

Lean Maintenance: Proposta de acompanhamento da parada de equipamentos críticos

Danilo Ribamar Sá Ribeiro (UFSC) danilo_saribeiro@hotmail.com

Fernando Antônio Forcellini (UFSC) forcellini@gmail.com

Resumo

Lean Maintenance, sustentado em ferramentas e métodos práticos que permitem tratar os problemas em uma perspectiva sistêmica, tem um papel importante na otimização das atividades de manutenção, na redução dos custos decorrentes dos tempos de parada produtiva, no aumento da capacidade produtiva e no aperfeiçoamento da utilização de recursos. O presente estudo propõe um método de acompanhamento da parada de equipamentos críticos em uma Refinaria de alumina com base na Abordagem *Lean Maintenance*, a fim de garantir a melhor gestão das atividades e/ou recursos de manutenção por meio das ferramentas de Gerenciamento de Rotina da Manutenção e Gestão Visual. O gerenciamento de equipamentos críticos ao processo produtivo é um desafio dos gestores, uma vez que devem ser tratados de forma diferenciada.

Palavras-chave: *Lean Maintenance*, Equipamentos críticos, Gerenciamento de rotina da Manutenção, Gestão Visual.

Lean Maintenance: Proposal to manage critical equipment's turn around

Abstract

Lean Maintenance, based on practical tools and methods that allow the treatment of problems from a systemic perspective, plays an important role in optimizing maintenance activities, reducing costs due to downtime, increasing production capacity and improving use of resources. The present study proposes a method of monitoring the shutdown of critical equipment in an alumina refinery based on the Lean Maintenance, in order to ensure the best management of maintenance activities and / or resources through Maintenance Routine Management and Visual Management. The management of equipment critical to the production process is a challenge for managers, since it must be treated differently.

Key-words: Lean Maintenance, Critical Equipment, Maintenance Management, Visual Management.

1. Introdução

Para reduzir os custos e melhorar os processos, muitas empresas têm adotado *Lean* como uma abordagem útil na construção de sistemas e infraestruturas em toda a organização. A abordagem *Lean* pode ser estendida para práticas de manutenção em adição ao processo de manufatura puro. A adoção desta abordagem aplicada à manutenção é conhecida como *Lean Maintenance* (SMITH e HAWKINS, 2004; FUNEGAN *et al.*, 2006; WIEGAND *et al.*, 2007; LEVITT, 2008; ARAÚJO, 2010; SHENG *et al.*, 2010; JAHANBAKHSI *et al.*, 2013; GONÇALVES FILHO *et al.*, 2015; MOSTAFA *et al.*, 2015).

Nesta circunstância, sustentado em ferramentas e métodos práticos que permitem tratar os problemas em uma perspectiva sistêmica, *Lean Maintenance* tem um papel importante na otimização das atividades de manutenção, na redução dos custos decorrentes dos tempos de parada produtiva, no aumento da capacidade produtiva e no aperfeiçoamento da utilização de recursos.

Uma das ferramentas do *Lean Maintenance*, utilizadas para identificação e gerenciamento das perdas, visando garantir a entrega para o cliente em tempo hábil é o Gerenciamento de Rotina da Manutenção (WIEGAND *et al.*, 2007; CAMPOS, 2009).

Este artigo objetiva propor um método de acompanhamento de equipamentos críticos em uma Refinaria de alumina com base na Abordagem *Lean Maintenance* operacionalizando a gestão da rotina diária da manutenção por meio do uso da ferramenta de Gestão Visual nos quadros do Planejamento da Manutenção.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 *Lean Maintenance*

Lean Maintenance representa adoção de princípios *Lean* nas operações de Manutenção, Reparo e Revisão. Tem como objetivo reduzir o tempo de inatividade não programado, pela otimização de atividades de apoio de manutenção e custo de manutenção (JAHANBAKHSI *et al.*, 2013).

Wiegand *et al.* (2007) afirmam que *Lean Maintenance* desenvolveu-se com base na experiência de longo prazo na manutenção e com os muitos conceitos de manutenção e ferramentas modernas que estão disponíveis agora. Os autores afirmam que *Lean maintenance* não deve substituir as muitas estratégias e métodos existentes. Em vez disso, ele deve ser considerado como um procedimento que permite que estes sejam usados de uma forma orientada. Em *Lean Maintenance*, usam-se muitos dos métodos e ferramentas já conhecidos e talvez conhecer alguns novos. Mas, acima de tudo, *Lean Maintenance* adiciona dois novos aspectos do gerenciamento *Lean* ao seu sistema existente: prevenção de desperdícios e orientação da manutenção para o fluxo de valor.

