

CMMS PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO NA TOMADA DE DECISÃO

Danielle Lima de Figueiredo (Universidade do Minho) daniellelima06@gmail.com

Resumo

Para programar adequadamente a produção, os dados associados à manutenção precisam ser arquivados com cuidado e facilmente acessados pelo pessoal da empresa quando necessário. Com o crescimento tecnológico, a informação passou a ser armazenada digitalmente com a ajuda de pacotes de software de gestão da manutenção (Software CMMS - Computerized Maintenance Management System). O sistema informatizado de gestão da manutenção pode ser baseado na Web (Redes de Alcance Mundial) ou LAN (Local Area Network). Um software CMMS ajuda a empresa a planejar com sucesso as suas operações de manutenção. O planejamento da manutenção procura maximizar o tempo de funcionamento dos equipamentos, reduz a necessidade de reparações de emergência e os custos de produção e reduz tempo, ajudando no sentido de melhorar os processos produtivos, aumentando assim o lucro da empresa.

Palavras-Chaves: Gestão da Manutenção; CMMS; Customização.

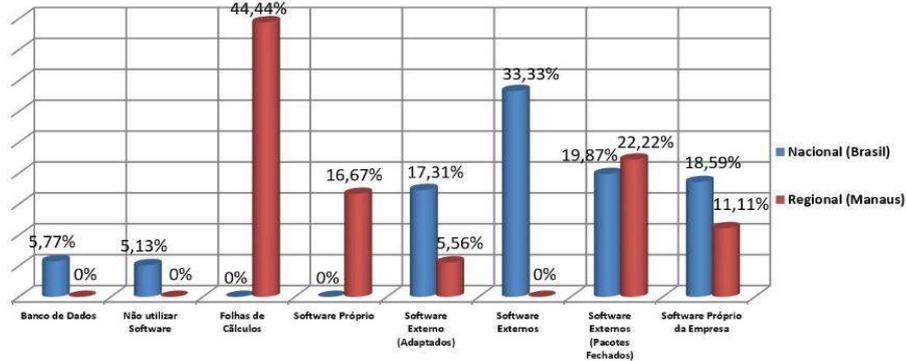
1. Introdução

No Pólo Industrial de Manaus/Brasil (PIM), os gestores de manutenção enfrentam muitas dificuldades devido à falta de informação e à ausência de recolha de dados para realizar uma gestão eficiente. Para que haja uma boa eficiência na gestão da informação relacionada com a manutenção, faz-se necessário customizar. O termo customizar significa adaptar algo de acordo com o desejo ou necessidade de alguém.

Pine (1994), Quintella e Costa (1997), descreve que a customização pode gerar grandes vantagens e competitividade, ocasionando flexibilidade e rapidez em gerar respostas a estímulos de mercados no plano produtivo. Em vez de mercados grandes e homogêneos, desenvolvem-se nichos de mercados heterogêneos. Sem diminuir a importância de operar com custos reduzidos, a personalização se contrapõe à padronização. A estrutura da rede na organização de customização em massa é um sistema de fluxos do material ou de informação entre unidades genéricas, flexíveis e modulares. É importante compreender que estas unidades podem ser pessoas, equipas componentes de "*software*" ou máquinas de manufatura, dependendo dos recursos críticos empregados pela empresa. Atualmente a aplicação computacional é indispensável no controle da manutenção, seja por meio eletrônico e estatístico, e principalmente se as empresas desejam se tornar mais competitivas e alcançar uma manutenção de qualidade, de "Classe Mundial".

É possível notar na Figura 1, que hoje na região de Manaus as empresas utilizam folhas de cálculo como principais ferramentas de informática para registrar e obter informação sobre a manutenção. É possível também notar uma predominância, ao nível nacional (Brasil), na utilização de software externo.

Figura 1 - Tipos de Software utilizados em Manaus.



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2003).

