

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

*Proposições práticas para a melhoria na gestão da manutenção: um estudo de caso em uma indústria madeireira*

Gustavo Losi Molina Pioli

Orientador: Prof. Associado Daniel Capaldo Amaral

São Carlos

2014

GUSTAVO LOSI MOLINA PIOLI

**Proposições práticas para a melhoria na  
gestão da manutenção: um estudo de caso em  
uma indústria madeireira**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Escola de Engenharia de  
São Carlos, da Universidade de São Paulo  
para obtenção de título de Engenheiro de  
Produção Mecânico

Orientador: Prof. Associado Daniel Capaldo  
Amaral

São Carlos

2014

## Dedicatória

A Deus pela vida e a força que me concedeu para enfrentar os desafios.

Aos meus pais Rafael e Dora, meu irmão Rafael e minha namorada Juliana pela confiança depositada em mim e todo o amor dado.

À minha avó Neide por uma vida de dedicação.



## Agradecimentos

Agradeço a todos que participaram nessa jornada. Em especial agradeço aos meus falecidos avós Renato Losi (minha inspiração para cursar engenharia), José Pioli, Dora Buchignani e Neide Molina por terem compartilhado suas sabedorias e experiências de vida.

Agradeço aos meus tios Rene, Silvia, Sandra, José Carlos, Tania, José, Tati pelo apoio. Meus primos Fernanda, Fernando, Lucas, Juliana, Maria Eduarda, Raphael, Gabriel, Angelina e Leonardo.

Agradeço à todos os meus amigos da igreja, escola, cursinho, faculdade e intercâmbio. Agradeço a todos os meus amigos na jornada profissional da Tecumseh, Mark's Work Wearhouse e da Duratex.

Agradeço ao meus professores de todos os momentos, em especial ao Daniel pela dedicação e atenção.

Agradeço sem palavras à meus pais Rafael e Dora, meu irmão Rafael e minha namorada Juliana por total dedicação, amor e pela oportunidade de tê-los em minha vida.

Agradeço a Deus.



## Resumo

PIOLI, G. L. M. Estudo de caso contendo proposições práticas para a melhoria de gestão e processos da engenharia de manutenção em uma empresa industrial madeireira. 2014. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Departamento de Engenharia de Produção da Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos: Universidade de São Paulo, 2014.

Com o aumento da competitividade no mercado, a manutenção enfrenta grandes desafios para melhorar a performance de empresas de manufatura, para isso são necessários esforços gerenciais e operacionais. Inicialmente, a manutenção era considerada um mal necessário, de acordo com Xenos (2004); atualmente ela desempenha um papel fundamental dentro da indústria. Portanto, diversas teorias e técnicas foram desenvolvidas ao passar do tempo voltadas à otimização da relação entre o custo e benefícios da manutenção. Nesse trabalho realizou-se um estudo de caso, tomando como objeto de estudo a engenharia de manutenção de uma indústria madeireira. Foram realizadas análises de situação atual com o objetivo de propor melhorias para que os resultados fossem atingidos. Na elaboração dessas propostas, além da teoria de manutenção, foram utilizados conceitos de Gestão Visual (GV). A GV é caracterizada pela transparência na comunicação, disponibilizar apenas informações relevantes e eficiência no processo de comunicação. O resultado obtido nesse trabalho é uma série de proposições práticas para serem implementadas na engenharia de manutenção, tendo como foco a melhoria contínua, gestão da informação e gerenciamento das atividades de engenharia. As propostas são palpáveis e estão alinhadas aos objetivos da organização, apresentando potencial para impactar positivamente no desempenho da engenharia de manutenção.

Palavras chave: Gestão da manutenção, Engenharia de manutenção, Manutenção industrial, Gestão Visual, Gestão à vista



## ABSTRACT

PIOLI, G. L. M. A case containing practical proposals for improving management and maintenance engineering processes in an industrialized wood manufacturing company. 2014. 55 f. Course Conclusion Work – Mechanical Production Engineering Department of Engineering School of São Carlos, São Carlos: University of São Carlos, 2014.

The increasing market competitiveness, maintenance faces several challenges to improve the performance of manufacturing companies, so efforts are needed in management and operation. Initially, maintenance was considered a necessary issue according with Xenos (2004), currently it plays a key role in the industry. Therefore many theories and techniques have been developed over time focused on optimizing the relationship between the cost and benefits of maintenance. In this work we performed a case study, taking as object an engineering maintenance team from a wood industry. Analysis of the current situation were performed in order to propose improvements, in order to achieve the company and department goals. During the development of these proposals, in addition to maintenance theories, concepts Visual Management (VM) were used. The VM is characterized by transparency in communication, providing only important information and supporting an efficient communication process. The result achieved in this work is a series of practical proposals to implement in a maintenance engineering environment, focused in continuous improvement, information management and management of engineering activities. The proposals are feasible and are aligned with the organization's goals, having the potential to positively impact the performance of maintenance engineering.

Keywords: Maintenance Management, Maintenance Engineering, Industrial Maintenance, Visual Management



## Sumário

### **Conteúdo**

LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	xv
1 Introdução .....	16
1.1 Contexto.....	16
1.2 Objetivos .....	17
2 Revisão Bibliográfica.....	19
2.1 Manutenção .....	19
2.1.1 Definição .....	21
2.1.2 Falhas .....	22
2.1.3 Tipos de Manutenção .....	24
2.1.3.1 Manutenção Corretiva .....	24
2.1.3.2 Manutenção Preventiva .....	25
2.1.3.3 Manutenção Preditiva .....	26
2.1.3.4 Manutenção Autônoma.....	26
2.1.4 Manutenção Produtiva Total (MPT) .....	27
2.1.5 Visão Geral.....	28
2.2 Gestão Visual.....	29
2.2.1 Definição .....	29
2.2.2 Benefícios.....	32
2.2.3 Problemas da Gestão Visual .....	33
2.3 Gestão Visual aplicada à Manutenção .....	34
3 Estudo de caso.....	36
3.1 Metodologia empregada.....	36
3.2 Apresentação da Empresa .....	37
3.3 Situação atual .....	37
3.4 Análise crítica do sistema de Engenharia de Manutenção.....	39

3.5 Plano de ação proposto.....	41
3.5.1 Relatório de análise de paradas de linha.....	41
3.5.2 Planilhas de acompanhamento.....	42
3.5.3 Elaboração de procedimento para plano de ação.....	44
3.5.4 Modificação em modelo de ficha de análise de falhas .....	44
3.5.5 Modelagem de processos internos .....	45
3.5.6 Quadro de GV .....	45
4 Considerações finais e conclusões.....	50
5 Referências .....	53

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Evolução da Manutenção .....</b>	20
<b>Figura 2 - Relação entre Esforço e Resistência. ....</b>	23
<b>Figura 3 - Visão Geral da Manutenção de Equipamentos. ....</b>	24
<b>Figura 4 - Gestão Visual e suas relações.....</b>	31
<b>Figura 5 - Exemplo de gráfico gerado pelo relatório.....</b>	42
<b>Figura 6 – Quadro de Gestão Visual proposto. ....</b>	46
<b>Figura 7 - Exemplo de nota auto adesiva, conceitual. ....</b>	48
<b>Figura 8 - Exemplo de nota auto adesiva preenchida, em aplicação prática. ....</b>	48

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1 - Funções da Gestão Visual. ....</b>	<b>31</b>
--	-----------

## LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
GV	Gestão Visual
FAA	Federal Aviation Authority
MA	Manutenção Autônoma
MCC	Manutenção Centrada na Confiabilidade
RCM	Reliability-Centered Maintenance
TI	Tecnologia de Informação

## 1 Introdução

Esse capítulo busca introduzir o tema abordado, através de uma contextualização, definição de problemas e justificativa das razões do trabalho, bem como os objetivos desse trabalho de conclusão de curso.

### 1.1 Contexto

De acordo com Xenos (2004), no decorrer do tempo a manutenção industrial passa por um processo de quebra de paradigmas, não mais sendo julgada um mal necessário a, e sim, um fator de competitividade de mercado através de sua busca pela melhoria contínua e aumento de disponibilidade de máquinas, conforme Slack (1993) e Slack, Chambers e Johnston (2002).

Um resumo sucinto das atividades da manutenção pode ser visto em Xenos (2004), onde o autor diz que basicamente a manutenção tem como objetivo evitar a degradação de equipamentos e instalações causados pelo uso e desgaste natural dos mesmos. Considerando-se degradações como sendo desde a aparência ruim até a perda de produtividade de um equipamento ou instalação, ou seja, questões estéticas ou técnicas de equipamentos e instalações. De tal maneira, a manutenção visa buscar tanto a integridade física e estrutural quanto a capacidade funcional e operacional de um equipamento ou instalação. Xenos (2004) menciona que a manutenção deve estar dividida em duas atividades básicas:

- Atividades de Manutenção: tem o objetivo de manter as condições dos equipamentos e instalações para que estes sejam capazes de desempenharem as funções designadas, conservando as propriedades e capacidade dos equipamentos e instalações com o passar do tempo. Essas atividades consistem em lubrificações, reparos, limpeza, inspeção, troca de peças, etc. (XENOS, 2004);
- Atividades de Melhoria: buscam realizar melhorias ao equipamento ou instalação, através de modificações ou atualização de características e funcionalidades. Com isto, atinge-se novos níveis de produtividade (XENOS, 2004).

A manutenção apresenta objetivos bem claros, basicamente, almeja-se evitar que existam paradas não planejadas de produção ocasionadas por quebra de máquina, aumentando a confiabilidade da empresa. Slack (1993) comenta que uma empresa que apresenta confiabilidade elevada (em entrega, recebimento, produção, etc.) apresenta uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes. Portanto, outro objetivo da manutenção

é de criar um ambiente confiável para que existam tomadas de decisões de produção e promessas de vendas.

A empresa estudada para a elaboração desse trabalho apresenta grandes metas para crescimento, utilizando da melhoria contínua como um dos principais recursos para a redução de custos e otimização da gestão. Os esforços para tais objetivos são generalizados, tendo a manutenção um papel importante para que as metas sejam atingidas. Por meio disso, torna-se vital a otimização da aplicação de recursos.

A manutenção é dividida em algumas áreas para que suas atividades sejam realizadas. Sendo a engenharia de manutenção uma peça fundamental para que a melhoria contínua e o aumento de disponibilidade de equipamentos ocorra, através de atividade de análise de falhas, projeto e implantação de melhorias, etc.

Utiliza-se a GV há muito tempo com o objetivo de simplificar o fluxo de informação, um exemplo é o uso de bandeiras de sinalização em exércitos antigos para ordenar tropas. Bilalis et al. (2002) relata que a transferência de informação foi um fator de sucesso nos anos 80, garantindo a competitividade das empresas. Portanto, o fluxo de informação tem papel fundamental para que uma empresa seja bem sucedida, a GV tem potencial para contribuir e melhorar esses fluxos, como visto no exemplo militar de antigos exércitos, no qual vidas humanas dependiam de que houvessem métodos eficientes de comunicação. Araujo (2012) alega que a GV proporciona que um ambiente apresente maior dinamismo na comunicação.

Confrontando as principais ideias anteriores, a manutenção é considerada um fator de competitividade, que atualmente a empresa apresenta desafios para melhorar a sua performance e que a GV tem caráter de facilitador de informação, e que existe um ambiente no qual a GV tem o potencial de contribuir na melhoria do desempenho da organização. A aplicação de técnicas de GV no processo de manutenção de equipamentos é conhecido, principalmente na organização de estações e bancadas de trabalho, porém no que diz respeito às análises de falhas e atividades da engenharia de manutenção, são poucas as aplicações relatadas.

## 1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é realizar intervenções no ambiente de manutenção, propondo soluções, em especial um quadro de GV, que melhorem a gestão da engenharia de manutenção em uma indústria madeireira. A finalidade é auxiliar na tomada de decisões, contribuindo também para melhoria do desempenho organizacional.

Dessa maneira, os objetivos específicos do trabalho são:

- Estudar e analisar a viabilidade da aplicação de um painel de GV dentro de um departamento de manutenção voltado à área de engenharia;
- Propor soluções baseadas nas teorias de GV e manutenção;
- Propor soluções para os problemas atualmente encontrados dentro do departamento, em especial no que diz respeito à disponibilização de informação.

## 2 Revisão Bibliográfica

Durante a revisão bibliográfica buscou-se referências nas mais diversas fontes de dados como livros e bases de dados online. Preferencialmente foram utilizados livros nas questões de conceituação teórica, entretanto os artigos também auxiliaram.

