III SIMTEC
Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE PARA GERENCIAMENTO DA MANUTENÇÃO DE ACORDO COM O MÉTODO TPM

DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR MAINTENANCE MANAGEMENT IN ACCORDANCE WITH THE METHOD TPM

Rodolfo Emanoel Barbosa - rodolfo.barbosa4@fatec.sp.gov.br

Angelita M. S. Gasparotto - angelita.gasparotto@fatectq.edu.br

Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil

RESUMO

Este estudo demonstra conceitos de manutenção industrial, aplicados no desenvolvimento de uma ferramenta computacional através da principal plataforma de programação da Microsoft, o Visual Studio. A ferramenta desenvolvida irá auxiliar as micro e pequenas empresas, que trabalham com manufatura, gerenciar todo o processo de manutenção das máquinas e equipamentos presente em seu setor de fabricação. Através de revisões bibliográficas e estudos de softwares disponíveis no mercado, foi possível definir um referencial teórico para ser aplicado no contexto da ferramenta. Os módulos de gerenciamento foram desenvolvidos baseados no método TPM (Total Productive Maintenance) ou Manutenção Produtiva Total. O método TPM busca a autonomia do colaborador no processo de manutenção da sua máquina operante e a ferramenta computacional auxilia o operário a documentar e gerenciar os processos de manutenção efetuados no setor operante. Por fim, a intenção deste projeto é disponibilizar o *download* gratuito para empresas que tenham o interesse em implantar o software e, posteriormente, auxiliar na melhoria da ferramenta.

Palavras-chaves: Manutenção. Software. Método TPM.

ABSTRACT

This study demonstrates concepts of industrial maintenance, applied to the development of a computational tool through the main Microsoft developer platform, Visual Studio. The

developed tool will assist micro and small businesses, working with manufacturing, manage the whole process of maintenance of this equipment in its manufacturing sector. Through literature reviews and studies of software available in the market, it was possible to define a theoretical framework to be applied in the context of the tool. The management modules have been developed based on the method TPM (Total Productive Maintenance) or Total Productive Maintenance

Keywords: Maintenance. Software. TPM Method.

COMO REFERENCIAR ESTE ARTIGO:

BARBOSA, R.E.; GASPAROTTO, A.M.S. Desenvolvimento de um software para gerenciamento da manutenção de acordo com o método TPM. **In: III SIMTEC – Simpósio de Tecnologia da FATEC Taquaritinga**. Disponível em: <www.fatectq.edu.br> 10 p. Outubro de 2015.

1 INTRODUÇÃO

O ambiente competitivo no atual setor da produção demonstra a necessidade das indústrias buscarem cada vez mais a melhoria contínua nos seus aspectos administrativos e de fabricação. O mercado impõe que as empresas busquem garantir que sua manufatura tenha um desempenho acima dos concorrentes, aperfeiçoando seus métodos e implantando tecnologias que auxiliem a gestão de todo o processo.

> De acordo com Kon (1999, p.111) "a crescente introdução da informatização nos processos industriais de produção das nações mais desenvolvidas, particularmente iniciada na década de 70 e acelerada nos anos 80, vem acarretando uma nova reestruturação das formas de organização empresarial e da divisão do trabalho".

Segundo Fuentes (2013), a utilização de ferramentas computacionais na área da manutenção possibilita o acesso independente para cada um dos fatores a serem analisados para alcançar o método de manutenção mais adequado. A ferramenta atua na coleta de dados, em especial do tipo informal, para conformar sua base de dados e, futuramente, esses dados serão utilizados no processo de análise da organização e tomadas de decisões.

Este projeto apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que auxilie o processo de gestão da manutenção de micro e pequenas empresas, gerenciando colaboradores, máquinas, fornecedores, ordens de serviços e relatórios demonstrativos. A proposta final é disponibilizar o download gratuito em uma página da web específica do projeto, onde empresas fazem o cadastro prévio e detém o direto de uso do software.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A evolução da Manutenção

De acordo com Moreira Neto (2011), desde o momento em que o homem começou a utilizar ferramentas e desenvolver máquinas, a manutenção foi emergindo de acordo com a necessidade e a demanda do mercado. Após a mecanização das indústrias, a necessidade tornou-se maior, porém era vista em segundo plano, os próprios operários realizavam a manutenção básica.

O autor ainda afirma que quando Henry Ford implantou a produção em série com demandas de produção, houve a necessidade de elaborar equipes que atuavam no ramo da manutenção corretiva. Foi após a Segunda Guerra Mundial que a manutenção preventiva surgiu, com a necessidade de uma produção mais ágil e eficaz. As manutenções corretivas já não eram suficientes. As equipes de manutenção trabalhavam não só para corrigir as falhas, mas também para evitá-las.

