



Aplicação das ferramentas lean no setor de manutenção industrial

Application of lean tools in the industrial maintenance sector

Gleimon Ulisses Cordeiro¹

Resumo: A gestão tem papel fundamental no sucesso dos processos industriais. A aplicação do pensamento enxuto como metodologia de otimização da organização, reduzindo os desperdícios e melhorando a utilização de recursos, é uma das soluções para o sucesso da organização. Pensamento Enxuto é apontado como uma metodologia focada na redução de desperdícios, e é até o presente momento pouco explorado para otimizar processos e reduzir desperdícios na indústria de cimento. Este estudo verificou por meio de um estudo de caso no setor de manutenção industrial de uma fábrica de cimento se os conceitos e ferramentas do pensamento enxuto, tais como: 5S, Gestão à Vista, Diagrama de Espaguete e Gemba Walk podem contribuir para redução de desperdícios. Foram identificados os principais desperdícios encontrados e percebeu-se que a aplicação do pensamento enxuto para a redução dos desperdícios foi realizada com êxito. Comprovou-se a importância da aplicação do pensamento enxuto por meio da melhora de alguns indicadores selecionados e pela redução de índices de desperdícios e de atividades que não agregam valor.

Palavras-chave: Pensamento Enxuto; Desperdícios; Indústria de Cimento.

Abstract: Management plays a key role in the success of industrial processes. The application of lean thinking as a methodology for optimizing the organization, reducing waste and improving the use of resources, is one of the solutions to the success of the organization. Lean Thinking is regarded as a methodology focused on waste reduction and has so far been little explored to optimize processes and reduce waste in the cement industry. This study verified through a case study in the industrial maintenance sector of a cement factory if the concepts and tools of lean thinking, such as: 5S, Vista Management, Spaghetti Diagram and Gemba Walk can contribute to waste reduction. The main wastes were identified, and it was noticed that the application of the lean thought to the reduction of the wastes was successful. The importance of applying lean thinking through the improvement of some selected indicators and the reduction of waste indices and activities that do not add value was proven.

Keywords: Lean Thinking; Wastes; Cement Industry.

1. Introdução

A indústria de cimento está presente na maioria dos países, com atuação tanto de grandes grupos empresariais internacionais como de empresas locais. De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (2017), o cimento é um dos materiais mais

¹ IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

consumidos no mundo e isso se deve as suas características peculiares, como trabalhabilidade, alta durabilidade e resistência a cargas e ao fogo.

Em 2016 o Brasil ocupou a 8º colocação no mundo em produção de cimento com aproximadamente 60 milhões ton/ano, o que representa 1,43% da produção mundial. A China é a 1º colocada com 57,5% da produção mundial, seguida por Índia (6,90%) e Estados Unidos (2,05%) (CIMENTO.ORG, 2017).

O pensamento enxuto é considerado uma importante metodologia de combate aos desperdícios, sendo apontado como uma estratégia para otimizar processos e reduzir desperdícios na indústria de cimento (WOMACK; JONES, 2004).

O termo manutenção é usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas, cuidando de suas instalações físicas (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON; BETTS, 2013). Porém, o setor de manutenção industrial é responsável pela acumulação excessiva de materiais, inutilização de itens que estimulam a desorganização e geração de vários outros tipos de desperdícios, tais como: retrabalhos, superprodução, movimentações e transportes desnecessários.

O propósito desse estudo é apresentar como os conceitos e ferramentas do pensamento enxuto podem contribuir para a redução de desperdícios, principalmente estoques paralelos, melhorando a produtividade da empresa.

No decorrer do artigo, serão contextualizados o pensamento enxuto, os sete tipos de desperdícios e as ferramentas. Em seguida, é detalhado o processo de aplicação do método proposto e suas etapas. Na sequência são descritos os resultados obtidos e as conclusões apuradas por meio dos resultados.

2. Pensamento Enxuto

O Sistema Toyota de Produção (STP), também chamado de Lean Production, Pensamento Enxuto, Lean Thinking ou apenas Lean, surgiu no Japão, na fábrica de automóvel Toyota, logo após a Segunda Guerra Mundial com o objetivo de eliminação contínua dos desperdícios e busca na eficiência dos processos (HOEFT, 2012).