As principais bases indexadoras de artigos utilizadas foram as internacionais *Web of Science* e *Science Direct*, além da plataforma Scielo. Por meio de uma busca de palavras-chave para o trabalho foram encontrados artigos para análise de conteúdo e montagem do referencial teórico.

### 2.1 Manutenção

Inicialmente é importante ressaltar a importância do equipamento e instalações de uma indústria, pois são os meios de produção utilizados. Womack e Jones (2004) afirmam que a manutenção desempenha um papel fundamental para garantir a disponibilidade de equipamentos e instalações para a produção, em especial para empresas que apresentam características como “tudo funciona ou nada funciona”, produção em fluxo contínuo por exemplo. Slack (1993) explicita a importância que a produção tem como um diferencial estratégico para uma empresa perante os seus concorrentes. Com isso, a manutenção, ao maximizar a disponibilidade e confiabilidade de máquinas, colabora para um aumento do desempenho da empresa.

A manutenção industrial iniciou-se no final do século XIX, porém era deixada em segundo plano até a revolução causada pela produção em massa proposta por Ford (início do século XX). Deste ponto em diante, a manutenção passa a se desenvolver dentro do cenário industrial, em especial com a Manutenção Corretiva. No momento pós Segunda Guerra Mundial, a indústria carece de recursos sendo forçada a produzir de maneira mais eficiente, rápida e confiável. Nesse momento a Manutenção Corretiva se mostrou insuficiente, o que favoreceu o surgimento da Manutenção Preventiva (MOREIRA NETO, 2011).

Siqueira (2012) divide a história da manutenção em três gerações. A primeira geração compreende o início do século XX até o final da Segunda Guerra Mundial, sendo marcada pela mecanização das fábricas com equipamentos simples e superdimensionados. Dessa forma, a manutenção só era necessária quando o equipamento quebrasse. A segunda geração denominada de Industrialização, pelo autor, inicia-se próxima a 1950, estendendo-se até 1975. Nesse momento histórico de pós-guerra a sociedade necessitava produzir de maneira mais eficiente (aumentar disponibilidade e confiabilidade), aumentar a vida útil de equipamentos e o desempenho da produção. Essa geração é marcada pela criação da

manutenção preventiva, da preditiva e do TPM (*Total Productive Maintenance – Manutenção Produtiva Total*). A terceira geração ficou denominada automatização. Nessa fase a sociedade passa a exigir, além do requisitos da segunda geração, uma maior qualidade e garantia de desempenho dos produtos, sendo exigências decorrentes da evolução nas áreas de telecomunicação, saúde, transporte, dentre outras, surgindo então a manutenção produtiva e a manutenção da confiabilidade.

Durante a década de 1950, um novo termo tornou-se intrínseco aos conceitos de manutenção: confiabilidade. De acordo com Sellitto (2005), o termo confiabilidade ingressou nos conceitos de manutenção, durante essa década, por meio de um estudo de falhas de equipamentos eletrônicos militares norte-americanos. Siqueira (2012) aponta que durante a certificação da linha de aeronaves Boeing 747 pela FAA a complexidade do produto inviabilizaria o atendimento às exigências. Portanto, foi dispensado um esforço que resultou na criação da Manutenção Centrada na Confiabilidade (MCC) em 1968, sendo esse provavelmente<sup>1</sup> o primeiro episódio que originou a MCC.

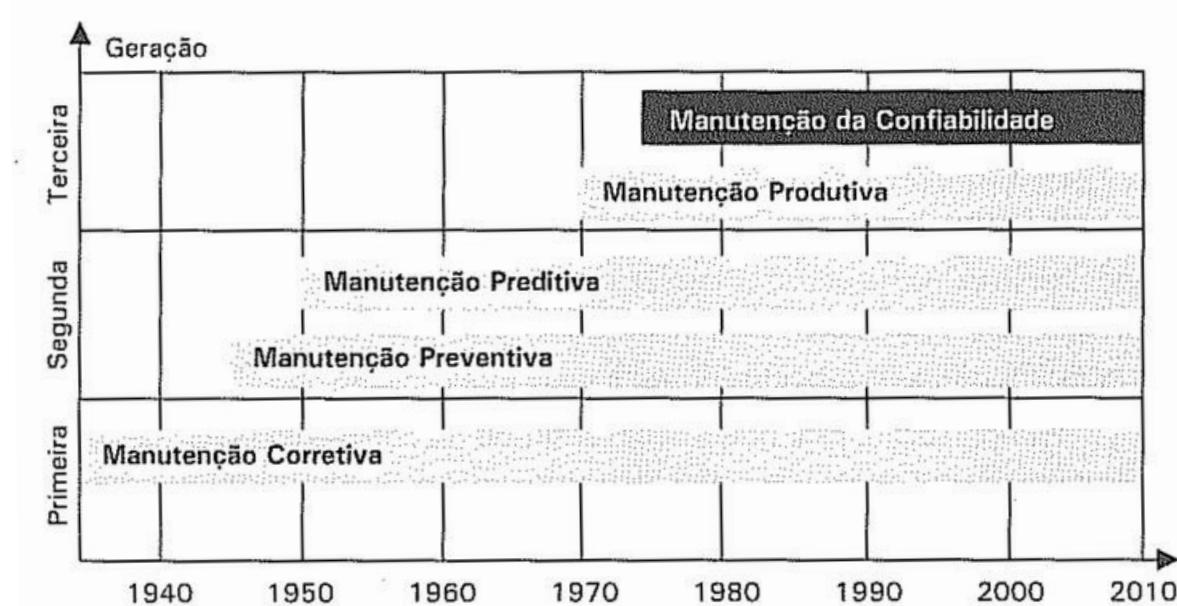


Figura 1 - Evolução da Manutenção. Fonte: Siqueira (2012).

A confiabilidade de uma empresa é a mistura de diversos fatores sendo eles a manutenção de equipamentos, através da máxima disponibilidade para produção, erros humanos, absenteísmo, pontualidade de entregas e recebimentos, qualidade 100% de

<sup>1</sup> Siqueira (2012), diz que em geral tal episódio é atribuído à criação do MCC. Esse método foi elaborado dentro da *United Airlines* por uma equipe de engenheiros especializados na manutenção de aeronaves. O método em inglês é conhecido por *Reliability-Centered Maintenance (RCM)*, originalmente publicada no livro *Reliability-Centered Maintenance* de Nowlan e Heap em 1978 pela FAA no EUA.

produtos (sem defeitos), etc. Aprofundando no conceito de confiabilidade de manutenção, tem-se que em uma situação de total confiabilidade as máquinas nunca quebram ou tem seu funcionamento interrompido devido à falhas de manutenção (SLACK, 1993).

### **2.1.1 Definição**

Tradicionalmente a manutenção em uma empresa era considerada um mal necessário e com o decorrer do tempo transformou-se em um fator estratégico. Os principais aspectos que colaboraram para essa mudança de mentalidade e comportamento foram: grande preocupação com a qualidade e produtividade; ênfase em segurança; cuidados com questões ambientais; o avanço da idade dos equipamentos e instalações; necessidade de redução de custos; e, cumprimento de exigência de normas reguladoras (XENOS 2004).

A NBR 5462 (1994) define manutenção como sendo a “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”. Além disto, durante a manutenção pode existir modificações em um determinado item (componente, sistema, dispositivo, etc.).

Na abordagem aeronáutica, Lee et al. (2008) define que a manutenção é um processo que garante a disponibilidade de certo recurso (no caso específico do trabalho desses autores, uma aeronave) para ser utilizado na função designada, sempre fornecendo os níveis de confiabilidade e segurança para o qual fora projetado. No mercado aeronáutico grande parte do lucro das empresas advém da manutenção, não da venda de aeronaves, sendo assim, a gestão da manutenção é amplamente estudada dentro deste cenário.

Slack, Chambers e Johnston (2002) definem manutenção como “o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas”. Complementam ainda que a manutenção é de extrema importância para as empresas, além disso, para alguns setores como o hoteleiro, companhias aéreas e refinarias petroquímicas, as atividades desempenhadas pela manutenção “serão responsáveis por parte significativa do tempo e da atenção da gerência da produção”.

Retomando a interligação entre os termos confiabilidade e manutenção na literatura, Barros e Lima (2001) classificam a engenharia de confiabilidade como parte da manutenção. Eles afirmam que a engenharia da confiabilidade surgiu a fim de concentrar esforços para compreender as funções e características de um ativo, propondo estratégias e políticas que sejam proativas de modo a reduzir a probabilidade e resultados das falhas destes ativos. Um

enfoque como este, permite que sejam elaboradas políticas capazes de amenizar o risco do negócio por meio de práticas de manutenção, políticas operacionais ou de novos projetos.

De acordo com Xenos (2004), degradações em equipamentos e instalações impactam na produtividade e qualidade dos produtos, uma vez que estes tem impacto direto na produção. Um cenário de baixa qualidade e produtividade geram um impacto negativo na empresa, podendo coloca-la em uma situação de risco. Desta forma, a gestão da manutenção tem a capacidade de realizar melhorias acarretando potenciais ganhos financeiros, diminuição de impactos ambientais e maior vida útil de máquinas. Em complemento a isso, Barros e Lima (2001) destacam em seu trabalho que a manutenção faz parte do processo que garante o lucro e o valor do empreendimento.

Um alerta é feita por Xenos (2004) relacionado a um entendimento tortuoso do conceito de manutenção. Ele ressalta o fato de que ainda existem muitas empresas que fixam placas escritas, “Em Manutenção” em equipamentos quebrados, sendo que muitas vezes o que está ocorrendo são reparos e não efetivamente manutenção. Somente no caso em que medidas concretas para melhorias sistemáticas com objetivos de minimizar falhas e quebras sejam tomadas, pode-se chamar uma ação de manutenção.

### **2.1.2 Falhas**

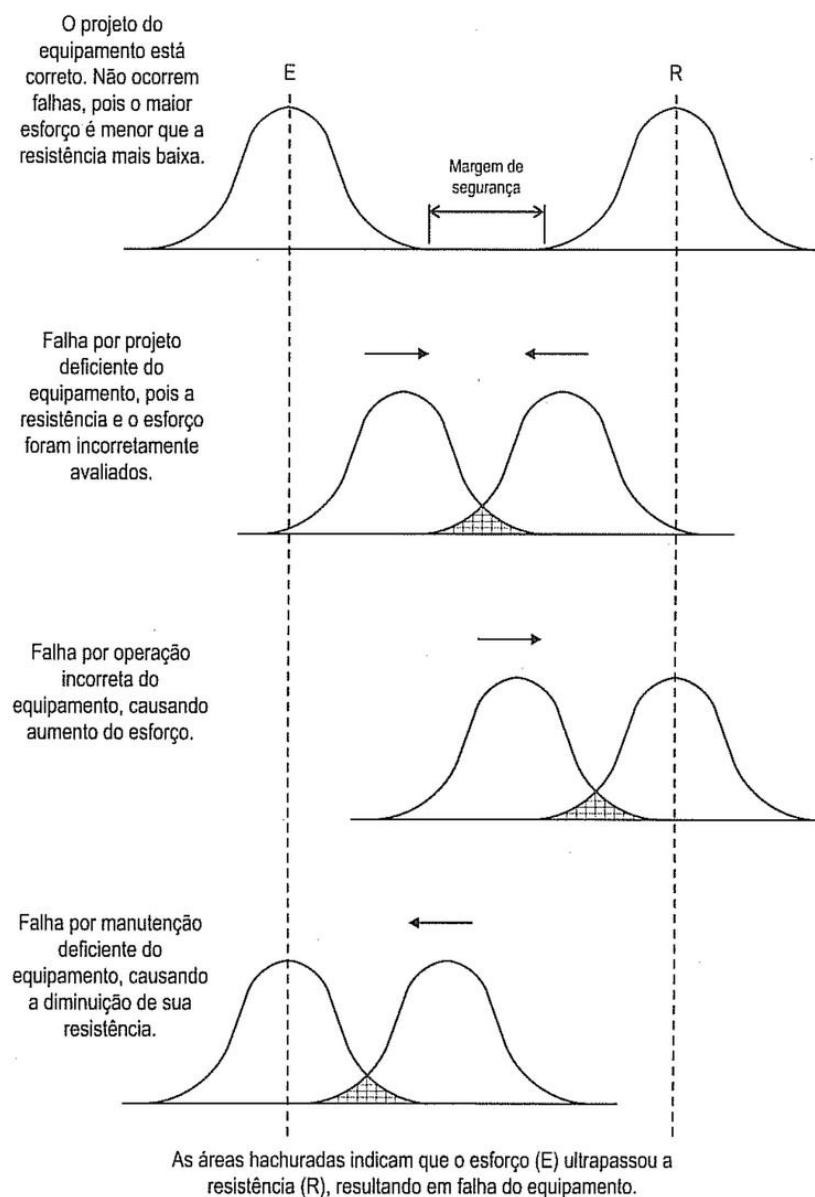
Os equipamentos são projetados para realizarem um determinado trabalho, segundo uma série de especificações, ou seja, ele é projetado de acordo com as funções que desempenhará. Uma falha ocorre quando o desempenho previsto não é atingido podendo representar: interrupção da produção, operação em regime instável, queda de produção, deterioração de equipamentos e perda de qualidade dos produtos (KARDEC; NASCIF, 2007).

