



**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM MBA EM GESTÃO DA
MANUTENÇÃO**

ALLAN CAVALCANTE LOBO

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO: APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE
MANUTENIBILIDADE PARA MELHORIA DA MANUTENÇÃO
CORRETIVA.**

Salvador

2018

ALLAN CAVALCANTE LOBO

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO: APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE
MANUTENIBILIDADE PARA MELHORIA DA MANUTENÇÃO
CORRETIVA.**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de pós-graduação do MBA em Gestão da Manutenção do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito final para obtenção do título de especialista.

Orientadora: Prof^a. M.Sc. Marinilda Lima

Salvador

2018

GESTÃO DA MANUTENÇÃO: APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS DE MANUTENIBILIDADE PARA MELHORIA DA MANUTENÇÃO CORRETIVA.

Allan Cavalcante Lobo¹

Marinilda Lima²

RESUMO

Uma boa gestão dos indicadores de manutenção industrial é fundamental para o sucesso da equipe de manutenção. Existem diversos indicadores utilizados nas empresas com intuito de manter um melhor desempenho do setor e é através destes que se consegue quantificar e mensurar os processos e, conseqüentemente tomar decisões. Os indicadores de desempenho de manutenção mais usuais são: Disponibilidade, MTBF (Mean Time Between Failure), MTTR (Mean Time to Repair), confiabilidade, retrabalho e custos. Assim, este trabalho tem objetivo efetuar um estudo de caso atrelado aos critérios de Manutenibilidade que tem como seu principal indicador o MTTR e a utilização de uma ferramenta importante como método de controle de processos: o ciclo PDCA (planejamento, execução, verificação e atuação). As ações de planejamento pós-falha de um equipamento podem ser previamente definidas com uma gestão de recursos eficaz que consegue avaliar qualitativamente a manutenibilidade do processo. Uma das principais ferramentas para um bom planejamento da manutenção corretiva é a Inspeção preventiva, através desta a falha é identificada e junto com uma equipe multidisciplinar planeja os recursos e as atividades a serem executadas. Espera-se que esta pesquisa possa ajudar gestores, coordenadores, supervisores e técnicos de manutenção a melhorar a disponibilidade e reduzir os custos de manutenção através da aplicação da manutenibilidade em manutenção corretiva planejada.

Palavras-chave: Manutenibilidade, PDCA, Indicadores, MTTR, Manutenção corretiva e planejamento.

¹ Pós-Graduando em MBA Gestão da Manutenção. Centro Universitário SENAI Cimatec. E-mail: allanclobo@yahoo.com.br.

² Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial. Pós-Graduada em Gestão da Manutenção. Pesquisa e docência. Centro Universitário SENAI CIMATEC. E-mail: marinilda.lima@fieb.org.br.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente a manutenção vem passando por grandes modificações ao decorrer dos anos. Para Xenos (2014) os principais objetivos que levaram a essas modificações são: assegurar que os equipamentos continuem a desempenhar suas funções, com segurança e otimização dos custos, garantir a qualidade do produto final e integridade do meio ambiente. Já Costa (2013) sinaliza que os principais objetivos são: alta confiabilidade operacional do equipamento, longevidade dos ativos físicos da empresa e redução de custos. Esses objetivos atrelados fazem com que se reduzam os prazos de entrega, utilização de menos recursos e garantem preços competitivos.

Existem vários tipos de manutenção, caracterizado de como a intervenção ocorre no equipamento. Para Kardec (2017), os principais tipos são: preditiva, preventiva, corretiva planejada e não planejada, detectiva e engenharia de manutenção. Este trabalho foca na manutenção corretiva com ênfase na Manutenibilidade, ou seja, na manutenção corretiva planejada que busca reduzir a energia envolvida na correção do sistema. Segundo a NBR 5462 (1994), a manutenibilidade é a capacidade de um item ser mantido ou recolocado em condições de operar de acordo com suas funções requeridas, sob condições de uso pré-definida, quando a manutenção é executada sob condições determinadas e mediante os procedimentos e meios prescritos.

