



Ministério da Educação  
Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Minas  
Departamento de Engenharia de Controle e  
Automação



## **SISTEMA *KANBAN*: Estudo de Caso Aplicado em Planejamento e Controle da Manutenção**

Thiago Tavares de Oliveira

Ouro Preto

2019

Thiago Tavares de Oliveira

## **SISTEMA *KANBAN*: Estudo de Caso Aplicado em Planejamento e Controle da Manutenção**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau em Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

**Orientador:** Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri

Ouro Preto – MG

Dezembro de 2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

O48s Oliveira, Thiago Tavares de .  
Sistema KANBAN [manuscrito]: estudo de caso aplicado em planejamento e controle da manutenção. / Thiago Tavares de Oliveira. - 2019.  
46 f.

Orientadora: Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas.

1. Controle de estoque- Manutenção. 2. Just-in-time. 3. Sensoriamento remoto .  
4. Controle de produção. I. Palmieri, Karla Boaventura Pimenta. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 681.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB: 1716

Monografia intitulada **SISTEMA KANBAN: Estudo de Caso Aplicado em Planejamento e Controle da Manutenção** defendida e aprovada, em 11 de Dezembro de 2019, pela comissão avaliadora constituída pelos professores:

---

*Karla Palmieri*

Profa. Dra. Karla Boaventura Pimenta Palmieri – Orientadora

---

*Bruno R. Baroni*

Prof. MSc. Bruno Randazzo Baroni – Convidado

---

*Gradimilo C. de Jesus*

Prof. Engenheiro Gradimilo Cândido de Jesus – Convidado

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha madrinha por ter acreditado e me concedido a oportunidade de estudar e lutar pelos meus objetivos.

Aos meus pais pela motivação e apoio diário que foram extremamente importantes para que eu pudesse vencer esta etapa.

A Universidade Federal de Ouro Preto, a Escola de Minas, a Fundação Gorceix e a todos os professores e funcionários que contribuíram direto e indiretamente para minha formação. A minha orientadora Karla por ter me dado esta oportunidade. Ao projeto Rodetas, em especial aos membros Alexandre, Hamilton, Manoel, Marlon, Paulo e Wagner e aos meus grandes amigos do curso Bruna, Diego Alberto, Diego Damásio, Lucas e Mateus.

Agradeço também ao meu tutor de estágio, Guilherme Caldeira, pelos ensinamentos durante o tempo em que estivemos juntos e pelo apoio direto no desenvolvimento deste trabalho.

E finalmente, a minha segunda casa, meus irmãos da gloriosa República Exílio. Meu eterno obrigado a todos os moradores e ex-alunos! *“Viva Exílio!”*

## RESUMO

Os atuais modelos da manutenção têm exigido, cada vez mais, o conhecimento do momento e da quantidade ideal de materiais a serem adquiridos para a execução das atividades de manutenção nas indústrias. Nessa perspectiva, este trabalho propõe-se descrever a implementação do *kanban* como sistema de controle de reposição de materiais em uma grande companhia de minério de ferro, especificamente no setor de Planejamento e Controle de Manutenção eletroeletrônico. Para alcançar os objetivos, foi realizado um levantamento de dados de materiais de consumo através do *software* SAP que é o sistema de gerenciamento de informações utilizado pela empresa. Em seguida, vendo a necessidade de melhorias na implementação do *kanban*, foi implementado um sistema remoto via *tablet* onde o funcionário economiza tempo na reposição dos materiais além de passar a fazer o uso de uma ferramenta interligada com a automação dos processos. Através deste sistema remoto, foi possível automatizar o sistema *kanban* reduzindo o tempo de entrega de materiais na área em cerca de 80%. Dessa forma, os materiais requisitados pelos executantes da área para cumprimento das Ordens de Manutenção sempre estavam disponíveis para retirada, evitando assim, que as atividades não pudessem ser cumpridas.

## **ABSTRACT**

Current maintenance models have increasingly required knowledge of the timing and optimal amount of materials to be purchased for maintenance activities in industries. From this perspective, this paper proposes to describe the implementation of kanban as a material replacement control system in a large iron ore company, specifically in the Electronic Maintenance Planning and Control sector. To achieve the objectives, a consumables data survey was carried out through SAP software which is the information management system used by the company. Then, seeing the need for improvements in the implementation of kanban, was implemented a remote system via tablet where the employee saves time in the replacement of materials in addition to making use of a tool interconnected with process automation. Through this remote system, it was possible to automate the kanban system reducing the material delivery time in the area by about 80%. Thus, the materials requested by the area's executors to fulfill the Maintenance Orders were always available for withdrawal, thus avoiding that the activities could not be fulfilled.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de Manutenção .....	10
Figura 2 – Moinho de Bolas .....	11
Figura 3 – Recuperadora .....	12
Figura 4 – Empilhadeira .....	13
Figura 5 – Espessador .....	14
Figura 6 – Subestação Elétrica .....	15
Figura 7 – <i>Kanban</i> de Retirada .....	22
Figura 8 – <i>Kanban</i> de Produção .....	22
Figura 9 – <i>Kanban</i> de Movimentação .....	23
Figura 10 – <i>Kanban</i> Fornecedor .....	24
Figura 11 – <i>Kanban</i> Expresso .....	24
Figura 12 – Prateleiras e etiquetas .....	32
Figura 13 – Fluxo de reposição de materiais .....	32
Figura 14 – Contenedores do <i>kanban</i> .....	33
Figura 15 – Contenedor verde vazio .....	34
Figura 16 – Caixinhas para alocação dos cartões .....	34
Figura 17 – Interface <i>kanban</i> .....	35
Figura 18 – Lista com descrição e códigos SAP dos materiais .....	36
Figura 19 - Funcionamento do sistema antes do tablet .....	38
Figura 20 – Interface inicial do aplicativo .....	39
Figura 21 – Solicitação de itens .....	39
Figura 22 – Leitura dos cartões .....	40
Figura 23 – Cartão com <i>QR CODE</i> .....	41
Figura 24 – Conclusão da requisição .....	42



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGAP – Aguardando Aprovação dentro do *software* SAP

AGMT – Aguardando Material dentro do *software* SAP

AGPL – Aguardando Planejamento dentro do *software* SAP

AGPR – Aguardando Programação dentro do *software* SAP

CIM – Manufatura Integrada por Computador ou *Computer Integrated Manufacturing*

ERP – *Enterprise Resource Planning* ou Planejamento dos Recursos da Empresa

ISO – Organização Internacional de Normalização

JIT – *Just in time*

MRP – *Material requirement planning*

NBR – Norma Brasileira

OM – Ordem de Manutenção dentro do *software* SAP

PCM – Planejamento e Controle de Manutenção

SAP – Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados ou  
*Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung*

SCC – Sistemas de Classificação e Codificação

TG – Tecnologia de Grupo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Situação Problemática.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2 Hipótese.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2 Objetivos Específicos.....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Justificativa.....</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Metodologia .....</b>	<b>4</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 O setor de manutenção .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1 Tipos de manutenção .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1.1 Manutenção Corretiva .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1.1.1.1 Manutenção Corretiva Planejada .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.1.2 Manutenção Corretiva não Planejada.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.2 Manutenção Preventiva.....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1.3 Manutenção Preditiva .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1.1.4 Comparação entre os métodos .....</b>	<b>9</b>
<b>3 CONCEITOS RELEVANTES DA MANUFATURA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 MAQUINOFATURA .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1.1 Moinho.....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.2 Recuperadora .....</b>	<b>11</b>
<b>3.1.3 Empilhadeira.....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.4 Espessador .....</b>	<b>13</b>
<b>3.1.5 Subestações Elétricas .....</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Tecnologia de Grupo (TG).....</b>	<b>16</b>
<b>3.3 Sistemas de Classificação e Codificação (SSC) .....</b>	<b>17</b>
<b>4 O SISTEMA <i>KANBAN</i>.....</b>	<b>19</b>
<b>4.1 <i>Just in time</i> (JIT).....</b>	<b>19</b>
<b>4.2 Tipos de <i>Kanban</i>.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.1 <i>Kanbans</i> de retirada e de produção .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2.2 <i>Kanban</i> de Movimentação.....</b>	<b>22</b>

4.2.3 <i>Kanban</i> de Fornecedor .....	23
4.2.4 <i>Kanban</i> Expresso .....	24
4.2.5 <i>Kanban</i> de Emergência .....	24
4.2.6 <i>Kanban</i> Contenedor .....	24
4.2.7 <i>Kanban</i> de Sinalização .....	25
4.3 A aplicabilidade do sistema <i>kanban</i> .....	25
5 ESTUDO DE CASO .....	27
5.1 O <i>kanban</i> e o setor de manutenção .....	27
5.2 O funcionamento do PCM antes do sistema <i>kanban</i> .....	28
5.3 Análise do processo antes da instalação do sistema <i>kanban</i> .....	30
5.4 A implementação do sistema <i>kanban</i> no PCM eletroeletrônico .....	31
5.5 Manufatura Integrada por Computador (CIM).....	36
5.6 Implementação de aplicativo e tablet .....	38
6 CONCLUSÃO .....	43
REFERÊNCIAS.....	44

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de manutenção tem ocupado cada vez mais espaço dentro das áreas estratégicas das indústrias mundiais, sendo reconhecido como um setor primordial para a confiabilidade da produção e a qualidade do produto.

No dia a dia da manutenção várias atividades de reparo, calibração e troca são executadas pelas equipes com o objetivo de manter o bom funcionamento dos equipamentos e conseqüentemente, evitar falhas, defeitos e panes.

Para realização destas atividades, são necessários vários recursos como: mão de obra, equipamentos de apoio (plataformas elevatórias, veículos automotores, andaimes, guindastes) ferramentas, peças de reposição e materiais consumíveis. Dentre esses recursos, os materiais consumíveis e as peças de reposição serão o objeto de estudo deste trabalho.

Na execução da manutenção, os materiais que serão utilizados nas atividades devem estar disponíveis na quantidade certa, no momento certo e no lugar certo. Por isso, devem-se adotar estratégias para reposição de materiais que sejam eficazes, rápidas e assertivas.

É de suma importância explicar três conceitos que estão diretamente relacionados a este trabalho, sendo eles: Tecnologia de Grupo (TG), Sistemas de Codificação e Classificação (SCC) e por fim, Manufatura Integrada por computador (CIM). O entendimento deles deixará evidenciado a necessidade de buscar padrões no sistema produtivo (manufatura) que proporcionarão diversos benefícios para empresa como o aumento da produtividade e a implementação de um sistema de acesso remoto objetivando a otimização das tarefas.

Ao visar o atendimento dessas premissas, será abordado o sistema *kanban* para controle da reposição de materiais aplicados nas atividades de manutenção.

Com base em Moura, o *kanban*

“É uma técnica de gestão de materiais e de produção no momento exato (*“just in time”*), que é controlada através do movimento do cartão (*kanban*). O sistema *kanban* é um método de “puxar” as necessidades de produtos acabados e, portanto, é oposto aos sistemas de produção tradicionais. É um sistema simples de autocontrole a nível de fábrica, independente de gestões paralelas e controles computacionais” (MOURA,2007).

Ao explicar o *kanban*, Moura (2007) relata a experiência vivida pelo Taiichi Ohno que deu origem a esse sistema: o ex-vice presidente da Toyota do Japão ao entrar em um supermercado nos Estados Unidos, percebeu que as prateleiras eram reabastecidas assim que esvaziadas, sempre obedecendo o espaço

delimitado para cada item, desta forma, a reposição só acontecia quando havia necessidade.

Além disso, ele observou que o sistema de produção em massa baseado no modelo fordiano causava desperdício e aumentava os custos, pois os materiais eram produzidos além do quantitativo mínimo necessário. Essas constatações contribuíram para a criação do *kanban*, sendo esta uma nova proposta de administrar a produção e eliminar o estoque desnecessário utilizando métodos de controle de materiais em processo através de cartões.