Conforme a Figura 1, a minimização dos custos na operação de manutenção é uma questão de não realizar manutenção desnecessária (aumento dos custos de mão-de-obra, mais tempo de produção off-line, etc.) e também é uma questão de não faltar a manutenção requerida (redução da confiabilidade do equipamento. Embora este seja um conceito simples, alcançar esse equilíbrio é a base de *Lean Maintenance* (SMITH e HAWKINS, 2004).

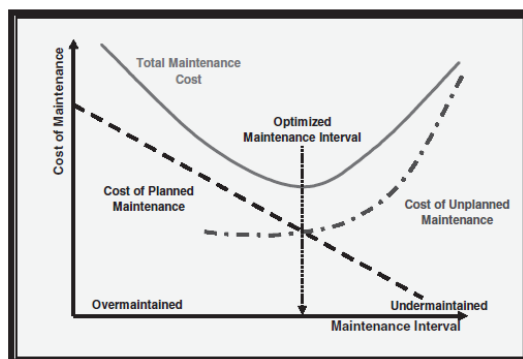


Figura 1 – Minimização dos Custos
Fonte: Smith e Hawkins (2004).

Define-se *Lean Maintenance* como entrega de serviços de manutenção para os clientes com o menor desperdício possível, promovendo a realização de um resultado desejável com menor número entradas possíveis. As entradas incluem: o trabalho, peças, ferramentas, energia, capital e gestão esforço. Os ganhos são melhoria, confiabilidade da planta, disponibilidade, e melhor repetibilidade dos processos, menos variação (FUNEGAN *et al.*, 2006; LEVITT, 2008).

Para obtenção de sucesso na implementação de *Lean Maintenance*, existem algumas ferramentas importantes, que oferecem grandes potenciais de ganho, dentre elas o Gerenciamento da Rotina da Manutenção e Padronização (SMITH e HAWKINS, 2004; WIEGAND *et al.*, 2007).

2.2 Gerenciamento da Rotina de manutenção

A busca da excelência do gerenciamento da rotina da manutenção passa pela avaliação dos processos produtivos, dos custos e da qualidade dos produtos elaborados. Assim esforços devem ser realizados em todos os setores da empresa vinculados às funções focados em qualidade, quantidade, custo e prazos de entrega programados dos produtos ou serviços. Para conseguir tais objetivos, há necessidade de manter os sistemas produtivos (equipamentos e instalações) confiáveis, disponíveis, seguros para pessoas e o ambiente (FUENTES, 2006).

Para Tavares (2005) equipamentos parados em momentos de produção programada, devido à manutenção inadequada, podem afetar a qualidade do produto produzido e, como consequência, levar à perda de clientes para a concorrência. Para o autor, a manutenção deve ser considerada como fator de qualidade e produtividade, aumentando, quando aplicada corretamente, a competitividade da empresa.

De acordo com Tavares (2005), os gestores precisam ter uma visão clara dos processos internos que compõem a manutenção e promover a integração dos processos dos mesmos através do planejamento e controle. Dirigindo o foco para a função manutenção, podemos afirmar que os indicadores de desempenho nos permitirão gerenciar a manutenção de modo eficaz, sintonizados com os objetivos estratégicos da empresa. Segundo Wiremann (2005), a Gerência da manutenção é o gerenciamento de todos os ativos adquiridos pela empresa, com base na maximização do retorno sobre o investimento nos ativos.

As paradas não programadas da linha de produção geram a queda na receita, se convertendo em prejuízos significativos. Com a ocorrência de paradas, eleva-se o custo da produção, diminuindo a produtividade, o lucro e comprometendo a qualidade dos produtos em processo. (HELMANN e MARÇAL, 2007).

Araújo e Santos (2010) afirmam que é fundamental que cada especialidade da manutenção faça um controle e custos, independente do modo que a estrutura organizacional as agrupa ou divide. O acompanhamento de custos, um dos itens de controle na manutenção, deve ser colocado na forma de gráfico para fácil visualização, mostrando pelo menos:

- Previsão de custos mês a mês;
- Realização - quanto foi efetivamente gasto em cada mês;
- Realizado no ano anterior (ou anos anteriores);

- Benchmark - qual a referência mundial, isto é, valores da empresa que tem o menor custo de manutenção nesse tipo de instalação.

