

**SENAI – SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO  
INDUSTRIAL**

**VILSON JOSÉ TOMIO**

**UTILIZAÇÃO DOS CONCEITOS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA  
APLICADO NO SOFTWARE SUPERVISÓRIO SCADA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Joinville  
2010**

**VILSON JOSÉ TOMIO**

**UTILIZAÇÃO DOS CONCEITOS DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA APLICADO  
NO SOFTWARE SUPERVISÓRIO SCADA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE  
CURSO APRESENTADO AO CURSO  
DE ESPECIALIZAÇÃO EM  
ENGENHARIA DA MANUTENÇÃO  
INDUSTRIAL COMO REQUISITO DE  
APROVAÇÃO, SOB ORIENTAÇÃO  
DO PROFESSOR GEOVANE VIERA**

**SENAI SC**

**UNIDADE JOINVILLE**

**Joinville  
2010**

**VILSON JOSÉ TOMIO**

**ESTUDO DA SITUAÇÃO E APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA NAS  
EMPRESAS DO RAMO INDUSTRIAL DE JOINVILLE-SC**

**Este trabalho foi julgado e aprovado em sua  
forma final, sendo assinado pelos professores  
da Banca Examinadora.**

**Joinville, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_**

---

**Prof.**

---

**Prof.**

---

**Prof.**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha esposa Viviane , por contribuir continuamente para eu chegar até aqui e pelos momentos de apoio importantes para motivação da conclusão do curso;

Aos meus pais que tanto me impulsionaram para a busca constante do conhecimento;

Aos professores do ensino superior que me apoiaram e me ajudaram, quando necessitei ausentar-me das aulas para freqüentar as disciplinas de especialização;

Aos colegas de trabalho da Empresa Amanco e dos colegas docentes do SENAI que de alguma forma tem sua participação na construção das idéias deste projeto.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meus pais, pelo constante empenho e incentivo a minha formação.

Agradeço a Viviane, minha amada esposa pelo estímulo e compreensão.

Agradeço a Senhora Dorli, os momentos de compreensão, sempre preocupada em ajudar-me, incentivando-me na busca constante pelo conhecimento.

Agradeço ao professor Geovane Vieira pelo exemplo de orientação, pela paciência, tempo e energia concedidos a mim na realização do presente trabalho.

Aos Professores do Curso de Especialização em Engenharia em Manutenção Industrial, pelos ensinamentos e abordagens no direcionamento de minha formação.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível”.

(CHARLES CHAPLIN)

## RESUMO

Esse trabalho visa utilizar os conceitos da manutenção autônoma para a implantação dentro dos softwares supervisórios nos equipamentos industrializados. Inicia-se com o estudo específico da Manutenção Autônoma mostrando sua aplicabilidade, seus passos de implantação, contextualizando a utilização dessa ferramenta. A seguir segue o estudo do *Software* Supervisório possibilitando assim evidenciar qual estratégia utilizar para integrar tais conceitos de manutenção. Com base nestes estudos, é possível criar as telas gráficas que servem de base para uma melhor aplicação da manutenção interativa, ou seja, operação e manutenção. Com o resultado deste projeto, é oportuno evidenciar os principais pontos da aplicação no meio produtivo, as dificuldades de implantação, a viabilidade da aplicação e os pontos que podem comprometer o desenvolvimento de implementação e funcionamento do projeto.

**Palavras-chave:** Manutenção Autônoma. Supervisório. Manutenção Produtiva Total.

## **ABSTRACT**

This work is the study of Maintenance Productive Total e, more specifically, of the pillar of the Independent Maintenance for the process manufacturer. The implantation of the project of the Independent Maintenance requires of the company, the total involvement, of the administrative management, the maintenance and the collaborators of the productive area. This union and persistence of both the parts, require the some paradigm in addition that still exists in the half industrial. It is important that if it knows the best form to implant this system, its advantages, its problem of implantation, the results of a good implantation and the factors that take some companies to give up the project. The theoretical study of the Independent Maintenance it will serve of base for reflection of the data, gotten through a questionnaire, where, on people the maintenance will go to answer. With this research of field the vision of the scene of the applicability is had clearly, in the industries of medium and great transport of the city of Joinville, of the implantation of the Independent Maintenance, showing the totality of companies who had made possible the project.

**KEYWORDS:** Independent Maintenance. Results. Maintenance Productive Total.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - O Triângulo Eficiente da Manutenção .....	17
Figura 2 - Fluxograma de definição dos componentes.....	26
Figura 3 - Fluxograma dos pontos a serem monitorados no supervísório.....	27
Figura 4 - Exemplo de aplicação .....	28
Figura 5 - Aplicação da Interação.....	29
Figura 6 - Detalhamento da Operação .....	30
Figura 7 - Indicação de Manutenção de Rotina.....	31
Figura 8 - Indicação de Manutenção Preventiva com parada .....	31
Figura 9 - Indicação de Manutenção de Inspeção.....	32
Figura 10 - Indicação de Manutenção de Inspeção.....	33
Figura 11 - Tela com a rotina gerada .....	34
Figura 12 - Descrição das Atividades.....	35
Figura 13 - Relação de Atividades .....	37
Figura 14 - Identificação do Componente para a MA .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Modelo de implantação da MPT .....	23
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CLP -	Controlador Lógico Programável
DCOM -	<i>Distributed Component Object Model</i>
IHM -	- Interface - Homem – Máquina
MA -	– Manutenção Autônoma
MPT -	Manutenção Produtiva Total
ODBC -	<i>Open Data Base Connectivity</i>
OPC -	<i>OLE for Process Control</i>
SCADA -	<i>Supervisory Control And Data Acquisition</i>
SENAI -	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
UTR -	Unidade Terminal Remota

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	OBJETIVO GERAL.....	14
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
2.1	A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA .....	15
2.2	A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA .....	16
2.3	SOFTWARE SUPERVISÓRIO SCADA.....	18
2.3.1	FACILIDADE DE INTERPRETAÇÃO .....	20
2.3.2	FLEXIBILIDADE.....	21
2.3.3	COMPOSIÇÃO .....	21
2.4	IHM – INTERFACE HOMEM-MÁQUINA.....	21
2.5	PREPARAÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA ...	22
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	25
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	26
<b>5</b>	<b>MATERIAS E MÉTODOS</b> .....	28
5.1	FIGURAS DE INDICAÇÃO DE MANUTENÇÃO.....	30
5.1.2	A MANUTENÇÃO DE ROTINA.....	30
5.1.3	PREPARAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DA MA .....	31
5.1.4	A MANUTENÇÃO DE INSPEÇÃO.....	32
5.1.5	A INDICAÇÃO DE BOM FUNCIONAMENTO .....	32
<b>6</b>	<b>RELAÇÃO DAS ATIVIDADES PREVENTIVAS</b> .....	36
<b>7</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	39
	<b>REFERÊNCIA</b> .....	41

## 1 INTRODUÇÃO

Na busca pela sobrevivência, as empresas, atualmente utilizam alguns métodos e meios para a conquista de resultados econômicos (fabricar produtos mais baratos e de melhor qualidade), independente de qual seja a sua dimensão organizacional. Entre as diversas formas e pelos melhores resultados, sem investimentos significativos, destaca-se a técnica de Manutenção Autônoma (MA) que é definida como um dos pilares de sustentação Manutenção Produtiva Total (MPT). Seguindo este objetivo de maior produção com baixo custo e mantendo ou até melhorando a qualidade em seus produtos, pode-se adotar a MA. Aplicada de forma adequada, ou seja, utilizando-se de ferramentas para treinamento de operários, aliado as metodologias de gestão de pessoas, é possível conquistar índices favoráveis de disponibilidade do equipamento, aumentando o tempo disponível para produção.