Com isso, o propósito deste estudo é demonstrar a importância da busca de melhorias na cadeia produtiva usando novas metodologias com a participação de toda equipe de trabalho e com menor custo possível, o que tem sido uma das principais preocupações dos gestores da atualidade.

## 1.1 Situação Problemática

Foi escolhido como meio para desenvolvimento deste trabalho o Planejamento e Controle da Manutenção PCM eletroeletrônico das minas da empresa Tavares S.A. Até então, os materiais rotineiros necessários para realização das atividades de manutenção eram solicitados via ordem de manutenção através de uma demanda previamente estabelecida. Porém, essa previsão não era fidedigna, tendo em vista a variabilidade de consumo de alguns materiais em cada frente de serviço. Sendo assim, era difícil determinar uma quantidade real dos materiais a serem aplicados nas atividades além do fato de que a previsão utilizada pela empresa não era padronizada.

Nesse contexto, ora a manutenção era sacrificada pela falta de material necessário ora o material planejado era superior ao necessário, impactando a execução da manutenção gerando com isso, indisponibilidade do equipamento necessário a produção e imobilização do capital da empresa. Conseqüentemente, isso acarretará em um impacto direto no orçamento, tornando-o mais oneroso, além de criar estoques desnecessários, exigir um maior espaço físico para armazenamento, camuflar falhas rotineiras de planejamento e subutilizar a mão de obra de manutenção.

## 1.2 Hipótese

Tendo em vista a necessidade de implementar um novo método para obtenção de um sistema integrado e mais eficiente, o *kanban* configura-se em um sistema adequado para operacionalizar a filosofia *Just in Time* de ressurgimento de materiais, gerindo visualmente a reposição de materiais e otimizando o fluxo de comunicação interna.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo Geral

Descrever a implementação do *kanban* como sistema de controle de materiais no Setor de Planejamento e Controle de Manutenção eletroeletrônico na empresa Tavares S.A.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

Descrever os tipos de manutenção e o sistema *kanban*, demonstrar a redução de custos com estoque obtido através do sistema *kanban* e destacar a efetividade do sistema para reposição de materiais de manutenção.

## 1.4 Justificativa

Ultimamente, as empresas que têm um conhecimento do momento certo para realizar a movimentação de uma peça de um setor para outro ou solicitar a reposição de um material estão se destacando no mercado moderno e dinâmico da atualidade. Este tipo de previsão garante o controle das etapas do processo e indica o momento no qual determinado material deve ser ou não repostado, sem correr o risco de supressão ou estagnação na etapa posterior.

No setor de manutenção, a falta de material mediante a uma necessidade de troca imediata pode acarretar na parada de toda a linha de produção, condenar a qualidade do produto ou provocar acidentes pessoais, caso o equipamento que apresente algum defeito continue sendo operado.

Também é de suma importância para sobrevivência e competitividade de toda organização a otimização dos custos do processo produtivo. Quando se tem um modelo “empurrado” de reposição de materiais – modelo tradicional no qual o setor de planejamento define a quantidade de materiais que devem ser adquiridos, sem uma informação preliminar e precisa da manutenção ou “chão de fábrica” – cria-se uma cultura de desperdício, baseado no conceito de que “é melhor sobrar do que faltar”, sendo que o melhor para competitividade da organização é a quantidade certa, no momento certo e no local certo.

Ao longo deste trabalho, será perceptível a praticidade e efetividade da utilização do *kanban*, um sistema de controle visual, flexível e simples de gerenciar.

## 1.5 Metodologia

Lakatos e Marconi (2003) demonstram a importância de um método de abordagem e de procedimento para alcançar o objetivo da pesquisa, sendo uma estratégia segura de traçar os passos a serem seguidos.

Em relação ao método de abordagem, esta pesquisa se enquadra no dedutivo, pois “parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica” (GIL, 2008).

Quanto ao procedimento, esta pesquisa serviu-se do Estudo de Caso de caráter descritivo-exploratório, pelo qual será possível descrever a experiência do *kanban* como ferramenta de administração de materiais no Setor de Planejamento e Controle de Manutenção na empresa Tavares S.A, destacar a efetividade do sistema *kanban* para reposição de materiais, demonstrar a redução de custo obtido pelo sistema no setor de manutenção, além de estabelecer uma comparação entre o sistema *kanban* (puxar) e o sistema tradicional de solicitação de demanda (empurrar).

Dentre as vantagens de escolher o estudo de caso estão o estímulo a novas descobertas ao longo do processo de pesquisa devido a sua flexibilidade de planejamento, a ênfase na multiplicidade das dimensões de um problema e a simplicidade dos procedimentos adotados para coletar e analisar dados. (GIL, 1991).

A análise de dados será de caráter quantitativo: primeiro haverá um processo de seleção, simplificação e focalização nos dados pertinentes aos objetivos de dados, frutos da coleta de dados; segundo, apresentar-se-ão os dados selecionados através de tabelas, frutos da coleta de dados; e terceiro, a conclusão considerando o significado e a validade dos dados.

Por sua vez, na conclusão, refletir-se-á a relação entre os dados adquiridos e a hipótese levantada, de modo a evidenciar os êxitos, as dificuldades encontradas, a relação entre realidade observada e a teoria.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O setor de manutenção

As empresas têm aplicado grandes quantias de seus investimentos em maquinários, treinamentos, ferramentas, recursos e mão de obra qualificada para a implantação e funcionamento do setor de manutenção. Já não resta dúvida de que a manutenção é uma função estratégica dentro das organizações



e, em alguns casos, pode-se observar que ela tem sido um diferencial competitivo, tendo em vista a sua contribuição no valor agregado do produto (KARDEC; NASCIF,2001).

Além disso, é impossível imaginar a obtenção de certificações ISO – indispensável para competitividade no mercado atual – sem um setor de manutenção dedicado que, por sua vez, garante o cumprimento das obrigações legais de Saúde, Segurança (SSMA) e qualidade, através de medidas preventivas que visam mitigar a contaminação do ar, da água e do solo, bem como prover a disponibilidade e confiabilidade dos ativos para operação.

Segundo Nunes (2001) “a competitividade cada vez maior dos equipamentos, com a aceleração da automação, transformou a confiabilidade e a disponibilidade em fatores primordiais para o desempenho operacional, refletidos diretamente nas atividades de manutenção”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), descreve a confiabilidade como a “capacidade de um item desempenhar uma função requerida sob condições especificadas, durante um intervalo de tempo”. Enquanto que a disponibilidade é a

“Capacidade de um item de estar em condições de executar uma dada função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutenibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam adequados”. (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994).

De acordo com Monchy (1989), manutenção é um termo proveniente do vocábulo militar, tendo como significado “manter, nas unidades de combate, o efetivo e o material num nível constante”.

Para Filho (2008), manutenção são “todas as ações técnicas e administrativas que visem preservar o estado de um equipamento ou sistema, ou para recolocar o equipamento ou sistema de retorno a um estado no qual ele possa cumprir a função”.

Tavares (1996) define manutenção como “todas as ações necessárias para que um item (equipamento, obra ou instalação) seja conservado ou restaurado, de modo a poder permanecer de acordo com uma condição especificada”.

Dados esses conceitos, observa-se que a manutenção é um setor que se desdobra para manter os equipamentos e seus sistemas em pleno funcionamento, sempre visando a continuidade do processo produtivo ou sua retomada em tempo hábil, caso o processo pare por alguma falha, defeito ou pane.

Nesse contexto, conforme a Norma Brasileira – NBR-5462 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994), a falha é definida como o “término da capacidade de um item desempenhar a função requerida”. (NBR-5462, 1994). Dessa maneira, o equipamento não funciona ocasionando grandes perdas em sua execução e na qualidade do produto ou serviço prestado.

Já o defeito é “qualquer desvio de uma característica de um item em relação aos seus requisitos” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994). Nesse caso, o equipamento continua a funcionar, mas com o tempo pode piorar o seu desempenho, ocasionando sua indisponibilidade.

Quanto à pane, a mesma norma define como o “estado de um item caracterizado pela incapacidade de desempenhar uma função requerida, excluindo a incapacidade durante a manutenção preventiva ou outras ações planejadas, ou pela falta de recursos externos” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994).

Em súmula, Costa Junior (2008) destaca quatro benefícios do processo de manutenção para uma organização: o aumento da segurança, a melhoria da qualidade do produto, o aumento da confiabilidade e a redução dos custos.

### **2.1.1 Tipos de manutenção**

A manutenção possui três subdivisões principais, todas elas com uma perspectiva diferente de atuação mediante a necessidade ou estratégia da organização. São elas: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva e a Manutenção Preditiva.

Cada uma dessas três subdivisões tem suas vantagens e desvantagens, dependendo do tipo de equipamento/sistema e sua importância no processo produtivo.

#### **2.1.1.1 Manutenção Corretiva**

Segundo a norma NBR-5462, a manutenção corretiva é a manutenção efetuada após a ocorrência de uma falha (ou pane), destinada a recolocar um item em condições de executar uma função requerida (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1994).

A manutenção corretiva gera custos maiores para empresa uma vez que sua execução necessita de mais tempo além de gerar custos mais elevados. Ou seja, para a manutenção corretiva ocorrer, uma falha deve ter acontecido previamente.

Para Viana (1991) esse tipo de manutenção serve para correção de falhas “decorrentes dos desgastes ou deterioração de máquinas ou equipamentos. São os concertos das partes que sofreram a falha, podendo ser: reparos, alinhamentos, balanceamentos, substituição de peças ou substituição do próprio equipamento”.

A manutenção corretiva é o tipo de abordagem que deixa o equipamento/instalações operarem até quebrar, geralmente utilizada para falhas que não tenham consequências catastróficas nem tão frequentes que exigem verificações regulares. (CHAMBERS; JOHNSTON; SLACK, 2009).

Além disso, esta é um tipo de manutenção que possui duas subdivisões: tem-se a Manutenção Corretiva Planejada e a Manutenção Corretiva não Planejada.

#### **2.1.1.1.1 Manutenção Corretiva Planejada**

A Manutenção Corretiva Planejada é definida como o trabalho de manutenção que envolve a reparação ou a substituição de componentes que falharam ou quebraram. Ela deve ser resultado de uma inspeção regular, que identifica a falha a tempo da manutenção corretiva ser planejada e programada e, em seguida, realizada durante uma parada de rotina da planta industrial.

Quando realizada, o equipamento deve ser inspecionado para identificar o motivo da falha e para permitir que uma ação seja tomada a fim de eliminar ou reduzir a frequência de falhas semelhantes no futuro.

Este tipo de manutenção deve ser realizado em todos os itens nos quais as consequências de falha ou desgaste não são significativas.

Sua principal característica é que, apesar de ser uma demanda levantada mediante alguma falha ou desempenho abaixo do esperado, a atividade pode aguardar o devido planejamento de mão de obra, materiais, ferramentas, equipamentos auxiliares e recursos especiais, caso necessário. Essa característica faz com que esse tipo de manutenção seja adotado pela maioria das organizações, considerando que, toda atividade planejada é mais eficaz, gera menor custo e provê melhores condições de segurança para os executantes. (KARDEC; NSACIF, 2001)

#### **2.1.1.1.2 Manutenção Corretiva não Planejada**

Neste tipo de manutenção – que também é conhecida como Manutenção Corretiva Emergencial - as correções das falhas são feitas de maneira aleatória, ou seja, é a correção da falha (ou desempenho menor que o esperado) após a

ocorrência do fato. Esse tipo de manutenção implica em altos custos, pois causa perdas de produção e a extensão dos danos aos equipamentos é maior.

