

AUMENTO DE PRODUTIVIDADE DA MANUTENÇÃO NA ARCELORMITTAL TUBARÃO*

*Alexandre Vellozo Santos
Antonio Carlos de Aguiar Gagno
Fabio Feu Rosa Valente
Igor Borlot Borba*

Resumo

Este trabalho tem como objetivo fazer uma explanação sobre as iniciativas ligadas ao aumento de produtividade da manutenção na planta de produção da ArcelorMittal Tubarão, onde serão descritos os aplicativos, sistemas especialistas e sistemas de informação que foram adotados com objetivo de alavancar resultados para a empresa, reduzindo também os custos operacionais envolvidos no modelo tradicional de manutenção. Para fazer este trabalho, foram selecionadas as iniciativas mais recentes que inclusive envolveram conceitos abordados nas terminologias de Indústria 4.0 e Digitalização Empresarial. Desta forma pode-se avaliar e concluir que os custos de grande parte das iniciativas de apelo inovador, com foco no aumento de produtividade, trazem ganhos substanciais ao negócio, não só financeiro, mas também no quesito de segurança ao homem, qualidade sobre a ótica de um trabalho cada vez mais integrado e com maior inteligência de negócio.

Palavras-chave:Automatização; Manutenção; Mobilidade; Análise preditiva; Tecnologias emergentes; inovação.

MAINTENANCE PRODUCTIVITY INCREASE IN ARCELORMITTAL TUBARÃO

Abstract

The objective of this work is to explain the initiatives related to the increase of productivity of maintenance in the production plant of ArcelorMittalTubarão, which will describe the applications, expert systems and information systems that were adopted in order to leverage results for the company, also reducing the operational costs involved in the traditional maintenance model. To do this work, we selected the most recent initiatives that even involved concepts addressed in the terminology of Industry 4.0 and Business Scanning. In this way, it is possible to evaluate and conclude that the costs of a large part of the initiatives of innovative appeal, focusing on the increase of productivity, bring substantial gains to the business, not only financial, but also in the matter of safety to man, quality over the optics of an increasingly integrated work with greater business intelligence.

Keywords: Automation; Maintenance; Mobility; Predictive analysis; Emerging technologies; Innovation.

- ¹ *Bacharel em Administração com ênfase em Análise de Sistemas pela Faculdade de Ciências Humanas de Vitória - FCHV, Pós-Graduado em Análise de Sistemas pelo Centro Superior de Vila Velha - CSVV e Pós-Graduado em Administração de Empresas pela Fundação Dom Cabral. Analista de TI do departamento de informática da ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES, Brasil.*
- ² *Graduado em Engenharia Elétrica, Mestre em Gerenciamento de Projetos, Especialista na área de Engenharia de Automação de Processos, ArcelorMittal, Vitória, Espírito Santo, Brasil.*
- ³ *Mestre em Informática pela Universidade Federal do Espírito Santo, Bacharel em Ciências da Computação pela Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Certificação PMP em Gerenciamento de Projetos, Analista de TI e Gerente de Projetos do Departamento de Informática da ArcelorMittal Tubarão, Vitória, ES.*

⁴ *Bacharel em Sistemas de Informação pela UVV, Especialista em Desenvolvimento de Sistemas em Java, Analista Funcional pela ArcelorMittal Sistemas, Vitória, ES, Brasil*

⁵

1 INTRODUÇÃO

O cenário econômico dos últimos anos tem sido muito desafiador para a indústria siderúrgica. Para que empresas deste ramo de atuação continuem competitivas a exigência da excelência operacional tem sido constante, onde vários processos são fundamentados na busca incessante de ganhos de produtividade e redução de custo. Diante deste cenário, em meio às despesas operacionais, dois pontos de atenção despertam o interesse em um contexto de manutenção: preparação de pessoas para uma nova abordagem de manutenção se aplicando os conceitos da Indústria 4.0 e o segundo no contexto da Gestão de Ativos / Confiabilidade, ou seja, na gestão de manutenção como um todo.