O uso da Gestão Visual constitui um método útil para o Gerenciamento da Rotina da manutenção que precisam de formas eficientes de comunicação. Esses sistemas atuam como extensões para métricas e podem ser considerados como um sistema de medição dinâmico, pois eles fornecem *feedback* imediato, permitindo aos envolvidos a visualização e compreensão, tornando a situação mais transparente, ajudando a focar em processos e a priorizar o que realmente é necessário (FORCELLINI *et al.*, 2012).

2.3 Criticidade de equipamentos

Para Marques *et al.* (2006), um equipamento crítico é aquele que apresenta o maior grau de complexidade na solução de defeitos, ou aquele que fisicamente impõe dificuldades de acesso para eventual ação corretiva ou não possui equipamento reserva instalado (*stand-by*). Para o autor, a definição dos equipamentos críticos é importante para evitar redução de produtividade e competitividade da empresa.

Já para Pinto *et al.* (2002), os equipamentos que devem ser monitorados de acordo com sua criticidade e esta definição deve levar em conta fatores tais como: custo do equipamento, importância no processo produtivo, custo da intervenção, segurança, entre outros. Portanto, para atingir os objetivos estratégicos da empresa a manutenção deve mapear e classificar os equipamentos conforme sua criticidade.

Do ponto de vista da manutenção, a máquina crítica é aquela que apresenta um maior grau de complexidade na solução dos defeitos ou aquela que fisicamente impõem dificuldades de acesso para uma eventual ação corretiva (MARQUES *et al.*, 2006).

Outras máquinas trabalham em paralelo ou não fazem parte diretamente do processo e por isso se ocorrer alguma falha não irá paralisar o sequenciamento produtivo. Sendo assim não precisam de uma atenção especial. Fica fácil verificar, do ponto de vista da produção, quais são as máquinas mais críticas, ou seja, aquelas que paralisam a produção caso sofram uma quebra (MARQUES *et al.*, 2006).

A escolha do tipo de manutenção a ser aplicada em um equipamento ou máquina crítica depende de uma série de fatores técnicos ou pode ser puramente gerencial (MARQUES *et al.*, 2006).

Para Kardec, Nascif e Baroni (2002), para a seleção das máquinas que serão monitoradas devemos considerar no mínimo os seguintes aspectos: Importância da máquina no processo produtivo: qualidade e produtividade; Custo ou dificuldade de aquisição de sobressalentes; Não existência de máquinas “stand-by” (reserva); Custo da própria máquina; Custo e/ou dificuldade de intervenção; Segurança pessoal e operacional.

3. Método

A metodologia adotada para o desenvolvimento do trabalho baseou-se em fundamentação teórica e a observação participativa do gerenciamento da rotina de Manutenção de uma

Refinaria de alumina. A pesquisa foi realizada com o apoio de colaboradores da empresa ligados ao processo, durante o período de estágio de um dos autores na empresa.

Trata-se na pesquisa aplicada, já que tem o intuito de propor um método de acompanhamento de equipamentos críticos em uma Refinaria de alumina com base na Abordagem *Lean Maintenance*. Ademais, esta pesquisa utiliza uma abordagem qualitativa, que assim se caracteriza por ser descritiva, sem o uso de métodos e técnicas estatísticas, tendo o ambiente natural como fonte de dados e o pesquisador como instrumento-chave. Assim, o método utilizado nesta pesquisa é composto pelas etapas demonstradas na Figura 2.

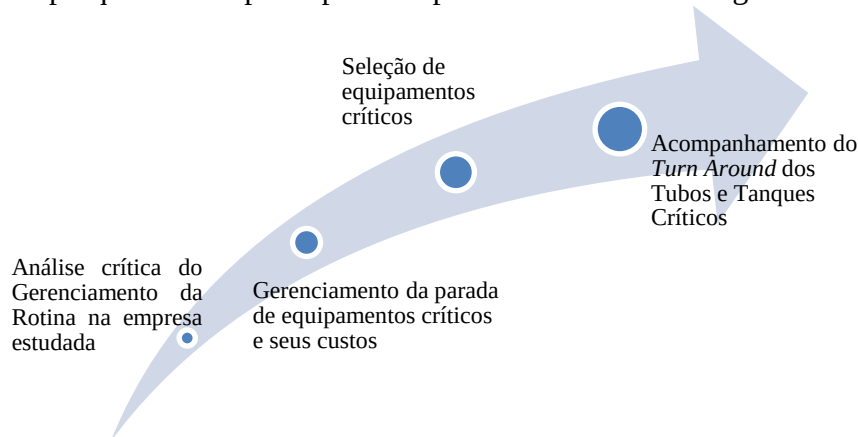


Figura 2 – Método da pesquisa
Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