Os diferentes tipos de desperdícios podem ser divididos nas seguintes categorias: superprodução, espera, transporte, processamento demais, inventários, movimentação e defeito (OHNO, 1997). Não se pode encontrar e eliminar o desperdício, se não estiver procurando por ele (SHINGO, 2007).

O método do pensamento enxuto é utilizado em vários segmentos, desde aplicação na indústria naval até a aplicação em hospitais, porém poucos trabalhos relatam sobre a aplicação na indústria de cimento. A maior parte dos trabalhos encontrados na literatura referem-se a indústria de manufatura (40%), indústria automobilística (14%), setor de serviços (6%), indústria de autopeças (3%) (JASTI; KODALI, 2015).

2.1 Os 7 Desperdícios

Os sete desperdícios são descritos da seguinte maneira:

1. Produção excessiva: o desperdício por superprodução representa a pior das perdas, pois tende a esconder outras perdas, como, as perdas por produção de produtos defeituosos e as perdas derivadas da espera do processo e espera do lote (OHNO, 1997).

2. Espera: ocorre quando operadores ficam ociosos à espera do material ou não fazem outra coisa enquanto suas máquinas automáticas estão em operação. O desperdício de espera ocorre quando os engenheiros estão aguardando revisões, decisões, etc (MORGAM; LIKER, 2008).

3. Transportar: isso significa movimentar sem necessidade peças e produtos. Trata-se da transferência desnecessária da tarefa de uma pessoa extremamente especializada para outra e, mais especificamente, da transferência constante de informação (MORGAM; LIKER, 2008).

4. Processamento impróprio: são perdas por processamento, as consideradas por máquinas ou equipamentos, que são usados de modo inadequado, quanto à capacidade de operação e produção (OHNO, 1997).

5. Inventário desnecessário: o desperdício de estoques é o resultado direto da superprodução. Quanto à manufatura, isso é simplesmente dispor de mais do que o estoque mínimo necessário para um sistema puxado controlado com precisão. Trata-se também de informação em excesso (MORGAM; LIKER, 2008).

6. Movimento desnecessário/excessivo: ocorre quando os operadores se deslocam de modo desnecessário. O desperdício da movimentação também inclui longas excursões por plantas e instalações que não levam a qualquer informação objetiva (MORGAM; LIKER, 2008).

7. Defeitos: produtos defeituosos, que não atendam às especificações de qualidade, e expectativas dos clientes; acabam sendo um desperdício que aumenta ainda mais os custos de produção (SHINGO, 2007).

2.2 Ferramentas do Pensamento Enxuto

Existem várias ferramentas utilizadas no método do pensamento enxuto, dentre as quais, serão destacadas as seguintes: 5S, gestão à vista, diagrama de espaguete e gemba walk.

O 5S é um programa baseado nas características culturais japonesas que visa arrumar a "casa" a partir da otimização de espaços físicos, do descarte de itens em desuso, arquivos ou outros materiais não necessários ao processo produtivo e da organização (RODRIGUES, 2015).

De acordo com Liker (2016), os 5S's são: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu e Shitsukê, ou seja, Classificar, Organizar, Limpar, Padronizar e Disciplinar. O 5S tem o objetivo de proporcionar um processo de melhoria contínua do ambiente de trabalho.

A gestão à vista é um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção e desempenha um papel importante na criação da transparência nas informações. Pode ser descrita como uma estratégia de gerenciamento para controle, medição e melhoria organizacional, que usa meios visuais para externalizar informações e melhorar a comunicação no local de trabalho (BRADY, 2014). A gestão à vista pode e deve cobrir vários níveis de comunicação em organizações para quebrar as barreiras de comunicação e para compartilhar informações valiosas e atualizadas (MURATA; TEZEL; KOSKELA; TZORTZOPOULOS, 2017).

