



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Departamento de Engenharia de Produção



Trabalho de Conclusão de Curso

Gestão da Informação na Manutenção com a Utilização de Ubstones no Contexto de uma Siderúrgica

Lucas Roger Corrêa

João Monlevade, MG
2018

Lucas Roger Corrêa

**Gestão da Informação na Manutenção com a
Utilização de Ubstones no Contexto de uma
Siderúrgica**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado à Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Produção pelo Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Prof. Sérgio Evangelista Silva

Coorientador: Prof. Luciana Paula Reis

**Universidade Federal de Ouro Preto
João Monlevade
2018**

C817g Corrêa, Lucas Roger .
Gestão da informação na manutenção com a utilização de Ubstones no contexto
de uma siderúrgica. [manuscrito] / Lucas Roger Corrêa. - 2018.

37f.: il.: color; grafs.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Evangelista Silva.
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Paula Reis.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de
Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Engenharia de Produção. 2. Gerenciamento de recursos de informação . 3.
Usinas siderúrgicas - Manutenção. I. Silva, Sérgio Evangelista. II. Reis,
Luciana Paula. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU: 658.5

Catálogo: ficha.sisbin@ufop.edu.br

ATA DE DEFESA

Ao 02 dia do mês de **Julho** de **2018**, às **17:10** horas, na sala 0202 deste instituto, foi realizada a defesa do Trabalho de Conclusão de Curso pelo (a) aluno (a) **Lucas Roger Correa**, orientado pelo Prof. Sergio Evangelista Silva e co-orientado pela Profa. Luciana Paula Reis. A comissão examinadora foi constituída pelos professores: **Sergio Evangelista Silva (Orientador)**, **Isabel Cristina Silva** e **Paganini Barcelos**. O (a) aluno (a) apresentou o trabalho intitulado: "Gestão da Informação na Manutenção com a Utilização de Ubstones no Contexto de uma Siderúrgica".

A comissão examinadora deliberou, pela:

Aprovação

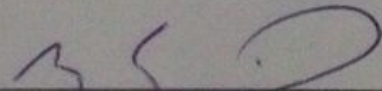
Aprovação com Ressalva - Prazo concedido para as correções:

Reprovação com Ressalva - Prazo para marcação da nova banca:

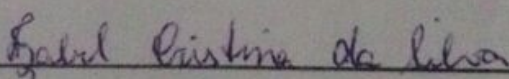
Reprovação

do(a) aluno(a), com a nota 9.6. Na forma regulamentar e seguindo as determinações da resolução COEP 04/2017 foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo (a) aluno(a).

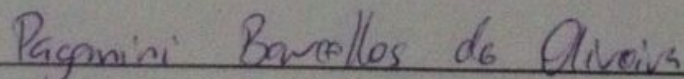
João Monlevade, 02 de Julho de 2018.



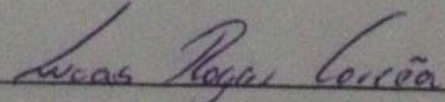
Prof. Dr. Sergio Evangelista Silva (Orientador)



Profa. Isabel Cristina Silva



Prof.Me. Paganini Barcelos



Aluno: Lucas Roger Correa

Agradecimentos

Agradeço a espiritualidade por me permitir chegar até aqui.

Resumo

A indústria, ao longo da história, serviu de marco e pano de fundo para as diversas transformações que contribuíram para moldar as relações sociais. Nos últimos anos começou a se evidenciar mais uma etapa deste processo de revolução conhecida como Indústria 4.0. Este trabalho foi realizado a partir das observações e vivências das práticas de manutenção em uma usina siderúrgica. Neste sentido, foi evidenciada a necessidade de melhorar a gestão das informações geradas no processo de manutenção e seu entendimento como um dos processos-chave na indústria de manufatura. O objetivo deste trabalho foi a estruturação de um novo modelo de gestão das informações relativas ao processo de gestão da manutenção a partir da utilização de Ubstones. Foram utilizadas algumas estruturas da metodologia SSM (Soft System Methodology) como auxílio para construção de conceitos e organização da pesquisa. Ao longo do trabalho foram desenvolvidos alguns fluxogramas para comparação entre o modelo atual (As is) e o modelo proposto (To Be), resultando nas análises das possíveis contribuições para o processo de gestão das informações com a implementação da metodologia proposta. O resultado da análise aponta que a nova abordagem se apresenta viável no que tange a redução dos desperdícios de tempo no processo de manutenção e ganhos com a facilidade para acesso às informações.

Palavras-chave: Indústria, Gestão da Manutenção, Gestão da informação, Siderurgia.

Abstract

Throughout history, industry has served as a framework and background for the various transformations that have shaped social relations. In recent years a further step in this process of revolution known as industry 4.0 has begun to emerge. This work was based on the observations and experiences of maintenance practices in a steel mill. In this sense, it was evidenced the need to improve the management of the information generated in the maintenance process and its understanding as one of the key processes in the manufacturing industry. The objective of this work was the structuring of a new information management model related to the maintenance management process from the use of Ubstones. Some structures of the SSM (Soft System Methodology) methodology such as an aid to construct concepts and organization of search. Throughout the work, some flowcharts were developed to compare the current model (As is) and the proposed model (To Be), resulting in the analysis of possible contributions to the information management process with the implementation of the proposed methodology. The result of the analysis points out that the new approach is feasible in terms of the reduction of wastes of time in the maintenance process and gains with the facility to access the information.

Keywords: Industry, Maintenance management, Information management, Steel industry.

Lista de ilustrações

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Utilização de Tecnologias Digitais | 3 |
| Figura 2 – Nível Hierárquico da Manutenção | 4 |
| Figura 3 – A Evolução Industrial | 7 |
| Figura 4 – Os Pilares da Indústria 4.0 | 9 |
| Figura 5 – Hierarquia do Conhecimento | 11 |
| Figura 6 – Atividades processuais da gestão da informação | 13 |
| Figura 7 – Estágios da Metodologia SSM | 19 |
| Figura 8 – Fluxo do Processo Produtivo | 22 |
| Figura 9 – Organograma da Manutenção | 23 |
| Figura 10 – Confiabilidade dos Ativos | 25 |
| Figura 11 – Macrofluxo da Manutenção | 26 |
| Figura 12 – Mapa atual do processo de manutenção | 27 |
| Figura 13 – Funcionamento do processo de manutenção | 29 |
| Figura 14 – Ubstones | 30 |
| Figura 15 – Mapa proposto para o processo de manutenção | 31 |
| Figura 16 – Funcionamento do processo de manutenção proposto | 33 |
| Figura 17 – Comparativo das características As Is x To Be | 35 |

Lista de abreviaturas e siglas

| | |
|---------|--|
| ABRAMAN | Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos |
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| CNI | Confederação Nacional da Indústria |
| CPS | Cyber-Physical System |
| DIKW | Data-Information-Knowledge-Wisdom |
| ERP | Enterprise Resource Planning |
| IAB | Instituto Aço Brasil |
| IoT | Internet of Things |
| KPI | Key Performance Indicator |
| MCC | Manutenção Centrada em Confiabilidade |
| MPT | Manutenção Produtiva Total |
| PCM | Programação e Controle da Manutenção |
| SSM | Soft Systems Methodology |

Sumário

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Objetivos | 2 |
| 1.1.1 | Objetivo Geral | 2 |
| 1.1.2 | Objetivos Específicos | 2 |
| 1.2 | Justificativa e Relevância do Trabalho | 3 |
| 1.3 | Organização do trabalho | 5 |
| 2 | REVISÃO DE LITERATURA | 6 |
| 2.1 | A Trajetória da Indústria | 6 |
| 2.2 | A Indústria 4.0 e Seus Impactos | 7 |
| 2.2.1 | Os Pilares da Indústria 4.0 | 8 |
| 2.2.2 | Internet of Things (IoT) | 9 |
| 2.2.3 | Cyber-Physical System (CPS) | 10 |
| 2.2.4 | Big-data | 10 |
| 2.2.5 | Computação em Nuvem | 11 |
| 2.3 | A Gestão da Informação | 12 |
| 2.4 | A Manutenção | 14 |
| 2.4.1 | Estratégias de Manutenção | 15 |
| 2.4.2 | Programação e Controle da Manutenção (PCM) | 17 |
| 3 | METODOLOGIA | 18 |
| 3.0.1 | Procedimento Metodológico | 19 |
| 4 | ANÁLISES E RESULTADOS | 21 |
| 4.1 | A Empresa em Estudo | 21 |
| 4.1.1 | Localização e Histórico | 21 |
| 4.1.2 | O Departamento em Análise | 22 |
| 4.1.3 | Descrição do Processo: 'As Is' | 24 |
| 4.1.4 | Descrição do Processo: 'To Be' | 30 |
| 5 | CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS | 35 |
| | REFERÊNCIAS | 37 |

1 Introdução

A relevância do processo de manutenção industrial está apoiada em sua capacidade de garantir a continuidade do processo produtivo mantendo em funcionamento máquinas e equipamentos envolvidos neste processo. Dada estas características é necessário que se faça uma gestão das informações geradas nesta atividade, permitindo melhor controle gerencial e a gestão dos recursos de forma mais eficiente.

Neste trabalho é apresentada uma proposta de reestruturação da dinâmica da gestão da informação em um processo de manutenção. O seu desenvolvimento foi realizado tendo como base uma empresa do ramo siderúrgico, sendo o departamento do alto forno o setor analisado.

O autor deste trabalho faz parte do quadro efetivo desta empresa e atua como um dos profissionais de manutenção do departamento do alto forno, exercendo a função de técnico em manutenção. A partir das experiências e vivências práticas foram realizados os desdobramentos e as análises entre o modelo atual de manutenção e o modelo proposto neste trabalho.

Nesta abordagem, propõe-se o refino das metodologias e práticas de organização e gerenciamento da manutenção já existente no processo, utilizando para tal as Ubstones. Estes consistem em um artefato de referência visual, que, por meio do uso de computação móvel, deve permitir o acesso de um usuário a um sistema de informação localizado em um ambiente de computação em nuvem.

Para o desdobramento deste trabalho foi necessário responder a questão: Como reestruturar a dinâmica da gestão de informação em um processo de manutenção com a utilização de Ubstones? Estes artefatos gráficos ainda estão em processo de desenvolvimento, mas apresentam uma gama de possibilidades em relação à acessibilidade das informações.

Neste sentido, foi estabelecida a necessidade de compreender a realidade atual da empresa e seu funcionamento em relação à gestão das informações antes de realizar a formulação de uma proposta de reestruturação.

O processo de gerenciamento das informações relacionadas à manutenção existente apresenta características que podem ser reformuladas, e desta forma, proporcionar ganhos em relação à gestão das informações e utilização de ativos.

No modelo atual de manutenção a utilização de papel para impressão dos planos de inspeção/manutenção de equipamentos ainda é uma realidade. Isso provoca não apenas a geração de custos, mas o desperdício em termos de recursos. Outra característica evidente é a morosidade na relação entre a programação e controle da manutenção e a efetiva execução das atividades. O processo de abertura e encerramento das ordens de serviço, por exemplo, estabelece a necessidade de constantes deslocamentos pelos profissionais de manutenção até um escritório, que muitas vezes estão distantes do local da realização do

serviço o que dificulta o acesso ao sistema ERP e o registro de informações no sistema devido as distâncias físicas. Esta realidade reduz a utilização efetiva da hora de trabalho dos seus colaboradores e ainda torna passível a redução da qualidade das informações transcritas.

A iniciativa foi mapear o processo atual e realizar uma projeção de novos métodos e técnicas de gestão das informações na manutenção, desta forma demonstrando as possibilidades de elevação da eficiência na utilização de ativos e recursos, acompanhando as tendências da recente conceituação da Quarta Revolução Industrial, que está surgindo como uma nova forma de pensar os processos e a conectividade entre os elos que compõe uma organização.

Embora a computação em nuvem seja uma tendência tecnológica relativamente recente, sua aplicação já possibilita uma elevação da capacidade de processamento das redes de comunicação, a redução dos custos em armazenamento de dados e dos espaços físicos utilizados para tal (PAIVA, 2016). Estas características dão suporte à necessidade de integração entre os sistemas de informações existentes nesta unidade e uma metodologia de computação em nuvem como medida para obtenção de ganhos em produtividade e gestão de recursos.

Neste sentido, como afirmado por Kardec e Lafraia (2002) *apud* Oliveira e Silva (2013), a manutenção tem um papel importante e é muito mais do que cumprir procedimentos normativos, ela precisa atuar como elo das ações dos subsistemas de engenharia, suprimentos, inspeção de equipamentos, dentre outros, atendendo assim ao cliente interno, que é a operação.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Propor uma nova forma de gestão da informação no processo de manutenção, com a utilização do artefato Ubstones no contexto de uma siderúrgica.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Mapear o processo atual de gestão da informação na manutenção do departamento de redução desta usina siderúrgica;
- ✓ Identificar as limitações no processo atual de gestão da informação na manutenção;
- ✓ Apresentar uma relação "As is / To be" mediante utilização das Ubstones no processo de manutenção e relacionar o tema com os conceitos da Indústria 4.0;

1.2 Justificativa e Relevância do Trabalho

O cenário das indústrias nacionais em relação à utilização de tecnologias digitais segue um ritmo ainda desacelerado. Uma pesquisa realizada pela CNI (2016) com mais de 2000 empresas de diversos setores e portes, demonstra que o foco das indústrias que atuam no Brasil está voltado para a melhoria do processo de produção e aumento da produtividade, porém não há um esforço evidente em relação à digitalização destes processos como uma forma de elevar a eficiência e manter a competitividade. O desconhecimento dos impactos desta transformação digital é um dos entraves que dificultam maior assimilação destes tipos de tecnologias e dos novos moldes propostos pela Quarta Revolução Industrial.

Ainda neste sentido, para 25% destas empresas uma das barreiras externas que dificultam a adoção de tecnologias digitais está na dificuldade para identificar estas tecnologias e parceiros em potencial para o seu desenvolvimento.

A empresa utilizada para o desenvolvimento deste trabalho está inserida no setor siderúrgico/metalúrgico e, como observado na Figura 1, este setor é um dos que apresentam uma boa posição em relação à utilização de tecnologias digitais.

Figura 1 – Utilização de Tecnologias Digitais

| SETORES QUE MAIS USAM | | % |
|---|--|----|
| Equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos | | 61 |
| Máquinas, aparelhos e materiais elétricos | | 60 |
| Coque, derivados do petróleo e biocombustíveis | | 53 |
| Máquinas e equipamentos | | 53 |
| Metalurgia | | 51 |
| Produtos de material plástico | | 49 |
| Produtos diversos | | 49 |
| Produtos têxteis | | 47 |
| Veículos automotores | | 46 |
| Químicos (exceto HPPC) (1) | | 45 |
| SETORES QUE MENOS USAM | | % |
| Outros equipamentos de transporte | | 23 |
| Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos | | 25 |
| Farmoquímicos e farmacêuticos | | 27 |
| Minerais não metálicos | | 28 |
| Vestuário e acessórios | | 29 |
| Calçados e suas partes | | 29 |

O setor *Outros equipamentos de transporte* se destaca com o menor percentual de empresas que usam tecnologias digitais (23%) e também com o maior percentual de empresas que assinalaram apenas a opção referente a projetos de manufatura por computador CAD/CAM (27%).