Dentre as vantagens dessa categoria de manutenção destaca-se a não exigência de “equipamentos ou inspeções nas máquinas”, enquanto que uma de suas desvantagens seria que “as máquinas podem quebrar-se durante os horários de produção; as empresas utilizam máquinas de reserva; há necessidade de se trabalhar com estoques”. (SILVA; DA CONCEIÇÃO; FRANÇA, 2014).

### **2.1.1.2 Manutenção Preventiva**

A Manutenção Preventiva é uma ação planejada e sistemática de revisão, controle e monitoramento dos equipamentos. Ela é feita periodicamente, com o objetivo de reduzir ou impedir falhas do maquinário.

Nunes (2001) afirma que a “atividade de manutenção preventiva sistemática é aplicada quando a lei de degradação é conhecida [...] essa lei diz respeito ao conhecimento sobre a evolução do desgaste do equipamento, à medida em que é utilizado”.

Há uma série de vantagens em fazer a manutenção preventiva, dentre elas ressalta-se:

- Resolução de uma ampla série de problemas: com uma revisão periódica programada é possível identificar os defeitos logo de início. Assim, qualquer gargalo pode ser resolvido rapidamente sem prejudicar a capacidade produtiva da empresa;
- Alongamento do tempo de vida da máquina: quando uma máquina está com defeito e começa a operar de forma problemática, esta tende a se desgastar mais. Com a manutenção preventiva, entaves em uma parte do aparelho são facilmente identificados e o óbice é solucionado de maneira ágil, evitando assim, que outras partes do maquinário sejam afetadas. Isso prolonga a durabilidade o equipamento e melhora o seu desempenho operacional, o que é mais sustentável e lucrativo para a corporação;
- Aumento da disponibilidade de tempo para pesquisar e avaliar peças novas: a identificação da necessidade de troca de peças é feita com antecedência e de forma planejada. Isto proporciona um maior tempo para pesquisar melhores preços no mercado.

A manutenção preventiva é um processo que apresenta um retorno positivo, mas que é um pouco trabalhoso. A corporação precisa se organizar para manter um banco de dados sobre as revisões das

máquinas, incluindo as ocorrências em cada equipamento e as alterações que foram feitas.

### **2.1.1.3 Manutenção Preditiva**

A manutenção preditiva é uma das principais técnicas capazes de proporcionar segurança e resultados ao realizar seu planejamento. É uma técnica que tem por objetivo detectar a necessidade de manutenção em máquinas e equipamentos antes de uma possível falha. Ou seja, é um tipo de manutenção que prevê a falha antes da sua ocorrência permitindo assim, que o equipamento seja consertado de forma estrategicamente planejada para não interferir no processo produtivo.

É considerada uma evolução do conceito de manutenção nas indústrias mundiais. Pode-se afirmar isso baseado na sua metodologia que monitora os equipamentos, instalações e sistemas através de instrumentos eletrônicos em sua grande maioria que, por sua vez, permitem prever a necessidade de uma intervenção.

Conforme Filho (2008) a manutenção preditiva é “todo trabalho de acompanhamento e monitoração das condições da máquina, de seus parâmetros operacionais e sua degradação”.

Para Nepomuceno (1989), “a manutenção preditiva ou monitoramento sob condição é a manutenção executada no momento adequado e antes que se processe o rompimento ou falha do componente”.

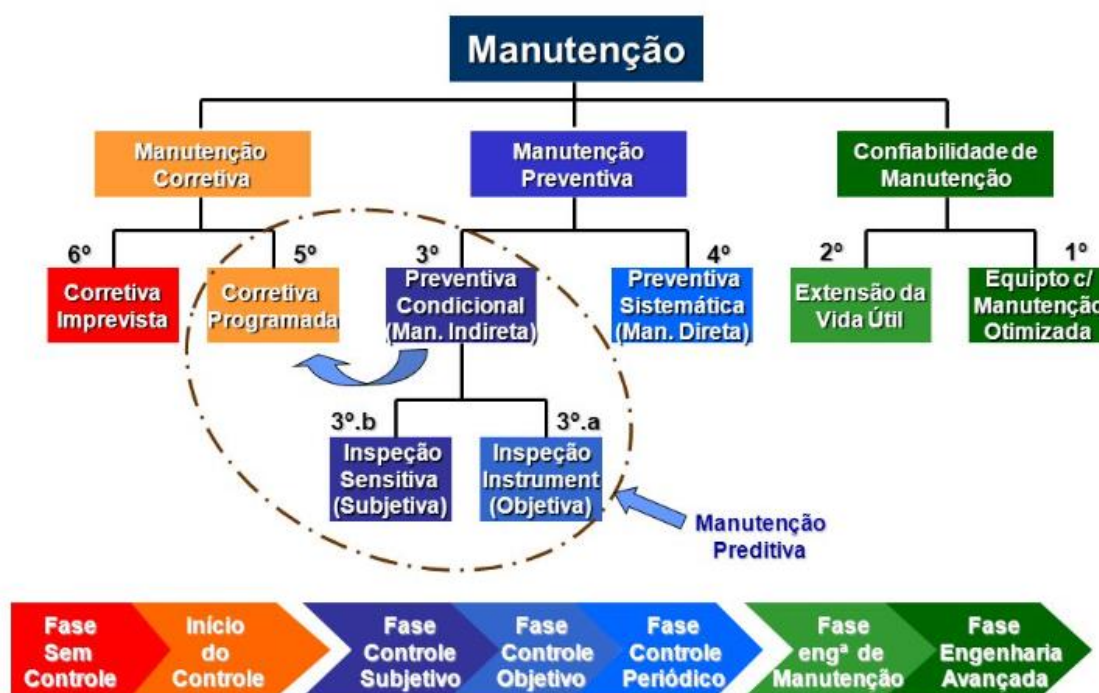
### **2.1.1.4 Comparação entre os métodos**

Ao comparar os três métodos de manutenção, pode-se observar que o que os diferencia é o planejamento. Tanto a preventiva quanto a preditiva permite um tempo maior para avaliar o problema e tomar uma decisão antes de ocorrer eventuais falhas, o que não acontece com o serviço de manutenção corretiva.

Ressalta-se que independentemente do tipo de abordagem utilizada pelas organizações, a manutenção tem como único produto a disponibilidade dos equipamentos com confiabilidade.

Tendo em vista essas três categorias da manutenção, elas podem ser resumidas de acordo com a Figura 1:

Figura 1 – Tipos de manutenção



Fonte: Industria Hoje

Após a compreensão dos tipos de manutenção do sistema produtivo será abordado no próximo capítulo conceitos importantes da manufatura que contribuirão para o esclarecimento da necessidade de padronizar o sistema de manutenção.

### 3 CONCEITOS RELEVANTES DA MANUFATURA

#### 3.1 MAQUINOFATURA

Maquinofatura é a indústria mecanizada, que surgiu com a evolução das manufaturas, com a introdução de motores a vapor para movimentar as máquinas que dependiam da força humana, dos animais, dos ventos ou da água.

O uso da máquina aumentou a velocidade e o volume da produção, o trabalhador passou a produzir uma quantidade muito maior de produtos em tempo bastante menor, se comparado à manufatura, foi o começo da indústria moderna. O trabalhador passou a alimentar a máquina, controlar sua velocidade e zelar por sua manutenção.

Neste trabalho, a maquinofatura está diretamente relacionada as máquinas de pátio da empresa Tavares S.A – sendo a maioria delas

automatizadas, controladas e monitoradas via supervisórios - para produção de minério de ferro. Dentre elas, podem-se destacar os moinhos, as recuperadoras, as empilhadeiras e os espessadores.

### 3.1.1 Moinho

A moagem pelo uso de um moinho de bolas é uma técnica tradicional no processamento de pós, frequentemente utilizada para a redução do tamanho de partículas, ou para a mistura de diferentes materiais. A técnica é amplamente utilizada nos trabalhos industriais e laboratoriais no processamento de fármacos, minérios, fertilizantes, alimentos, metais, tintas, argamassas, materiais refratários, cerâmicas, óxidos, catalisadores, e diversos outros produtos.

Em alguns casos pode-se adicionar ao moinho determinados fluidos que favoreçam o processo de moagem. Esse procedimento é também chamado de moagem por via úmida. A eficiência de ambos os processos depende de vários aspectos, mas normalmente observa-se que a moagem via úmida apresenta produtos de menor granulometria do que aqueles processados por via seca.

**Figura 2 – Moinho de Bolas**



**Fonte: Soluções Industriais**

### 3.1.2 Recuperadora

As recuperadoras são máquinas de grande porte, capazes de fazer a retomada do minério de ferro com capacidade nominal de 8.000 toneladas/hora. Elas possuem um recurso de operação em módulo automático que garante mais

segurança operacional e performance 11% superior quando comparado aos módulos operacionais das demais máquinas.

**Figura 3 - Recuperadora**



**Fonte: Plamont**

### **3.1.3 Empilhadeira**

As empilhadeiras possuem funções básicas. No empilhamento, ela recebe o material a granel a partir de um transportador do pátio e transfere-o para padrões configurados de pilhas de armazenagem. Além disso, ela possui três movimentos básicos. São eles:

- Elevação – Movimento vertical ascendente/descendente da lança acionado por dois cilindros hidráulicos;
- Percurso – Truques de translação (geralmente em múltiplos de 4) movem a máquina sobre trilhos ao longo do pátio das pilhas de material;
- Orientação – Rotação da lança ao redor de seu eixo central para alinhar ou posicionar a pilha de material onde necessário.



**Figura 4 - Empilhadeira**



**Fonte: Plamont**

### **3.1.4 Espessador**

Caracterizados como tanques, os espessadores agrupam sedimentações ao longo do processo de separação sólido líquido, que é conhecido e chamado como espessamento.

Uma das principais aplicações em que são utilizados os diferentes tipos de espessadores é no processo responsável por recuperar água proveniente das polpas repletas de rejeitos. Além disso, também é comum o uso do espessamento como fase preliminar, ou seja, inicial, para operações subsequentes tais como flotação, moagem entre outras. É importante destacar que os espessadores funcionam a partir de um princípio consideravelmente simples, que avalia as diferenças existentes entre as massas específicas à fase sólida e líquida. O produto final dessa etapa é uma matéria muito mais sólida e consistente.

Muito utilizados em meio ao beneficiamento mineral, o espessamento possui finalidades que estão especificadas abaixo:

- Obter polpas mais adequadas e melhor concentradas às etapas que se darão em sequência;
- Possibilitar um descarte mais eficiente e eficaz de rejeitos;
- Recuperar sólidos que são utilizados em etapas e processos hidro metalúrgicos;

- Reutilizar a água gasta em processos industriais internos e com fins assistidos.

De modo geral, os tanques de espessamento são constituídos com uma parte superior cilíndrica com diâmetro maior que a altura; parte inferior representada por cone raso com *apex* voltado para baixo; calha interna ou externa ao tanque; para coleta do overflow; calha da alimentação; passarela para mecanismo de giro; alimentador; mecanismo de giro de braços e pás; sistema de remoção do *underflow*.

Por fim, ressalta-se ainda que existam alguns fatores externos que determinam o grau de eficiência dos diferentes tipos de espessadores. Alguns desses fatores são a viscosidade, a densidade, a temperatura, a forma e também o tamanho das polpas e partículas.

**Figura 5 - Espessador**



**Fonte: Técnico em Mineração**

### **3.1.5 Subestações Elétricas**

As subestações são estruturas que compõem o sistema de proteção, controle, transmissão e distribuição de energia de alta potência da fonte geradora

à consumidora. Além disso, a subestação transforma a tensão, agindo como pontos de entrega para a demanda. Elas geralmente são utilizadas em grandes obras, indústrias, centros comerciais, hospitais, eventos de grandes proporções e até na manutenção de energia elétrica da concessionária local, que evitam prejuízos e em algumas situações salvam vidas, por isso muitas empresas também as providenciam para o fornecimento contínuo de energia.