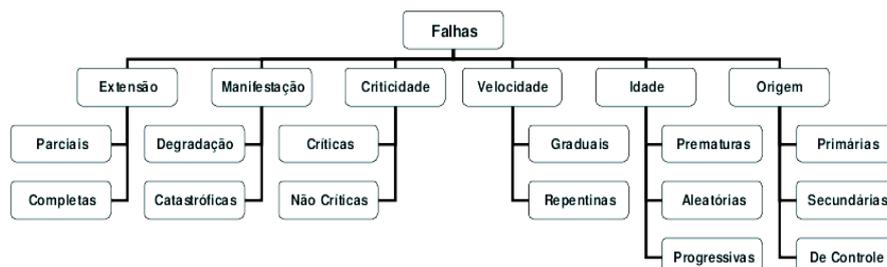
2. Revisão da Literatura

2.1 Falhas

Segundo a norma NBR 5462-1994, a “Falha é o término da capacidade de um item para desempenhar a função requerida. É uma situação em que o sistema deixa de cumprir a seu total desempenho, ou seja, não atende às funções para o qual foi projetado. Mesmo assim o sistema pode continuar em funcionamento, porém, não na sua capacidade total, comprometendo em geral a sua funcionalidade.” Podemos dizer que é a diminuição total ou parcial da capacidade de uma peça, componente ou máquina de desempenhar a sua função durante um período de tempo, quando o item deverá ser reparado ou substituído. Dessa forma a falha pode comprometer o desempenho de um sistema gerando perda total.

Prevenir falhas é um dos principais objetivos da gestão de manutenção. Para isso é necessário conhecer as formas como os sistemas falham. Assim podemos classificar as falhas conforme mostramos na Figura 2 (SIGUEIRA, 2009).

Figura 2 - Classificação das Falhas



Fonte: Adaptado de Siqueira (2009)

Reys (1995) contextualiza muito bem esses fatores variáveis, construindo critérios que auxiliam na escolha de metodologias de manutenção e utilizando a fiabilidade como um eixo de referência. Para Kardec & Nascif (2002) a fiabilidade é a probabilidade que um item possa desempenhar sua função requerida, por um intervalo de tempo, sob condições definidas de uso. Martins & Leitão (2009) descrevem que a fiabilidade de sistemas reparáveis pode ser expressa quantitativamente pela taxa de avaria. $\lambda(t)$.

A taxa de falha (avaria) pode ser calculada conforme a equação 01.

$$\lambda = \frac{\text{Número de falhas}}{\text{Número total de horas de operação da unidade}}$$

Ou

$$\lambda = \frac{1}{\text{MTBF}} \quad (1)$$

A variação da taxa de avarias em função do tempo é representada por uma curva característica, típica da vida de um produto, equipamento ou sistema. É conhecida como curva da banheira pelo seu formato, Figura 3. São válidos para uma série de componentes elétricos, mecânicos e sistemas, sendo determinado a partir de estudos estatísticos (KARDEC & NASCIF, 2004).

Figura 3 – Curva da Banheira



Fonte: Adaptado Moubray (2000).

A curva representa as fases da vida características de um sistema. A mortalidade infantil representa um período com grande incidência de falhas causadas por componentes com defeito de fabricação ou deficiências de projeto. A vida útil apresenta uma taxa de avarias que é sensivelmente menor e relativamente constante ao longo do tempo. Na fase de envelhecimento a ocorrência das falhas decorre de fatores menos controláveis, como fadiga

ou corrosão acelerada. Nessa fase há um aumento na taxa de avarias por desgaste natural (KARDEC & NASCIF, 2004).

Sales (2008) sustenta que a fiabilidade, em geral, está preocupada com todos os três períodos da curva. Entretanto, a complexidade dos equipamentos leva-nos a ter que avaliar consideráveis mudanças na natureza das falhas.

Siqueira (2005) diz que sistemas industriais evoluem na curva da banheira segundo várias características.

Lafraia (2001) ressalta que pode não existir alguma fase, passando-se, por exemplo, da mortalidade infantil para a senil, diretamente.

Como se vê na figura, a probabilidade condicional de falhas é traçada contra o tempo de operação, para uma grande variedade de componentes mecânicos e elétricos.