O processo de manutenção corretiva ocasionava desperdícios, retrabalhos, perda de tempo e de esforços humanos. Analisando tais fatores, foram-se desenvolvendo sistemas preventivos de manutenção. Com o decorrer do tempo, novos estudos, ferramentas e metodologias, acabaram resultando no conceito da TPM. (PEREIRA, 2009).

2.2 Método TPM

De acordo com Pereira (2009), a manutenção preventiva teve sua origem nos Estados Unidos e foi difundida no Japão, na década de 1950. Anteriormente, a indústria japonesa trabalhava apenas com o conceito de manutenção corretiva, isto é, reparo após a falha do equipamento, gerava-se custos e um obstáculo para a melhoria da qualidade. A primeira indústria japonesa a aplicar os conhecimentos de manutenção preventiva foi a *Toa Nenryo Kogyo* (1951), se obteve resultados positivos do conceito de Manutenção Preventiva.

O autor ainda afirma que a partir da década de 1960 iniciam-se as discussões a respeito da importância da mantenabilidade, onde ocorre o reconhecimento da importância da confiabilidade para a melhoria da eficiência da empresa. Contudo, foi na década de 1970 que a procura de maior eficiência na área produtiva, novos conhecimentos e metodologias foram

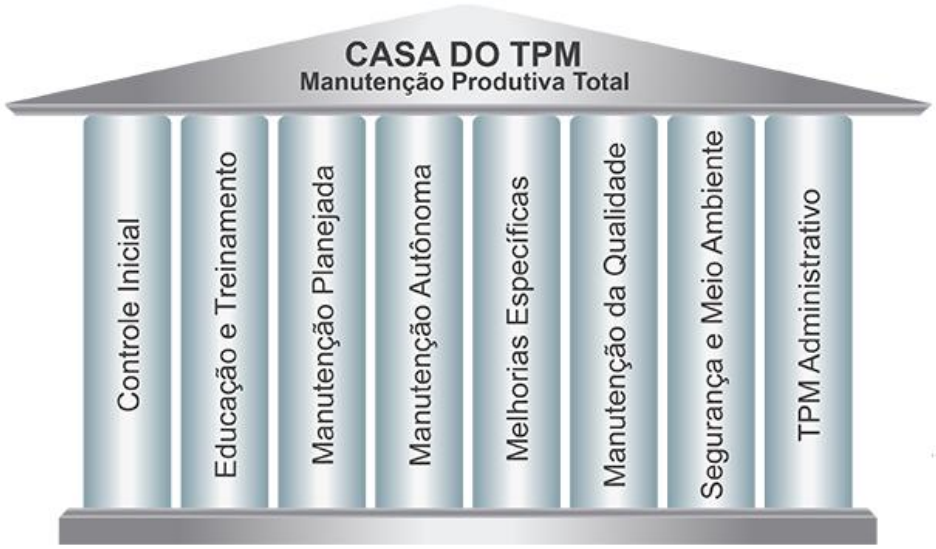
difundidos, culminando no método TPM, um sistema fundamentado no respeito individual e na total participação de seus colaboradores.

> Os principais objetivos da MPT são: reduzir os custos da manutenção preventiva; diminuir o nível de planejamento e de verificações realizadas pelo pessoal da manutenção; elevar a autonomia dos colaboradores no processo; melhorar a confiabilidade e a eficiência dos equipamentos; melhorar e implementar segurança no ambiente de trabalho. (COSTA JUNIOR, 2008, p.135).

2.3 Pilares do Método TPM

Segundo Pereira (2009), o método TPM se baseia em seus oito pilares tradicionais, que envolve todos os departamentos de uma empresa, programando metas, tais como defeito zero ou falha zero, estudos de disponibilidade, confiabilidade e lucratividade. No decorrer do tempo foram agregados qualidade, segurança e meio ambiente e a gestão *Office*, administrativa. Na Ilustração 1, pode-se observar de forma gráfica os pilares da metodologia para atingir maior eficiência produtiva.

Ilustração 1 - Pilares TPM.



Fonte: Pereira (2009)

A Ilustração 2 identifica, de forma superficial, as etapas de implantação da Manutenção Produtiva Total.

Ilustração 2 – Etapas da implantação TPM.

FASES	
Preparação	1 – Declaração da decisão de implantação da TPM pela alta direção 2 - Educação, treinamento e divulgação para a implantação da TPM. 3 - Organização da promoção da TPM e estabelecimento de um modelo. 4 - Estabelecimento de diretrizes básicas e objetivos da TPM. 5 – Elaboração do plano mestre
Introdução	6 – Lançamento do projeto empresarial TPM
Implantação	7 – Sistematização para elevação do rendimento produtivo. Melhorias específicas Manutenção autônoma Manutenção Planejada Educação e Treinamento 8 – Gestão Antecipada 9 – Manutenção da Qualidade. 10 – Melhorias do processo administrativo. 11 – Segurança, saúde e meio ambiente.
Consolidação	12 – Execuções plenas da TPM

Fonte: Tenório (2002).

