

LEAN PCM, APLICAÇÃO DA FILOSOFIA "PENSAMENTO ENXUTO" NA CÉLULA DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO: UM CASO REAL NA ÁREA DE MINERAÇÃO

Eduardo do Nascimento ⁽¹⁾

Hermes Godinho ⁽²⁾
Lucas Costa Brito ⁽³⁾
Jorge Nei Brito ⁽⁴⁾

Resumo

Neste trabalho apresenta-se a aplicação da filosofia LEAN nas atividades de uma célula de PCM. O LEAN *Thinking* ou Pensamento Enxuto baseia-se em práticas e conceitos inspirados no Sistema Toyota de Produção, cujos princípios visam à simplificação dos processos e a eliminação dos desperdícios. Através do pensamento enxuto, organizações do mundo inteiro têm transformado suas operações, tornando-se mais produtivas, lucrativas e eficientes. Através deste trabalho buscou-se a aplicação destes princípios na forma de estudo de caso, com base em dados reais levantados junto à célula de PCM de uma mineradora de grande porte. Como resultado espera-se a identificação de lacunas para otimização dos resultados da área.

Palavras-chave: PCM; Lean; Valor; Lacunas; Resultados.

Abstract

This work presents the application of the LEAN philosophy in the activities of a PCM cell. LEAN Thinking is based on practices and concepts inspired by the Toyota Production System, whose principles are aimed at simplifying processes and eliminating waste. Through lean thinking, organizations around the world have transformed their operations, becoming more proactive, profitable, and efficient. This work sought to apply these principles in the form of a case study, based on real data collected from the PCM cell of a large-scale mining company. As a result, the identification of gaps to optimize the results of the area is expected.

Keywords: PCM; Lean; Value; Gaps; Results.

(1) **Eduardo do Nascimento.** Supervisor da célula de Planejamento de Manutenção e Oficina de Subconjuntos – Mosaic Fertilizantes. MBA Engenharia de Manutenção e Gestão de Operações Industriais | IESAE (Instituto de Ensino Superior Albert Einstein) – Bacharel em Ciências da Computação | Unutri – Centro Universitário do Triângulo.

(2) **Hermes Dias Godinho.** Coordenador do MBA Engenharia de Manutenção | IESAE (Instituto de Ensino Superior Albert Einstein). Eng. Industrial Mecânico pela UFSJ. Pós-graduado em Engenharia de Manutenção e Engenharia de Produção pelo ICAP. MBA Gestão Estratégica | Pitágoras. Expertise em PCM, TPM, RCM, Auditorias de Manutenção, Planejamento Grandes Paradas e Lean Manufacturing. Tutor em EAD pela UFF. <http://lattes.cnpq.br/1443613510030566>. hermes@iesae.com.br.

(3) **Lucas Costa Brito.** Consultor DYNAMIC Services Consultoria Ltda. Mestrando em Engenharia Mecânica | UFU (Universidade Federal de Uberlândia). Eng. Mecânico | UFSJ (Universidade Federal de São João del-Rei) e *Lakehead University | Thunder Bay* - Ontario, Canada. Sócio ABRAMAN | Matrícula: 10045. Diretor Técnico Adjunto II da FENEMI (Federação Nacional de Engenharia Mecânica e Industrial). <http://lattes.cnpq.br/9519306355864837>. lucas.brito@dynamic.services.com.br.

(4) **Jorge Nei Brito.** Sócio da ABRAMAN | Matrícula: 5688. Pós-Doutor e Doutor em Eng. Mecânica | UNICAMP. Mestre Eng. Mecânica | UFU. Eng. Mec. PUC-MG. Professor TITULAR UFSJ. Coordenador do Curso de Engenharia Mecânica e Gep_LASID. Primeiro Vicepresidente COPIMERA. <http://lattes.cnpq.br/8160466619165597>. brito@ufs.edu.br.

1. INTRODUÇÃO

A Mineração de Fosfato no Brasil tem papel estratégico pelo simples fato de ser a Indústria responsável pela produção de insumos para fabricação de Fertilizantes. Estes por sua vez, são de extrema importância para o aumento da produtividade do setor agrícola nacional. O impacto do agronegócio reflete diretamente na economia e pode ser sentido através do PIB.