A NBR 5462 (1994) define falha como o “término da capacidade de um item desempenhar a função requerida”, além disso a falha é considerada um evento e não um estado. Existem duas classificações macro de falhas: crítica, onde existe uma condição perigosa, risco de acidentes, danos materiais significativos ou outros efeitos intoleráveis; e, não crítica é uma falha que não apresenta as características da falha crítica.

As falhas devem estar atreladas a parâmetros mensuráveis para que não haja ambiguidade. O conceito de falha pode variar dependendo das funções exigidas do equipamento, por exemplo, uma máquina pode operar em uma velocidade inferior à qual foi projetada, mas cumprir aos requisito de produção, não caracterizando uma falha (XENOS, 2004).

Existem três principais categorias de causas de falhas: falta de resistência, uso e manutenção inadequados. A falta de resistência consiste em uma característica do próprio equipamento, sendo uma deficiência de projeto, erro nas especificações de material, etc. O uso inadequado é a submissão sofrida pela máquina de esforços acima do qual ela foi projetada. A manutenção inadequada é caracterizada pela não efetividade de ações preventivas para evitar a deterioração de equipamentos (XENOS, 2004).

A Figura 2 representa os esforços (E) e resistência (R) das máquinas, demonstrando as três grandes causas de falhas citadas. Para que não haja falhas, os esforços devem ser menores do que a resistência para o qual a máquina foi projetada.



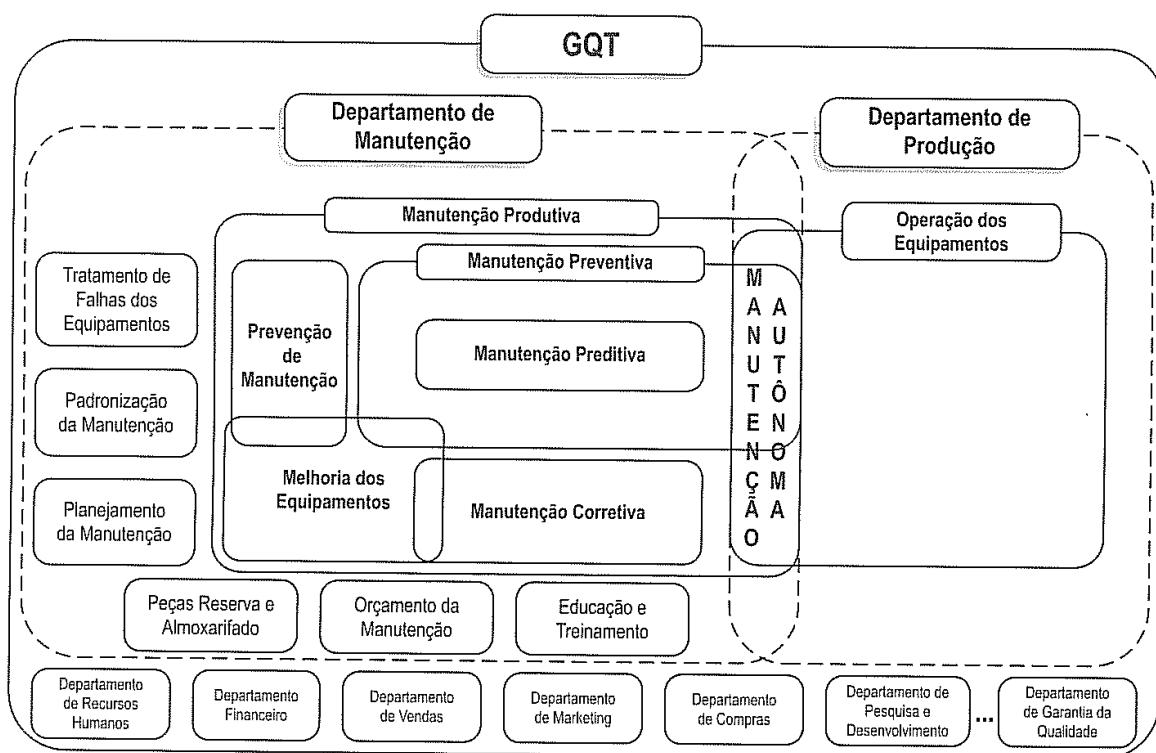
**Figura 2 - Relação entre Esforço e Resistência.**

Fonte: Xenos (2004)

### 2.1.3 Tipos de Manutenção

A classificação dos tipos de manutenção convergem para quatro principais tipos, como pode-se constatar nos livros de Slack, Chambers e Johnston (2002), Xenos (2004), Takahashi e Osada (1993) e Siqueira (2012).

Uma exemplificação da inter-relação entre os diversos tipos de manutenção pode ser observado na Figura 3. Tal figura ilustra a relação entre os departamentos de manutenção e de produção dentro de uma empresa, exibindo os pontos de intersecção de responsabilidade por uma determinada tarefa, mostrando também, as principais atividade de manutenção existentes.



**Figura 3 - Visão Geral da Manutenção de Equipamentos.**

Fonte: Xenos (2004)

#### 2.1.3.1 Manutenção Corretiva

De acordo com NBR 5462 (1994), manutenção corretiva é “efetuada após a ocorrência de uma pane destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida”. A definição de Xenos (2004) converge para a ideia de que a manutenção corretiva é executada após uma falha, tendo um caráter de correção de tais problemas.

Essa abordagem permite o funcionamento de máquinas e instalações até que algo quebre, sendo as atividades de manutenção realizadas apenas após uma falha, como relata

Xenos (2004). Um exemplo de manutenção corretiva é a troca de lâmpadas de um hotel, onde se aguarda que a lâmpada pare de funcionar para realizar a substituição da mesma. Uma observação importante é que preferencialmente os itens deixados para o método de manutenção corretiva não falhem de maneira catastrófica (SLACK, CHAMBERS; JOHNSTON, 2002).

A opção por utilizar o método de manutenção corretiva é feita através de uma análise econômica. Levando-se em conta os custos de manutenção apenas, a manutenção corretiva pode aparentemente ser a mais vantajosa. Porém, é de extrema importância levar-se em consideração a parada de produção e os impactos que isso pode causar na confiabilidade da empresa na análise de escolha de método de manutenção. Um alerta é que mesmo a manutenção corretiva sendo a mais vantajosa financeiramente, a empresa não pode se acomodar e aceitar a existência de falhas, sendo necessário estudar e promover melhorias para evitá-las (XENOS, 2004).

#### **2.1.3.2 Manutenção Preventiva**

A NBR 5462 (1994) define a manutenção preventiva como sendo a “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Slack, Chambers e Johnston (2002) definem a manutenção preventiva como sendo um mecanismo para reduzir probabilidades de falhas em equipamentos e instalações, sendo que tal manutenção ocorre em determinados períodos de tempo pré-planejados. Diversas são as aplicações, porém os autores comentam sobre a importância da manutenção preventiva na aeronáutica. Tendo em vista que um bem de capital apenas produz quando está atuando para o fim ao qual foi projetado, um avião gera renda quando transporta pessoas e mercadorias. A parada de um avião para realizar uma manutenção preventiva significa um custo de não produção, porém nesse caso, o risco de falha de um componente não pode ser admitido. As falhas são catastróficas quando um avião está em voo. Essa é uma aplicação clássica de manutenção preventiva, entretanto pode-se observar a manutenção preventiva também em automóveis, situações de risco de integridade de pessoa, equipamento e instalações, etc.

Em complemento, Xenos (2004) afirma que a manutenção de uma empresa precisa ter como seu cerne a manutenção preventiva periódica. Algumas tarefas sistemáticas são realizadas como inspeções, restauração e substituição de peças. Um ponto importante a ser ressaltado é que a manutenção preventiva precisa ter um caráter obrigatório.

Comparando-se a manutenção preventiva e a corretiva, a preventiva apresenta um custo mais elevado, além de substituir componentes que ainda não atingiram o final de suas vidas úteis. Por outro lado, aumenta-se a confiabilidade do sistema e diminui-se a probabilidade de falhas. Olhando o cenário de um modo mais amplo, a manutenção preventiva muitas vezes é mais barata do que a corretiva, pois permite programação de paradas, elimina a incerteza do momento em que algo falhará e possibilita estimar com boa precisão o tempo necessário para realização das atividades de manutenção (XENOS, 2004).

### **2.1.3.3 Manutenção Preditiva**

Segundo a NBR 5462 (1994), a manutenção preditiva “permite garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”. No livro de Slack, Chambers e Johnston (2002), a manutenção preditiva é caracterizada como uma atividade que busca realizar manutenção somente quando forem necessárias para o equipamento ou instalação, em outras palavras, otimiza a quantidade de manutenções feitas.

Como discutido por Xenos (2004), a manutenção preventiva tende a substituir peças que ainda possuem vida útil. Contrapondo-se a essa ideia, Takahashi e Osada (1993) defendem que a manutenção preditiva tem base na filosofia de prevenir a existência de uma supermanutenção, uma vez que determinado componente somente será substituído no final de sua vida útil. Temos que a principal atividade da manutenção preditiva é a de inspeção, porém é necessário um bom conhecimento técnico sobre o funcionamento de equipamentos e seus componentes.

Xenos (2004) apresenta dois exemplos de manutenção preditiva. O primeiro é através do monitoramento de vibração de máquinas para definir quando um rolamento precisa ser trocado. O segundo exemplo consiste em realizar análises em óleos lubrificantes, o que indica quando componentes mecânicos precisam ser reformados. Portanto, a prática da manutenção preditiva é barata para as empresas, apresenta bons resultados e aumenta a confiabilidade.

### **2.1.3.4 Manutenção Autônoma**

Mesmo existindo diversos tipos de manutenção, deve haver uma maior disponibilidade de máquinas e redução de custos, tanto de manutenção quanto de operação. Devido às intensas cobranças existentes pelos sistemas de qualidade, surgem muitos desentendimentos entre os departamentos de manutenção e produção (XENOS, 2004).

Diante de tal cenário, Xenos (2004) destaca a importância de treinar funcionários para que detectem defeitos ou problemas nos estágio iniciais. Corroborando com essa afirmação Jacobs, Chase e Balakrishnan (2010) colocam a discussão do *empowerment* dos colaboradores de uma empresa como um fator que favorece à qualidade. *Empowerment*, basicamente é a delegação de responsabilidades aos colaboradores, no caso, dar ao operador de uma máquina a autonomia de fazer pequenos ajustes diários de máquinas e auditar a qualidade. Os autores ainda comentam que tais colaboradores podem ter o poder de parar uma linha de produção, caso seja necessário algum serviço de manutenção devido a defeitos em produtos. Deste modo, garante-se que apenas produtos dentro da especificação continuem no processo produtivo, eliminando as propagações de erros.

Utilizando o *empowerment* os operadores tornam-se parte primordial do sistema de manutenção de uma empresa. Cada operador passa a atuar como “sensores humanos” que detectam variações pequenas no funcionamento de equipamentos, também na qualidade dos produtos produzidos. Um ponto importante de ser ressaltado, no caso de equipamentos complexos, a principal função do operador é conhecer profundamente o funcionamento de determinada máquina e saber como operá-la, sendo assim, a manutenção autônoma não substitui a necessidade de uma gestão da manutenção bem estruturada (XENOS, 2004).

A manutenção autônoma caracteriza-se como sendo uma estratégia simples para que exista uma maior integração entre os operadores, os funcionários da manutenção e as atividades de manutenção como limpeza, lubrificação e verificação visual. Por meio da manutenção autônoma, os operadores são encorajados a relatar mais rapidamente anomalias em equipamentos como ruídos, vibrações, odores, temperatura, etc. A prática do 5S consiste como a base da manutenção autônoma que ganha força conforme os operadores incorporam e intensificam a utilização de tais práticas (XENOS, 2004).