As subestações na Empresa Tavares S.A são responsáveis por alimentar as áreas de operação, assim como seus prédios, salas e restaurantes. São as subestações as responsáveis por alimentar os circuitos das máquinas de pátio citadas acima.

Uma subestação elétrica é composta por diversos componentes elétrico/eletrônicos como, por exemplo: fusíveis, disjuntores, relés, lâmpadas, chaves seccionadoras e transformadores.

**Figura 6 - Subestação Elétrica**



**Fonte: Alset**

Dessa forma, é de suma importância ressaltar que este trabalho deu ênfase na disponibilidade de materiais elétricos para manutenção, especialmente, das subestações elétricas do complexo baseado na filosofia "*just in time*". No próximo tópico será feito uma abordagem sobre um conceito que irá deixar evidenciado a necessidade de se ter implementado um sistema que possa

facilitar a disponibilidade de materiais para os executantes das ordens de manutenção (OM).

### 3.2 Tecnologia de Grupo (TG)

A Tecnologia de Grupo (TG) é uma filosofia de manufatura na qual peças ou outros objetos (planos de processo, produtos, montagens, ferramentas, etc.) similares são identificados e agrupados para se aproveitar as vantagens de suas similaridades nas diversas atividades da empresa (projeto, manufatura, compras, planejamento e controle da produção, etc.). Segundo HYER & WEMMERLÖV (1984) o aproveitamento dessas similaridades ocorre de três maneiras:

- Executando atividades similares em conjunto, evitando assim perda de tempo com as alterações necessárias para mudar de uma atividade para outra não relacionada (ex.: a fabricação em sequência de duas peças com características similares reduz tempo de *setup* entre as operações);
- Padronizando as atividades similares e relacionadas, focando assim apenas nas diferenças necessárias e impedindo duplicação de esforços (ex.: redução da variedade de parafusos utilizados);
- Armazenando e recuperando informações de forma eficiente, principalmente as relacionadas com problemas repetidos, reduzindo assim o tempo de procura por informações, bem como eliminando a necessidade de resolver novamente um problema já solucionado (ex.: utilizar em um novo produto, componentes de outro já existente);
- Realizando as atividades acima estar-se-á também reduzindo a proliferação desnecessária de novos itens (peças compradas e fabricadas, dispositivos de fixação, ferramentas, etc.).

A Tecnologia de Grupo reúne os objetos com atributos similares em famílias, que são definidas por TATIKONDA & WEMMERLÖV (1992) como uma coleção de objetos que dividem características específicas (de projeto, manufatura, compras, etc.) identificadas para um propósito bem definido. Todos os objetos em uma família requerem métodos similares de tratamento e manuseio, e os ganhos de eficiência são atingidos pelo processamento conjunto dessas peças. O projeto e a manufatura são os principais campos de aplicação da TG.

Segundo TATIKONDA & WEMMERLÖV (1992), três tipos de atividades são necessárias na implementação da TG:

- Determinação dos atributos críticos dos objetos que representarão o critério para esse pertencer ou não a uma família;
- Alocação dos objetos para as famílias estabelecidas;
- Recuperação dos membros da família e as informações relativas;
- Representação da família e suas classes por atributos sob a forma de códigos ou numa base de dados relacional.

Na execução dessas atividades de implementação da Tecnologia de Grupo, os sistemas de classificação surgem como uma poderosa ferramenta de auxílio. Segundo TATIKONDA & WEMMERLÖV (1992), os Sistemas de Classificação podem assistir a Tecnologia de Grupo nas atividades de implementação fornecendo uma estrutura para classificar os objetos em famílias baseada em atributos selecionados para esses objetos.

### **3.3 Sistemas de Classificação e Codificação (SSC)**

Os Sistemas de Codificação e Classificação (SCC) foram desenvolvidos nas últimas décadas, sendo selecionados de acordo com as necessidades de cada empresa, não existindo um sistema universal. Esses sistemas iniciaram com o uso de códigos alfanuméricos, porém com o avanço da tecnologia da informação alguns deles têm representado as características das peças através de atributos em bases de dados relacionais. GROOVER (1987) e HYER & WEMMERLÖV (1984), resumem os principais benefícios de um SCC bem projetado:

- Formação de famílias de peças e células de máquinas (utilização pouco empregada atualmente, uma vez que já existem algoritmos matemáticos específicos e mais eficientes para esse tipo de aplicação; por ex.: algoritmo genético);
- Recuperação efetiva e rápida de desenhos, projetos e planos de processos;
- Racionalização e redução de custos em projetos;
- Padronização do projeto do produto;
- Estatísticas de peças seguras e confiáveis;

- Estimativa acurada dos requisitos das máquinas-ferramenta, carga de máquina racionalizada e gastos otimizados de capital;
- Racionalização de ferramental e redução do tempo de preparação da máquina e do tempo total de produção;
- Racionalização do projeto do ferramental e redução do tempo e do custo do projeto e fabricação do ferramental;
- Padronização de processos e ferramental;
- Racionalização do planejamento e programação da produção;
- Contabilidade de custos e estimativa de custos mais acuradas;
- Melhor utilização das máquinas-ferramenta, dispositivos e mão-de-obra;
- Melhoria da programação do Comando Numérico, e uso efetivo de máquinas e centros de usinagem;
- Estabelecimento de uma base de dados principal.

Na utilização de Sistemas de Classificação, para apoio à implementação da Tecnologia de Grupo, é importante que a estrutura de classificação atenda aos objetivos de aplicação, e sejam flexíveis para suportar futuras alterações no produto ou introdução de novos produtos, novas tecnologias de produto e processo, e integração da base de dados. A habilidade dos sistemas de classificação mais recentes (os quais não utilizam códigos) de armazenar os atributos exatos da peça em base de dados relacional aumenta muito a flexibilidade e a facilidade de uso, mas não reduz a importância de decidir qual dado deve ser capturado.

Com o advento dos sistemas gerenciadores de base de dados relacional, os princípios acima expostos puderam ser adotados, fazendo com que os SCC baseados em códigos de muitos dígitos caíssem em desuso, pois ele era dúbio e a classificação de um produto dependia em demasia da habilidade da pessoa que o codificou. Além disso esses códigos não permitiam uma evolução dos critérios adotados para o significado de um dígito. Se um dígito, por exemplo, representasse uma faixa de valor de uma dimensão, essa faixa deveria ser sempre significativa para empresa. O código não serviria, se houvesse uma necessidade de se identificar produtos com diferentes valores de dimensão dentro daquela faixa. Isso é eliminado com o uso de base de dados, pois o valor exato de cada produto é armazenado e a busca pode ser mais precisa.

A partir dos conceitos de Tecnologia de Grupo e Sistemas de Classificação e Codificação viu-se a factibilidade de criar um sistema composto

por peças (no caso desde trabalho, materiais elétrico/eletrônicos) devidamente caracterizadas, identificadas por códigos específicos e agrupadas que pudesse trazer eficiência e praticabilidade para o setor de manutenção da empresa Tavares S.A. Com isso, neste próximo capítulo, serão retratadas as características e tipos de Sistema *Kanban*.

## 4 O SISTEMA *KANBAN*

Esse sistema baseia-se na comunicação visual, tendo como objetivo “assinalar a necessidade de mais material e assegurar que tais peças sejam produzidas e entregues a tempo de garantir a fabricação ou montagem subsequentes “. (MARTINS; LAUGENI, 2006).

O *kanban* pode ser considerado uma maneira de operacionalizar a filosofia *just in time* de produção no que diz respeito a reposição de materiais e circulação de peças de uma forma puxada, isto é, “um produto é fabricado ou um item é retirado somente quando um cartão *kanban* assim o determinar”. (WERKEMA, 2006).

O termo *kanban* pode ser traduzido literalmente como “cartão” ou “registro visível”. Esses cartões são utilizados para controlar a movimentação ou produção de um determinado material sempre que ele for levado de uma etapa do processo para outra.

A definição geral de *kanban* conforme Moura é:

“Um método que reduz o tempo de espera, diminuindo o estoque, melhorando a produtividade e interligando todas as operações em um fluxo uniforme ininterrupto. O principal objetivo: conversão de matéria prima em produtos acabados, com tempos de espera iguais aos tempos de processamento, eliminando todo o tempo em fila do material e todo o estoque ocioso”. (MOURA, 2007).

Essa ideia de fluxo ininterrupto que interliga todas as operações é melhor compreendida através da explicação do sistema de “puxar” o material ou produto da etapa anterior, ao invés de “empurrar” o material ou produto para etapa posterior, e para isso se faz necessário uma breve explicação da filosofia *Just in Time* (JIT) de produção.

### 4.1 *Just in time* (JIT)

O JIT é considerado tanto uma filosofia quanto um método “enxuto” para elaborar, planejar e controlar as operações de uma organização, sempre se movendo em direção à eliminação do desperdício, assim, atingindo uma

operação mais rápida, confiável, de baixo custo e com altíssima qualidade em seus produtos e serviços. (CHAMBERS; JOHNSTON; SLACK, 2009).

Ao tratar de controle de materiais, a filosofia *just in time* tem por objetivo a eliminação de estoque desnecessário, visando disponibilizar a quantidade certa de materiais, no local certo e no momento que eles forem necessários. (GHINATO, 1995).

Nos tradicionais sistemas de produção como, por exemplo, o denominado de “sistema de empurrar” (*push* ou *just in case*), as quantidades de materiais que serão utilizadas em cada processo são previstas se baseando em dados passados e/ou estimativas futuras. Nesses sistemas, os materiais adquiridos, quando chegam, são passados para as próximas etapas de manufatura, independente se serão utilizados ou não naquele momento e naquela quantidade. A ideia é que o produto deve estar à disposição do cliente. (FLORES, 2013).

Essa é a principal diferença do sistema JIT para os demais, uma vez que não existe nenhuma demanda que não venha da etapa posterior diferentemente dos sistemas tradicionais que por sua vez, estipulam sua demanda em um setor de planejamento, muitas vezes distantes da realidade do chão de fábrica. A produção JIT faz de acordo com a demanda do cliente, no instante em que a necessidade é manifesta e na quantidade suficiente. Assim, o cliente da próxima etapa é que retira o material necessário da etapa anterior, desta forma, somente o material que foi retirado será fabricado ou comprado junto a algum fornecedor. Esse sistema no qual as demandas de novas aquisições ou fabricações vêm mediante uma real utilização dentro do processo produtivo é denominado “sistema de puxar”.

Para que o sistema de puxar os materiais da etapa anterior funcione, é necessário que as demandas de produção sejam entregues na última etapa do processo produtivo. Desse modo, os materiais necessários serão buscados nas etapas anteriores. (MONDEN, 2015).

Nesse âmbito, as vantagens da fabricação em lotes pequenos “são a redução do nível médio de estoque em relação a lotes grandes e o aumento da flexibilidade da fábrica, que assim pode diversificar mais a sua produção”. (SIQUEIRA, 2009).

Outra peça importante nessa produção enxuta é a relação mantida entre fornecedor e empresa, a qual precisa entregar em tempo acordado o produto solicitado pelo cliente. Os fornecedores precisam entregar em tempo hábil os suprimentos solicitados pela empresa. Nesse sentido, “os suprimentos devem ser enviados frequentemente, apresentar tempos de espera curtos, chegar pontualmente e ser de alta qualidade”. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009).

Com isso, é exigida uma grande sinergia entre todos os setores da organização para implantação do JIT, sabendo que desde o chão de fábrica até



a alta direção são corresponsáveis pela eficácia do sistema. (MARTINS; LAUGENI, 2006).