(1) HPPC – Sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal.

Porém na contramão desta análise, os setores de manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos compõem uma das parcelas que menos utilizam estes tipos de tecnologias como forma de suporte para melhoria, controle e gestão de processo, características estas, que também são percebidas no setor analisado neste trabalho.

O documento nacional publicado em 2013 pela associação brasileira de manutenção e gestão de ativos (ABRAMAN, 2013) apresentou dados que indicavam a situação da manutenção no Brasil. Segundo esta pesquisa vem ocorrendo uma gradativa mudança em relação ao posicionamento hierárquico dos profissionais de manutenção.

Como demonstra a Figura 2, em 1995 aproximadamente 86% das empresas assumiam uma divisão hierárquica em níveis de diretoria, ou superintendência, ou seja, a manutenção era tratada como algo genérico, não havendo necessariamente um desprendimento para seu entendimento como um dos processos-chave para a produção.

Figura 2 – Nível Hierárquico da Manutenção

| Níveis Hierárquicos da Manutenção | Percentual de Empresas (%) | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1995 | 1997 | 1999 | 2001 | 2003 | 2005 | 2007 | 2009 | 2011 | 2013 |
| Diretoria | 44,34 | 37,50 | 39,13 | 33,80 | 30,71 | 28,21 | 25,00 | 20,77 | 24,83 | 29,53 |
| Superintendência | 41,74 | 42,50 | 30,43 | 26,76 | 29,13 | 20,51 | 21,25 | 26,92 | 11,03 | 14,77 |
| Gerencial | - | - | 27,83 | 37,32 | 37,01 | 50,43 | 52,50 | 52,31 | 62,07 | 54,36 |
| Outros | 13,92 | 20,00 | 2,61 | 2,12 | 3,15 | 0,85 | 1,25 | 0,00 | 2,07 | 1,34 |

Fonte: Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos - Documento Nacional 2013

Quase 20 anos depois há uma forte mudança deste paradigma. Aproximadamente 54% das empresas posicionam a manutenção em um nível gerencial, reduzindo para quase 44% as que posicionam a manutenção em níveis de diretoria ou superintendência. Esta característica pode ser justificada pela necessidade cada vez maior de profissionais dedicados e especializados na área de manutenção. Há um novo entendimento sobre o que a cerca e quais os seus conceitos, não mais sendo percebida apenas como um custo fixo ou um “mal necessário”, mas como um fator determinante da competitividade entre as organizações.

A proposta deste trabalho vem ao encontro destas características. Cada vez mais é preciso se adaptar às mudanças impostas pelo mercado e pelas transformações das gerações. Reestruturar o processo de manutenção e propor ferramentas que possam contribuir positivamente para o desempenho dos indicadores de manutenção é uma realidade necessária para a melhoria contínua dos processos e serve de auxílio na busca para alcançar a Manutenção Classe Mundial.

1.3 Organização do trabalho

O presente trabalho foi estruturado em ordem crescente de construção de conceitos, podendo ser separado em sete seções distintas, mas que convergem para os objetivos propostos.

Na primeira seção foi realizada uma breve introdução sobre a iniciativa do trabalho e apresentado a relevância do processo de manutenção e a necessidade de sua constante adaptação à realidade das indústrias e pessoas.

Na segunda seção é realizada a caracterização cronológica do processo de evolução da indústria e apresentado os principais conceitos sobre o que consiste a Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Indústria 4.0.

Seguindo esta caracterização foi definida a fundamentação do processo de gestão da informação e suas características como recurso estratégico para as organizações. Em seguida, na quarta seção, são consideradas as temáticas que envolvem a gestão da manutenção, seus conceitos e como cada política influencia durante as atividades de manutenção.

A conceituação do processo siderúrgico foi realizada na quinta seção, apresentado para criar um panorama sobre o tipo de atividade industrial que envolve a dinâmica deste trabalho. Assim como a metodologia e os procedimentos utilizados para construção e organização do mesmo que são apresentados na sexta seção.

Na sétima e última seção é representado o mapeamento do processo, suas características atuais e a proposta de reformulação do sistema de gestão apontando o que poderia ser modificados, desta forma analisando os possíveis resultados e ganhos em eficiência produtiva.

2 Revisão de Literatura

2.1 A Trajetória da Indústria

A Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra vai além dos conceitos de desenvolvimento a partir da introdução de novos mecanismos tecnológicos aplicados à produção, mas também dos novos modelos de comportamentos sociais, as divisões políticas, as novas formas de acumulação de capital e a visão do mundo (CAVALCANTE; SILVA, 2011).

A busca pelo desenvolvimento tecnológico e pela aplicação de novas fontes de energias são fatores que impulsionam o homem desde os tempos mais remotos, sendo marcos importantes neste processo a mecanização do tear e a utilização de máquinas a vapor. Neste contexto, entre 1760 e 1840 estas iniciativas começaram a dar forma à Primeira Revolução Industrial, em que o artesão, até então controlador de toda cadeia produtiva, passa a ser gradativamente substituído pelo empresário que assume o controle da dinâmica do processo, da matéria-prima, do produto final e dos lucros (ZARTE et al, 2016) *apud* (COSTA, 2017).

Os anos que se seguem permitem a difusão destes princípios por toda Europa e é no século XIX que começa a ser caracterizada a Segunda Revolução Industrial. A energia elétrica e o papel assumido pela ciência e pelos laboratórios de pesquisa são alguns fatores que sustentaram este período da história, sendo a Segunda Guerra Mundial um dos mais profundos catalizadores para o acelerado processo de transformação dos modelos de fabricação e conceitos organizacionais (DATHEIN, 2003).

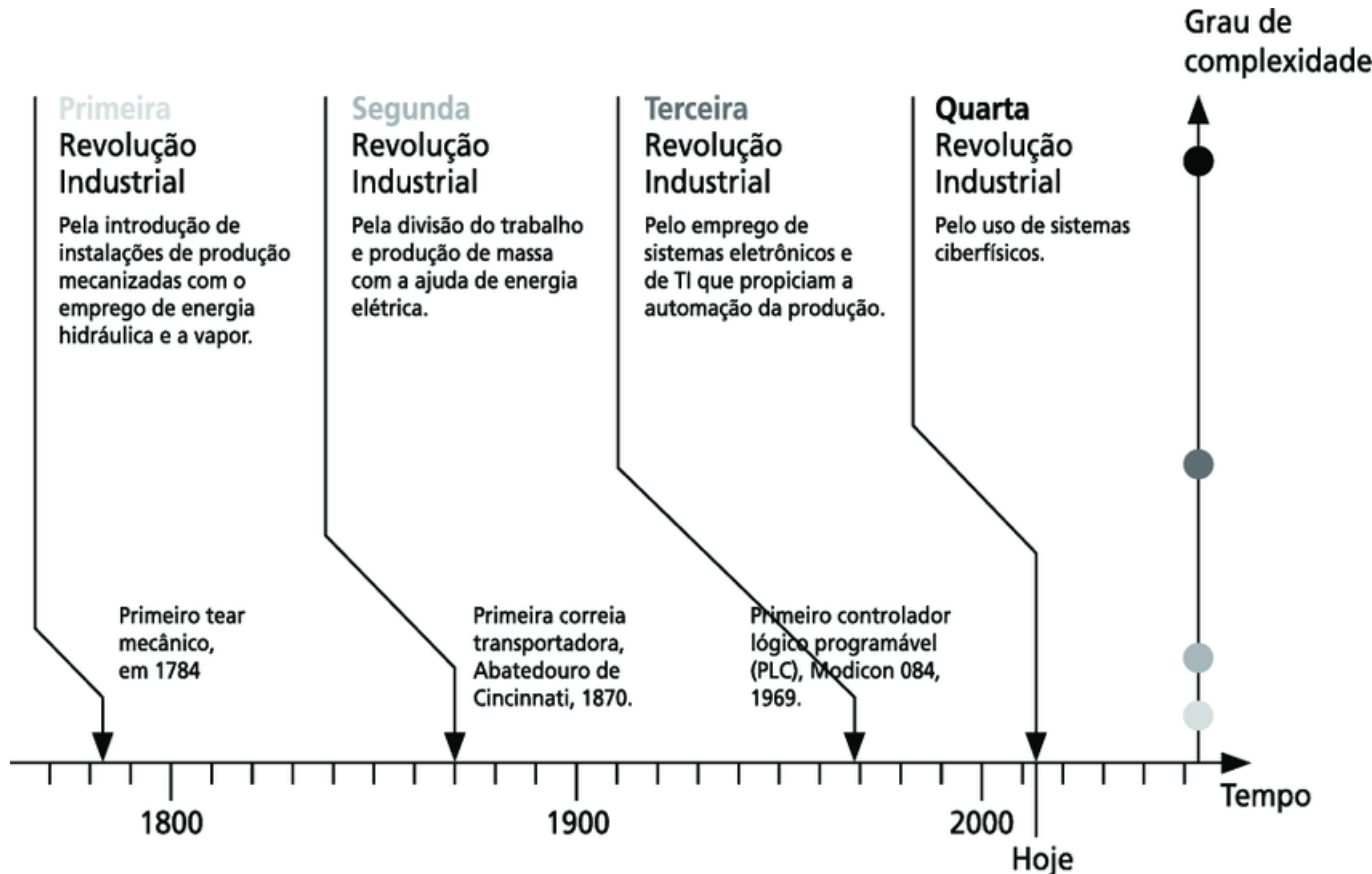
Entre as décadas de 1950 e 1970 a terceira fase deste processo de transformação começa a tomar forma, perdurando até o início do século XXI. O desenvolvimento da indústria eletrônica, a introdução dos computadores, os novos padrões de comunicação e toda expansão de possibilidades que a internet foi capaz de gerar alguns dos fatores que permitiram a ideia de robotização, a automatização das fábricas e a conceituação da revolução digital neste período (COSTA, 2017).

Foi no início do século XXI, com o surgimento de tecnologias mais robustas, sensores com maiores e melhores capacidades, máquinas com sistemas embarcados que possibilitam uma maior interação de “coisas” (IoT- Internet of Things), foi o que permitiu uma nova transformação na indústria, novamente trazendo impactos na competitividade entre organizações, na sociedade e na economia, de tal forma que poderá transformar o mundo como o conhecemos (COSTA, 2017).

Essa nova vertente começou a moldar os padrões já tradicionais da indústria moderna e como um termo ainda recente, está dando forma ao que é chamado de Indústria 4.0 ou também conhecida como Quarta Revolução Industrial.

A Figura 3 demonstra uma cronologia em relação à evolução do cenário industrial ao longo do tempo bem como algumas características que marcaram cada época.

Figura 3 – A Evolução Industrial



Fonte: <https://www.researchgate.net/figure/Figura-9-Evolucao-da-complexidade-industrial-Da-Industria-10-a-Industria-40-Fonte-fig2-319552084/>

2.2 A Indústria 4.0 e Seus Impactos

A Indústria 4.0 é um termo genérico utilizado para definir a quarta revolução industrial. Esta definição começou a ser utilizada publicamente durante a edição da Feira de Hannover na Alemanha em 2011 (OIAN et al., 2017).

Assim como as revoluções industriais anteriores provocaram uma profunda transformação nos moldes dos processos produtivos, a Indústria 4.0 busca incorporar a tendência de conectar pessoas, máquinas e processos de forma a conduzir o compartilhamento e acesso à informação de uma maneira profundamente interativa, o que permite criar uma nova dinâmica e elevação dos padrões nos processos produtivos (DELLOITE, 2014) *apud* (OIAN et al., 2017).

Neste sentido, enquanto a Terceira Revolução Industrial teve seu foco na automação singular de máquinas e processos, a Quarta Revolução é focada na digitalização ponta-a-ponta de todos os ativos físicos e na integração de ecossistemas digitais na cadeia

de valor (GEISSBAUER et al., 2016).

A Indústria 4.0 permite a criação do que pode ser chamado de “*smart factory*”, ou seja, fábricas inteligentes. Com uma estrutura modular, estas fábricas possibilitam a concepção de uma cópia virtual do mundo físico em que é possível acelerar e descentralizar as tomadas de decisão. Este modelo provoca a introdução de novos métodos de auto-otimização, autoconfiguração, autodiagnóstico, ou seja, há uma tendência de transformação das características das forças de trabalho, podendo ser entendida como uma autonomia compartilhada, suportada por uma rede de interações de informações (LEGANKOV et al., 2017).

Sendo assim, o maior desafio para a consolidação da Indústria 4.0 não está necessariamente nas tecnologias, mas sim nas pessoas. Seu conceito sugere uma ruptura nos padrões tradicionais de gestão, implicando em uma expansão do que se é esperado dos colaboradores. A complexidade destas novas tendências exige qualificação e capacitação cada vez maiores. A maneira de pensar o trabalho e sua execução assume uma relação mais próxima, modificando a atividade no espaço laboral (GEISSBAUER et al., 2016).

