

ANÁLISE DE RESULTADOS OBTIDOS COM APLICAÇÃO DE PRINCÍPIOS DA GESTÃO DE ATIVOS NO PROCESSO DE INSPEÇÃO DE EQUIPAMENTOS EM UMA PELOTIZAÇÃO

Elaine Cristina Rezende - Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG

elaine_rezende@ymail.com

Daniela Leão Gomes - Instituto Federal de Minas Gerais - IFMG

danigomesop@gmail.com

Resumo: *Este trabalho tem como objetivo analisar os resultados obtidos com a aplicação de princípios da gestão de ativos no processo de inspeção de equipamentos de uma usina de Pelotização. Com a finalidade de mostrar os resultados obtidos com implantação do sistema de inspeção integrado. Para isto, foi realizado um estudo de caso com abordagem teórica sobre os conceitos de manutenção e coletados dados para análise nos sistemas de gestão da manutenção da empresa e feito um comparativo do antes e depois da implantação do sistema. Com isso foi verificado que houve redução significativa de falhas e paradas de manutenção, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade física dos equipamentos e reduzindo os custos de manutenção.*

Palavras-chaves: *Pelotização; Manutenção; Inspeção; Gestão de Ativos.*

1. Introdução

Em um cenário competitivo onde a mecanização e a automatização das indústrias tornaram-se um fator de sobrevivência, as máquinas transformaram-se em um dos recursos produtivos principais para o sucesso de uma organização onde é essencial o bom funcionamento de todo sistema produtivo. Para que isso ocorra é necessário que todas as partes que integram o sistema (máquinas, equipamentos, ferramentas dentre outros) executem de maneira eficiente e da forma esperada a função que lhes é designada. Entretanto, limitações de diversas ordens impõem restrições à vida útil das partes do sistema, o que indica a possibilidade de falhas em cada equipamento, resultando assim em paradas na produção. Em busca de amenizar essas limitações e aumentar a vida útil destes elementos, garantindo assim uma produtividade crescente, a implantação de um sistema de manutenção baseado em confiabilidade faz-se de extrema relevância.

Este trabalho foi desenvolvido através da coleta de dados em uma usina de Pelotização, na qual foi implantado um programa de manutenção com foco em confiabilidade, baseado nas diretrizes da norma ISO 55000, para gestão de ativos. O foco deste estudo é demonstrar os resultados obtidos com a implantação do programa.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Pelotização

Segundo Luz (2010), o processo de pelotização foi desenvolvido no século XX para aproveitar os finos de minério de ferro gerados durante sua lavra e beneficiamento e que não eram aproveitados nos processos de redução por diminuir a permeabilidade dos gases redutores no interior dos altos-fornos e também pela dificuldade de manuseio e transporte.

A pelotização é um processo de aglomeração, que através de um processamento térmico a alta temperatura, converte partículas ultrafinas de minério de ferro em esferas de tamanho e qualidade adequados a utilização nos reatores siderúrgicos (FONSECA, et al., 2002).

Para Luz (2010), a abundância de minério de ferro e a capacidade de aproveitamento e do enriquecimento do minério de baixo teor são fatores que contribuem para que o Brasil seja competitivo neste setor, participando com 35% do mercado internacional de pelotas. A Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM) revela em estudo (MOURÃO, 2008) que o crescimento da redução direta demandará grandes quantidades de pelotas para essa aplicação específica. E com a crescente geração de “*pellet feed*”, a pelotização irá se consolidar como a tecnologia mais adequada para tratamento desse material superfino. A figura 1 ilustra como são as pelotas após todo processo de fabricação:

Figura 1: Pelotas



Fonte: pesquisa dos autores

2.2 Manutenção

Sistemas de produção industriais estão sujeitos à deterioração em consequência do uso e vida útil. Essa deterioração pode levar ao aumento dos custos de produção, menor qualidade e a possibilidade de um acidente (DOHI, et al., 2001, apud Baran, 2011). Portanto um processo de manutenção é importante para reduzir a probabilidade dessas ocorrências.

