

EVOLUÇÃO DA MANUTENÇÃO ATRAVÉS DA SISTEMATIZAÇÃO DA ROTINA E GESTÃO DO CONHECIMENTO¹

*Arnaldo Carneiro Salles*²

*Guilherme Brisot*³

*Lincoln Possada de Rezende*⁴

*Paulo Roberto Caldeira*⁵

*Sérgio Ricardo Martins dos Santos*²

Resumo

Este trabalho tem por objetivo apresentar à comunidade siderúrgica a evolução da manutenção com o advento do desenvolvimento dos softwares de sistematização da rotina, que associados a programas de treinamento e capacitação, aumentaram significativamente a confiabilidade dos processos no que diz respeito à manutenção.

Palavras-chave: Manutenção; Gestão do conhecimento; LTQ

EVOLUTION OF THE MAINTENANCE THROUGH THE SYSTEMIZATION OF THE ROUTINE AND MANAGEMENT OF THE KNOWLEDGE

Abstract

The objective of this work is to present to the steel companies how the maintenance can improve its results with the implementation of a maintenance management system, and how a good training program and briefing can strengthen that system, generating sustainability of the maintenance as a completely.

Key words: Maintenance; Management of the knowledge; HSM.

¹ *Contribuição técnica ao 45º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 21 a 24 de outubro de 2008, Ipojuca - Porto de Galinhas - PE*

² *Especialista de Manutenção Mecânica, empresa: ArcelorMittal Tubarão;*

³ *Estagiário de Manutenção Mecânica, empresa: ArcelorMittal Tubarão;*

⁴ *Gerente de Manutenção Mecânica, empresa: ArcelorMittal Tubarão;*

⁵ *Supervisor de Manutenção Mecânica, empresa: ArcelorMittal Tubarão;*

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos a manutenção passou por três gerações, que se distinguiram basicamente pelo seu nível de sistematização. Na primeira geração, que contempla o início da 2ª guerra mundial (até os anos 30), a manutenção se limitava a restabelecer a condição de funcionamento dos equipamentos (manutenção corretiva). Logo após a segunda guerra, iniciou-se a segunda geração, que devido à grande demanda gerada no pós-guerra, passou a importar-se com a indisponibilidade dos processos de fabricação. Percebeu-se que era melhor parar as máquinas em intervalos programados, para fazer uma revisão, do que esperar as paradas por falha. Surgiu então às paradas preventivas visando reduzir as perdas geradas pelas paradas de emergência. A terceira geração teve início nos anos setenta com o processo de modernização da indústria, apresentando um acelerado desenvolvimento da automação e mecanização dos processos, impactado pelo arrefecimento da economia, motivado pela crise do petróleo. Nesta ocasião a confiabilidade, a disponibilidade e o custo se tornaram pontos chave para a sobrevivência. Como a prática da manutenção preventiva não era o suficiente para evitar muitas das falhas e a troca antecipada de peças aumentava demais os custos, a solução encontrada foi o desenvolvimento de práticas que auxiliassem na antecipação das falhas, surgindo então as equipes de inspeção. Estas eram responsáveis pela avaliação constante dos equipamentos utilizando seus conhecimentos técnicos e habilidades sensitivas. Mais tarde essa técnica evoluiu para a manutenção preditiva, pois se viu nos instrumentos uma grande chance de melhora dos resultados. Neste momento o volume de informações aumentou significativamente, gerando maior necessidade de utilização da informática para viabilizar a gestão das atividades que surgiram. Para integração destas práticas foram desenvolvidos os primeiros sistemas informatizados de sistematização da rotina.

Até aqui apresentamos metodologias que indubitavelmente trouxeram grandes avanços para manutenção, porém o que não foi citado, é que este avanço não somente fruto das necessidades crescentes, mas basicamente do aporte de conhecimento acumulado ao longo de décadas, que quando associados ao surgimento de novas tecnologias, foram aplicados com sucesso. Neste trabalho será enfatizada a relação da gestão do conhecimento com a sistematização da rotina e como esta vem contribuindo continuamente para melhoria dos resultados da manutenção.