Conforme Brito (2003, p. 6), a manutenção pode ser definida como “o conjunto de ações que permitem manter ou controlar o estado original de funcionamento de um equipamento ou bem”. Desta forma é possível solucionar os problemas que ocorrem nos equipamentos, que é tarefa da manutenção. Adotar a implantação da MA é aumentar a interação da manutenção com a produção, capacitando o operador a ser uma extensão da manutenção no equipamento, monitorando preventivamente seu funcionamento e intervindo em ações corretivas o qual foi instruído.

Estudar-se-á a Manutenção Autônoma que servirá de base para reflexão das práticas adotadas na implementação do projeto. A aplicação de uma ferramenta como a MA deve seguir suas etapas de implantação, de maneira que quando solidificado uma etapa dar-se seqüência a etapa seguinte. Atitudes desta natureza trazem aos envolvidos na participação da MA total confiança e comprometimento para com a implantação. Ribeiro (2002, p. 71) enfatiza que “é a oportunidade única e eficaz para redimensionar o valor das pessoas promovendo resultados concretos e contínuos para a empresa e para os colaboradores”.

O objetivo de toda a atividade de melhoria na fábrica é aumentar a produtividade minimizando os custos e maximizando os benefícios. Benefícios não se referem somente ao aumento da produtividade, mas também à elevação da qualidade, à redução de custos, ao prazo de entrega, à melhoria da saúde, segurança e meio ambiente, ao moral elevado e a um ambiente de trabalho mais favorável.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Com este projeto, manutenção e produção podem apresentar diversos ganhos, dentre eles podemos destacar o atendimento direto dos operadores a pequenos reparos, atendimento a atividades preventivas de seu próprio equipamento, redução do tempo de parada dos equipamentos, instrução técnica aos operadores, visão operacional voltada à prevenção de falhas.

A integração do método de manutenção autônoma com um sistema supervisório SCADA é avaliado na sua aplicabilidade, pois pode tornar-se inviável devido ao tipo de equipamento e ao nível de automatização. O termo SCADA normalmente se refere a sistemas centralizados que monitoram e controlam locais inteiros, ou sistemas complexos de grandes áreas, onde, muitas ações de controle são executadas automaticamente através de unidades terminais remotas ou por controladores de lógica programáveis. Normalmente o supervisório não executa as funções de controle.

Daneels e Salter (2000) explicam que os *softwares* supervisórios permitem que sejam monitoradas e rastreadas informações de um processo produtivo ou uma instalação física. Neste sistema a aquisição de dados é iniciada, cujos dados são compilados e formatados de tal modo que o operador possa tomar decisões e intervir no equipamento conforme as instruções indexadas no projeto, tornando ele uma extensão ativa da manutenção no equipamento. Geralmente, os sistemas supervisórios apresentam graficamente as informações do processo na forma de sinópticos. Isto significa que o operador pode ver uma representação esquemática da planta que é controlado.

Implantando esta forma de manutenção autônoma é possível tornar, ao operador, mais visível o seu próprio equipamento, agregando a ele o conhecimento técnico ao empírico produtivo. O objetivo principal das atividades de melhoria contínua nos processos fabris é aumentar a produtividade minimizando os custos e maximizando os benefícios. Os benefícios não se referem somente ao aumento da produtividade, mas também à elevação da qualidade, à redução de custos, ao prazo de entrega, à melhoria da saúde, segurança e meio ambiente, ao moral elevado e a um ambiente de trabalho mais favorável.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Projetar e desenvolver sistema de supervisão de processos industriais capaz de administrar automaticamente as práticas de Manutenção Autônoma em um equipamento ou processo.

## 1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Apresentação dos dados de modo a facilitar a sua interpretação através de interface gráfica, incluindo figuras, animações e diagramas que descrevam visualmente o processo.
- Aprimorar a interação da Manutenção com a Produção.
- Melhorar o entendimento das tarefas a serem executadas na Manutenção Autônoma.
- Visualizar as tarefas da MA, e executá-la dentro da periodicidade estabelecida no sistema SCADA.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

A visão moderna da manutenção é que ela está totalmente voltada para preservar as funções dos bens físicos. Em outras palavras, promovendo tarefas as quais atendem o propósito central de assegurar que nossas máquinas são capazes de realizar o que os usuários desejam e que elas façam, quando eles querem que elas façam. Em realidade, isto significa que nós devemos, dentro de um conjunto de políticas de manutenção, identificar a combinação a qual melhor se ajuste aos objetivos.

A Manutenção Produtiva Total (MPT), conforme Kardec (2002) surgiu no Japão por volta de 1971, através da empresa Nippon Denso KK, integrante do grupo Toyota, onde no Brasil veio a surgir pela primeira vez em 1986. Através do aperfeiçoamento de técnicas de manutenção preventivas, manutenção do sistema de produção, prevenção da manutenção e engenharia de confiabilidade, tem a visão da falha zero e/ou quebra zero dos equipamentos, com significado conjunto de defeito zero nos produtos e perda zero no processo.

O objetivo da MPT é a eficácia da empresa através de maior qualificação das pessoas e melhoramentos introduzi dos nos equipamentos, assim como a preparação e o desenvolvimento das pessoas que estão condizentes a gestões cada vez mais evolutivas, onde a automação é cada vez mais presente.

Segundo Takahashi (1993, p. 7), “a MPT é uma campanha que abrange a empresa inteira, com a participação de todo o corpo de empregados, para conseguir a utilização máxima do equipamento existente”.

Então pode-se dizer que a MPT torna as pessoas mais informadas dos processos e equipamentos que operam, tornam-do-as capazes de identificar, reportar e minimizar as quebras, falhas e defeitos. Assim a maximização dos rendimentos e a eliminação das perdas se tornam uma consciência positiva para o processo.

O pilar da melhoria focada tem como objetivo, através de pessoas especializadas, a eliminação das perdas e o alcance máximo da produtividade, pois só se pode melhorar aquilo que se mede.

A manutenção autônoma é o pilar que atribui uma nova função aos operadores, além de operar os equipamentos podem realizar pequenos reparos, tendo a visão de que a minha máquina, cuido eu, (KARDEC E RIBEIRO, 2002).

## 2.2 A MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

O pensamento tradicional de que somente as equipes de manutenção são responsáveis pelo bom funcionamento dos equipamentos deve ser mudado. Uma atualização deste conceito é necessária, buscando uma visão mais abrangente, de que o operador também é responsável pelo equipamento, e desta forma, o mesmo será introduzido no contexto de zelar pelo bom funcionamento de seu equipamento.

A manutenção autônoma já tem aplicabilidade em alguns setores, nestes, o operador zela incondicionalmente pelo patrimônio como: motoristas de caminhão, operadores de máquinas agrícolas, operadores de retro-escavadeiras e até os motoristas de veículos de passeio. Todos estes tipos de motoristas fazem algum tipo de intervenção em seus veículos.

Segundo Ribeiro (2001, p. 45):

A manutenção autônoma consiste em desenvolver nos operadores o sentimento de propriedade e zelo pelos equipamentos e a habilidade de inspecionar e detectar problemas em sua fase incipiente, e até realizar pequenos ajustes e regulagens.

O comprometimento dos operadores em manter o equipamento em condições normais de trabalho requer disciplina e treinamento. Treinamento para desenvolver a prática dos sentidos (audição, visão, tato, olfato e o paladar), a fim de identificar os problemas e analisar de forma objetiva, o grau de importância e a influência no ciclo produtivo.

Sabe-se que pelo avanço tecnológico dos equipamentos têm-se sérias dificuldades em manter um operador específico para cada máquina, isto cria um retardamento no conhecimento da falha de cada equipamento, sendo de suma importância que o operador seja ainda mais atento às variações do processo para identificar os motivos de tais variações.

Ainda Ribeiro (2001, p. 45), “[...] a Manutenção Autônoma transforma o equipamento em um meio de ensinar aos operadores uma nova maneira de pensar e trabalhar.”



Figura 1 - O Triângulo Eficiente da Manutenção  
Fonte: Xenos (1998)

A figura 1 mostra o triângulo da manutenção eficiente e, também, que a manutenção é forte aliada a produção, proporcionando à cooperação de ambas as áreas para a obtenção do melhor resultado.