2.2 A Manutenção

A manutenção é uma atividade essencial no ciclo de vida dos equipamentos, que combina ações de gestão, técnicas e econômicas, no sentido de obter elevada disponibilidade a baixo custo (Acires, 2003). Segundo Pereira (2009), a manutenção é definida pela norma NFX60-010, como sendo uma combinação de atividades para a conservação ou reposição de um sistema num estado, de modo a que o sistema possa exercer a função requerida. Neste sentido, a manutenção é um dos fatores primordiais para promover condições de competitividade dentro das organizações face à sua importância no processo produtivo. A estratégia de manutenção seguida determina principalmente a redução dos custos dentro de uma fábrica, bem como a garantia de qualidade dos serviços prestados, aumentando a disponibilidade e fiabilidade dos equipamentos.

Tradicionalmente, as atividades de manutenção têm sido classificadas de acordo com a forma de programação e o objetivo das tarefas executadas, conforme mostra a Figura 4 (SIGUEIRA, 2009).

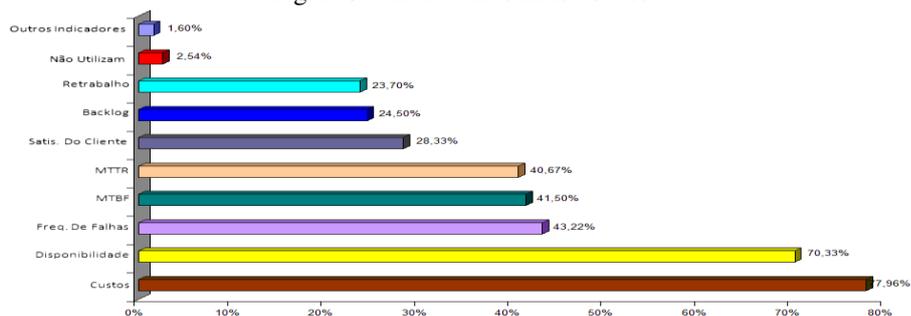


Fonte: Adaptado de Siqueira (2009).

Sales (2008) e Siqueira (2009) classificam as atividades de manutenção em duas categorias: manutenção programada e manutenção não programada. Na manutenção programada, as atividades são executadas obedecendo a critérios de tempo e condições pré-definidas e podem ser periódicas, quando são realizadas em intervalos fixos de tempo e não periódicas ou irregulares, quando realizadas em intervalos variáveis ou dependendo de oportunidades. Na manutenção não programada, as atividades são executadas em função da necessidade.

Um dos assuntos mais discutidos na manutenção é saber quais os indicadores, um profissional de manutenção deverá utilizar para melhorar a eficiência da manutenção e conseqüentemente a sua empresa. Existem muitas fontes literárias disponíveis na área de manutenção que apontam vários indicadores. A seleção dos indicadores deve ter em consideração os objetivos da manutenção. A escolha incorreta dos indicadores pode prejudicar o trabalho final da área de manutenção. Os indicadores podem ser dados essenciais ou chaves tanto para a gestão conjunta de negócio como para a gestão da manutenção, referindo-se a máquinas, custos, mão de obra, material, saúde, segurança e meio ambiente. Os indicadores devem estar adaptados à estratégia organizacional e devem integrar um conjunto balanceado de indicadores amigáveis e fáceis de serem compreendidos e utilizados. Segundo Branco Filho (2006), os indicadores devem ser desenvolvidos para monitorizar o que se está a fazer e, se o que se faz, se enquadra dentro da estratégia organizacional da empresa. Na Figura 5 apresentamos um gráfico com os indicadores mais usados no Brasil, conforme consta no documento nacional. Segundo a ABRAMAN (Associação Brasileira de Manutenção), o documento nacional nasceu no Instituto Brasileiro de Petróleo (IBP), no Rio de Janeiro, na década de 80, foi criado para descrever, sob a forma de índices, a situação da manutenção no Brasil. Naquela época, essa entidade, buscando atender as necessidades da comunidade de manutenção, iniciou uma pesquisa junto a vários segmentos da indústria nacional, através da então existente Comissão de Manutenção e, em 1983, apresentou o “Documento Nacional”, por ocasião do terceiro congresso Ibero-Americano de Manutenção, realizado no Rio de Janeiro.