2.2.1 Os Pilares da Indústria 4.0

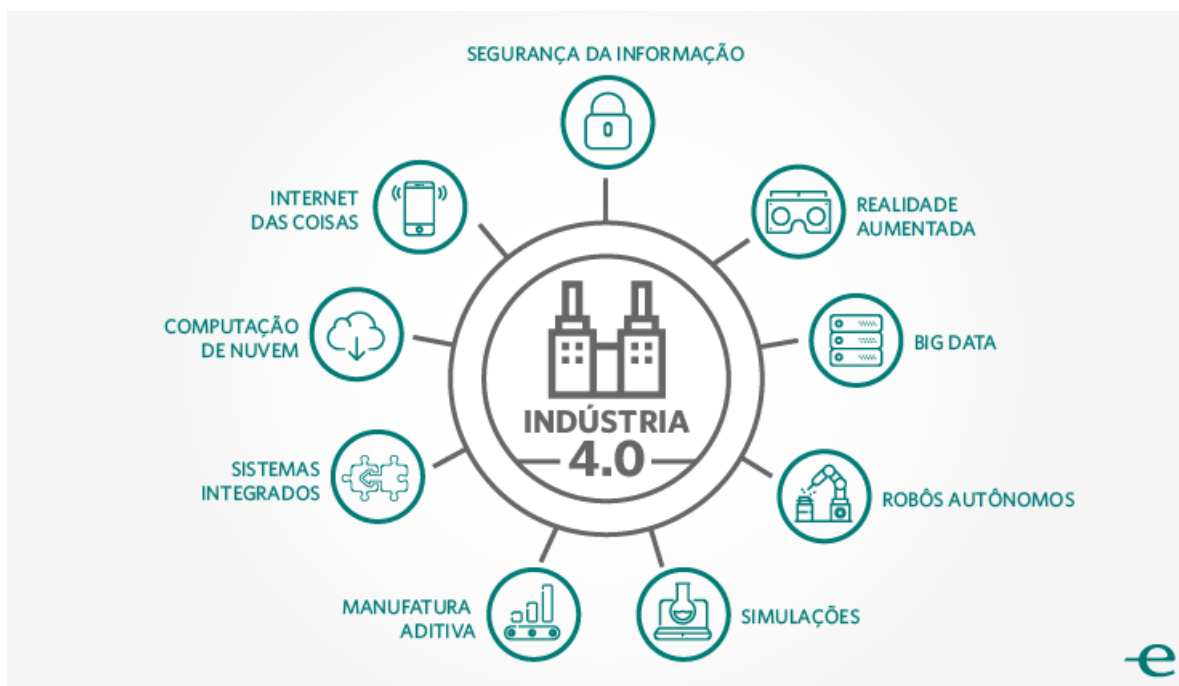
As características da Indústria 4.0 estão apoiadas em alguns fundamentos básicos que caracterizam a união de tecnologias físicas e virtuais, bem como a integração entre os processos de uma organização, como afirmado por Faustino (2016):

1. **Capacidade de operação em tempo real** - Consiste na aquisição e tratamento de dados de forma instantânea, permitindo as tomadas de decisão em tempo real.
2. **Virtualização** - Propõe a existência de uma cópia virtual das fábricas inteligentes. Permitindo a rastreabilidade e monitoramento remoto de todos os processos por meio dos inúmeros sensores espalhados ao longo da planta.
3. **Descentralização** - As tomadas de decisão poderão ser feitas pelo sistema cyber-físico de acordo com as necessidades da produção em tempo real. Além disso, as máquinas não apenas receberão comandos, mas poderão fornecer informações sobre seu ciclo de trabalho.
4. **Orientação a serviços** - Utilização de arquiteturas de software orientadas a serviços aliado ao conceito da internet das coisas (IoT).
5. **Modularidade** - Produção de acordo com a demanda, acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. O que oferece flexibilidade para alterar as tarefas das máquinas facilmente.
6. **Interoperabilidade** - Capacidade dos sistemas cyber-físicos (suportes de peças, postos de reunião e produtos), humanos e fábricas inteligentes comunicar-se uns com os outros através da Internet das Coisas e da Internet (FAUSTINO, 2016).

A Figura 4 apresenta a relação entre os pilares que ajudam a impulsionar a evolução da Indústria 4.0. O envolvimento destes princípios permite criar uma macro visão em relação ao vasto campo de oportunidades, tanto de Mercado quanto profissionais, que estes diferentes tipos de sistemas estão proporcionando entre os variados setores industriais (HAHN, 2016).

Sobre estas características este trabalho dará maior abordagem sobre os conceitos relacionados à Internet of Things (IoT); Cyber-Physical System (CPS) também conhecido

Figura 4 – Os Pilares da Indústria 4.0



Fonte: <https://endeavor.org.br/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>

como sistemas Integrados, Big-Data e Computação na Nuvem, pois são estes os principais conceitos que suportam a proposta de implementação das Ubstones como ferramenta de auxílio à gestão das informações no processo de manutenção.

2.2.2 Internet of Things (IoT)

De forma geral o termo “internet das Coisas” (do inglês *Internet of Things*) refere-se a objetos físicos e virtuais ligados à internet.

A IoT possibilita maior capacidade de gerenciamento para monitoração e controle da grande quantidade de dispositivos cada vez mais presentes nas empresas e fornece uma elevação dos padrões de comunicação e conectividade para garantir um nível de serviço adequado (GEISSBAUER et al., 2016).

Um sistema de comunicação confiável é necessário para suportar as transformações verticais (e horizontais) que começam a se evidenciar dentro das organizações. As indústrias apresentam técnicas aprimoradas e disponibilidade para desencadear o desenvolvimento de novos produtos e serviços. A “internet das coisas” pode ser entendida como um novo passo da internet industrial, com capacidade de dar novo significado à flexibilidade e capacidade de obtenção e compartilhamento de informações entre os clientes internos e externos das organizações (WOLLSCHLAEGGER et al., 2017).

A adoção de tecnologias da internet permitirá uma integração mais fácil dos fluxos de trabalho através de interfaces padronizadas. Cada um destes *workflows* podem necessitar de requisitos diferentes, além dessa comunicação ponta a ponta poder exigir a integração

com as tecnologias de redes móveis (computação móvel) e o gerenciamento de recursos de armazenamento em nuvem para que se torne possível perceber uma visão unificada de toda rede de comunicação (WOLLSCHLAEGGER et al., 2017).

A presença da IoT tem transformado as relações entre homem e máquinas permitindo que a computação torne-se indistinta para os usuários. Suas aplicações são inúmeras e diversas, tornando-se uma realidade na vida das pessoas, das empresas e sociedade como um todo (FREITAS DIAS, 2016; PATEL, PATEL, 2016) *apud* (MANCINI, 2017).

2.2.3 Cyber-Physical System (CPS)

Como afirmado por Bohuslava et al.(2017), *apud* Costa (2017), sistemas ciber-físicos (do inglês *Cyber-Physical System*) são sistemas que integram computação, redes de comunicação, computadores embutidos e processos físicos interagindo entre si e influenciando-se mutuamente.

Ainda neste sentido Costa (2017), define que o coração dos CPS são os sistemas de computação embarcados (*Embedded Systems*).

Estes tipos de sistemas estão presentes no cotidiano das pessoas, por exemplo, nos telefones celulares com máquina fotográfica e agenda, o sistema de controle dos carros e ônibus, os computadores portáteis palm-top, os fornos de micro-ondas com controle de temperatura inteligente, as máquinas de lavar e outros eletrodomésticos (CARRO; WAGNER, 2003).

A origem das *Ubstones* segue essa orientação que permitirá uma interação entre os ambientes físicos e virtuais em tempo real e alinhado aos sistemas de gestão já existentes nos processos desta siderúrgica, ou seja, a aquisição e compartilhamento de informações passam a assumir uma nova dimensão e desempenho ajustada às novas necessidades de gerenciamento.

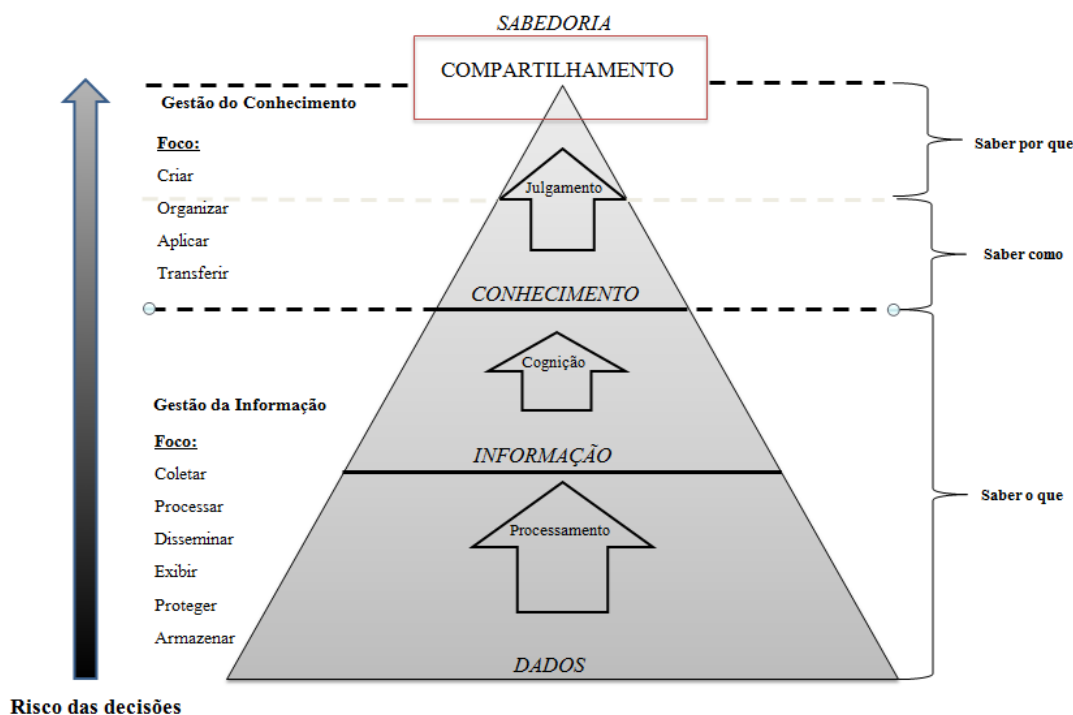
2.2.4 Big-data

Com todas as transformações nas tecnologias de equipamentos e dispositivos e as novas formas de entender as atividades dentro de um processo produtivo, a quantidade de dados gerados é cada vez maior. Ter a capacidade de extrair informações úteis destes dados é um desafio a ser superado.

Dados são um conjunto de símbolos quantificados ou quantificáveis, como números, letras ou textos, por exemplo, que estão distribuídos de forma aleatória sem que a princípio seja compreensível à interpretação. A informação parte da contextualização destes dados ao criar um significado que os referencia. Neste ponto têm-se a concepção da informação, ou seja, os dados têm um caráter sintático e a informação uma natureza semântica (SETZER, 2014).

Utilizando a pirâmide DIKW (Data-Information-Knowledge-Wisdom), também conhecida como hierarquia do conhecimento e associada aos termos: Dados, Informação, Conhecimento e Sabedoria, em que pode ser estabelecida uma relação entre a obtenção destes dados e a capacidade de gerencia-los, como proposto na Figura 5.

Figura 5 – Hierarquia do Conhecimento



Fonte: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:KM-Pyramid-Adaptation.png/> - Adaptada pelo Autor

Akoff (1989) e Zeleny (1987) *apud* Baskarada e Koronios (2013), definem que sabedoria é a capacidade de aumentar a eficácia. A inteligência é a capacidade de aumentar a eficiência. O conhecimento é um saber-fazer, e é o que torna possível a transformação da informação em instruções e assim obtendo respostas para as questões: Quem ? O que ? Onde ? e Quando ?.

Galdino (2016) define que o Big Data representa a vasta quantidade de informação gerada diariamente através dos mais diversos dispositivos eletrônicos e o tratamento analítico dessa informação através de diversas ferramentas tecnológicas, com o intuito de se obter padrões, correlações e percepções que podem auxiliar em tomadas de decisão nas mais diversas áreas.

Como uma forma de estruturar todas estas iniciativas, a gestão da informação passa a assumir um papel com maiores atribuições e maior profundidade nos níveis que compõe uma organização.

2.2.5 Computação em Nuvem

O Termo computação em nuvem (do inglês *Cloud Computing*) surgiu em 2006 a partir da definição do modelo de gerenciamento dos *datas centers* da empresa Google

(TAURINO, 2009) *apud* (SILVA, 2010).

Segundo Chirigati (2009) *apud* Silva (2010, p.2) este modelo de computação tem como princípio a alocação de todos os dados e aplicações dos usuários para grandes centros de armazenamento, e assim agindo como um modelo de serviço disponibilizado na internet.

A computação em nuvem tem impulsionado uma nova classe de aplicativos conhecidos como Mobile Cloud Computing (OLUDELE; OLUWABUKOLA, 2016).

O MCC se refere a uma infraestrutura onde tanto o armazenamento de dados quanto seu processamento ocorrem fora do dispositivo móvel (KITANOV; DAVCEV, 2012).

As características essenciais desta infraestrutura são suportadas pelo recurso de *self-service* sob demanda, amplo acesso a rede, provedor de recursos de computação agrupados para atendimento de vários consumidores com diferentes recursos físicos e virtuais, rápida elasticidade em relação à demanda dos usuários e o controle e a otimização dos recursos para alavancagem da capacidade de medição dos serviços utilizados (SILVA, 2010).

Nos últimos anos estes tipos de aplicativos móveis têm ganhado uma crescente participação no Mercado. Setores como comércios, serviços de compartilhamento de multimídia, sensoriamento, serviço móvel baseado em localização ou mesmo processos de realidade aumentada têm se utilizado das características e conceitos da computação em nuvem para fornecer uma gama de novos produtos e serviços (SILVA, 2010).

Em relação às indústrias de manufatura, a computação em nuvem tem se apresentado como uma das tecnologias a serem somadas ao conceito de internet das coisas para integração da cadeia de produção, permitindo ganhos com a digitalização dos processos e assim a otimização de recursos, redução de custos e maior eficiência operacional (CLOUD21, 2017).

2.3 A Gestão da Informação

Como afirmado por Porém (2012) *apud* Belluzzo et al. (2012, p.187), a gestão da informação pode ser compreendida como um “ conjunto de conceitos, princípios, métodos e técnicas utilizados na prática administrativa e colocados em execução pela liderança de uma organização para atingir a missão e os objetivos fixados”.

A informação é bem mais que um conjunto de dados que se encaixam em certo contexto. Do ponto de vista da crescente interação social, as organizações tendem a perceber a informação como um ativo, este devendo ser armazenado e compartilhado, trabalhado e gerenciado, sendo uma fonte confiável e estruturada que possa ser consultada nas tomadas de decisão e auxiliar nos ambientes de incertezas (BRAGA, 2000).

Existe uma evidente alteração nos paradigmas da sociedade quando se observa as novas formas de interações sociais. A facilidade no processo de obtenção de informação provoca um novo tipo de relacionamento que transcende o âmbito pessoal, sendo levados para dentro dos ambientes organizacionais.

Sobre essas características Drucker (1993) *apud* Braga (2000, p.2) assume defender o "primado da informação como a base e a razão para um novo tipo de gestão, em que em curto prazo se perspectiva a troca do binômio capital/trabalho pelo binômio

informação/conhecimento como fatores determinantes no sucesso empresarial”.

Ainda neste sentido Dias e Belluzzo (2003) *apud* Porém et al. (2012), estabelecem uma relação entre as novas tecnologias e o trato com as informações geradas, assim dizendo que:

A informação é considerada, a cada dia, um recurso estratégico e de valor agregado para a percepção e absorção de novas tecnologias. Portanto, a tecnologia e a informação são afetadas e impactadas ao mesmo tempo, e processos provenientes delas tendem a se tornarem mais dinâmicos. A gestão da informação procura justamente alinhar esses processos por meio de um conjunto de atividades e padrões que os estruturam em uma dinâmica inteligente para a geração do conhecimento (PORÉM et al., 2012, p.5).

Para Choo (2006) *apud* Porém et al. (2012, p.6-7), “a gestão da informação se desdobra em seis atividades processuais e processantes interdependentes”. Estas são apresentadas na Figura 6.