Para que o sistema funcione é preciso que a demanda de materiais venha da etapa posterior para a etapa anterior, pois somente assim, as quantidades solicitadas serão realmente as necessárias para a execução das atividades.

## 4.2 Tipos de *Kanban*

Baseando-se em Moura (2007), o sistema JIT de produção utiliza dois cartões *kanban*: o *kanban* de movimentação e o *kanban* de produção. Independente do cartão utilizado, ele sempre será acompanhado de uma caixa com uma determinada quantidade de peças. O ideal é que ela seja fabricada na dimensão exata da quantidade de peças que ele irá armazenar.

Nesse sentido, Werkema (2006) defende que no cartão *kanban* devem estar contidas as seguintes informações: “o que, quanto, quando e como produzir; como transportar o que foi produzido, onde armazenar o que foi transportado”.

De acordo com Monden, um *kanban* é um cartão geralmente inserido num envelope retangular de vinil, sendo os dois principais cartões utilizados o *kanban* de retirada e o *kanban* de produção. O de retirada “especifica o tipo e a quantidade de produto que o processo subsequente deve retirar do processo precedente, enquanto o *kanban* de produção especifica o tipo e a quantidade de produto que o processo subsequente deve produzir”.

### 4.2.1 *Kanbans* de retirada e de produção

Através do cartão de retirada, o operador vai ao armazém, no estoque mínimo, para requisitar a quantidade de material necessária do processo pendente. Já o cartão de produção acompanha o contenedor vazio até o setor onde serão produzidas as novas peças. Após a produção ou aquisição essas novas peças vão para os contenedores vazios. Assim, esse cartão serve como etiqueta de identificação (qual o produto) e de instrução de tarefa (o que fazer em quanto tempo em que quantidade). Segue os exemplos das figuras 7 e 8 para exemplificação:

Figura 7 – *Kanban de Retirada*

NÚMERO DA PRATELEIRA	<b>11 A</b>	PROCESSO
NÚMERO DO ITEM	<b>105-100-A-</b>	<b>Usinagem</b>
NOME DO ITEM	<b>Flange traseira usinada</b>	<b>t - 15</b>
TIPO DO PRODUTO	<b>100-A-32</b>	

Fonte: Geocities

Figura 8 – *Kanban de Produção*

prateleira número	<b>15 C 21</b>		processo						
número do item	<b>104-100-23</b>		<b>usinagem</b>						
nome do item	<b>Subconjunto do cilindro</b>		<b>B - 8</b>						
tipo do cilindro	<b>100-23</b>		processo						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>capacidade da</th> <th>tipo da</th> <th>número emissã</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>15</b></td> <td><b>B</b></td> <td><b>2/6</b></td> </tr> </tbody> </table>			capacidade da	tipo da	número emissã	<b>15</b>	<b>B</b>	<b>2/6</b>	<b>montagem</b>
capacidade da	tipo da	número emissã							
<b>15</b>	<b>B</b>	<b>2/6</b>							
			<b>M - 5</b>						

Fonte: Geocities

#### 4.2.2 *Kanban de Movimentação*

Também denominado “cartão de requisição interna”, este cartão pode ser compreendido com uma identificação ou autorização de transferência de um lote mínimo de peças de um setor “fornecedor” para um setor “cliente”. Em síntese, serve como etiqueta de identificação do produto e de onde o item deve ser transportado. (SHINGO, 1996). Na figura 9 é possível ver como é este tipo de cartão.

É necessário ressaltar que para o *kanban* de movimentação o setor fornecedor é o armazém de peças.

Figura 9 – *Kanban* de Movimentação

PEÇA Nº 33311-3501 CAPACIDADE DO CONTENEDOR = 50 unidades Nº DO KANBAN 1/5	PROCESSO POSTERIOR K123 LOCAÇÃO NO ESTOQUE: A-12
	LOCAÇÃO NO ESTOQUE: B-12 PROCESSO ANTERIOR: Y321



Fonte: Moura, 2007

#### 4.2.3 *Kanban* de Fornecedor

Também chamado de “cartão de requisição externa”, esse cartão funciona de forma semelhante ao de movimentação. Todavia, nesse caso acontece a compra convencional de determinado material. A empresa autoriza o operador solicitar junto a um fornecedor externo a entrega do lote detalhado no cartão.

O *kanban* de fornecedor “contém instruções determinando que o responsável pelo fornecimento faça a entrega das peças”. (MONDEN, 2015). Observa-se que nesse cartão são detalhados os horários e data de entrega, o nome e código do lote requisitado, código de barras, entre outros dados.

Figura 10 - *Kanban* de Fornecedor

Nome e código do fornecedor <input type="text"/>	Centro de trabalho para entrega <input type="text"/>	Local estocagem <input type="text"/>	
Horários de entregas <input type="text"/>	Código do item <input type="text"/>		
	Nome do item <input type="text"/>		
Ciclo de entregas <input type="text"/>	Tamanho do lote <input type="text"/>	No. de emissão <input type="text"/>	Tipo de contenedor <input type="text"/>
	 		

Fonte: Dalvio Ferrari Tubino, 1999

#### 4.2.4 Kanban Expresso

Para Moura (2007), esse método opera “como ordem de processamento de primeira prioridade. Eles são distribuídos quando problemas na linha causam a falta de itens, que cria um sério obstáculo à produção”. Esta situação acontece quando o fluxo dos *kanbans* de produção e retirada não funcionam conforme previsto. NA figura 11 está um exemplo de *kanban* expresso

**Figura 11 – Kanban Expresso**

De Para  Planta Nº 3	Kanban de Retirada		
	Armazém	3D315	Nº do Item Anterior A2-214
	Nº do Item	55780E04	
	Nome do Item	Eixo Cardã	
	Tipo	PX406BC-110	Capacidade da Caixa 15

**Fonte: Moura, 2007**

#### 4.2.5 Kanban de Emergência

Esse cartão é de caráter temporário e é utilizado nas seguintes situações: reposição de unidades defeituosas e havendo problemas nas máquinas, inserção extra ou operação de emergência no fim de semana. Ele tem o formato do *kanban* de retirada ou de produção e retido depois de utilizado. (MONDEN, 2015).

#### 4.2.6 Kanban Contenedor

Este *kanban* é “designado para um item particular e seu retorno para o centro de produção e consumo determina a sequência e o programa de

reposição”. O aperfeiçoamento desse método engloba a inclusão e identificação de máquinas de produção e consumo no contenedor. (MOURA, 2007)

Segundo Moura (2007), o método de organização de materiais através da codificação dos contenedores por cores pode ser utilizado na designação de material usado em uma área. E que em certas empresas, contenedores vazios codificados por meio de cores “podem sinalizar não apenas a reposição do item como também a quantidade a ser produzida”.

#### 4.2.7 Kanban de Sinalização

Neste tipo de *kanban*, o cartão de sinalização indica a quantidade de lote de um produto a ser fabricado pelo processo precedente quando a quantidade mínima desse produto for alcançada. (WERKEMA, 2006).

Por outro lado, tanto Monden (2015) quanto Moura (2007) destacam dois tipos de *kanbans* de sinalização fixados em um contenedor: *kanban* triangular que sinaliza o ponto de pedido e a quantidade fixa da encomenda para o processo de produção de um produto e *kanban* retangular ou de requisição de material que sinaliza que o processo anterior deve produzir a quantidade da demanda detalhada no cartão.

#### 4.3 A aplicabilidade do sistema *kanban*

Como descrito anteriormente, o sistema JIT é operacionalizado através do controle *kanban* que, por sua vez, serve como autorização para movimentação e produção de mais peças sempre que necessário.

Essa autorização tem como objetivo “puxar” a demanda de materiais da etapa anterior. Por ter esta característica específica, Moura cita algumas funções especiais para o *kanban*:

“aciona o processo de fabricação apenas quando necessário; não permite a produção para estoque com previsões futuras; paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados; permite o controle visual do andamento do processo; é acionado pelo próprio operador; uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço; uma ferramenta para evitar o excesso ou falta de produção/entrega de peças; uma ferramenta para controlar o inventário; uma ferramenta para descobrir e amplificar as fraquezas do processo; produção de peças com base em lotes pequenos; entrega de peças de acordo com o consumo; identificação de peças”. (MOURA, 2007).

Apesar das mais variadas formas de utilização do *kanban*, uma característica é unânime: o sistema *kanban* não funcionará se todos os envolvidos no processo não estiverem comprometidos em seguir as regras. (OHNO, 1997).

Moden (2015) propõe cinco regras para alcançar o objetivo do JIT do *kanban*:

#### 1ª Regra

A retirada dos produtos do processo anterior pelo posterior deve ser na quantidade necessária e no tempo necessário. Dentro dessa regra, contém as seguintes subregras: “todas as retiradas sem um cartão *kanban* devem ser proibidas; qualquer retirada que seja superior ao número do *kanban* deve ser proibida; um cartão *kanban* sempre deve estar afixado ao produto”.

#### 2ª Regra

O processo precedente produzirá os produtos nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente. Subregras: “uma produção superior ao número de cartões de *kanban* deve ser proibida; quando vários tipos de peças estão para ser produzidas no processo precedente, a sua produção deve seguir a sequência original na qual cada tipo de *kanban* foi entregue”.

#### 3ª Regra

Os produtos que apresentam defeitos não podem em hipótese alguma ser enviados para o processo seguinte. “Se alguns itens defeituosos fossem descobertos pelo processo subsequente, então ele mesmo faria a linha parar, já que ele não conta com unidades extras de estoque, e os itens defeituosos seriam mandados de volta para o processo precedente”.

#### 4ª Regra

Os *kanbans* devem ser minimizados. O objetivo é manter uma quantidade mínima de estoque, à procura da redução do tempo de atravessamento (*lead time*).

#### 5ª Regra

Os cartões *kanban* devem ser utilizados para adaptações de pequenas flutuações na demanda. No sistema tradicional de controle, por exemplo, não se encontra uma rápida solução para enfrentar e resolver essas variabilidades e adaptar a mudanças repentinas.

Ainda, os autores Peinado e Graeml (2007) alertam que o *Kanban* exige atributos indispensáveis para o seu perfeito funcionamento: limpeza, organização e identificação. Os contentores devem ser identificados e conservados em local definido, além de ser manuseados apropriadamente. O *Kanban* demanda disciplina e organização física adequada do volume estocado. Dessa forma, empresas que possuem a cultura nos moldes 5s terão sucesso na implantação deste sistema.

Ressalta-se que o fluxo de operações através dos cartões pode,

“à primeira vista, parecer complicado. Entretanto, na prática, seu uso fornece um método transparente e simples de solicitar material, somente quando necessário e limitar a quantidade de estoque que poderia acumular-se entre estágios” (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2008).

Dentre os vários modelos existentes de *kanban*, no Capítulo 5 será apresentado um Estudo de Caso, com algumas melhorias e implementação de um aplicativo para otimização do processo.

## 5 ESTUDO DE CASO

### 5.1 O *kanban* e o setor de manutenção

Inicialmente o *kanban* foi desenvolvido para utilização no setor produtivo da *Toyota* com a finalidade de controlar a demanda de movimentação e produção de materiais. Todavia, nos dias de hoje, o *kanban* é utilizado nos mais diversos setores sendo o setor da manutenção um dos principais.

O grande diferencial entre o processo de manutenção e o processo de produção é que, um existe em função do outro, ou seja, sem produção não existe manutenção.

Todas as literaturas até então escritas sobre o sistema *kanban* estabelecem uma lógica para implementação e controle do *kanban* em sistemas produtivos que utilizam linha de produção adaptável ao leiaute celular, em sua maioria, mas ainda não foi escrito nenhuma literatura que trate a aplicação do *kanban* para o ressuprimento do setor de manutenção. (CALDEIRA,2017).

