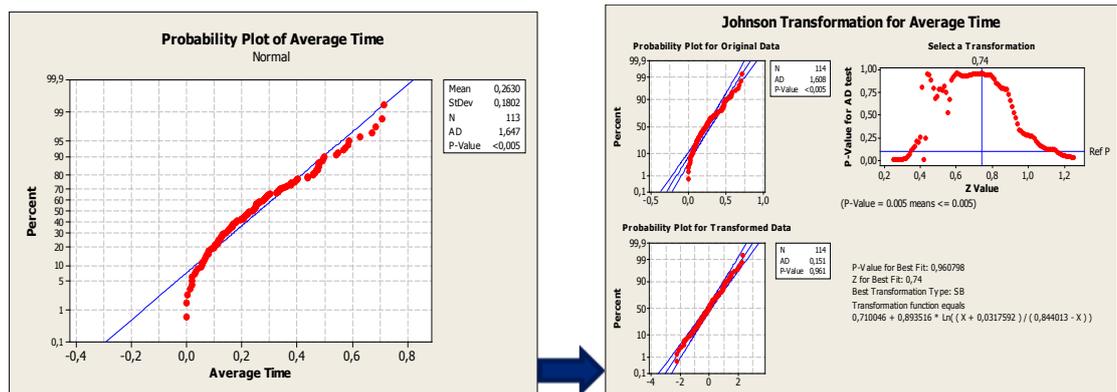
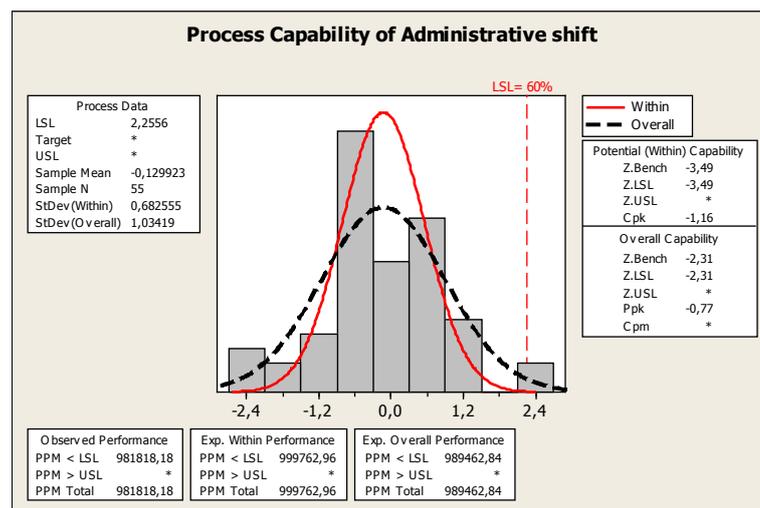


Figura 16: Turnos Rotativos: dados de utilização não normais (p-value = 0,005)

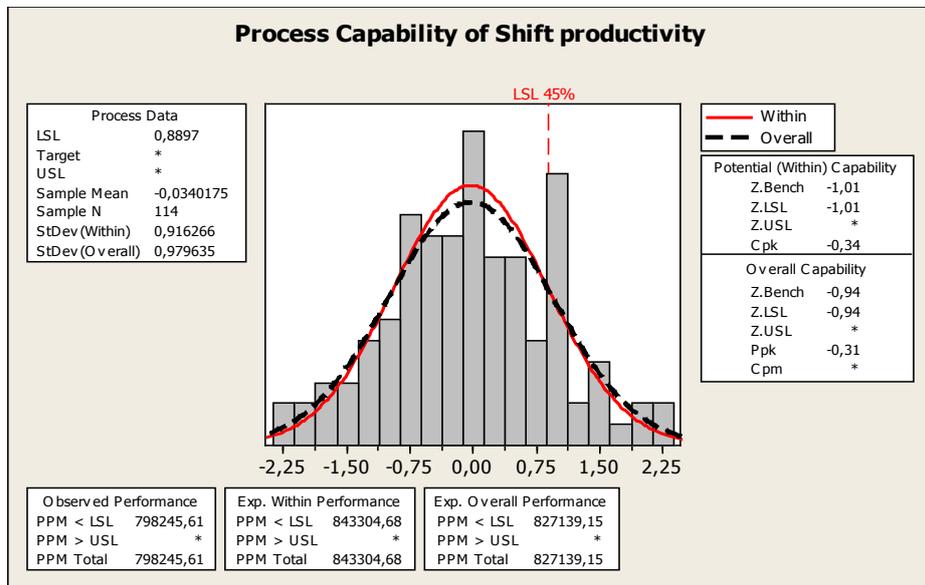
Também foram determinados os níveis de Capacidade nos turnos. Assim, a figura 17 demonstra a baixa capacidade do processo e o alto grau de variabilidade e os resultados obtidos ainda estão longe da meta.



Turno ADM. DPMO = 989.462; Cpk = - 1,16; Nível Sigma = -1,91

Figura 17: Capacidade – Turno Adm.

A figura 18 demonstra a baixa capacidade do processo e o grau de variabilidade menor, porém, os resultados obtidos ainda estão longe da meta.



