

**DANILO MASSATO SEGOSHI**

**GERENCIAMENTO DE *BIG DATA* EM PLANTAS INDUSTRIAIS**

Guaratinguetá

2013

DANILO MASSATO SEGOSHI

GERENCIAMENTO DE *BIG DATA* EM PLANTAS INDUSTRIAIS

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche

Guaratinguetá

2013

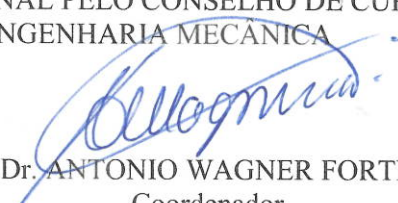
|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S129g | <p>Segoshi, Danilo Massato</p> <p>Gerenciamento de Big Data em plantas industriais / Danilo Massato Segoshi. - Guaratinguetá: [s.n.], 2013</p> <p>51 f.: il.</p> <p>Bibliografia: f. 46</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2013</p> <p>Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche</p> <p>1. Gerenciamento de recursos de informação 2. Indústria – Projetos e plantas 3. Tecnologia da informação I. Título</p> <p>CDU 658:681.3</p> |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**GERENCIAMENTO DE *BIG DATA* EM PLANTAS INDUSTRIAIS**

**DANILO MASSATO SEGOSHI**

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO  
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE  
"GRADUADO EM ENGENHARIA MECÂNICA"

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

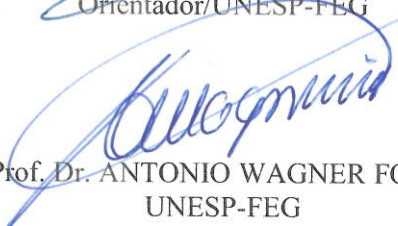


Prof. Dr. ANTONIO WAGNER FORTI  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. JOSE ROBERTO DALE LUCHE  
Orientador/UNESP-FEG



Prof. Dr. ANTONIO WAGNER FORTI  
UNESP-FEG



Prof. Dr. VICTOR ORLANDO GAMARRA ROSADO  
UNESP-FEG

**Janeiro de 2014**

## **DADOS CURRICULARES**

### **DANILO MASSATO SEGOSHI**

NASCIMENTO      10/01/1985 – São Paulo / SP

FILIAÇÃO          Nelson Masanobu Segoshi  
Yoriko Narita Segoshi

2005/2013          Curso de Graduação  
  
Engenharia Mecânica - Faculdade de Engenharia do  
Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de todos, gostaria de agradecer a Deus e a Nossa Senhora Aparecida. Fico grato pela vida, pelas oportunidades e caminhos mostrados por ambos para me guiar.

Aos meus pais Nelson e Yoriko por todos os anos que me apoiaram e me orientaram em minhas decisões, sempre me ensinando e repassando valores pessoais para a minha vida inteira.

A minha namorada Monica Massako pela paciência, compreensão e ajuda durante o período da minha formação.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Roberto Dale Luche pela paciência e compreensão ao orientar um tema de minha autoria.

Ao coordenador do curso de Engenharia Mecânica Prof. Dr. Antônio Wagner Forti pela paciência, compreensão e orientação sobre assuntos referentes ao trabalho de conclusão de curso.

A secretária do Conselho de Cursos de Graduação Regina Célia Ferreira da Silva Souza pela orientação quando tive dúvidas com procedimentos da faculdade.

Ao meu gestor Carlos Guimarães pelos conselhos valiosos dados durante o meu estágio.

Aos meus amigos de faculdade e das repúblicas em que morei por todo o apoio durante os momentos difíceis da faculdade e companheirismo durante tempo que ficamos juntos.

“A imaginação é mais importante que o conhecimento.”

Albert Einstein

SEGOSHI, D. M. **Gerenciamento de *Big Data* em Plantas Industriais**. 2014. 51 f. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

## **RESUMO**

Atualmente as empresas geram grandes quantidades de dados provenientes de diferentes fontes; no entanto algumas empresas acabam por gerar mais dados do que conseguem analisar. O *Big Data* são conjuntos de dados que crescem muito, coletados diversas vezes e gerados rapidamente; tais dados não podem ser analisados por métodos tradicionais de análise de dados e, para atender as necessidades das empresas, as análises devem ser feitas por métodos e ferramentas específicos. Este trabalho foca na importância do gerenciamento correto do *Big Data* gerado em plantas industriais; por meio de um estudo de caso de uma empresa da área de papel e celulose, será mostrado como algumas dificuldades foram superadas com a gestão correta de dados. Nos capítulos finais serão abordados os resultados dessa empresa, mostrando os ganhos obtidos como a correta escolha dos dados a serem monitorados e recomendar boas práticas quanto ao gerenciamento do *Big Data*.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Big Data*. Importância do *Big Data* em plantas industriais. Geração de dados em grande quantidade.