4. Resultados

4.1 Análise crítica do Gerenciamento da Rotina na empresa estudada

Na Refinaria, a bauxita recebida no Porto, é refinada e transformada em alumina, matéria-prima do alumínio. A composição da Refinaria é feita pelas áreas da Digestão, Clarificação, Precipitação e Calcinação, sendo que as duas primeiras constituem o Centro Operacional da Extração (COE) e, as outras o Centro Operacional da Recuperação (COR). O minério é refinado através de um processo conhecido como Processo *Bayer*, no qual a bauxita é misturada a uma solução de soda cáustica e enviada à Digestão, onde é aquecida sob pressão, ocorrendo a dissolução da alumina.

Para melhorar o gerenciamento da rotina diária da Refinaria, existem algumas áreas-chave que poderiam torná-lo ainda mais eficaz. Estas melhorias se alinham com business case da empresa de otimizar a produtividade, mantendo a disponibilidade de fluxo e redução de custos no gerenciamento de equipamentos. Segundo Campos (2004), melhorar o gerenciamento da rotina é um dos meios de obter bons resultados destacando a garantia da qualidade, confiabilidade operacional e aumento na competitividade.

Estas melhorias permitirão a Refinaria expor os problemas mais perto, quando estes ocorrerem, acelerando na detecção e soluções de problemas, bem como assegurando a sustentabilidade dos sistemas. As mudanças não são grandes e construir bem em sistemas existentes, são elas:

O método foca no Gerenciamento de parada (*turn around*) de equipamentos críticos e seus custos da Refinaria está apenas começando a implementação de um sistema de gerenciamento de equipamentos para olhar a performance em relação ao programado, bem como os custos.

Nos departamentos, tempo de parada (incluindo a frente / trás do plano do projeto), bem como os custos, ainda não estão em um nível para permitir a resolução de problemas e voltar ao padrão. Os custos são olhados nas reuniões mensais, porém não estão sendo acompanhados visualmente.

4.2 Gerenciamento da parada de equipamentos críticos e seus custos

A manutenção é um pilar importante para o sistema de gestão da empresa estudada garantindo a estabilidade do processo. Os custos de manutenção serão os corretos para garantir um menor custo global de operação. Para Slack *et al.* (2009), o termo manutenção, parte integrante da função produção, é a forma em que as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas.

A continuidade de operação dos equipamentos críticos (Tanques e Filtros) é garantida por meio do cumprimento do plano de manutenção condicionada, onde temos rotinas de inspeção, ajustes, lubrificações, reapertos e outras, de onde podemos acompanhar o estado de nossos equipamentos, para providenciarmos as correções programadas necessárias, garantindo a estabilidade dos processos, e otimizando a vida útil dos componentes. O controle do sistema de manutenção condicionada dos equipamentos é efetuado através do aplicativo "EAM", disponível em rede, com acesso controlado através de senha.

4.3 Acompanhamento do *Turn Around* dos Tubos e Tanques Críticos da Extração

Cada equipamento tem um tempo de vida determinado considerando a condição de operação da Refinaria. Por exemplo, um lavador tem vida útil de 6 meses, se é tirado de operação antes de 6 meses, poderá se perder dinheiro porque ele estará trabalhando menos tempo, pois está usando recurso, está sendo tirado da cadeia, que acarretará na perda de Soda. Agora se tirar ele com mais de 6 meses, será necessário fazer a análise de custo benefício pois poderá ou não ganhar dinheiro mas isso depende se a performance do equipamento continua boa e se no futuro não gastará mais tempo para se fazer a limpeza (manutenção).