Figura 6 – Atividades processuais da gestão da informação



Fonte: Elaborada pelo autor adaptado de Choo(2006) *apud* (PORÉM et al., 2012)

Cada uma destas atividades assume um papel determinante e por meio destas interações, a gestão da informação pode causar impactos positivos e decisivos às organizações contemporâneas nas quais o conhecimento, como fonte de inovações e vantagens

competitivas, torna-se a cada dia elementar e imprescindível aos seus negócios (PORÉM et al., 2012).

Segundo Reis (1993) *apud* Braga (2000, p.3), a eficácia no processo de gestão das informações está associado à necessidade de que se “estabeleçam um conjunto de políticas coerentes que possibilitem o fornecimento de informação relevante, com qualidade suficiente, precisa, transmitida para o local certo, no tempo correto, com um custo apropriado e facilidades de acesso por parte dos utilizadores autorizados.”

Este processo de gestão só é possível ao aproximar as pessoas à competência em informação e desta forma transformando este ativo em inteligência. Para tal é necessário uma estruturação e alinhamento da realidade presente em cada organização, assim o “conhecimento sobre determinado assunto ou contexto podem se tornar palpáveis, além de nortear as ações de tomada de decisões atuais e mesmo futuras” (BELLUZZO et al., 2012, p.191).

2.4 A Manutenção

A associação brasileira de normas técnicas (ABNT), através da NBR 5462/94, define manutenção como uma “combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida”.

Como uma função empresarial, a manutenção assume a capacidade de controle constante das instalações, bem como estabelece o conjunto de atividades que garantam o funcionamento e o bom estado de conservação das instalações produtivas por meio de reparos e revisões necessárias. (QUINELLO; NICOLETTI, 2005).

Seguindo a curva de evolução e transformação da indústria ao longo dos anos, os conceitos que envolvem a manutenção também foram modificados e adaptados à realidade em cada momento da história.

Kardec e Nascif *apud* Paschoal et al. (2009) dividem a história da manutenção em três gerações: a primeira compreendida nos anos anteriores a 1940, a segunda entre 1940 e 1970 e a terceira após 1970. Com as novas tendências que envolvem o universo industrial é possível estabelecer o início de uma nova geração na história da manutenção baseando-se nas projeções que a Indústria 4.0 está estabelecendo nos últimos anos.

Como afirmado por Gurski e Rodrigues (2008), ainda existem muitas organizações que percebem a manutenção como um centro de custos e que não a entende profundamente como uma atividade necessária e estratégica para a consolidação do negócio.

Autores como Souza (2008), Gurski e Rodrigues (2008), defendem que a gestão de manutenção deve assumir um papel cada vez mais ativo, tendo seu foco não somente no equipamento em si, mas sim na função do sistema, reduzindo a passividade em relação a apenas atender demandas da operação.

Branco (2008) *apud* Souza (2008) apresentam observações em relação às transformações que ocorreram nas últimas décadas não somente em inovações nos sistemas organizacionais que permitiram melhor integração entre pessoas, recursos e tarefas, mas também na dinâmica dos sistemas de planejamento e controle da manutenção. Este princípio fica mais evidente ao passar dos anos e provoca rupturas nos modelos tradicionais de gestão, sendo necessário uma eficiência maior no alinhamento entre o que está estabelecido no planejamento estratégico da manutenção e o planejamento estratégico da organização.

Em qualquer processo o fluxo de informação é determinante para o desdobramento de todas as funções. O desencadeamento deste fluxo é indispensável para o estabelecimento de inter-relações entre todos os sistemas que tenham alguma relação com a manutenção e esta é a base para definir e garantir a existência de uma efetiva gestão deste processo (SOUZA, 2008).

Sobre a característica da terceira geração ainda evidente na realidade da maioria das indústrias, pode ser percebido que há uma consolidação das práticas de manutenção muito baseadas nos conceitos de administração da produção japonesa, Just in Time. Neste sentido as organizações têm introduzido as ideias e práticas da manutenção centrada em confiabilidade (MCC ou RCM) e da manutenção produtiva total (MPT ou TPM). Esta relação permite a denominação e classificação das políticas de manutenção, sendo assim definidas como estratégias de manutenção e que correspondem ao nível de integração e resposta ao processo que esta é aplicada (PASCHOAL et al., 2009).

2.4.1 Estratégias de Manutenção

Cada organização, baseada em seus recursos e ativos disponíveis, estabelece sua posição em relação a como tratar a manutenção das suas instalações. Este posicionamento caracteriza a política de manutenção adotada.

Sobre esta política, a NBR 5462/94 ABNT (1994, p.6), a define como uma “descrição das inter-relações entre os escalões de manutenção, os níveis de intervenção e os níveis de manutenção a serem aplicados para a manutenção de um item”.

Com base na definição de Kardec e Nascif *apud* Paschoal et al. (2009) as estratégias de manutenção podem ser divididas como: corretiva; preventiva; preditiva e engenharia de manutenção.

Manutenção Corretiva

Essa estratégia de manutenção se apresenta com um caráter reativo, ou seja, a ação de manutenção é executada quando já ocorreu uma avaria (quebra) ou quando determinado equipamento já não possui condições de desempenhar suas funções requerendo sua parada ou intervenção (ABNT, 1994).

Normalmente, quando os custos de aplicação de uma manutenção preventiva são superiores aos custos de parada de determinado equipamento/componente, a filosofia

de manutenção corretiva se apresenta como uma opção para minimizar os gastos com a produção. Do ponto de vista total do sistema, constitui-se como a forma mais cara de manutenção (PASCHOAL et al., 2009).

Manutenção Preventiva

Como o nome sugere, a manutenção preventiva está apoiada em técnicas e procedimentos de trabalho que buscam a prevenção de defeitos que possam ocasionar redução do desempenho dos equipamentos ou que ocasione uma necessidade de parada emergencial deste (PASCHOAL et al., 2009).

A NBR 5462/94 ABNT (1994, p.7) define manutenção preventiva como uma “manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item”.

Manutenção Preditiva

Segundo a NBR 5462/94 ABNT (1994, p.7) esta estratégia de manutenção tem como filosofia “garantir uma qualidade de serviço desejada, com base na aplicação sistemática de técnicas de análise, utilizando-se de meios de supervisão centralizados ou de amostragem, para reduzir ao mínimo a manutenção preventiva e diminuir a manutenção corretiva”.

Essa estratégia de manutenção também é conhecida como manutenção preventiva baseada na condição. Seu objetivo é prevenir falhas nos equipamentos ou sistemas através de acompanhamento dos parâmetros operacionais de determinado equipamento, seja por análises diretas ou indiretas, permitindo a operação continua deste pelo maior tempo possível, aumentando sua vida útil e diminuindo os custos nos reparos e até certo ponto, os custos da manutenção preventiva (PASCHOAL et al., 2009).

Engenharia de Manutenção

A engenharia de manutenção traz uma nova dinâmica ao processo de manutenção e tudo que a envolve. Trata-se de um rompimento dos padrões convencionais em relação a como aplicar a manutenção, não apenas consertando ou monitorando parâmetros, mas buscando as causas raízes, reduzindo os problemas crônicos, melhorando os padrões e sistemáticas, desenvolvendo a manutenibilidade, interferindo tecnicamente nas compras e dando feedback ao projeto (PASCHOAL et al., 2009).

Para Pinto e Xavier *apud* Silva e Santos (2009) a engenharia de manutenção pode ser entendida como um conjunto de atividades que permite que a confiabilidade seja aumentada e a disponibilidade garantida, sendo assim um fator capaz de contribuir para a competitividade em uma organização.

A engenharia de manutenção está apoiada no planejamento e controle da manutenção (PCM), apresentando-se com um alinhamento em relação à visão de qualidade no

processo ao deixar a noção de apenas “manter em funcionamento” e assumindo certas responsabilidades em relação ao aumento de produtividade e redução de custos nos processos. Neste sentido a engenharia de manutenção tem como característica a aplicação de técnicas e ferramentas de gestão capaz de controlar estes ativos na manutenção.

2.4.2 Programação e Controle da Manutenção (PCM)

Planejamento e controle são dois aspectos determinantes em qualquer processo. A garantia de resultados positivos está condicionada a efetiva aplicação destas técnicas.

Para Certo (2003, p.103) *apud* Souza (2012, p.5) “planejamento é o processo de determinar como a organização pode chegar onde deseja e o que fará para executar seus objetivos”, ou seja, planejar é um processo que se utiliza da realidade atual como ponto de partida e, a partir deste, estabelece medidas estruturadas para consolidação de um determinado fim.

Já o controle pode ser entendido como um processo de medição que por meio de indicadores pode determinar o quanto um processo está efetivamente de acordo com o planejamento. Como afirmado por Lacombe e Heilborn (2006, p.173) *apud* Souza (2012, p.8) “Controle é uma função administrativa que consiste em medir e corrigir o desempenho de subordinados para assegurar que os objetivos e metas da empresa sejam atingidos e os planos formulados para alcança-los sejam realizados.”

Viana (2002) estabelece que o PCM seja um dos progressos que eleva a capacidade da manutenção em não se limitar a apenas corrigir problemas e que, com os avanços das tecnologias de informações, possibilita um desenvolvimento de metodologias que agregam o processo de gestão da manutenção.

Para Souza (2008) o PCM pode desempenhar importantes funções estratégicas na área de Produção ao criar uma rede de informações que auxiliam tanto na organização quanto nas tomadas de decisão em um sistema de manutenção.

Sobre estas funções, Reis (2009) define o PCM como uma atividade que tem o objetivo de coordenar os recursos envolvidos na manutenção de forma a garantir sua fundamentação. Com a complexidade dos processos produtivos cada vez maior é fundamental estabelecer uma metodologia que organize cada etapa e permita seu gerenciamento.

3 Metodologia

O estudo realizado busca o entendimento dos meios e métodos utilizados no processo de manutenção no setor do alto forno em uma unidade siderúrgica e, a partir deste entendimento, realizar a proposta de uma nova forma de gestão das informações na manutenção utilizando como auxílio o artefato Ubstones, baseando-se nos pontos considerados falhos ou com oportunidades de melhorias neste processo.

Neste sentido este trabalho possui uma abordagem de natureza qualitativa. como afirmado por Gerhardt e Silveira (2009, p.32), a pesquisa qualitativa preocupa-se com “aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”, ou seja, a identificação dos resultados tem um princípio valorativo, mas não necessariamente numérico.

Para que fosse realizado um desdobramento das interpretações da realidade do processo atual foi utilizada uma abordagem com característica sistêmica, desta forma a estruturação das ideias e a tentativa de compreensão do sistema de gestão foram baseadas em alguns princípios da metodologia SSM (*Soft Systems Methodology*).

Checkland e Scholes (1999) *apud* Bergue (2005, p.31) definem que a SSM “é uma maneira de estruturar o pensamento com relação a situações do mundo real percebidas como problemáticas (complexas)”, sendo o objetivo “sempre a melhoria da situação de interesse”. Neste sentido, segundo Checkland (1981) *apud* Venturi et al. (2008), com a metodologia SSM procura-se responder a três perguntas:

1. Quais são as características essenciais deste tipo de sistema?
2. Tais sistemas podem ser projetados, melhorados ou modificados?
3. Caso possam, de que maneira?

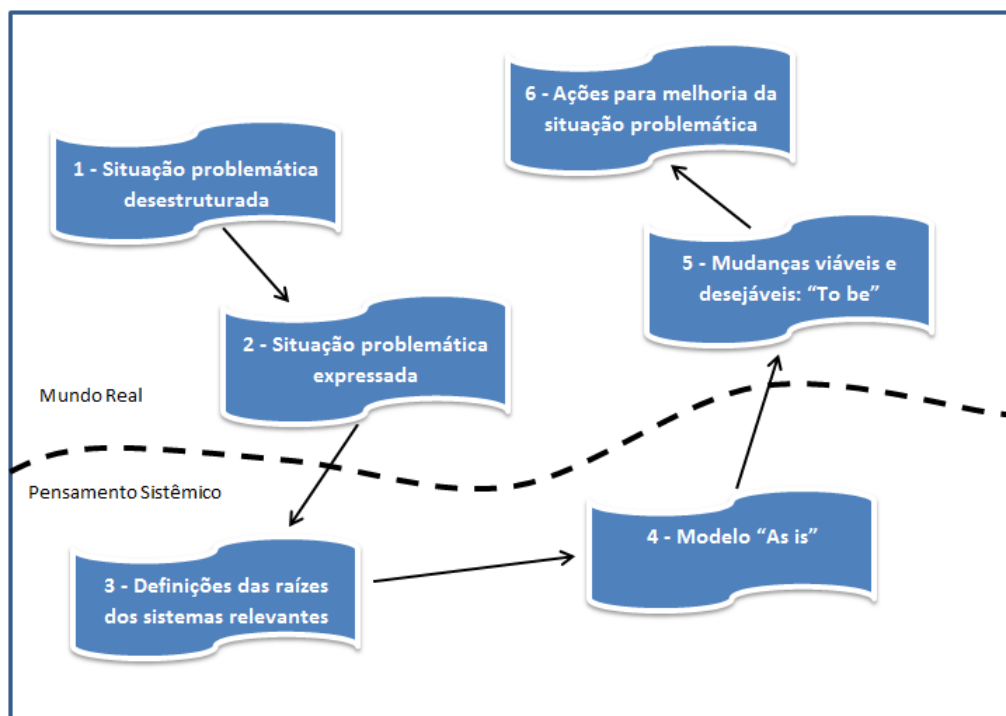
É importante evidenciar que a utilização desta metodologia não foi seguida na íntegra em relação às fases que compõe esta abordagem. Neste trabalho foram utilizadas apenas algumas atividades básicas da SSM que auxiliaram na definição da situação de interesse, na busca de mudanças e melhoria desta situação e nas ações que podem conduzir a estes objetivos.

Com esta adaptação à situação específica, foi utilizada como procedimento metodológico a relação esquemática que propõe a metodologia SSM.

3.0.1 Procedimento Metodológico

Para elaboração e desenvolvimento do trabalho foram utilizados como base para os procedimentos metodológicos, os passos sugeridos pela metodologia SSM. A Figura 7 representa esta disposição e como foi se desdobrando sua estruturação (LIBONI et al., 2013).

Figura 7 – Estágios da Metodologia SSM



Fonte: Elaborada pelo autor (adaptado de Checkland (1981) *apud* Venturi et al. (2008)

1. **Situação problemática desestruturada** - Neste estágio foram levantadas informações sobre a situação atual. Sendo o autor deste trabalho um dos integrantes do quadro efetivo desta unidade siderúrgica e atuando como profissional da área de manutenção, foram observadas as características funcionais, os processos de comunicação e fluxo de informações que imperam neste ambiente. Desta forma foi possível criar um panorama geral sobre a metodologia e os métodos que atualmente são utilizados para gestão da manutenção.
2. **Situação problemática expressada** - Com base nas observações e vivências obtidas na primeira etapa, foi caracterizado a necessidade de realizar uma mudança no processo atual. Nesta etapa ficaram evidenciadas as perdas em eficiência e qualidade das informações devido ao método de inspeção, programação e controle de atividades que se baseiam em procedimentos muitas vezes burocráticos e que sugerem desperdícios de recursos, sejam eles humanos ou não, como a impressão de planos de inspeção em papel, por exemplo.