Enquanto a produção utiliza matéria prima, insumos, mão de obra e equipamentos para manufaturar um produto, a manutenção utiliza materiais consumíveis, peças de reposição, componentes, ferramentas e equipamentos de apoio para manter o processo produtivo em pleno funcionamento. (CALDEIRA,2017).

Nessa perspectiva, os materiais necessários para as atividades de manutenção devem estar disponíveis sempre que necessário, pois, o atraso ou a não efetividade da manutenção impactará diretamente no processo produtivo e na qualidade do produto. (CALDEIRA,2017).

Ao saber do risco de parada de produção e impacto na qualidade do produto, o setor de manutenção trabalha para que os recursos e materiais necessários estejam disponíveis para a realização das atividades, mas por via de regra, compra-se material em excesso temendo a sua falta quando

necessário e, pela grande variedade de peças e componentes aplicados nos mais diversos equipamentos e ativos das indústrias, muitos materiais necessários a determinadas atividades não são encontrados (falta de sobressalentes) no momento em que são demandados. (CALDEIRA,2017).

Esta situação causa, no mínimo, dois problemas para o setor de manutenção: o excesso de materiais sem um horizonte de aplicação e a falta de materiais necessários para o processo em caráter imediato. (CALDEIRA,2017).

Já conhecendo a necessidade de um sistema físico para controle de demanda e ressurgimento dos materiais consumíveis, o PCM da Empresa Tavares S.A decidiu implementar o *kanban* para gerenciamento desta demanda. Todavia, antes de descrever a implementação e funcionamento deste sistema, é necessário compreender como o setor funcionava antes.

## 5.2 O funcionamento do PCM antes do sistema *kanban*

Na empresa estudada, o PCM eletroeletrônico adquiria materiais para suas atividades através de uma demanda previamente levantada pelos inspetores de manutenção. Estes inspetores são responsáveis por verificar os equipamentos frequentemente, analisando seu histórico de manutenção e funcionamento. A partir dessa inspeção, serão determinados quais equipamentos devem ser mantidos. Após essa análise, quando houver necessidade de intervenção no equipamento, o inspetor planeja todos os recursos necessários para esta atividade através da criação de uma OM (ordem de manutenção) no *software* SAP. Dentre esses recursos estão os materiais consumíveis e as peças de reposição.

A ordem de manutenção tem algumas características implícitas que restringem a necessidades específicas de um local de instalação ou equipamento. Para melhor compreensão, abaixo segue uma breve definição de ambos:

- Local de instalação: É uma denominação para os ativos de uma organização dentro do módulo PM (gestão de manutenção) do *software* SAP. Pode ser um equipamento móvel, uma correia transportadora ou um prédio pertencente a uma usina de processamento de material, como o prédio do processo de moagem, por exemplo;
- Equipamento: São os “sub ativos” pertencentes aos locais de instalação. São eles que são mantidos. Têm-se como exemplos os motores elétricos, redutores e inversores de frequência que são equipamentos pertencentes a uma correia transportadora, que é um local de instalação dentro do *software*.



Sendo assim, toda OM é criada especificamente para um determinado local de instalação ou equipamento.

Durante o processo de planejamento de materiais e recursos necessários para execução, a OM fica com o *status* sistêmico AGPL (aguardando planejamento) e, logo após a finalização do planejamento o inspetor altera o *status* da ordem para AGAP (aguardando aprovação). A partir desse momento, a OM fica sob a responsabilidade do provedor que é o profissional responsável pela aquisição de materiais para o setor de manutenção. De acordo com o valor de materiais planejados na ordem ela pode ser aprovada pelo provedor ou a sua aprovação será encaminhada para o seu superior, conforme alçada de aprovação estabelecido dentro do *software*.

As aquisições destes materiais se dão de duas maneiras: aquisição externa via RC (requisição de compra) ou reservas internas, via armazém. Para as RC's, o processo pode seguir o processo pode seguir via contrato previamente negociado entre fornecedor e a organização ou via cotação de mercado. Quando se necessita de uma cotação, todo o processo é realizado pelo setor de suprimentos da organização, fora da alçada do setor de planejamento de manutenção.

No caso das reservas, os materiais ficam em posse do armazém até a solicitação da área executante. Todos os materiais estocáveis são controlados pela gerência de armazéns da organização.

Após a aquisição, recebimento e conferência destes materiais, o provedor disponibiliza-os para manutenção. Nessa etapa, o provedor altera o *status* da OM de AGMT (aguardando material) para o *status* AGPR (aguardando programação).

Semanalmente acontece a reunião de programação onde são definidas quais OM's serão executadas na próxima semana, tendo em vista a carteira de ordens com o *status* AGPR e a criticidade dos equipamentos para o processo produtivo. Profissionais do setor de planejamento de manutenção, execução de manutenção e operação participam desta reunião.

Essa programação é semanal, com isso, toda demanda de mão de obra, recursos e materiais necessários são programados através do SAP na semana vigente para serem utilizados na semana seguinte. Após o lançamento das OM's no sistema, a programação semanal fica disponível para conhecimento e consulta da equipe de execução em um quadro de avisos.

Diariamente as OM's impressas são distribuídas para os executantes. Dentre várias informações, essa ordem informa todos os materiais necessários para realização da atividade.

Já com essas informações em mãos, os executantes se deslocavam até o local onde os materiais adquiridos para execução das OM's estavam armazenados, contudo, constantemente o material necessário não estava

devidamente identificado ou até mesmo já havia sido utilizado em outra atividade antes da parada programada do equipamento.

Além dessa demanda planejada, existem outras necessidades de materiais consumíveis e peças de reposição na qual o inspetor não tem participação direta. Essa demanda é oriunda da manutenção corretiva emergencial que, por natureza, não permite a etapa de planejamento uma vez que a falha deve ser corrigida imediatamente.

Até então, pode-se observar que de todos os tipos de manutenção, dois sempre requerem materiais para suas execuções: a manutenção corretiva programada e a manutenção corretiva emergencial. No entanto, devido a falta de um sistema físico de controle para os materiais utilizados rotineiramente, O PCM eletroeletrônico ora adquiria mais materiais do que o necessário, ora sofria com a falta de materiais para execução das manutenções corretivas emergenciais.

Essa situação é oriunda do modelo de planejamento, aquisição e controle de materiais escolhido pela empresa. Conforme Moura (2007), a maioria das organizações adotam um sistema de empurrar os materiais para a etapa posterior, baseado em previsões de produção ou dados históricos.

### **5.3 Análise do processo antes da instalação do sistema *kanban***

Observando a logística do PCM descrita acima, pode-se constatar que a demanda de aquisição de materiais para execução das manutenções segue uma previsibilidade adequada aos atuais padrões da manutenção corretiva planejada que é o tipo mais indicado pelos autores citados para tratativa de demandas oriundas de inspeção.

Entretanto, a empresa analisada utiliza o Planejamento das Necessidades de Materiais - MRP (*material requirement planning* ou planejamento das necessidades de materiais) para controle de materiais é considerada um modelo de “empurrar” a demanda para a próxima etapa do processo, haja vista que, toda aquisição é levantada pela área de planejamento, seja de produção (pelas equipes de mina e usina) ou seja de manutenção (no caso deste trabalho). Com isso, todo material adquirido para equipe de manutenção vem de uma demanda previamente estabelecida pelos inspetores. O sistema de empurrar torna difícil a adaptação de demanda mediante as frequentes mudanças de cenários nas organizações. No setor de manutenção, especificamente, pode-se considerar os seguintes gargalos: quebras repentinas (manutenção corretiva emergencial); alteração de programação de programação de manutenção devido à mudança de estratégias de produção; demanda flutuante de materiais consumíveis; demanda imprevisível de peças de reposição (este tipo de demanda só é realmente conhecido após a intervenção no equipamento, seja por análise, testes ou verificação interna que exige a parada do equipamento).

Estabelecido esse sistema, a demanda sempre virá do setor de planejamento, mesmo que este não tenha todas as informações necessárias para determinar corretamente a demanda de materiais necessários em todas as ocasiões.

Após a constatação da reincidência dos contratempos acima citados, o setor de PCM eletroeletrônico decidiu utilizar o *kanban* como sistema físico para solicitação de demanda e controle de fluxo de material em processo.

#### **5.4 A implementação do sistema *kanban* no PCM eletroeletrônico**

Todo o processo se iniciou com um levantamento do histórico, através do *software* SAP, do consumo de peças de reposição e materiais consumíveis utilizados pela equipe de execução eletroeletrônico no último ano. Após essa verificação sistêmica, foi realizada uma reunião com os inspetores de manutenção do PCM eletroeletrônico para inclusão, exclusão e validação dos dados retirados do *software*. Outra verificação foi solicitada aos executantes de manutenção que trabalham em regime de turno, tendo em vista a necessidade de interação entre as equipes de manutenção e a confirmação da real necessidade de materiais das equipes de turno, sabendo que eles são os responsáveis pela maioria das manutenções corretivas emergenciais realizadas na usina e fora do horário administrativo. Com isso, foi feita uma lista composta por diversos materiais eletroeletrônicos de alto giro para serem inclusos nesse sistema de gestão de estoque.

Logo após a consolidação desta lista, foi realizada outra reunião com os inspetores e o supervisor responsável pela equipe de execução eletroeletrônico para definição dos valores de estoque mínimo e máximo, considerando que, o sistema *kanban* adotado pela equipe foi o de “duas gavetas” – sistema que trabalha com apenas com um cartão (foi adaptado para 2 cartões por tipo de material) e solicita a reposição ao processo precedente quando um material chega a um nível predeterminado de ressuprimento.

Tendo a lista em mãos, o PCM passou toda a demanda para o planejamento de estoque do armazém local realizar a sua adequação, pois, conforme demonstrado no início deste trabalho, o material não é produzido pela empresa, mas, adquirido junto ao fornecedor e disponibilizado no armazém.

Conhecido o número e a quantidade de cada item, foi calculado a quantidade de prateleiras porta contenedores e cartões *kanban* necessários para o armazenamento e identificação de todos os itens. Segue um exemplo na Figura 12:

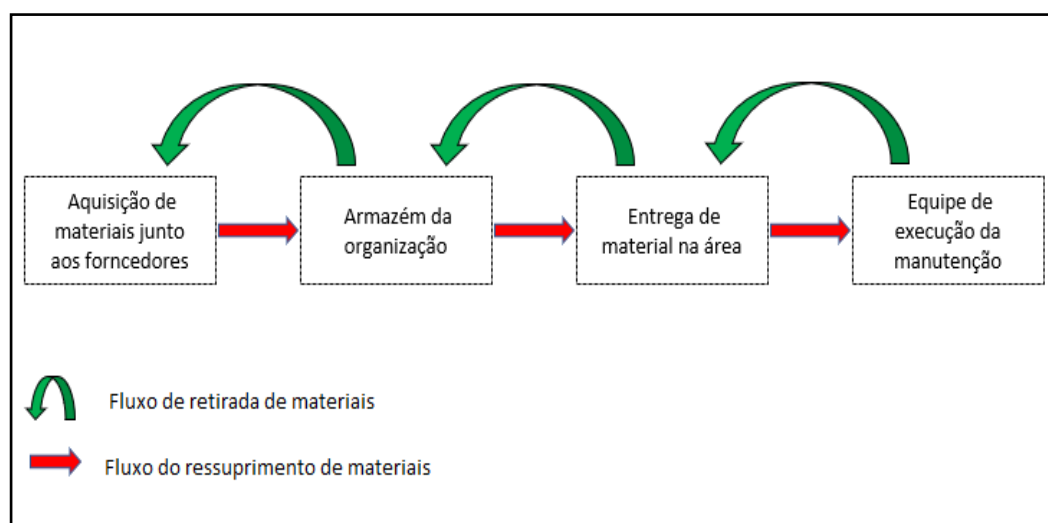
**Figura 12 – Prateleiras e etiquetas**



Fonte: Foto do autor

Assim, o fluxo de reposição de materiais no *kanban* pode ser descrito da seguinte maneira:

**Figura 13 – Fluxo de reposição dos materiais**



Fonte: Elaborado pelo autor

Pode-se verificar que a programação das atividades é entregue para a equipe de execução que fica responsável por ir até o container e retirar a quantidade de materiais necessários para realização da atividade (OM). Desta forma, o processo segue buscando material até a aquisição junto ao fornecedor externo.