SEGOSHI, D. M. ***Big Data* Management in Industrial Plants**. 2014. 51 f. Graduate Work (Graduate in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2014.

### **ABSTRACT**

Nowadays the companies generate great amount of data from different sources, however some of them produce more data than they can analyze. *Big Data* is a set of data that grows very fast, collected several times during a short period of time. This work focus on the importance of the correct management of *Big Data* in an industrial plant. Through a case study based on a company that belongs to the pulp and paper area, the problems resolutions are going to be presented with the usage of appropriate data management. In the final chapters, the results achieved by the company are discussed, showing how the correct choice of data to be monitored and analyzed brought benefits to the company, also best practices will be recommended for the *Big Data* management.

**KEYWORDS:** *Big Data* importance in industrial plants. Great quantity of data generated.

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                           |    |
|---------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Fotos da forma final das embalagens de papel .....             | 22 |
| Figura 2 – Fotos dos sacos industriais .....                              | 22 |
| Figura 3 – Amostra da tela de visualização do tanque de massa nº 1 .....  | 27 |
| Figura 4 – Amostra da tela da prensa desaguadora .....                    | 28 |
| Figura 5 – Amostra da tela do refinador de alta consistência .....        | 29 |
| Figura 6 – Amostra da tela do tanque de alta consistência .....           | 30 |
| Figura 7 – Planilha com o monitoramento de dados .....                    | 31 |
| Figura 8 – Planilha com monitoramento dos motores .....                   | 32 |
| Figura 9 – Tela do menu inicial .....                                     | 33 |
| Figura 10 – Tela de monitoramento da refinação de alta consistência ..... | 34 |
| Figura 11 – Tela de monitoramento da prensa TWP .....                     | 35 |
| Figura 12 – Tela da unidade hidráulica da prensa TWP .....                | 36 |
| Figura 13 – Detalhe dos dados do 3º Nip da unidade hidráulica .....       | 36 |
| Figura 14 – Gráfico da variação do nível do tanque nº 1 .....             | 37 |
| Figura 15 – Amostra da tela com os dados do tanque nº 1 .....             | 37 |
| Figura 16 – Gráfico da variação da vibração da máquina .....              | 38 |
| Figura 17 – Foto com as ranhuras no disco da máquina .....                | 39 |
| Figura 18 – Tela do processo de baixa refinação .....                     | 40 |
| Figura 19 – Tela para o sistema de depuração .....                        | 41 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Amostra de <i>tag's</i> existentes ..... | 26 |
|-----------------------------------------------------|----|

## LISTA DE SIGLAS

|       |                                                 |
|-------|-------------------------------------------------|
| ERP   | Enterprise Resource Planning                    |
| FSC   | Forest Stewardship Council                      |
| ISEGA | Institut für Verpackungsmaterialanalyse         |
| ISO   | International Organization for Standardization  |
| OHSAS | Occupational Health and Safety Advisory Center  |
| PH    | Produção em toneladas por hora do Sistema       |
| PM    | Plant Maintenance                               |
| PP    | Produção Perdida                                |
| PT    | Preço por tonelada do papel extensível          |
| RMS   | Root Mean Square                                |
| SGDE  | Sistema de Gerenciamento de Dados em Tempo Real |
| TI    | Tecnologia da Informação                        |
| TIM   | Time Interno de Melhoria                        |
| TP    | Tempo de parada do equipamento em horas         |
| TWP   | Twin Wired Press                                |

## SUMÁRIO

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                          | <b>13</b> |
| 1.1 OBJETIVOS.....                                | 13        |
| 1.2 JUSTIFICATIVA.....                            | 14        |
| 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO .....                   | 14        |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>              | <b>16</b> |
| 2.1 <i>BIG DATA</i> .....                         | 16        |
| 2.1.1 O significado de <i>Big Data</i> .....      | 16        |
| 2.1.2 O dimensionamento do <i>Big Data</i> .....  | 16        |
| 2.1.3 Setores que utilizam <i>Big Data</i> .....  | 17        |
| <b>3 METODOLOGIA .....</b>                        | <b>19</b> |
| <b>4 ESTUDO DE CASO.....</b>                      | <b>21</b> |
| 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA.....         | 21        |
| 4.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....                 | 22        |
| 4.3 BENEFÍCIOS ESPERADOS .....                    | 23        |
| 4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS.....                       | 24        |
| 4.4.1 Apresentação dos softwares utilizados ..... | 24        |
| 4.4.2 Coleta de dados.....                        | 25        |
| 4.4.3 Divisão de <i>tag's</i> .....               | 26        |
| 4.4.4 Visualização dos dados.....                 | 30        |