De acordo com Souza e Filho (2012):

A Manutenibilidade é um conceito amplo, que busca minimizar toda a energia envolvida na parada de um ativo físico, e não apenas de reduzir o tempo de reparo ou de máquina parada. A redução do tempo de parada é possível, porém, com uso muito alto de recursos humanos, sobressalentes, máquinas de suporte, ferramental especial, equipamentos de teste, o que consequentemente, leva a um aumento significativo de custos. (SOUZA E FILHO, 2012, p. 2).

1.1 JUSTIFICATIVA

Devido às perdas de produção por paradas inesperadas e aumento dos custos por reparo, os gestores de manutenção vem adotando ferramentas e metodologias com intuito de buscar melhorias da manutenção corretiva.

1.2 OBJETIVO GERAL

O trabalho tem por objetivo analisar em que medida os critérios de Manutenibilidade impactam na melhoria da disponibilidade e na redução de custos de manutenção corretiva planejada. O artigo também demonstra o estudo de caso atrelado aos critérios de Manutenibilidade que tem seu principal indicador o MTTR e a utilização de uma ferramenta importante como método de controle de processos: o ciclo PDCA.

2 DESENVOLVIMENTO

De acordo com Xenos (2014) uma boa gestão da manutenção tem como um dos pilares principal o plano de manutenção dos equipamentos da unidade. A elaboração e execução do plano de manutenção visa atender alguns objetivos.

A elaboração e execução do plano de manutenção permitem que as empresas alcance seus objetivos de sobrevivência e lucratividade, isso faz com que se tenham menos falhas nos equipamentos e conseqüentemente não prejudica o custo, a qualidade, a segurança e o meio ambiente.

Para Xenos (2014) o plano de manutenção tem como base principal as ações preventivas que buscam minimizar ou eliminar as falhas antes que estas ocorram.

Segundo a NBR 5462(1994), o conceito de falha está de acordo com as causas para ocorrer uma falha podem ser obtidas em três grandes categorias. Vale destacar que, não é intuito deste trabalho obter as causas fundamentais de uma falha, e sim buscar formas de reduzir a energia envolvida quando a mesma ocorre utilizando o conceito de Manutenibilidade e o PDCA. Um bom gerenciamento da manutenção é de fundamental importância para que as falhas possam ser evitadas ou tratadas quando ocorrem, para que isso ocorra, deve-se ter um plano de manutenção dos equipamentos.

Xenos (2014) destaca que a manutenção corretiva pode ocorrer em duas situações: quando o equipamento apresenta um desempenho abaixo do esperado, conhecida como corretiva planejada, ou quando o mesmo para totalmente de operar, corretiva não planejada.

2.2 MANUTENABILIDADE APLICADA A MANUTENÇÃO CORRETIVA

Para Souza e Filho (2012) a manutenibilidade é um conjunto de ações focadas que pode ser entendida como a solução para o planejamento de uma manutenção corretiva, onde se busca reduzir a energia envolvida para realizar um reparo ou tarefa envolvida. Para Xenos (2014), para atingir uma meta, reduzir o custo de manutenção, reduzir o número de falhas, entre outras, é preciso seguir as quatro etapas do PDCA.

Segundo Lemos (2010), a manutenibilidade é uma característica do design do equipamento e instalação que expressa a probabilidade de que um sistema retome o seu funcionamento normal num intervalo de tempo, quando sujeito a uma manutenção que utiliza procedimentos e recursos pré-definidos.