Desta forma os mantenedores têm inteira participação, treinando os operadores a desenvolver um alto nível de conhecimento sobre seu equipamento, a identificar todos os possíveis problemas que o seu equipamento pode vir a apresentar e a relatar tais anomalias corretamente. E a manutenção passa a ser responsável pela aplicação das práticas preventivas além de trabalhar no desenvolvimento e implementação de melhorias nos equipamentos para tornar as manutenções fáceis, rápidas e produtivas .

Conforme afirma Xenos (1998 , p. 35), “a manutenção autônoma é uma estratégia simples e prática de envolver os operadores dos equipamentos nas atividades de manutenção, principalmente na limpeza, lubrificação e inspeções visuais”.

Também Takahashi (1993, p. 236) afirma que "é preciso promover um programa de manutenção por iniciativa própria, que garanta o controle adequado dos pontos - chaves: limpeza, lubrificação, aperto e controle de temperatura".

Seguindo a diretriz dessas técnicas de gerenciamento por observação, pode-se dizer que a manutenção é a parte mais atuante em interagir com os operadores. E, assim sendo, podem adquirir a técnica de antecipar uma ocorrência, prever um evento indesejável, considerando ser uma somatória para o objetivo da maior disponibilidade dos equipamentos produtivos. Com isso, a manutenção autônoma resgata os valores do operador, liberando a manutenção dos serviços onde não exigem grandes conhecimentos técnicos, assim, os profissionais da manutenção, passam a ser os aplicadores da engenharia de manutenção, promovendo resultados contínuos e concretos, tanto para a empresa quanto para os colaboradores.

### 2.3 SOFTWARE SUPERVISÓRIO SCADA

Segundo Moraes (2007 p. 117), “supervisórios são sistemas digitais de monitoração da planta que gerenciam variáveis de processo”.

Os sistemas de supervisão de processos industriais são também conhecidos como sistemas SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition*) (MELENDEZ, 2001).

Ainda Moraes (2007, p130), “a representação da planta por áreas e equipamentos de processo facilita a sua rápida interpretação assim como a atuação por parte da equipe de operação”.

O supervisório permite a operação e visualização através de telas gráficas elaboradas para qualquer processo industrial ou comercial, independente do tamanho de sua planta. Estes sistemas têm se apontado a principal importância na estrutura de gestão das empresas, fato pelo qual deixaram de ser vistos como meras ferramentas

operacionais, ou de engenharia, e passaram a ser vistos como uma relevante fonte de informação.

A aquisição de dados é um procedimento que envolve a coleta e a transmissão de dados desde as instalações das indústrias, eventualmente remotas, até as estações centrais de monitoramento (KEMPLOUS, 1999).

A apresentação destes dados é feita de modo a facilitar a sua interpretação e, normalmente, a interface gráfica inclui figuras, animações e diagramas que descrevam visualmente o processo. Algumas vantagens podem ser citadas na aplicação de um sistema supervisorio, a rastreabilidade do processo em tempo real e simplicidade de operação proporcionada pelas diversas ferramentas integradas ao sistema.

Conforme Moraes (2007 p.120), "... pode-se interpretar sistemas constituídos por IHM e UTR inteligente (CLP) como sendo um sistema SCADA (redundância, volume de informação, robustez, etc).

Para a melhor escolha de um software supervisorio alguns pontos devem ser analisados, evidenciando suas características elevando a possibilidade de êxito no projeto, quando estiver sendo implantando.

Sendo assim é possível realizar uma pesquisa e comparar alguns supervisórios disponíveis no mercado apresentando a descrição detalhada da suas principais características. Vamos relacionar alguns *softwares*:



Factory Link 7, fornecido pela Usdata (<http://www.usdata.com/>). É um supervisorio orientado para aquisição e controle de dados críticos em chão-de-fábrica. Possui uma ampla biblioteca com várias funcionalidades típicas de um ambiente de manufatura, facilitando o desenvolvimento de aplicativos.



Genesis32, da Iconics (<http://iconics.com/>). É um sistema SCADA orientado a objeto que incorpora tecnologias como OPC, ActiveX e programação em VBA (Visual Basic). Interage com facilidade com banco de dados e permite controle de processos via Internet.



LabView, da National Instruments (<http://www.ni.com/>). O LabView oferece um ambiente de desenvolvimento gráfico fácil de usar e voltado para aplicações

científicas e de engenharia. Permite criar interfaces para instrumentação virtual (osciloscópios, geradores de função, etc.), sem a necessidade de gerar códigos de programação. Também apresenta um grande número de cartões para a aquisição de dados de campo e facilidade para construir aplicativos em um ambiente totalmente gráfico, que pode ser executado em rede ou pela Internet.



HMI/SCADA Pargon, da Nematron ( <http://www.nematron.com/>). É um *software* SCADA poderoso e ao mesmo tempo flexível que incorpora tecnologias Activex, OPC, COM (Component Object Model) e DCOM (Distributed Component Object Model). A mesma base de dados, o que facilita a programação e a depuração de erros.



Elipse SCADA, da Elipse. Apresenta funcionalidades necessárias como IHM (Interface Homem-Máquina), ODBC (Open Data Base Connectivity) que permite troca de dados com a base de dados Access, incorpora a tecnologia OPC para aquisição de dados de CLPs e troca de informações com outros aplicativos SCADA em tempo real.

É possível observar então que várias são as características que distinguem os sistemas no mercado, além de observar as particularidades individuais, pode-se destacar ainda alguns pontos principais para uma análise geral.

O *software* deve ter característica que facilitem sua interpretação, seja flexível, seja estruturado e possibilite a geração de dados de produção. Cada tópico levantado será explanado para o melhor entendimento quando na pesquisa sobre os sistemas disponíveis no mercado.

### 2.3.1 FACILIDADE DE INTERPRETAÇÃO

A representação por parte do equipamento ou por módulos, é um exemplo para facilitar a interpretação do processo, a visualização de maneira animada, é importante para que a operação possa interagir com o processo.

Segundo Silveira (1998 p. 199), “por meio da visualização gráfica em cores e com alta definição, torna-se muito mais prático e rápido ao operador obter informações precisas a respeito do status do processo”.

Sendo assim o acompanhamento das animações durante o processo são extremamente úteis pois podem quantificar as principais propriedades do processo, variando as cores conforme a largura, posição, espessura, visibilidade chegando ao ponto de enviar mensagens eletrônicas a processos remotos, repassando a posição do processo *on-line*.

### 2.3.2 FLEXIBILIDADE

De acordo com Moraes (2007 p.132), “alterações no processo, correções, ou implementações são facilmente realizáveis por meio de softwares de sistemas supervisórios”.

Nesta característica, os supervisórios proporcionam um importante controle ao meio produtivo, as diversas variáveis presentes no processo, obrigam que ajustes sejam necessários, isto tanto de uma maneira automática ou até mesmo manual, onde o operador tenha condições de intervir alterando e corrigindo as programações definidas para modificações.

### 2.3.3 COMPOSIÇÃO

A divisão por áreas na estrutura do supervisório é aconselhada para a construção do sistema, sendo assim, é possível mostrar os principais equipamentos e instrumentos de medição que compreendem determinado processo, bem como, os atuadores e sensores que necessitam a visualização de seu *status*. É possível, que desta forma a visualização se torne objetiva, focando especialmente as variáveis que interessem ao operador, reduzindo o tempo de navegação por telas relevantes ao processo principal.

## 2.4 IHM – INTERFACE HOMEM-MÁQUINA

Tempos atrás o equipamento que melhor executava tal função de monitoramento era o quadro sinótico, onde apresentava a situação momentânea do

processo através de lâmpadas, alarmes e o circuito com acionamentos eletromecânicos. Sendo assim ao passar dos anos e o significativo aumento da tecnologia surgiram elementos eletrônicos, magnéticos e ópticos capazes de substituir os acionamentos eletromecânicos.