#### **2.1.4 Manutenção Produtiva Total (MPT)**

Uma definição sucinta pode ser encontrada nas palavras de Slack, Chambers e Johnston (2002) que estabelecem a MTP como “a manutenção produtiva realizada por todos os empregados através de atividades de pequenos grupos”. Xenos (2004), por sua vez define a Manutenção Produtiva (MP) como sendo a otimização de resultados econômicos de produção, através de uma melhor utilização dos métodos de manutenção, garantindo maior produtividade e utilização de equipamentos com custos de produção inferiores.

Para que exista a MPT, Takahashi e Osada (1993) enumeram alguns requisitos para a implantação, sendo eles: criação de equipamentos que possuam grande rendimento; levar em consideração a vida útil dos equipamentos e instalações na elaboração dos planos de

MPT; conservar um alto grau de motivação do grupo por meio de trabalho em pequenas equipes independentes; e, aderência de toda a empresa desde os mais altos executivos até os operários.

Slack, Chambers e Johnston (2002) estabelecem cinco boas práticas:

1. Melhoria da eficácia de equipamentos. Realiza-se um estudo de perdas (tempo parado, diminuição de velocidade ou defeitos), identificando os motivos pelos quais existe perda de eficácia;
2. Realizar manutenção autônoma. Tal assunto foi debatido na seção anterior;
3. Planejamento de manutenção. Apresentar um plano de manutenção de equipamentos e instalações, abordando os diversos métodos de manutenção utilizados para a realização da MPT;
4. Treinamento apropriado. A MPT aborda de forma enfática a necessidade de realizar treinamentos adequados tanto para os profissionais de manutenção quanto ao operador de determinado equipamento, do modo que todas as habilidades necessárias para as atividades de manutenção sejam ensinadas.
5. Conseguir gerir o equipamento logo no início. Consiste em um meio de desviar a manutenção através de prevenção da manutenção.

Um aspecto apontado por Takahashi e Osada (1993) é a relação entre a qualidade de um produto e a MPT. De acordo com os autores, a qualidade de um produto é determinada de acordo com a qualidade dos equipamentos que os produziram, sendo assim, a manutenção desempenha um papel fundamental para a qualidade de equipamentos, causando impactos no produto final. Outro ponto ressaltado por Takahashi e Osada (1993) é que através da aplicação das técnicas e procedimentos do MPT, de maneira adequada, existe uma melhoria na segurança e garantia da proteção ambiental.

### **2.1.5 Visão Geral**

De maneira geral, a manutenção industrial deve ser enfrentada como um fator de competitividade dentro de uma empresa. Não se deve buscar a manutenção apenas com a intenção de realizar reparos, como Xenos (2004) afirma, mas como um mecanismo para disponibilizar recursos para a produção a ser maximizada. Outro ponto importante da manutenção é o de executar melhorias nos equipamentos para torná-los mais confiáveis, produtivos e rentáveis.

Como visto na Figura 1 de Xenos (2004), a manutenção tem uma interface muito grande com a produção, envolvendo um grande número de pessoas de diversas áreas da

empresa. De tal modo, torna-se fundamental que haja uma Sistema de Gestão da Manutenção compatível com a realidade do mercado e da empresa, fornecendo meios para que as atividades de manutenção sejam realizadas.

## 2.2 Gestão Visual

### 2.2.1 Definição

Os termos gestão visual e gestão à vista se referem ao mesmo conceito. Pode-se observar que a escolha do termo depende dos autores Araujo (2012), Kisby (2009), Parry e Turner (2006) e Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009a), utilizam o termo gestão visual, enquanto Milnitz (2013) e Souza et al. (2014) usam gestão à vista. Já Bilalis et al. (2002) utiliza o termo fábrica visual (*Visual Factory*). Para que haja padronização no texto, será utilizado o termo gestão visual.

A Gestão Visual é utilizada há muito tempo. Os antigos egípcios utilizavam em seus projetos, em que exércitos usavam bandeiras para coordenar movimentos como descreve o general Sun Tzu. No final da década de 1910, Henry Gantt desenvolveu o gráfico de Gantt, utilizado para controle de produção. Em 1937, a Toyota utilizava folhas de trabalho visuais, mostrando sequências, inventário, etc. Foi entre as décadas de 1940 e 1970, que houve um grande desenvolvimento da gestão visual, dentro das fábricas da Toyota. Sendo um ponto marcante a aplicação do kanban de produção em 1953, que fornece métodos de controle de produção e sincronização entre os processos produtivos (TEZEL; KOSKLE; TZORTZOPoulos, 2009a).

A gestão visual surgiu dentro dos conceitos do *Lean Manufacturing* e o movimento de qualidade total (o kanban é um exemplo disso) que visavam garantir a competitividade das empresas através de vantagens estratégicas baseadas em corte de excessos. Dessa forma, a gestão visual teve um papel importante auxiliando as empresas a atingirem as metas propostas pelo *Lean Manufacturing*, através da utilizações de simples indicações ou sinais visuais para o acompanhamento da produção e estoques (KISBY, 2009).

Em adição ao argumento de Kisby (2009) e Bilalis et al. (2002) expõem que de modo a esquivar-se de desastres futuros uma organização necessita dispendar esforços nos processos essenciais de suas atividades. Durante os anos 80, tal fator de sucesso foi a transferência de informação. De maneira geral, treinamento, trabalho em equipe, e o design de instalações são três modos para se transmitir informações através de processos almejando mudanças de comportamento e melhorias contínuas.

A importância da gestão visual torna-se mais evidente ao analisar todas as informações que circundam os funcionários dentro de um empresa, sendo que tais informações podem ser de um alto grau de complexidade. De modo a combater a poluição de informação no campo de visão dos funcionários, a gestão visual vai agir como um filtro para tornar a informação comprehensível e estimulante para novos conhecimentos (MILNITZ, 2013).

Na visão de Araujo (2012), a gestão visual proporciona a criação de um espaço que torna a comunicação entre as pessoas mais dinâmica, favorece e permite a troca de informações mais orgânica. A comunicação ainda torna-se mais eficiente, possibilitando um fluxo de informação mais dinâmico entre pessoas de turnos diferentes, por exemplo. Bilalis et al. (2002) complementa que a efetividade da comunicação na apresentação de informação está relacionada com alguns fatores. A informação essa deve ser organizada de forma a exibir claramente as atividades, mostrar métodos e restrições (o que fazer e o que não fazer), precisa ser mensurável, apresentar um resultado e fornecer apoio para questões gerenciais.

O Lean Institute Brasil (2009)<sup>2</sup> define a Gestão Visual:

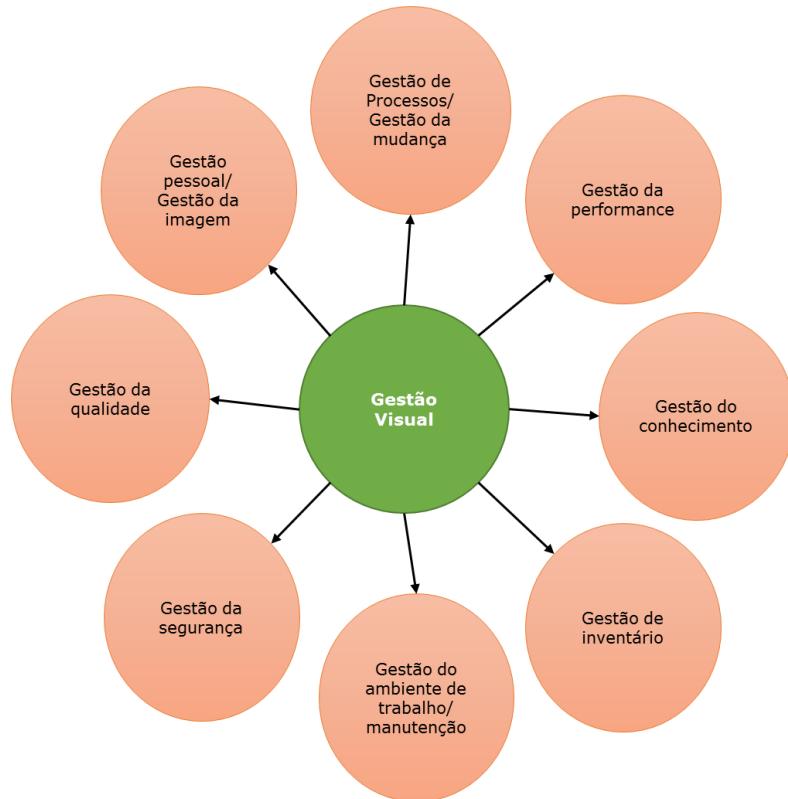
“[...]como sistema de planejamento, controle e melhoria contínua que integra ferramentas visuais simples que possibilitam que se entenda, através de uma rápida “olhada”, a situação atual e que apoia o trabalho padrão da liderança para garantir a aderência dos processos aos padrões e viabilizar as melhorias permanentes.”

Aproximando-se da definição do Lean Institute Brasil, Kisby (2009) define sucintamente gestão visual como uma maneira de manter todos os itens, arquivos, informações, atividades em andamento, e indicadores de maneira visível para que todas pessoas envolvidas compreendam essas informações e o *status* do quadro (pode ser do projeto, empresa, vendas, etc.) apenas com uma rápida olhada. Além disso, corroborando com Araujo (2012) e Bilalis (2002) no que diz respeito à efetividade da comunicação, Kisby (2009) afirma que a comunicação realizada por meio visual é mais clara do que a escrita e a verbal, quebrando barreiras culturais e idiomáticas.

A GV apresenta uma função suporte à gestão prática em diversas áreas de um organização. Em sistemas visuais de controle de produção (por exemplo, Kanban), organização do ambiente de trabalho, 5S e gestão visual de qualidade são algumas das aplicações da GV. As relações entre a GV e as gestões práticas são representadas na Figura 4 (TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPoulos, 2009b).

---

<sup>2</sup> Definição retirada do website do Lean Institute Brasil, acessado em 9 de julho de 2014.



**Figura 4 - Gestão Visual e suas relações.**

Fonte: Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009b).

Após a realização de um levantamento bibliográfico os autores Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009a) propuseram uma tabela que ilustra as principais funções da Gestão Visual, bem como suas definições e exemplos práticos, como pode-se observar no Quadro 1.

**Quadro 1 - Funções da Gestão Visual.**

Fonte: Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009b).

Função	Definição	Alternativa Prática
Transparência	A habilidade de um processo de produção (ou suas partes) de comunicar com pessoas.	Informações contidas nas prateleiras e na forma de conhecimento tácito.
Disciplina	Tornar um hábito realizar os procedimentos corretamente.	Advertindo, avisando, repreendendo, punindo, impondo, etc.

Melhoria contínua	Um processo de inovação incremental focado e sustentado em toda a organização.	Organizações estáticas ou grandes melhorias implicam em um considerável investimento.
Trabalho facilitado	Uma tentativa consciente para aliviar física e/ou mentalmente o esforço das pessoas em tarefas de rotina, uma vez que oferece vários recursos visuais.	É esperado que as pessoas apresentem um bom desempenho em seus trabalhos sem que lhes seja fornecido qualquer tipo de auxílio.
Treinamento no local	Aprendendo pela experiência ou integrando o trabalho com a aprendizagem.	Sessões tradicionais de treinamentos ou não existência de treinamentos.
Criação de propriedade compartilhada	O sentimento de possuir ou ter uma relação psicológica com um objeto (material ou imaterial).	Imposição gerencial por esforços em mudanças, visão e criação de cultura.
Gestão por fatos	Utilização de fatos ou informações baseada em estatística.	Gestão por julgamentos subjetivos ou termos vagos.
Simplificação	Esforços constantes em um sistema de monitoramento, processamento, visualização, distribuição de ampla informação para pessoas e equipes.	Supor que as pessoas monitorem, processem e compreendam o complexo sistema de informação sozinhas.
Unificação	Remover parcialmente as quatro principais barreiras (vertical, horizontal, externa e geográfica) e criar empatia dentro de uma organização por meio de um partilha eficaz de informações.	Fragmentação ou comportamento do “esse não é meu trabalho/obrigação”

## 2.2.2 Benefícios

O Quadro 1 elaborada por Tezel, Koskle e Tzortzopoulos (2009b) ilustra nove benefícios da implementação da gestão visual. Araujo (2012) também pontua em seu trabalho

benefícios da implantação da gestão visual. Primeiramente, a aplicação da gestão visual gera uma centralização de informações. Além disso, por meio da utilização de *Visual Display Units* (definidos como dispositivos que reproduzem informações), existem outros benefícios como criação de visão sistêmica, facilidade na gestão da informação, auxílio na tomada de decisões e garantia de fluxo de informação.