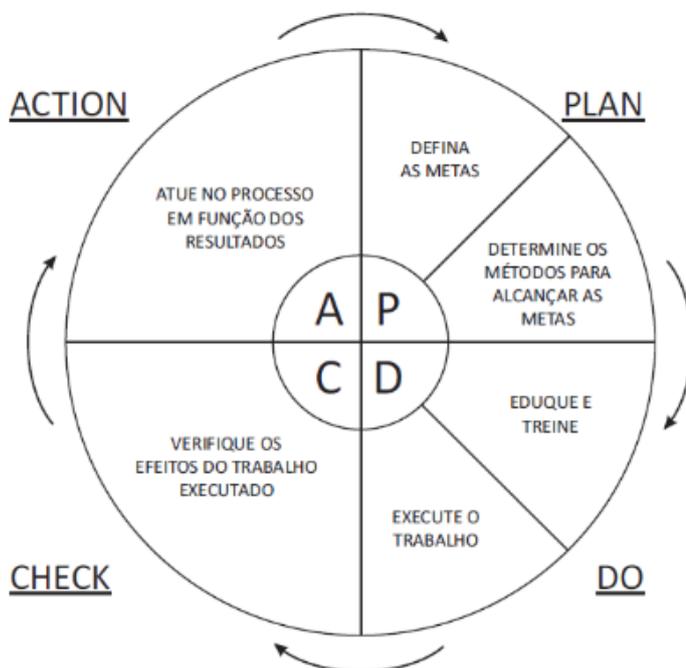
De acordo com Moschin (2015), toda a intervenção realizada em um equipamento precisa ser realizada de maneira tal que o mesmo volte a operar desempenhando sua função requerida, se possível, durante toda próxima campanha.

O diagrama de análise da tarefa proposto por Souza e Filho (2012) é um processo de identificação das etapas e suas atividades de forma a reconhecer quais as atividades que mais impactam no desenrolar do processo de execução. Através do diagrama é identificado o tempo gasto em cada uma das etapas de um reparo. No diagrama devem-se analisar as etapas mais impactantes e realizar algumas perguntas que identificam soluções ou metas a serem atingidas.

2.3 CICLO PDCA COMO MÉTODO DE CONTROLE DE PROCESSO

Tahashi e Osada (1993) *apud* Nogueira (2012) definem que o ciclo PDCA, também conhecido como ciclo de Deming, é um ciclo de desenvolvimento que tem cernem na melhoria contínua de um processo produtivo, de um projeto ou de um equipamento. Assim esta definição será aplicada com intuito de melhorar os resultados de manutenção no que diz respeito ao planejamento de atividades (plan), execução do serviço (do), inspeção dos equipamentos (check) e o acompanhamento das atividades realizadas (action), conforme ilustrado na figura 1.

Figura 1 - PDCA: Método de controle de processos



Fonte: Campos (2013)

3 METODOLOGIA

Como aporte metodológico o estudo utiliza os conceitos de Manutenibilidade em consonância com a utilização da ferramenta PDCA, atrelados as inspeções preventivas com intuito de se antecipar aos problemas que um equipamento pode apresentar durante sua operação e desta maneira poder realizar um planejamento para reduzir toda a energia envolvida em questão.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em 2017, em uma empresa química de fertilizantes situada no Brasil e atende ao mercado do Norte e Nordeste. A empresa produz em média 800 toneladas por dia de NPK (macronutrientes primários) no grão e o lucro cessante desta unidade por dia é de R\$ 90.000,00. Para Corrêa (2016), o NPK são macronutrientes primários, ou seja, aqueles que têm proporção maior, e são eles: o Nitrogênio (expresso na fórmula elementar N), o Fósforo (expresso na fórmula de óxido P₂O₅) e Potássio (expresso na fórmula de óxido K₂O). Essa empresa produz fertilizantes em regime de 24 h por dia durante 11 meses no ano, pois durante um mês (normalmente no primeiro trimestre) é realizada uma parada

total da unidade para se realizar as intervenções necessárias. Normalmente no primeiro trimestre para as empresas de fertilizantes que atendem a região Nordeste do Brasil há uma demanda de entrega baixa de fertilizantes. Mesmo com um ano de altos e baixos na economia brasileira, segundo a Associação Nacional para Difusão de Adubos (Anda, 2017), o mercado de fertilizantes teve um ano estável, subindo apenas 1% em relação às entregas de fertilizantes do ano anterior.

No presente estudo foi analisada uma falha real em um equipamento denominado como tambor granulador. De acordo com Corrêa (2016), o tambor granulador como nome diz, tem como função granular a matéria prima, tais como ácido, amônia, cloreto de potássio, superfosfato em pó, entre outras matérias primas que vai de acordo com o produto a ser produzido. Corrêa (2016) afirma que o granulador tipo tambor tem como objetivo obter grãos homogêneos concentrados em NPK e características como eficiência na granulação, tempo de residência relativamente alto, grandes secções transversais e custo de manutenção relativamente baixo. A Figura 2 a seguir exemplifica o tambor granulador semelhante ao de estudo em questão.