Segundo Silveira (1998 p.198), “como forma de dotar um sistema automatizado com grau maior de flexibilidade e produtividade, as IHM’s vêm cada vez mais se fazendo presente em tais situações”.

A utilização de componentes eletromecânicos para a função de supervisão de sistemas industriais pode acarretar em algumas desvantagens, relacionando aos sistemas informatizados. Pode citar como exemplo a aplicações em painéis elétricos de comando onde é necessário a vasta utilização de componentes de acionamento, isso origina o aumento da dimensão do painel, a complexidade dos cabeamentos elétricos necessários para as ligações, a impossibilidade de alteração dos parâmetros de processo que, por ventura, podem ser mudados, variável q eu depende da aplicação e do processo.

A evolução tecnológica das interfaces permitiu reduzir estas desvantagens e aumentar os benefícios para a operação e para a manutenção, sendo possível a visualização de alarmes gerados por condições anormais, verificação de dados de processo, alteração de parâmetros, operar manualmente o equipamento, alteração das configurações do equipamento e intervenção na programação funcional do processo.

## 2.5 PREPARAÇÃO PARA A IMPLANTAÇÃO DA MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Para Xenos (1998, p. 253), “a prática da manutenção autônoma (MA) exige dos operadores alguns conhecimentos técnicos básicos sobre as condições de ocorrência de falhas nos equipamentos e anomalias que antecedem as falhas”. Nesta iniciação deve-se transmitir aos operadores detalhadamente as principais partes do equipamento, aprender e praticar os métodos corretos de operação.

Ribeiro (2002, p. 52) comenta que, “a participação em cursos e eventos de MPT (ou específico de Manutenção Autônoma) oferece ao gestor e/ou Comitê, uma oportunidade para sanar dúvidas ou então consolidar conceitos”. Para todo o

entendimento do processo e para as pessoas que devem gerenciar o projeto, o treinamento objetiva o comprometimento e a capacitação para atingir a execução de maneira eficaz de todas as etapas da MA.

Em outra etapa desta preparação é possível eleger os equipamentos que servirão como projeto piloto, verificando os equipamentos que consigam mostrar os resultados e a eficiência de maneira rápida possibilitando à equipe a obtenção dos dados da implantação.

A manutenção autônoma faz parte dos oito pilares do programa MPT. O modelo de implantação da MPT sugerido por Wyrebski (1997) pode ser verificado na tabela 1:

Tabela 1 Modelo de implantação da MPT

<b>Fases</b>	<b>Atividades</b>	<b>Tempo</b>
Introdução	-Formar grupo de TPM -Divulgar conceitos -Definir objetivos	5 dias.
Desenvolvimento	- Identificar gargalos -Definir equipamento Piloto -Elaborar plano de manutenção autônoma -Aplicar medições mensais -Realizar avaliações dos resultados	15 dias.
	-Desenvolver um padrão de TPM -Divulgar os resultados	10 dias
Conclusão	-Realizar correções	

Fonte: Adaptado de Wyrebski (1997)

Dentre as etapas sugeridas por Wyrebski, a MA tem um papel de destaque no seu desenvolvimento. Conforme já comentado anteriormente, para atingir os resultados esperados na implantação deste projeto, deve-se aguçar a visão mantenedora dos operadores de máquinas, pois desta forma, eles estarão motivados a todo o momento para manter o seu equipamento de trabalho em perfeitas condições de uso.

A incorporação de melhorias individualizadas sobre os equipamentos é uma prática importante a ser realizada. Para este fim, realizar um levantamento com todos

os colaboradores envolvidos no setor, com a intenção de verificar as melhorias necessárias para o equipamento piloto, é importante. Essas melhorias podem ser analisadas de acordo com o grau de prioridade e do custo envolvido na implantação das mesmas. O impacto destas melhorias deve ser analisado, ou seja, verificando se as mesmas estão impactando no volume de produção, Qualidade, Manutenção, Segurança, Meio Ambiente e Custo da Produção.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Com o propósito de definir os principais conceitos e contribuir para o embasamento teórico, é necessária a realização de pesquisas bibliográficas, através de literaturas técnicas que tem por finalidade a contribuição científica sobre as diversas partes do assunto proposto.

Sites da *internet* devem ser pesquisados obtendo melhorar a constituição da pesquisa documental. A pesquisa documental vale-se de documentos originais, fornecidos pelos fabricantes e pelo corpo de docentes da entidade.

Os equipamentos utilizados representam figurativamente, uma indústria de produção em série, possuindo *software* supervisor, permitindo a introdução dos conceitos da MA, aplicando-se na construção do modelo apresentado.

Dentro do estudo dos conceitos da MPT, apresenta-se no conteúdo deste trabalho tabelas e fluxogramas criados e adaptados pelo autor, seguindo a diretriz de funcionamento do *software*, dos propósitos do pilar da MA e das condições de implantação e funcionamento que o sistema necessita.

#### 4 RESULTADOS

A disposição de um processo fabril é o resultado do formatação do sistema, onde são especificadas as funções dos elementos, suas interfaces, interações e restrições.

Após identificar o equipamento piloto, pode-se realizar as rotinas de trabalho, utilizando a supervisão pelo SCADA para demonstrar as rotinas a serem executadas pelo operador. Com a definição das melhorias a serem efetuadas, um plano de ação dentro dos Sensores de Qualidade será realizada, e a partir daí, iniciar uma força tarefa composta por todos os colaboradores para resolver as melhorias pendentes.

Objetivando a utilização da manutenção autônoma no software de supervisão SCADA, é importante que o operador do equipamento tenha conhecimento das funcionalidades deste sistema, pois quanto maior o conhecimento operacional do software, mais atrativo será para ele esta associação.

O fluxograma, na figura 2, detalha a seqüência para escolha dos itens do equipamento para implantação de uma manutenção de rotina, que será realizada pelo operador de máquina.

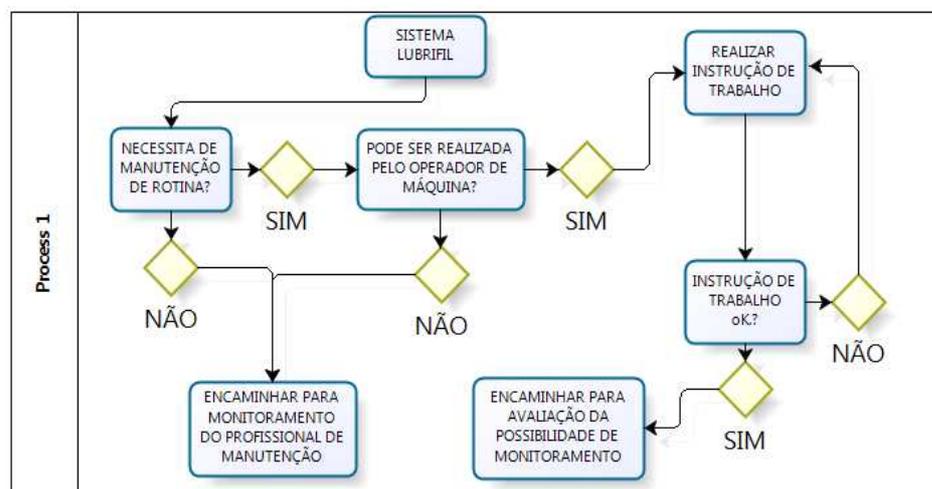


Figura 2 - Fluxograma de definição dos componentes  
Fonte: O autor (2010)

Todos os pontos de monitoramento realizado pelo software de supervisão são indicados nas telas que aparecem para o operador de máquina indicando as manutenções de rotina que devem ser executadas. Estas podem ser inspeções visuais,

lubrificação ou tarefas pré-definidas como, verificar nível do óleo da caixa (completar nível, se necessário). Estes pontos de monitoramento necessitam em sua maioria se adequar ao processo para que as respostas sejam em tempo real, indicando para o supervisor SCADA qual a condição atual. Com este resultado, o Scada, juntamente com o seu sistema de controle das aplicações, vai processar estes dados e então, indicar para o operador o que fazer.