Figura 5 – Indicadores mais usados



Fonte: Branco Filho (2006).

3. Sistema Informatizado de Gestão da Manutenção

Segundo Rosini (2003) a informática hoje é considerada uma ferramenta imprescindível para a realização de grande parte das funções administrativas e de gestão de uma empresa. Na verdade, a capacidade de processar grande volume de informação, executando procedimentos repetitivos de uma forma extremamente rápida e fiável, confere à Informática potencialidades que não podem ser ignoradas no momento em que empresas fazem um esforço sério para aumentar a sua competitividade no mercado agressivo em que se inserem. Importa, no entanto, fazer uma reflexão sobre as implicações da informatização da manutenção e, bem assim, determinar que pressupostos essa informatização implica em termos de organização, de software e de hardware, antes de se enveredar por uma das múltiplas soluções atualmente possíveis. É essa a finalidade do presente documento embora seja necessário salientar que porventura não haverá soluções perfeitas pelo que cada empresa, cada serviço (de manutenção) deverá procurar chegar a uma solução de compromisso entre o que seria desejável e o que lhe é possível ou mais conveniente. Será certamente essa a melhor solução para a empresa.

Para Cabral (2006) um *software* de gestão da manutenção é, antes de mais, uma ferramenta para ajudar o gestor da manutenção a gerir melhor, pois um software não poderá substituir um técnico de manutenção. Libertam-os apenas de algumas tarefas essenciais pesadas consumidoras de tempos disponibilizando-os para se concentrarem em tarefas mais importantes, e mais produtivas. Segundo o próprio autor, o patrimônio mais importante que se adquire com um sistema informatizado de gestão da manutenção é a informação da manutenção que se acumula no sistema e não propriamente o software.

É possível notar que muitas empresas ainda não possuem um *software* (CMMS) específico para a gestão de suas atividades de manutenção. Este fator está relacionado com os custos muito elevados com sistemas corporativos dentro de suas organizações, partilhando módulos dentre os quais está o de manutenção e serviços, originando assim um custo muito elevado para a gestão da manutenção (PEREIRA, 2009).

Os computadores podem ter múltiplas aplicações direta ou indiretamente relacionadas com a manutenção. Algumas delas, no entanto, não serão aqui consideradas por serem do domínio da atividade industrial, outras aplicações, embora respeitante diretamente à manutenção, são exclusivamente de carácter técnico. O objetivo desta secção é retratar o uso dos computadores em funções relacionadas com a gestão da manutenção. A utilização de computadores na gestão da manutenção apresenta os seguintes benefícios potenciais (PINTO, 1994):

- a) Maior produtividade da manutenção;
- b) Redução dos custos de manutenção;
- c) Redução dos tempos de imobilização não programada dos equipamentos;
- d) Aumento do tempo de vida dos equipamentos;
- e) Menor tempo de imobilização por avaria;
- f) Maior eficácia da gestão;
- g) Melhor organização da manutenção.

Segundo Faro (2005) a gestão da informação na manutenção pode permitir a execução de outras tarefas como a integração da informação no controle dos equipamentos, permite a análise do consumo da energia e, principalmente manter e avaliar o histórico dos equipamentos, possibilitando ainda a interligação ativa com a gestão da produção.

3.1 Os Softwares de Manutenção

Na década de 60, a área de manutenção passou a utilizar *software*, para planejar e controlar a manutenção, fazendo com isso a redução de encargos burocráticos dos executantes de manutenção. A engenharia passou a ter duas equipas de manutenção, uma voltada para estudos de ocorrências crônicas e a outra para o planeamento e controle da manutenção, tendo a última como finalidade desenvolver e analisar os resultados dos sistemas automatizados de manutenção (TAVARES, 1999). A Figura 6 apresenta um software de manutenção.