2 CRIAÇÃO DO CONHECIMENTO

A criação do conhecimento individual é um assunto a tempo abordado por estudiosos, assunto esse que acaba gerando controvérsias entre a filosofia ocidental e oriental. É notável como os filósofos ocidentais encaravam o conhecimento como algo rígido e fundamentado, ou segundo eles, “uma crença verdadeira fundamentada”. Já os pensadores do oriente, fundamentavam que a crença do conhecimento era baseada na sabedoria através das experiências físicas e pessoais. Salienta-se que o pensamento oriental não é uma adaptação do pensamento ocidental, ele foi desenvolvido de maneira totalmente independente, usando a associação do homem com a natureza.

Segundo o pensamento oriental, Nonaka distinguiu o conhecimento humano em dois tipos: O conhecimento explícito e o conhecimento tácito. Estes conceitos

desde então vem sendo amplamente utilizado como ferramenta pelas escolas de administração, através da seguinte definição:

[...] o conhecimento explícito pode ser expresso em palavras e números, e facilmente comunicado e compartilhado sob a forma de dados brutos, fórmulas científicas, procedimentos codificados ou princípios universais. [...] por outro lado o conhecimento tácito é altamente pessoal e difícil de formalizar, o que dificulta sua transmissão e compartilhamento com os outros. [...] o conhecimento tácito está profundamente enraizado nas ações e experiências de um indivíduo, bem como em suas emoções, valores ou ideais, podendo ser segmentado em duas dimensões: a dimensão técnica, mais definida como um tipo de capacidade informal, ou “know-how”. E uma dimensão mais cognitiva, consistindo em esquemas, modelos mentais, crenças e percepções tão arraçadas que os tomamos como certos. ⁽¹⁾

3 O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO NAS ORGANIZAÇÕES

O desenvolvimento do conhecimento nas organizações tem duas vertentes que se interagem, a do conhecimento próprio do indivíduo (tácito), que é desenvolvido a partir de suas características pessoais, através de treinamentos de capacitação, reuniões de grupos de trabalho, encontros técnicos, seminários e etc. E a do conhecimento explícito, que é um dos principais meios de alavancagem de conhecimento tácito, que trata do registro de todos os tipos de informações que pode se apresentar sob a forma de padrões, procedimentos, sistemas informatizados de gestão e etc.

3.1 Conhecimento Individual

O conhecimento individual é formado, de forma tácita, pelo conhecimento básico (escolaridade) necessário para o empregado assumir o cargo, que aliados às características pessoais e posteriormente pelo conhecimento específico que a empresa irá repassar ao funcionário (capacitação), irão construir o conhecimento individual de cada profissional.

Logo os preceitos necessários para a formação do conhecimento do trabalhador são:

- **Escolaridade Básica:** nível de conhecimento mínimo exigido ao empregado de modo a torná-lo apto a exercer a função proposta. Esse nível de conhecimento varia de acordo com a função pretendida, por exemplo: escolaridade básica, curso profissionalizante, curso técnico ou curso superior. A partir dos conhecimentos básicos e de acordo com seu nível de conhecimento (aprendizado), o empregado será selecionado para uma função dentro da empresa.

- **Treinamento específico:** após sua seleção, o funcionário irá receber um treinamento oferecido pela empresa de modo a adquirir os conhecimentos específicos para a sua função. Entre os quais podemos destacar:

- **Reforço:** esse tipo de treinamento tende aprofundar os conhecimentos fundamentais (já vistos em sala de aula), porém direcionados para determinado foco, cujo objetivo é o melhor desempenho da função. Cita-se, como exemplo, os treinamentos em bombas, redutores, hidráulica básica, entre outros;

- Treinamento dedicado: busca a especialização do empregado, de forma bastante específica, no equipamento e na função exercida. É, também, treinado a adquirir os conhecimentos provenientes da empresa registrados anteriormente no sistema, ou seja, o *know how* da empresa. Estes conhecimentos são o ponto de partida para a construção do conhecimento individual do funcionário, e sua inserção dentro do conhecimento organizacional da empresa.

O sucesso do treinamento de um novo funcionário depende, principalmente, da interação entre os conhecimentos que este adquiriu em sua formação acadêmica, nos cursos administrados pela empresa, e bem assim do conhecimento tácito adquirido através da interação com os outros funcionários.