O diagrama de espaguete é uma ferramenta que ajuda a estabelecer o layout ideal a partir das observações das distâncias percorridas na realização de uma determinada atividade ou processo. A ferramenta baseia-se em um diagrama utilizado para visualização, ao longo de um fluxo, da movimentação de materiais, informações e pessoas (DEGUIRMENDJAN, 2016).

A realização do Gemba Walk é primordial para todos aqueles que participam ou querem participar de uma transformação enxuta, pois revela a base para a prática do pensamento enxuto: ir ver, perguntar "por quê?" e demonstrar respeito (WOMACK, 2013). A sua realização é uma poderosa maneira de suportar a melhoria contínua e padronização de processos (CHAPLE; NARKEDHE, 2017).

2.3 Aplicação do Método Proposto

2.3.1 Caracterização da Empresa e Unidade Industrial

A empresa em estudo conta com operações na América Latina, Europa e África, emprega mais de 9.000 pessoas em todo mundo, possui um dos maiores complexos cimenteiros do mundo com 40 unidades de produção, sendo 16 delas localizadas no Brasil. Atualmente a empresa é uma das 10 maiores empresas produtoras de cimento no mundo.

A unidade industrial tem capacidade de produção anual de 1 milhão ton., sendo produzido cimento com duas características, cimento CP V de alta resistência para estruturas e cimento CP II para uso geral.

A equipe de manutenção da planta industrial em estudo é composta por equipe de manutenção mecânica, manutenção eletroeletrônica e automação, lubrificação, inspeção, programação, além da gerência e coordenação de manutenção. A equipe da oficina trabalha no turno diurno e é responsável pelas manutenções preventivas, preditivas e inspeções. A equipe de turno trabalha em revezamento entre os turnos diurno e noturno sendo responsável pelas manutenções corretivas e apoio nas manutenções preventivas.

2.3.2 Plano de Aplicação do Método do Pensamento Enxuto

A aplicação do pensamento enxuto no setor de manutenção da planta industrial foi dividida em sete etapas.

1° Definição e Aprovação da Gerência para Aplicação do Pensamento Enxuto

A escolha pela aplicação do pensamento enxuto foi definida durante reunião gerencial. Sendo assim, definiu-se que a planta industrial iria realizar um projeto piloto para verificar a viabilidade de utilização do pensamento enxuto, uma vez que não é uma prática da indústria de cimento aplicar os conceitos do pensamento enxuto.

2° Definição do setor a ser realizado o Projeto Piloto

A Gerência escolheu o setor de manutenção industrial para ser realizado o projeto piloto, uma vez que o setor estava enfrentando problemas recorrentes durante as auditorias de qualidade, tais como: desorganização, desperdícios, estoques paralelos e limpeza ineficiente da oficina.

3° Definição das Ferramentas Lean a serem aplicadas

Devido à definição do setor a ser realizado o projeto piloto e aos problemas enfrentados, foram definidas a princípio a aplicação das ferramentas 5S, gestão à vista e diagrama de espagete, porém viu-se também a oportunidade de ser adotar a realização do gemba walk. Essas ferramentas escolhidas foram consideradas de simples aplicação e com potencial de trazer grandes resultados para o setor.

4° Elaboração do Cronograma

A elaboração do cronograma foi desenvolvida de forma a contemplar as principais etapas de aplicação do pensamento enxuto: treinamento da mão de obra do setor de manutenção, levantamento dos dados históricos, diagnóstico das necessidades de mudança, ações de melhoria, levantamento e análise dos resultados.

5° Levantamento de dados históricos e diagnóstico

A análise dos dados históricos foi realizada a partir de janeiro de 2015, ou seja, foram analisados dados de desempenho da manutenção de 24 meses. Foram analisados durante esse período de 24 meses para evitar algum tipo de sazonalidade.

Foram levantados dados históricos e os indicadores de Tempo médio entre falhas (MTBF), Tempo médio entre reparos (MTTR) e Disponibilidade física (DF) dos principais equipamentos da planta industrial, que são: britador primário, moinho do cru, forno rotativo, moinho de cimento e ensacadeira. A média do MTBF entre janeiro de 2015 até dezembro de 2016 estava em 297,1 horas, descumprindo a meta gerencial de 300 horas. O MTTR estava com média de 5,6 horas, descumprindo a meta gerencial de 5 horas. Já a DF estava com média de 97%, acima da meta gerencial de 92%.