Segundo Sharma et al (2011) apud Baran (2011) na indústria atual a manutenção está se tornando ainda mais importante, com as empresas adotando-a como uma ferramenta de negócio para geração de lucro, capaz de mantê-las de forma eficiente, eficaz e econômica sustentando sua sobrevivência a longo prazo.

Slack (2000) apud Souza 2008, definiu manutenção como o termo usado para abordar a forma pela qual as organizações tentam evitar as falhas ao cuidar de suas instalações físicas. É uma parte importante da maioria das atividades de produção, especialmente aquelas cujas instalações físicas têm papel fundamental na produção de seus bens e serviços. Em operações como centrais elétricas, hotéis, companhias aéreas e refinarias petroquímicas as atividades de manutenção serão responsáveis por parte significativa do tempo e da atenção das gerências.

2.2.1 Tipos de manutenção

De acordo com Siqueira (2005) apud Alkaim (2006), os tipos de manutenção são também classificados de acordo com a atitude dos usuários em relação às falhas. Seis categorias são normalmente identificadas, sob este aspecto:

- Manutenção Reativa ou Corretiva;
- Manutenção Preventiva;
- Manutenção Preditiva;
- Manutenção Proativa;
- Manutenção Produtiva;
- Manutenção Detectiva.

A manutenção Corretiva ou Reativa destina-se a corrigir falhas que já tenham ocorrido, enquanto a Manutenção Preventiva tem o propósito de prevenir e evitar as consequências das falhas. A Manutenção Preditiva busca a previsão ou antecipação da falha; medindo parâmetros que indiquem a evolução de uma falha a tempo de serem

corrigidas. Similarmente, a Manutenção Detectiva procura identificar falhas que já tenham ocorrido, mas que não sejam percebidas. A Manutenção Produtiva objetiva garantir a melhor utilização e maior produtividade dos equipamentos. Finalmente, na Manutenção Proativa, a experiência é utilizada para otimizar o processo e o projeto de novos equipamentos, em uma atitude proativa de melhoria contínua. (SIQUEIRA, 2005 apud ALKAIM, 2006).

Diversas políticas de manutenção podem ser aplicadas aos equipamentos de uma unidade, quer isoladamente, quer em conjunto.

2.3 Técnicas de inspeção de equipamentos

2.3.1 Inspeção sensitiva

Este tipo de inspeção abrange praticamente todos os modos de falhas do equipamento ou instalação industrial. Apesar de ser, normalmente, limitada ao uso dos sentidos naturais do inspetor, é possível diagnosticar anomalias em estágio mediano de degradação.

Variáveis como temperatura, vibração, ruídos e folgas já são acompanhadas há muitos anos pela manutenção, independente da existência de instrumentos. Por exemplo, a folga entre duas peças pode ser “sentida” estar boa ou excessiva pelo tato. Assim com o ruído pode indicar a existência de peças frouxas ou defeitos em equipamentos.

Esses procedimentos fazem parte da monitoração da condição do equipamento, e serão tanto mais confiáveis quanto mais experientes sejam os profissionais de manutenção. Mesmo que a experiência propicie uma identificação razoável nesse tipo de verificação, ela não deve ser adotada como base para decisão por ser extremamente subjetiva. Cada pessoa terá uma opinião. Apesar disso, o uso dos sentidos pelo pessoal de manutenção deve ser incentivado (SOUZA, 2004).

2.3.2 Inspeção preditiva

No cenário da gestão da manutenção, a ação preditiva aparece como uma forma mais apurada de programar intervenções nos equipamentos. Consiste no acompanhamento da performance da máquina através da avaliação de alguns indicadores para a definição do momento correto da intervenção de manutenção.

Osada (1993) apud Baran (2011) conceitua manutenção preditiva como sendo “uma filosofia que evita a tendência à supermanutenção (por exemplo, a manutenção e os

reparos excessivos) a que estão propensos os enfoques convencionais de manutenção preditiva. Também é uma filosofia de promoção de atividades econômicas de MP com base principalmente em uma pesquisa de engenharia sobre os ciclos de manutenção otimizados”.