Figura 2 - Tambor Granulador (modelo)



Fonte: <http://www.compound-fertilizer.com/products/compound-fertilizer-equipment/22.html>

(2018)

O estudo do tambor granulador se justifica devido as várias “quebras” que aconteciam de maneira desordenada no tambor e a equipe de manutenção somente atuava apenas de maneira corretiva, sem identificar uma forma de reduzir o tempo de equipamento parado, ou seja, o MTTR. O custo de manutenção real mensal da planta (preditiva, preventiva e corretiva) em 2015 foi de R\$ 350.000,00 onde a meta era de 280.000,00 e o MTTR da unidade em 2015 foi de 3 horas, a meta era de 2,2 horas, o MTTR citado é a média do tempo de reparo para colocar a unidade em operação, não necessariamente as horas referentes ao equipamento em questão, ou seja, o granulador. O intuito deste trabalho é aplicar o conceito de manutenibilidade após uma falha de um determinado equipamento com intuito de conseguir atingir as metas de manutenção pré-estabelecidas.

Neste sentido, devido aos resultados abaixo das metas de manutenção, conforme histórico de falha do equipamento, ao alto MTTR e o alto custo de manutenção, o estudo de caso apresentado neste trabalho teve como abordagem o tambor granulador. O estudo faz uma análise comparativa quando ocorreu a falha, porém, no primeiro momento o reparo da falha foi tratado sem a utilização do conceito de manutenibilidade e do ciclo PDCA, já na segunda análise foi contemplado o conceito de manutenibilidade e a utilização do ciclo PDCA.

O histórico do equipamento é realizado através de ordens de serviços (O.S.). A falha a ser estudada ocorreu de maneira semelhante no passado e foi tratada como manutenção corretiva não planejada. A duração da atividade foi de 11 horas e 30 minutos. A Tabela 1 a seguir ilustra a ordem de serviço do tambor granulador e nesta consta a descrição, o tempo, o solicitante e os executores do serviço.

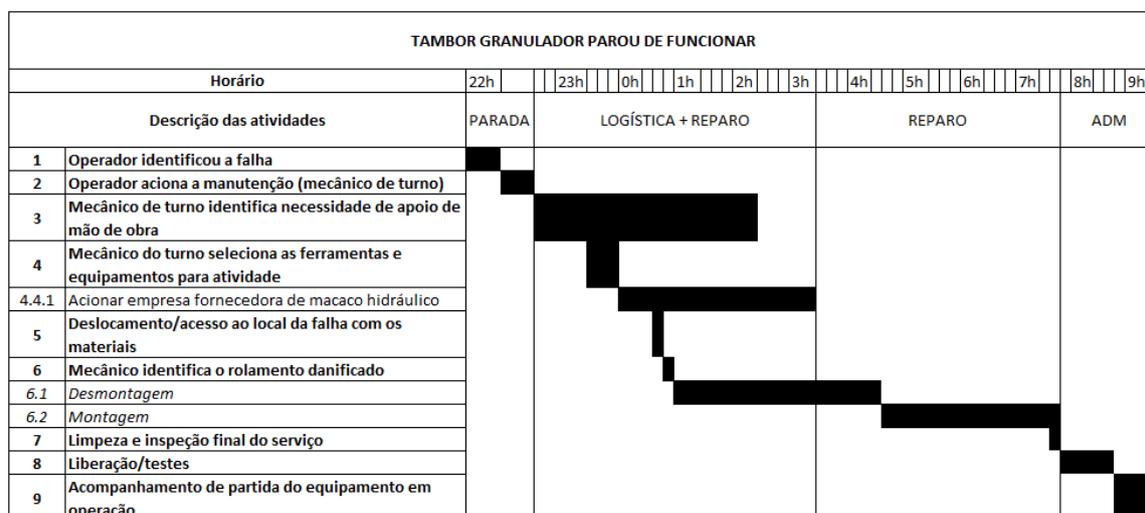
Tabela 1 – Planilha de cadastro de Ordens de serviços da manutenção corretiva