A área de Processamento Industrial da Refinaria possui uma grande quantidade tanques de Processo (acima de 80 tanques). Os tanques tem capacidade de estocagem e processamento variando de 16 a 12.000 m³ e manuseio de produtos diversos, tais como: soda cáustica concentrada a 50%, ácido sulfúrico concentrado a 98%, solução de aluminato de sódio, solução de ácido sulfúrico diluído, solução de floculantes, etc. Considerando que a grande maioria dos tanques de processo da Refinaria, opera com soluções concentradas de aluminato de sódio, hidrato e impureza sólida, faz-se necessário estabelecer e cumprir um plano sistemático e periódico de limpezas manuais e/ou lavagens químicas (paradas) para remover as crostas depositadas sobre as chapas metálicas e partes acessórias dos tanques resultantes do processo de agregação de camadas de hidrato e impurezas no período ciclo de vida útil operacional sob pena de perdermos a condição da continuidade operacional e também de aumentarmos significativamente os esforços do material depositado nas vigas e estruturas dos tanques.

Para realizar o acompanhamento de Parada dos tanques críticos foram definidos quais equipamentos seriam monitorados pelas áreas Extração (Clarificação e Digestão) e Recuperação (Precipitação e Calcinação). Estes equipamentos serão monitorados visualmente pelas áreas e as informações serão levadas para o gerenciamento da rotina da Refinaria, por meio do gerente de área. As Tabelas 1 e 2 apresentam os tanques críticos escolhidos.

Área	Tubos Críticos
CLARIFICAÇÃO	035F-EP-011
	035F-EP-012
	035F-EP-021
	035C-LV-011
	035C-LV-012
DIGESTÃO	025A TQ 11
	025A TQ 12
	025A TQ 13
	030A TQ 11
	030A TQ 12
	030A TQ 13

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Tabela 1 – Tanques Críticos da Extração

Área	Tanques Críticos
PRECIPITAÇÃO	045E TQ 01
	045E TQ 02
	045E TQ 03
	045 PC 50
	045 PC 51
	045 PC 61
	045 PC 80
	045 PC 81
	045 PC 71
	045 PC 90
	045 PC 91
	045 PC 101
	045 PC 120
	045 PC 121
	045 PC 111
	045B TQ 51
	045B TQ 52
	045D EP01
	045D EP02
	045D EP03
	045D EP04
	045D EP05
	045C EP01

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Tabela 2 – Tanques Críticos da Precipitação

Os tanques são considerados críticos porque estes fazem parte do circuito de licores, considerados os tanques mais importantes da Refinaria. Qualquer tanque destes que se perde impactará diretamente em produção, em *yield*, na instabilidade da planta e restrição de fluxo.

Assim sendo, a Figura 3 foi planejada para monitorar a manutenção, por meio da Gestão Visual, deste equipamento de fundamental importância para a Refinaria.

Tanques Críticos	Turn Around (dias)				Causa Direta	Contramedida	Custo (R\$)		
	Padrão	Plano	Real	Status			Plano	Real	Atraso

Figura 3 - Acompanhamento dos equipamentos críticos
Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Turn Around (em dias) representa a quantidade em dias que o equipamento ficará em manutenção, ou seja, parado. Padrão é a quantidade de dias que normalmente o equipamento fica parado, valor previsto com base em série histórica da área. Plano é quantidades de dias planejados pela equipe de manutenção. Real é a quantidade real de dias que o equipamento ficou em manutenção e *Status* é a diferença entre valor planejado e o real, comumente denominada de variação. Se, a variação for valor planejado for maior que o real significa que desfavorável, se planejado for menor real significa favorável.

A finalidade principal do valor padrão é controle do tempo de parada dos equipamentos críticos. Fixando assim, bases de comparação entre o valor padrão, planejado e real. Portanto monitorar o valor padrão é um instrumento de controle do tempo em dias. O confronto ou a variação desses valores faz transparecer as ineficiências de produtividade.

Causa Direita significa ir até a fonte do problema para focar as causas reais. Contramedidas são informações que visam colocar de volta no caminho certo rapidamente, e/ou permanentes, visando promover uma melhoria sustentável.

Custos (R\$) corresponde aos custos com mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção. Plano é a quantidade em Reais planejada pela equipe de manutenção, isto é, custo orçado do Trabalho. Real é a quantidade real gasta quando o equipamento ficou em manutenção, isto é, custo real do Trabalho. Atraso é o custo despendido com o atraso em relação aos dias planejados e realizados.

Cada mês deve-se realizar a troca (manutenção) de quase 800 tubos. Ao todo, a Refinaria possui aproximadamente 100 mil tubos. Se não trocar os 800 tubos por mês, estes não estarão disponíveis no futuro, o que comprometerá o processo da área Digestão, ocorrendo uma restrição de troca térmica e de fluxo.