3.2 Conhecimento Organizacional

O conhecimento da organização é de natureza explícita, sendo este contido basicamente em documentações e bancos de dados. Para a equipe técnica estão dispostos sob as formas de:

- **Manuais dos fornecedores**: estão disponíveis geralmente junto às equipes de manutenção com cópia no arquivo técnico das empresas;
- **Desenhos dos equipamentos**: dispostos da mesma forma que os manuais, porém, os desenhos necessitam de um maior controle sobre suas atualizações, devido às possíveis melhorias a serem implementadas ao longo da sua vida;
- **Padrões**: são compilados a partir da interação dos documentos acima citados com o conhecimento tácito dos colaboradores, passando a fazer parte do patrimônio intelectual da empresa;
- **Sistemas de gestão da rotina**: também utilizam as informações contidas nos manuais e desenhos, porém já são mais estruturados, pois neles estão registradas todas as ações a serem tomadas no dia-a-dia dos equipamentos. Na ArcelorMittal Tubarão esse sistema é conhecido como SISMANA (Sistema de Manutenção), e possui os seguintes itens de controle:

- Cadastramento dos equipamentos: trata-se de uma lista contendo todos os equipamentos envolvidos no processo. São agrupados considerando sua localização, abrangendo a unidade operacional, área operacional, nome do equipamento, sub função, itens funcionais. Geralmente são ordenados no sentido do processo. O cadastramento é tido como se fosse a estrutura do plano, posto que é a partir dele que são gerados os planos de inspeção e manutenção, cartilhas e livro máquina;
- Planos de inspeção: contêm todas as tarefas a serem realizados pelos inspetores, sendo geradas através de listas diárias, distribuídas em rotas específicas, de acordo com uma lógica envolvendo a sua periodicidade e localização na área.
- Planos de Manutenção: contêm as atividades de manutenção propriamente dita dos equipamentos, sob a forma de ordens de serviços, respeitando uma periodicidade pré-determinada a partir da compilação de informações de manuais, desenhos e conhecimentos tácitos do corpo técnico da empresa.

- Cartilha de impedimento: contém a relação dos pontos a serem impedidos, de forma a dar segurança aos executantes das atividades de manutenção e/ou operação, que necessitem do equipamento parado para a execução da tarefa.
- Livro máquina: contém todos os códigos dos itens do sistema de gestão dos sobressalentes.
- Registros de anomalias: parte do sistema onde são registradas todas as anomalias detectadas pelos técnicos de inspeção e pelos executantes de turno ao atenderem a alguma emergência.

4 GESTÃO DO CONHECIMENTO ORGANIZACIONAL

A gestão do conhecimento é a forma de promover a interação do conhecimento tácito e do conhecimento explícito presente na organização. O indivíduo é o agente que processa a interação entre os conhecimentos tácitos e explícitos, através de processos de conversão do conhecimento.

A conversão do conhecimento pode ser analisada sob a forma de quatro processos intelectuais distintos, sendo estes:

- **Combinação**: é o processo de conversão com início nas informações contidas em documentações, com o objetivo de formar procedimentos que também deverão ser registrados em forma de documento. Sendo desta forma uma combinação de conhecimento explícito a fim de gerar novos conhecimentos explícitos. Como por exemplo, a utilização da informação de manuais e desenhos na compilação do sistema de gestão da informação e padronização.

- **Internalização**: é o processo de incorporação do conhecimento explícito em conhecimento tácito. O principal meio de internalização deste conhecimento é o treinamento, entre este, os que melhores se destacam são as OJT (On Job Training) - aplicadas no próprio local de trabalho, geralmente por pessoas habilitadas ou pelo próprio supervisor, relacionados com as atividades específicas da função - e as OWT (Out Work Training) - ministrados fora do local de trabalho, sendo treinamentos de reforço técnico e ou até específicos, porém ministrados por pessoal especializado.

- **Socialização**: é o processo de compartilhamento de experiências, gerando incremento de conhecimento tácito entre as partes envolvidas, através das reuniões diárias e de grupos de trabalho. A socialização está fundamentada na observação das ações de outros indivíduos mais experientes no assunto em questão.