Fonte: Martins & Fernando (2005), pg. 472.

Segundo Tavares (1999), nos meados dos anos 1980, com o advento dos microcomputadores os órgãos de manutenção passaram a desenvolver e processar os seus próprios programas, deixando de estar nas mãos de analistas de sistemas que nem sempre estão familiarizados com a área de manutenção.

3.2 Desenvolver um Software de manutenção

Para Drucker, Peter F; Palom Izquierdo; Francisco Javier (1992), os objetivos de uma empresa são eliminar as grandes lutas entre departamentos, tornando a comunicação entre gestores e técnicos mais acessível, eliminando assim as suas diferenças. Para isso, faz-se necessário a obtenção de dados que gerem relatórios concretos, tornando o trabalho entre

esses departamentos mais integrados em colaboração com a área de manutenção. É facto que muitos gerentes e supervisores acreditam que a tecnologia da informação é uma panaceia¹ e que só terão possibilidade de desenvolvimento futuro aquelas empresas baseadas em tecnologias mais modernas. Neste caso é importante o desenvolvimento de uma consciência de gestão baseada no entendimento e na responsabilidade de todos, para conciliar custos com capacitação e aperfeiçoamento, além do suporte de um sistema adequado a gestão de manutenção. Para que se consiga manter uma boa manutenção é preciso que gestores executem uma missão da manutenção de acordo com o planeamento estratégico da empresa, visando a colaboração de todos os integrantes envolvidos com a manutenção.

Na verdade, pode-se destacar que nem sempre os gerentes têm uma visão clara do que deve ser feito, em alguns casos acreditam que executar um processo de gestão informatizado de manutenção trata-se de expressar ou mostrar que a empresa é informatizada. É possível avaliar os aspetos de integração operação/manutenção; os recursos humanos e materiais disponíveis e necessários, incluindo espaço no servidor para sistemas em rede, disponibilidade do gerenciador de base de dados; o convencimento e comprometimento dos níveis superiores de gestão. É fundamental entender que os recursos necessários à implementação de *softwares* quando não estão bem dimensionados podem gerar grandes atrasos ou até inviabilizar os seus resultados. No caso de serviços de terceiros, o sucesso alcançado é do interesse mútuo da empresa contratante e contratada porque geram economia para ambas as partes.

A análise de requisitos é a primeira atividade técnica no desenvolvimento do software, é à base do software. Uma das principais medidas do sucesso de um software é o grau com que atende os objetivos e requisitos para os quais foi construído.

A fase de levantamento de requisitos tem como objetivo identificar todas as possíveis interações importantes do sistema e documentar de forma consistente os resultados do levantamento de requisitos. Na fase de levantamento é necessário identificar os requisitos relevantes e não relevantes, a partir da descrição, justificativa, importância, entre outras características determinantes.

O modelo de CMMS aqui proposto visa estabelecer um controle dos equipamentos da área de manutenção assegurando a qualidade sem perdas de tempo ou até de produtos. É preciso manter o estado dos equipamentos em boas condições de funcionamento para atender às

¹Na mitologia grega Panaceia (ou Panacea em latim) era a deusa da cura. O termo Panaceia também é muito utilizado com o significado de remédio para todos os males.

exigências da produção, realizar procedimentos de limpeza dos equipamentos e principalmente procurar evitar acidentes de trabalho devido às falhas e desgaste dos equipamentos. Sendo assim, propõe-se um controle informatizado da informação, com a utilização em tempo real dos dados relativos a todos os equipamentos da empresa.

Soares (2009) explica que as empresas de maior porte tendem a utilizar sistemas informatizados para melhorar o desempenho dos seus ativos. Hoje no PIM ainda existem inúmeras empresas de grande e pequeno porte, que utilizam folhas de cálculo para gestão da área de manutenção. A Figura 7 é um exemplo de como são coletadas essas informações através de folhas de cálculos, para o controle da manutenção.