CADASTRO DE ORDENS DE SERVIÇOS EXECUTADO / PENDENTE - MECÂNICA											
Situação	Nº O.S	TAG	Equipamento	Problema	Descrição do serviço	Data da Solicitação	Data da Conclusão	Horário da parada	Horário de liberação	Solicitante	Executante dos Serviços
EXECUTADO	37150	TG - 5001	Tambor Granulador	Granulador parou de funcionar	Substituição de roda de apoio LOA, pista de saída	08/08/2015	09/08/2015	22:00	09:30	Operador II	1 Mecânico de Turno; 2 Mecânicos ADM

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

O equipamento parou às 22:00 h do dia 08 de agosto (sábado) de 2015 e só foi restabelecido às 09:30 h do dia seguinte. No diagrama de análise de tarefa Figura 3, verifica-se como ficou a distribuição dos tempos para cada etapa realizada.

Figura 3 – Diagrama de análise da tarefa – Manutenção corretiva não planejada



Fonte: elaborado pelo autor (2017)

Os principais impactos dos serviços realizados podem ser visualizados de acordo com a Figura 2, foram:

- Deslocamento de mecânicos para fábrica (1 h e 45 min);
- Acionamento e deslocamento de fornecedor de macaco hidráulico (3 h e 15 min);
- Tempo para substituição do rolamento (6 h e 30 min).

Tabela 2 – Rota de Inspeção de Equipamentos

ROTA DE INSPEÇÃO DOS EQUIPAMENTOS MECÂNICOS E MOTORES ELÉTRICOS										
INSPECTOR _____		DATA _____								ÁREA / SETOR _____
TAG / SETOR	EQUIPAMENTO	REFERÊNCIA	NÍVEIS DE RUÍDO			SUJEIRA		TEMPERATURA		OBSERVAÇÕES
			NORMAL	MODERADO	ALTO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
TG-5001	ROLOS DE APOIO LOA PISTA DE SAÍDA									

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Após quebras inesperadas dos equipamentos da unidade, foi elaborada uma rota de inspeção (Tabela 2) em 2015. A rota de inspeção ocorre diariamente e sempre inicia às 8 horas, esta é feita por colaborador capacitado para realizar tal atividade, nesta é necessário utilizar alguns recursos, tais como: estetoscópio

eletrônico, caneta vibratória e termômetro infravermelho, além dos sentidos: visão, tato, audição e olfato.

No dia 08 de agosto de 2017 a falha se repetiu na mesma roda de apoio do Tambor Granulador, porém desta vez, a falha foi identificada previamente pelo inspetor de equipamentos. Na Figura 4, o diagrama de análise da tarefa mostra como as atividades foram distribuídas ao longo do tempo com a falha identificada previamente.

Figura 4 – Diagrama de análise da tarefa – Manutenção corretiva planejada

ROLAMENTO FORA DA RODA DE APOIO E COM TEMPERATURA ALTA DO TAMBOR GRANULADOR															
Horário		10h			11h		12h		13h		14h		15h		16h
Descrição das atividades		IDENTIFICAÇÃO DA FALHA			LOGISTICA		ALMOÇO				REPARO				ADM
1	Inspetor identifica a falha	■													
2	Inspetor informa ao supervisor de manutenção sobre a falha		■												
3	Supervisor de manutenção convoca reunião com as partes interessadas para alinhar os recursos para realizar intervenção			■											
4	Fabricação de "pau de carga" em viga "I" para realizar movimentação da roda guia				■										
5	Aluguel de macaco hidráulico					■									
6	Levar roda guia reserva para o local da falha						■								
7	Separar ferramentas necessárias para intervenção (chaves, catraca, cinta e trapo)							■							
8	Substituição da roda de apoio								■						
9	Liberação/testes									■					
10	Acompanhamento de partida do equipamento em operação														■

Fonte: Elaborado pelo autor, (2017)