- **Externalização**: é o processo de articulação do conhecimento tácito em conceitos explícitos. Em outras palavras, se resume ao registro das informações geradas pelos indivíduos, oriundas de retorno de atividades como as ordens de serviço e de listas de inspeção. O mesmo ocorre com a padronização, que mesmo tendo forte participação de documentação, também é comum ter uma grande influência do conhecimento tácito de seus elaboradores.

Para um melhor entendimento dos processos de conversão do conhecimento citados acima, apresentamos uma formatação gráfica, inspirada numa matriz, na qual chamamos de matriz de conversão do conhecimento (ver figura 1).

	Conhecimento Tácito	Conhecimento Explícito
Conhecimento Tácito	Socialização	Externalização
Conhecimento Explícito	Internalização	Combinação

Figura 1. Matriz do conhecimento.

Como podemos observar através da matriz, o conhecimento da organização não é algo fixo, em qualquer processo (socialização, externalização, internalização, combinação) que se realizar uma avaliação notar-se-á, em maior ou menor grau, uma melhoria continua nos resultados, que só se explicaria através de um aumento do conhecimento. O que irá determinar a velocidade e amplitude desse crescimento serão as políticas de gestão dos recursos envolvidos.

Se nos localizarmos na matriz a partir, por exemplo, da combinação, que foi onde começamos no LTQ da ArcelorMittal Tubarão, iniciando uma movimentação em círculo, em sentido horário, poderíamos descrever a evolução do conhecimento da seguinte forma: a partir da *combinação* da informação dos manuais com os desenhos dos equipamentos (com o pessoal devidamente capacitado), iniciamos a elaboração dos primeiros padrões e o cadastramento dos equipamentos no sistema de manutenção (SISMANA). Após isso, foram implementados treinamentos de capacitação e específicos do equipamento, perfazendo a etapa de *internalização* da equipe de inspeção. Passado o *start up* do LTQ, em agosto de 2002, avançou-se para o processo de *socialização* através da observação do processo, reuniões diárias e do grupo de trabalho. E para o fechamento do primeiro ciclo, seriam feitas as primeiras revisões dos padrões e dos planos em geral.

Frisa-se que durante a formação da equipe de inspeção para o *start up* do LTQ, optou-se pela seleção de indivíduos com vasta experiência na área de manutenção de equipamentos e na área de laminação, motivo pelo qual o conhecimento não começou ser gerado do “zero”, mas sim, sendo construído a partir do conhecimento tácito agregado por estes profissionais, na formação do conhecimento explícito da manutenção do processo de laminação.

Executado cautelosamente cada processo de conversão do conhecimento, notaremos que ao se chegar ao fim deste (externalização), jamais retornaríamos ao ponto de partida (combinação), isso porque estaremos em um novo patamar, tendo em vista o acúmulo de conhecimento adquirido a cada etapa do processo. O que se constata, na verdade, é uma evolução no nível de conhecimento, tanto individual quanto organizacional.

Desta forma, ao se iniciar um novo ciclo fica evidente a formação de uma espiral, que observando ciclo após ciclo, fica claro o entendimento do conceito da “espiral do conhecimento” (Figura 2). Nonaka⁽¹⁾ descreve a espiral da criação do

conhecimento como uma contínua interação entre o conhecimento tácito e conhecimento explícito, abrindo as portas para a criação do conhecimento organizacional.



Figura 2. Espiral do conhecimento.

A espiral do conhecimento pode ocorrer tanto de forma espontânea quanto gerida pela organização, desta forma aumentando a rapidez da aquisição do conhecimento, promovendo um nível mais elevado de desenvolvimento, para ambos, aumentando a performance com redução da variabilidade dos processos.

4.1 Ferramentas de Gestão do Conhecimento

Uma boa prática da gestão do conhecimento acarreta na evolução crescente da espiral. Para atingir tal objetivo, deve-se promover uma política qualitativa de treinamento na forma de capacitação e de treinamento específico contínuo, sendo associado a uma forma de desenvolvimento deste através de atualizações de sua documentação e dos sistemas de gestão da rotina. Como por exemplo:

- Promover revisões sistemáticas de padrões. Comumente as organizações fixam um prazo máximo de dois anos para a revisão constante dos padrões.
- Promover revisões dos planos de manutenção e inspeção, e do sistema de gestão de rotina, constantemente. Sendo ideal a criação de uma forma de avaliação dos integrantes da equipe pelo seu nível de colaboração nesse processo.
- Elaborar programas de integração de novos empregados, através do treinamento destes, utilizando padrões de inspeção e treinamentos institucionais (segurança), baseados nos conhecimentos mais recentes nos processos.
- Promover a realização de grupos de trabalho para a análise de problemas e desenvolvimento de novas metodologias de análise para obtenção de melhorias do processo e redução do nível de falha, tais como o programa Seis Sigma e *Total Cost Ownership* (TCO).
- Programas de capacitação individual, tais como os programas de desenvolvimento: do inspetor (PRODIN), de supervisor (PDS), especialistas (PDE), e gerentes (PDG). Além dos programas de pós graduação: em administração (PPGA), materiais (PPGM), manutenção (PPGMAN) e engenharia de produção (PPGP).

- Garantir atualizações na documentação dos desenhos dos equipamentos, com o devido suporte de um setor de engenharia dedicado à manutenção e bem estruturado dentro da empresa.

Quando a empresa trabalha segundo essas práticas de gestão do conhecimento, ela desenvolve o seu *know how* próprio, muitas vezes adquirindo conhecimentos operacionais que nem mesmo o fabricante do equipamento possui, e de forma que o conhecimento organizacional seja crescente, mesmo com o *turnover* da equipe técnica da manutenção.

5 GESTÃO DO CONHECIMENTO *VERSUS* RESULTADOS

Com a utilização contínua dos conceitos da espiral do conhecimento através dos seus processos de conversão, ao longo do tempo, a empresa começará a colher os frutos à medida que os índices de falha dos equipamentos forem reduzindo e os índices de trabalho começarem a evoluir, gerando uma redução da variabilidade do processo.

O índice de falha (IF) é determinado pelo percentual de tempo na qual o equipamento ficou parado para manutenção em relação ao tempo do calendário (tempo total no ano). Já o índice de trabalho (IT) corresponde ao percentual de tempo no qual o equipamento esteve operando em relação ao mesmo tempo do calendário.

Uma mostra da evolução nos índices de desempenho pode ser observada se compararmos o histórico anual destes. Analisando desde o *start up* do LTQ em agosto de 2002 até os últimos dados referentes a junho de 2008, fica clara uma redução contínua nos índices de falha. Ao mesmo tempo é comprovada uma evolução do índice de trabalho, no mesmo período (Figura 3), assim como a evolução da produção anual no mesmo período (Figura 4). A seguir podemos visualizar o comparativo desses índices.

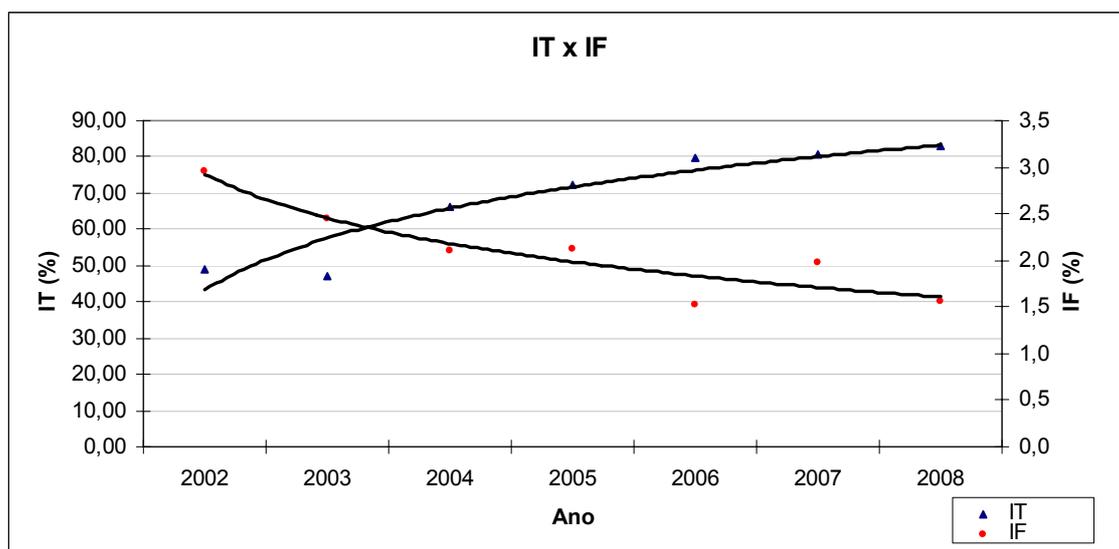


Figura 3. Variação do índice de trabalho e do índice de falha com a expansão do conhecimento organizacional.

