

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**IVO HECHT DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE REDUÇÃO DE CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL PELA  
MODIFICAÇÃO DE FREQUÊNCIAS DE MANUTENÇÕES PREVENTIVA: UM  
ESTUDO DE CASO**

**CURITIBA**

**2017**

**IVO HECHT DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE DE REDUÇÃO DE CUSTOS EM UMA INDÚSTRIA TÊXTIL PELA  
MODIFICAÇÃO DE FREQUÊNCIAS DE MANUTENÇÕES PREVENTIVA: UM  
ESTUDO DE CASO**

Artigo apresentado ao Curso de Especialização em Engenharia da Produção, do Departamento de Engenharia da Produção, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia de produção da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Gechele Cleto

**CURITIBA**

**2017**

## **Análise de Redução de Custos em uma Indústria Têxtil pela Modificação de Frequências de Manutenções Preventiva: um Estudo de Caso**

Ivo Hecht de Oliveira

Marcelo Gechele Cleto

### **RESUMO**

Este artigo objetiva apresentar os resultados da modificação de frequências de manutenções preventiva de uma empresa do setor têxtil do ramo de tecelagem. Novos conceitos de manutenção preventiva envolveram a substituição do programa anterior, de Manutenção Preventiva Programada pelo novo método, o de Manutenção Preventiva por Ciclos\Passadas. Tal modelo foi proposto visando prevenir paradas, falhas de peças e componentes dos teares do setor de tecelagem plana. Para averiguar a eficiência do programa proposto, foi realizada a análise e comparação das Rotações por Minuto(RPM) de cada equipamento (310 e 180). Embora seja indicado pelo fabricante desses equipamentos que sua manutenção preventiva ocorra em um período de doze meses, constatou-se neste estudo que após a comparação das RPM dos equipamentos 310 e 180, as mesmas atingem respectivamente 103 milhões e 63 milhões de ciclos em doze meses. Após esta estimativa, foi possível determinar ganhos de eficiência na manutenção de 100 milhões de ciclos a cada doze meses. Isso sugere que no momento em que for realizada a parada para manutenção do equipamento 310 (maior RPM), o equipamento 180 (menor RPM) estará operando em 60% dos ciclos de passadas. Os resultados indicaram que houve redução no volume das manutenções/revisões anuais dos teares do setor da tecelagem plana, estimado em 22,79% inferior ao realizado no método anterior. Este estudo contribui ao indicar o momento ideal para realizar as manutenções preventiva, além de possibilitar ganhos de eficiência de capacidade produtiva e redução dos custos de manutenções.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva. Ciclos Passadas. Empresa setor têxtil.

### **1 INTRODUÇÃO**

A busca de altos lucros pelas empresas, focada em uma análise simplista de redução de custos e o aumento de produção, pode contribuir para que a companhia se afaste do real caminho de sobrevivência no mercado. Sobretudo é importante destacar que, atuar no sentido de ganhar qualidade e produtividade na produção incorre em diferentes fatores, entre eles: políticas de gestão da qualidade de forma

geral, manutenção da produção, análise do sistema de produção, treinamento, entre outros fatores estratégicos. Diante disso, o papel da manutenção mostra-se essencial na garantia tanto da qualidade quanto da produtividade empresarial.

A manutenção consiste no “*procedimento antecipado de avaliação da situação operacional de uma máquina ou equipamento e a realização de reparos que por ventura possam necessitar*” (MARTINS; LAUGENI, 2011, p. 57). Segundo Slack et al. (2002), o termo manutenção incide sobre a forma pela qual as organizações adotam práticas orientadas a evitar as falhas, cuidando de suas instalações físicas. A manutenção é um dos principais elementos presentes nas atividades de produção, expondo qualquer tipo de máquinas e equipamentos a necessidade de ações de manutenção.

Na literatura existem diferentes estratégias para o gerenciamento da manutenção: reativa, preventiva, preditiva, proativa, produtiva e detectiva (SILVA NETO; GONÇALVES, 2002; SIQUEIRA, 2005). Tradicionalmente, as empresas trabalhavam com a manutenção reativa, cuja essência é o conserto dos equipamentos apenas quando paravam de funcionar, em um contexto no qual as falhas já haviam ocorrido. Atualmente, tem sido comumente empregada a estratégia proativa, incluindo a manutenção preventiva e preditiva, que previnem defeitos antes do mesmo de ocorrerem (SWANSON, 2001), otimizando o processo produtivo.

O aumento no uso da estratégia proativa no gerenciamento da manutenção das empresas é atribuído a competitividade do mercado. Chistopher (2009) salienta que é necessário aplicar técnicas que permitam à empresa agregar valores de maneira integrada em todo o processo produtivo, do qual os resultados auferem qualidade e diferenciais competitivos.

Tendo como suporte teórico as estratégias para o gerenciamento da manutenção e a gestão do conhecimento, aliado ao uso da metodologia de gestão de manutenção preventiva, ressalta-se neste estudo a necessidade de identificar elementos críticos no processo de manufatura, visando atuar no sentido de realizar melhorias no processo.

Este artigo tem como objetivo **apresentar os resultados da modificação de frequências de manutenções preventiva e preditiva de uma empresa do setor têxtil do ramo de tecelagem**. Novos conceitos de manutenção preventiva envolveram a substituição do programa anterior, de Manutenção Preventiva Programada pelo novo método, o de Manutenção Preventiva por Ciclos\Passadas.

Tal modelo foi proposto visando prevenir paradas de máquinas, falhas de peças e componentes dos teares do setor de tecelagem plana. Para averiguar a eficiência do programa proposto, foi realizada a análise e comparação das Rotações por Minuto (RPM) de cada equipamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ESTRATÉGIAS PARA O GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO E A GESTÃO DO CONHECIMENTO

O termo manutenção é utilizado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas, cuidando de suas instalações físicas (SLACK et al., 2002). É uma parte muito importante na grande maioria das atividades de produção e está relacionada a todos os tipos de máquinas e equipamentos. A manutenção é definida como o “*procedimento antecipado de avaliação da situação operacional de uma máquina ou equipamento e a realização de reparos que por ventura possam necessitar*” (MARTINS; LAUGENI, 2011, p. 57).