Turno Rotativo DPMO = 827.139; Cpk = - 0,34; Nível Sigma = -0,49

Figura 18: Capacidade – Turnos Rotativos

### 3.1.3 Analyse (Analisar)

Nesta etapa iniciamos as análises de dados, com objetivo de auxiliar a tomada de decisão e a implementação de novas ações.

Desta forma, o gráfico a seguir demonstra a alta variabilidade de medição na comparação entre plantas, fato que é justificado pela diferença de cenários de cada planta: a planta V opera a 30 anos e usina F está em fase de comissionamento.

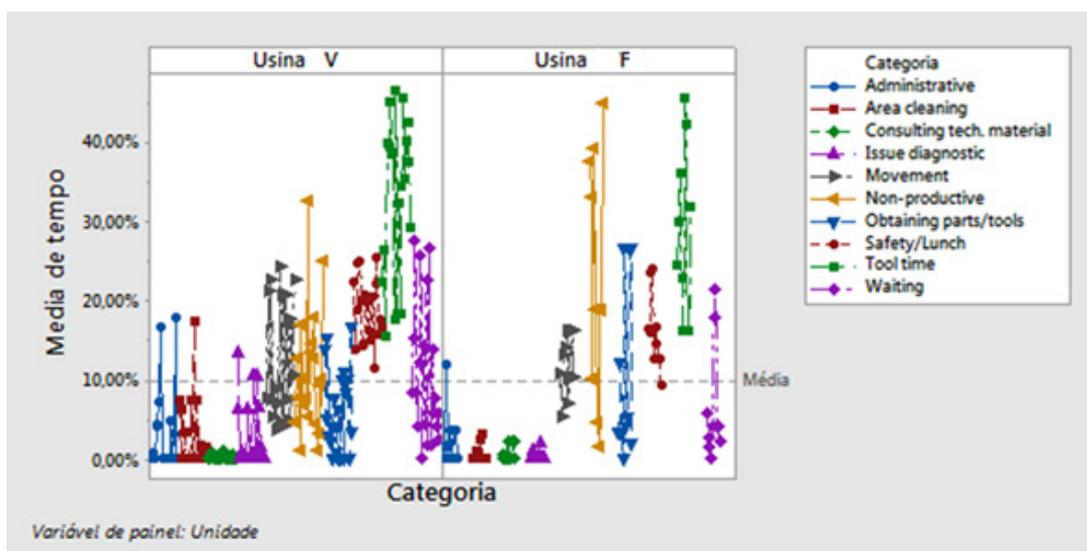


Figura 19: Gráfico de comparação de medição entre unidades

O gráfico a seguir demonstra a alta variabilidade de medição na comparação entre especialidades:

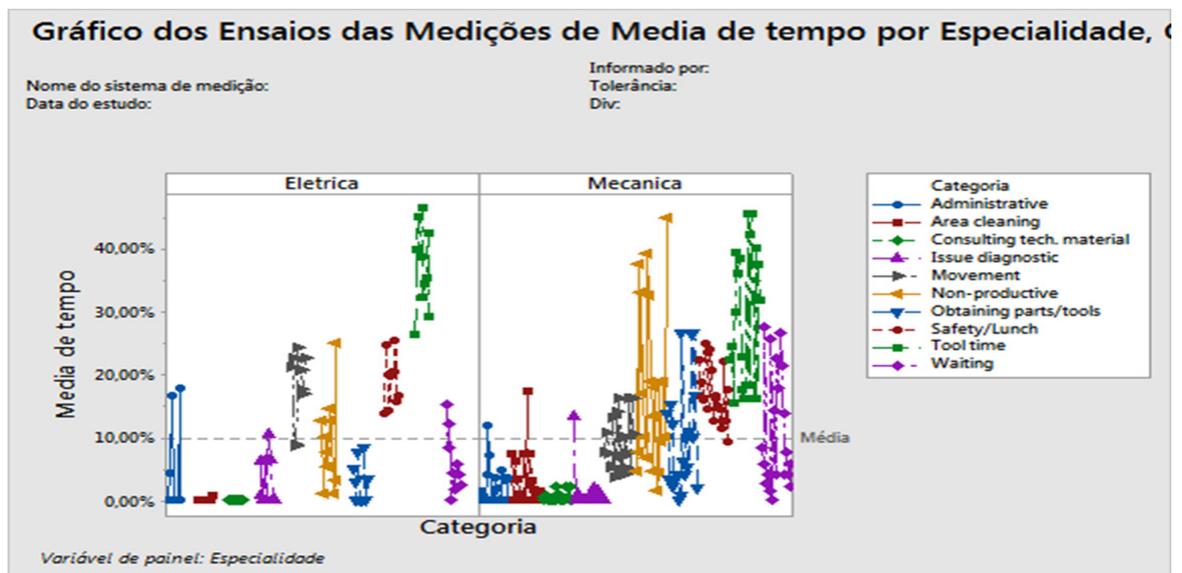


Figura 20: Gráfico de comparação de medição entre especialidades

Analisando as altas variabilidades dos gráficos optamos por realizar a medição e focar o trabalho na usina V e na especialidade mecânica, uma vez que na planta V a operação encontrava-se estável e no caso da especialidade escolhida o efetivo era maior, o que poderia acarretar maior possibilidade de ganho.