|                                                                                                                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.4.5 Análise dos dados .....</b>                                                                                                                         | <b>35</b> |
| <b>4.4.6 Resultados obtidos .....</b>                                                                                                                        | <b>39</b> |
| <b>5 DISCUSSÃO DO CASO .....</b>                                                                                                                             | <b>42</b> |
| 5.1 NO ASPECTO DO BIG DATA .....                                                                                                                             | 42        |
| 5.2 AÁLISE DE DADOS.....                                                                                                                                     | 43        |
| <b>6 CONCLUSÃO .....</b>                                                                                                                                     | <b>44</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                                                                                                                      | <b>46</b> |
| <b>ANEXO A – QUESTIONÁRIO CRIADO POR BRYNJOLFSSON E MCAFEE PARA<br/>AVERIGUAR SE A EMPRESA ESTÁ PRONTA OU NÃO PARA INVESTIR EM <i>BIG<br/>DATA</i> .....</b> | <b>47</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Em um mundo globalizado, a obtenção de informações e a sua correta interpretação são necessárias para que as empresas obtenham vantagens competitivas.

As informações são obtidas por dados gerados, sendo eles oriundos da própria empresa, empresas parceiras, empresas concorrentes ou clientes. Os dados gerados são distintos entre si, mas a correlação correta entre eles gera a informação necessária para guiar o rumo da empresa em níveis estratégicos e operacionais.

O *Big Data* é um termo que está relacionado a esses dados gerados em grandes quantidades, sendo que o gerenciamento correto dele faz com que a empresa obtenha as informações necessárias para uma melhor tomada de decisão.

O *Big Data* é normalmente referenciado quando se estudam casos de empresas em que a coleta e análise de comportamento de clientes é fator chave para o sucesso das mesmas. Na Internet os casos mais conhecidos são os do *Facebook* e *Google* em que essas duas empresas fazem uso de algoritmos para rastrear e criar um perfil de cada usuário; na área de vendas, Duhigg (2012) cita o caso da rede de lojas de departamento *Target*, em que a empresa elabora o perfil de cada cliente para emitir cupons de desconto de acordo com seu hábito de compra.

No entanto há uma fonte de dados que é pouco conhecida, e seu gerenciamento será discutido neste trabalho, que são dados gerados em plantas de fábricas. Esses dados normalmente são tratados de forma independente de acordo com o setor de origem. Entretanto, ao serem somados, formam um conjunto de dados muito grande e ele vai ter valor ou não de acordo com os objetivos e metas de cada empresa. Os dados em uma planta industrial são considerados *Big Data* e estes aumentam de acordo com o número de plantas industriais que a empresa possuir.

### 1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são demonstrar a importância do *Big Data* e seu gerenciamento por meio de um estudo de caso, mostrando a origem do *Big Data* na planta industrial e apresentar os resultados obtidos; além de propor melhores práticas para facilitar o seu gerenciamento.

Este trabalho tem como proposta mostrar que a boa gestão do *Big Data* traz resultados para a empresa que o adota.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O termo *Big Data* é amplamente utilizado até o presente momento, no entanto diversas fontes de informações (livros, artigos, congressos, revistas e outros) colocam perspectivas muitas vezes opostas ou mesclando outros assuntos relacionados ao *Big Data* (como mineração de dados, análise de dados, gerenciamento de dados e outros), mas sem defini-lo de maneira concreta. No final é comum confundir o termo *Big Data* e tratá-lo somente como uma de suas variáveis. É importante a correta definição desse termo para que não haja uma interpretação errônea em relação ao assunto.

A área da empresa que trata diretamente com a parte de captura, análise e armazenamento do *Big Data* é da Tecnologia da Informação (TI), cabe às outras áreas a definição dos dados a serem obtidos e transformados em informações importantes para a empresa. A área de TI é quem estrutura a rede de informação (física e virtualmente) e cabe às outras áreas definirem as informações a serem obtidas. Em uma planta industrial que planeja trabalhar com *Big Data*, a área de TI é vital para que as outras unidades organizacionais possam trabalhar com esses dados. No final, todas as áreas devem atuar em conjunto para que haja um gerenciamento correto do *Big Data*.