Segundo Silva Neto e Gonçalves (2002) e Siqueira (2005), apesar do gerenciamento da manutenção ocorrer por diferentes tipos de estratégia, cada qual com características específicas, podendo ser reativa, preventiva, preditiva, proativa, produtiva e detectiva, é comumente empregado pelas empresas o uso da estratégia de manutenção reativa. Este tipo de estratégia se caracteriza pelo conserto dos equipamentos apenas quando os mesmos deixavam de funcionar. Mais recentemente, as empresas também têm utilizado a estratégia proativa, que considera elementos da manutenção preventiva e preditiva, atuando no sentido de prevenção de defeitos antes de sua ocorrência (SWANSON, 2001).

A manutenção preventivavisa evitar a falha do equipamento, reduzindo a possibilidade de alguma falha ocorrer (SWANSON, 2001). Este tipo de manutenção é realizado em equipamentos que não estejam em falha, ou seja, ainda estejam operando com um mínimo de condições. A manutenção preventiva pode ser realizada em intervalos a serem estabelecidos, considerando critérios que visam reduzir falhas ou estrago do equipamento (ABNT, 1994). É complementado por Xavier (2003) que um dos segredos de uma boa manutenção preventiva seja em determinaros intervalos de tempo.

Orientado à manutenção preventiva, Volante (2015) implementou um sistema de produção enxuta em uma indústria do mercado têxtil, aplicado aos setores de manutenção e produção. O autor avaliou o tempo e os métodos de manutenção e verificou a viabilidade do projeto para buscar a padronização das atividades, além de reduzir o tempo médio de manutenções preventivas.

O aumento no uso da estratégia proativa no gerenciamento da manutenção das empresas é atribuído a competitividade do mercado. Chistopher (2009) salienta que em uma economia globalizada, onde a principal forma de manter uma empresa no mercado é a manutenção da competitividade, faz-se necessário aplicar técnicas que permitam à empresa agregar valores de maneira integrada em todo o processo produtivo, do qual os resultados auferem qualidade aos produtos, fornecendo assim diferenciais competitivos e atinjam o mercado consumidor.

A utilização de sistemas de gestão que potencializem a utilização de recursos dentro dos processos de produção é cada vez mais importante para a competitividade das empresas (CHISTOPHER, 2009). Segundo Ohno (1997) o valor de determinado equipamento é mensurado pelo seu poder de ganho levando em consideração o seu rendimento, em detrimento de outros elementos como tempo de utilização no processo produtivo ou idade. Assim, o autor ressalta a importância de realizar uma eficiente manutenção.

Isso sugere a necessidade de buscar soluções por todas as áreas e pelas mais diversas ferramentas que possam fazer diferença nos resultados. Por meio de definições de suas visões, missões e objetivos estratégicos, as formas de difundir-las nos mais diversos níveis tornam-se mais ou menos plausíveis, tanto no âmbito externo, como no interno. Por conta disso, existe uma aproximação entre a gestão do conhecimento nas organizações como uma relevante estratégia que impacta nos resultados da empresa, mais especificamente nos seus sistemas de manufatura (ENGESTRÖM; SANNINO, 2010; BORHO; IAROZINKSI NETO; LIMA, 2012).

Tal abordagem, com ênfase no conhecimento, busca incorporar elementos externos vinculados ao mercado, clientes, tecnologia, entre outros na gestão organizacional. E, diante da intensa exigência por resultados de investidores e demais *stakeholders* tornar as organizações melhores do que sua concorrência. Por conta disso, é preciso que a gestão apresente novos métodos de gerar receitas e reduzir custos, podendo ainda agregar valor para o cliente final (LAMBERT; STOCK; VANTINE, 2009). Sendo assim, o conhecimento organizacional se torna essencial

para o melhor desempenho da produção, quando se busca identificar elementos críticos no processo de manufatura e atuar no sentido de realizar melhorias no processo (BORHO; IAROSINKSI NETO; LIMA, 2012).

### 3 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa de natureza aplicada e quanto a abordagem como descritiva. Uma pesquisa descritiva objetiva realizar uma descrição detalhada de como determinado fenômeno acontece (GIL, 1996). Este artigo utiliza como instrumento de pesquisa a pesquisa-ação e o estudo de caso, considerados importantes para identificar e propor soluções para problemas práticos, além de se constituir pela participação do pesquisador e os membros presentes na situação investigada para modificar a realidade estudada (THIOLLENT, 2008).

A realização de pesquisa-ação no ambiente organizacional se trata de uma intervenção, em que os membros da organização e os pesquisadores partilham a definição do problema, do qual será buscada uma solução que irá contribuir para o conhecimento científico (THIOLLENT, 2008). Este tipo de pesquisa é adequado a esta pesquisa, que apresenta os resultados da interação do pesquisador com membros da empresa modificada, orienta à modificação de frequências de manutenções preventiva e preditiva de uma empresa do setor têxtil do ramo de tecelagem.

A pesquisa-ação foi conduzida tendo a participação de um Grupo Operacional (GO) conforme apresenta o Quadro1, indicando a relação dos participantes da pesquisa e o setor de atuação.

QUADRO 1 – PARTICIPANTES DA PESQUISA-AÇÃO QUE COMPÕE O GRUPO OPERACIONAL (GO)

Indivíduo	Atuação	
Pesquisador 1 e Participante 2	Aluno de especialização que atua no setor de manutenção	Grupo Operacional (GO)
Pesquisador 3	Professor orientador	
Pesquisador 4	Professor co-orientador	
Participante 5, participante 6, participante 7, participante 8, participante 9 e participante 10	Setor de manutenção	
Participante 11 e participante 12	Setor de compras	
Participante 13 e participante 14	Setor de almoxarifado	

FONTE: O autor (2017).

No Quadro1 é possível verificar a existência de um grupo operacional composto por treze pessoas no total. Inicialmente faziam parte do grupo de trabalho, sete pessoas atuando diretamente no trabalho da manutenção preventiva. Adicionalmente, houve necessidade do suporte de quatro pessoas vinculadas aos setores de compras e almoxarifado. No total, participaram da pesquisa-ação além do pesquisador que também atua na empresa, dez pessoas vinculadas a empresa e dois professores pesquisadores, totalizando 14 pessoas.