É possível verificar no fluxograma da figura 3, as etapas para verificação dos pontos a serem monitorados.

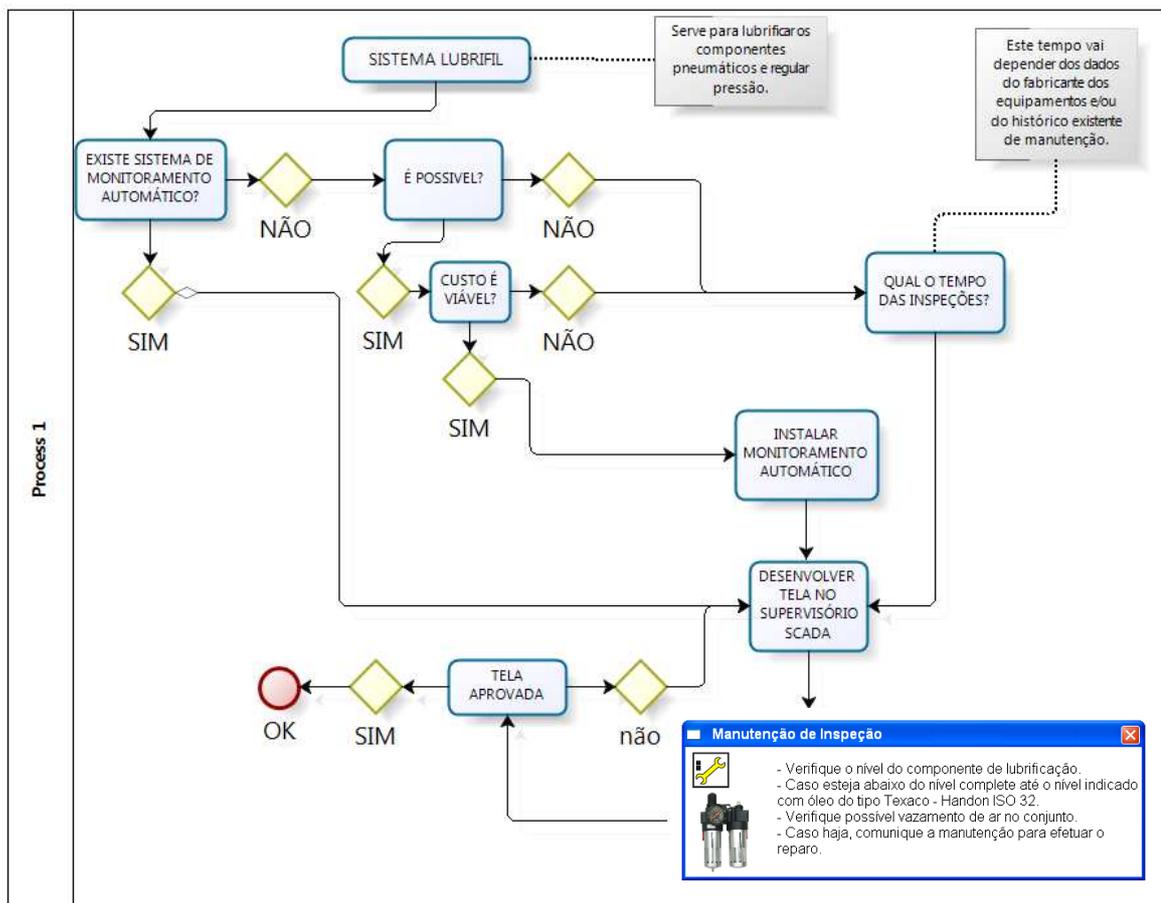


Figura 3 - Fluxograma dos pontos a serem monitorados no supervisor  
Fonte: O autor (2010)

## 5 MATERIAS E MÉTODOS

De maneira geral as tela gráficas dos supervisórios necessitam proporcionar para os operadores rapidez e o melhor entendimento do processo. As telas, conforme a figura 4, devem ser criadas tomando como base este mesmo princípio, pois quanto melhor o entendimento dos componentes e das tarefas a serem executadas, melhor será a satisfação do cliente e dos resultados esperados.

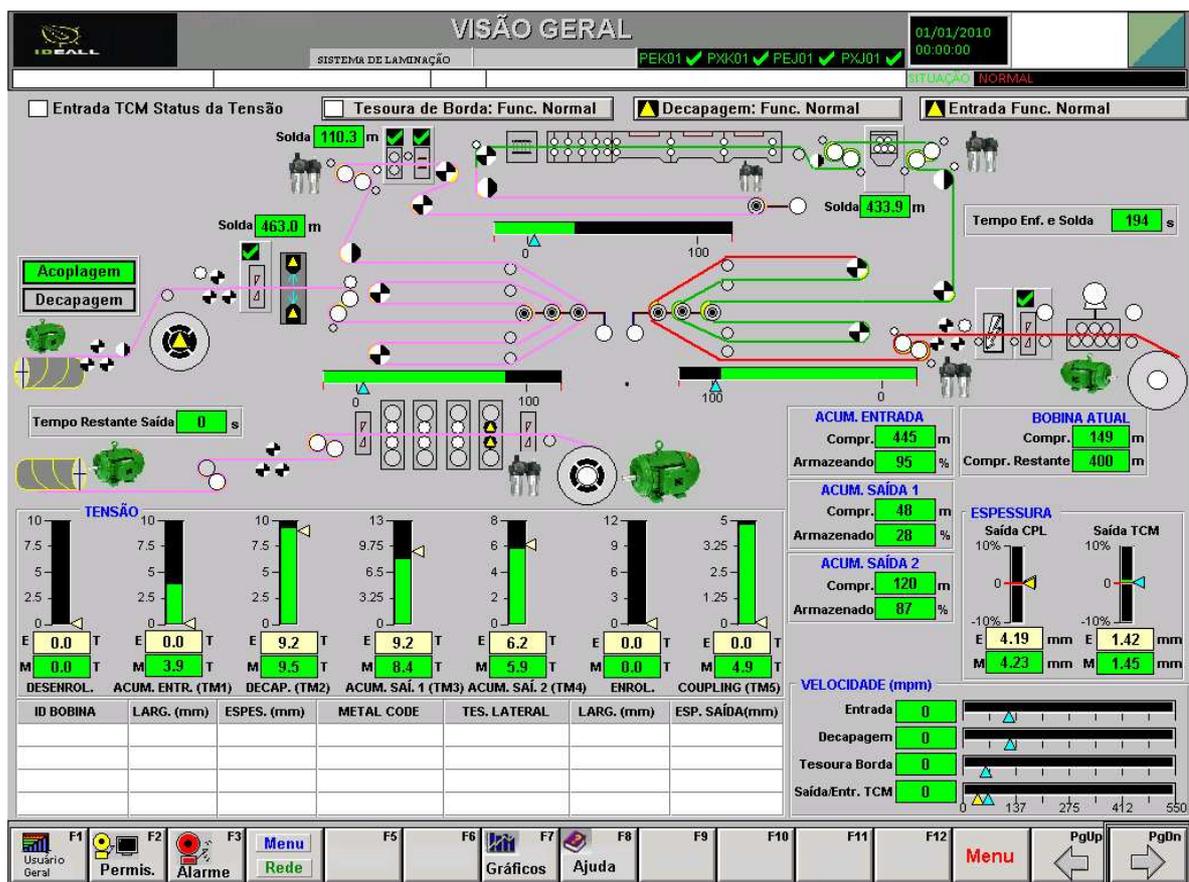


Figura 4 - Exemplo de aplicação  
Fonte: autor (2010)

Os procedimentos de rotina da inspeção autônoma são desenvolvidos, partindo dos pontos que merecem acompanhamento pontual do operador no equipamento, sua participação é ainda mais importante quando o operador é lotado integralmente. De maneira conceitual, a manutenção autônoma permite que o operador execute procedimentos como o de lubrificação, apertos, inspeções e limpezas. Seguindo este conceito os procedimentos surgem na tela do supervisorio determinado por tempo programado ou pela aquisição de dados provenientes desta parte do equipamento.