Tendo em vista a ordem de grandeza dos gastos, realizados anualmente, com os bens de capital, característicos do setor mineral e o aumento da competição entre as empresas de fertilizantes, o cenário atual exige uma atuação focada na excelência operacional, com forte priorização na questão da produtividade dos ativos. Desta forma, a manutenção exerce um papel essencial para maximizar a disponibilidade, reduzir custos, para garantia da viabilidade econômica das operações e sobrevivência do negócio.

Segundo Kardec e Nascif (2009), a Manutenção pode ser compreendida como a garantia da disponibilidade das funções dos equipamentos e das instalações que possibilitem o atendimento de um processo produtivo e por conseguinte a preservação do meio ambiente, segurança e custos adequados. O termo manutenção reporta a um conjunto de técnicas, ações e recursos aplicados durante o ciclo de vida de um sistema ou produto, buscando manter os ativos nas condições iniciais de projeto.

Segundo Alves (2010), verifica-se que a competitividade nos dias atuais faz com que todas as melhorias de processos contribuam para um negócio de sucesso, e ajudam a empresa a ter processos mais adequados, conseqüentemente, consegue ser mais competitiva. Desta maneira, as melhorias desenvolvidas por colaboradores são muito importantes para a empresa, pois estas melhorias representam formas de reduzir custos, seja de processo, seja de mão de obra, e também representam inovação que garantem maior segurança e maior produtividade.

Neste cenário de competição acirrada, a manutenção industrial passa a ser considerada uma função estratégica, ou um fator chave para o sucesso do negócio. Vista agora pela diretoria das grandes organizações como algo que pode trazer vantagens perante os concorrentes, se bem gerenciada.

Ainda segundo Kardec e Nascif (2009), os processos de manutenção são muito mais do que corrigir a falha o mais rápido possível, é preciso entender todo o processo da falha para obter o máximo da máquina.

a atividade de manutenção precisa deixar de ser apenas eficiente para se tornar eficaz; ou seja, não basta, apenas, reparar o equipamento ou instalação tão rápido quanto possível, mas, principalmente, é preciso manter a função do equipamento disponível para a operação, evitar a falha do equipamento e reduzir os riscos de uma parada de produção não planejada. (KARDEC & NASCIF, 2009, p. 11)

Dentro da Gerência de Manutenção, a Célula de PCM, exerce um importante papel, sendo responsável direta por manter um fluxo de comunicação constante com as demais células (engenharia, execução, inspeção, preditiva) e com a

área cliente, a operação. Suprindo e alocando corretamente os recursos e administrando toda a carteira de serviços para, a partir destas demandas, confeccionar a grade de programação semanal, seguindo critérios pré-estabelecidos, com todas as atividades a serem executadas na semana S+1.

Diante deste contexto, o foco deste trabalho será o estudo de caso realizado na célula de PCM da maior planta de mineração de Fosfato da América latina, localizada no interior de Minas Gerais, objetivando mapear as atividades do PCM com foco naquilo que agrega valor, visando reduzir perdas de tempo, energia, recursos, padronizando as atividades da célula de Planejamento, Programação e Controle de Manutenção, com base no “Pensamento Enxuto”. Sistematizar, atuar de forma metódica, assertiva e organizada, com foco no aumento de disponibilidade de redução de custos.

2. O LEAN E A FILOSOFIA DO PENSAMENTO ENXUTO

Segundo Womack *et al.* (1992) apud Oliveira, Vieira e Souza (2017), o termo *Lean Manufacturing* é um nome que define o Sistema Toyota de produção (STP), fundamentado numa abordagem sistemática para identificar e eliminar o desperdício que causam prejuízo e diminuição dos lucros dentro das organizações. Esse sistema é conhecido também por produção enxuta.

O Sistema Toyota de Produção teve sua origem no Japão, especificamente na fábrica da Toyota, nos anos 50. Ao estabelecer um novo método produtivo para a fábrica de automóveis de sua família, a Toyota, percebeu que para conseguir competir no mercado, seu sistema de fabricação necessitaria atingir uma larga escala de forma diferenciada do que já existia (WOMACK *et al.*, 1992).