As etapas foram conduzidas considerando a análise do GO e do suporte da supervisão e da gerência. Para isso foram respeitadas as seguintes etapas presentes na pesquisa-ação: i) planejamento: foram identificados os elementos teóricos relacionados a estratégias para o gerenciamento da manutenção preventiva;ii) coleta de dados: foram coletados documentos, planilhas entre outras informações relacionadas ao setor de manutenção e registro de informações;iii) a análise dos dados e o planejamento das ações: envolveu a análise dos documentos e relatórios obtidos para avaliar a configuração do cenário atual de Manutenção Preventiva Programada e a elaboração de um plano de ação para a proposição do uso da metodologia preventiva de Manutenção Preventiva por Ciclos\Passadas;iv) implementação das ações: início das ações de modificação e realização de cálculos; e v) avaliação do resultado e geração do relatório: comparação dos resultados, comparações com a teoria e redação do relatório final.

### 3.1 DADOS GERAIS DA EMPRESA ANALISADA

Este estudo foi realizado em uma indústria de grande porte, do setor têxtil e do ramo de tecelagem. Com suas operações realizadas em quatro turnos, no total apresenta 536 funcionários, destes 446 são do quadro permanente, 48 são temporários e 42 são terceirizados. Com uma área territorial de 100 mil metros quadrados e área construída de 24,1 mil metros quadrados, atualmente possui capacidade instalada de 1.800 toneladas por mês.

O processo produtivo têxtil é composto por dois estágios: preparação ea tecelagem.No estágio da preparação,são realizadas as operações iniciais com o fio, que é a matéria-prima principal. O objetivo é preparar os rolos de fios de urdimento e dos fios de trama, paraposteriormente sofrer o processo de tecimento, segundo estágio. Na tecelagem propriamente dita, o tecimento é efetuado pelos teares. O



setor produtivo é composto por um total de 136 teares planos do fabricante SulzerRuti, com larguras nominal em polegadas, de 143“, 153“, 183” e 213”.

Os teares realizam a fabricação de tecidos sintéticos com os artigos, sendo eles: contentores flexíveis (*big-bags*), base para tapetes e carpetes, cottonpex lonas para coberturas, gêotextil tecidos, cobertura de solo (*ground cover*), cortinas para avicultura e suinocultura, tecidos para colheita de café, tecidos refletivos, tecido para saco de batatas e forro para carroceria (*bulkliner*). O Quadro 2 apresenta uma breve descrição destes produtos e sua descrição.

Quadro 2 – Principais produtos produzidos pelo Tear SulzerRuti 183” e breve descrição

<b>Produto</b>	<b>Descrição</b>
Contentores flexíveis ( <i>big-bags</i> )	Tecido para confecção de “bags” de 500 a 2 mil kg para embalagem de produtos sólidos, pó, líquidos ou granulados, tais como fertilizantes, minérios, polipropileno, alimentos e outros. Tecidos aprovados pelas mais rígidas normas internacionais.
Base para tapetes e carpetes	A empresa dispõe de tecnologia para atender as necessidades da indústria carpeteira, sendo a maior produtora mundial de bases para tapetes e carpetes.
Cottonpex	Lona aberta para coberturas com uso geral: construção civil, agricultura, uso doméstico, barracas de feiras e outros
Gêotextil tecido	Tecido para uso em obras de pavimentação de rodovias como sustentação de solo e contenção de encostas. Também é aplicado em aterros sanitários para drenagem de chorume e proteção ambiental.
Cobertura de solo ( <i>ground cover</i> )	Utilizado na cobertura de solo visando inibir o crescimento de ervas daninhas. Esse produto é bastante usado por reflorestadoras, produtores de frutas, hortaliças e flores.
Cortinas para avicultura e suinocultura	O tecido para avícolas, também usado na suinocultura, é fabricado com Polipropileno (PP) e Polietileno (PE). É um produto que tem alta resistência ao manuseio, suporta intempéries e incidência de raios ultravioletas, tem alta durabilidade e garantia de três anos.
Tecidos para colheita de café	Tecido utilizado para colheita de café com desenho próprio com orelas inseridas reforçadas que facilitam o manuseio no campo. Sua largura varia entre 2,5m até 4,0m
Tecidos refletivos	Tecido de polipropileno de alta resistência a intempéries e Raios Ultravioleta (UV), com pigmentos refletivos que auxiliam na reflexão e difusão da luz, proporcionando coloração uniforme às frutas. Utilizado também para controle da temperatura interna de aviários.
Tecido para saco de batatas	É um tecido fabricado em duas camadas. O saco sai agrupado em bobinas próprias para serem colocadas na máquina ensacadora de batatas.
Forro para carroceria ( <i>bulkliner</i> )	Tecido de Polietileno impermeável, utilizado na forração de containers metálicos para evitar umidade e perda no transporte de grãos.

FONTE: O autor (2017).

Conforme apresentado no Quadro 2, existe uma diversidade de produtos fabricados, sendo utilizado para diferentes tecidos que envolvem embalagens, coberturas, revestimentos, manuseio, forro, etc.

A função da tecelagem é construir o tecido. Segundo Wajchenberg (1997), os tecidos são fabricados pelo manuseio em teares chamados de tecidos trançados, caracterizados pelo entrelaçamento dos fios longitudinais (urdume) com os fios que correm transversalmente (trama), através de sequências de levantamentos e abaixamentos dos fios de urdume, alternados com a passagem do fio de trama entre eles.

A pesquisa iniciou pela identificação do método de manutenção preventiva realizada pela empresa de tecelagem. Foi verificado que o programa utilizado era o de Manutenção Preventiva Programada. Neste método, a cada doze meses era realizada uma pausa no equipamento para realização da manutenção preventiva, independente da sua produção neste período.

#### **4 RESULTADOS**

Nesta seção são apresentadas informações sobre o sistema de Manutenção Preventiva Programada utilizada inicialmente pela empresa, destacando elementos sobre como o processo era realizado anteriormente. Posteriormente é apresentada a proposição do novo Manutenção Preventiva por Ciclos/Passadas.

##### **4.1 SISTEMA ANTERIOR DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA PROGRAMADA UTILIZADA PELA EMPRESA**

No período de 2015 a 2016 foi criado um projeto de implantação de um novo modelo de manutenção preventiva focada em ciclos de produção para o setor da tecelagem plana. Tal projeto visava a redução do custo de manutenção, bem como a melhoria da disponibilidade do equipamento para a produção.