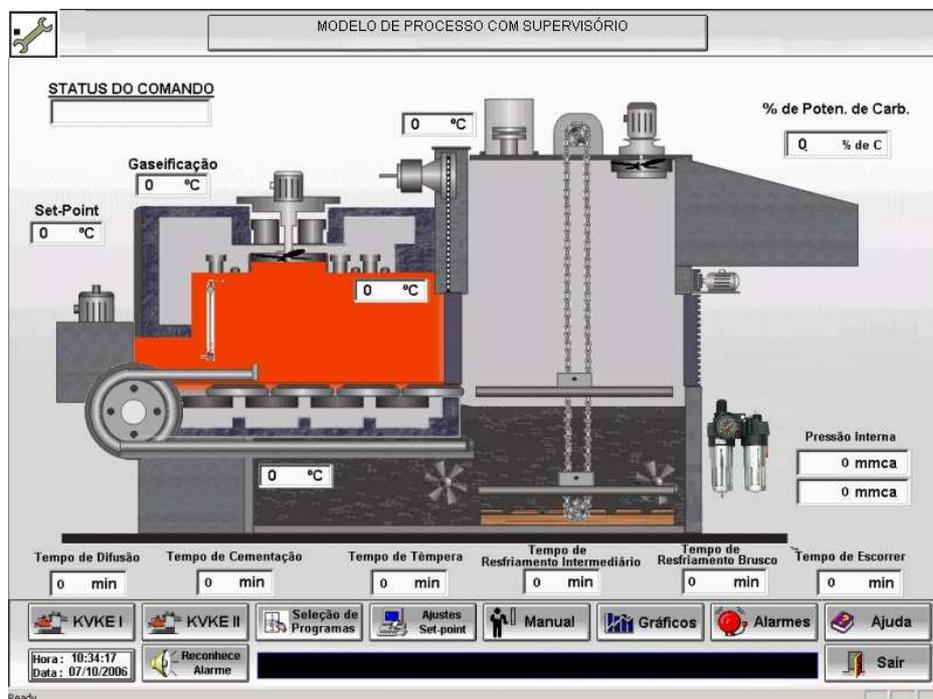


Figura 5 - Aplicação da Interação  
Fonte: Adaptado (SETUP, 2009)

A figura 4 e a figura 5 apresentam um modelo de equipamento onde é possível implantar o projeto proposto, é possível identificar os componentes que o operador pode interferir, é estrategicamente colocado na disposição real no equipamento, facilitando o lay-out para a localização.

As interferências de manutenção geradas pelo sistema são dispostas em quadros explicativos, sendo totalmente detalhado a figura do componente, o procedimento de verificação e a atuação do operador, conforme a figura 6.

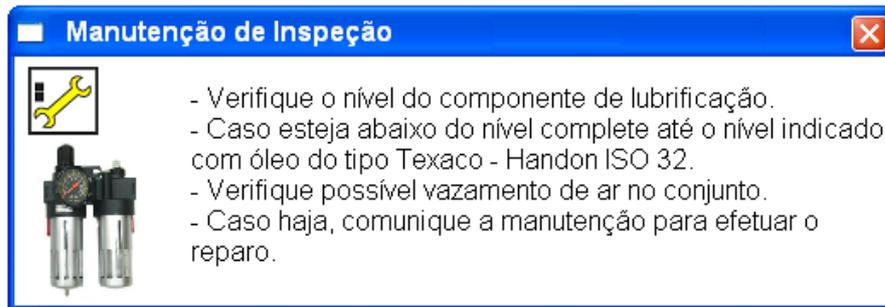


Figura 6 - Detalhamento da Operação  
Fonte: o autor (2010)

## 5.1 FIGURAS DE INDICAÇÃO DE MANUTENÇÃO

É necessário quando aplicamos um sistema de MA que as informações sejam de fácil interpretação para as pessoas que manipulam o processo. A utilização de figuras ilustrativas para indicar as diversas formas de manutenção, é o melhor meio de aplicação.

As figuras estarão dispostas nas telas de trabalho, no canto superior direito e permaneceram até que a atividade seja concluída.

### 5.1.2 A MANUTENÇÃO DE ROTINA

A manutenção de rotina será apresentada por uma ferramenta na cor verde, figura 7, pois são tarefas simples de Inspeção de Rotina e não necessita a parada do equipamento, execução por profissional especializado e demanda pouco tempo para execução.

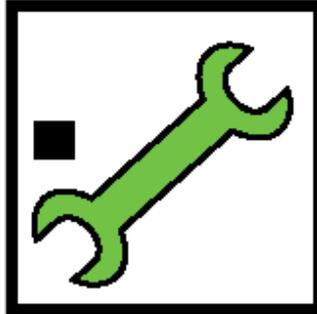


Figura 7 - Indicação de Manutenção de Rotina  
Fonte: Apostila Plant Asset Management SIEMENS

### 5.1.3 PREPARAÇÃO PARA IMPLANTAÇÃO DA MA

A manutenção preventiva com parada é na cor vermelha, figura 8, sendo assim, é necessário a presença de um profissional especializado da manutenção da área elétrica ou mecânica, conforme necessitar a realização da tarefa.

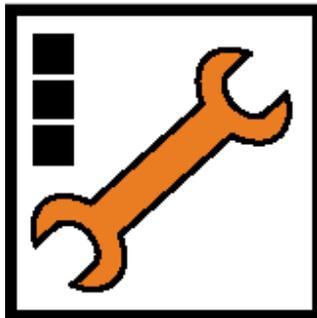


Figura 8 - Indicação de Manutenção Preventiva com parada  
Fonte: Apostila Plant Asset Management SIEMENS

#### 5.1.4 A MANUTENÇÃO DE INSPEÇÃO

A indicação de Manutenção de Inspeção, figura 9, na cor amarela, surgirá quando a operação de manutenção influencia de forma importante o funcionamento do equipamento, portanto o operado deve providenciar imediatamente a execução desta tarefa.

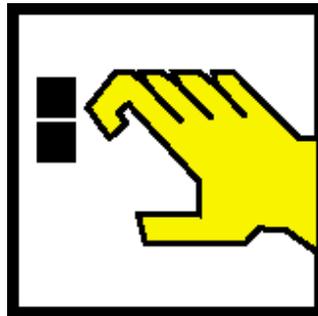


Figura 9 - Indicação de Manutenção de Inspeção  
Fonte: Apostila Plant Asset Management SIEMENS

As tarefas mencionadas de caráter preventivo, não demandam tempo elevado para sua execução, caso o operador observe grandes avarias ou que demandem muito tempo para execução é necessário que ele solicite os profissionais do setor de manutenção, repassando-os todas as observações visualizadas e as condições de trabalho do equipamento. O maior aliado do manutentor no ambiente produtivo é o operador do equipamento, pois conhece as etapas do processo e as condições ideais para o melhor rendimento do equipamento.

#### 5.1.5 A INDICAÇÃO DE BOM FUNCIONAMENTO

Quando o equipamento apresentar funcionamento normal de trabalho e não haja manutenções pendentes e avarias de caráter corretivo, a indicação de um quadrado no canto superior direito, figura 10, cortado ao meio pelas cores verde claro e

verde escuro estará ativo integralmente, e sofrerá mudança quando o equipamento apresentar outra condição.



Figura 10 - Indicação de Manutenção de Inspeção  
Fonte: Apostila Plant Asset Management SIEMENS

Quando o equipamento voltar à situação normal de trabalho, a ferramenta indicativa de manutenção no campo superior esquerdo volta à cor verde, sinalizando equipamento normal em operação.