Na Refinaria tudo é interligado, o que caracteriza o processo Bayer que é um circuito fechado. Até certo tempo, a falta da troca de tubos pode não dar problema algum, mas na hora que der problema a produção da Refinaria parará. Como são vários, o gerenciamento destes tubos é feito por um *software*. Caso a troca de tubos não for bem gerenciada, os problemas começarão a aparecer. Como por exemplo, tubos obstruídos que tiram o Trocador de operação, comprometendo o fluxo e a produção.

A Figura 4 apresenta um cronograma anual de troca de tubos que deve ser inserido no Gerenciamento de Rotina da área da Digestão e para a área da Precipitação deve ser utilizado para verificar os tanques. Exemplificando, ao realizar a limpeza de um espessador, só que tem uma máquina que é útil na quebra de crostas teve um problema. O plano era terminar dia 10 de julho, se não conseguir a máquina até a amanhã, terminará dia 12 de julho. O impacto disso é que não poderá colocar o espessador para funcionar no dia que estava programado. Verificando este problema no Gerenciamento de rotina, ele poderá ser resolvido.

Cronograma anual Troca de Tubos/ tanques							Causa Direta	Contramedida	Custo (1000 R\$)	
Mês	Plano	Real	Status	Acumulado Ano		Status			Plano	Real
				Plano	Real					
Jan										
Fev										
Mar										
Abr										
Mai										
Jun										
Jul										
Ago										
Set										
Out										
Nov										
Dez										

Figura 4 - Acompanhamento Anual da Troca de Tubos/ Tanques

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

O Cronograma Anual tem como finalidade monitorar a quantidade de equipamentos críticos que foram para manutenção durante os meses do ano. Plano representa a quantidade de equipamentos críticos planejados para manutenção no mês corrente e Real é a quantidade real de equipamentos críticos que ficaram em manutenção no mês;

Acumulado Ano representa o valor acumulado é calculado pela soma dos valores mensais ao longo dos doze últimos meses. Por exemplo, o Valor Acumulado Plano de Março é igual ao somatório do valor Plano de Janeiro e Plano Fevereiro e Valor Acumulado Real de Março corresponde a soma do Valor Real de Janeiro e Real Fevereiro.

Status é a comparação entre valor planejado e o real, comumente denominada de variação. Se, a variação do valor planejado for maior que real significa que desfavorável, se planejado for menor que o real significa favorável.

Custos (R\$) corresponde aos custos mensais com mão-de-obra, ferramentas e instrumentos, material aplicado nos reparos, custo com subcontratação e outros referentes à instalação ocupada pela equipe de manutenção.

Após o preenchimento dos dados discriminados acima, as áreas poderão obter a Evolução do Plano Anual através de um gráfico de linha com acompanhamento mensal do valor acumulado do plano no ano e valor acumulado real no ano, conforme apresentado na Figura 5.

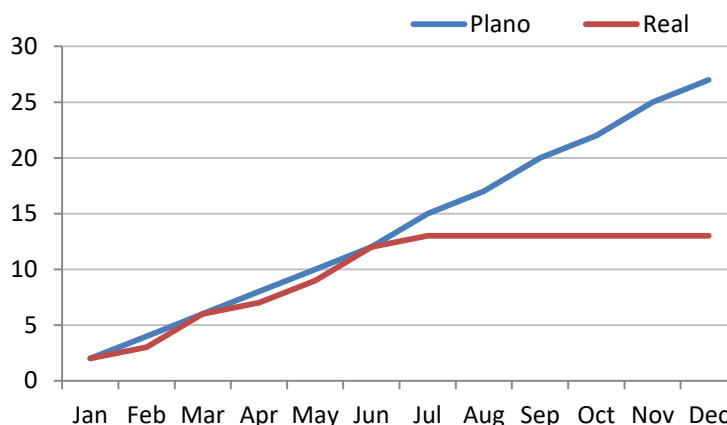


Figura 5 - Exemplo de Evolução do Plano Anual do número de equipamentos

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

É fundamental a Manutenção fazer um acompanhamento ou controle de custos de forma gráfica para fácil visualização (ARAÚJO E SANTOS, 2010). A Figura 6 representa bem esta afirmação, e mostra a evolução referente a cada mês, facilitando o acompanhamento da evolução do plano de custos despendidos nas manutenções dos equipamentos.