3. **Definições das raízes dos sistemas relevantes** - Como as atividades de manutenção são processos de desdobramentos dinâmicos, nesta etapa foram elucidados alguns pontos essenciais que podem auxiliar na melhoria da situação de interesse. Foram estratificados os componentes que atuam no processo de manutenção e quais as funções macros que os envolvem, desta forma sendo possível analisar se seria necessário algum reposicionamento o agrupamento de funções. Outro ponto de relevância foi a verificação da necessidade de criação de um PCM estruturado.
4. **Modelo “As is”** - Nesta fase foi realizado uma representação do modelo de gestão que é executado (ou como deveria ser). Foi desenvolvida uma descrição do processo atual para servir de comparativo à proposta de reestruturação analisada.
5. **Mudanças viáveis e desejáveis: “To be”** - Após estruturação e entendimento da dinâmica utilizada, foi iniciado o processo de apontamento das oportunidades de melhorias. Neste sentido a utilização das Ubstones foi uma das práticas percebidas como possibilidade de aplicação para melhorar a eficiência da gestão das informações nas atividades de manutenção. De forma esquemática foi representado uma proposta de fluxograma para a metodologia de gestão e execução destas atividades após sua introdução no processo.
6. **Ações para melhoria da situação problemática** - Neste estágio foi realizado um fechamento sobre a situação problemática, onde foram analisados os resultados possíveis, quais mudanças seriam necessárias para sua aplicabilidade e abordado sobre processos correlacionados que podem surgir a partir deste desdobramento, como a capacidade de utilização de indicadores de desempenho para avaliação do processo de gestão.

4 Análises e Resultados

4.1 A Empresa em Estudo

4.1.1 Localização e Histórico

A empresa analisada neste trabalho não terá seu nome citado diretamente, sendo aqui retratada como US (Unidade Siderúrgica). Algumas das definições de área de atuação serão baseadas em documentos de caráter público, como demonstrações financeiras publicadas para o mercado.

O grupo ao qual a US está inserida tem, dentre suas atividades, a instalação e exploração de indústrias e empreendimentos no setor siderúrgico e metalúrgico e a participação no capital de outras sociedades de mesmo objeto ou complementares, incluindo a produção e comercialização de energia ou outros insumos de atividade de mesmo segmento, como definido nas notas explicativas das demonstrações financeiras da empresa supracitada.

A US está localizada no estado de Minas Gerais, região sudeste do país. É uma unidade com característica integrada em que o processo de produção de aço é a partir do minério de ferro, cuja mina fornecedora é de propriedade da própria unidade siderúrgica.

Possui uma capacidade instalada de produção de laminados próxima a 1,1 milhão de toneladas por ano e com pouco mais de 900 funcionários fazendo parte do quadro próprio. É uma das empresas que compõe o grupo do seguimento de aços longos, sendo este composto por outras quatro unidades tendo uma capacidade instalada superior a 3,8 milhões de toneladas/ano.

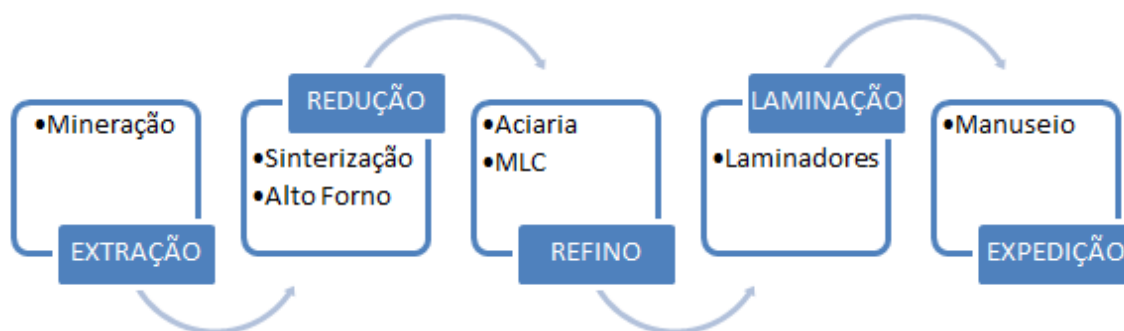
O fio-máquina representa o produto final desta unidade, sendo fabricados em variados diâmetros e classes a partir do processo de conformação mecânica de laminação a quente. Representa um dos produtos básicos e matéria-prima para vários segmentos de mercado, tais como construção civil, automobilístico e indústrias.

Esta unidade possui um parque produtivo com características de construção verticalizadas, ou seja, suas instalações tem em geral uma arquitetura vertical devido ao espaço territorial ocupado não ser efetivamente extenso longitudinalmente e já representar uma boa parcela de área útil ocupada se comparado a outras unidades.

Os setores necessários ao processo de produção de fio-máquina estão dispostos quase em sua totalidade no mesmo parque produtivo, sendo a etapa de extração (mineração) a única localizada fora deste setor, porém na mesma cidade.

Seguindo uma ordem de precedência, o processo produtivo segue um fluxo contínuo. Ocultando as diversas matérias-primas (além do minério de ferro), pode ser estabelecida uma sequência do processo de produção, como ilustrado pela Figura 8.

Figura 8 – Fluxo do Processo Produtivo



Fonte: Elaborada pelo autor

Como um sistema encadeado, cada um destes setores desempenham uma função no processo de produção e carregam características distintas nas etapas siderúrgicas. Esta visão macro permite uma compreensão da dinâmica de uma grande atividade industrial, porém oculta outros processos correlatos que ocorrem concomitantemente, sendo uma destas atividades o processo de manutenção.

4.1.2 O Departamento em Análise

O desdobramento deste trabalho teve como referência a área de redução, sendo analisada especificamente as atividades e metodologias de manutenção do departamento do alto forno.

A equipe de manutenção do alto forno é composta por 34 pessoas, sendo distribuídas nas especialidades mecânica, elétrica, automação e instrumentação. A Figura 9 representa o organograma deste departamento e as distribuições em funções.

No topo desta relação está o responsável pela gerência de área da manutenção da redução. Este tem responsabilidades de definir, controlar e garantir os meios e métodos de manutenção, além de buscar elevar a eficiência nos custos e disponibilidade dos equipamentos por meio da gestão de pessoas tanto no departamento da sinterização, quanto do alto forno.

No aprovisionamento há um responsável pelos processos de compra, cadastramento de materiais, controle de custos, gestão de documentação e negociações junto à área de suprimentos. Sua função abrange todos os setores, não limitados às especialidades mecânicas ou elétricas.

O engenheiro de manutenção é o responsável pela função de análise dos processos e avaliação do desempenho de máquinas e equipamentos. Seu foco é garantir a confiabilidade dos ativos sob responsabilidade da manutenção.

A área de automação do alto forno é a destinada a manter e garantir o funcionamento dos equipamentos que automatizam e controlam o processo produtivo, seja em níveis de CLP (Controlador lógico Programável), hardware ou software. Sua atuação está

Figura 9 – Organograma da Manutenção



Fonte: Elaborada pelo autor

diretamente relacionada aos processos de operação e comandos do alto forno.

A maioria das variáveis envolvidas no processo de produção de gusa tem um princípio de análise e monitoramento indiretos e são constantemente correlacionadas entre si para a verificação do andamento produtivo. A equipe de instrumentação é a responsável por garantir o funcionamento dos equipamentos e sensores utilizados nestas medições, bem como garantir que os mesmos estejam aferidos e com a calibração dentro dos parâmetros operacionais.

A divisão mecânica do alto forno é a que agrupa o maior número de pessoas dado à complexidade, robustez e características de um processo mecânico. Há uma separação entre a mecânica do dia (que atende em horário administrativo) e a mecânica do turno (que funciona em escala de revezamento).

Os primeiros estão envolvidos em um processo de manutenção de caráter preventivo, de inspeção ou mesmo preditivo e, devido às distinções entre os processos periféricos e correlatos necessários à produção de gusa, há uma tendência de especialização nas atividades por parte desta equipe, por exemplo, existe um responsável por todo o processo de manutenção (Inspeção, gestão de estoque, programação e controle de ordens de manutenção) da área de refrigeração do alto forno, assim como há outro responsável pela totalidade da área de carregamento, ou seja, são áreas que compõem o processo, mas que possuem características de equipamentos e operações diferentes entre si, o que implica em uma dinâmica de manutenção também diferente.

A manutenção do turno trabalha em escala de revezamento, o que garante a presença de pelo menos um profissional de manutenção 24 horas por dia. Suas funções têm características genéricas e sua política de manutenção está apoiada em um conceito corretivo. A divisão elétrica do alto forno segue a mesma separação em escala de trabalho (administrativo e turno) que a manutenção mecânica, o que difere entre estes setores é o volume de pessoas e o processo de especialização.

A manutenção elétrica assume uma característica mais dinâmica e sua atuação acaba por se fundir à automação e à instrumentação. Suas funções estão em garantir e manter as máquinas e equipamentos em condições plenas de operação sob a visão da área eletroeletrônica, além de alguns processos relacionados a tecnologias de informação.

A sinergia entre todos os processos que compõe a manutenção do alto forno irá refletir no desempenho da área de redução e esta irá impactar no andamento da cadeia produtiva da unidade siderúrgica. As metodologias aplicadas e os sistemas de programação e controle são o foco deste trabalho e a descrição destes processos contribuem para o entendimento dos pontos de melhoria e na capacidade de reestruturação para eficiência em manutenibilidade.

4.1.3 Descrição do Processo: 'As Is'

Observando processo de manutenção deste setor é possível verificar o seu posicionamento em relação à resposta à manutenção. Existe uma predisposição à política preventiva de atuação, ou seja, de forma geral a visão sobre a gestão da manutenção e as metodologias utilizadas possuem um viés que está apoiado no conceito de “reparar antes da quebra”.

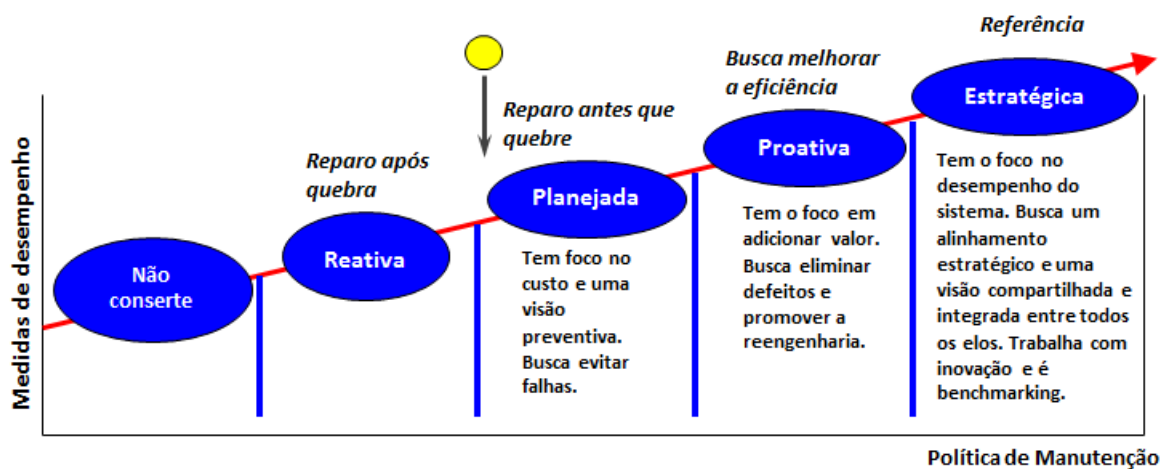
A Figura 10 permite categorizar o posicionamento da manutenção neste setor com base em sua capacidade de confiabilidade de ativos, sendo aqui classificada no nível de manutenção planejada. É possível perceber que há uma tendência de evolução e que as medidas de atuação corretiva são trabalhadas para serem evitadas, porém ainda faltam alguns aspectos para que a característica de manutenção tenha um princípio proativo e desta forma se posicionar mais próxima de um nível de excelência e ser entendida como benchmarking no grupo que está inserida.

A gestão da manutenção nasce da compreensão da realidade do processo atual e deste ponto planejar o seu desenvolvimento. Nesta unidade siderúrgica existem várias ferramentas, técnicas e sistemas de informações que podem auxiliar no desenvolvimento dos processos de manutenção.

Neste sentido, há, por exemplo, uma plataforma online que unifica o arquivo técnico desta unidade, ou seja, os desenhos técnicos e estruturais de cada setor e de cada equipamento podem ser acessados de qualquer computador com acesso à rede da US, desde que o usuário esteja cadastrado para tal.

Este tipo de documento contribui para o entendimento do processo e é de fundamental importância durante uma pesquisa e tentativa de reestabelecimento das condições

Figura 10 – Confiabilidade dos Ativos



Fonte: Elaborada pelo autor

de funcionamento de um equipamento. Porém o que ocorre em muitos casos e acaba por dificultar uma análise é a incongruência entre o que está registrado e o que realmente está instalado na área. Neste setor já foram realizadas várias reformas, novos equipamentos foram instalados, outros foram modernizados ou desativados, porém não se seguiu com a mesma dinâmica para atualizar os arquivos técnicos. Este tipo de falha na gestão das informações prejudica o desempenho no processo de manutenção e eleva o risco de retrabalho.

Outro exemplo de suporte à manutenção está na utilização da metodologia de análise de anomalia. Esta técnica faz uso de ferramentas como 5W2H e diagrama de Ishikawa, alinhadas para buscar a identificação da causa raiz de alguma anomalia grave que danificou ou impossibilitou o pleno desempenho de funções de alguma máquina ou equipamento. Por meio deste documento é possível realizar um aprofundamento, algumas vezes em parceria com os fabricantes, para gerar um maior conhecimento sobre dado equipamento e o que levou à sua quebra.