Ohno (1997) estabelece como passo preliminar para a aplicação do Sistema Toyota de Produção a identificação e eliminação dos desperdícios ou perdas. Uma vez eliminados os desperdícios, a base da produção enxuta é a redução dos custos de produção e a satisfação do cliente.

Segundo Womack (1988), os sete tipos de desperdícios identificados por Shigeo, no Sistema Toyota de Produção, foram: perda por superprodução, perda por fabricação de produtos defeituosos, perda por estoque, perda no próprio processamento, perda por transporte, perda por esperas e perda por movimentação.”

No processo de implementação da filosofia do pensamento enxuto, busca-se identificar atividades que não agregam valor que possam ser reduzidas ou eliminadas do processo, visando reduzir o prazo de entrega e aumentar a qualidade e produtividade da área.

2.1. Conceito de Valor Agregado

A seguir tem-se as definições importantes para o entendimento do trabalho

Agrega Valor: atividades que transformam o produto ou serviço que o cliente deseja. Acrescenta alguma função ou característica ao produto/serviço ou consiste em alguma vantagem competitiva para empresa. Uma atividade realizada corretamente da primeira vez.

Atividades Necessárias: Consomem recursos e não contribuem diretamente para o produto ou serviço, mas são **necessárias** para o fluxo de valor da empresa. **Não agregam valor na visão do cliente.**

Desperdício: Atividades que consomem recursos, tempo e espaço, mas não contribuem diretamente para produzir o que o cliente deseja. Gera um custo desnecessário para o cliente e seria possível eliminá-lo sem **comprometer a entrega final.**

2.2. Pensamento tradicional

Existe uma tendência natural do ser humano em complicar as coisas, seja para responder verbalmente um questionamento, formular uma ideia, escrever um relatório, criar um procedimento ou redigir um "simples" *e-mail*.

Frequentemente nos deparamos com situações do dia - a dia, onde fica nítida essa dificuldade da maioria das pessoas. Essa situação pode ser facilmente ilustrada com procedimentos que ficam bem mais extensos do que deveriam. E-mails confusos, mal redigidos que são mal interpretados, que geram desgastes desnecessários entre as equipes, erros de montagem, perdas de tempo, produção, energia, desvios de segurança, indisponibilidade de equipamento etc.

Se criar um "simples" email torna-se algo tão difícil, imagine criar um fluxo de trabalho repleto de interfaces, riscos e possibilidades de erro. Esse fluxo pode agora ser encarado como um mapa de processo.

O mapa de processo é Ilustração gráfica do processo. Deve documentar como o processo realmente opera, incluindo as etapas que agregam e não agregam valor.

Conforme visto na Figura 1, abaixo, a situação real é bem mais complexa do que se imaginava inicialmente, fica nítido que existem etapas desnecessárias no processo.

Mapa de Processo



Os símbolos básicos do Mapa de Processo são:

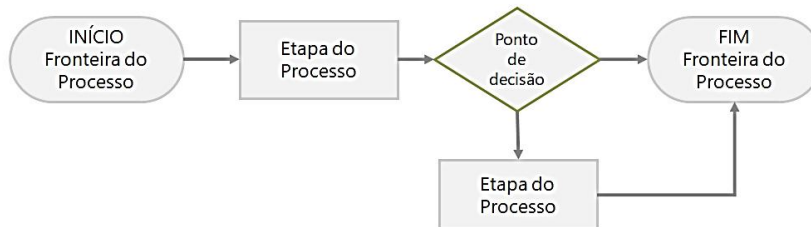
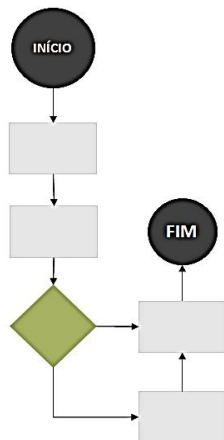


Figura 1. Fluxograma como forma de mapeamento do processo.
Fonte: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/mapa-de-processos>.

Mapa de Processo



Como você imaginou...



Estado real do processo...