Figura 7: Folha de cálculo – Ordem de Serviço

XYZ Qualidade em Serviço						
Nº da OS	15		Tipo de Manutenção			
Equipe	José Maria, Pedro Amaro, João Fernando e Maria Alise		Equipamento	Falha na Bomba Injetora do equipamento M_3		
Horas de Funcionamento	48h		<input type="checkbox"/> Programada <input checked="" type="checkbox"/> Corretiva <input type="checkbox"/> Preventiva <input type="checkbox"/> Inspeção <input type="checkbox"/> Preditiva			
Nº	Tarefa	Duração da Tarefa	Número Pessoal	Materiais		Quantidade
1	Trocar a Bomba	2h	2	Código		1
2						
3						
4						
5						
Assinatura Supervisor			Executando por Firma			
Esclarecimento			Esclarecimento			
Original a Sede Duplicar para Chefe de Manutenção Arquivo Triplicado na Equipe						

As folhas de cálculo são uma ferramenta de extrema utilidade, até mesmo indispensáveis, em muitas áreas de trabalho, como nos casos da engenharia, gestão, marketing, contabilidade ou finanças.

O desenvolvimento de um software especializado para a área de manutenção traz muitos benefícios em relação aos softwares gerenciais ERPs - *Enterprise Resource Planning* ou Sistemas Integrados de Gestão Empresarial, pois os softwares gerenciais atendem a todos os setores de uma organização, como o financeiro, *stocke* e os recursos humanos, etc. Em contrapartida os softwares especializados atendem apenas a necessidades da área de manutenção.

3.2.1 Diagramas de Casos de Uso

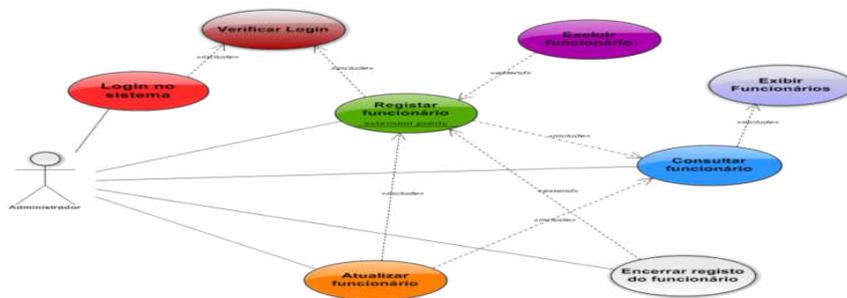
O diagrama de casos de uso possibilita, por meio de uma linguagem simples, a compreensão do comportamento externo do sistema por qualquer pessoa, procurando apresentar o sistema através da perspectiva do utilizador. O diagrama tenta identificar os tipos de utilizadores que irão interagir com o sistema, que papéis esses utilizadores irão assumir e que funções serão

requisitadas por cada utilizador específico. Foi possível organizar os casos de uso em dois principais atores: administrador, este ator consiste no utilizador superior do sistema que regista os funcionários e todas as funções básicas e funcionários, este ator consiste no utilizador do sistema que regista os equipamentos e executa outras funcionalidades do sistema tais como: registar ordem de serviço e finalizar ordem de serviço.

3.2.2 Casos de uso – administrador

O diagrama de casos de uso – administrador exhibe um único ator (administrador) que regista todos os funcionários no sistema (Figura 8), e inclui as funções: registo do funcionário, exclusão, consulta e atualização, excluir funcionário entre outros.