Após isto, os cartões *kanban* são movimentados assim que o material do contenedor vermelho – corresponde a quantidade mínima de material – e contenedor verde – corresponde a quantidade máxima de material – são esvaziados. Existem três caixinhas coloridas dentro do container: uma verde e uma vermelha identificadas com o texto “A REQUISITAR” e uma preta identificada com o texto “REQUISITADO”. Se o material do contenedor vermelho se exaurir, o executante deve mover o cartão *kanban* vermelho até a caixinha vermelha e o mesmo acontece com o contenedor verde. Segue, na figura 14, um exemplo dos contenedores identificados:

**Figura 14 – Contenedores do *kanban***



**Fonte: Foto do autor**

Como dito anteriormente, se o material do contenedor esvaziar, deve-se pegar o cartão *kanban* e alocá-lo em sua respectiva caixinha que está fixada em uma das paredes do container. Para melhor entendimento tem-se as seguintes ilustrações como nas figuras 15 e 16:

**Figura 15 – Contenedor verde vazio**



**Fonte: Foto do autor**

**Figura 16 - Caixinhas para alocação dos cartões**



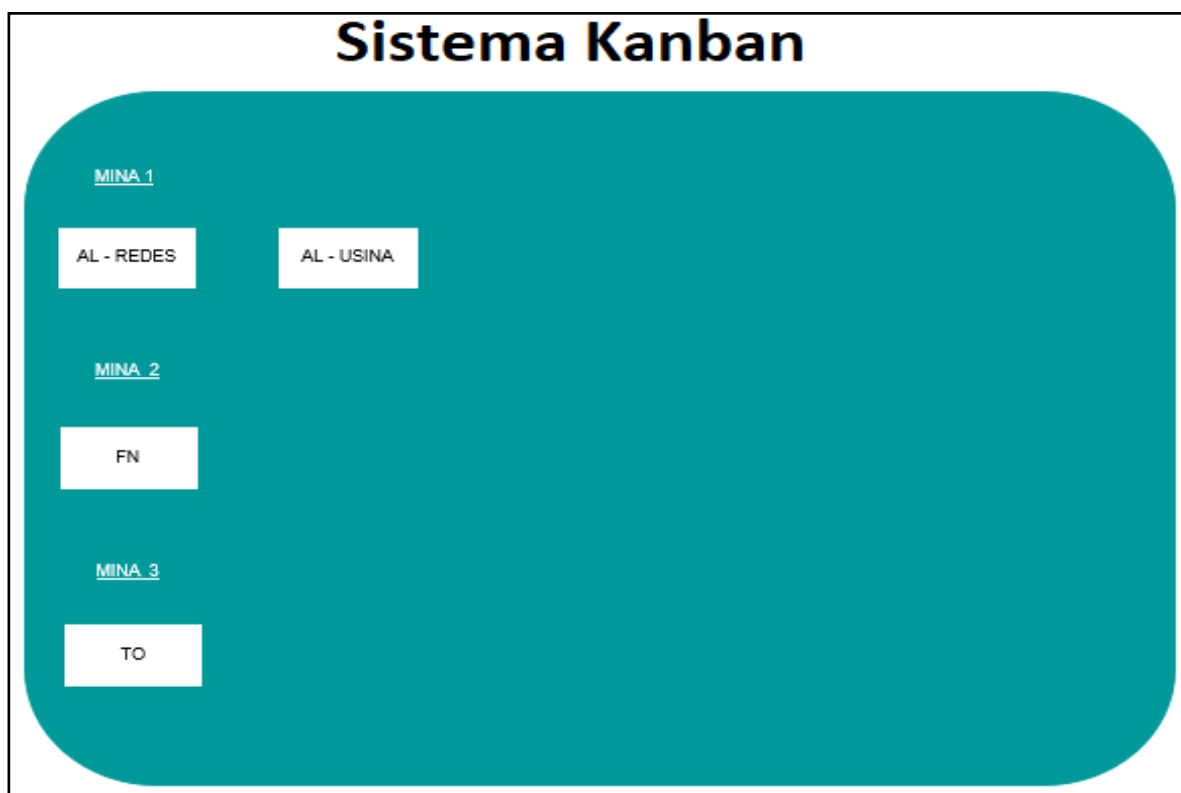
**Fonte: Foto do autor**

Percebe-se a partir das figuras 14,15 e 16 que o material do contenedor de máximo (verde) se esvaziou. A partir daí, foi necessário pegar o respectivo cartão verde e movê-lo até a caixinha verde fixa no container.

O responsável por executar o próximo passo fica a cargo do Aproveitador do PCM eletroeletrônico. Ele vai até o container, recolhe todos os cartões presentes nas caixinhas tarjadas de “A REQUISITAR” e retorna ao seu posto de trabalho. Em seguida, ele deverá entrar no sistema SAP e requisitar todos os materiais através dos códigos presentes em cada cartão *kanban*.

A fim de facilitar a análise de códigos foi criada uma interface a partir do Excel. Nela é possível selecionar em qual posto de trabalho da empresa o Aproveitador está e com isso, buscar o código SAP sem precisar ficar consultando cartão por cartão. Segue o exemplo ilustrativo:

Figura 17 - Interface Kanban



Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 18 - Lista com descrição e códigos SAP dos materiais**

ITEM	DESCRIÇÃO	CÓDIGO SAP	MIN	MAX	LOCALIZAÇÃO
					Prateleiras
1	ABRACADEIRA CAB ELET LARG. 4,6MM; COMP. 390MM	X1	200	400	A5
2	ABRACADEIRA CAB ELET LARG. 4,9MM ; COMP. 203MM	X2	200	400	A4
3	ABRACADEIRA CAB ELET LARG. 2,5MM ; COMP. 100MM	X3	100	200	A3
4	E;5598 CLASSE: PESADO / BSP 6144 FORNASE	X4	5	10	
5	ELETRODUTO RIGIDO 1POL/BSP	X5	3	6	
6	FECHO LINGUETA; MATERIAL CONSTRUCAO: ZAMAC;	X6	3	6	
7	FITA DE ALTA FUSÃO 3M	X7	4	8	A2
8	FITA ISOLANTE 3M	X8	8	16	A1
9	LIXA;FORMATO FOLHA;TI;C07615 CARBORUNDUM	X9	1	2	
10	CHAVE DE NÍVEL POR INCLINAÇÃO	X10	1	2	B1
11	SENSOR INDUTIVO NF	X11	5	10	A6
12	SIRENE ELETRÔNICA	X12	1	2	B2

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Entrando na interface do sistema *kanban*, o operador poderá escolher o posto de trabalho em que ele estiver alocado e assim, consultar toda a lista de materiais disponíveis naquele respectivo posto. Ele terá acesso ao código do material, as quantidades que devem ser requisitadas e a localização do material no container.

Como foi visto, a Empresa Tavares S.A faz o uso de um sistema ERP citado anteriormente que é o SAP. Esta ferramenta é responsável por interligar e gerenciar todas as informações (dados) de todas as áreas da mineradora proporcionando não somente eficiência na redução de custos operacionais como também flexibilidade da produção, melhores serviços e velocidade de entrega, sendo este último o foco deste respectivo trabalho.

A seguir, será conceituado o CIM para melhor entendimento dos benefícios trazidos pela ferramenta de gestão da empresa.

## 5.5 Manufatura Integrada por Computador (CIM)

Segundo Harrington (1973) apud Cottyn et al. (2008) o conceito de Manufatura Integrada por Computador CIM (*Computer Integrated Manufacturing*) surgiu em 1973 como sendo a direção lógica de desenvolvimento das empresas industriais, onde a otimização não passaria por aumentar a eficiência da empresa em setores isolados, mas necessariamente no todo, de forma interdependente, guiada pela informação. A idéia intrínseca de CIM é a de que o obstáculo principal para as empresas alcançarem um nível mais eficiente de funcionamento é centrado na falta de integração entre os seus departamentos, atividades e sistemas.



O CIM envolve não só os aspectos relacionados com as atividades de produção, mas também as questões de *marketing*, vendas, gestão de estoques, finanças e pessoal. De acordo com Moura Jr (1996) o CIM é a designação utilizada para descrever a completa automatização da fábrica, na qual todos os processos e atividades são controlados por computador, e onde a informação que circula é, tratando-se de completa integração, exclusivamente na forma digital. No ambiente CIM, a necessidade do papel, como veículo de informação, é eliminada.

Segundo Tovar (1996), o objetivo geral do CIM é proporcionar às empresas uma melhor percepção sobre o seu estado geral e uma maior agilidade e capacidade de reação e de adaptação, de uma forma coordenada, rápida e flexível, de acordo com as características de duas fontes de informações:

- Externo: os pedidos e alterações oriundas do mercado / clientes;
- Interno: os eventos previstos e os inesperados oriundos da empresa e do chão de fábrica.

Um sistema de produção automatizada é um sistema que interliga estações de processamento capazes de processar, de uma forma automática e simultânea, uma grande variedade de componentes sob comando computadorizado.

O sistema é interligado por um subsistema de transporte de materiais, mas também por uma rede de comunicações responsável pela integração dos aspectos de fabricação. O sistema tem que exibir grande flexibilidade no encaminhamento dos componentes do(s) produto(s), no processamento dos componentes, na coordenação e controle da manipulação dos materiais e na utilização das ferramentas apropriadas (PALOMINO, 1995).

Segundo o mesmo autor, um sistema de produção automatizada tem as seguintes características:

- Alto grau de automatização;
- Alto grau de integração e interligação;
- Alto grau de flexibilidade e evolutibilidade.

A rede de comunicações não só é responsável pela transferência de informação, por exemplo, programas entre as estações de processamento, como também suporta a coordenação, monitoração, controle e gestão de todo o sistema (TOVAR, 1996).

Quando comparado com a fabricação tradicional, de acordo com Cunha (1999), diversas vantagens podem ser atribuídas aos sistemas de produção automatizada:

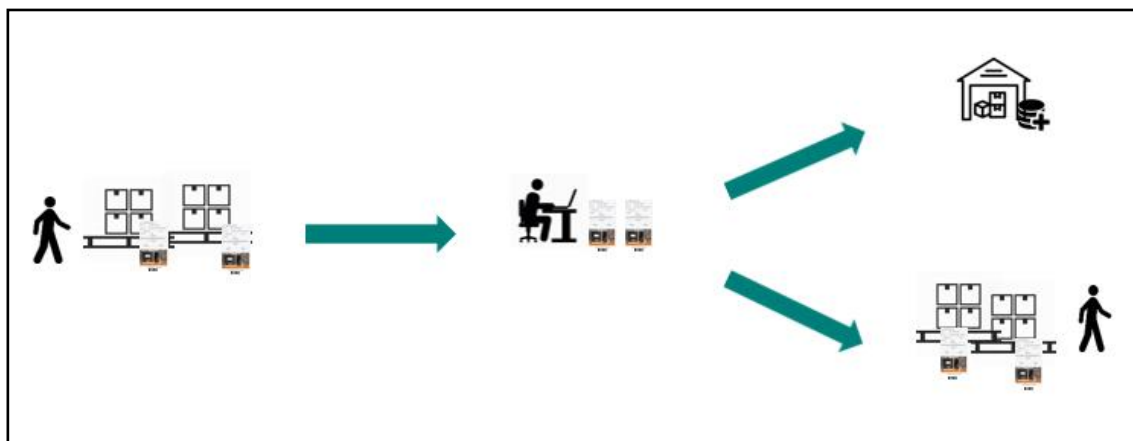
- Aumento da produtividade;
- Redução dos *leads times*;
- Redução do trabalho em processo;
- Redução dos custos laborais;
- Aumento da qualidade do produto;
- O equipamento é utilizado de uma forma mais eficiente.