Quanto ao aspecto da preparação de pessoas, é fundamental pensarmos nos requisitos adicionais do perfil profissional dos especialistas de manutenção para o uso de técnicas analíticas avançadas, onde a capacidade de análise e entendimento dos problemas da área envolve uma multidisciplinaridade que compreende áreas de conhecimento desenvolvidas por um engenheiro e a experiência técnica de campo diário de um supervisor, executante e até mesmo de aspectos relacionados ao *modus operandis* e ao tipo do produto sendo produzido. Com relação ao segundo aspecto visa determinar o que é rotina (mensal, semanal diária) sobre a ótica de supervisão, inspeção, calibração e, por sua vez, não pode ser esquecida a execução da manutenção. No entanto, com a exigência de um perfil profissional híbrido visando o ganho de robustez em meio à exigência de respostas rápidas pelo negócio, carece de adotarmos soluções mais especializadas que envolvam a análise preditiva e prescritiva de falhas em equipamentos e processos operacionais.

No ano de 2012 foi tomada a decisão estratégica de criar uma área especializada para cuidar, de forma centralizada, das diretrizes e ações de Manutenção, com o objetivo de fazer a mudança para uma visão mais atual de Gestão de Ativos. O Programa Transformar, implementado pela ArcelorMittal Tubarão em 2016, leva em conta o cenário atual e tem o objetivo de melhorar o local de trabalho, tornando a empresa menos burocrática e focada em resultados, reforçando valores importantes como saúde e segurança. Esse programa busca tornar a empresa mais competitiva num processo de produção contínuo, reduzindo custos e aumentando a produtividade, reforçando sua posição no ranking das maiores produtoras de aço do mundo.

Em meio às essas iniciativas corporativas foi estabelecido e criado um Comitê e estabelecido um Programa denominado Estratégia Digital para o estabelecimento de uma Governança adequada para os desafios futuros da empresa, buscando um alinhamento forte com a Estratégia Corporativa. Os trabalhos desse grupo envolveram a pesquisa de soluções dentro e fora do grupo ArcelorMittal, bem como o desenvolvimento de uma série de trabalhos ligados à manutenção, nas suas mais variadas linhas de pesquisa. Para a adoção de medidas eficazes sobre nossas plantas de produção, foi necessário o envolvimento de todos os níveis da empresa: diretores, gerentes, especialistas, supervisores, executantes e operadores. O envolvimento de todos esses atores está permitindo o desenvolvimento de um trabalho de excelência e qualidade com foco em resultados.

2DESENVOLVIMENTO

Após a apresentação e aprovação de uma estratégia integrada com a alta gestão, foi então realizada uma ampla pesquisa dentro do grupo ArcelorMittal, que tem unidades espalhadas ao redor do mundo, através de um benchmarking, a fim de buscar referências de alguma empresa que já tenha feito uso do tipo da tecnologia discutida e que possa gerar referenciais de mercado quanto à conceito, solução de negócio ou, até mesmo, aspectos tecnológicos. Também foi e estão sendo realizadas continuamente pesquisas de mercado com fornecedores, a fim de definir os equipamentos e parceiros mais aderentes à estratégia definida pela ArcelorMittal Tubarão.

Frente à digitalização da indústria, neste trabalho, foram introduzidos e revisados conceitos como: segurança da informação, internet das coisas, computação em nuvem, big data, simulações e sistemas integrados. Sem o estabelecimento desta atitude não seria possível o desenvolvimento de POCs(Proof of Concept) com produtos internos e de parceiros visando melhor apresentar a percepção dos possíveis ganhos ao comitê formado para análise destes trabalhos. É importante, ressaltar que o modelo atual de apresentação de produtos por fornecedores está fadado a não seleção por parte dos gestores, pois as áreas de negócio têm exigido não só requisitos que possam trazer diferencial em tempo curto, mas também aplicar questões de governança, rastreabilidade e poder de customização, dando autonomia ao usuário.