Figura 8: Diagrama de casos de uso – Administrador

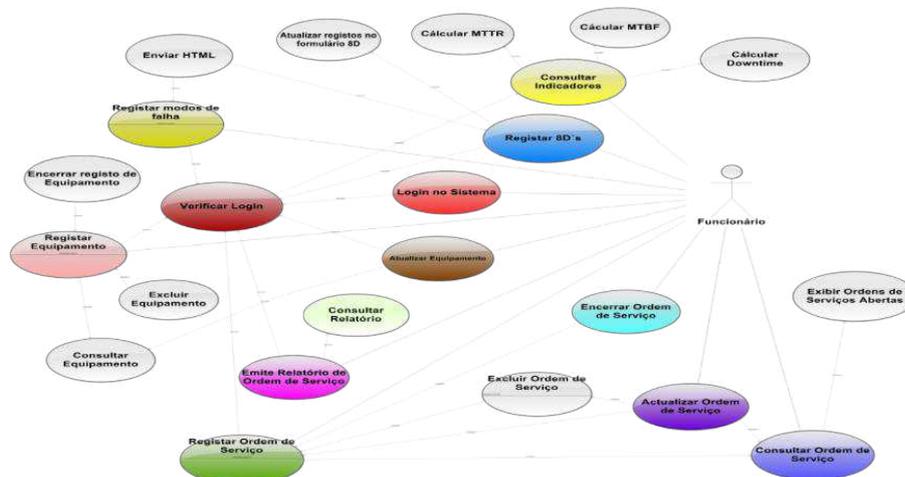


3.2.3 Casos de uso - funcionário

O diagrama de casos de uso apresentado na Figura 9 exhibe um único ator (funcionário) que desenvolve algumas atividades, apresentando vários casos de uso. Porém, são expostos apenas os casos de uso fundamentais para a dinâmica do sistema.

O diagrama de casos de uso da Figura 9 descreve as atividades do funcionário (ator), é registo, encerramento e exclusão da ordem de serviço, poderá também emitir relatórios por períodos e realizar consultas e acompanhamentos das ordens de serviços entre outros.

Figura 9: Diagrama de casos de uso – Funcionário

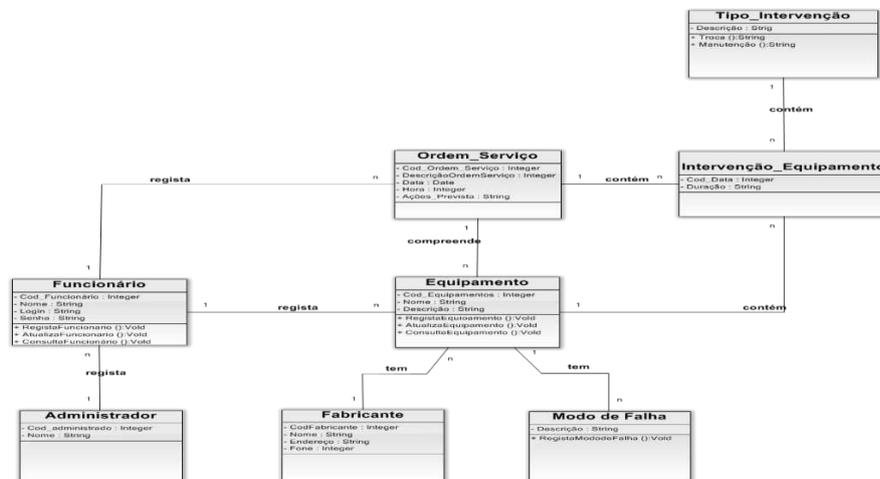


3.2.4 Diagramas de classe

O diagrama de classe é, com certeza, o diagrama mais importante e o mais utilizado, o seu principal enfoque está em permitir a visualização das classes que compoem o sistema, com seus respectivos atributos e métodos, e em mostrar como as classes do diagrama se relacionam, complementam e transmitem dados entre si.

O diagrama de classe aplicado no sistema de manutenção, exibido na Figura 10, apresenta a continuação da modelagem do diagrama de caso de uso. Pois, os casos de uso anteriormente definidos permitiram identificar as classes necessárias para o funcionamento do sistema.

Figura 10: Diagrama de classe do Sistema



5. Considerações Finais

O CMMS proposto tem por objetivo principal auxiliar o gestor na adequada condução das atividades de coordenação e orientação das atividades de manutenção de sua equipa de trabalho.

Isso quer dizer que será uma forte ferramenta para a organização e planeamento das atividades de manutenção preventiva e corretiva, organização e condução das equipas de trabalho, controle de peças e estoque, e análise de causa raiz das falhas.