Visando automatizar ainda mais o sistema, a Empresa Tavares S.A optou por criar um sistema remoto via tablet/aplicativo. Tendo isso em vista, a seguir será feita uma descrição deste novo sistema.

## 5.6 Implementação de aplicativo e tablet

Como visto no capítulo anterior, o funcionário do PCM passava nos postos *kanban* e recolhia todos os cartões que estavam presentes nas caixinhas vermelhas e verdes. Depois ele retornava ao seu computador e confirmava um bipe (leitura do código da etiqueta) por vez no *sharepoint*. Em seguida, ele realizava a devolução das etiquetas nos postos *kanban* como visto na figura 19:

Figura 19 – Funcionamento do sistema antes do tablet



Fonte: Elaborado pelo autor

Este processo gerava uma grande perda de tempo para o responsável do PCM devido a este deslocamento entre container e seu posto de trabalho. Desta forma, foi criado um novo aplicativo para substituir o *Sharepoint*, trazendo assim ganhos de produtividade no processo de reabastecimento dos postos. Este aplicativo propicia uma grande flexibilidade para o operador realizar os bipes de vários postos de uma só vez, no próprio chão de fábrica. A figura 20 ilustra a interface inicial do sistema remoto via tablete:

Figura 20 - Interface inicial do aplicativo



Fonte: Elaborado pelo autor

Para melhor compreensão do funcionamento do novo sistema, criou-se um tutorial para ensinar aos executantes a trabalhar com o tablete. A seguir, será apresentado o passo a passo:

#### 1º Passo – Solicitação de Itens

Ao ligar o tablete, o funcionário deverá acessar o aplicativo cadastrando seu número de matrícula e senha. Em seguida ele deve clicar na opção **“Solicitar Itens”**, conforme mostrado na figura 21

Figura 21 – Solicitação de itens



Fonte: Elaborado pelo autor

## 2º Passo – Abrir a câmera do *tablet*

O operador deve clicar na opção “**Bipar em Lote**” para abrir a câmera do equipamento. O botão “**Listar itens Bipados**” exibe os bipes já realizados que ainda não foram confirmados, como apresentado na figura 22.

Figura 22 – Leitura dos cartões

Leia o **código de barras** do cartão do  
Kanban para **solicitar** os itens

OU

BIPAR EM LOTE

LISTAR ITENS BIPADOS

CANCELAR

Fonte: Elaborado pelo autor

## 3º passo – Bipe dos cartões

Como mostrado na figura 23, o operador deve mirar a câmera do tablet no cartão *kanban* que deseja solicitar o material e aguardar a leitura da etiqueta com *QR CODE*. Nota-se o modelo de uma etiqueta com *QR CODE*.

Figura 23 - Cartão com QR CODE



Fonte: Elaborado pelo autor

#### 4º Passo – Conclusão da requisição

Na figura 24 é apresentado como fica a interface do *tablet*, quando concluído, o executante deve conferir as informações do item bipado e clicar em “**Adicionar Item**” para fazer um novo bipe de outro cartão ou clicar em “**Concluir**” para confirmar o pedido com os itens já bipados.

Figura 24 – Conclusão da requisição

**Etiqueta - Item escaneado: 15252291** ✕

**Descrição:**  
PARAFUSO 5/8POL 2 1/2POL UNC S1625 CATER

**Código do item:** 15252291      **Centro de custo:**

<b>Quantidade Reposição:</b>	<b>Quantidade Mínima</b>	<b>Quantidade Máxima:</b>
7	7	14

---

**CANCELAR**      **ADICIONAR ITEM**      **CONCLUIR**

Fonte: Elaborado pelo autor

Com esta ferramenta, o responsável do PCM passou a ter todas as informações das requisições na “palma da mão”. Ele pode rastrear todo o processo desde o pedido do material até a sua entrega de forma otimizada.

## 6 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho foi possível destacar a importância do *Kanban* não só na área de produção, mas também suas contribuições para a área de manutenção, visto os ganhos no controle do processo de movimentação e reposição de materiais, além da extrema interação exigida entre as equipes para sua implementação.

Todavia, inicialmente, houve uma certa resistência por parte dos executantes da área para o uso do sistema uma vez que, para ele era muito mais confortável requisitar muitos itens em uma OM e estocá-los. Através da nova proposta da empresa que era a de não estocagem de materiais na área, pois isso estava gerando um prejuízo enorme para tal, os funcionários vendo a facilidade de interação com o sistema *kanban* passaram a ser fiéis ao uso deste atendendo assim, a exigência da companhia.

Além disso, a chegada do novo aplicativo *kanban* trouxe uma grande otimização para o processo. Isso propiciou uma grande flexibilidade para o operador realizar as leituras das etiquetas de vários postos de uma só vez, no próprio chão de fábrica economizando assim, tempo e conseqüentemente, aumentando sua produtividade no dia a dia.

Dessa forma, alinhando aos princípios do JIT, o *kanban* se mostrou um sistema eficaz para viabilização de material necessário, no momento necessário e na quantidade necessária para execução das atividades de manutenção com uma redução de cerca de 80% do *lead time* necessário para disponibilização de materiais de alto giro para execução das atividades de manutenção da área da elétrica na Empresa Tavares S.A.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade. Rio de Janeiro, 1994
- ALSET. Subestações Elétricas. Disponível em: <<http://www.alset.com.br>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.
- AURÉLIO – Novo Aurélio XXI – O dicionário da língua portuguesa – 1999 – 5ªed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2003.
- COSTA JÚNIOR, E.L. Gestão em Processos Produtivos. Curitiba: Ibpex, 2008.
- COTTYN, J.; STOCKMAN, K.; VAN LANDEGHEM, H. The Complementarity of Lean Thinking and the ISA 95 Standard. WBF 2008 European Conference. Barcelona, 2008.
- ENGEMAN. Manutenção: tipos e tendências. Disponível em: <<http://blog.engeman.com.br/manutencao-tipos-e-tendencias/>>. Acesso em: 26 de agosto de 2019.
- FLORES, S.S. Gestão da Produção. IN: Técnico em Administração-Gestão e Negócios-IFRS.Org. Cláudio Farias. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- FILHO, G. B. A organização, o Planejamento e o Controle da Manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.
- GEOCITIES. Kanban. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/etehaslog/kanban.htm>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019
- GHINATO, Paulo. Sistema Toyota de produção: mais que simplesmente Just-in-Time. Prod., São Paulo, v.5, n.2, p.169-189, Dec. 1995. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01035131995000200004&1ng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01035131995000200004&1ng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 18 de setembro de 2019.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- INDUSTRIA HOJE. O que é manutenção industrial de máquinas e equipamentos. Disponível em: < <http://industria hoje.com.br/o-que-e-manutencao-industrial-de-maquinas-e-equipamentos>>. Acesso em: 26 de agosto de 2019
- KARDEC, A.P; NASCIF, J.A. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- KARDEC, Alan. Manutenção: Função Estratégica. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.
- KRAJEWSKI, L.; RITZMAN, L.; MALHOTRA, M. Administração de Produção e Operações. 8.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.



LAKATOS, M. E.; MARCONI, M. Administração de Produção e Operações. 8.ed. São Paulo: Atlas 2003.

MARTINS, P.G; LAUGENI, F.P. Administração da Produção. 2ªed. São Paulo: Saraiva, 2006.

METSO. Gerenciamento eficiente do pátio de matéria-prima. Disponível em: <<https://www.metso.com/br/produtos/stackers/empilhadeira-retomadora-de-roda-de-cacambas/>>. Acesso em: 18 de outubro de 2019.

MONCHY, François. A Função Manutenção – Formação para a Gerência da Manutenção Industrial. São Paulo: Editora Durban Ltda., 1989.

MONDEN, Y. Sistema Toyota de Produção: uma abordagem integrada ao *just in time*. 4ªed. Bookman editora, 2015.

MOURA Jr, A.N.C. Novas tecnologias e sistemas de administração da produção - análise do grau de integração e informatização nas empresas catarinenses. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 1996.

MOURA, R. *Kanban: A Simplicidade do Controle da Produção*. 7ªed. São Paulo: IMAM, 2007.

NEPOMUCENO L.X. Técnicas de manutenção preditiva. São Paulo: Edgard Blucher, 1989.

NOMUS. Você sabe o que é uma manutenção preventiva? Entenda como funciona. Disponível em: <<http://www.nomus.com.br/blog-industrial/manutencao-preventiva/>>. Acesso em: 26 de agosto de 2019.

NUSES, E.L. Manutenção Centrada em confiabilidade (MCC): análise da implantação em uma sistemática de manutenção preventiva consolidada, Florianópolis, 2001. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

OHNO, Taiichi. O sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PALOMINO, R.C. Uma Abordagem para a Modelagem, Análise e Controle de Sistemas de Produção Utilizando Redes de Petri. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, UFSC, 1995.

PLAMONT. Recuperadora. Disponível em: <https://www.plamont.com.br/pt/obra-pt/15>>. Acesso em: 18 de outubro de 2019.

QUÍMICA NOVA. Diretrizes para a construção de um moinho de bolas para a moagem de sólidos em laboratórios. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=82](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=82)>. Acesso em: 29 de setembro de 2019.

SILVA, Mário Lucas Santana; DA CONCEIÇÃO, Isac Leite; FRAÇA, Wallace Azevedo. A IMPORTÂNCIA DA MANUTENÇÃO EM MOTORES DIESEL. Exatas

& Engenharia. Disponível em: <<https://seer.perspectivasonline.com.br/>>. Acesso em 2/8 de outubro de 2019.

SIQUEIRA, J.P. Gestão de Produção e Operações. Curitiba: IESDE, 2009.

SHINGO.S. O sistema Toyota de Produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2009.

SOLUÇÕES INDUSTRIAIS. Moinho de bolas. Disponível em: <<https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/moinhos-tigre/produtos/maquinas-ferramenta/moinho-de-bolas-preco>>. Acesso em 29 de setembro de 2019.

TAVARES, L.A. Excelência na Manutenção – Estratégias. Otimização e Gerenciamento, Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda., 1996.

TEIXEIRA, Guilherme Cruz Caldeira. Controle de Materiais de Manutenção através do Sistema *Kanban*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – FAMA - Faculdade de Administração de Mariana, Mariana, 2017.

TOVAR, E. Introdução à informática industrial. Disponível em: <[http://www.dei.isep.ipp.pt/~emt/infind/ii\\_1b.pdf](http://www.dei.isep.ipp.pt/~emt/infind/ii_1b.pdf)> . Acesso em: 20 de outubro de 2019.

VALE. Conheça as supermáquinas do Terminal Ponta da Madeira. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/PT/aboutvale/news/Paginas/conheca-supermaquinas-terminal-ponta-madeira.aspx>>. Acesso em: 20 de outubro de 2019.

VIANA, Luiz Paulo. III Seminário de Manutenção – Trabalhos Técnicos – seção regional VII – Paraná e Santa Catarina. Curitiba: ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção, 1991.

WERKEMA. C. Kanban. IN: Lean Seis Sigma. Introdução às Ferramentas do *Lean Manufacturing*. 1 ed. Belo Horizonte. Editora Werkema. 2006. P. 59-62.