2.4 Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento dessa ferramenta computacional, foi utilizada a plataforma de desenvolvimento da Microsoft .NET. Através do software Visual Studio 2013 com a complementação do Banco de Dados MySQL, o projeto foi desenvolvido na linguagem C#, orientada a objetos.

A escolha dessa linguagem e plataforma se sustenta na facilidade de interpretação de seus códigos e na interação de *designer* gráfico e código de programação, facilitando o processo de desenvolvimento.

De acordo com Dionysio, Tavares e Santos Junior (2013), pode-se citar como vantagens da linguagem C#, as seguintes definições:

- Simplicidade: os programadores de C# costumam dizer que essa linguagem é tão poderosa quanto C++ e tão simples quanto o Visual Basic;
- Totalmente orientada a objetos: todas as variáveis utilizadas nesta linguagem devem estar em uma classe.

- Linguagem gerenciada: Os softwares desenvolvidos em C# executam em um ambiente gerenciado, portanto todo o gerenciamento de memória é executado pelo *runtime* via GC (*Garbage Collector*), e não diretamente pelo programador, sendo assim, reduzindo as chances de erros comuns.

O software foi estruturado nos módulos de gerenciamento das funções descritas abaixo:

- **Mão de Obra**: gerencia todos os colaboradores da empresa. Contém o cadastro de acesso do sistema com suas permissões, departamentos, setores e escala de serviço.
- **Equipamentos:** gerencia máquinas, equipamentos, processos produtivos, ocorrências, causas, defeitos e solução.
- **Ordem de Serviço:** permite a abertura das ordens de serviço, que posteriormente serão feitos os cadastros das manutenções necessárias na área fabril.
- **Preventiva:** gerencia as ordens de serviço abertas para manutenção preventiva. É possível fazer o agendamento da manutenção, preencher o relatório de execução e consultar manutenções já realizadas.
- **Preditiva:** gerencia as ordens de serviço abertas para manutenção preditiva. É possível fazer o agendamento das inspeções de ferramentas, peças e calibrações, cadastrar a vida útil de peças e equipamentos das máquinas, com a possibilidade de ativar notificações de troca.
- **Corretiva:** gerencia as ordens de serviço abertas para a manutenção corretiva. É possível fazer o agendamento da manutenção, preencher o relatório de execução e consultar manutenções já realizadas.
- **Lubrificação:** gerencia o processo de lubrificação das máquinas disponíveis no parque fabril. É possível cadastrar pontos de lubrificação, agendamento de lubrificações, emitir relatório de lubrificação e consultar relatórios da realizados.
- **Inspeção:** gerencia o processo de qualidade da empresa, cadastro de checklist, agendamento de inspeções e auditorias. É possível consultar inspeções já realizadas.
- **Fornecedor:** gerencia os fornecedores disponíveis para emissão de ordem de compra de peças, produtos e lubrificantes necessários para as máquinas.

2.5 Aplicabilidade dos módulos de acordo com o método TPM

Durante todo o processo de desenvolvimento da ferramenta computacional, desde o projeto até os testes de inserção de dados, buscou-se manter as funções gerenciais baseada nas diretrizes do método TPM. Pode-se observar na Ilustração 3 que os módulos foram classificados de acordo com os pilares do TPM e suas respectivas funções.

Ilustração 3 – Funções de gerenciamento de acordo com os pilares TPM



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Dutra (2012), as funcionalidades dos pilares TPM são:

- **Manutenção Autônoma:** Busca a melhoria da eficiência dos equipamentos, desenvolvendo o conhecimento e capacidade dos funcionários para execução de pequenos reparos, pré-definidos, efetuando reparos preventivos e preditivos. Os operadores deverão ter

a capacidade de descobrir anormalidades, tratamento e recuperação, cumprir as normas para manutenção da situação.