Além disso, permitirá uma melhor gestão através do uso de indicadores de desempenho que serão calculados a partir das ordens de serviço que fazem parte da base de dados construída, permitindo, que seja calculado o tempo médio entre falhas (MTBF – mean time between failures), o tempo médio para reparação (MTTF – mean time to repair) e o *downtime* relativos a cada equipamento, uma família de equipamentos, uma linha de produção específica e o próprio desempenho global da organização. Com efeito, e partir das estratégias adotadas pela

organização, metas podem ser atribuídas para o melhor desempenho do setor de manutenção da empresa e o uso dos indicadores permitirá que seja feita a adequada comparação entre os resultados obtidos e as metas estabelecidas, de modo a se fazer valer o ciclo de melhoria contínua tão necessária às organizações.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 5462:1994. (21 de Março de 2014). *Confiabilidade e manutenibilidade*. Fonte: <http://www.abntcatalogo.com.br/>
- ABRAMAN. (15 de 04 de 2011). Fonte: Documento Nacional 2007: <http://www.abraman.org.br>
- ACIRES, D. (2003). *Apostila de Introdução à confiabilidade*. Santa Catarina.
- BRANCO FILHO, G. (2006). *Indicadores e Índices de Manutenção*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna.
- CABRAL, J. P. (2006). *Organização e Gestão da Manutenção dos conceitos à prática - 6ª edição*. Lisboa - Porto: Lidel.
- DRUCKER, P., IZQUIERDO, P., & JAVIER, F. (1992). *Tecnologi e innovacion: mitos y realidades*. Espanha: Vídeos Publicación Colombia.
- KARDEC, A., & NASCIF, J. (2004). *Manutenção Função Estratégica*. Rio de Janeiro: QualityMark.
- KARDEC, A., NASCIF, J., & BARONE, T. (2002). *Gestão Estratégia e Técnicas Preditivas*. Rio de Janeiro: QualityMark.
- LAFRAIA, J. R. (2001). *Manual de Confiabilidade, Manutenibilidade e Disponibilidade*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- MARTINS, M. P., & LEITÃO. (2009). Predição de Falhas no apoio à Decisão na gestão da manutenção. Eng^a 2009 - Inovação e Desenvolvimento. Covilhã.
- PEREIRA, M. J. (2009). *Engenharia de manutenção - Teoria e Prática*. Rio de Janeiro: Ciência MODerna.
- PINE, J. (1994). *Personalizando produtos e serviços - Customização Maciça*. São Paulo: Makron Books.
- PINTO, V. M. (Julho de 1994). *Gestão da Manutenção*. Fonte: IAPMEI - Agência para a Competitividade e Inovação, I.P.: <http://www.catalogo.anqep.gov.pt/>
- QUINTELLA, H. M., & COSTA, S. G. (1997). *A informática e a mudança do paradigma competitivo*. Revista Conjuntura econômica FGV, 51 (3), 34-38.
- REYS, M. A. (1995). Determinação de critérios para a escolha de metodologia de manuteção. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, (Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica). Campinas, São Paulo.
- RODRIGUES, M. (2003). *Manutenção Industrial em Curitiba e Cidades Circuvizinhas: Um Diagnóstico Atual - Dissertação de mestrado*. Curitiba, Brasil.
- ROSINI, A. M. (2008). *Administração de Sistemas de Informação e a Gestão do Conhecimento*. São Paulo: Cegage Learning.
- SALES, N. P. (2008). *Confiabilidade, A Análise e o Tratamento da Falha*, na 23ª Expoman. Santos, São Paulo, Brasil.
- SIGUEIRA, I. P. (2009). *Manutenção Centrada na Confiabilidade - Manual de Implementação*. Brasil: QualityMark, 1a Edição.
- SOARES, R. B. (11 de setembro de 2009). *Situação da manutenção preventiva no brasil*. Fonte: <http://indicadoresdemanutenção.com.br>
- TAVARES, L. A. (1999). *Administração Moderna de manutenção*. Brasil: Novo Pólo Publicações.