O mesmo Osada (1993) apud Baran (2011) definiu oito metas para a manutenção preditiva, que são:

- Determinar o melhor período para manutenção;
- Reduzir o volume do trabalho de manutenção preventiva;
- Evitar avarias abruptas e reduzir o trabalho de manutenção não planejado;
- Aumentar a vida útil das máquinas, peças e componentes;
- Melhorar a taxa de operação eficaz do equipamento;
- Reduzir os custos de manutenção;
- Melhorar a qualidade do produto;
- Melhorar o nível de precisão da manutenção do equipamento.

Algumas técnicas utilizadas pela preditiva são análise de vibração, termográfica, ultrassom, análise de óleo e líquido penetrante.

2.4 Gestão de ativos

Gestão de Ativos (GA) é uma atividade coordenada de uma organização para obter o valor dos ativos. Produzir valor envolve normalmente equilibrar os benefícios de custos, riscos, oportunidades e desempenhos. O termo atividade possui um significado abrangente e pode incluir, por exemplo, a abordagem, o planejamento, os planos e suas implantações. Atividade também se refere à aplicação dos elementos de um sistema de gestão de ativos (ABNT,2014).

Sistema de Gestão de Ativos (SGA) é um conjunto de elementos inter-relacionados e interativos de uma organização que estabelece políticas e objetivos bem como o processo necessário para o alcance destes objetivos. O SGA é, portanto, um sistema de gestão aplicado à GA e os elementos do sistema podem ser definidos com um conjunto de ferramentas que inclui políticas, planos, operações, desenvolvimento de competências e sistemas de informações, que são integrados para apoiar a GA (ABRAMAN, 2015).

Tabela 1 – Os quatro princípios da Gestão de Ativos

Ativos existem para fornecer valor para a organização e partes interessadas

Gestão de Ativos transforma a intenção estratégica em tarefas, decisões, atividades técnicas e financeiras

Liderança e cultura do local de trabalho são determinantes da percepção de valor

Gestão de Ativos fornece garantia de que os ativos vão cumprir e desempenhar a sua função

Fonte: Adaptado ISO-55.000

A coleção de normas ISO 55.000 fornece princípios, requisitos e orientações para um Sistema de Gestão de Ativos e aborda requisitos como a implantação dos princípios de GA e a documentação de quais ativos fazem parte do SGA e são escopo do Sistema de Gestão. Trata, ainda, da integração dos processos decisórios com relação aos técnicos e financeiros. Destaca, também, a implantação de um processo decisório com foco no balanceamento entre os fatores riscos, custos e desempenho dos ativos (ABRAMAN, 2015).

3. Estudo de caso

Com a necessidade crescente de reduzir custos e melhorar a eficiência dos equipamentos e a produtividade, foi implantado um sistema de gestão de ativos na usina de Pelotização, baseado nas diretrizes da Norma ISO 55000, visando manter e/ou melhorar de forma sustentável os resultados operacionais da Pelotização através da otimização de seus ativos físicos industriais.

O Projeto Inspeção Integrada Pelotização, consiste na implantação de um modelo de inspeção que integra as disciplinas de inspeção dos ativos, contemplando mecânica, elétrica, instrumentação, automação e preditiva com as suas respectivas técnicas utilizadas no dia a dia das operações, tais como: inspeção sensitiva, análise de vibração, temperatura, análise de óleo, controle de desgaste e outros.

Podemos citar como principais benefícios do projeto:

- Fortalecimento da estratégia de manutenção com foco das atividades geradas a partir das necessidades do ativo;
- Aumento da capacidade produtiva com sustentabilidade dos resultados;
- Redução de falhas;

- Informações e processos integrados;
- Melhoria da autoestima dos inspetores;
- Redução de custos;
- Aumento de produtividade.

3.1 Implantação

A implantação do projeto teve como base três princípios fundamentais, que suportaram as ações do programa.