Espera-se que com esse trabalho o termo *Big Data* fique bem definido, quem as utiliza nas plantas industriais e recomendar melhores práticas para o gerenciamento do *Big Data*.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em cinco capítulos.

No segundo capítulo é feito uma revisão bibliográfica referente ao *Big Data*, explicando o seu significado, origem e suas definições.

No terceiro capítulo é mostrado a metodologia utilizada na produção deste trabalho.

No quarto capítulo é analisado um estudo de caso feito pela empresa Klabin em que implementaram um sistema para gerenciar a grande quantidade de dados gerado em uma planta industrial para um projeto de manutenção preditiva.

No quarto capítulo discute-se o estudo do caso dentro do contexto de *Big Data*, mostrando a repercussão que houve com o caso estudado.

No quinto capítulo são feitas as considerações finais sobre o estudo de caso. Serão mostrados também as boas práticas para a gestão do *Big Data* e sugestões para futuros estudos na área.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados os conceitos que fundamentam o trabalho.

### 2.1 *BIG DATA*

#### 2.1.1 O significado de *Big Data*

De acordo com Ohlhorst (2013) o termo *Big Data* é vago para se referir algo grande e rica de informação. O nome em si parece fazer sentido, mas não explica exatamente o que é o *Big Data*.

O *Big Data* é normalmente descrito como um conjunto de dados extremamente grande cujo crescimento está além das técnicas tradicionais de gerenciamento e análise por meio de ferramentas processamento. Ohlhorst (2013) observou que as pessoas que escreveram sobre o assunto quase chegam a uma definição universal que pode ser condensada da seguinte forma: *Big Data* define uma situação em que o conjunto de dados cresceu de tal maneira que tecnologias de informação tradicionais não conseguem controlar eficientemente o volume de dados ou sua escala de crescimento. Em outras palavras, o conjunto de dados cresceu de tal maneira que dificulta o seu gerenciamento e ainda mais, agregar valor a ele. As dificuldades primárias com esses dados seriam: aquisição, armazenamento, localização, compartilhamento, análise e visualização.

Paradoxalmente, o *Big Data* em si não é uma novidade. Apesar dos conjuntos de dados gigantes terem surgido nos últimos dois anos, o *Big Data* tem como origem nas comunidades científicas e acadêmicas, onde análises complexas de grandes quantidades de dados foram feitas no desenvolvimento de remédios, modelagens físicas e outras formas de pesquisas que envolvem grande quantidade de dados.

#### 2.1.2 O dimensionamento do *Big Data*

O *Big Data* é normalmente dimensionado pelo chamado os três “vês”: volume, variedade e velocidade. Mais um “vê” é adicionado por Ohlhorst (2013): veracidade.

- Volume: O *Big Data* tem um único tamanho: grande. De acordo com McAfee e Brynjolfsson (2012) 2,5 hexabytes de dados são criados por dia no mundo, sendo que

esse número dobra a cada 40 meses. Isso permite com que empresas possam trabalhar com quaisquer dados.

- Variedade: A variedade de dados é grande e crescente, não se limitando somente aos dados estruturados, mas também aos dados não estruturados como: texto, áudio, vídeo, clique de links e entre outros.
- Velocidade: É a característica com que novos dados são gerados e a análise necessária em tempo real para que o valor seja agregado a esses dados. A velocidade na obtenção e análise só são limitados pela tecnologia existente na empresa: quanto mais digitalizado for a extração e mais sofisticado forem os *softwares* de análise, mais rápido será obtenção de informações.
- Veracidade: Ohlhorst (2013) menciona a veracidade como o quarto “vê” relacionado ao *Big Data*. Por serem grandes quantidades de dados, erros estatísticos podem ocorrer se os dados coletados não forem verídicos. Como a veracidade da origem de dados é algo crítico, faz sentido a criação de um quarto “vê”.

### 2.1.3 Setores que utilizam *Big Data*

Vários setores utilizam *Big Data*. Eles são, mas não se limitam a:

- Automotivo
- Bancos
- Produtores de bens de consumo
- Governo
- Saúde
- Seguro
- Óleo e gás
- Telecomunicações
- Transporte
- Varejo

Os setores são os mais citados quando se trata de *Big Data* e seu gerenciamento.

No aspecto da indústria em geral, não há uma definição sobre o tamanho da empresa que deve utilizar ou tem *Big Data*. Entende-se que o uso do *Big Data* é feito de acordo com as

metas e objetivos da empresa, sendo que ela deve definir se será direcionada por esses dados. Então parte propriamente da política e cultura da empresa o uso de *Big Data* como algo essencial.