Para isso foi adotado um novo plano de manutenção preventiva e preditiva para o setor da tecelagem plana, que abrangesse todas as recomendações realizadas pelos fabricantes dos equipamentos, com o propósito de adotar um novo método de realizações das manutenções preventivas.

Na Figura 1 é apresentado o equipamento Tear SulzerRuti 183” em seu processo produtivo.

FIGURA 1- TEAR SULZER RUTI 183" EM PRODUÇÃO



FONTE: O autor (2017).

Na Figura 2 é apresentado o equipamento Tear SulzerRuti durante a realização da revisão preventiva, considerando o processo de montagem e ajuste após a limpeza e inspeção dos itens/componentes.

FIGURA 2 - TEAR SULZER RUTI 183" NO MOMENTO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA



FONTE: O autor (2017).

O tempo médio para realização deste processo é de aproximadamente trinta horas. Durante este períodoo equipamento permanece sem funcionamento. De forma geral, foi diagnosticado que a manutenção Preventiva Programada utilizada pela empresa era realizada seguindo as recomendações das empresas fabricantes.

#### **4.1.1 Identificação e análise da situação de trabalho até final de 2015**

Para identificar e avaliar a configuração do cenário atual de manutenção preventiva para o setor de tecelagem até o final do ano de 2015 foi realizada a análise dos documentos, relatórios obtidos e observação das atividades.

Foi identificado que a empresa trabalhava com o programa de Manutenção Preventiva Programada. Para o setor da tecelagem plana, a indústria apresentava 136 equipamentos sobre os quais era realizada a manutenção preventiva anual. A média mensal de equipamentos em manutenção preventiva era de 12. A decisão em realizar a manutenção não considerava se o equipamento estava disponível para produção neste período ou não. Além disso, esta decisão também não considerava a necessidade de uso do equipamento para produção, pelo contrário, o equipamento destinado à manutenção preventiva sem que houvesse produzido nenhum metro quadrado de tecido. Tal forma de gestão, orientada à necessidade de realização da manutenção programada, muitas vezes não se encontrava alinhada com a demanda do processo produtivo. Com base na orientação do fabricante, era realizada a manutenção dos equipamentos a cada doze meses.

#### **4.2 IMPLANTAÇÃO DO NOVO MODELO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA POR CICLOS/PASSADAS**

São apresentados os resultados das principais atividades desenvolvidas para o novo modelo de Manutenção Preventiva por Ciclos/Passadas, considerando as etapas de realização da pesquisa-ação. Inicialmente foi realizada a reunião entre os integrantes do Grupo Operacional (GO) (já discriminados no Quadro 1), buscando encontrar elementos teóricos que fornecessem referência para realização do diagnóstico da primeira etapa.

##### **4.2.1 Referência sobre manutenção preventiva**

A manutenção preventiva, ao contrário da corretiva, visa evitar falhas do equipamento. Este tipo de manutenção é realizado em equipamentos que não apresentam falha, ainda que estejam operando com um mínimo de condições. Desta forma, pode ocorrer duas situações distintas entre si: a primeira, quando desativa o

equipamento bem antes do tempo necessário para fazer a manutenção e; a segunda consistena falha do equipamento, por estimar o período de reparo de maneira incorreta.

A norma NBR 5462 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1994, s/p), define manutenção preventiva como: “*Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item*”. De acordo com Xavier (2003), um dos segredos da manutenção preventiva eficiente está na determinação dos intervalos de tempo. No entanto, em decorrência da quantidade dos intervalos de tempo necessários não ser conhecida, na dúvida, a empresa tende a ser mais conservadora e estipula intervalos normalmente menores que o necessário, o que implica em paradas e troca de peças desnecessárias.

#### 4.2.2 Informações e documentos

Nesta etapa foi realizada a coleta de documentos, planilhas, relatórios, indicadores e informações referentes ao tempo de manutenção recomendado pelo fabricante para cada uma das máquinas a serem utilizadas neste estudo, entre outras informações relacionadas ao setor de manutenção e registro de informações.

Vale ressaltar que houve colaboração da empresa em fornecer os dados necessários para realização da análise, uma vez que um dos integrantes desta pesquisa, também atua no setor de manutenção, facilitando o acesso, a escolha e o registro de informações presentes para realização deste diagnóstico.

O cálculo de perdas ( $m^2$ ) do tecido produzido, foi utilizada a Equação 1.

(Equação 1)

$$Mts^2 = \frac{RPM \times Tempo\ parado(\text{minutos})}{Densidade \times 10cm} \times Largura\ do\ tecido\ (m^2)$$

FONTE: O autor (2017).

Onde:

$Mts^2$ = é a quantidade de perdas em metros quadrados durante o processo de manutenção preventiva;

RPM= se refere ao número de rotações por minuto e cada equipamento

Tempo parado: tempo em minutos em que o equipamento está em manutenção

*Densidade: é a densidade do tecido por metro linear*

*Largura: se refere a largura em metros do tecido*

O resultado da equação indica o total em metros quadrados do tecido que deixou de ser produzido durante o processo de manutenção do equipamento.

#### **4.2.3 Identificação e análise da situação de trabalho até final de 2016**

Após o levantamento do método de trabalho anterior identificou-se a necessidade de elaborar de um plano de ação para a proposição do uso da metodologia preventiva de Manutenção Preventiva por Ciclos\Passadas de produção.

Foi verificado a existência de três grupos de equipamentos com Rotações por Minuto (RPM) diferentes no setor da tecelagem plana. Estas rotações envolviam os seguintes grupos de equipamentos:

- Grupo 1: 55 equipamentos com média de 180 a 220 RPM;
- Grupo 2: 48 equipamentos com média de 230 a 270 RPM;
- Grupo 3: 33 equipamentos com média de 280 a 310 RPM;

Também foi implantado um controle dos dados da produção diária com o total de passadas por equipamento. Neste momento o Grupo Operacional (GO) estabeleceu que cada equipamento somente iria entrar em manutenção preventiva após completar um total de 100 milhões de ciclos/passadas.

Após um período de acompanhamento da produção, constatou-se que para o primeiro grupo de equipamentos (Grupo 1) o tempo médio para realizar a revisão é entre 17 e 20 meses; para o segundo grupo de equipamentos (Grupo 2), o tempo médio é de 15 e 18 meses e; para o terceiro grupo (Grupo 3) leva-se em média 12 e 14 meses.