Como parte do levantamento do estado atual do setor de manutenção industrial, também foi identificada por meio da apropriação de serviço da equipe de manutenção entre o período de

janeiro de 2015 e dezembro de 2016 o percentual de tempo empregado pelos trabalhadores da oficina em atividades que agregam valor (AV) e em atividades que não agregam valor (NAV). Foi constatado que 65% do tempo eram empregados em atividades que agregam valor e 35% em atividades que não agregam valor.

6° Treinamento dos conceitos e Ferramentas Lean para a equipe do setor

A equipe da manutenção industrial é composta por 15 pessoas no turno diurno e 10 pessoas no turno noturno. Sendo assim, foram realizados dois treinamentos, um para atender a turma diurna e outro para atender a noturna. Foram realizados dois treinamentos com duração de 3 horas com a participação da gerência de manutenção, planejamento e controle da manutenção (PCM) e mão de obra da oficina, onde foram abordados os conceitos do pensamento enxuto e ferramentas, tais como: 5S, Gestão à Vista, Diagrama de Espaguete, Gemba Walk, entre outras.

7° Aplicação das Ferramentas

Depois de estudos sobre os conceitos e cases de aplicação do pensamento enxuto e aprovação gerencial, definiu-se realizar primeiramente o 5S e em seguida a Gestão à Vista, Diagrama de Espaguete e Gemba Walk. Essa escolha se deu, pois foi verificado que a oficina de manutenção tinha muitos problemas de organização e limpeza.

2.3.3 Aplicação do Programa 5S

Foram realizadas visitas técnicas à oficina, para que fosse possível levantar o estado atual e realizar um diagnóstico das necessidades de mudança. Para a coleta dos dados foram realizadas observações por meio de registros, de fotos do antes e após a implantação.

As ações de implantação foram as seguintes:

- Sensibilização: a sensibilização da alta liderança é extremamente importante para que esta motive e estimule a aplicação do programa 5S.
- Definição do comitê de 5S: o comitê de 5S conta com o apoio da alta liderança da empresa, e é formado por um coordenador e seus multiplicadores.
- Auditores de 5S: os empregados selecionados como auditores foram capacitados para terem condições de realizar auditorias com bom nível.
- Dia D: é o dia onde todos empregados da manutenção se dedicam a limpeza e a organização do local de trabalho, seguindo os conceitos do 5S.
- Certificação e Reconhecimento: a divulgação dos resultados alcançados na avaliação do programa 5S é importante para que todos os funcionários saibam o desempenho alcançado, e também funciona como uma forma de estimular as equipes buscarem por resultados cada vez melhores.

A classificação e descarte foram realizados durante o "Dia D", realizado na primeira semana de abril de 2017. Os primeiros resultados da classificação e descartes dos itens em desuso, limpeza da oficina relativos a implantação dos três primeiro "S" e do Dia D podem ser visto na figura 01.



Figura 01: Comparação antes X depois da aplicação do 5S.

Conforme mostra a figura 01, percebe-se que após o início do programa de 5S houve evolução quanto aos cinco sentidos na oficina de manutenção, a padronização e gerenciamento da rotina de trabalho no dia-a-dia, foram observados que as atividades estão ficando mais seguras, os desperdícios de estoques, movimentações, transportes, superprodução, espera, processamento desnecessário e defeito foram reduzidos. Foi observado também que os estoques e custos de materiais parados ou inutilizáveis, tais como: peças de reposição, estoques paralelos foram minimizados.

2.3.4 Aplicação da Ferramenta Gestão à Vista

Foram definidas algumas etapas para aplicação da ferramenta Gestão à Vista. Dentre as principais:

- Definido e estabelecido os indicadores de desempenho da manutenção que serão incluídos na gestão à vista, estabelecidos os padrões visuais a serem adotados. Para evitar a inclusão de vários indicadores, foi estabelecido a inclusão dos principais, MTBF, MTTR e DF.
- Definido que o planejador de manutenção seria o responsável pela coleta de todas as informações e por alimentar constantemente os indicadores e programação de serviço.
- Alinhamento com os empregados da equipe de manutenção para utilização do quadro de gestão à vista, de maneira eficiente para que sejam capazes de utilizarem ao máximo as informações para agregar valor nas atividades.