- **Controle Inicial:** Levantamento de todos os equipamentos e máquinas disponíveis no parque fabril. Esta etapa também está relacionada a gerenciamentos dos processos, produtos da empresa. Há a consolidação dos sistemas para levantamento das inconveniências, imperfeições e implantação de melhorias.
- **Manutenção Planejada:** Análise, projeção e planejamento da manutenção de máquinas, equipamentos e processos. Quando esse processo é bem executado, a confiabilidade do setor produtivo aumenta, causando a minimização de falhas e defeitos com o menor custo.
- **Melhoria Específica:** Busca da erradicação de perdas que reduzem a eficiência do equipamento, identificando perdas em todo o processo industrial. Podemos citar as perdas por falhas em equipamentos, por setup e ajustes, pequenas paradas e pequenos períodos de ociosidade, por velocidade, defeitos e retrabalhos e desligamento.
- **Manutenção da Qualidade:** Compreende atividades que se destinam a definir condições do equipamento e que resultam na redução de defeitos, mantendo sempre a manutenção do equipamento em perfeitas condições, resultando em processo de produtos com qualidade. Há a necessidade de verificações e medidas regularmente. O processo ocorre através de análise de máquinas, materiais, mão de obra e métodos, buscando identificar e manter condições que não permitam defeitos.
- **TPM Administrativo:** O TPM Office tem como objetivo reduzir perdas nos processos administrativos, eliminando desperdícios gerados pelo trabalho de escritório. É necessário manter os padrões, limpeza regularmente, realizar atividades de trabalho e gerenciamento autônomo.

2.6 Ciclo PDCA inserido nas atividades gerenciais

De acordo com as funcionalidades disponíveis nos módulos de gerenciamento, pode-se visualizar o conceito do ciclo PDCA inserido no contexto de gerenciamento da manutenção.

- **Plan – Planejamento:** Nesta seção compreende-se o cadastro de todos os itens de planejamento geral das atividades de manutenção, tais como mão de obra, infraestrutura, cadastros operacionais e análises gerais. São informados todos os dados que dão bases para custos, estoques e manutenções programadas.

Módulos: Mão de Obra (Funcionários, Equipe, Função), Estoque, Qualidade.

- **Do – Execução:** Nesta seção compreende-se o compartilhamento de todas as informações de execuções para os colaboradores acompanharem as programações de manutenções. Desde o processo de lançamento de ordens de serviço até a conclusão de uma manutenção.

Módulos: Ordem de Serviço, Preventiva, Preditiva, Lubrificação, Estoque (abastecimento e movimentação de materiais).

- **Check – Checagem:** Nesta seção compreende-se a checagem de ativos, verificação de serviços realizados, planejamentos executados, exibição de dados extratificados em relatórios e gráficos, auxiliando o coordenador na tomada de decisões.

Módulos: Checklist e inspeção, Emissão de Relatórios e Gráficos.

- **Action – Ação:** Nesta seção compreendem-se os ajustes necessários do processo administrativo, onde planejadores e gestores irão analisar os dados obtidos nos indicadores e definir metas e estratégias de melhoria ao gerenciamento do processo. A etapa de ação não está relacionada a nenhum módulo, pois este processo abrange a busca da melhoria contínua, tornando-se um ciclo de utilização dos módulos anteriores.

3 CONCLUSÕES

Através do estudo bibliográfico e levantamento das tecnologias disponíveis no mercado, foi possível visualizar a crescente demanda de softwares e tecnologias que auxiliam na gestão de processos produtivos, vendas, logística e não menos importante, a área da manutenção industrial, buscando facilitar os processos para que não interfiram na produtividade da organização.

O artigo buscou demonstrar o projeto de desenvolvimento de um software que atue na área da manutenção através das diretrizes do método TPM, focado em auxiliar o processo administrativo do setor de manutenção da empresa, com funções e aplicações simples de

emissão de ordens e preenchimento de relatórios. Vale ressaltar que a ferramenta foi desenvolvida com funções básicas que podem ser aprimoradas com a continuidade do projeto.

REFERÊNCIAS

COSTA JUNIOR, E. **Gestão em Processos Produtivos**. Curitiba: Ibpex, 2008. 156p.

DIONYSIO, R. TAVARES, N. SANTOS JUNIOR, C. **Introdução a C# - Conceitos Básicos**. Taquaritinga: AgBook, 2013. 115p.

DUTRA, T. **Os oito pilares do TPM**.
Disponível em:< http://brasilengenhariademanutencao.blogspot.com.br/2012/11/os-8-pilares-do-tpm.html>. Acesso em 01/06/2015.

FUENTES, F. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial.** 2006. 208p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2006.

KON, A. **A Economia Industrial**. São Paulo: Nobel. 1999. 213p.

MOREIRA NETO, T. **A história da evolução do sistema de gestão de manutenção**. Disponível em:< http://www.webartigos.com/artigos/a-historia-da-evolucao-do-sistema-de-gestao-de-manutencao/75650/>. Acesso em 16/03/2015.

PEREIRA, M. **Engenharia de Manutenção – Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2009. 226p.

TENÓRIO, F. **Flexibilização organizacional:** aplicação de um modelo de produtividade total. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2002. 276p.