Para a execução das atividades no equipamento é importante que o operador tenha o sentimento de que “a minha máquina, cuidado eu”. Surge assim um comprometimento dos operadores em manter o equipamento em condições normais de trabalho, comprometimento que requer disciplina e treinamento.

Para Xenos (1998, p.253), “a prática da manutenção autônoma exige dos operadores alguns conhecimentos técnicos básicos sobre as condições de ocorrência de falhas nos equipamentos e anomalias que antecedem as falhas”.

Os conhecimentos técnicos, agregado as operações visuais do supervisor permitem ao operador a visão total do equipamento, possibilitando antever anomalias, reduzindo as quebras indesejadas. A aplicação dos conhecimentos estende-se também para as operações periódicas de lubrificação, reapertos, inspeções onde a informação determina onde e como executar a função. Na figura 11 tem-se a aplicação de um

evento a ser realizado pelo operador do equipamento, sendo assim as informações devem ser claras e objetivas, não permitindo dúvidas para o executante.

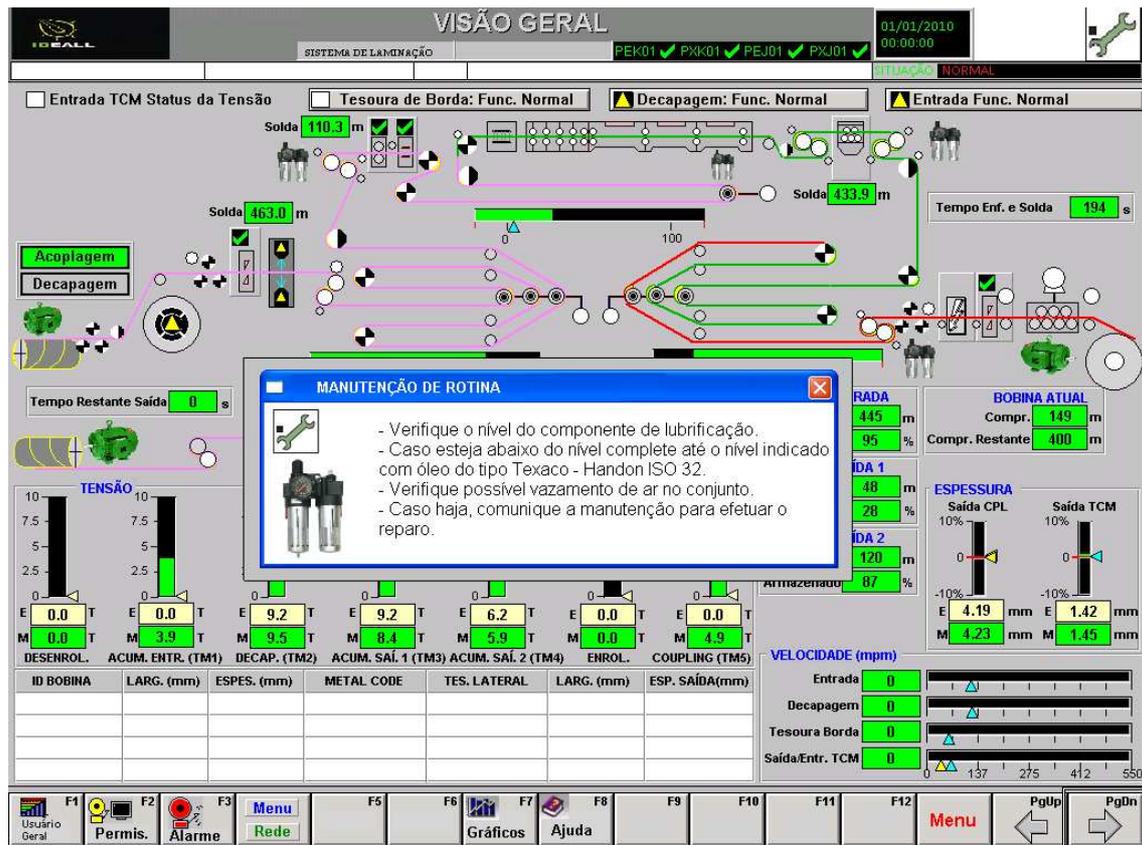


Figura 11 - Tela com a rotina gerada  
Fonte: Autor (2010)

Desta forma é possível que o operador e participante do projeto, execute de maneira exata e correta as operações pertinentes do seu dia-a-dia. Conforme na figura 12, demonstra-se a figura do componente que o operador deverá verificar qual a indicação de manutenção presente no momento da intervenção e a descrição detalhada de cada passo da operação.

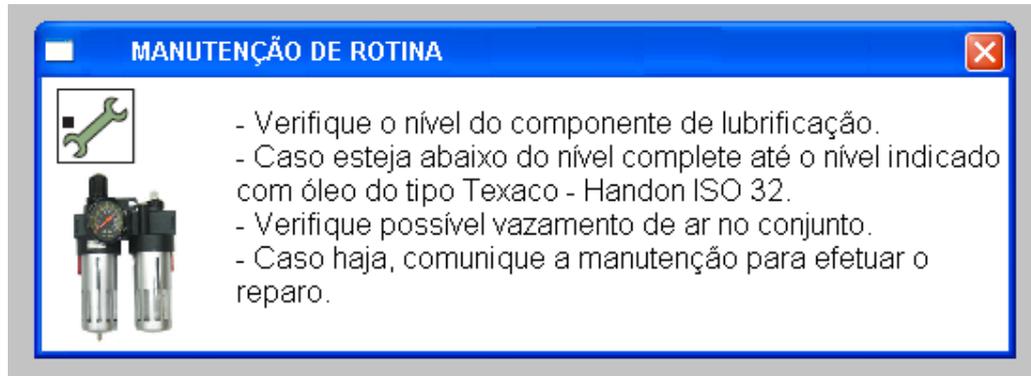


Figura 12 - Descrição das Atividades  
Fonte: Autor (2010)

A periodicidade das atividades é determinada de modo à criticidade dos componentes perante o processo, quanto mais crítico, for o componente para o processo, seu período de inspeção deve ser menor, ou seja, o operador acompanha dia-a-dia o desenvolvimento e condições dos componentes. Sendo que quando sua importância for menor ao processo, o período pode ser maior.

## 6 RELAÇÃO DAS ATIVIDADES PREVENTIVAS

É necessário que em um sistema informatizado seja criado um banco de dados de forma a manutenção acompanhar o desenvolvimento das atividades realizadas e das atividades que irão ser executadas.

O chamado “Histórico de Atividades” é um recurso muito utilizado nas empresas que empregam a engenharia de manutenção. Somente mantendo um banco de dados atualizado do equipamento é que pode-se trabalhar na causa raiz dos problemas repetitivos ou até os problemas que demandem tempo de parada elevado, trazendo baixa produtividade do equipamento, da produção e gastos excessivos com mão-de-obra.

O exemplo da figura 13, apresenta um modelo de tela o qual tem-se todas as principais informações sobre todo o processo, são relatados: a data, a hora, tipo de manutenção a ser executada, descrição da atividade, responsável pela execução do trabalho e o turno a qual ele está locado. Desta forma é possível dividir as atividades não sobrecarregando os demais colaboradores que fazem parte do projeto da MA.

Desta forma, até mesmo o próprio operador poderá antever a seqüência de trabalhos programados para seu equipamento, podendo o operador, solicitar a manutenção a alteração dos tempos das rotinas e da periodicidade o qual elas acontecem, pois ele é parte fundamental no acompanhamento do equipamento e conhece os pontos de maior incidência de manutenção.

Na MA a atuação do operador no processo é significativa, pois seu conhecimento operacional ligado ao conhecimento técnico dos profissionais da manutenção, tendem ao aumento expressivo do índice de eficácia global do equipamento.



desenvolvimento emprega a “gestão a vista”, onde o operador identifica instantaneamente a posição e o tipo de componente/equipamento instalado.

A figura 14 exemplifica a utilização desta operação, identificando pontualmente as informações necessárias para a execução da tarefa.