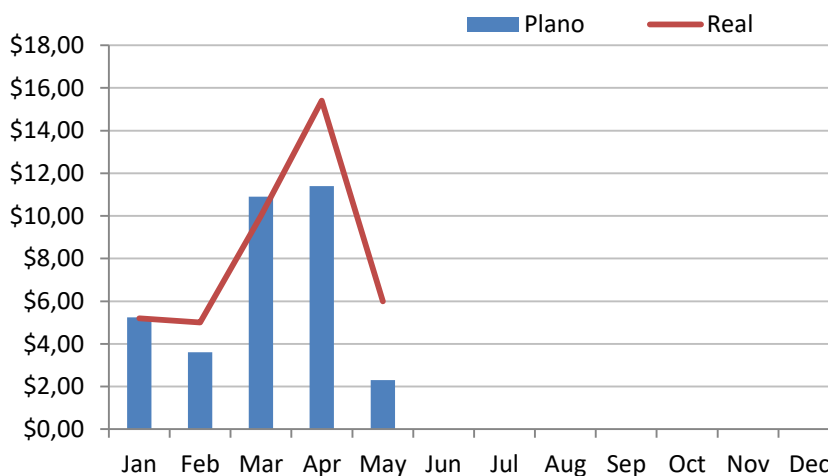


Figura 6 - Evolução do Plano de Custos (R\$)

Fonte: Elaborado pelos autores (2017)

Durante a semana é realizada reunião de Planejamento de Atividades que conta com a participação de toda a liderança, incluindo gerentes e supervisores da operação e manutenção. Nela são comentados os *status* das atividades em ocorrência, as atividades futuras, seus custos. A Figura 7 é uma planilha apresentada na reunião que contém as *tags* dos equipamentos, a atividade da semana e o status da manutenção. Esta planilha deverá estar juntas com os quadros e gráficos no gerenciamento de rotina diária das áreas e um compilado na Gerência da Refinaria.

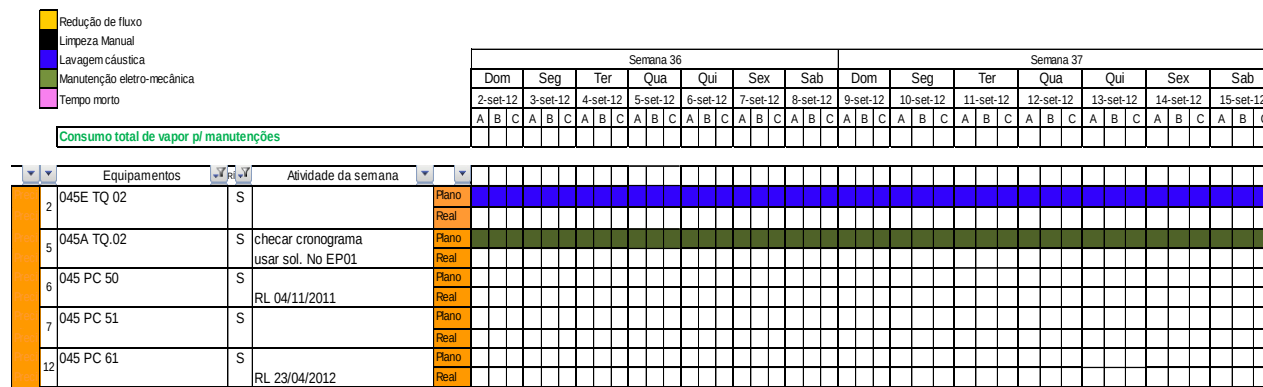


Figura 7 - Planejamento de Atividades da Refinaria

Fonte: Empresa estudada (2017)

5. Conclusões

A proposição deste trabalho foi a de contribuir com um método de gerenciamento da parada de equipamentos críticos do processo produtivo de alumina de uma Refinaria por meio da Gestão Visual com base na Abordagem *Lean Maintenance*. Neste sentido, os objetivos do trabalho foram atendidos, visto que houve a contribuição na construção de um método de acompanhamento flexível e de fácil utilização que permite a rápida visualização de resultados de maneira qualitativa e quantitativa.

Elaborou-se o método proposto ouvindo a opinião dos colaboradores, responsáveis pelo uso diário da ferramenta desenvolvida. Na ótica dos autores, este método terá um impacto muito significativo quando implementadas nas áreas de Manutenção da Refinaria. Vale ressaltar que com o avançar do tempo, deve ser sempre revisto e incorporado de novas ideias, conseguindo alcançar um excelente nível no que toca à utilização de boas práticas de gestão visual.