O gráfico de barras a seguir demonstra os principais desvios ocorridos nos turnos Adm. e Rotativos:

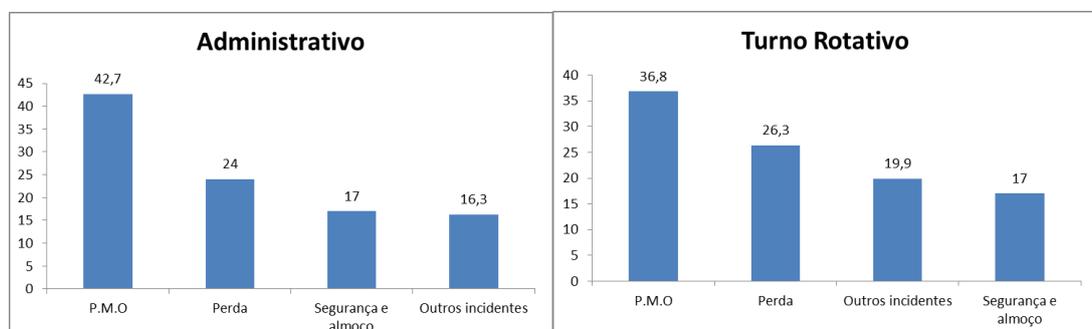


Figura 21: Gráfico de Barras- Turnos Adm. e Rotativos

Onde:

- PMO: Produtividade de mão de obra
- Perda: é somatório das perdas do processo
- Segurança e almoço: é o tempo utilizado pela equipe no momento de almoço e itens de segurança
- Outros incidentes: são tempos disponibilizados para movimentar, obter ferramentas, consultar materiais técnicos

Os gráficos demonstram que a produtividade dos turnos são similares, porém a perda nos turnos rotativos foi maior que no turno administrativo. Entretanto, a

produtividade para o turno administrativo deveria ser maior, pois a estrutura de apoio é maior que nos turnos rotativos.

Os gráficos a seguir demonstram as diferenças entre turnos Administrativo e Rotativos (01,02,03):

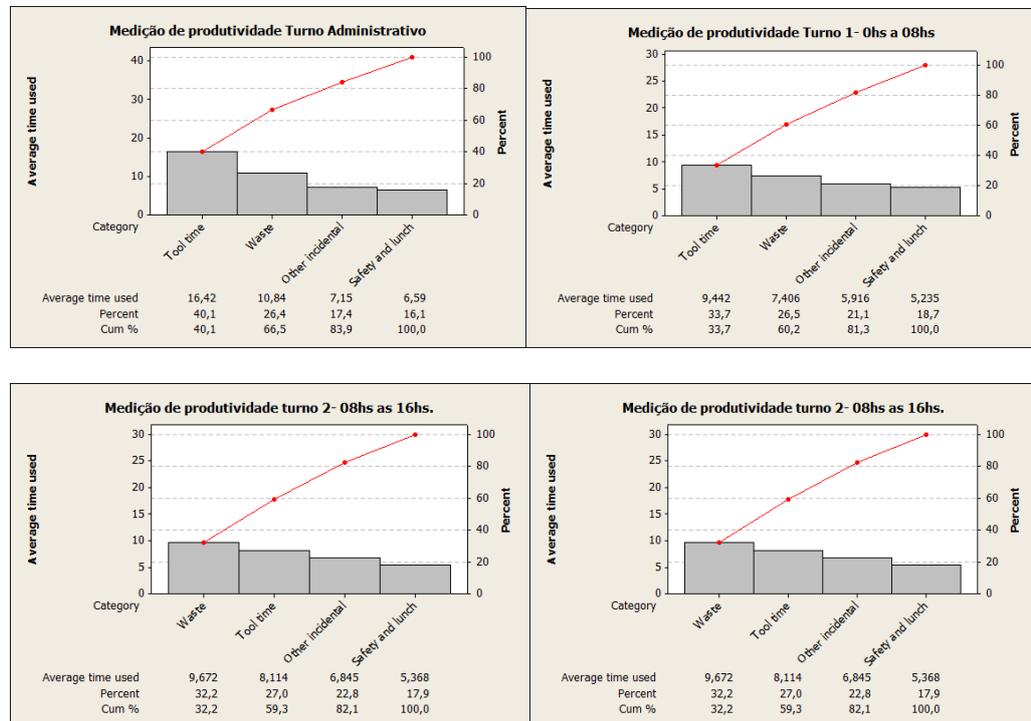


Figura 22: Gráfico de Pareto

Esta comparação define qual turno possui maior produtividade e auxilia na tomada decisão ou avaliação de melhores praticas.