Foi adotado um modelo onde os usuários pudessem visualizar os principais indicadores da manutenção e as atividades que deveriam ser executadas, aquelas em andamento e as que foram finalizadas.

2.3.5 Aplicação da Ferramenta Diagrama de Espaguete

Para a adoção da ferramenta diagrama de espaguete foi analisado qual a atividade é realizada com maior frequência na oficina de manutenção. Sendo assim, foi analisada a atividade de manutenção da proteção do britador. Foi realizado um passo a passo de como seria o mapeamento dessa atividade, levando em consideração o total de tempo gasto para sua realização.

Etapas do mapeamento:

1º Etapa – Foi selecionado o processo a ser mapeado utilizando a ferramenta diagrama de espaguete. É uma atividade que ocorre com muita frequência, sendo assim uma melhoria nessa atividade irá representar o melhor retorno ao tempo investido.

2º Etapa – Para o desenho de toda a movimentação foi utilizada uma planta baixa, onde todo o percurso feito pelo responsável pela atividade foi desenhado e seu tempo de execução cronometrado.

3º Etapa – Foi discutido o desenho do fluxo (ver figura 02) com o responsável pela atividade, relatando a distância total percorrida e o tempo, buscando uma forma de como esse fluxo poderia ser melhorado, mudando bancadas e máquinas de lugar, trazendo materiais para perto do local de trabalho, eliminando passos de retrabalho ou mudando a ordem dos passos.

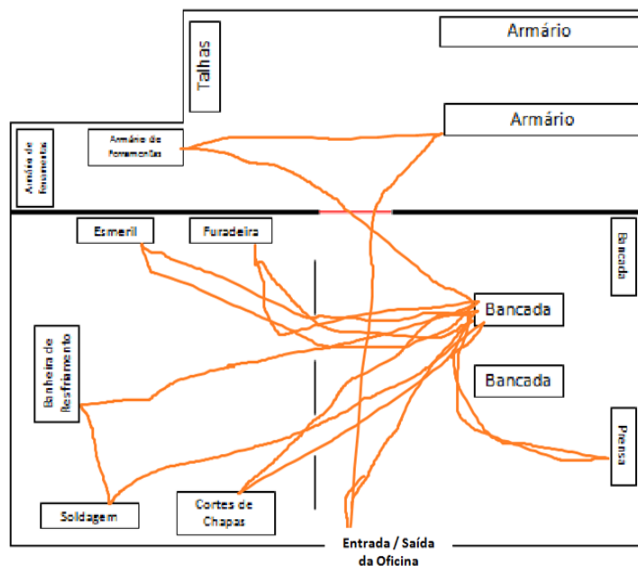


Figura 02: Layout anterior.

4º Etapa – Com base nas ideias sugeridas, foi desenhado um novo mapa do fluxo, levando em consideração como a atividade poderia ser realizada sem desperdícios e de forma mais rápida.

5º Etapa – De acordo com o novo desenho, foi verificado como ficaria a atividade realizada no novo layout seguindo o responsável pela tarefa desde o início da atividade até o final. Algumas correções tiveram que ser realizadas para aperfeiçoar mais o processo.

6º Etapa – Foi realizado um alinhamento com todos os profissionais da oficina sobre o novo layout e como ele iria melhorar a realização da atividade.

Com a nova proposta de layout (ver figura 03), foi colocada uma bancada mais próxima das máquinas de usinagem/caldeiraria, e a prensa que também estava distante, foi realocada próximo das outras máquinas de usinagem/caldeiraria, centralizando assim os serviços em uma parte da oficina, encurtando dessa forma a distância percorrida e o tempo gasto para realização da atividade.