A Tabela 1 apresenta a relação entre o tempo de RPM e a eficiência média.

TABELA 1 –TEMPO DE RPM *VERSUS* A EFICIÊNCIA MÉDIA

RPM	Eficiência plena (100%)	Eficiência real diária (83%)	Total acumulado Ciclos/passadas por ano	Média acumulada de ciclos	Intervalo entre manutenções (meses)
180	259.200	215.136	60.238.080	0,6023808	20
210	302.400	250.992	70.277.760	0,7027776	17
220	316.800	262.944	73.624.320	0,7362432	16
240	345.600	286.848	80.317.440	0,8031744	15
260	374.400	310.752	87.010.560	0,8701056	14
280	403.200	334.656	93.703.680	0,9370368	13
<b>310</b>	<b>446.400</b>	<b>370.512</b>	<b>103.743.360</b>	<b>1,0374336</b>	<b>12</b>

FONTE: O autor (2017).

É possível verificar na Tabela 1 a presença de diferentes tipos de equipamentos e velocidades. Existe o total de ciclos acumulados e de acordo com a recomendação do fabricante é necessário que se faça uma revisão preventiva a cada doze meses no equipamento. Mas se avaliarmos a velocidade de produção do equipamento, que opera em média com 310 RPM, o total acumulado de seu ciclo de passadas atinge uma média de 103.743 milhões de passadas a cada doze meses, considerando a uma eficiência real diária média de 83%.

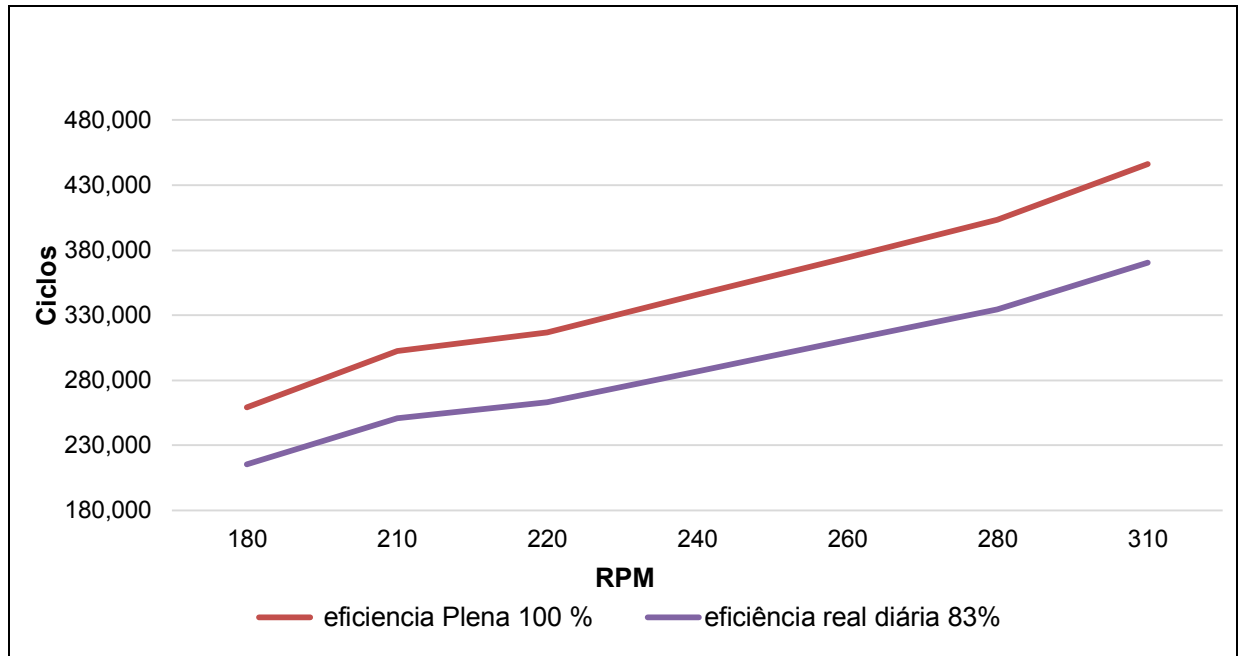
No entanto, ao avaliar o equipamento que opera a uma velocidade média de 180 RPM, o total acumulado dos ciclos de passadas desse equipamento atinge uma média de 60.238 milhões de passadas a cada doze meses, considerando a eficiência de 83%.

Por outro lado, ao avaliar as recomendações do fabricante, foi observado que enquanto um equipamento que opera a 310 RPM está entrando em manutenção preventiva, o outro equipamento que opera em 180 RPM estará com apenas 60% do total de batidas do equipamento que opera a 310 RPM. Nesse sentido, foi possível analisar a existência de uma discrepância entre o tempo informado pelo fabricante e o tempo real necessário para realização da manutenção.



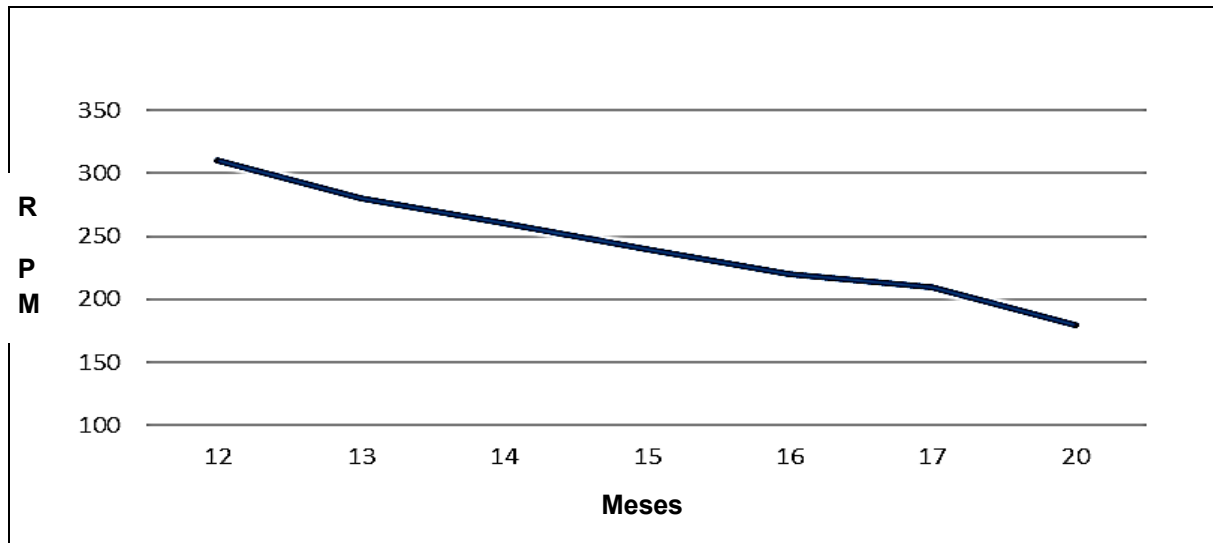
O Gráfico 1 apresenta a relação entre a eficiência plena *versus* a eficiência diária.