Os gráficos a seguir demonstram o detalhamento e as diferenças entre turnos consolidados, a saber:

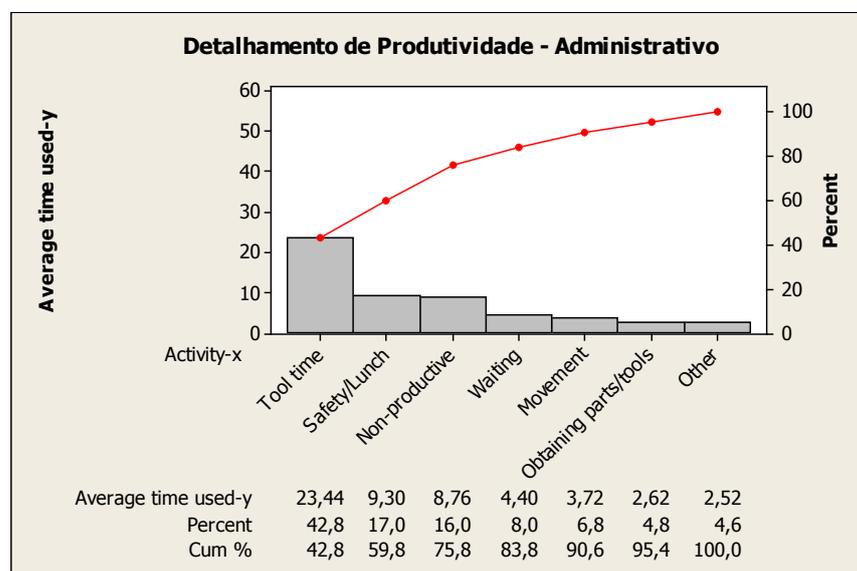


Figura 23: Detalhamento Produtividade - Turno Administrativo

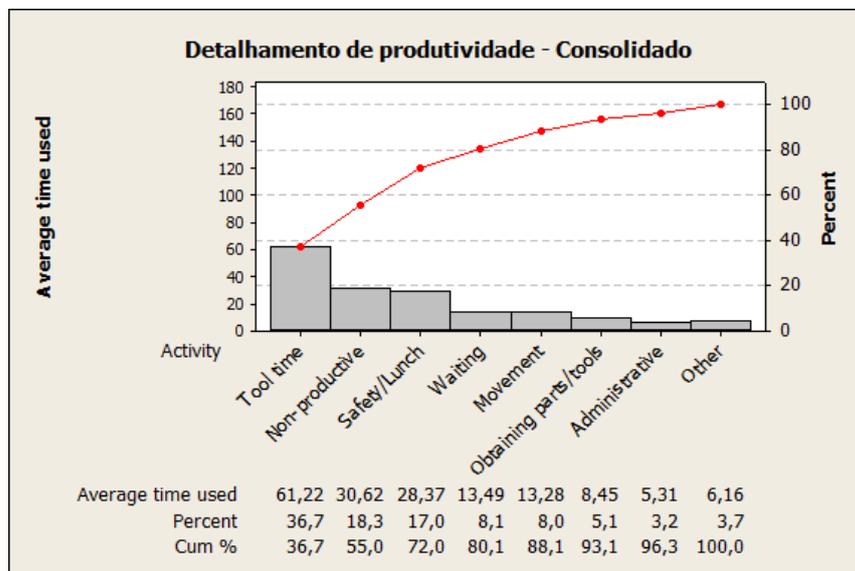


Figura 24: Detalhamento Produtividade - Turnos Rotativos

Analisando os gráficos detalhados observamos que o fator de improdutividade foi maior nos turnos rotativos que no turno administrativo.

Os gráficos a seguir demonstram detalhadamente a medição da produtividade nos turnos administrativo e rotativo (01, 02, 03):