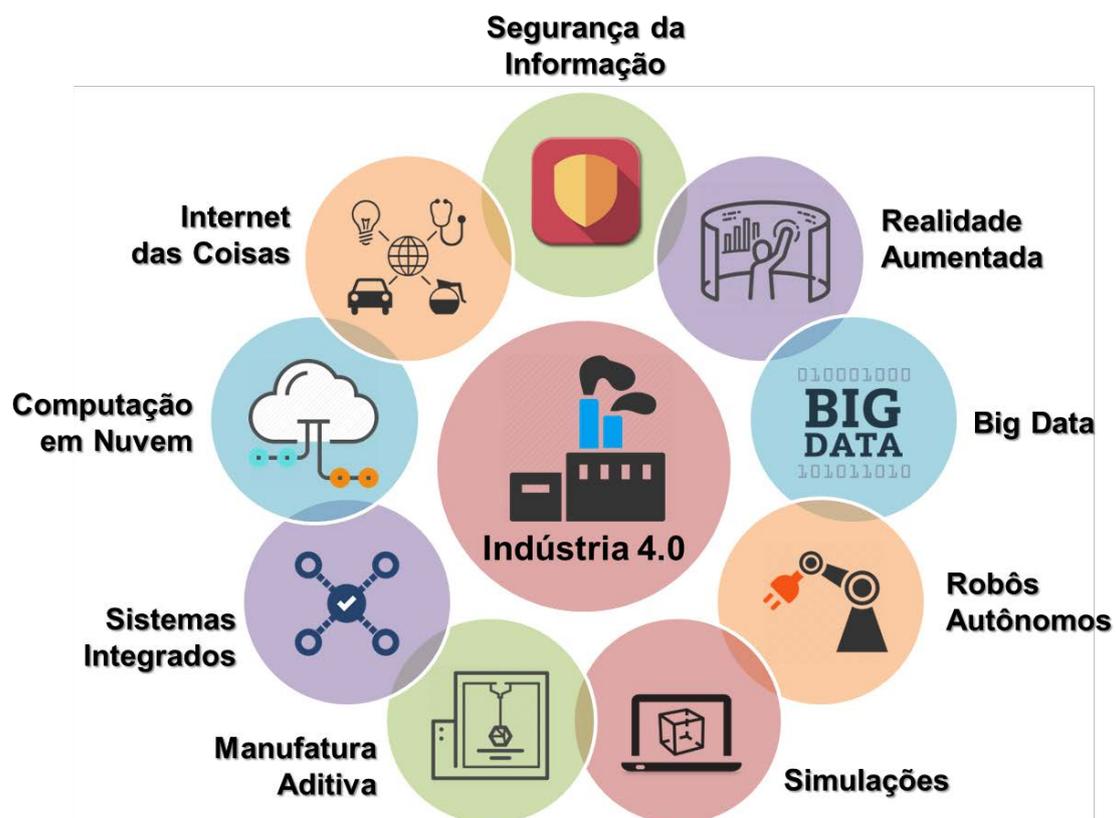


Figura 1. Vertentes da Indústria 4.0 nas soluções

2.1 Soluções de Mobilidade para Manutenção

A utilização de coletores de dados é um item empregado comumente nas empresas há vários anos utilizando as mais variadas tecnologias de sistema operacional. Entretanto, a tecnologia tem evoluído em constância e a possibilidade de um incremento na mobilidade remete ao desafio de garantir não só o aspecto de conectividade como telefonia e acesso aos aplicativos corporativos, mas também dar maior autonomia ao executante da manutenção para que consiga simplificar, em seu trabalho diário, atividades e decisões que antes envolviam a utilização de recursos tradicionais como o rádio comunicador ou mesmo extensos relatórios impressos.

A seguir são relacionadas três iniciativas ligadas às áreas de conhecimento de inspeção, segurança e execução de ordem de serviço que envolvem a aplicação de mobilidade. Dentre os desafios para implantação deste trabalho conjunto, podemos destacar:

- ➔ Garantia do nível de conformidade de manutenção seguindo um único modelo de trabalho que englobe os aspectos de inspeção, segurança e execução de ordem de serviço dentro da empresa;
- ➔ Cultura de manutenção de diferentes setores da empresa no que tange a formato de controle de recursos para execução dos trabalhos;
- ➔ Visão das gerências de área sobre a necessidade de adequação da estrutura organizacional para suporte este novo modelo de trabalho.

2.2.1 Aplicativo Móvel ARMP Inspeção

A solução de mobilidade para inspeção (ARMP Inspeção) envolveu a construção de aplicativo móvel integrado ao módulo SAP de manutenção conhecido como SAP-PM (customizado para a ArcelorMittal sob o nome de SAP-ARMP). Este aplicativo permite realizar não só a coleta de dados de inspeções de equipamentos, mas também a abertura automática de notificações de anomalias detectadas em rondas de inspeção.