GRÁFICO 1 – COMPARATIVO ENTRE EFICIÊNCIA PLENA *VERSUS* EFICIÊNCIA DIÁRIA



FONTE: O autor (2017).

É visualizado no Gráfico 1 o comparativo entre a eficiência plena com 100% de funcionamento e a eficiência diária que representa 83%. A eficiência diária considera a produtividade diária média abrangendo também as paradas com manutenções e *setup*, as quais também podem sofrer variações dependendo do produto que está em produção no equipamento. O Gráfico 2 indica a relação entre as RPM *versus* o intervalo de manutenção em meses.

GRÁFICO 2 – RPM *VERSUS* INTERVALO DE MANUTEÇÃO (MESES)

FONTE: O autor (2017).

Conforme visualizado no Gráfico 2a relação RPM *versus* intervalo de manutenção somente é possível se for levada em consideração a eficiência média de 83%. No entanto, cabe salientar que dependendo do item a ser produzido, poderá haver uma eficiência maior ou menor do que 83%. Na Tabela 2 são expostas informações sobre a relação entre equipamentos disponíveis no setor de produção *versus* metros quadrados que não são produzidos.

TABELA 2 – EQUIPAMENTOS *VERSUS* METROS QUADRADOS

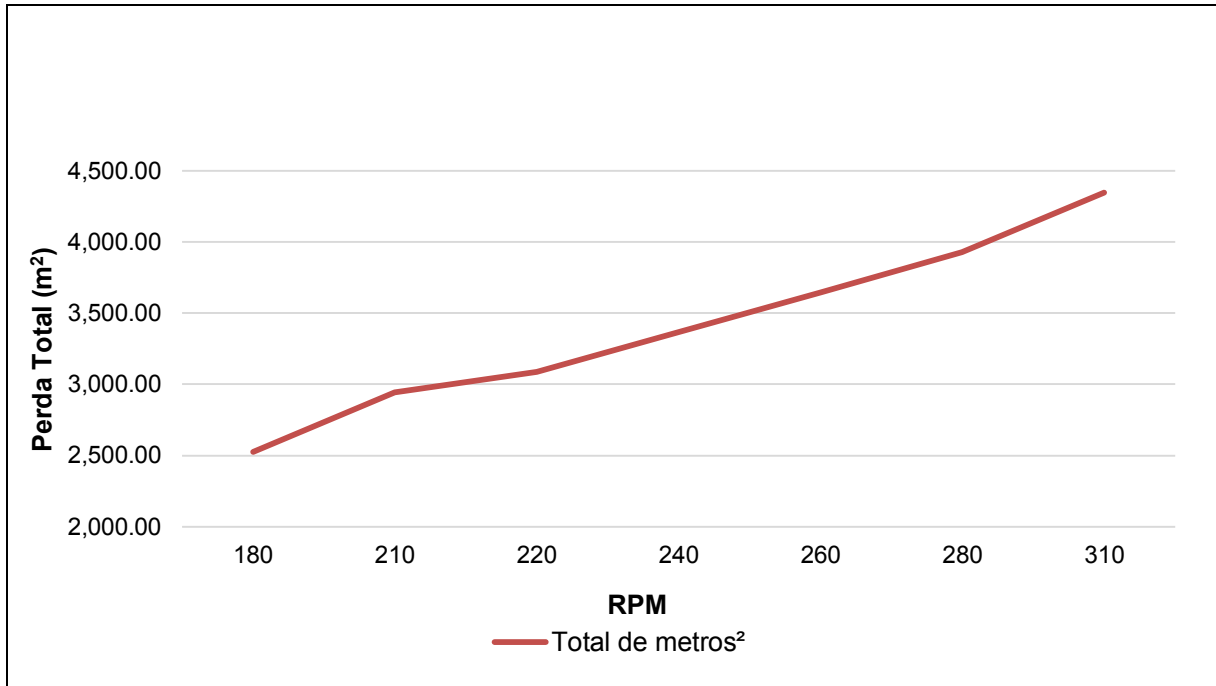
Total/média horas p/ manutenção	RPM	Perdas de passadas p/ manutenções	Média eficiência real (%)	Produtividade s/ Parada (Batidas)	Densidade metro linear (g/m)	Largura Peça (m)	Total Perdas m <sup>2</sup>
30,00	180,00	324.000,00	0,83	268.920,00	548,82	4,60	2.524,56
30,00	210,00	378.000,00	0,83	313.740,00	640,29	4,60	2.945,31
30,00	220,00	396.000,00	0,83	328.680,00	670,78	4,60	3.085,57
30,00	240,00	432.000,00	0,83	358.560,00	731,76	4,60	3.366,07
30,00	260,00	468.000,00	0,83	338.440,00	792,73	4,60	3.646,58
30,00	280,00	504.000,00	0,83	418.320,00	853,71	4,60	3.927,09
30,00	310,00	558.000,00	0,83	463.140,00	945,18	4,60	4.347,84

FONTE: O autor (2017).

De acordo com os dados indicados na Tabela 2 é possível verificar que o total médio de horas para manutenção do equipamento é de trinta horas e que, durante este período, a empresa sofre perdas e deixa de produzir uma quantidade expressa em m<sup>2</sup>. Ao observar o processo de manutenção de um equipamento que opera com 310 RPM, a empresa deixa de produzir 4.347 m<sup>2</sup>. O Gráfico 3 apresenta a perda de

produtividade mensurada em m<sup>2</sup> durante o tempo de realização da manutenção preventiva.