Tabela 2 – Princípios e ações do programa

Princípios	Ações
Processos	Foram elaborados checklists orientadores que funcionam como um guia de inspeção, contendo os componentes de cada equipamento e árvore de falha de acordo com a condição apontada pelo inspetor. Revisão dos processos através da integração e revisão das rotas de inspeção.
Tecnologia	Foi feito investimentos em tecnologia para suporte dos novos processos e gestão dos dados de inspeção
Pessoas	Foram ministrados treinamentos e capacitação dos inspetores no novo modelo de inspeção

Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Funcionamento

O sistema de Inspeção integrada é composto pela inspeção sensitiva, inspeção preditiva e centro de monitoramento de ativos (CMA), a rotina de cada um desses grupos será descrita abaixo.

3.2.1 Inspeção sensitiva:

A rotina de inspeção sensitiva é realizada segundo rotas predefinidas, carregadas como checklists digitais em um coletor de dados. Estas rotas possuem uma frequência de execução de acordo com a criticidade dos equipamentos a serem inspecionados. Os pontos de monitoramento definidos para o ativo são registrados no seu respectivo sistema, coletados e alimentados sempre que a rota de inspeção é realizada.

O inspetor realiza rotas diariamente apontando no coletor os pontos a serem observados, segundo hierarquia de cada equipamento e especialidade do inspetor (mecânica, elétrica preditiva), ao detectar uma falha, esta deverá ser apontada no coletor. Ao final da rota os dados são exportados via USB, para o Sistema Informatizado de Manutenção.

O objetivo da Rotina de inspeção é detectar problemas / soluções nos equipamentos que compõe seu site de atuação. O inspetor ao encontrar um desvio nas condições do ativo/equipamento analisa o relatório de sua inspeção e verifica tendências em um software específico para definir a necessidade de intervenção no equipamento. Caso seja necessária intervenção no equipamento, uma ordem de manutenção deverá ser aberta com previsibilidade mínima para planejamento e programação.

3.2.2 Inspeção preditiva

Semelhante à inspeção sensitiva, a inspeção preditiva possui rotas predefinidas a serem executadas, porém na inspeção preditiva são utilizadas técnicas mais avançadas para monitoramento de ativos. A técnica mais utilizada é a análise de vibração de equipamentos, pois permite obter dados precisos sobre a condição dos equipamentos monitorados. As técnicas preditivas têm como objetivo:

- Aprofundar as inspeções no intuito de detectar modos de falhas fundamentados em parâmetros técnicos e emitindo registro e laudos no sistema especialista;
- Suporte técnico a inspeção com foco sensitivo;
- Apoiar a execução em atividades como ensaios de ultrassom, líquido penetrante, entre outros.

3.2.3 Centro de monitoramento de ativos (CMA)

O CMA é composto por uma equipe central com foco no monitoramento da performance de equipamentos com análises de vários parâmetros numa visão holística, onde consolida-se informações com foco no ativo e não apenas na disciplina. Esta equipe é responsável por dar suporte técnico em análises e tomadas de decisão de forma centralizada, ou seja, analisando os dados coletados pela inspeção sensitiva e preditiva. Contribuindo, assim, para uma gestão confiável do parque de ativos.

Para tal, a equipe de especialistas do CMA, utilizam sistemas dedicados ao suporte na tomada de decisão, que são alimentados diariamente pelas inspeções em campo e por

variáveis monitoradas online em sistema supervisório, bem como o sistema informatizado.

Para a execução da rotina de inspeção dos equipamentos, são utilizados os seguintes softwares e hardware:

- **Sistema SAP:** O SAP é um sistema integrado de gestão empresarial utilizado em diversas áreas: finanças, contabilidade, RH, produção, vendas, manutenção (SAP-PM), entre outras, possibilitando uma visão integrada do negócio, dos processos e das informações;
- **SKF@ptitude Analyst:** Sistema especialista utilizado pela Pelotização para controle das inspeções. Neste sistema são cadastradas as rotas e pontos de inspeção, bem como registro, análise e relatórios dos dados registrados;
- **SKF@Decision Support:** Módulo do SKF@ptitude Analyst utilizado para sistematizar o processo de tomada de decisões de manutenção de confiabilidade, com base nos dados registrados pela inspeção;
- **Coletor de dados:** São equipamentos portáteis, utilizados para a captura, processamento e armazenamento de informações apontadas durante a inspeção em campo.