A partir das anomalias registradas, a equipe de manutenção responsável, podendo ser da área de produção específica ou da manutenção central, poderá atuar sobre o problema encontrado e até mesmo ser acionada durante a inspeção, dependendo do nível de criticidade. Com a introdução de conceitos pelo ARMP Inspeção, alguns ganhos operacionais com desdobramento para redução de custos podem ser percebidos como: aproximadamente 19% de tempo foi ganho com a eliminação de papel e tempo para sua impressão e retorno das inspeções no sistema; a possibilidade de digitação por voz de textos evitando assim distração pelo inspetor durante a digitação manual; otimização do tempo do inspetor para focar naquilo que é importante: suas rotas de inspeção; precisão no registro das coletas de medições; redução de custos com o uso de smartphones, uma vez que, os coletores tradicionais são até 75% mais caros que um smartphone de entrada; e a abertura automática de anomalias, dependendo do valor retornado na inspeção dos equipamentos em comparação com alarmes cadastrados para os itens medidos.

Com a visão de se incrementar ainda mais a produtividade e facilitar o entendimento das necessidades de inspeção pelos inspetores, bem como coletar maior quantidade de evidências sobre a situação atual em que o equipamento inspecionado se encontra, foram identificadas as seguintes oportunidades de melhoria: visualização de documentos e fotos para serem utilizados pelo inspetor no momento da inspeção; e registro de fotos e vídeos pelo inspetor durante a realização da inspeção. Sobre este último, seja qual for o formato do registro, encurta-se o caminho entre o inspetor, o especialista do equipamento e o executante da manutenção.

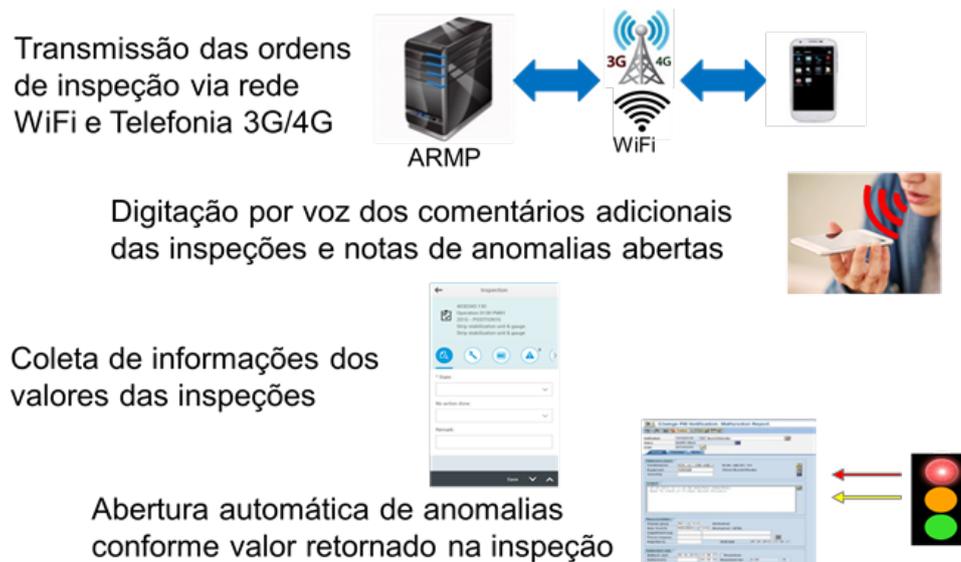


Figura 2. Processo de inspeção utilizando Inspeção Mobile

2.2.2 Aplicativo Móvel ARMP Segurança

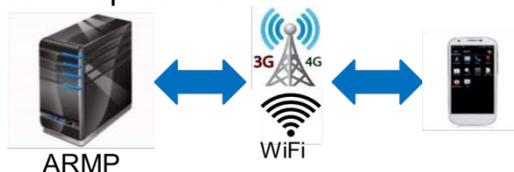
A solução de mobilidade para segurança (ARMP Segurança) envolveu a construção de aplicativo móvel integrado ao módulo de segurança no SAP PM conhecido como WCM (Work Clearance Management). Este aplicativo permite dar o apoio necessário ao processo de segurança que envolve o bloqueio e desbloqueio de equipamentos antes que as ordens de serviço de manutenção sejam executadas. Aproximadamente 15% de tempo foi ganho com redução de deslocamentos e assinaturas de documentos, além dos ganhos intangíveis relacionados a melhora nos controles dos bloqueios e identificação de gargalos no processo.