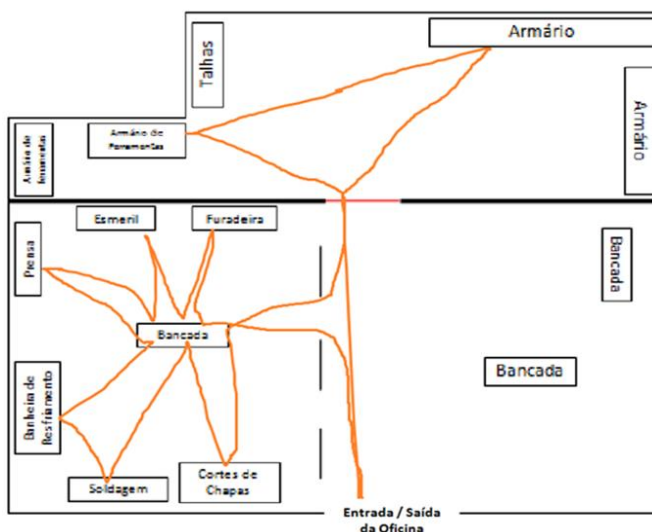


Figura 03: Novo Layout.

2.3.6 Aplicação da Ferramenta Gemba Walk

Antes não era realizado o gemba walk, antes eram realizadas visitas esporádicas por parte da Gerência, mas não eram de forma estruturada com o intuito de enxergar oportunidades no processo e no ambiente de trabalho em estudo.

A ideia de que ir ao gemba veio após o início de aplicação das ferramentas lean (5S, Gestão à Vista e Diagrama de Espaguete), ela é fundamental para melhorar a gestão na medida em que ajuda a entender como está o estado atual.

As idas ao gemba são executadas sob a orientação de um checklist. Esse checklist contém orientações do que deve ser feito durante a ida ao gemba e o que deve ser evitado. É descrito nesse formulário o que deve ser verificado durante a visita, tais como: o quadro de gestão à vista, a programação de serviço e o processo produtivo. Tem um campo para anotação de possíveis ações que devem ser realizadas com base em itens que não estão conforme, ou então alguma oportunidade de melhoria nos processos.

Com a aplicação do gemba walk foi possível melhorar a comunicação, ter mais interação da equipe, mais comprometimento das pessoas, estimular a busca por oportunidades de melhoria.

2.3.7 Análise dos Resultados

A análise dos resultados do projeto piloto foi realizada conforme solicitação gerencial, sendo acompanhada durante 06 meses, iniciando em maio e terminando em outubro de 2017.

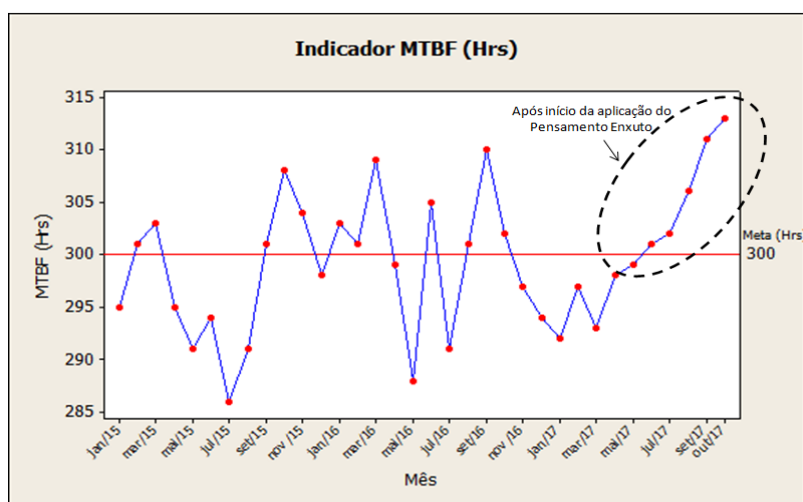


Gráfico 01: Acompanhamento MTBF.