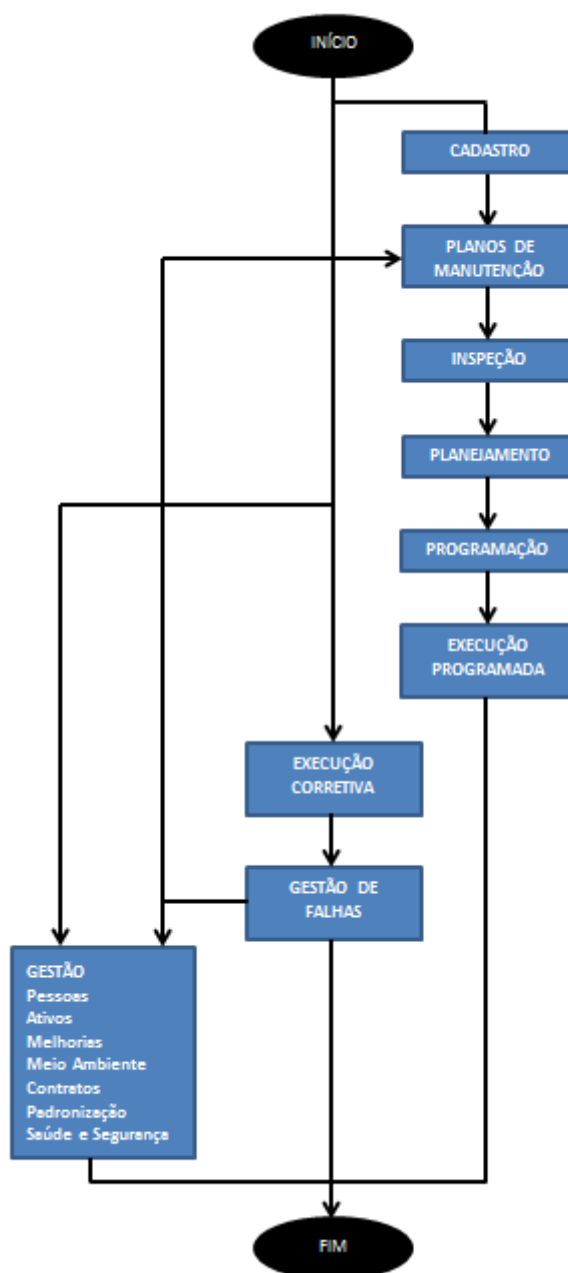
Mesmo sendo uma metodologia que contribui para a geração de informações, ainda é uma técnica com caráter reativo, ou seja, sua utilização se dá quando não foi possível identificar uma anormalidade em um ponto que a intervenção ainda poderia ser evitada ou que não impactaria no processo.

O grande suporte à filosofia e gestão das informações na manutenção está na utilização de um sistema ERP (Enterprise Resource Planning). Este sistema de informação é a matriz motora de todo o processo de programação e controle da manutenção, sendo o ponto inicial do processo de gestão da manutenção nesta unidade.

É através deste ERP que são gerados o cadastramento e lista técnica de um equipamento e que a partir disso serão desdobrados os planos de inspeções, bem como as listas utilizadas para gestão de estoque de peças reservas, por exemplo.

A Figura 11 representa o macro fluxo do processo de gerenciamento da manutenção.

Figura 11 – Macrofluxo da Manutenção



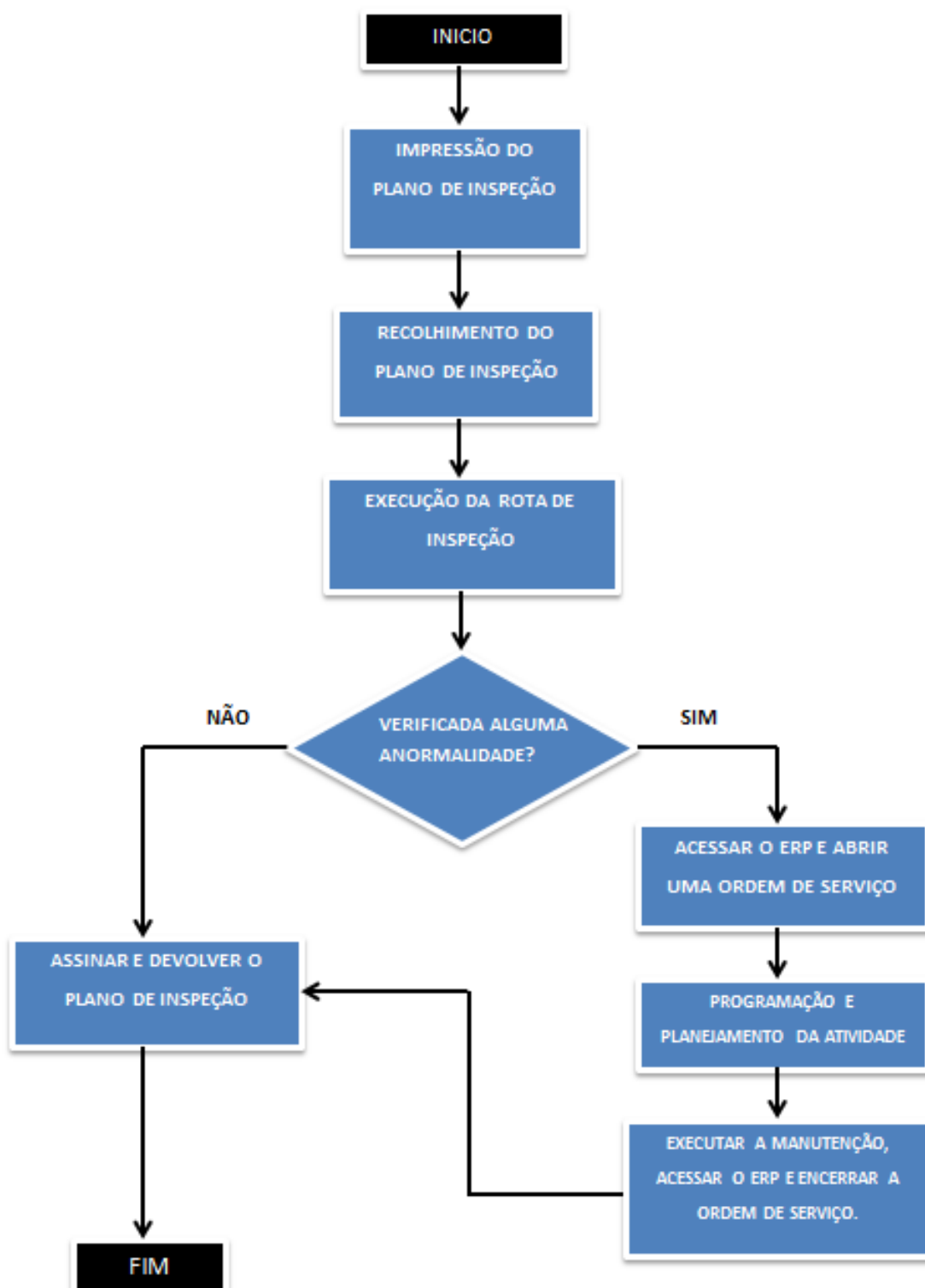
Fonte: Elaborada pelo autor

O ponto de partida é realizar o cadastramento dos equipamentos no ERP. Neste momento são definidos a área e o local de instalação que o mesmo se encontrará, além de ser estratificado para que seja realizado o cadastro de suas peças e/ou componentes separadamente e para que desta forma seja possível um melhor gerenciamento de estoque e rastreabilidade de funções.

Com os devidos equipamentos cadastrados são elaborados os planos de manutenção, de inspeção e de serviços. Neste plano está contido um relatório a ser seguido durante a inspeção, é também definido a periodicidade que este plano será gerado.

A Figura 12 representa um fluxograma de ações e tomadas de decisões durante o processo de inspeção/manutenção. Este demonstra de forma detalhada como estas atividades devem ser executadas.

Figura 12 – Mapa atual do processo de manutenção



Fonte: Elaborada pelo autor

Estes planos de inspeção são impressos e colocados em escaninhos separados por

grupos previamente definidos, por exemplo, o grupo 15 está relacionado aos equipamentos mecânicos do setor de refrigeração, soprador e Bell Less Top. Já o grupo 18 está relacionado aos equipamentos elétricos da área de corrida, carros torpedos e sistema de lavagem de gás do alto forno, por exemplo.

De posse do plano de inspeção o profissional de manutenção realiza a rota: segue até o equipamento e identifica anomalias e/ou oportunidades de melhorias.

Quando alguma anomalia é identificada o profissional deve retornar até o seu escritório (ponto de apoio) para ter acesso a plataforma do ERP. Então deve ser aberta uma ordem de serviço (OS) e assim alocar e providenciar os recursos necessários para a execução adequada da atividade. Nesta OS devem estar bem descrita a atividade a ser realizada, o motivo de estar sendo programada e qual a duração estimada para tal.

A programação da parada do equipamento deve ser determinada junto à operação para definir o melhor momento para a intervenção.

Estando definida a programação é então realizada a execução do serviço de acordo com o planejamento. Finalizada a manutenção, retorna-se ao ponto de apoio para acessar o ERP e então realizar o encerramento da OS.

Em caso de não haver anormalidades e/ou após finalizar o cumprimento da rota de inspeção é então realizada a assinatura do plano e o mesmo é devolvido ao centro de controle para arquivamento da folha de rosto.

As manutenções corretivas também devem seguir o fluxo de programação no ERP para que sejam registradas as intervenções e gerar notas para rastreabilidade de um equipamento após falha.

A gestão de falhas é composta pela análise de anomalia onde será realizada a verificação da causa raiz e propostas de melhorias.

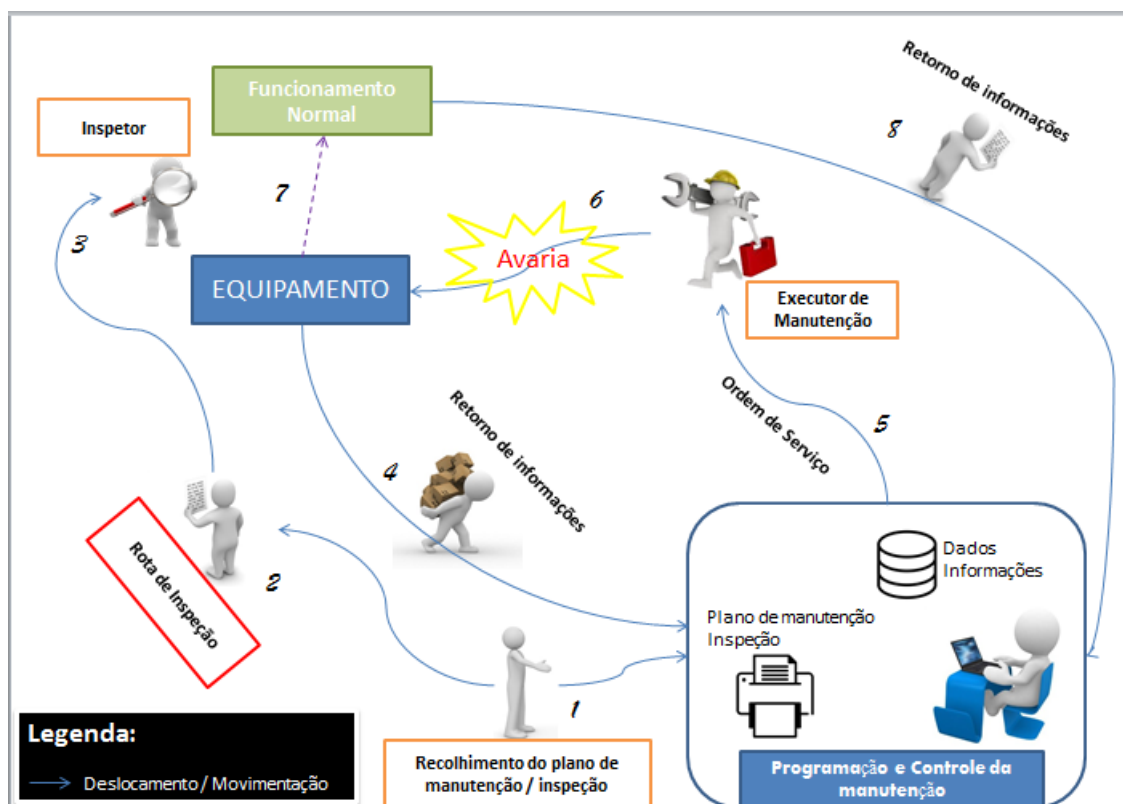
O fundamental nestes processos é a capacidade de gerir todos os recursos disponíveis de forma eficaz e eficiente, o que nem sempre ocorre, gerando pontos passíveis de reestruturação da metodologia de manutenção.

O modelo atual do processo de manutenção é funcional em seu objetivo, mas sua estruturação pode apresentar situações que dão margem para falhas no processo de gestão das informações, por exemplo, no ponto em que as informações coletadas durante o processo de inspeção são registradas e inseridas em formulários (papel) para posteriormente serem inseridas no sistema. Além da possibilidade de extravio das informações, há ainda uma redução natural do detalhamento da mesma, uma vez que o processo é manual e separado em etapas (escrever e após digitar).

A Figura 13 permite uma representação do geral do processo de manutenção, sendo possível perceber os deslocamentos necessários e como o fluxo de informação segue uma ordem dispersa.

Em um primeiro momento são gerados os planos de inspeção/manutenção no centro de controle (PCM) obedecendo à periodicidade previamente definida no sistema ERP.

Figura 13 – Funcionamento do processo de manutenção



Fonte:Elaborada pelo autor

Após, é realizado o recolhimento destes planos pelo profissional de manutenção para que seja executada a rota de inspeção em função da localização do equipamento na área.

Quando é verificada alguma anormalidade durante a inspeção, o inspetor deve retornar ao centro de controle para que sejam abertas as ordens de serviços e o registro das informações no sistema. Após abertura destas ordens é possível a iniciar as atividades para normalização da condição de funcionamento.

Finalizada a intervenção o inspetor retorna ao centro de controle para encerrar a ordem de serviço e inserir as informações provenientes das atividades realizadas.

Mesmo neste trabalho não sendo realizada uma cronoanálise do processo, por vivência e experiência prática, é possível perceber que as distâncias percorridas entre os equipamentos instalados na área e os escritórios de manutenção (ponto de apoio/centro de controle) disponíveis para acesso ao sistema ERP são consideráveis e consomem tempo durante o processo de manutenção. Não apenas as questões de desperdício na utilização do tempo útil dos profissionais em função das movimentações são fatores relevantes, mas também as perdas na qualidade das informações registradas devido à estas morosidades no processo.

Este processo é dinâmico. Os cenários mudam a cada momento. Sendo estas características alinhadas aos exemplos citados, há um reforço na concepção da necessidade de reestruturar o modelo de gestão das informações neste cenário de manutenção.

4.1.4 Descrição do Processo: 'To Be'

A Proposta de reestruturação do processo de gestão das informações na manutenção do alto forno da US segue com o propósito de trazer melhorias e possibilitar maior acessibilidade à plataforma do ERP já existente. Tem-se neste caso uma proposta ainda não implementada, mas que poderá ser no futuro, tendo em vista que se mostra viável, no que tange os ganhos de tempo e facilidade de acesso a informação oferecidos. Para tal, a iniciativa deve utilizar as Ubstones, sendo estes, adesivos que agem como um sistema gráfico de referência por meio de um QRCode.

O QRCode foi desenvolvido pela empresa japonesa Denso Wave em 1994 com objetivo de melhorar o controle de estoque, monitorar as unidades em produção e ser um símbolo facilmente interpretado pelo equipamento de scanner, seu termo deriva da expressão *quick response*, que significa resposta rápida.(SOUZA et al., 2012).