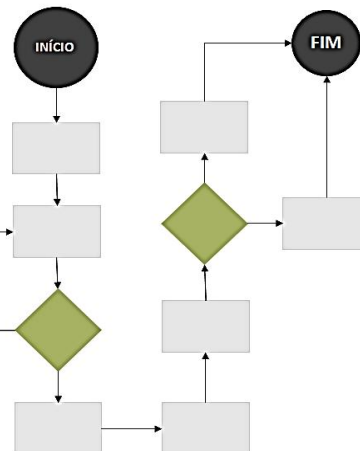


Figura 2. Diferenças entre um fluxo real x imaginário.
Fonte: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/mapa-de-processos>.

Esta ferramenta visual permite identificar todas as tarefas de uma célula, para que posteriormente seja feita uma análise da real necessidade de cada etapa do processo e/ou atividade da célula, seguindo a filosofia Lean.

O Mapa de Processo, também conhecido como Mapeamento da Cadeia de valor, é muito útil para tirar uma foto da situação atual do processo. Também pode identificar os itens mencionados a seguir.

- Todas as etapas do processo que agregam e não agregam valor.
- As principais saídas de cada etapa.
- Principais entradas e parâmetros do processo.
- Principais requisitos das saídas/entregas do processo.

O Mapa de Processo deve ser utilizado sempre que se precisa de uma visualização rápida e mais detalhada das etapas do processo. Os seus resultados são apresentados a seguir.

- Facilitar o entendimento do processo.
- Identificar oportunidades de eliminação de etapas que não agregam valor.
- Identificar gargalos e outros desperdícios.
- Identificar áreas problemáticas ou redundâncias no processo.
- Examinar melhor as etapas que podem ter impacto significativo no resultado do processo.

3. A CÉLULA DE PLANEJAMENTO DE MANUTENÇÃO

Segundo Branco (2008), apud, Hirata, Godinho e Brito (2017), dentro do universo que é a área da Manutenção, o setor de *Planejamento e Controle da Manutenção* tem um papel importante no sentido de organizar os esforços para que as diversas demandas de serviços sejam devidamente tratadas e executadas no momento certo, de forma planejada, com menor custo, máxima qualidade de execução, dentro do prazo estipulado, com segurança, preservação do meio ambiente e instalações adjacentes, dentre outros requisitos que determinam o sucesso de uma intervenção de manutenção.

Para Branco (2008), o PCM é uma área responsável pelo gerenciamento das atividades de manutenção que vão desde o seu planejamento e programação, até a devida verificação através de padrões já conhecidos. A partir do controle podem ser tomadas ações para retificar desvios e falhas.

A área de PCM traz inúmeras vantagens para as empresas. A otimização do tempo através do melhor acesso à informação; o aumento da produtividade e disponibilidade dos equipamentos por meio de intervenções programadas nos momentos mais apropriados; o estabelecimento e registro de rotinas e padrões de trabalho; a análise de indicadores; e os planos corretivos utilizados para o cumprimento das metas estão entre os principais benefícios com a implantação desse órgão de suporte à gestão da manutenção (BRANCO, 2008).

Tendo em vista a criticidade das atividades e resultados esperados da célula do PCM, a utilização dos conceitos do pensamento enxuto e da filosofia Lean são plenamente justificáveis, visando à otimização dos resultados da célula.

4 - PROBLEMAS CLÁSSICOS DE UM PCM CONVENCIONAL

Alguns questionamentos podem surgir quando se pensa nos problemas vivenciados nas empresas. A seguir são apresentados alguns desses problemas.

- Falta de alinhamento de conceitos.
- Equipes de manutenção não falam a mesma língua.
- Perda de tempo explicando conceitos em reuniões onde o foco deveria ser ação e não explicação.
- Rotatividade, novatos sem embasamento conceitual requerido.

- Equipe sênior sem tempo de ensinar (ilha de conhecimento).
- Existe um setor de PCM, mas os resultados podem melhorar.
- Não temos uma célula de PCM estruturada ou estamos iniciando na implantação.
- Não estão claros os papéis e responsabilidades.
- Não existem fluxos de trabalho, rotinas de reuniões e atuação sistêmica do PCM.
- Os fluxos existem, mas nunca foram analisados sob a ótica do "Pensamento Enxuto".