A partir desta pesquisa e da experiência de sua realização, propõem-se novos trabalhos, que possam ser executados na empresa ou em projetos que utilizem o Gerenciamento da Rotina da Manutenção no sentido de ampliar os horizontes de pesquisa do presente trabalho, por meio de estudos mais específicos, direcionados a esta ferramenta, tais como: Realizar a implementação do método proposto na pesquisa e analisar o processo de execução da ferramenta na Refinaria, bem como aplicá-lo em outras empresas..

Referências

ARAÚJO, I. M.; SANTOS, C. K.. *Apostila virtual de Manutenção elétrica industrial*. Disponível em: <http://www.dee.ufrn.br/~joao/manut/>. Acessado em: 16 de maio de 2013.

ARAÚJO, S. M. F. *Implementação de um Sistema de Manutenção Lean na SNA Europe [Industries] S.A.* Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto – Portugal, 2010.

CAMPOS, V. F. *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia*. 8. Ed. Nova Lima/MG: INDG tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

FORCELLINI, F. et al. *Gestão visual: uma proposta de modelo para facilitar o processo de desenvolvimento de produtos*. In: Conferência Nacional de Integração do Design, Engenharia e Gestão para Inovação, 2012.

FUENTES, F. F. S. *Metodologia para inovação da gestão da manutenção industrial*. Tese de Doutorado. PPEM, Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

FUNEGAN, T.; HUMPHRIES, J. *Synergies for step change gets Lean*. Institute of Industrial Engineers. pp. 27-31, Oct, 2006.

GONÇALVES FILHO, M.; DA SILVA, F. A.; MACHADO, L.; OLIVEIRA, R.I.; SILVA, R. G.; SANTOS, N. C.; CAMPOS, F. C. Revisão Bibliográfica da Manutenção em Ambiente de Manufatura Enxuta. Revista Espacios. Vol. 36 Nº 07, 2015.

HELMANN, K. S.; MARÇAL, R. F. M. *Método multicritério de apoio à decisão na gestão da manutenção: aplicação do método electre I na seleção de equipamentos críticos para processo*. Revista Gestão Industrial, v. 3, n. 1, 2007.

JAHANBAKHSH, M.; MOGHADDAM, N.; SAMAIE, H. M. *Lean maintenance (case study: Teen Dairy Industry Co.)*. International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 2013.

LEVITT, J. *Lean Maintenance*. Elsevier Butterworth-Heinemann. Industrial Press, Inc. New York., 2008.

MARQUES, A., MARÇAL, R. F., NETO, A., & PILATTI, L. *Os principais equipamentos utilizados nas empresas de beneficiamento de mármore e granito, suas funções e importância no processo*. Anais do XIII SIMPEP-Simpósio de Engenharia de Produção, 2006.

MÁRQUEZ, A. C.; LEÓN, P. M.; FERNÁNDEZ, J.F.; MÁRQUEZ, C. P; GONZÁLEZ, V. *The Maintenance Management Framework: a Practical View to Maintenance Management*. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 15, n. 2, p. 167-178, Spain, 2009.

MOSTAFA, S.; DUMRAK, J.; SOLTAN, H. *Lean maintenance roadmap*. 2nd International Materials, Industrial, and Manufacturing Engineering Conference, MIMEC2015, Bali Indonesia, 2015.

PINTO, A. K.; XAVIER, J. A N. *Manutenção: Função Estratégica*. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

SHENG, T. L.; TOFOYA, J. *The secret of manufacturing excellence: Lean maintenance*. Paper presented at the International Symposium on Semiconductor Manufacturing (ISSM), Tokyo, 2010.

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

SMITH, R.; HAWKINS, B. *Lean maintenance: reduce costs, improve quality, and increase market share*; Life cycle engineering; Elsevier Inc., 2004.

TAVARES, L. A. *Manutenção centrada no negócio*. Rio de Janeiro: Novo Polo Publicações e Assessoria Ltda, 2005. 157 p.

WIEGAND, B.; LANGMAAK, R.; BAUMGARTEN, T. *Lean Maintenance System: Zero Maintenance Time – Full Added Value*; Lean Management Institut Stiftung; 2007.

WIREMAN, T. *Benchmarking Best Practices In Maintenance Management Hardcover*, Industrial Press. 2003.