4. Resultados

Podemos citar como benefícios do projeto de Inspeção Integrada a redução da subjetividade, pois com as árvores de falha os diagnósticos são padronizados e precisos e o inspetor é orientado até chegar ao detalhe do modo de falha. Além disso, acelera o aprendizado e conhecimento para menos experientes, pois os checklists funcionam também como um guia, ajudando a identificar os itens que devem ser inspecionados em cada equipamento. O novo modelo de gestão permite que os registros do inspetor sejam mantidos em um histórico. O software utilizado armazena todos os dados coletados, e estes dados podem ser acessados e analisados por todos. Antes as informações sobre as condições dos equipamentos ficavam em planilhas de Excel e em anotações do próprio inspetor. Na tabela 3 se fez uma comparação de como era o processo de inspeção e como ficou após a implantação do Projeto Inspeção Integrada:

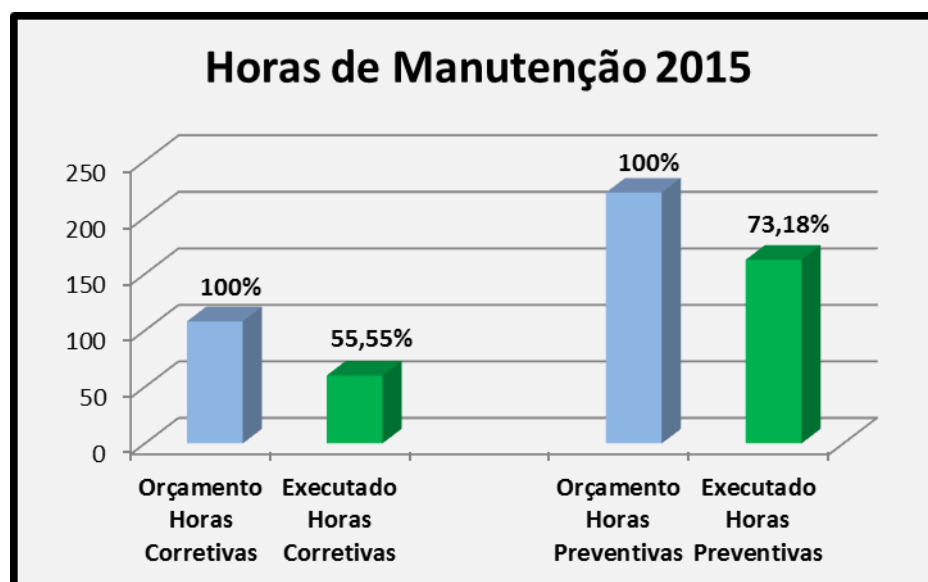
Tabela 3 – Comparativo do processo de inspeção

Antes	Depois
Falta de processo	Visão holística sobre os ativos
Excesso de Ordens de Manutenção	Informações e processos integrados
Baixa utilização de tecnologia	Utilização de coletores de dados e software especializado
Informações fragmentadas	Checklists digitais
Dificuldade para a tomada de decisões	Sistemas inteligentes de suporte à decisão
Alta rotatividade de profissionais	Pessoas com perfil adequado
Baixa credibilidade dos inspetores	CMA – Centro Monitoramento de Ativos
Baixo conhecimento da atividade	Capacitação para a função

Fonte: Elaborado pelos autores

A melhoria do processo de inspeção de equipamentos permitiu alcançar importantes resultados na redução de falhas e aumento da produtividade da usina, evidenciados pelos sistemas de controle, gestão e registros da empresa. Pode-se observar, na figura abaixo, que no ano de 2015 houve uma redução significativa nas horas de parada de equipamentos, tanto preventiva como corretiva. Sendo o orçamento de horas baseado em média dos anos anteriores, ao analisar os dados percebemos economia de 44,45% de horas de paradas corretivas e 26,82% de horas de parada preventiva em relação ao orçado para o período. Com isso aumentando a disponibilidade física dos ativos da usina e reduzindo custos de manutenção.