Às 10 horas do dia 8 de agosto a falha foi encontrada no rolamento instalado em um dos rolos de apoio do Granulador situado no lado oposto ao acionamento e na pista de saída, a falha foi identificada através de termômetro infravermelho e de forma visual, pois foi detectado que o rolamento tinha saído do alojamento interno da roda de apoio. A temperatura do rolamento no momento era de 80 °C e a média da temperatura em condições normais dos outros rolamentos equivalentes situados no mesmo equipamento era de 40 °C. O rolamento ao sofrer um determinado esforço “empurrou” a tampa da roda e ficou trabalhando fora do interior da roda de apoio. Neste caso não era possível utilizar o estetoscópio ou a caneta vibratória, pois a

concepção de instalação do rolamento auto compensador de rolos 22324 era no interior da roda de apoio e não em mancal.

Após a identificação da falha, o inspetor acionou o supervisor de manutenção e juntos convocaram uma reunião extraordinária com as partes interessadas, que segundo o PMBOK (2013) tem como exemplo: supervisor e coordenador de produção, trabalhadores de manutenção, operadores de fábrica e pessoal de central de atendimento (almoxarifado e ferramentaria). Essa reunião ocorre com intuito de facilitar a tomada de decisões.

Após a reunião com as partes interessadas, ficou definido que o equipamento teria condições de operar por mais 3 horas com segurança, desta forma, ficou alinhado que a parada do equipamento seria às 13:00 horas, logo após o horário de almoço dos colaboradores da manutenção. A Tabela 3 a seguir mostra o cadastro da ordem de serviço do serviço realizado de maneira planejada.

Tabela 3 – Planilha de cadastro de Ordens de serviços da manutenção corretiva planejada

CADASTRO DE ORDENS DE SERVIÇOS EXECUTADO / PENDENTE - MECÂNICA											
Situação	Nº O.S	TAG	Equipamento	Problema	Descrição do serviço	Data da Solicitação	Data da Conclusão	Horário da parada	Horário de liberação	Solicitante	Executante dos Serviços
EXECUTADO	41179	TG - 5001	Tambor Granulador	Rolamento fora da roda de apoio e com temperatura alta.	Substituição de roda de apoio LOA, pista de saída	08/08/2017	08/08/2017	13:00	16:00	Inspetor	1 Mecânico de turno; 3 Mecânicos ADM

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Com as atividades planejadas, ou seja, com os recursos em mãos a atividade durou apenas 3 horas, conforme citado no Cadastro de ordens de serviços.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a implantação das inspeções preventivas, podem-se identificar anomalias nos equipamentos, antes mesmos que estes viessem a falhar de maneira inesperada. Na Tabela 4 podem-se identificar os ganhos da manutenção corretiva planejada com aplicação de Manutenibilidade em relação a não planejada.

Tabela 4 – Planilha comparativa entre a manutenção corretiva e a corretiva planejada com aplicação da Manutenibilidade

	Meta	Manutenção corretiva não planejada (2015)	Manutenção corretiva planejada com aplicação da Manutenibilidade (2017)	Ganhos
Duração da atividade	-----	11 horas e 30 minutos	3 horas	8 horas e 30 minutos
MTTR da planta	≤ 2,2	3 horas	1 hora e 54 minutos	Superação da meta
Custo de manutenção	R\$ 280.000,00	R\$ 350.000,00	R\$ 268.500,00	Superação da meta
Lucro cessante	-----	R\$ 43.125,00	R\$ 11.250,00	R\$ 31.875,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Através da planilha, é possível identificar que a aplicação do conceito de Manutenibilidade apresentou resultados positivos para o Gestor de manutenção e sua equipe a atingir suas metas. A aplicação do conceito de PDCA é notória, a partir do momento em que se planeja a atividade (plan), executa o serviço (do), inspeciona os equipamentos (check) e acompanha a eficácia dos serviços realizados (action). A aplicação da Manutenibilidade em conjunto com os conceitos do ciclo PDCA foi abrangente para todos os equipamentos críticos da planta, desta forma, foi possível reduzir o MTTR no contexto geral da unidade.