Em adição, Parry e Turner (2006) comentam que a gestão visual auxilia às equipes a atingirem metas, favorece o *empowerment*, armazena uma quantidade pequena de informações (concentra-se apenas no que é relevante), possibilita a medida de performance, fornece *feedbacks* instantâneos das atividades realizadas e pode auxiliar a prevenir o resultado da não tomada de uma ação.

Milnitz (2013) explica que a gestão visual na fábrica apresenta de forma simplificada um panorama das condições no ambiente de trabalho, tornando o ambiente em uma imagem de fácil compreensão. Tais argumentos fornecem informações que são claras e adequadas aos seus usuários.

Souza et al. (2014) realizou um estudo de caso em um indústria têxtil sobre a aplicação de gestão visual e seus resultados. Diversos benefícios foram notados após a implementação das técnicas propostas, sendo eles: padronização de processo, conscientização das pessoas envolvidas e melhoria na produtividade. Com relação à melhoria da produtividade, houve um aumento de 68% na linha dos teares e uma redução de 40% do tempo de rondas de supervisores para gestão da produção. Por último, os autores relatam que houve uma melhoria na qualidade da comunicação entre a produção e a manutenção através da aplicação da gestão visual.

### **2.2.3 Problemas da Gestão Visual**

A dificuldade durante a implementação da gestão visual pode ser significativa. Mudanças são desafios para uma organização e demandam iniciativa e esforços para que sejam aceitos pelas pessoas (KISBY, 2009).

A atual seção mostra algumas recomendações encontradas na literatura sobre a aplicação da gestão visual, mas com o enfoque em uma ambiente de manutenção industrial. Sendo assim, os pontos escolhidos são os que mais poderão auxiliar na implementação em tal ambiente.

Alguns práticas do *Lean Manufacturing* de gestão visual que inicialmente eram aplicadas às linhas de produção, também estão voltadas aos demais processos atualmente. Portanto, algumas recomendações para o sucesso da gestão visual foram listados. Primeiro,

a gestão visual deve ser simples, apresentando apenas informações relevantes e que agreguem valor no processo gerencial. Segundo, a participação da gerência é fundamental para o sucesso, sendo um fator chave para que haja aderência dos envolvidos. Terceiro, utilizar quadros físicos, pois são mais fáceis de serem acessados por todos os envolvidos e podem ser alterados mais facilmente. Quarto, o quadro deve almejar atingir os objetivos da equipe. Outro ponto importante a ser ressaltado, consiste em que a participação do grupo na criação do painel de gestão visual é fundamental para o sucesso desse (PARRY; TURNER, 2006).

Milnitz (2013), igualmente a Parry e Turner (2006), defende que tanto a gerência quanto os envolvidos devem participar da elaboração da gestão visual, através da construção de um consenso entre as partes e o entendimento do propósito da gestão visual. Milnitz (2013) propõe um modelo para implantação da gestão visual, e um dos tópicos abordados é a construção de um *layout* inicial para sofrer ajustes. Ele ainda ressalta a importância de utilizar ao máximo materiais que existam dentro da empresa para não gerar custos ou investimento, dando abertura para que a criatividade do grupo se manifeste.

Existem alguns passos necessários para a implantação da GV, esse processo é dividido em cinco etapas. Primeira, disseminação das informações, fase que transmite os conhecimentos envolvidos no novo processo. Segunda, fase de treinamento, todas as pessoas envolvidas na gestão visual passam por um período de aprendizagem sobre a utilização dos dispositivos criados. Terceiro, colocar em prática a gestão visual, nessa fase são necessários acompanhamentos e recolher *feedbacks*. Quarta, fase de medição de resultados, tais métricas são importantes para validar a melhora obtida após a implementação do quadro. Quinta, fase de comparação de resultados, a situação anterior é comparada com a situação desejada em busca de pontos de melhorias (MILNITZ, 2013).

### **2.3 Gestão Visual aplicada à Manutenção**

O departamento de manutenção de uma empresa tem como objetivo realizar a manutenção e reparos de equipamentos, mas também de implementar melhorias para a empresa. A GV tem potencial de ser utilizada como técnica de melhoria dentro do departamento de manutenção, além disso, sendo esse o responsável por implementar melhorias, a GV torna-se presente em diversos momentos, como implementação de Kanban, quadros de gestão, etc. Tendo esse ponto de vista em mente, pode-se ler no trabalho de Kisby (2009) que a implementação da gestão visual deve ser enfrentada como uma melhoria significativa para o meio, não é suficiente que ela seja utilizada para realizar uma melhoria minoritária.

Existem poucos trabalhos relacionando a GV com manutenção. Xenos (2004) explicita a importância da GV na implementação de MA em uma organização, utilizando-o como um método que aumenta a produtividade através da otimização de tempo, simplificação de tarefas e melhor visibilidade de aspectos críticos. A Figura 3 demonstra que a GV apresenta relação direta com a manutenção através da Gestão da Manutenção e indireta com Gestão da Produtividade, por exemplo.

Os resultados da aplicação da GV na MA para Xenos (2004) é, além do aumento de produtividade, a eliminação das listas impressas no chão de fábrica e maior interação do operador com o equipamento, o que pode gerar melhorias de processos e equipamento.

Souza et al. (2014) fizeram um estudo sobre a GV aplicado à uma indústria do setor têxtil. Foram instaladas dois tipos de bandeiras nas máquinas, uma amarela e uma vermelha, representando problemas de estoque e manutenção corretiva urgente, respectivamente. Nesse caso a produtividade da empresa melhorou e houve uma maior integração, através da facilidade de comunicação, entre a produção e manutenção. Apesar destes exemplos, ainda não há muita experiência sobre o tema.

### **3 Estudo de caso**

#### **3.1 Metodologia empregada**

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica em Manutenção e Gestão Visual para uma melhor compreensão de seus conceitos. Foram levantados autores importantes para pesquisa nessas áreas como Xenos (2004), Barros e Lima (2001), Sellito (2005) e Takahashi e Osada (1993) em manutenção, Tezel, Koskle e Tzortzopoulos (2004), Araujo (2012), Bilalis et al (2001), Milnitz (2013) e Parry e Turner (2006) em gestão visual, além de normas técnicas e autores como Slack, Chambers e Johnston (2003) contribuíram para a construção do trabalho.

A elaboração desse trabalho durou cinco meses, sendo dividida em duas etapas: revisão bibliográfica e estudo de caso. Durante esse período o autor foi um membro do ambiente de trabalho estudado, participando ativamente da rotina da engenharia de manutenção.

Durante os primeiros seis meses realizou-se a revisão bibliográfica dos temas pertinentes ao trabalho. Nos três meses finais foram conduzidos os estudos dentro do ambiente de manutenção, sendo realizadas entrevistas, discussões e análises de documentos.

O presente trabalho é um estudo de caso único, tendo uma abordagem holística do ambiente. Como base para o trabalho foram realizadas análises de documentos internos da empresa, para compreensão da situação atual. Além disso, o autor desse trabalho foi um observador participante, sendo membro da equipe de engenharia de manutenção, desenvolveu projetos durante um período de tempo. Discussões com outros colaboradores da empresa foram desenvolvidas durante o período de análise, de modo que eventuais dúvidas fossem esclarecidas. Com toda a experiência, vivência e análises foi possível elaborar um diagnóstico da situação atual, contando com a participação de alguns colaboradores.

Para a validação da situação atual mapeada no estudo, uma reunião com os envolvidos na empresa foi realizada, demonstrando e refinando os resultados para representar com a máxima acurácia o ambiente atual. Os problemas foram esquadrinhados até o nível de fatos, no qual não houve possibilidade de continuar o aprofundamento, foram utilizadas técnicas para o desenvolvimento dessas análises como a 5W.

Com a situação atual, foram realizadas análises das causas raízes dos problemas. Através disso, pode-se elaborar um plano de ação contendo proposições práticas para a

empresa contemplando melhorias para o desempenho do departamento. Esse plano de ação foi então apresentado aos envolvidos para alinhamento de expectativas e melhorias.

Ao final confrontou-se a teoria referente à ações propostas, realizando considerações críticas sobre a teoria, bem como uma análise crítica da situação da empresa nos processos estudados.

### **3.2 Apresentação da Empresa**

Para realizar um estudo da viabilidade da implementação de gestão visual em um ambiente de manutenção, utilizou-se como caso uma planta de uma multinacional brasileira. Essa planta pode é uma indústria madeireira com atuação no mercado interno e externo.

A produção é intermitente, produzindo durante o ano todo vinte e quatro horas ao dia, ressaltando que existem paradas para manutenção durante o ano. O processo produtivo apresenta características de um processo contínuo com ganho de escala, são poucas as operações que existem durante a produção, em torno de dez.

### **3.3 Situação atual**

A função do departamento de manutenção é de fornecer à produção equipamentos e instalações em condição adequadas para o desenvolvimento das atividades produtivas. Para isso são realizados esforços de reparos e melhorias. Dentro da empresa, o departamento de manutenção é dividido em diversos segmentos: mecânica, elétrica, programação da manutenção, patrimônio e engenharia.

No cenário atual, a empresa emprega em suas atividades a manutenção corretiva, preventiva e preditiva, sendo que as duas primeiras são realizadas principalmente com esforços internos, e a terceira através de um prestador de serviços especializado, aliado às análises feitas pela engenharia de manutenção.

Preferencialmente são realizadas as manutenções preventivas e preditivas, uma vez que, essas minimizam o impacto da manutenção na produção. Porém, existem casos no qual é necessária uma intervenção corretiva que é mais dispendiosa e causa impactos diretos na produção, principalmente no rendimento horário de equipamentos.

Existem duas maneiras de serem realizadas as manutenções: programada e não programada. A manutenção programada é requisitada, sendo alocados os recursos adequados no momento ótimo para a sua realização. A manutenção não programada tem caráter emergencial, sendo realizada rapidamente para que não haja paradas significativas de linha.

A competitividade, conforme Slack (1993) e Xenos (2004) ressaltam, impulsiona a empresa na busca pela otimização e redução de custos. Nesse caso, o departamento de manutenção sofre pressões para atingir essas metas, principalmente a Engenharia de Manutenção que é responsável por desenvolver soluções para melhorar o desempenho de equipamentos e máquinas. Para isso, a engenharia de manutenção desenvolve atividades de análise de falhas, através de esforços preditivos e preventivos, especialmente, com a finalidade de implementar melhorias que reduzam o custo de manutenção e aumentem a disponibilidade de máquinas.

Alguns dos objetivos da engenharia de manutenção de acordo com Kardec e Nascif (2012) são: aumentar a confiabilidade, aumentar a disponibilidade, fazer estudo de análise de falhas e melhorar manutenibilidade de equipamentos. Portanto, a análise de falha é uma de suas atribuições. A engenharia de manutenção foi criada com o objetivo de ter uma equipe técnica para acompanhar os índices de manutenção, e estar atuando e norteando a equipe para garantir que se cumpram as metas especificadas pela organização na manutenção, bem como buscar constante melhoria e trazer novas tecnologias mantendo o alto padrão competitivo.

A análise de falhas é uma ferramenta importante para o aperfeiçoamento da confiabilidade industrial, permitindo que problemas crônicos em equipamentos sejam identificados e que seja dada maior atenção para problemas mais graves em equipamentos desde o momento que estes problemas são identificados.

As fichas de análise de falhas são documentos elaborados pela engenharia, quando as falhas ocorridas cumprem alguns requisitos pré-determinados relacionados à taxa de parada e tempo de parada. Tais fichas seguem um procedimento interno, e tem como objetivo analisar falhas mecânicas, elétricas ou de instrumentação, identificando a sua causa bem como definindo a tomada de ações corretivas, preventivas ou de melhoria, visando evitar que outra falha sejam reincidentes. Neste último caso, os dados são levantados semanalmente. Existem casos também, que julga-se por algum motivo, há um consenso entre os tomadores de decisões da necessidade de elaborar a ficha de análise de falha. Se alguma ficha de análise de falha necessitar de maiores detalhes, será elaborado um relatório complementar com todas as informações do trabalho.