Assim as Ubstones, baseada na computação móvel, seriam utilizadas como um protocolo de entrada,ou seja, uma vez acoplada aos equipamentos/máquinas nas instalações e mediante um sistema de escaneamento (captação óptica) proveniente de algum dispositivo móvel, as Ubstones permitiriam acesso e edição de registro imediato às informações cadastradas destes equipamentos/máquinas e desta forma modificando o princípio de interação entre os executantes das atividades e o processo de gestão das informações.

É perceptível sua caracterização como mais um dispositivo (ferramenta) que pode ser integrado a este novo padrão de compartilhamento de dados e informações e que pode ser um complemento para o processo de gestão destas informações. A Figura 14 apresenta um modelo de Ubstones e sua característica gráfica.

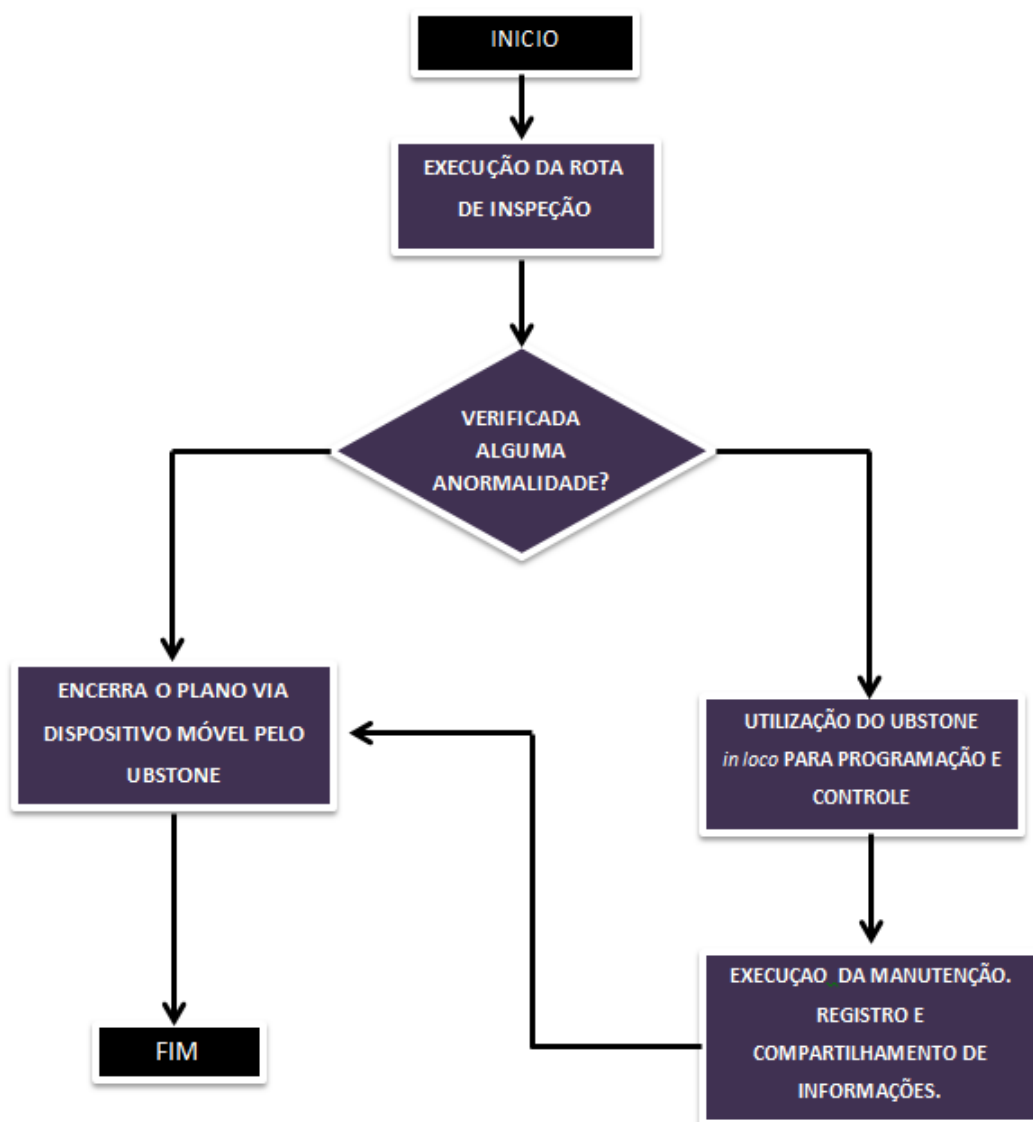
Figura 14 – Ubstones



Fonte: Revista de propriedade industrial - RPI Nº 2454

Sendo esta aplicabilidade inserida no processo seria possível reorganizar o mapa do processo de manutenção e redefinir as ações necessárias durante este processo. A Figura 15 traz uma proposta de reestruturação e um novo fluxo de informações para as atividades de manutenção.

Figura 15 – Mapa proposto para o processo de manutenção



Fonte: Elaborada pelo autor

Considerando a existência dos planos de inspeção/manutenção e seu cadastro prévio no sistema, o processo iniciaria pela execução da rota de inspeção que segue um parâmetro de periodicidade. O executante estando de posse do dispositivo móvel seguiria até o local da atividade.

Ao chegar até o referido equipamento, o executante acessaria a lista técnica ao processar as Ubstones que estaria acoplada junto ao mesmo. Neste momento esta ação criaria uma nova dinâmica, uma vez que permitiria pesquisar as informações da última intervenção executada, ou quais os dados técnicos de tal equipamento ou mesmo os limites de tolerância para as medições que são esperadas, por exemplo.

Assim, encontrando alguma anormalidade seria possível realizar o registro imediato da situação verificada, a abertura das ordens de serviço, a programação para a intervenção ou mesmo a solicitação/reserva de alguma peça em estoque. A quantidade e a qualidade das informações disponíveis possibilitariam uma tomada de decisão mais assertiva ao

relacionar uma possível tendência ou reincidência de anomalias.

O modelo atual utilizado para execução de atividades de inspeção e manutenção força a necessidade do executante estar se movimentando em demasia entre o local de intervenção e o ponto de apoio para acesso ao portal do ERP. Com esta proposta de inserção de uma ferramenta de apoio, a distância entre o planejamento e a execução seria encurtada, o que permitira melhor tratativa para as informações, isto foi observado durante o período de análise no local de trabalho e alguns dos seus efeitos que interferem na gestão das informações.

Por exemplo, em muitos casos ao ser verificada alguma anomalia o executante realizava a tratativa da anormalidade sem antes abrir uma ordem de serviço. Esta medida não é necessariamente um descumprimento de procedimento uma vez que não está documentado como tal, mas é uma forma de encurtar as atividades, isto justificado pelo fato de que o ponto de apoio normalmente está distante do local da atividade, o que acabava criando esta predisposição e levando a abertura da ordem após a execução da intervenção. Este intervalo entre a identificação e a correção da situação provoca algumas perdas no detalhamento das informações ou mesmo o esquecimento da ação de registrar as atividades executadas na lista técnica do equipamento. Esta não conformidade faz com que a rastreabilidade de manutenção não seja confiável, podendo algum equipamento estar tendo uma elevada frequência de intervenções, mas não sendo confirmadas via sistema o que pode causar um desprendimento de energia ou alocação de recursos de maneira não eficiente, pois o que não é medido, não pode ser controlado.

Outro ponto que vale o registro em relação ao modelo proposto seria a não necessidade de impressão dos planos de inspeções/manutenções. No modelo atual, após sua utilização estes são descartados, e, neste sentido, considerando a existência de 10 macro grupos de inspeção e que cada plano contém em média cerca de 15 folhas como roteiro, são descartadas por semana aproximadamente 150 folhas, o que gera mais de 600 páginas de desperdício de ativo por mês. A virtualização destes planos contribuiria para a redução destes gastos e melhoria no aproveitamento de recursos.

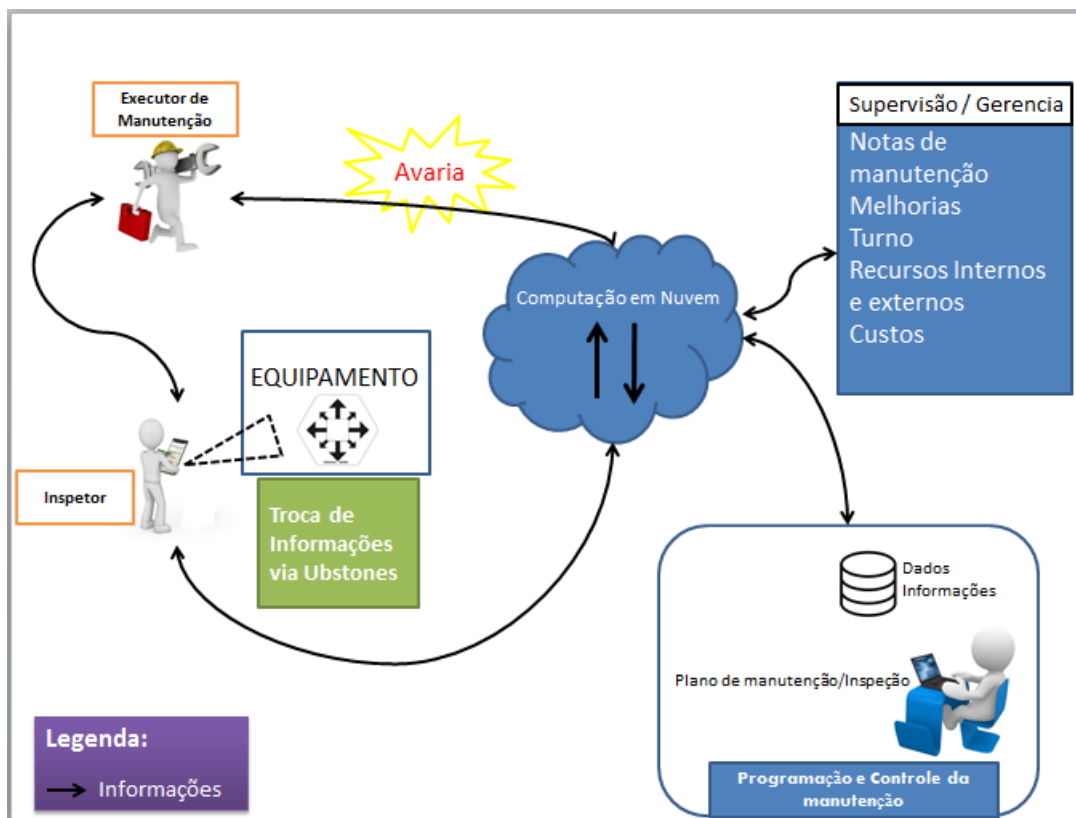
O encerramento do plano de inspeção/manutenção também poderia ser executado diretamente no local da atividade e, após os devidos registros de informações, as Ubstones poderiam ser utilizadas para confirmação e finalização das atividades.

De forma geral a utilização destes sistemas de referenciação provocaria uma mudança na capacidade de gerenciamento das informações e como resultado, a eficiência do processo poderia ser contabilizada o que permitiria retornos positivos tanto para o executante durante o processo de atividade laboral, quanto para os gestores que passariam a receber informações com maior confiabilidade e rapidez.

A Figura 16 demonstra como poderia ser o modelo proposto e suas características quanto a gestão das informações no processo de manutenção.

Em comparação com o modelo atual a estrutura apresentada possibilitaria um

Figura 16 – Funcionamento do processo de manutenção proposto



Fonte: Elaborada pelo autor

achamento das ações necessárias ao processo de gerenciamento e controle das informações geradas durante o processo de manutenção, uma vez que ocorreria um agrupamento de ações em um mesmo momento e centralizaria as atividades do inspetor de manutenção, podendo melhorar a utilização efetiva do seu tempo de trabalho.

A geração dos planos de inspeção/manutenção continuariam a ser gerenciados pelo PCM, mas estas informações estariam imediatamente disponíveis aos profissionais de manutenção e poderiam ser acessadas em um ambiente na "nuvem". A abertura das ordens de serviços e os registros das informações poderiam ser executadas por intermédio das Ubstones que estariam vinculadas aos equipamentos na área e sendo uma interface para os dados no sistema ERP e acessados remotamente.

Nesta proposta a necessidade de deslocamento dos profissionais de manutenção sofre uma redução. Neste modelo seriam as informações que movimentariam e baseada na computação em nuvem, estariam acessíveis a todos os atores do processo. Há também uma redução na utilização de papeis para impressão dos planos e registro de atividades. Estas características seriam substituídas ao se utilizar a computação móvel.

As características das Ubstones e os conceitos aos quais estão envolvidas se apresentam com potencial de aplicação, não apenas nas indústrias de manufatura, mas em qualquer ambiente em que se objetive melhorar a acessibilidade às informações.

Porém, a utilização das Ubstones implica em um rompimento de paradigma,

necessitando uma adequação das metodologias de gestão das informações já consolidadas e seu entendimento e aceitação pelos profissionais envolvidos nesta organização. Há também a necessidade de desprendimento de investimentos para reformular as infraestruturas de redes de comunicação para sua adequação ao sistema ERP já instalado.

O processo de mudança deverá ocorrer de forma consciente e baseada em uma análise e compreensão prévia do ambiente interno, para que os objetivos como ganhos de tempo e facilidade de acesso à informação sejam efetivamente alcançados e assim possibilitando gerar retornos positivos para esta organização.

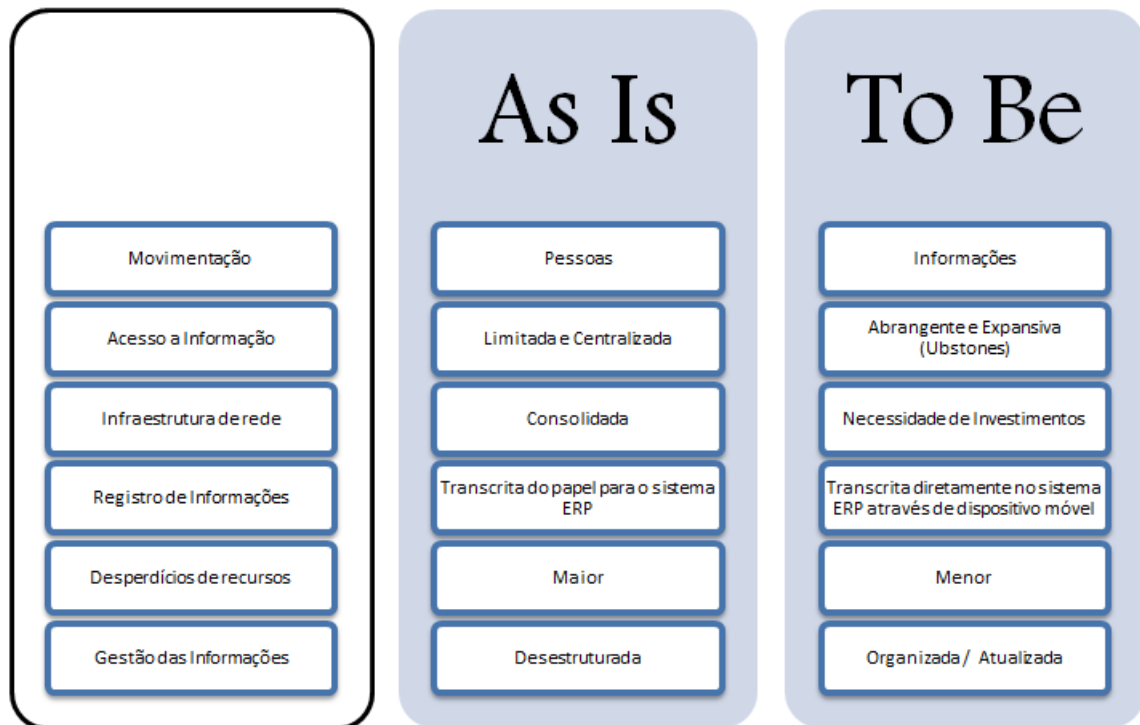
5 Conclusões e Considerações Finais

A abordagem deste trabalho teve sua construção baseada a partir de observações da realidade do processo de manutenção de uma unidade siderúrgica e do entendimento das suas possibilidades de melhorias por meio do uso de uma nova tecnologia.