GRÁFICO 3 – PERDA DE PRODUTIVIDADE DURANTE O TEMPO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA



FONTE: O autor (2017).

De forma complementar a Tabela 2 apresentada anteriormente, o Gráfico 3 mostra a quantidade de metros quadrados que a empresa deixa de produzir quando o equipamento está em manutenção preventiva, considerando um tempo médio de 30 horas por manutenções. Ao visualizar o gráfico é possível observar que a medida que a quantidade de RPM aumenta, a quantidade em m<sup>2</sup> perdida também se eleva proporcionalmente.

A Tabela 3 apresenta a relação dos itens utilizados por peças em média por revisões.

TABELA 3 – ITENS UTILIZADOS POR PEÇAS EM MÉDIA POR REVISÕES

Descrição	Quantidade	Custo por unidade (R\$)	Custo total (R\$)
Solvente	5	138	690
Cubo da Roda de Avanço	1	366,95	366,95
Anel de Freio 25°	1	290,6	290,6
Disco de Aço	2	138,19	276,38
Eixo do Retrocessor	1	241,76	241,76
Bucha de Celeron	2	101	202

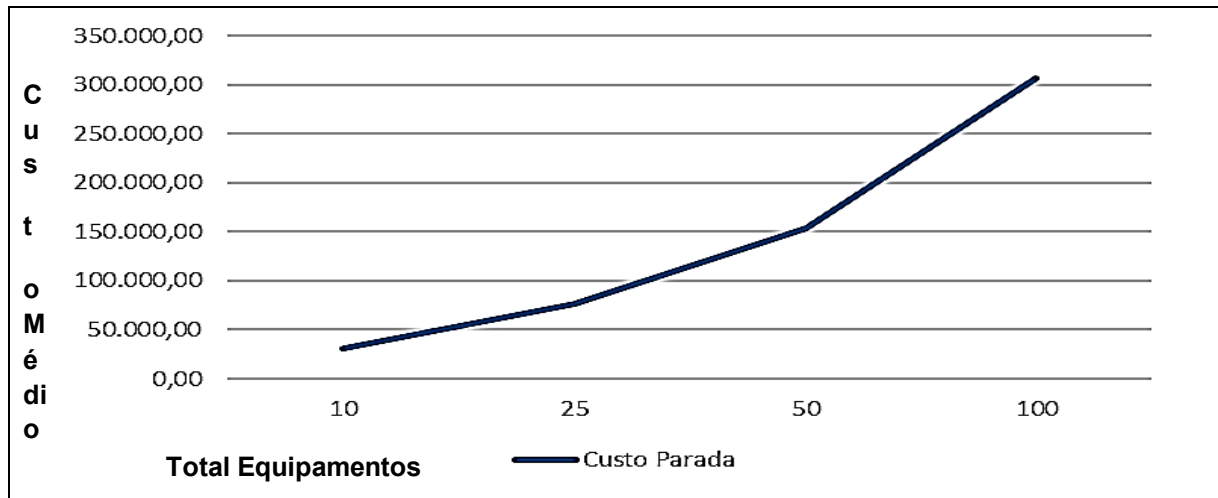
Eixo do Cilindro Puchador	1	153,34	153,34
Óleo DTE 220	8	18,02	144,16
Corrente Dupla 105 Elos	1	143,84	143,84
Placa de Divisão 36mm	2	63,25	126,5
Corrente Dupla 78 Elos	1	105	105
Capas Protetoras	4	18,8	75,2
Óleo Delvac 1400	6	8,77	52,62
Graxa Multifak 2	3	11,84	35,52
Rolamento 6202	5	5,4	27
Revestimentos Primário	1	23,4	23,4
Revestimento Inferior	1	22,55	22,55
Revestimento Secundário	1	21,6	21,6
Anel de Uso	1	20	20
Rolamento 6205	2	8,87	17,74
Anel de Aço	1	11,31	11,31
Rolamento 6000	2	5,59	11,18
Escova Circular	1	8,39	8,39
<b>Total</b>	<b>53</b>	<b>R\$ 1926,47</b>	<b>R\$ 3.067,04</b>

FONTE: O autor (2017).

Na Tabela 3 apresenta da é possível verificar os itens utilizados por peças em média por uma manutenção preventiva, indica o valor unitário médio de cada item bem como sua proporção em relação à quantidade necessária por manutenção preventiva. Observa-se que alguns itens apresentam custo unitário alto como por exemplo o item cubo da roda de avanço, com o maior custo em relação ao total de itens. Outros itens embora não apresentem os maiores custos unitários, proporcionam o maior custo em relação a quantidade necessária para manutenção, como por exemplo, o item solvente, que em decorrência da quantidade necessária, tem o maior custo total.

É apresentado no Gráfico 4 o custo médio de parada para realização das manutenções preventivas.

GRÁFICO 4 – CUSTO MÉDIO DE PARADA PARA REALIZAÇÃO DE MANUTENÇÃO PREVENTIVA



FONTE: O autor (2017).

O Gráfico 3 indica o valor do custo médio variando para a quantidade de realização de manutenções preventivas entre 10, 25, 50 e 100. Este é um custo médio e pode variar de acordo com as necessidades de cada equipamento e o valor do custo aumenta proporcionalmente com a quantidade de manutenções realizadas.

#### 4.3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir do diagnóstico realizado no processo anterior e análise, foram identificados os fatores críticos, principalmente vinculados ao tempo de manutenção programada de doze meses, conforme recomendação do fabricante, que apresentavam um volume médio de doze equipamentos em manutenção. A implantação do uso do novo modelo, realizada pelo GO, de Manutenção Preventiva por Ciclos/Passadas indicou novas possibilidades para realização das manutenções preventivas relacionadas ao RPM de cada equipamento.

Após a verificação e a comparação da capacidade produtiva individual de cada equipamento, foi possível implantar um método onde conseguimos através da RPM e da definição de um tempo ideal baseado em ciclos/passadas de produção. A implantação deste método é orientada às especificidades das máquinas e de suas respectivas rotações por minuto. Isso sugere que o tempo de manutenção não levará mais em consideração o tempo mensal de funcionamento do equipamento, sobretudo será baseado nos ciclos passadas. Este estudo sugere que cada equipamento entre em manutenção preventiva quando atingir 100 milhões de

ciclos\passadas. Essa mudança impactou diretamente no número de intervenções para manutenções preventivas mensais.