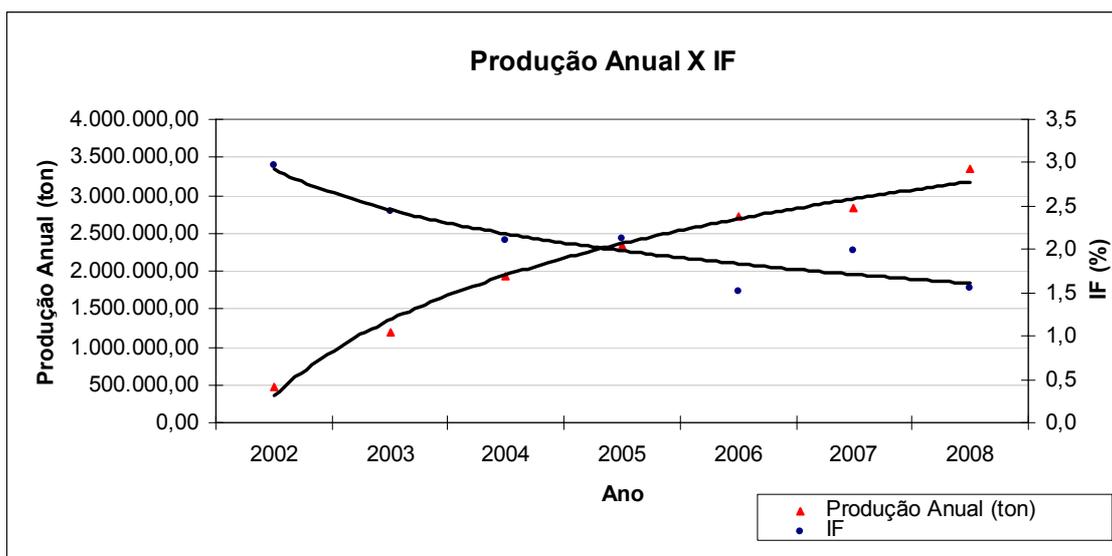


Figura 4. Comparativo entre a evolução da produção anual e a melhora do índice de falha dos equipamentos.

Nos gráficos das Figuras 3 e 4 pode ser observada uma queda contínua do IF, mesmo com o aumento da demanda de produção e do IT. Analisando em números relativos vemos que o ganho seria mais significativo do que aparenta, pois a solicitação sobre o equipamento aumentou drasticamente.

Outra observação é que mesmo com uma evolução crescente do IF, está havendo uma redução da taxa de queda, mostrando uma tendência de estabilização, que só pode ser revertida com um *follow up* dos sistemas de gestão da rotina.

Nós acreditamos que um bom trabalho de gestão do conhecimento contribui para um sistema de gestão da rotina capaz de reduzir o índice de falhas continuamente, logo ainda há muito a ganhar em cima da situação atual.

6 CONCLUSÕES

A humanidade vem acumulando conhecimento e se desenvolvendo desde o início dos tempos, e quando se fala de manutenção não poderia ser diferente, tudo que temos hoje é fruto do desenvolvimento da espiral do conhecimento da área em que atuamos, que são passados através dos manuais, livros, simpósios, cursos... e muitas vezes de forma puramente tácita entre indivíduos. Porém se este conhecimento não for devidamente registrado e gerido, dentro das organizações, além deste evoluir muito lentamente pode até vir a ser perdido.

Segundo Nonaka:⁽¹⁾ “[...] o segredo da criação do conhecimento está na mobilização e conversão do conhecimento tácito [...]”.

REFERÊNCIAS

- 1 NONAKA I.; TAKEUCHI H. Criação de conhecimento na empresa. Como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Rio de Janeiro, RJ, n.4, 1997.
- 2 KARDEC A.P.; NASCIF J. Manutenção. Função Estratégica, Rio de Janeiro, RJ, n.2, p. 3–142, 2001.