Após o mês de abril de 2017 quando iniciou a aplicação do método do pensamento enxuto pode-se analisar uma melhora no indicador. Após o mês de abril de 2017, a média do indicador MTBF aumentou para 304,4 horas (abril a outubro de 2017), o que representa um aumento de 7,3 horas (3%) em relação a média analisada anteriormente (297,1 horas – janeiro

de 2015 a março de 2017). Isso significa uma melhora na confiabilidade da manutenção realizada pela equipe da oficina.

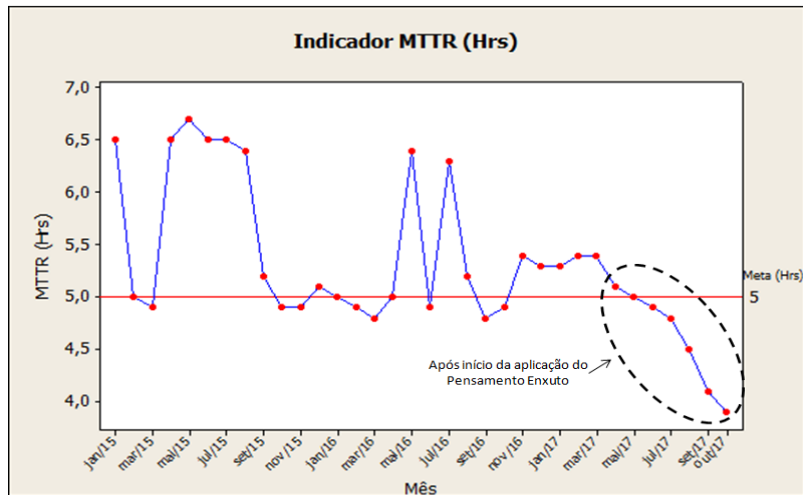


Gráfico 02: Acompanhamento MTTR.

O indicador de MTTR também pode-se observar que após o mês de abril de 2017 obteve uma melhora. A média do indicador de MTTR diminuiu para 4,6 horas (abril a outubro de 2017), o que representa uma redução de 1 hora (20%) em relação a média analisada anteriormente (5,6 horas – janeiro de 2015 a março de 2017). Isso significa uma melhora no tempo de atendimento da equipe de manutenção para realizar reparo quando ocorre alguma falha no equipamento.

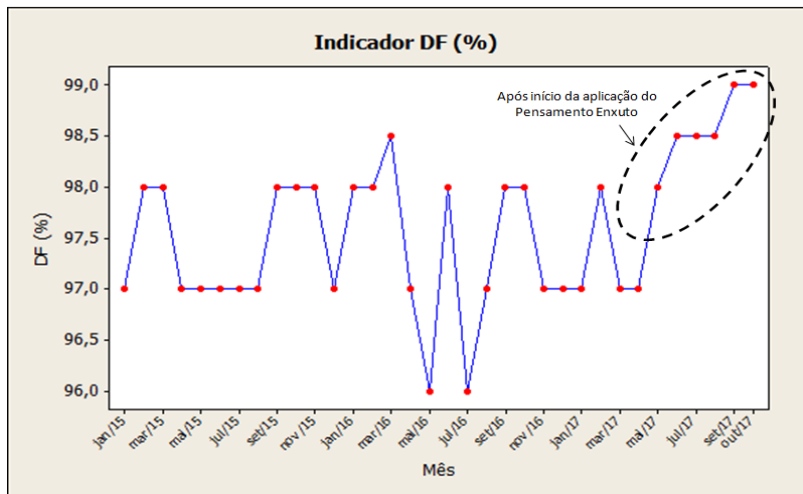


Gráfico 03: Acompanhamento DF.

Por meio do gráfico pode-se verificar que o indicador de DF aumentou para 98,3% (abril a outubro de 2017), o que representa um aumento de mais de 1% em relação à média analisada anteriormente (97% - janeiro de 2015 a março de 2017). Isso significa uma melhora na disponibilidade física dos equipamentos, o potencial de produção dos equipamentos será maior.

Foi possível perceber que com a aplicação do 5S foram reduzidos mais de 130 itens que estavam em estoque paralelo na área de manutenção, representando um valor de R\$ 51.550,00 de estoque parado.