Antes da realização das manutenções pela equipe alocada, é realizada a análise de risco e são identificados todos os equipamentos que necessitam de serem bloqueados e desbloqueados de fontes de energia. Com a introdução do aplicativo e conceitos dentro do ARMP Segurança, alguns ganhos operacionais com desdobramento para redução de custos podem ser notados como: Reduzir risco humano na atividade de bloqueio; agilidade na execução das atividades de segurança; menor custo com o uso de smartphones; e, por fim, redução quanto ao uso de documentos impressos. Além disso, o aplicativo garante a rastreabilidade da execução do serviço, permitindo identificar quem e quando foi realizado efetivamente o bloqueio e desbloqueio do equipamento.

Com a visão de se focar ainda mais na produtividade e facilitar o entendimento das necessidades de bloqueio e desbloqueio de equipamentos, foram identificadas as

seguintes oportunidades de melhoria: visualização de documentos e fotos para serem utilizados pelo responsável pelo bloqueio/desbloqueio, utilização de identificação física por QR code e a emissão de atestado de segurança, que permite a execução do serviço, em formato eletrônico no aplicativo móvel.

Transmissão das informações de bloqueio / desbloqueio das ordens via rede WiFi e Telefonia 3G/4G



Bloqueio / desbloqueio dos equipamentos no ARMP via aplicativo

Impressão automática do atestado de segurança após último bloqueio do equipamento



Figura 3. Processo de inspeção utilizando Segurança Mobile

2.2.3 Aplicativo Móvel de Gestão de Execução de Serviços

A solução de mobilidade de gestão de execução de serviços envolveu a contratação de aplicativo móvel para alavancar a solução definitiva que está em desenvolvimento pela ArcelorMittal Tubarão, com visão de se integrar ao conjunto de aplicativos do módulo ARMP. Com a introdução deste aplicativo e os novos conceitos produzidos pela revisão na estrutura organizacional de manutenção, os seguintes benefícios foram identificados: eliminação do tempo de digitação dos resultados após o retorno da manutenção; a rápida sinalização de não possibilidade de atendimento e, por sua vez, a alocação de novo recurso para o atendimento das ordens serviços programadas; redução de custos com a não necessidade de impressão de alguns tipos de documentos envolvidos no processo; e, principalmente, dedicação do recurso para o atendimento de maior número de ordens de serviços, favorecendo assim o aumento da velocidade da alocação dos recursos e aumento da produtividade em aproximadamente 25%.

Com a visão de se ampliar ainda mais a produtividade e facilitar o entendimento das necessidades de execução das ordens de serviço, foram identificadas as seguintes oportunidades de melhoria: disponibilização de aplicativos utilitários que agreguem agilidade ao trabalho do executante; adoção de capacidade analítica maior sobre as ordens de serviço imputadas no sistema; e a geração de previsão online de atrasos/adiantamentos no retorno de plantas produtivas. Quanto a esta última demonstrará um grande avanço, pois permitirá identificar como está a produtividade das equipes de manutenção e permitirá um melhor planejamento dos atendimentos.



Figura 4. Processo de inspeção utilizando GESMan Mobile

2.4 Sistema de Inspeção Integrada

O Sistema de Inspeção Integrada permitiu à ArcelorMittal Tubarão caminhar no sentido de realizar o controle integrado de ativos. Para isso, as variáveis de diversos equipamentos críticos são coletadas para monitoramento on-line/off-line da sua condição e desempenho. A prioridade no controle que foi estabelecido foi de se priorizar os ativos mais críticos desta planta de produção. Além disso, o trabalho de coleta e pré-processamento dos dados permitiu a realização de análise de dados pelos especialistas de cada equipamento, permitindo assim sugerirem melhorias visando a inclusão e automatização na geração de novos alertas.