Figura 2 – Horas de Manutenção

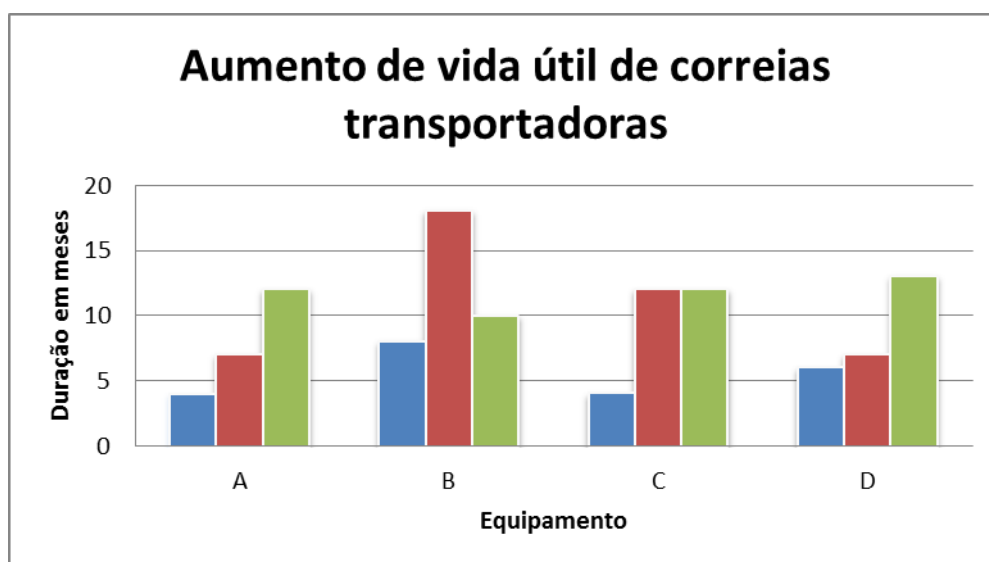


Fonte: Elaborado pelos autores

Foi observado também o aumento de vida útil das correias transportadoras, alcançado através da aplicação de ferramentas simples como 5S e técnica de medição de espessura

das correias. Na figura 3 verificamos, por exemplo, que o equipamento C, após a implementação dessas ferramentas teve sua vida útil aumentada em 150%. Permitindo redução de custos com trocas de correias e paradas de equipamento.

Figura 3 - Aumento da vida útil das correias

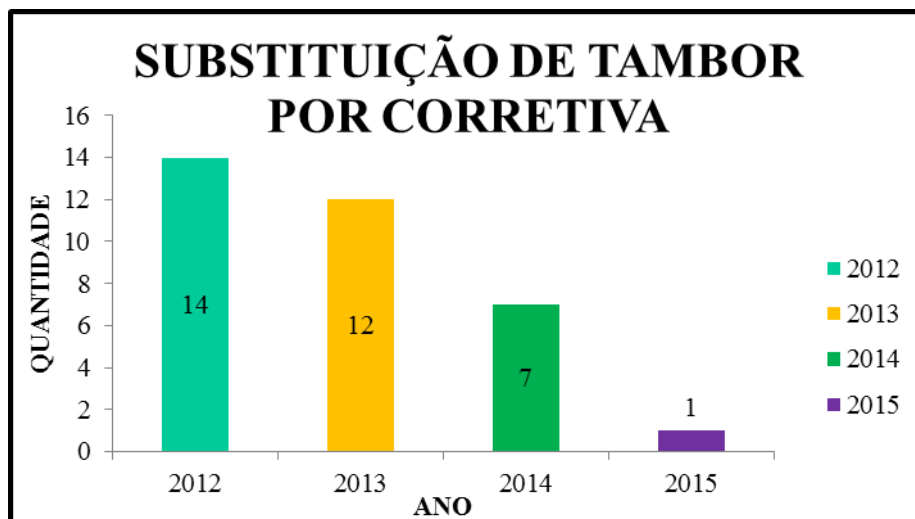


Fonte: Elaborado pelos autores

Nesta figura as barras em verde representam correias que ainda estão em operação e tem projeção de duração igual ou superior à anterior (em vermelho).