Foi possível verificar um cenário em que a utilização das Ubstones pode ser inserida e como estes podem contribuir para o processo de transformação das relações de trabalho em uma organização.

A Figura 17 apresenta um resumo dos principais pontos comparativos entre o modelo atual (As is) e o modelo proposto (To Be).

Figura 17 – Comparativo das características As Is x To Be



Fonte: Elaborada pelo autor

Estas comparações permitem compreender as limitações deste trabalho, suas possibilidades quanto à implementação e o entendimento dos objetivos para a melhoria da gestão das informações no processo de manutenção.

No processo atual as pessoas são os ativos que mais movimentam, as informações são limitadas e centralizadas no PCM e dependentes de acesso físico ao portal ERP. Por outro lado a infraestrutura de rede utilizada contempla toda a unidade produtiva e, mesmo sendo passível de melhoria na eficiência processual, ainda é funcional. As etapas para registro de informações são manuais e particionada em etapas, o que gera maiores desperdícios de ativos e torna a gestão das informações desestruturada.

No modelo proposto seriam as informações que movimentariam pelo processo e seriam acessadas diretamente do "ambiente em nuvem". Este tipo de acessibilidade a tornaria mais abrangente e expansiva ao utilizar as Ubstones como forma de organização e interface do protocolo, assim haveria uma redução nos desperdícios de recursos e nas etapas necessárias para obtenção, captação e registro das informações. Ainda, poderia haver uma sinergia com outros setores externos à cadeia de operação da manutenção, como por exemplo, os departamentos de suprimentos e estoques que poderiam acelerar a comunicação para as solicitações de pedidos de peças/equipamentos, ou seja, de forma geral poderia elevar o nível da gestão das informações nestes processo.

Neste sentido, existem alguns pontos relevantes a serem citados que surgem como ações necessárias para que esta aplicação possa ser efetiva como as mudanças na cultura e práticas de manutenção existentes, que têm um foco voltado para a prevenção, mas com um caráter reativo. Há a necessidade de um posicionamento e uma filosofia com um viés proativo e em termos de estruturação, é necessária uma definição dos equipamentos críticos, a revisão dos planos de manutenção e inspeção de forma que o sistema esteja com informações atualizadas e coerentes com a realidade e ainda, para sua maior profundidade é necessário investimento em infraestrutura de rede para permitir a mobilidade da manutenção e elevação da capacidade e ampliação do monitoramento on-line dos equipamentos.

Outros estudos podem ser desdobrados a partir da proposta deste trabalho, como por exemplo, estudos voltados para a construção e desenvolvimento de indicadores de desempenho (KPI's - Key Performance Indicator) que sejam adequados aos processos e que permitam realizar o controle e acompanhamento do sistema de gestão e assim possibilitando a realização de benchmarking interno e externo à organização. Podem ser realizados trabalhos voltados para análise de avaliação econômica, financeira e de retorno de investimentos para implementação do modelo proposto. Aplicação de modelos de simulação para comprovação e entendimento das mudanças de cenários, além de estudos que possam relacionar a dinâmica entre o homem e as concepções/interações com ambientes virtuais na manufatura.

Vale ressaltar que cabe um maior aprofundamento sobre os impactos que esta ferramenta pode gerar e ainda sua aplicabilidade em outros mercados e cenários, mas, por este estudo, pode ser antecipado que as Ubstones têm potencial para ser uma das portas de entrada para o processo de digitalização das empresas, servem como ferramenta de apoio para monitoramento e construção de conceitos durante tomadas de decisão e ainda, permitem um melhor nivelamento entre procedimentos e padronização de rotinas, estando alinhados com as tendências que vêm se alavancando nos últimos anos e sendo ditadas pelo conceito de indústria 4.0.

Referências

- ABNT. Associação brasileira de normas técnicas. *NBR5462 - Confiabilidade e Manutenibilidade*, p. 1–37, 1994.
- ABRAMAN. Associação brasileira de manutenção e gestão de ativos. *28º Congresso Brasileiro de Manutenção e Gestão de Ativos*, Situação da Manutenção no Brasil - Documento Nacional, Salvador - Bahia, Setembro 2013.
- BASKARADA, S.; KORONIOS, A. Data, information, knowledge, wisdom (dikw): A semiotic theoretical and empirical exploration of the hierarchy and its quality dimension. *Australasian Journal of Information Systems*, University of South Australia, v. 18, n. 1, 2013.
- BELLUZZO, R. C.; PORÉM, M. E.; SANTOS, V. C. dos. Vantagem competitiva nas empresas contemporâneas: A informação e a inteligência competitiva na tomada de decisões estratégicas. *InTexto*, UFRGS, v. 27, n. 1, p. 183–199, 2012.
- BERGUE, L. X. Aplicação da metodologia soft systems (ssm) no desenvolvimento de projetos logísticos. *Escola de Administração - Departamento de Ciências Administrativas*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, p. 1–75, 2005.
- BRAGA, A. A gestão da informação. *Millenium*, v. 19, 2000.
- CARRO, L.; WAGNER, F. R. Sistemas computacionais embarcados. UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p. Cap 2, Jan 2003.
- CAVALCANTE, Z. V.; SILVA, M. L. S. da. A importância da revolução industrial no mundo da tecnologia. *VII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica*, CESUMAR – Centro Universitário de Maringá, Maringá - Paraná, Outubro 2011.
- CLOUD21. *Benefícios da Cloud para indústrias de manufatura*. 2017. Disponível em: <<https://cloud21.com.br/computacao-em-nuvem/cloud-nas-industrias-de-manufatura/>>. Acesso em: 31.05.2018.
- CNI. Confederação nacional da indústria. *Sondagem Especial 66 - Indústria 4.0*, Portal da Indústria, p. 01–13, Abril 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondesp-66-industria-4-0/>>. Acesso em: 05.01.2018.
- COSTA, C. da. Indústria 4.0: O futuro da indústria nacional. *POSGERE*, IFSP - Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 5–14, Setembro 2017.
- DATHEIN, R. Inovação e revoluções industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos xviii e xix. *DECON Textos Didáticos*, DECON/UFRGS, Porto Alegre - Rio Grande do Sul, Fevereiro 2003.
- FAUSTINO, B. Seis princípios básicos da indústria 4.0 para os cios. *CIO from IDG*, Sonda IT, Maio 2016. Disponível em: <<http://cio.com.br/noticias/2016/05/02/seis-principios-basicos-da-industria-4-0-para-os-cios/>>. Acesso em: 22.11.2017.

- GALDINO, N. Big data: Ferramentas e aplicabilidade. *SEGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia*, IEISSA - Instituição de Ensino Superior de Santana, Ponta Grossa - PR, 2016.
- GEISSBAUER, D.; VEDSO, J.; ; SCHRAUF, S. Industry 4.0 buildin your enterprise. *Global Industry 4.0 Survey*, PwC, p. 06–34, April 2016. Disponível em: <<https://www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html>>. Acesso em: 17.11.2017.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. Métodos de pesquisa. *Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD - UFRGS*, Universidade Aberta do Brasil - UAB, Porto Alegre, p. 9–113, 2009.
- GURSKI, C. A.; RODRIGUES, M. Planejando estrategicamente a manutenção. *A integração de cadeias produtivas com a abordagem da manufatura sustentável*, ENEGEP, Rio de Janeiro, Outubro 2008.
- HAHN, J. R. Indústria 4.0: As oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso. *Pollux*, ENDEAVOR Brasil, Setembro 2016. Disponível em: <https://endeavor.org.br/oportunidades-industria-4_0/>. Acesso em: 22.11.2017.
- KITANOV, S.; DAVCEV, D. Mobile learning in mobile cloud computing environment. *International Transactions on Systems Science and Applications*, University for Information Science and Technology “St. Paul the Apostle, Macedonia, p. 27–39, December 2012.
- LEGANKOV; KRUGLIKOV; BEZNIS. Industrie 4.0 strategy. BNTU - Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, p. 37–40, 2017.
- LIBONI, L. B.; CEZARINO, L. O.; MARTINELLI, D. P. Aplicação da soft system methodology na solução de um problema em uma aliança estratégica para desenvolvimento de novos produtos. *Congresso Brasileiro de Sistemas*, ISSS Brasil - International Society for the Systems Sciences, São Paulo, Novembro 2013.
- MANCINI, M. Pós-doutoranda em sistemas de informação/projetos / usp professora de tecnologia dos cursos de pós-graduação lato sensu mackenzie. *Internet das Coisas: História, Conceitos, Aplicações e Desafios*, PMI São Paulo, São Paulo, p. 1–9, Fevereiro 2017.
- OIAN, C. A.; CESAR, F. I. G.; MAKIYA, I. K. Contribuição da indústria 4.0 para a gestão da qualidade. *CONBREPRO*, APREPRO, Ponta Grossa - Paraná, Dezembro 2017.
- OLIVEIRA, J. C. S.; SILVA, A. P. da. Análise de indicadores de qualidade e produtividade da manutenção nas indústrias brasileiras. *GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, Universidade de Taubaté, Bauru - São Paulo, v. 3, p. 53–69, julho 2013.
- OLUDELE, A.; OLUWABUKOLA, O. A survey of mobile cloud computing applications: Perspectives and challenges. Babcock University, Ilishan Remo, Ogun State, p. 238–243, 2016.
- PAIVA, L. M. M. Análise de risco para computação em nuvem. *Tese de Mestrado em Informação e Sistemas Empresariais*, Universidade Aberta - IST - Instituto Superior Técnico, Lisboa - Portugal, 2016.

- PASCHOAL, D. R. de S.; MENDONÇA, M. A.; MORAIS, R. D.; GITAHY, P. F. S. C. R.; LEMOS, M. A. Disponibilidade e confiabilidade: Aplicação da gestão da manutenção na busca de maior competitividade. *Revista da Engenharia de instalações no mar da FSMA*, n. 3, 2009.
- PORÉM, M. E.; BELLUZZO, R. C.; SANTOS, V. C. dos. Vantagem competitiva nas empresas contemporâneas: A informação e inteligência competitiva na tomada de decisões estratégicas. *InTexto*, UFRGS, v. 27, n. 1, p. 183–199, 2012.
- QUINELLO, R.; NICOLETTI, J. R. Inteligência competitiva nos departamentos de manutenção industrial no Brasil. *Revista de Gestão da Tecnologia e Sistemas de Informação*, TECSI FEA USP, v. 2, n. 1, p. 21–37, 2005.
- REIS, R. A. dos. Tempos de resfriamento e aquecimento: repercussão no desempenho da manutenção na indústria siderúrgica. *Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa*, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGE, Ponta Grossa - Paraná, p. 1–180, 2009.
- SETZER, V. W. Dado, informação, conhecimento e competência. *Dept. de Ciência da Computação*, USP - Universidade de São Paulo, Setembro 2014.
- SILVA, F. R. H. da. Um estudo sobre os benefícios e os riscos de segurança na utilização de cloud computing. *Artigo científico de conclusão de curso apresentado no Centro Universitário Augusto Motta*, UNISUAM, Rio de Janeiro, 2010.
- SILVA, V. M. da; SANTOS, M. R. dos. Sistema de informação aplicado à gestão de manutenção: Um estudo de caso sobre os impactos da implantação do sap-r3 - módulo pm. *EnANPAD*, 2009.
- SOUZA, J. B. de. Alinhamento das estratégias do planejamento e controle da manutenção (pcm) com as finalidades e funções do planejamento e controle da produção (pcp): uma abordagem analítica. *Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção - PPGE*, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa - Paraná, Dezembro 2008.
- SOUZA, M. irã de; SOUZA, A. C. R. de; MARÇAL, M. C. C. O uso do qr code na gestão da comunicação: o caso da rede social winetag. *Informe: Estudos em Biblioteconomia e Gestão da Informação*, Recife, v. 1, n. 1, p. 118–132, 2012.
- SOUZA, M. S. de. A importância do planejamento e controle da manutenção: um estudo na indústria de bebidas. *Revista eletrônica da faculdade José Augusto Vieira*, ANOV, n. 7, Setembro 2012.
- VENTURI, M. J.; OLIVEIRA, M. R. de; ANDRADE, D. A. C. de; MEDEIROS, D. G. de. Aplicação da metodologia ssm (soft systems methodology) na dinâmica do fluxo de informações na área de logística em uma cervejaria. *Quarto Congresso Brasileiro de Sistemas*, Uni-FACEF, Franca - São Paulo, Outubro 2008.
- VIANA, H. R. G. Pcm - planejamento e controle de manutenção. *Qualitymark*, n. 1, 2002.
- WOLLSCHLAEGER, M.; SAUTER, T.; JASPERNEITE, J. The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0. *IEEE Industrial Electronics Magazine*, v. 11, p. 17–27, March 2017.



TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado
“ GESTÃO DA INFORMAÇÃO NA MANUTENÇÃO COM A UTILIZAÇÃO DE UBSTONES NO CONTEXTO DE UMA SIDERÚRGICA ”
é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto,
material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem o devido
referenciamento ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 03 de Setembro de 2018.



Nome completo do aluno

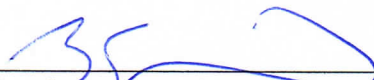


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP
Departamento de Engenharia de Produção - DEENP
Instituto de Ciências Exatas Aplicadas - ICEA

João Monlevade, 11 de Junho de 2019

Declaro para os devidos fins que o trabalho de conclusão de curso de Lucas Roger Corrêa, matrícula 13.2.8617 com o título “Gestão da informação na manutenção com a utilização de ubstones no contexto de uma siderúrgica.” Defendido em 02/07/2018 está em conformidade com as recomendações realizadas.

Atenciosamente



Prof. Dr. Sergio Evangelista Silva
Orientador