São envolvidas nas fichas de análises de falhas todas as áreas como, por exemplo, Engenharia, Suprimentos, Centro de Documentação, Manutenção, Fornecedores, Produção, etc. Depois de determinadas respectivas ações, elas são encaminhadas via e-mail para as pessoas envolvidas diretamente na análise.

Em diversos casos são necessárias áreas de suporte, sendo elas, colaboradores mais experientes ou empresas especializadas que prestam algum tipo de assessoria/suporte para a realização da ficha de análise de falha como, por exemplo, ensaios destrutivos e não destrutivos, ou seja, qualquer ferramenta de análise que venha ser necessária para o diagnóstico da causa.

O acompanhamento das fichas de análise de falhas é mensal, onde os membros da área de inteligência verificam as pendências de cada uma, cobram os responsáveis envolvidos via e-mail, e se houver algum tipo de atraso, analisam e registram o acompanhamento. Quando concluída a ficha, existe uma modificação que a caracteriza como finalizada.

### **3.4 Análise crítica do sistema de Engenharia de Manutenção**

Sendo o autor parte do grupo de Engenharia de Manutenção, a presente análise será baseada em experiências pessoais, entrevistas e discussões com outros colaboradores, análise de documentos e observações.

Inicialmente, conforme descrito anteriormente, existe um procedimento interno que descreve como devem ser realizadas as fichas de análises de falhas. Porém, alguns pontos se encontram com desvios ao procedimento. O acompanhamento da implantação das fichas de análise de falhas apresentava-se deficitário, além disso os critérios para iniciar um estudo aprofundado da falha não era seguido sistematicamente.

O procedimento atual não pontua os passos que devem ser seguidos para a condução do estudo da análise de falhas, permitindo uma variação entre os colaboradores. Por outro lado, existe um documento padrão que possui diversos campos obrigatórios para serem preenchidos. Portanto, há um montante obrigatório de informações, e não há um método para guiar os colaboradores a criarem um relatório técnico sistemático.

Para um aprofundamento do estudo do ambiente elaborou-se um diagnóstico da situação atual da área de engenharia. Foram realizadas entrevistas com os engenheiros de manutenção do departamento e outros colaboradores. A condução da entrevista foi baseada no método dos 5W (5 Porquês), buscando compreender de maneira clara os problemas existentes hoje dentro do departamento.

Após algumas rodadas de discussões, foi elaborada uma árvore de problemas. Através da análise da árvore de falhas, foi possível notar problemas referentes a diferentes temas:

- Fluxo de informação: existe dificuldade na distribuição da informação de maneira eficiente. Além disso, a gestão do conhecimento também encontra-se deficiente, pois existem problemas para encontrar estudos passados e disseminar o conhecimento adquirido;
- Capacitação: as pessoas envolvidas precisam receber atualizações frequentes para que nível de serviço seja mantido, bem como *feedbacks* de suas atividades desenvolvidas;
- Sistemas: entende-se como a área voltada a informática e sistemas de informação. Os problemas encontrados referência à liberdade excessiva dada aos colaboradores da empresa na entrada de dados; e,
- Dados inconsistentes: devido aos problemas de sistemas e capacitação, os dados muitas vezes apresentam inconsistência ou erros, tornando as análises mais demoradas e com menor confiabilidade.

Alguns dos problemas podem ser minimizados através da aplicação de técnica de GV. Conforme Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009) apontaram, consultar Quadro 1. As principais funções da GV nesse caso seriam:

- Transparência. As informações serão dispostas para que todos tenham fácil acesso, demonstrando os trabalhos referentes à análise de falhas elaboradas pela engenharia de manutenção;
- Melhoria contínua. O objetivo da ficha de análise de falhas é realizar melhorias em equipamentos de maneira que a reincidência seja combatida, bem como evitar que futuros problemas mais graves ocorram. Portanto, o GV será um facilitador para que os esforços da engenharia de manutenção na implementação melhoria contínua sejam mais eficientes e eficazes;
- Trabalho facilitado. Através da disponibilização de informações relevantes de fácil acesso, torna-se mais fácil a obtenção de dados referentes às falhas pelos envolvidos. Bem como auxilia a gestão da área de engenharia; e,
- Unificação. Os dados referentes a diversas fontes são compilados em um quadro de GV, o que permite uma partilha de informações simples e igualitária. Além disso, remove barreiras de comunicação por meio da mudança do fluxo de informação.

Atualmente, existe um quadro de GV com diversos indicadores, baseado no Balanced Scorecard, mostrando o desempenho da manutenção através de indicadores como rendimento, horário de linhas de produção, tempo médio entre falhas, entre outras.

### 3.5 Plano de ação proposto

Através das informações obtidas durante o estudo do caso, foi elaborado um plano de ação de proposições práticas. Esse plano contempla diversos aspectos que envolvem a rotina da Engenharia de Manutenção, almejando promover um ambiente de trabalho mais dinâmico, conciso e focado na busca por melhorias.

#### 3.5.1 Relatório de análise de paradas de linha

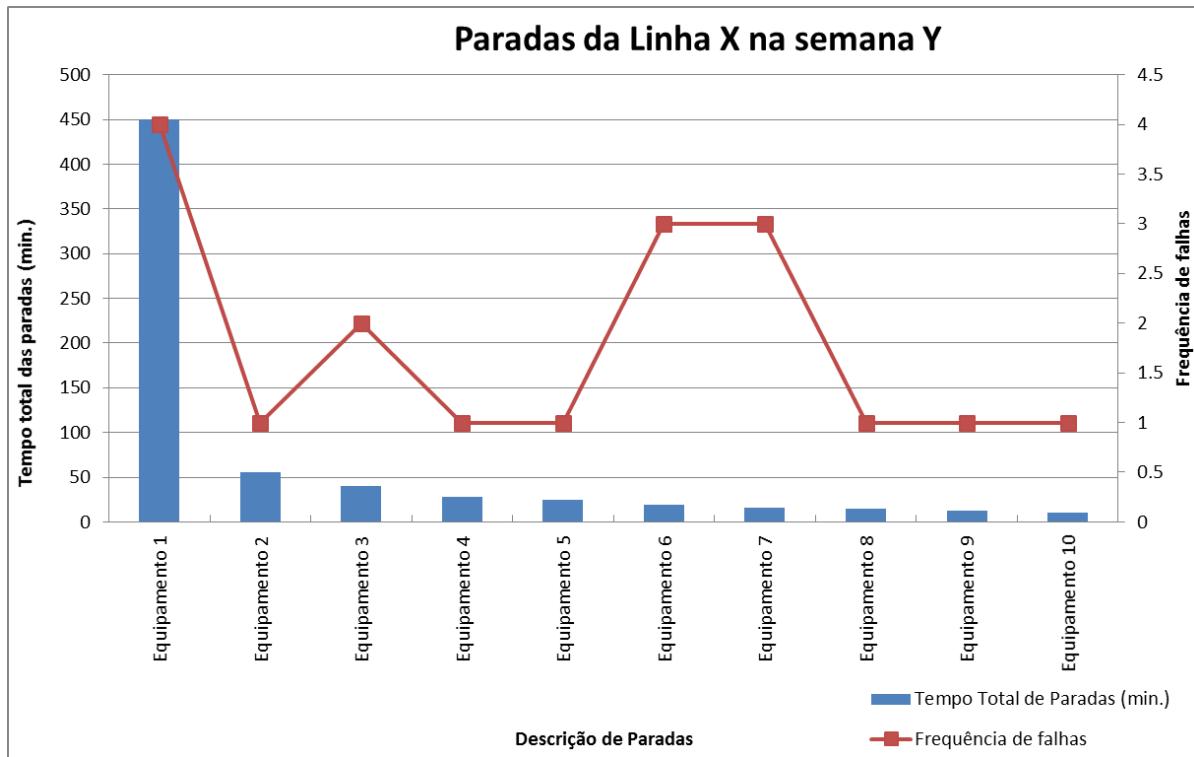
Para a abertura das fichas, é necessário que as falhas preencham um conjunto de requisitos de taxa de falha e tempo total de paradas, conforme procedimento já descrito no item 4.2 relatando sobre a situação atual. A sistematização de um método para a extração e tratamento dessas informações é essencial para que haja a identificação dos principais equipamentos a serem analisados.

A ação proposta para melhorar o processo de abertura das fichas de análise de falhas é a elaboração de um relatório simples e dinâmico, que contenha a informação necessária para que sejam tomadas as decisões. Nesse caso específico, foi elaborado um relatório no Excel o qual foi implantado e encontra-se em uso.

Esse relatório necessita ser alimentado com os dados provenientes dos sistemas de TI relacionados às paradas de linha. A inserção de dados é simples, sendo aconselhável classificar manualmente um campo, tornando as informações mais precisas e detalhadas. A periodicidade da atualização da planilha é semanal, sendo que a mesma deve ser apresentada para os supervisores de áreas. Diversas melhorias já foram solicitadas e implementadas no relatório, para que as necessidades dos envolvidos fossem satisfeitas.

Além de fornecer uma visão dos principais equipamentos com altas taxas de falhas e tempos de paradas, o relatório permite comparar semanalmente a evolução desses índices, expondo tendências e demonstrando a efetividade de ações tomadas.

Após o período de teste e a consolidação do relatório, foi criado um manual de utilização contendo o passo a passo da atualização do banco de dados. Os passos foram demonstrados através de imagens reais do relatório, além disso, os usuários responsáveis pela atualização receberam instruções de como executar. Uma característica importante do relatório é a flexibilidade, e poder ser rapidamente alterado a fim de atender demandas distintas.



**Figura 5 - Exemplo de gráfico gerado pelo relatório.**

Após a identificação dos principais pontos a serem melhorados, através de uma análise ABC, existem critérios que necessitam ser atingidos para que seja aberta uma ficha de análise de falhas. Portanto, há problemas não contemplados com o estudo. Sendo assim, tem-se a oportunidade de realizar uma intervenção mais direta e com menos detalhes do problema, e para isso, é elaborado um plano de ação para que o problema não volte a se repetir. Em outras palavras, cria-se um plano de ação, caso os critérios da ficha de análise de falhas não sejam atingidos, e ainda seja importante uma intervenção planejada na falha.

Além disso, com o objetivo de facilitar e padronizar o processo de análise de viabilidade econômica de investimentos necessários, análise de custo de paradas e custo de manutenção foram elaboradas em planilhas para a realização de cálculos. Para isso, são utilizados *templates* para extração de dados dos sistemas de informação existentes. Tais dados são inseridos em planilhas específicas, sofrendo operações matemáticas, culminando em um relatório padrão para análises.

### 3.5.2 Planilhas de acompanhamento

A planilha de acompanhamento é uma importante ferramenta que a engenharia possui para gerenciar a implantação de melhorias, bem como medir o impacto das ações definidas durante o desenvolvimento da análise de falhas (ficha de análise ou plano de ação). Para uma melhor compreensão do leitor, é importante ressaltar que será utilizada a palavra “ação”

como substantivo representante dos termos ficha de análise de falhas ou plano de ação, desse modo o substantivo “ação” será mais generalista.

São encontrados apenas informações altamente relevantes ao usuário dentro dessa ferramenta, evitando assim o excesso de informações. Os principais campos são: ação tomada, responsável, data de início e prazo final. Através dessas informações é possível montar um cronograma e um gráfico de Gantt, facilitando a visualização do *status* das atividades. Outros campos que podem ser interessantes são: custo da ação, número da ordem de serviço gerada e código de peças e material utilizados.

Existem também indicadores de desempenho internos da engenharia de manutenção das ações tomadas, demonstrando as reduções de custos efetivas, por exemplo. Tais indicadores são de extrema importância para que a engenharia de manutenção encontre-se em uma posição de destaque dentro da organização, além de demonstrar de maneira clara e transparente os resultados que são obtidos, através de estudos de falhas e o esforço dos colaboradores envolvidos.

A respeito da periodicidade do acompanhamento, sugere-se que haja atualização o mais frequentemente possível, garantindo que seja uma fonte de informações que represente o momento da consulta, e no mínimo a atualização deve ser feita semanalmente. Quanto à atualização de indicadores, é sugerida a atualização semanal nas ações de maior impacto, mas no mínimo é importante a atualização mensal de dados.

Com uma periodicidade, ainda a ser definida pela engenharia de manutenção, deve ser realizada uma reunião para atualização e nivelamento de conhecimento sobre os *status* e conteúdo das ações em andamento entre todos os membros da equipe de engenharia de manutenção.