Os resultados encontrados neste estudo convergem com os achados de Volante (2015) sobre a implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria do mercado têxtil, aplicado aos setores de manutenção e produção. O autor avaliou o tempo e os métodos de manutenção e verificou a viabilidade do projeto para buscar a padronização das atividades, além de reduzir o tempo médio de manutenções preventivas. Um modelo de manutenção preventiva em uma indústria química foi implantado por Pereira, Guimarães Filho e Bristot (2016) em equipamentos nos quais não havia informação do fabricante. As ações preventivas se basearam no histórico das necessidades de manutenção dos equipamentos. Como benefícios Pereira, Guimarães Filho e Bristot (2016) apontam aumento da vida útil do equipamento, a produtividade e o lucro, além de reduzir custos.

Silva Neto e Gonçalves (2002) argumentam que o sucesso de implantação de programas de manutenção preventiva está relacionado ao envolvimento e participação das pessoas relacionadas a área, sobretudo esses indivíduos também exercem influência no seu funcionamento. É importante salientar que a participação direta e real de todas as pessoas responsáveis e envolvidas foi essencial para o sucesso da implantação, todas as ações necessárias foram tomadas para se chegar em um processo de excelência.

Os resultados encontrados neste estudo validam os resultados da programação por ciclos fechadas, como uma ferramenta útil para o gestor de manutenção identificar o tempo eficiente na realização da manutenção. A partir do exposto torna-se relevante considerar a função manutenção como uma estratégia da organização, uma vez que seu uso contribui para reduzir os custos totais do processo de produção, desta forma é considerado como investimento.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo teve como objetivo apresentar os resultados da modificação de frequências de manutenções preventiva de uma empresa do setor têxtil do ramo de tecelagem. Analisando o modelo anterior, as manutenções preventivas eram realizadas a cada 12 meses, sem considerar a produtividade do equipamento.

A implantação do novo modelo, com base nas RPM, permitiu comparar equipamentos com maiores velocidades e os com menores velocidades para um total de ciclos/passadas de 100 milhões para uma produção média de 83% de eficiência. Isso conduziu aos seguintes resultados: equipamentos de média 310RPM o total de ciclos foi atingido em 12 meses de produção. Já os equipamentos com média de 180 RPM atingiram o mesmo ciclo de produção em 20 meses.

Tal constatação levou a reduzir a quantidade de manutenção dos equipamentos de 136 por ano para 105 equipamentos aproximadamente. Com base nos achados deste artigo, pode-se concluir que foram obtidos resultados positivos em termos de redução de custos, ganhos de produção, melhoria do tempo e maior eficiência no processo.

Esse trabalho se buscou a normalização das manutenções focadas em disponibilidade dos equipamentos para produção e na padronização de um método que torna se o planejamento da manutenção mais eficaz objetivando uma redução do custo da manutenção sem utilizar recursos desnecessários.

Este artigo apresenta contribuições práticas quando destaca a necessidade da manutenção ser incluída como estratégia da organização, principalmente quando a empresa adota medidas que visam reduzir o tempo destinado à manutenção dos equipamentos. Os resultados encontrados neste estudo também contribuem para a teoria, ao validar os resultados da programação por ciclos passadas, como uma ferramenta útil para o gestor de manutenção identificar o tempo eficiente na realização da manutenção.

Este estudo se limitou a validar o método da Manutenção Preventiva por Ciclos\Passadas. Estudos futuros poderiam avançar na literatura e aplicar a metodologia denominada Eficácia Global do Equipamento (OEE, do inglês *Overall Equipment Effectiveness*), que cria um indicador para mensurar o desempenho equipamento considerando uma relação entre o tempo útil do equipamento para funcionar/produzir; a eficiência apresentada durante o funcionamento e a qualidade do produto obtida pelo processo em que o equipamento está inserido (SILVA, 2013).

## REFERÊNCIAS

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

BORHO, H.; IAROZINSKI NETO, A.; LIMA, E. P. de. Gestão do conhecimento na manufatura. **Gestão de Produção**, v. 19, n. 2, p. 247-264, 2012.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Criando redes que agregam valor**. Cenlaguelearning. 2ª Edição. São Paulo, 2009.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. Studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges. **Educational Research Review**, v. 5, n. 1, p. 1-24, 2010.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 1996

LAMBERT, D. M.; STOCK, J. R.; VALENTINE, J. G. **Administração estratégica da logística**. São Paulo: Vantine Consultoria, 2009.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração de produção e operações**. São Paulo: Saraiva, 2011.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEREIRA, R. Q.; GUIMARÃES FILHO, L. P. BRISTOT, V. M. Implantação da manutenção produtiva total em uma indústria química do Sul de Santa Catarina. **Espacios**, v. 37, n. 10, 2016.

SILVA, J. P. A. R. da. **OEE A forma de medir a eficácia dos equipamentos**. 2013. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>>. Acesso em: 28 set. 2017.

SILVA NETO, J. C. da; GONÇALVES, A. M. Implantação do controle de manutenção. **Revista Manter**, p. 14 - 22, 01 dez. 2002.

SIQUEIRA, I. P de. **Manutenção centrada na confiabilidade: manual de implementação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408 p.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SWANSON, L. Linking maintenance strategies to performance. **International Journal of Production Economics**, v. 70, p. 237-244, 2001.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 16. ed. Cortez: São Paulo, 2008.

VOLANTE, O. C. F. Implantação do sistema de produção enxuta na manutenção preventiva de filatórios open-end, utilizando técnicas do TPM. **Revista Especialize**, v. 1, n. 10, jul. 2015.



XAVIER, J. N. **Manutenção preditiva caminho para a excelência**. 2003. Disponível em: <[http://tecem.com.br/site/downloads/artigos/manutencao\\_preditiva\\_caminho\\_para\\_a\\_excelecia.pdf](http://tecem.com.br/site/downloads/artigos/manutencao_preditiva_caminho_para_a_excelecia.pdf)>. Acesso: 28 set. 2017.

WAJCHENBERG, M. I. **Beneficiamentos têxteis**: generalidades. São Paulo, v.1, 1. Ed., 1977.