Ao analisar o histórico de substituição de tambores, que são componentes de correias transportadoras, percebemos que no ano de 2015 apenas um componente foi substituído em corretiva, como podemos verificar abaixo. Com isso é evidenciado que as técnicas utilizadas são capazes de detectar falhas antes que ocorram e determinar o melhor momento para manutenção do equipamento.

Figura 4 – Substituição de tambores por corretiva



Fonte: Elaborado pelos autores

Além da redução em horas de manutenção e quebras de componentes, com implantação do Sistema de Gestão de Ativos outros importantes resultados foram obtidos, como a redução da rotatividade de profissionais na função e menor risco às pessoas e instalações. Além disso, baseado em análises realizadas pela empresa, todo o investimento em softwares, aparelhos e treinamentos foram compensados pela redução em horas de parada de produção e retorno financeiro com o monitoramento dos ativos.

5. Conclusão

As empresas estão cada vez mais utilizando os princípios abordados pelo conceito da confiabilidade e gestão de ativos visando a melhoria de seu desempenho no mercado, na performance de seus produtos, na redução dos custos, na garantia da disponibilidade de ativos, para conseguirem, assim, vantagem competitiva frente aos concorrentes.

A Gestão de Ativos aparece neste cenário como uma oportunidade de otimização dos sistemas produtivos envolvendo a redução de custos e de investimentos em equipamentos novos. Manter os ativos disponíveis se torna um desafio extremamente necessário, não somente por uma questão de controle, mas também por uma questão de sobrevivência da organização.

REFERÊNCIAS

- ABRAMAN - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, **Gestão de Ativos e PAS 55**. Disponível em: <<http://www.abraman.org.br/sidebar/pas55>> Acesso em 10 dezembro de 2015.
- ALKAIM, João Luiz. **Metodologia para Incorporar Conhecimento Intensivo às Tarefas de Manutenção Centrada na Confiabilidade Aplicada em Ativos de Sistemas Elétricos**. 2003. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 55000:2014. Gestão de ativos — Visão geral, princípios e terminologia**. Rio de Janeiro, 2014.

BARAN, Leandro Roberto, **Manutenção Centrada em Confiabilidade Aplicada na Redução de Falhas: Um Estudo de caso. Especialização em Gestão Industrial Produção e Manutenção**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2011.

DOHI, T. et al. Optimizing the repair-time limit replacement schedule with discounting and imperfect repair. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 7, n. 1, p. 71-84, jan-abr 2001.

FONSECA, U. T. et al. **Estudo no Processo de Amostragem sob Visão de Análise Preliminar de Risco**, Curitiba, 2002.

LUZ, Adão Benvindo et al. **Tratamento de Minérios**. Centro de Tecnologia Mineral – Cetem, Ministério da Ciência e Tecnologia – Mct, Rio de Janeiro, 2010.

MOURÃO, J.M. **Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico - NT Minério de Ferro e Pelotas Situação Atual e Tendências 2025**, 2008. Disponível em <<http://www.abmbrasil.com.br>> Acesso em 02 de jan. 2016.

OSADA, Takahashi. **TPM / MTP - Manutenção Produtiva Total**. São Paulo: IMAN, 1993.

SHARMA, A.; YADAVA, G. S.; DESHMUKH, S. G. **A literature review and future perspectives on maintenance optimization**. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, v. 7, n. 1, p. 5-25, jan-abr 2011.

SIQUEIRA, Iony Patriota de. **Manutenção Centrada na Confiabilidade: Manual de Implementação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2005. 408 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000. 747 p.

SOUZA, Rafael Doro. **Análise da Gestão da Manutenção: estudo de caso MRS Logística**, Juiz de Fora (MG). Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

SOUZA, Rudinei Juliano. **Sistema Especialista para Determinação de Defeitos em Motores Elétricos Através de Análise de Vibrações**. Universidade do Planalto Catarinense, Lages, 2004.