O acompanhamento de planos de ação é mais dificilmente utilizado em um ambiente burocrático como o descrito. Portanto a sugestão é a utilização de um método de GV a fim de que haja uma maior agilidade na aquisição de informação e interação com o usuário (ver item 4.4.6), sendo que apenas ao final da semana seriam dadas entradas na planilha de acompanhamento. Tais atitudes reduzirão a burocracia na gestão de planos de ação. A dinâmica da utilização será explicada na seção que descreve o quadro de GV.

Devido ao caráter mais aprofundado das fichas de análise de falhas, as mudanças de atividades no decorrer da implementação de uma ação devem ser demonstrada em um documento, explicando o motivo das mudanças, bem como impactos causados no

andamento da ação. Isso garante a rastreabilidade de mudanças e um processo de validação da mesma.

### **3.5.3 Elaboração de procedimento para plano de ação**

A elaboração do plano de ação é realizada quando o problema é impactante, porém não atende aos requisitos da ficha de análise de falhas. Algumas propostas podem ser realizadas para que haja uma padronização da abertura de planos de ação.

Inicialmente, poderia ser elaborado um procedimento da engenharia de manutenção explicitando critérios objetivos para a abertura de um plano de ação. O procedimento deve conter uma definição sucinta do conceito de plano de ação, os objetivos, passos a serem seguidos, documentos utilizados e informações sobre o acompanhamento das atividades.

Tal documento, poderia basear-se no procedimento de análise de falhas já existente (o ideal seria tomar como base o procedimento modificado, conforme proposto), partilhando os mesmos parâmetros de abertura. Poderia ser de grande interesse, a criação de um critério ponderando a taxa de falhas, tempo de paradas e o custo da parada, tanto na elaboração desse novo procedimento quanto em adição no procedimento já existente para elaboração de fichas de análise de falhas.

### **3.5.4 Modificação em modelo de ficha de análise de falhas**

O modelo atual de ficha de análise de falhas apresenta um bom desempenho, contendo informações relevantes às análises. Porém, existem informações que contribuirão para melhorar os estudos, embasando de maneira mais profunda as conclusões.

Após uma análise do modelo de fichas, elaboração de fichas de análise de falhas, bem como a leitura de fichas de análises realizadas, foram encontrados pontos de melhorias. Esses pontos contemplam a modificação da classificação de falhas, inclusão de campos de identificação de causa raiz do problema, elaboração de propostas de melhorias, análise financeira e proposta de melhoria detalhada. Um importante material para realizar a modificação desse documento é a NBR 5462, essa norma classifica as falhas como críticas ou não críticas, que seria um exemplo de alteração para ser realizada.

Esse novo documento pode substituir o antigo modelo, fornecendo um maior nível de detalhamento do problema em estudo, além de auxiliar em um desenvolvimento de análise sistemático através de campos dispostos de maneira mais linear. Algumas ferramentas foram elaboradas para auxiliar no desenvolvimento dessa ficha.

### 3.5.5 Modelagem de processos internos

Considerando a situação atual, dos problemas existentes e a necessidade de melhorias constantes, uma ferramenta crucial para que sejam realizadas mudanças significativas para o departamento é a modelagem de processos internos.

Tal modelagem visa analisar os processos existentes, criando uma situação. Existem diversas técnicas que podem ser utilizadas, uma recomendação é utilizar o BPMN (*Business Process Modeling Notation*), pois exibe o fluxo de informação e material entre diferentes áreas, plantas e empresa, portanto a dinâmica de funcionamento seria nítida. Através da modelagem deverá se realizar reuniões para validação do modelo atual, verificando se detalhes foram esquecidos.

Após a finalização da modelagem da situação atual, os esforços devem ser direcionados para resolver os principais problemas encontrados. Uma reunião entre os envolvidos nas atividades deve ser realizada para que haja um alinhamento de expectativas, bem como um consenso sobre o caso que será proposto. Seções de *brainstorming* podem ser feitas para a geração de ideias, processos de modelagem interativos como a utilização de blocos auto adesivos do tipo *flag* em um quadro branco também pode ser útil.

### 3.5.6 Quadro de GV

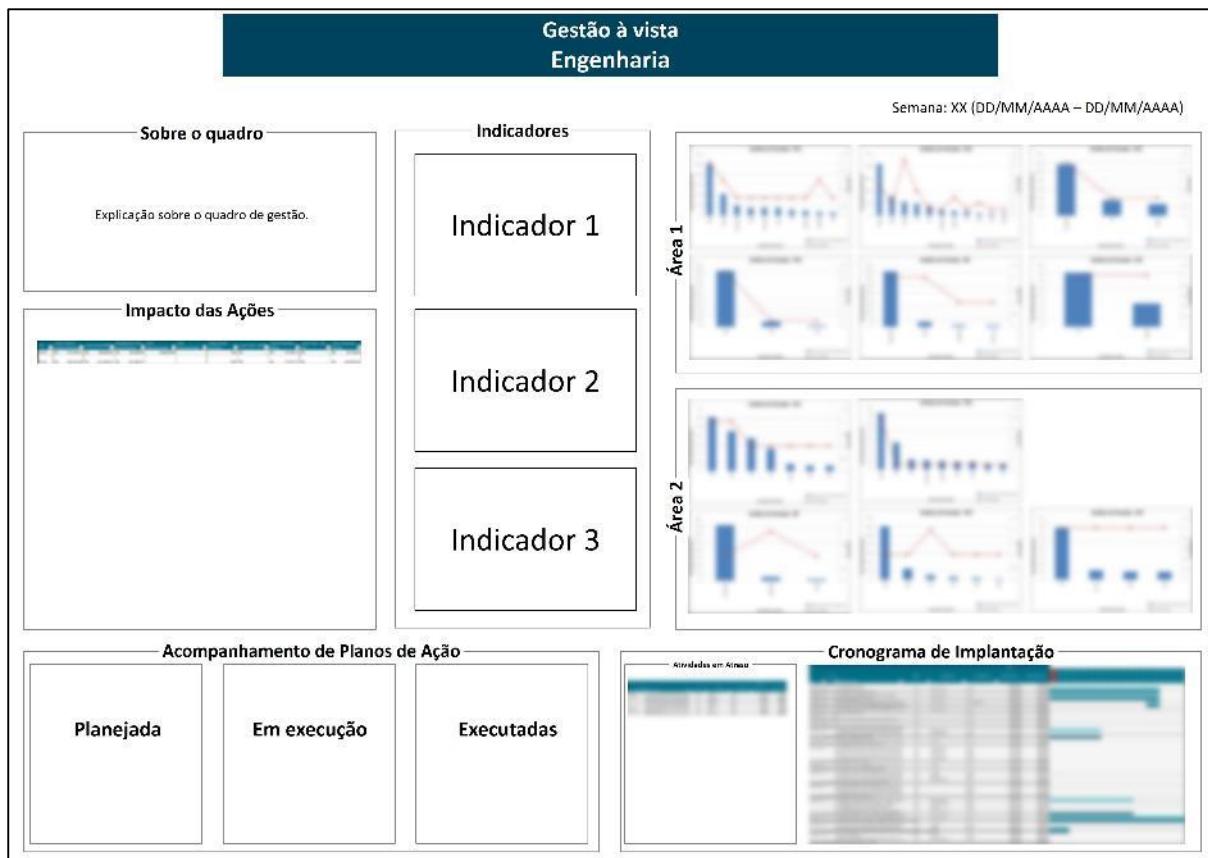
Pode-se notar a criação de um ambiente dentro do departamento de manutenção que visa a eficiência e transparência, focado em resultados. Todas as proposições anteriores são ferramentas para auxiliar tomadas de decisão, gerenciamento de informações, gerenciamento de análises, etc.

Valendo disso, levantou-se a possibilidade de sintetizar tudo em um local de fácil acesso e visualização simples. Dessa maneira, culminou um conceito de quadro de GV da engenharia de manutenção. Os objetivos desse quadro são:

- Gerar um fluxo de informação mais dinâmico;
- Enfatizar a cultura de melhoria contínua através da exibição de ações de melhorias tomadas pelo grupo;
- O fácil acesso à informação propicia um ambiente mais fácil de se trabalhar, no qual não é necessário realizar buscas em sistemas;
- Centralização de informações relevantes. Apenas em um quadro almeja-se exibir todas as informações relevantes e atualizadas; portanto em caso de necessidade de consultas, o quadro seria uma opção confiável; e,

- Promoção da engenharia de manutenção, exibindo os trabalhos realizados de maneira clara e objetiva. Busca-se com isso aumentar repercussão e visibilidade da engenharia de manutenção dentro da empresa.

Os principais usuários do quadro serão colaboradores com atribuições gerenciais das áreas mecânica e elétrica, bem como o coordenador do departamento para ter uma visão holística das atividades da engenharia de manutenção. Isso, não exclui a utilização por partes dos demais colaboradores, pois o quadro apresenta o caráter informativo que auxilia na disseminação de informações para todos.



**Figura 6** – Quadro de Gestão Visual proposto.

A Figura 6 representa um exemplo de quadro proposto, as informações foram distorcidas propositalmente sendo esse apenas um modelo. Nota-se que esse é composto por diversas seções, sendo cada uma direcionada à um usuário específico. Em suma, são apresentados quatro tipos distintos de informação: análise de paradas de linhas por área, acompanhamento de implantação de ação tomada, indicadores de desempenho e explicação sobre o quadro.

O quadro foi pensado para ser impresso em uma impressora *plotter* semanalmente, tendo dimensões de uma folha A0. Optou-se pela impressão em papel do quadro todo para

possibilitar a movimentação do mesmo para as reuniões de rotina que existem dentro do departamento, na qual os assuntos relacionados ao quadro serão debatidos.

A exposição dele é feita na área de engenharia, em local de circulação de pessoas, além disso, recomenda-se a existência de um pequeno quadro branco para que discussões sejam realizadas de maneira simples e rápida. A periodicidade inicial de atualização é semanal, porém existe um campo iterativo que deve ser alterado de acordo com a necessidade, conforme veremos.

A seção demarcada pelos quadros Área 1 e Área 2 é reservada para a exibição da análise de paradas, conforme descrito no tópico 4.4.1 e exemplificado na Figura 7. Cada área representa uma especialidade do departamento de manutenção, e cada gráfico, as falhas por equipamento de cada uma das linhas pertinentes. Essa seção é importante para visualizar os principais pontos com problemas que necessitam de atenção especial e estudos para a mitigação desses.

O “Cronograma de Implantação” é destinado ao acompanhamento da execução das tarefas definidas, conforme item 4.4.2 explica. Tais atividades são destinadas a pessoas específicas e com prazos estipulados, sendo assim, existe juntamente ao cronograma, um quadro para que sejam explicitadas as atividades que encontram-se em atraso. Cada envolvido é responsável em notificar a equipe de engenharia sobre eventuais mudanças de prazos e o status das atividades.

Conforme proposto no item 4.4.3, os planos de ação apresentam características que dificultam o acompanhamento por meio de um cronograma, portanto propõe-se uma abordagem de Ágil nesse caso. A seção “Acompanhamento de Planos de Ação”, apresenta três diferentes divisões: planejadas, em execução e executadas. No momento inicial do quadro, devem ser colocadas notas auto adesivas contendo as informações sobre a atividade na área “Planejadas”, à partir desse momento, caso a atividade se inicie, ela é deslocada para o próximo estágio (“Em execução”), e quando ela for finalizada para “Executada”. A Figura 9 e a Figura 10 são exemplos de notas.

A Figura 7 representa um modelo a ser seguido, com as informações mais relevantes a cada uma das atividades. Nela pode-se observar a necessidade de identificação do Plano de Ação criado, a atividade a ser desenvolvida, o responsável pela atividade, o prazo e o status de conclusão. O status tem seu acompanhamento feito em parcelas de 25%, sendo assim cada “X” colocado à frente do status representa a conclusão de 25% da atividade.

Identificação Plano de Ação (Número)
Número da atividade + Descrição breve
Responsável
Prazo
Status:

**Figura 7** - Exemplo de nota auto adesiva, conceitual.

A Figura 8 representa uma aplicação prática, como exemplo utilizou-se um Plano de Ação para a finalização desse presente Trabalho de Conclusão de Curso, tomando uma atividade para ilustrar. Nota-se todas as características mencionadas na Figura 9. Em especial é interessante observar o campo de status, que apresenta dois “X”, significando que está com uma conclusão de mais de 50%. Além disso, existe um ponto de exclamação à sua frente, representando uma atividade em atraso. Desse forma, basta uma rápida observação no quadro para que sejam acompanhados os planos de ação.