Após a quebra do Granulador em 2015, foi realizada a implantação de rota de inspeção diária em vários equipamentos críticos da unidade, com a aplicação desta, os resultados de MTTR e dos custos da planta de 2015 até 2017. Pode-se constatar a redução do MTTR do Granulador ao decorrer dos anos, bem como a redução do MTTR da planta, e conseqüentemente ocorre a redução dos custos. A Tabela 5 apresenta o comparativo de percentual de quebras.

Tabela 5 – Planilha comparativa de percentual das quebras do Granulador em relação ao MTTR e custos

	Meta	2015	2016	2017
MTTR	≤ 2,2	3 horas	2,3	1,9
Custo de manutenção	R\$ 280.000,00	R\$ 350.000,00	R\$ 277.865,00	R\$ 268.500,00
Granulador (MTTR)	-	18	7	4
Granulador (Custos)	-	R\$ 35.000,00	R\$ 19.280,00	R\$ 13.460,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2017)

Uma das lições aprendidas neste estudo, diz respeito à equipe de manutenção, que através do acompanhamento diário para identificação de falhas no equipamento consegue se antecipar as corretivas não planejadas e gastam uma menor energia para resolver os problemas do dia a dia. Essa ação se deve a capacitação dos colaboradores através de treinamentos em inspeção e manutenção preventiva, com intuito de se antecipar aos defeitos e planejar as atividades com mais tempo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os principais objetivos do trabalho proposto foram atingidos, ou seja, ao analisar a aplicação dos conceitos de Manutenibilidade e do ciclo PDCA pode-se constatar a contribuição dos mesmos para a redução do MTTR e dos custos de manutenção, bem como, dos custos relacionados ao lucro cessante.

Assim, o estudo mostra que a aplicação do conceito de Manutenibilidade em manutenção corretiva planejada pode ajudar os gestores e suas equipes a melhorarem seus resultados e aplicar abrangência em outros equipamentos e unidades de operação. Essa busca por atingir metas de manutenção é um dos principais objetivos da manutenção, pois é assim que esta é medida.

7 REFERENCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade*. Rio de Janeiro, 1994.

CORRÊA, Fernando, *Fertilizantes Treinamento*, 2016.

CAMPOS, Vicente Falcone, *Gerenciamento da rotina do trabalho do dia a dia*. 9.ed., Nova Lima, Falconi Editora, 2013.

COSTA, Mariana de Almeida, *Gestão Estratégica da Manutenção: Uma Oportunidade para Melhorar o Resultado Operacional*. Juiz de Fora, 2013.

Descrição do Granulador de Tambor Rotativo-Série TQT. Disponível em: <<http://www.compound-fertilizer.com/products/compound-fertilizer-equipment/22.html>>

Entregas de fertilizantes em 2017 ficam praticamente estáveis, diz Anda. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2018/01/globo->

rural-entregas-de-fertilizantes-em-2017- ficam-praticamente-estaveis-diz- anda.html>. Acesso em: 05 ago. 2018.

KARDEC, Alan e NASCIF, Julio. *Manutenção – Função Estratégica*. 4. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro, Qualitymark Editora, 2017.

LEMOS, Bruno José Azevado de, *Dissertação para obtenção do grau de mestre em engenharia mecânica: Análise RAMS na Componente Manutenibilidade*. 2010.

MOSCHIN, John, *Gerenciamento de Parada de Manutenção*. Rio de Janeiro, Brasport, 2015.

NOGUEIRA, Cássio Ferreira, GUIMARÃES, Leonardo Miranda e SILVA, Margarete Diniz Braz da, *Manutenção Industrial: Implementação da Manutenção Produtiva Total*. 2012.

PMI, Project Management Institute. *Um Guia do Conjunto de Conhecimentos do Gerenciamento de Projetos – PMBOK (Project Management Body of Knowledge) Guide*. PMI, 2. ed. 2013.

SOUZA, Marinilda Lima e FILHO, Celso Luiz Santiago Figueirôa, *Análise de Manutenibilidade – Metodologia para Planejar a Manutenção Corretiva*. ABRAMAN, 2012.

XENOS, Harilaus Georgius D' Philippos, *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. 2. ed. Nova Lima, Falconi Editora, 2014.