A coleta dos dados e pré-processamento é feita a partir das mais variadas fontes de dados como: sistemas de gestão integrada (ERP), sistemas de gestão de produção, sistemas de gestão de manutenção, sistemas denominados PIMS (Plant Information Management Systems) e fontes de dados baseados em novas interfaces que preconizam o conceito de IoT. Em seguida, os dados são transformados e transportados para um formato único e unificados temporalmente, permitindo então o cruzamento e aplicação de algoritmos de aprendizado de máquina, e geração de alertas, entre outros recursos. A partir dessas ações, conseguiu-se identificar onde ocorre um determinado tipo de problema, incluindo o seu grau de frequência e sua localização. Sobre este último, é importantíssimo na determinação dos deslocamentos da equipe de área para atendimento imediato e até mesmo dependendo do tamanho da necessidade, o deslocamento da equipe de manutenção central.



Figura 5. Processo de Inspeção Integrada

O sistema de inspeção integrada tem trazido facilidades que antes eram realizadas em algumas áreas críticas utilizando-se planilhas eletrônicas. Dentre os benefícios, elencamos os principais considerados pelas áreas: gestão otimizada de recursos; acompanhamento on-line; registro histórico de cada equipamento; e priorização de análise de cenários utilizando o recurso de alarmes. Para as áreas usuárias, foi extremamente benéfico, pois reduziu o número de paradas não programadas. Mais

uma vez, demonstra-se que o trabalho integrado gera resultados palpáveis para todos os envolvidos no processo de manutenção.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, novas tendências puderam ser observadas com o foco de aumentar a abrangência de atuação, bem como dar maior poder de informação ao usuário. Para tanto, podemos destacar: utilização de dispositivos móveis para coleta de dados estruturados e não estruturados (ex.: imagens e localização), bem como de locais onde não se justifica ainda a implementação de um mecanismo de coleta utilizando IoT; ampliação da capacidade analítica para melhorar ainda mais a validação e confiabilidade dos dados; e a implementação de mais equipamentos utilizando a monitoração por IoT. Sobre este último, a velocidade de coleta do dado, tendo-se um sistema para processá-lo e interpretá-lo demonstra extrema importância para o negócio.

2.5 Sistema de Predição de Falhas em Equipamentos

A ArcelorMittal Tubarão vinha buscando em meio as vertentes preconizadas pelos conceitos de Indústria 4.0, a seleção de parceiros que pudessem proporcionar com confiabilidade a identificação de pequenos comportamentos anômalos até falhas que trouxessem possíveis prejuízos financeiros decorrentes de paradas não programadas. É importante recordar que em determinados casos, diante do modelo tradicional de manutenção, sem uma visão clara do problema, às vezes são tomadas medidas precipitadas de manutenção cujo foco está em manter a linha de produção sempre operando. Esse modelo, em cenários complexos com muitas variáveis internas e externas associadas ao problema, demonstra a adoção de atitudes equivocadas que apenas postergam a data de aplicação de uma solução definitiva com causa raiz conhecida pelos especialistas envolvidos.

Os aspectos de segurança, custos, qualidade e prazo dado pelas áreas que são encontrados no modelo tradicional de análise demandou que a ArcelorMittal Tubarão refletisse sobre necessidade de aplicação de uma ferramenta de predição de falhas e equipamentos utilizando algoritmos de aprendizado de máquina. O sistema, basicamente coleta e correlaciona os dados dos ativos de determinado cenário mapeado, podendo este ser de um equipamento ou até maior, como de uma ou mais linhas de produção.

Para coleta desses dados de equipamentos, é importante destacar o trabalho posterior que consiste no pré-processamento (preparação) dos para entrega ao parceiro com o objetivo de facilitar a análise pela ferramenta analítica escolhida. Diferentes formatos são colocados pelos fornecedores tradicionais que possuem produtos de PIMS como IBA AG, AspenTech e Wonderware o que demandou a construção de ferramenta para limpeza e agregação temporal dos dados.