PA 01
01. Realizar revisão gramatical do trabalho de conclusão de curso.
Gustavo Pioli
Prazo: 25/10/2014
Status: <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**Figura 8** - Exemplo de nota auto adesiva preenchida, em aplicação prática.

Conforme já mencionado, esse sistema de acompanhamento do plano de ação é baseado na interatividade e iteratividade, no qual o usuário (responsável pela atividade)

alimenta o sistema com as informações necessárias como alteração do status e mudança da área na qual a nota encontra-se, por exemplo passando de “Em execução” para “Executadas”.

Na seção “Impacto das Ações” no quadro, o objetivo é demonstrar a eficiências da ações tomadas, através de seus impactos em custo, disponibilidade de equipamento para produção e redução na recorrência de falhas. Essa seção apresenta especial relevância para comprovar a importância do trabalho da engenharia de manutenção.

Os “Indicadores” são importantes para auxiliar na tomada de decisões, enfatizar os resultados obtidos (que já são apresentados em “Impacto das ações”) e fornece uma visão mais holística da organização. A escolha dos indicadores a serem exibidos devem contemplar de modo generalista o departamento de manutenção (como tempo médio entre falhas, tempo médio de reparos, etc.) e a organização como um todo.

Finalmente, o “Sobre o Quadro” é um pequeno texto descrevendo o quadro, seus objetivos e funcionamento básico. Ele é importante para as pessoas compreenderem de maneira rápida a dinâmica envolvida e, em caso de dúvida, saberem quais são as pessoas responsáveis a fim de buscar esclarecimentos.

Após a elaboração do quadro e consolidação de todas as variáveis envolvidas, deve-se elaborar um manual do usuário. Ele deve possuir o procedimento de atualização, fluxo de planilhas e arquivos a serem abertos, modos de fornecer os dados necessários para o arquivo de criação do quadro, parâmetros de impressão e possíveis manutenções que poderão ser necessárias no quadro, tanto na parte da informática quanto na física. Esse manual auxiliará no processo de gestão do conhecimento, fornecendo informações para futuros colaboradores que atualizarão o quadro.

A respeito da implantação do quadro de GV aqui proposto, sugere-se a utilização do método da Figura 4 indicado por Milnitz (2013) em seu trabalho. Esse método apresenta passos estruturados para a implantação.

## 4 Considerações finais e conclusões

Foram propostas na seção 4.4 do presente trabalho uma série de ações que constituem um plano de ação voltado à melhorias dos processos de engenharia de manutenção da organização. Durante a elaboração do trabalho, a empresa se mostrou disposta a auxiliar na elaboração, além de apresentar grande interesse nas medidas propostas, bem como os potenciais resultados que elas podem gerar. Até o momento foram implementadas ou iniciadas as ações: relatório de análise de paradas (item 4.4.1), planilhas de acompanhamento (item 4.4.2) e modificação em modelo de ficha de análise de falhas (item 4.4.4)

Conforme Kardec e Nascif (2007) afirmam em seu livro, a engenharia de manutenção tem o papel de aprimorar o desempenho da organização, através de ações que contribuem para a melhoria de equipamentos, através de redução de custos de produção e manutenção. Eles ainda especificam algumas das atribuições da engenharia de manutenção, sendo elas: melhoria em confiabilidade, aumento de disponibilidade, eliminação de problemas crônicos, resolução de dificuldades tecnológicas, interface com a engenharia, realização de análise de falhas, acompanhamento de indicadores de desempenho e cuidado da documentação técnica.

Dentro do plano de ação proposto, grande parte das ações são contempladas pela teoria de Kardec e Nascif (2007). A elaboração do relatório de análise de paradas de linha (item 4.4.1) contribui para a seleção e criação das fichas de análise de falhas, que consiste em uma das atividades centrais da engenharia de manutenção. No que diz respeito à fontes de dados existentes, há problemas relacionados à aquisições para que o relatório seja feito. Os problemas encontrados são relacionados às questões voltadas ao sistema de informação que deve sofrer melhorias para atender a essas demandas.

Através da análise de falhas, torna-se possível obter um conhecimento detalhado sobre equipamentos, baseado em dados reais, além de evidenciar a situação real da manutenção de equipamentos na empresa. O resultado é a identificação da melhor alocação de recursos, garantindo uma otimização dos mesmos, uma vez que esses são limitados (XENOS, 2004).

Por meio do plano de ação proposto, em especial nos itens 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3 e 4.4.4 (respectivamente, relatório de análise de paradas de equipamentos, planilhas de acompanhamento, elaboração de procedimento para plano de ação e modificação em modelo de ficha de análise de falhas) serão enfatizados os esforços voltados às análises de falhas, por meio de estruturação e padronização de relatórios, processos e análises. Esses fatores,

coincidem com a teoria de análise de falhas proposta e explicada no parágrafo anterior por Xenos (2004). O sistema atualmente empregado na análise de falhas apresenta falhas no que diz respeito à padronização, em especial na seleção de falhas para a elaboração de análises aprofundadas.

Modificações na ficha de análise de falhas atual da empresa (item 4.4.4) será um fator importante para que um melhor estudo seja realizado, e documentado a análise de maneira mais clara e objetiva para que haja uma maior compreensão em futuras consultas. Além de apresentar informações mais completas. Atualmente, a ficha apresenta campos de interpretação vagos, favorecendo a falta de padronização em seu preenchimento.

Culminando com um método para o gerenciamento, de maneira mais genérica das atividades de engenharia de manutenção, foi proposto o Quadro de Gestão Visual (item 4.4.6). Esse quadro tem como finalidade gerenciar diversas atividades da engenharia de manutenção como: acompanhamento de implementação de ações, visualização de principais falhas e equipamentos, acompanhamento da efetividade das ações e acompanhamento dos principais indicadores voltados à área. Além de melhorar os canais de comunicação entre a engenharia de manutenção e os demais envolvidos.

Conforme Tezel, Koskela e Tzortzopoulos (2009b) relatam em sua revisão bibliográfica, o Quadro de GV poderá contribuir para aumentar a transparência das atividades da engenharia de manutenção através da exibição clara para todos de suas atividades e resultados. A melhoria contínua será mais voltada a resultados práticos, além de agilizar a implantação das ações propostas. Por meio da exibição visual das ações e das análises gráficas, o trabalho de busca por informação será mais simples, sendo facilitado o trabalho dos colaboradores que utilizam os serviços da engenharia de manutenção. Além desses fatores, a unificação de dados será realizada, uma vez que informações existentes em diversas planilhas e sistemas serão compiladas em uma única fonte de fácil utilização e acesso.

O principal resultado esperado na implantação do Quadro de GV é o aumento da produtividade e efetividade de melhorias, tal objetivo é análogo ao proposto por Xenos (2004) em relação à MA. Além disso, Souza et al. (2014) conclui em seu estudo que houve uma maior integração após a utilização de GV, em linhas de produção, entre os envolvidos nos problemas, de igual maneira espera-se aumentar a integração e o diálogo entre os colaboradores do departamento durante a implementação de ações da engenharia de manutenção. Tal integração é sustentada por Milnitz (2013) e Parry e Turner (2006) ao argumentarem da necessidade da participação de todos (desde a gerência até o menor nível hierárquico) os envolvidos na elaboração e melhorias na utilização de GV. Tezel, Koskela e

Tzortzopoulos (2009b) também corroboram com a integração da GV, como pode-se observar na Figura 4.

Outro fator impactante no quadro de GV, conforme Araujo (2012), Kisby (2009) e Bilalis et al. (2002) comentam é a facilidade que a GV tem de criar um ambiente de fácil comunicação, através da elaboração de um quadro de GV direta e contendo informações relevantes, dado que a comunicação visual é mais clara que a verbal e escrita. Milnitz (2013) corrobora com esses argumentos, afirmando que a GV atua como um filtro, tornando as informações mais fáceis de serem compreendidas e estimulando a busca pelo conhecimento, conclui ainda que a GV cria uma imagem de fácil entendimento da situação atual da empresa.

Um ponto importante é que o quadro de GV deve ter como principal fim alcançar objetivo da equipe, o que reafirma a necessidade do envolvimento de todos os usuários na implementação do quadro, utilização, atualização, divulgação e incentivo ao uso. Esse é um fator crucial para o sucesso do quadro de GV.

Poucos estudos são encontrados na área de aplicação de quadros de GV na manutenção industrial, portanto seria de grande interesse a elaboração de pesquisas nessa área. A partir dos resultados obtidos propõe-se a realização de mais pesquisas relacionadas a estes temas, tais como: melhorias no desempenho da manutenção industrial através da aplicação de GV, proposta de um método de implantação de GV para manutenção industrial voltada à gestão, aplicação de métodos ágeis da gestão de projetos para um ambiente de manutenção, elaboração de um documento modelo genérico para as análises de falhas, entre outras pesquisas.

## 5 Referências

- ARAUJO, C. **Uma interface de painel interativo para planejamento de projetos**, 2012. Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉNICAS. NBR 5462: **Confiabilidade de mantenabilidade**. Rio de Janeiro, 1994.
- BARROS, J. F. R; LIMA, G. B. A. A Gestão da Manutenção no plano estratégico dos empreendimentos industriais. **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**. 2001. ISSN 1984-9354.
- BILALIS, N., SCROUBELOS, G., ANTONIDADIS, A., EMIRIS, D. AND KOULOURITOTIS, D., Visual factory: basic principles and the ‘zoning’ approach. **Int. J. Prod. Res.**, 2002, 40(15), 3575–3588.
- JACOBS, F. R.; CHASE, R. B.; BALAKRISHNAN, J. **Operations & Supply Chain Management: the core**. Canadian Edition. Canada: McGraw-Hill Ryerson, 2010.
- KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção – função estratégica**. 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2012. ISBN: 978-85-44-414-0040-4.
- KISBY, B. M. **Lean visual management in an ERP/MES-Controlled production cell**, 2009. (Masters thesis) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2009.
- LEAN INSTITUTE BRASIL. **Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças**. Publicado em julho de 2009. Disponível em <<http://www.lean.org.br/leanmail/74/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padroao-das-liderancas.aspx>>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- LEE, S.; MA, Y.; THIMM, G.; VERSTRAETEN, J. Product lifecycle management in aviation maintenance, repair and overhaul. **Computers in Industry**, v. 59, n. 2-3, p. 296-303. doi: 10.1016/j.compind.2007.06.022, 2008.
- MILNITZ, D. **Um método estruturado para Implantação da Gestão à Vista**. 2013. 186f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2013.
- MOREITA NETO, T. C. **A história da evolução do sistema de gestão da manutenção**. Publicado em setembro de 2011. Disponível em <<http://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650/>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

PARRY, G. C.; TURNER, C. E. Application of lean visual process management tools. **Production Planning & Control: The Management of Operations**. v. 17, n. 1, p. 77-86. doi: 10.1080/09537280500414991, 2006.

SELLITTO, Miguel Afonso. **Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos**. Prod.[online]. 2005, vol.15, n.1, pp. 44-59. ISSN 0103-6513.

SIQUEIRA, I. P. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 2012. ISBN 978-85-7303-880-4.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2002. ISBN 85-224-3250-3.

SLACK, N. **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 1993. ISBN 85-224-0981-1.

SOUZA, R. P.; HÉKIS, H. R.; RIBEIRO, R. M.; VALENTIM, R. A. M. Avaliação e monitoramento de processos de produção utilizando recurso da gestão à vista em uma grande indústria do setor têxtil no estado do Rio Grande do Norte. **RAI – Revista de Administração E Inovação**. São Paulo. v. 11, n. 1, p. 162-180, jan./mar. 2014.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. **Manutenção produtiva total**. 1 ed. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. The function of visual management. **International Research Symposium**, Salford, UK, 2009b.

TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. Visual management – A general overview. **Fifth International Conference on Construction in the 21th Century (CITC-V)**, Istanbul, Turkey, may. 2009a.

WONACK, J. P.; JONES, D. T. **A mentalidade enxuta nas empresas lean thinking: elimine o desperdício e crie riqueza**. 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

XENOS, H. G. **Gerenciando a Manutenção Produtiva: O Caminho para Eliminar Falhas nos Equipamentos e Aumentar a Produtividade**. Nova Lima: IDNG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.