Apesar dos conceitos de PCM serem bem difundidos e aplicados no segmento de mineração, em especial nas empresas de grande porte, nota-se que a abordagem do PCM tradicional não resolve as questões acima. Tanto que os problemas clássicos são facilmente encontrados na maioria destas empresas que já tem o PCM implantado e funcionando há alguns anos.

5. ESTUDO DE CASO

5.1. MAPEAMENTO DAS ATIVIDADES DO PCM

Foi feito um levantamento do funcionamento geral da célula para enriquecer a análise, sendo:

- Organograma do PCM (número de pessoas que tem na célula) x número de executantes que a célula atende.
- Documento com papéis e responsabilidades ou descritivo da função
- Mapa de Planejamento.
- Gargalos (pontos que na visão do supervisor de PCM, seriam foco de atenção para otimizar o funcionamento da célula).

5.2. APLICAÇÃO DO CONCEITO AGREGA OU NÃO AGREGA VALOR

Após a formação do grupo de trabalho, ficou definido que o supervisor da célula de planejamento faria uma reunião com a equipe para aplicação do conceito de valor agregado nas atividades do PCM, conforme mostrado no Quadro 1.

Quadro 1. Atividades que "Agregam" e "Não Agregam" Valor ao Processo.

O Quê	Como	Agrega Valor	Obs:
Processo de criação de tarefas passíveis de planejamento.	Através da abertura de notas no sistema informatizado de manutenção.	SIM	-----
Processo de criação de tarefas passíveis de planejamento a ser executado pela Oficina de Subconjuntos.	través da abertura de notas ou alteração do GPM para o GPM da Oficina.	SIM	-----

Quadro 1. Atividades que "Agregam" e "Não Agregam" Valor ao Processo

O Quê	Como	Agrega Valor	Obs:
<i>Processo de manutenção (Preventiva; Preditiva e Inspeção).</i>	<i>Através da criação dos Roteiros de Manutenção.</i>	NÃO	<i>Todo processo de Criação/ Revisão de Planos deve ficar a cargo da Engenharia de Manutenção.</i>
<i>Processo de manutenção (Preventiva; Preditiva e Inspeção).</i>	<i>Através da criação dos Roteiros de Manutenção.</i>	NÃO	<i>Todo processo de Criação/ Revisão de Planos deve ficar a cargo da Engenharia de Manutenção.</i>
Visualização da lista de notas no sistema.	Emitindo relatório de sistema,	SIM	-----
A tarefa é viável?			
Cancelar tarefa e informar ao solicitante.	Através do sistema de gerenciamento de manutenção e informar o solicitante via e-mail ou efetuando a devolução da mesma ao solicitante.	SIM	-----
<i>As informações estão completas?</i>	<i>Verificando se os dados da nota estão completos. (LI, Equipamento, Grupo de Planejamento, Centro de Trabalho, Descrição de Atividade etc.)</i>	NÃO	<i>Treinar emitentes de Notas afim de nivelar conhecimentos, garantindo maior qualidade nas solicitações.</i>
<i>Buscar informações complementares junto ao solicitante.</i>	<i>Via correio eletrônico, reunião ou verbalmente.</i>	NÃO	<i>Treinar emitentes de Notas afim de nivelar conhecimentos, garantindo maior qualidade nas solicitações.</i>
Elaborar lista de atividades.	Em conj. com as pessoas envolvidas, definindo as atividades, quantificando e especific. MO, equipamentos, docum. cabíveis, materiais, ferramentas especiais	SIM	-----
Definir atividade como Planejada.	Marcando OM como Planejada (Através do status de usuário Z-PLA - Ordem Planejada).	SIM	-----

Quadro 1. Atividades que "Agregam" e "Não Agregam" Valor ao Processo. As atividades, destacadas em vermelho, tiram o foco do PCM.