O novo layout da oficina reduziu em 66 metros a movimentação de pessoas e peças, e o tempo em 1,7 horas, resultando em uma economia de tempo para realizar a atividade de manutenção da proteção do britador em mais de 40%.

Anteriormente 65% do tempo de trabalho da equipe da oficina de manutenção era empregado em atividades que agregam valor para a manutenção. Após a aplicação do pensamento enxuto aumentou-se para 80% esse valor. A melhora deve-se a redução de retrabalhos, redução do tempo gasto com a procura de ferramentas e redução das esperas.

3. Conclusões

Com o presente estudo foi comprovado a importância da aplicação do pensamento enxuto por meio da melhora de alguns indicadores selecionados e pela redução dos desperdícios e atividades que não agregam valor.

Reduziu-se de 32% para 15% o tempo empregado pelos profissionais em atividades que não agregam valor, muito em virtude da redução de retrabalhos, redução do tempo gasto com a procura de ferramentas e redução das esperas. A média do MTBF aumentou de 297,1 horas para 304,4 horas (+3%), a DF passou de 97% para 98,3%, o MTTR foi reduzido de 5,5 horas para 4,6 horas (-20%), o índice de manutenção corretiva foi reduzido de 32% para 24% e o custo total com manutenção reduziu em 8%. Também foi possível verificar a redução da variância dos indicadores MTBF e MTTR, passando a apresentar uma tendência de melhoria.

Foram realocados mais de 130 itens estavam na área de manutenção sem nenhum controle, ou seja, estoques paralelos. Um dos maiores custos de aplicação do pensamento enxuto foi com os treinamentos de capacitação no conceito e ferramentas do pensamento enxuto, que representou apenas 9% do ganho obtido com a aplicação do método.

4. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. 2017. Disponível em: <http://www.abcp.org.br/cms/basico-sobre-cimento/aplicacoes/aplicacoes/>, acessado em: 30/06/2017.

BRADY, D.A. 2014. *Using Visual Management to Improve Transparency in Planning and Control in Construction*. These (PhD Philosophy), University of Salford.

CHAPLE, A.P.; NARKEDHE, B.E. 2017. Value Stream Mapping in a Discrete Manufacturing: A Case Study. *International Journal Supply Chain Management*, 6(1), 55-67.

CIMENTO.ORG. 2017. Disponível em <http://cimento.org/o-mundo-do-cimento-2016-e-2017/>, acessado em 02/05/2017.

- DEGUIRMENDJIAN, S.C. 2016. *Lean Healthcare: Aplicação do Diagrama de Espaguete em uma unidade de emergência*. Dissertação (Mestrado em Enfermagem), Universidade Federal de São Carlos.
- HOEFT, S. 2012. *Histórias do Meu Sensei - Duas Décadas de Aprendizado Implementando os Princípios do Sistema Toyota*. Porto Alegre: Bookman.
- JASTI, N.V.K.; KODALI, R. 2015. Lean Production: literature review and trends. *International Journal of Production Research*, 53(3), 867-885. <https://doi.org/10.1080/00207543.2014.937508>.
- LIKER, J.K. 2016. *O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo*. Porto Alegre: Bookman.
- MORGAN, J.M.; LIKER, J.K. 2008. *Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto*. Porto Alegre: Bookman, 392p.
- MURATA, K.; TEZEL, A.; KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. An Application of Control Theory to Visual Management for Organizational Communication in Construction. Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction, vol. 2, 2017, Heraklion, Greece.
- OHNO, Taiichi. 1997. *Sistema Toyota de Produção além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman.
- RODRIGUES, M.V. 2015. *Entendendo, Aprendendo e Desenvolvendo - Sistema de Produção Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: Campus.
- SHINGO, S. 2007. *O Sistema Toyota de Produção: o ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. 2013. *Gerenciamento de Operações e de Processos: princípios e práticas de impacto estratégico*. (2 ed.). Porto Alegre: Bookman.
- WOMACK, J. 2013. *Caminhadas pelo Gemba: Gemba Walks*. São Paulo: Lean Institute Brasil.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T. 2004. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. Rio de Janeiro: Campus.