Para realização deste trabalho, definimos duas fases de forma macro e que foram realizadas por se tratar de um produto parceiro. A primeira fase consistiu na preparação e treinamento off-line do sistema contendo as seguintes etapas: entrega de dados contidos em período de curto prazo para o parceiro; modelamento do cenário de equipamentos por meio dos mais variados tipos de especialistas; a calibração dos algoritmos de aprendizado de máquina; o ajuste da modelagem; e, por fim, a análise de falhas encontradas no ambiente off-line para comprovaçãoda

eficiência do produto. A segunda e última fase consistiu em: estabelecimento do envio dos dados de forma contínua; pequenos ajustes quanto à calibração do modelo online; ativação dos alertas para notificação dos especialistas; e a institucionalização da ferramenta para demais especialistas.

Após a implantação da segunda e última fase os benefícios puderam ser observados com grande expectativa. Colocando o ponto de vista da área implantada, temos então os seguintes benefícios: identificação antecipada (em até 72h) de paradas por falha de equipamento; estabelecimento de melhor direção das ações para otimizar o indicador de falhas não planejadas - UMSR (Unplanned Maintenance Stopped Ratio); e melhora de previsibilidade na produção e redução de custo. A principal tendência que podemos observar está no formato da tomada de decisão suportada pela ferramenta analítica em tempo real. Esta tem mudado a cultura dos especialistas, que podem agora atuar de forma mais direcionada aos problemas, não somente identificados pela operação da linha de produção, inspetores e outros atores envolvidos nos processos de manutenção. O acionamento para aplicação de soluções parte agora do sistema e não mais de diferentes fontes de dados como relatórios de turno e sistemas de gestão de manutenção.

Agrupamentos de informações dos ativos provenientes de diferentes bases (PIMS, IBA, Wonderware)



BIG DATA



Processamento analítico através de algoritmos



Processamento na nuvem

Figura 6. Processo de predição de falhas em equipamentos e processos industriais

3 CONCLUSÃO

A ArcelorMittal Tubarão dentre as vertentes de digitalização da indústria, tem trabalhado exaustivamente em soluções que permitam dar agilidade às atividades ligadas à manutenção e produção. O trabalho em sua essência permitiu às equipes desenvolverem novas expertises e formas de interação com demais agentes envolvidos nas rotinas diárias de inspeção, análise de falhas e execução de procedimentos que eram, em alguns casos, considerados burocráticos pela organização.

As soluções implantadas trouxeram ganhos efetivos tanto financeiros como de minimização do risco operacional ao negócio, ao homem e a maior produtividade. A empresa identifica que as tecnologias e conceitos empregados se tornam parte do dia à dia do empregado, não havendo mais como voltar atrás neste cenário de

modernização. Tem-se um papel estratégico e gera grande valor a cadeia de manutenção da companhia, o que justifica incentivar um perfil empreendedor e inovador dentro das equipes de TI e TA para o desenvolvimento de soluções integradas e alinhadas com negócio.

REFERÊNCIAS

- 1 ALMEIDA, M. T. **Manutenção Preditiva: Confiabilidade e Qualidade**. 2000. Disponível em: <<http://www.mtaev.com.br/download/mnt1.pdf>>. Acesso em 06 out. 2011.
- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-5462**: confiabilidade e mantabilidade. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- 3 KARDEC, A.; NASCIF J. **Manutenção: função estratégica**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobrás, 2009. 384 p.
- 4 MOUBRAY, J. **Introdução à Manutenção Centrada na Confiabilidade**. São Paulo: Aladon, 1996.
- 5 SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002. 703 p.
- 6 TAVARES, L. A. **Administração Moderna de Manutenção**. 1ª edição. Rio de Janeiro: Novo Pólo, 2000.
- 7 ZEMEL, Tarcio. **Web Design Responsivo: Páginas adaptáveis para todos os dispositivos**. São Paulo: Casa do Código, 2013.
- 8 WACHOWICZ, Marta Cristina. **Ergonomia**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2013.
- 9 TORRES, C. E. Mobilidade: computação móvel, dispositivos e aplicativos. 2013. Disponível em: . Acesso em: 14 maio 2015.
- 10 MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo, Blucher, 2006.
- 11 MONTGOMERY, D.C.; JOHNSON, L.A. **Forecasting and Time Series Analysis**, New York, McGraw-Hill Book Co., 2 ed., 1990.