O Quê	Como	Agrega Valor	Obs:
OM de emergência?	Avaliando as consequências da falha ou defeito.	SIM	-----
Priorizar OM.	Determinando e aplicando critérios para definição de prioridade de serviço (Emergência, Urgente e Normal).	SIM	-----
Listar OM planejadas pendentes no sistema e gerar OMs do plano de manutenção.	No sistema informatizado de manutenção.	SIM	-----
Avaliar recursos disponíveis (MO, materiais, equipamentos etc.).	Verificando se todos os recursos necessários estão disponíveis.	SIM	-----
Avaliar programação de produção x programação de manutenção.	Identificando a programação de produção bem como datas, duração das paradas, planos de manutenção, <i>back log</i> , custos disponíveis, análise crítica (programação anterior) etc.	SIM	-----
Recursos disponíveis?	Avaliando as OM's.	SIM	-----
Emitir RCs necessárias e fazer follow up do PC.	Acompanhando ou emitindo RCs/PCs (materiais ou serviços), providenciando documentação, negociando recursos e datas com outras áreas, fazendo RM programadas.	SIM	-----
Requisitar EPI's.	Criando Reserva no sistema Informatizado de Manutenção.	NÃO	Centralizar reservas de EPIs no Pool de Serviços administrativos ou definir ponto focal para esta atividade.
Formatar e nivelar recursos programados.	Alocando recursos programados.	SIM	-----

Fonte: Autor (2018).

5.3. LACUNAS E OPORTUNIDADES IDENTIFICADAS

As lacunas identificadas são as atividades do PCM que Não Agregam Valor. Para cada uma destas atividades foi sugerida uma ação de bloqueio no Quadro 1. A rigor 100% das atividades que Não Agregam Valor, devem ser eliminadas.

Outras medidas educativas também podem ser adotadas, tais como medir através de indicador, qual área mais solicita atividades que não agregam valor, expor gráfico em quadros de gestão a vista, ou mesmo, criar formas de penalizar quem mais impacta no resultado da célula PCM, a forma mais comum é através de metas de PLR.

5.4. RECOMENDAÇÕES DE MELHORIA

Implantação das ações identificadas na análise e medição final dos resultados. Para efeitos de estudos futuros, recomenda-se ampliar o uso de outras ferramentas Lean pertinentes a área de PCM.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da realização deste trabalho, foi possível aplicar conceitos chave da filosofia LEAN na célula de Planejamento de Manutenção. O mapeamento das atividades, também conhecido como Mapeamento da Cadeia de Valor, permitiu identificar GAPS relevantes para aumento do desempenho da área.

O principal problema encontrado foi o desperdício de tempo da equipe, executando atividades que Não Agregam Valor. Como exemplo, podemos citar a requisição de EPIs, que pode ser feita pelo próprio usuário e o retrabalho para buscar informações incompletas e/ou não informadas pelo usuário. Existem outros casos, como a criação de planos de Manutenção, que a rigor não é papel do PCM e sim da Engenharia de Manutenção.

Quanto mais desperdício de tempo houver, mais gente será necessária para executar o trabalho da célula. Como na prática, raramente será possível conseguir mais gente, outras atividades deixarão de ser executadas.

Na visão do Lean, dentro do contexto do PCM, o pior cenário possível, seria deixar de executar atividades que Agregam Valor, por se estar muito ocupado, executando atividades que não Agregam Valor.

Na área de manutenção é muito fácil cair nessa situação, principalmente porque raramente está claro, o que de fato agrega valor, tendo em vista que, na maioria das empresas, o mapeamento da cadeia de valor, jamais foi realizado.

Assim sendo, a perda de tempo e de foco, dentro da célula PCM, passa ser combatida, impactando diretamente e positivamente no lead time e no produto final da área.

7. REFERÊNCIAS

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção função estratégica**. 3ª edição, Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

ALVES, T.P.C. **Melhoria contínua**: Importância e aplicação no processo produtivo de uma Indústria metalúrgica. 2010. 54f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2010.

MAPA DE PROCESSO, Disponível em:
<<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/mapa-de-processos>> Acesso em: 30 de Junho de 2018.

EDUARDO, H., GODINHO, H. e BRITO. J. N. **Implementación de la planificación del mantenimiento en un centro empresarial: estudio de caso en un centro empresarial en el estado de santa catarina**. Anais do XXVI Congresso Panamericano Copimera. Medellin: 2017

LIMA, E. X.; TAVARES, G. M. A implantação do lean manufacturing numa oficina de manutenção de equipamentos de mineração. **Anais do V Simpósio de Engenharia de Produção - SIMEP 2017 - ISSN: 2318-9258**