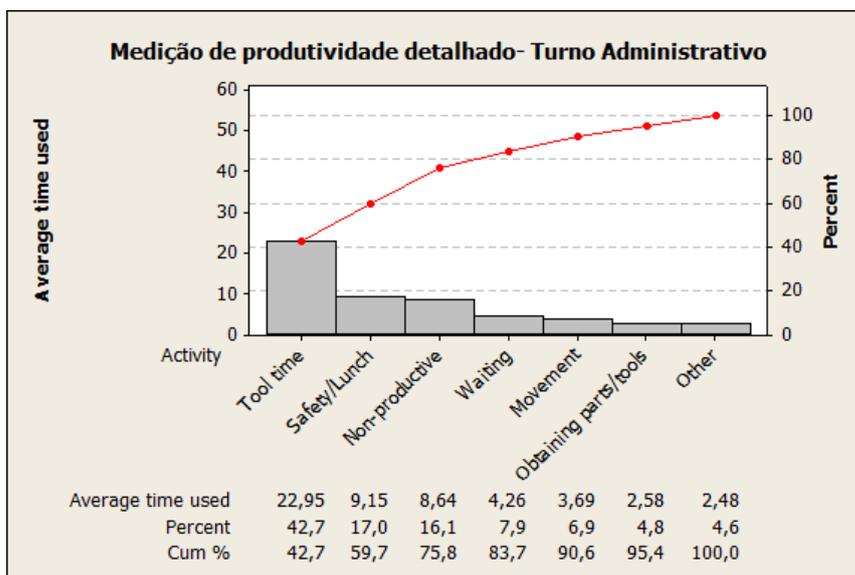


Figura 25: Medição de Produtividade - Turno Administrativo

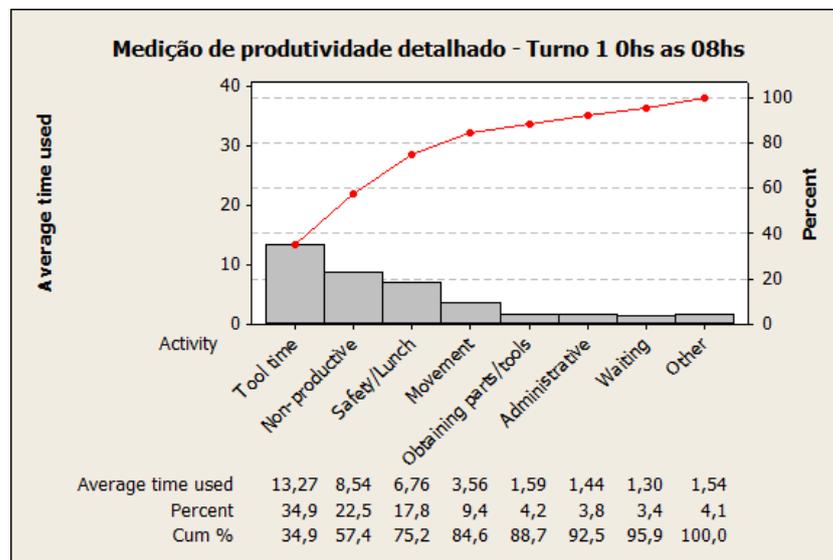


Figura 26: Detalhamento Produtividade - Turno Rotativo 01

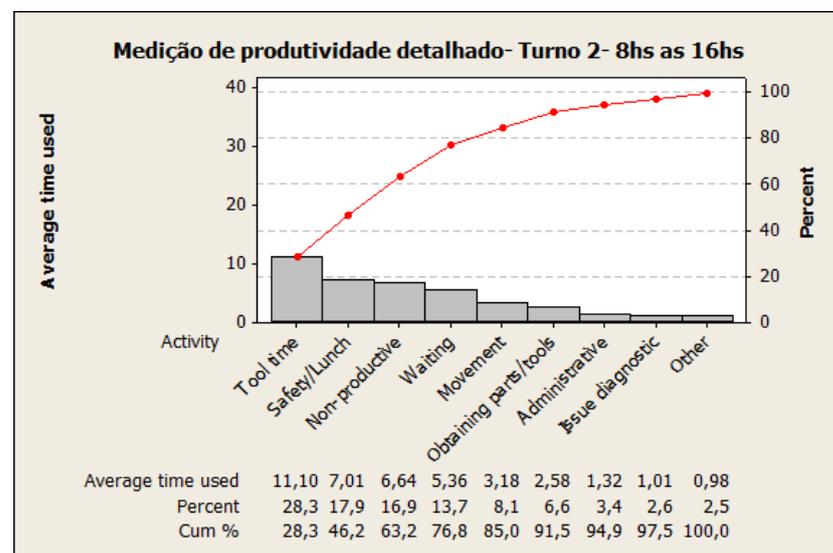


Figura 27: Detalhamento Produtividade - Turno Rotativo 02

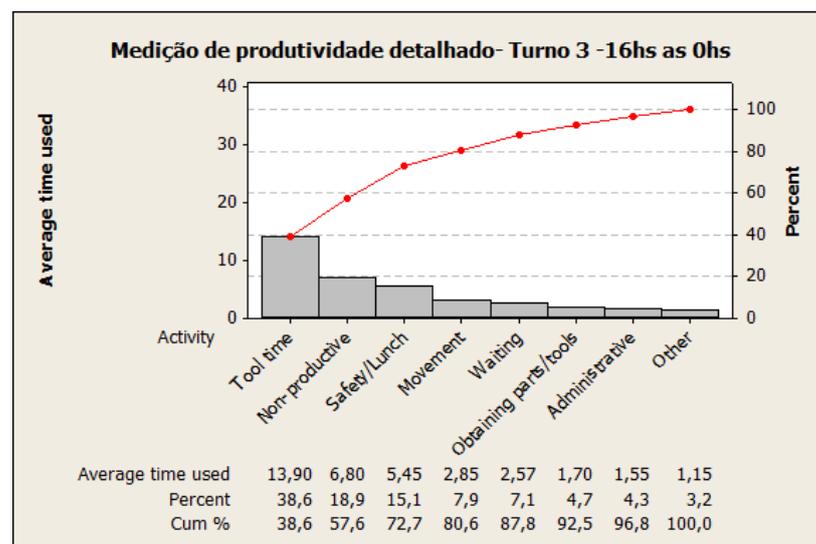


Figura 28: Detalhamento Produtividade - Turno Rotativo 03

Os gráficos a seguir demonstram os modos de falhas:

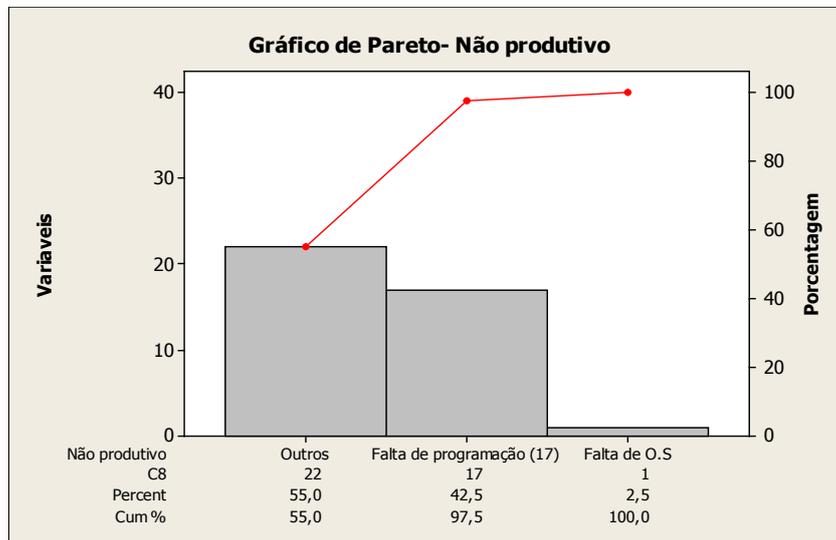


Figura 29: Modos de Falhas – Não Produtivo

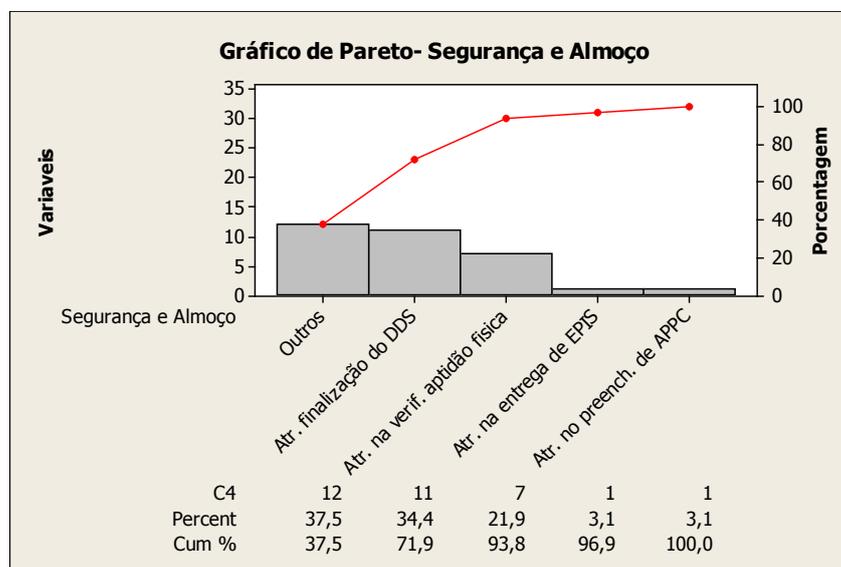


Figura 30: Modos de Falhas – Segurança e Almoço

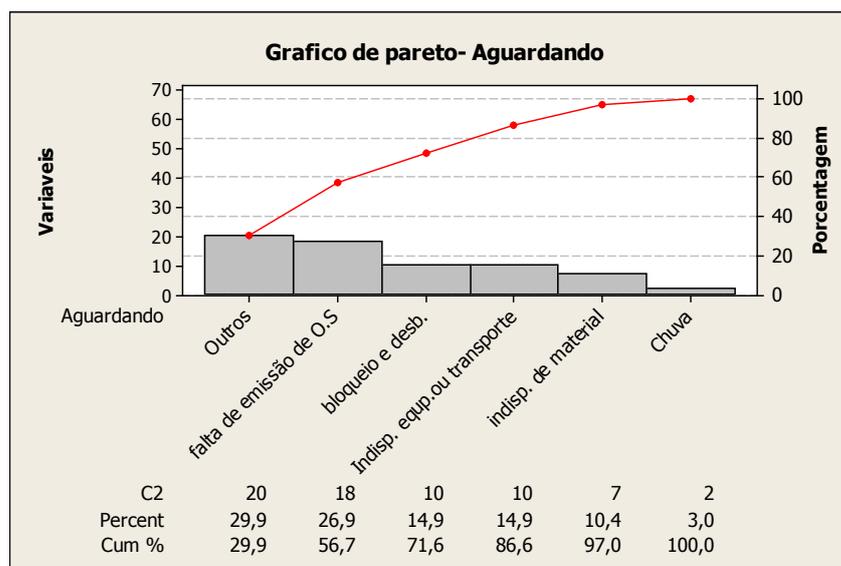


Figura 31: Modos de Falhas – Aguardando

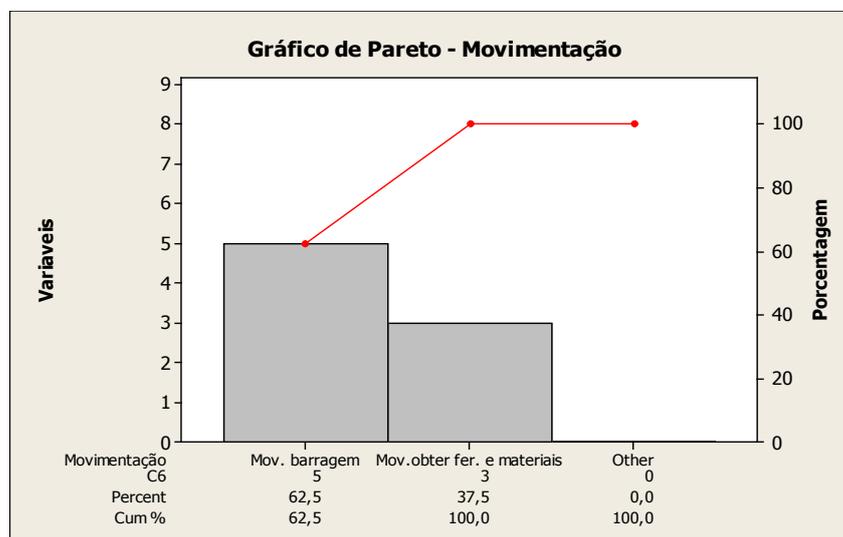


Figura 32: Modos de Falhas – Movimentação

### 3.1.4 *Improve (Melhorar)*

Esta etapa tem a função de criar ações para melhorar os resultados obtidos até o momento. Baseado nos resultados das análises foi feita uma reunião para consolidação de ações para aumento da produtividade, utilizamos as ferramentas de qualidade Brainstorming e 5W2H. As tabelas geradas pelo Brainstorming e as ações previstas são demonstradas a seguir:

**Tabela 1. Brainstorming**

X1 = Tempo gasto c/ Segurança e almoço	X4 = Tempo excessivo em movimentação	X8 = Elevado tempo aguardando atividade	X9 = Tempo Não produtivo (ocioso)	Outras ideias relacionadas à gestão
Acabar com o DDS – Geral	Unir turnos na oficina	Rever programação semanal	Programar 100% do turno	Criar metodologia acompanhamento do indicador
Informar a equipe o tempo disponível para refeições	Rever programação semanal	Rever estratégia do turno	Rever programação semanal	Rever estratégia do turno
Bloco de APPC preenchido para ativ. do turno	Redistribuir mecânicos no turno	Distribuição da O.S pela supervisão	Distribuição da O.S pela supervisão	Distribuição da O.S pela supervisão
		Implementação da programação diária	Implementação da programação diária	Instituir liderança do turno
		Instituir liderança do turno	Instituir liderança do turno	Coordenador controlar diariamente programação
		Coordenador controlar diariamente programação	Alinhar com a equipe de execução o retorno diário da O.S	Medir prod. x qualidade
			Instituir escaninho nominal das O.S	Rever fluxo de planejamento e priorização
				Apresentar estatística supervisão mensalmente

## Principais ações realizadas

Finalizando a reunião de *brainstorming* foi criado um plano de ação com a finalidade de aprimorar a produtividade da equipe de manutenção.

**Tabela 2. Ações previstas**

ID	Ações Previstas	Data de Conclusão	Responsável
1	Programar 100% do turno	30/07/2015	Coord. de Planejamento
2	Rever programação semanal	30/07/2015	Coord. de Planejamento
3	Implementação da programação diária (prever mão de obra para preparação no dia anterior)	30/07/2015	Coord. de Planejamento
4	Estudar forma de abertura e fechamento de O.S	30/07/2015	Coord. de Planejamento

5	Acabar com o DDs geral – somente executar caso específico.	10/07/2015	Coord. de Planejamento
6	Criar sistema de protocolo para entrega diaria de O.S	25/08/2015	Coord. de Planejamento
6	Rever fluxo de planejamento e priorização do turno	27/08/2015	Coord. de Execução
7	Rever estratégia de turno e Estabelecer governança no turno	30/08/2015	Coord. de Execução
8	Distribuição das O.S para equipe pela supervisão	30/07/2015	Coord. de Execução
9	Alinhar com a equipe de execução para o retorno diario das O.S de serviço executado a equipe de planejamento	20/07/2015	Coord. de Execução
10	Redistribuir mecânicos no turno ( equipe única de turno não considerar por área)	30/08/2015	Coord. de Execução
11	Instituir liderança no turno	30/08/2015	Coord. de Execução
12	Unir turnos na oficina(disciplina)	30/08/2015	Coord. de Execução
13	Coordenador controlar diariamente a programação	13/07/2015	Coord. de Execução
14	Bloco de APPC preenchido e O.S para equipe do turno	27/08/2015	Coord. de Execução
15	Realizar Brainstorming com a Gerencia, coordenação e equipe	26/05/2015	Coord. de Engenharia
15	Treinamento com a supervisão sobre medição	15/06/2015	Coord. de Engenharia
16	Apresentar estatística para a supervisão	15/06/2015	Coord. de Engenharia
17	Transferir parte do serviço terceirizado para atuação somente em ACA e reduzir o valor orçado no 626 em R\$20k mês	15/06/2015	Coord. de Engenharia
18	Medir produtividade x qualidade	30/08/2015	Coord. de Engenharia
19	Instituir escaninho nominal da O.S	22/07/2015	Coord. de Engenharia
20	Criar metodologia de acompanhamento do indicador medição	13/07/2015	Coord. de Engenharia

### 3.1.5 Control (Controlar)

Esta etapa tem a função de controlar as ações proposta na fase anterior e manter os resultados obtidos. Após finalizada a etapa *improve* foram gerado um plano de ação para manter os resultados os as lista de ações para garantir o resultado, esta lista é demonstrada abaixo:

- Indicador de produtividade ser oficializado como indicador de manutenção;
- Reuniões de acompanhamento de rotina;
- Indicadores de produtividade são mostrados nas reuniões semanais de manutenção;
- Reuniões específicas entre as coordenações de planejamento e execução para discussão do indicador;
- Treinamento da equipe de planejamento nas ferramentas de medição de produtividade;
- Acompanhamento através de auditorias nas medições e controle do indicador;
- liderança deve controlar diariamente programação.

## CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Conforme demonstrado o conceito de inovação leva-nos a considerar três elementos fundamentais: conhecimento, criatividade e mercado. Em suma, o somatório do conhecimento e criatividade gera a invenção e a soma de invenção e

mercado gera inovação. Vale salientar que, geralmente as inovações são oriundas de uma necessidade de mercado, uma inovação tecnológica e/ou fim do ciclo de vida do produto. Sendo que as inovações de sucesso são replicadas de uma forma sistêmica que progridem para um processo de gestão da inovação. Assim, o trabalho em questão teve finalidade de descrever os processos e conceitos de inovação e aferir, propor e executar melhorias a produtividade das equipes de manutenção de uma mineradora multinacional através da inovadora metodologia Six Sigma.

Para cumprir o objetivo proposto recorreremos a revisão da literatura sobre a gestão da inovação e inovação, produtividade e ferramentas de qualidade levando-nos a considerar três elementos fundamentais: conhecimento, criatividade e mercado. As leituras e análises dos textos extraído do site do RBI (Revista Brasileira de Inovação) assim como a leitura de alguns autores portugueses facilitaram e completaram o entendimento das diferenças entre a gestão da inovação e, ainda, serviram de arcabouço teórico para o desenvolvimento deste trabalho.

Nos textos da RBI o foco principal está relacionado a produtividade dos processos. Entretanto, observamos uma lacuna e oportunidade na produção de texto relativos ao aumento de produtividade com foco no aprimoramento e gestão da mão-de-obra de trabalho.

Na aplicação da ferramenta six-sigma na empresa em questão, nota-se a acréscimo de produtividade nos times de manutenção em todos os turnos analisados. A produtividade de mão de obra do turno administrativo alcançou o índice médio de 50,8%. Já os turnos rotativos a produtividade atingiu o valor médio de 43,3%. Um indicador importante foram os tempos improdutivo que se reduziram automaticamente com a implementação das atividades previstas no plano de ação. Outros ganhos foram detectados em alguns indicadores tais como: backlog e custo.

Para estudos futuros, sugere-se expandir a medição para os grupos de trabalho, aferir a produtividade para equipes atuantes em outras plantas em empresas parceiras.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, José Eduardo; LOPES, José Álvaro Assis; REIMÃO, Cassiano Maria. *Inovação, Decisão e Ética: Trilogia para a gestão das organizações*. Lisboa, Edições Silabo: 2011.

DE NEGRI, Fernanda; DE NEGRI, João Alberto; LEMOS, Mauro. *Impactos do ADTEN e do FNDCT sobre o desempenho e os esforços tecnológicos das firmas industriais brasileiras*. Revista Brasileira de Inovação. Rio de Janeiro, p. 211-254, Janeiro/ Junho, 2009.

DRUCKER, P.F. *The Discipline of Innovation*. Harvard Business Review, 1998.

FILHO, José Eustáquio Ribeiro Vieira & SILVEIRA; José Maria Ferreira Jardim. *Modelo Evolucionário de Aprendizagem Agrícola*. Revista Brasileira de Inovação. Rio de Janeiro, p.265-300, Janeiro/ Junho, 2011.

JUNIOR, Kannebley & SELAN, Beatriz. *Atividade Inovativa nas empresas paulistas: um estudo a partir da FAEP 2001*. Revista Brasileira de Inovação. Rio de Janeiro, p. 123-158, Janeiro/ Junho, 2007.

OLIVEIRA, Luis Henrique; JULIARE, Cristiane; SANT'ANA, Daiana; CARVALHO, Ana Caroline. *Inovação Operacional como instrumento de competitividade*. (s/d) Fonte: <http://www.ead.fea.usp.br/semead/12semead/resultado/trabalhosPDF/1012.pdf>

PINTO, Alan K. & XAVIER, Júlio A. N. **Manutenção Função Estratégica**, Rio de Janeiro, Qualitymarck Ed., 2001.

RASQUILHA, Luis. *Tendências e gestão da inovação: Como aplicar as tendências na estratégia de inovação empresarial*. Lisboa: Edições Profissionais, 2010.

ROBLES, Leo Tadeu; SAMPAIO, Sergio; CORDEIRO, Andressa; ELIAS, Bruno. *Aplicação de técnicas de medição da produtividade da manutenção em Portos: o caso de tubarão*. IX Congresso Nacional de Excelência em Gestão. Universidade Federal do Maranhão – UFMA, 2013.

STEINGRABER, Ronivaldo. *Inovação e produtividade: o papel dos sistemas de inovação Para a indústria brasileira*. Tese Doutorado em Desenvolvimento Econômico, UFPR. Curitiba, 2009.

USSMANE, Mahomed Hanif. *Inovação e Criatividade: Manual do desenvolvimento de produto*. Lisboa, Edições Silabo: 2013.

## SOBE OS ORGANIZADORES

**HENRIQUE AJUZ HOLZMANN** Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

**MICHELI KUCKLA** Professora de Química na Rede Estadual do Paraná - Secretaria de Estado de Segurança do Paraná. Graduada em Licenciatura Química pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Especialista em Educação do Campo pela Faculdades Integradas do Vale do Ivaí. Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste. Doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Trabalha com os temas relacionados ao Ensino de Ciência e Tecnologia e Sociedade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-273-9