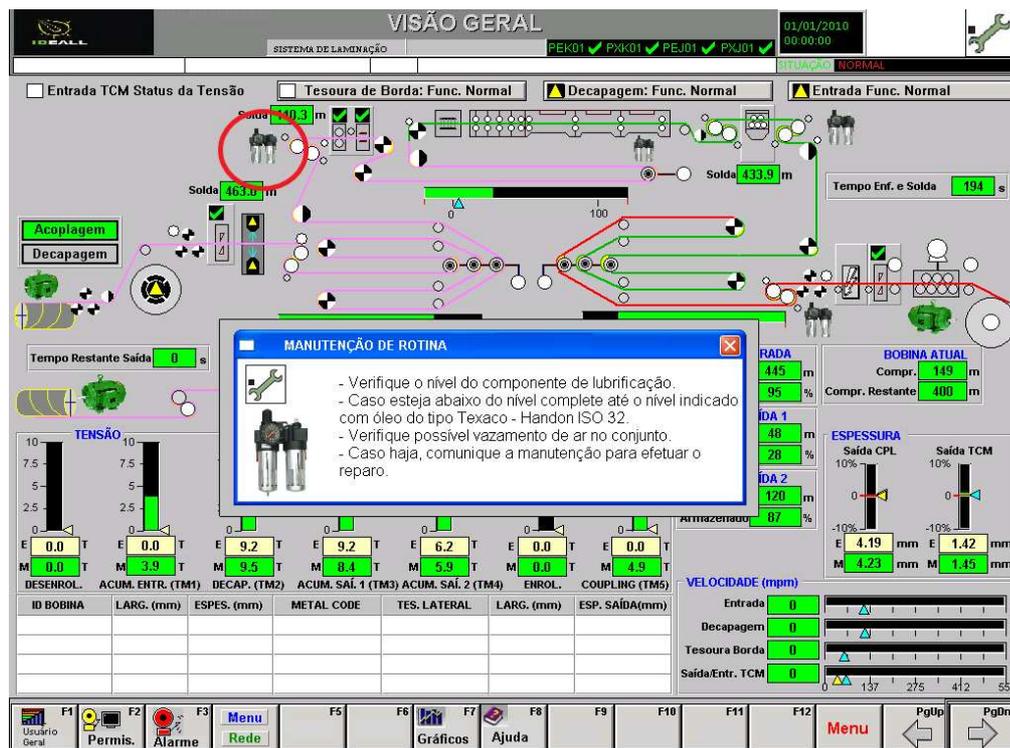


Figura 14 - Identificação do Componente para a MA  
Fonte: Autor (2010)

Deixar claro aos envolvidos as tarefas a serem executadas é aumentar a qualidade da manutenção, mas é necessário mostrar-lhe o grau de importância que sua atividade representa para o processo fabril. Sendo assim, cria-se uma condição favorável para melhorar os indicadores produtivos e os indicadores de manutenção.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A MA é uma ferramenta importante para a manutenibilidade e para o processo produtivo, pois reduz as variáveis de intervenção corretiva e melhora os processos da manutenção preventiva, minimizando as perdas e melhorando a eficiência dos processos de fabricação.

Muitas são as ferramentas que pode-se encontrar no mercado de *softwares* para o controle e gerenciamento dos processos de produção e de manutenção, onde são desenvolvidos para aplicações pontuais e ou de integração de todo o sistema. A visão de introduzir no meio produtivo, ferramentas que utilizam a gestão visual como formas de interface, elevam a visão dos colaboradores das diversas fases do processo, ou seja, desde o início do processo, as etapas intermediárias estendendo até o produto final acabado.

Este modo de visualização permite acompanhar as fases produtivas, aumentar o conhecimento do que se fabrica e como se fabrica, de certa forma, os colaboradores percebem o seu valor para o processo produtivo e mais, que sua atividade tem influencia expressiva na produtividade e na qualidade.

É preciso salientar que o trabalho integrador da manutenção com a operação de produção é uma forma de crescimento profissional para ambas as categorias e serve como meio de motivação para os colaboradores, enriquecendo o seu trabalho, tornando-os mais envolvidos na busca dos bons resultados. Desta forma, os operadores dotados dos domínios e habilidades repassados pelos mantenedores, são capazes de identificar sinais de defeitos, sinais de falhas e de providenciar medidas necessárias para evitar o adensamento de problemas.

A cooperação dos colaboradores das áreas produtivas nas atividades de manutenção facilita a compreensão das rotinas realizadas para manter os equipamentos em excelente estado de funcionamento, visto que é o objetivo maior da manutenção na empresa, pode-se avaliar então, esta prática como a extensão dos olhares dos profissionais da manutenção. São os operadores que percebem com maior facilidade as oscilações e variações que os equipamentos apresentam durante os ciclos produtivos.

Por conseqüência, os operadores se sentem importantes para o processo, e na verdade o são. Isso aumenta a motivação pelo desenvolvimento do projeto e, ainda mais, desperta a busca pelo desenvolvimento educacional. Uma vez em contato com o mundo da manutenção, se sentem atraídos a desenvolver ainda mais conhecimento relativo a questões técnicas, para aperfeiçoamento de sua mão de obra, elevando, em conseqüência, os resultados dos indicadores de desempenho.

É importante recomendar que apenas o conhecimento dos elementos a serem inspecionados nas primeiras etapas não é o suficiente para o sucesso da implantação da MA, é importantíssimo que haja busca por novas tecnologias, novos conceitos visando o melhoramento contínuo dos resultados individuais e também dos resultados globais para a empresa.

Os softwares utilizados para as aplicações em supervisórios, na sua grande maioria estão voltados à visualização do processo. A utilização desta ferramenta para aprimorar as técnicas de manutenção serve de apoio para obter melhores resultados, pois sua base gráfica possibilita treinar de forma eficaz, pessoas envolvidas nos processos sem retirá-las do seu local de trabalho.

De mesma forma para a manutenção é importante tal recurso, pois as imagens dos componentes no local real de instalação permitem que novos profissionais de manutenção ou de operação executem tais atividades sem conhecer totalmente o equipamento.

## REFERÊNCIA

BRAGA, Newton C. Controles PWM de potência. **Mecatrônica Fácil**. São Paulo, nº 6, 57-64, Setembro /Outubro 2002.

CAPELLI, Alexandre. **Automação industrial**: Controle do movimento e processos contínuos. São Paulo: Érica, 2006.

DUARTE, Clarice Seixas. A educação como um direito fundamental de natureza social. **Educação e Sociedade**. , Campinas, v. 28, n. 100, out. 2007 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-733020070003](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-733020070003)>. Acesso em: 01 dez. 2008.

ELIPSE SCADA. Disponível em: <<http://www.elipse.com.br>> Acesso em: 10 dez. 2009.

FACHIN, Odília. **Fundamentos da metodologia**. 4.ed. São Paulo: Saraiva,2003.

FACTORY LINK7. Disponível em: <<http://www.usdata.com>> Acesso em: 22 nov. 2009.

FERREIRA, Aurélio B. de Holanda. **Novo dicionário da língua portuguesa**. 2.ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FIALHO, Arielto B. **Automação Pneumática**: Projetos, Dimensionamento e Análise de Circuitos. 5.ed. São Paulo: Érica, 2007.

GENESIS32. Disponível em : <http://www.iconics.com/> Acesso em: 27 nov. 2009.

GEORGINI, Marcelo. **Automação aplicada**: Descrição e implementação de sistemas seqüenciais com PLC's. São Paulo: Érica, 2000.

HMI/SCADA. Disponível em: <http://www.nematron.com> Acesso em: 05 dez. 2009.

LABVIEW. Disponível em <http://www.ni.com> Acesso em: 02 dez. 2009.

MORAES, Cícero C. de Moraes; CASTRUCCI, Plínio de Lauro. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

VIANNA, Willian da Silva. **Sistema Scada Supervisório**. Instituto Federal Fluminense de Educação Ciência e Tecnologia: Rio de Janeiro, 2008.