MacAfee e Brynjolfsson (2013) criaram um questionário eletrônico (Anexo A) para assistir às pessoas que têm dúvidas quanto a investir ou não em tecnologia para gerenciar *Big Data*. Esse questionário serve como uma base inicial para aqueles que querem analisar o assunto.

### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho foi realizado um estudo de campo qualitativa de caráter longitudinal. Segundo Mello e Turriori (2012) definem o estudo de campo de exploração como um estudo para analisar se há argumentos suficiente para justificar uma pesquisa. O caráter de estudo longitudinal está na análise de variáveis ao longo do tempo .

Para sintetizar os aspectos deste trabalho, o estudo de caso apresenta uma abordagem metodológica do exame feito de maneira adequada para compreender, explorar e descrever acontecimentos e diversos contextos (Miguel, 2007).

Para a validação de um estudo de caso, alguns autores afirmam que a generalização não tem sentido, devido as peculiaridades e especificações de cada caso, no entanto as respostas de alguns estudos de casos podem ser generalizadas, sendo viável a sua aplicação em outras situações (Sampieri, 2006).

De acordo com Tavares et al (2013), o estudo de uma pesquisa qualitativa apresentam características importantes como:

- Caráter descritivo;
- Ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como instrumento fundamental;
- Importância que as pessoas atribuem às coisas e à sua vida como cuidado do investigador;
- Enfoque indutivo.

O estudo de caso utilizado neste estudo de campo foi realizado inicialmente feitos pelas pessoas pertencentes à empresa estudada, sendo que o foco do mesmo não era diretamente ligado ao tema estudado neste trabalho. No entanto, este estudo, de maneira não intencional, está relacionado ao tema estudado neste trabalho e está incluso na área de pesquisa proposta. Aproveitando-se dessa ligação não intencional, o pesquisador utilizou-se dos dados obtidos para mudar o foco do estudo de caso, sem que houvesse nenhuma manipulação dos eventos e dados apresentados.

O critério da escolha da empresa se deve por ter apresentado um estudo de caso com dados mais consistentes, ilustrando e divulgando dados importantes referentes ao tema deste trabalho. Além desses motivos, este estudo de caso foi apresentado na empresa em que o pesquisador estava estagiando na época, o que facilitou na obtenção de dados e esclarecimentos de alguns dados apresentados.

## 4 ESTUDO DE CASO

A empresa estudada é a Klabin, produtora de papel e celulose, sendo que a mesma utiliza um software de coleta, armazenamento e análise de dados em tempo real em suas plantas, ou seja, usa um Sistema de Gerenciamento de Dados em Tempo Real (SGDE).

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

A Klabin é uma empresa com capital 100% brasileiro e é a maior produtora e exportadora de papéis para embalagem do Brasil. Ela conta com mais de 14 mil colaboradores diretos e indiretos; além disso, é detentora de diversos certificados importantes para a área em que atua, entre elas estão: FSC® (Forest Stewardship Council®), ISEGA, ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000 e OHSAS 180001.

Possui 15 unidades industriais no Brasil e uma na Argentina. Essas unidades estão organizadas em três tipos de unidades de negócio:

- Florestal: unidades que garantem o fornecimento da matéria-prima para o processo de produção de celulose;
- Papéis: unidades produtora e exportadora de papéis de embalagens;
- Conversão: unidades produtoras de embalagens de papelão ondulados e sacos industriais.

A unidade estudada se localiza na cidade de Correia Pinto, no estado de Santa Catarina. A unidade Correia Pinto produz papéis e cartões para embalagens, assim como sacos industriais. Os papéis e cartões para embalagens são amplamente utilizadas na indústria alimentícia e produtos de limpeza; a figura 1 ilustra por fotos as embalagens de papel na forma final. Os sacos industriais são muito usados na indústria da construção, geralmente encontrado na forma de saco para armazenar cimento; a figura 2 traz fotos dos sacos industriais.

Figura 1 - Fotos da forma final das embalagens de papel.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

Figura 2: Fotos dos sacos industriais.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

#### 4.2 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Durante o período de janeiro à dezembro de 2009 o sistema de Refinação de Alta Consistência sofreu 183 horas de paradas.

O sistema de Refinação de Alta Consistência é o primeiro processo para a produção do papel extensível, esse tipo de papel possui uma maior resistência mecânica e, conseqüentemente, utilizado na produção de sacos industriais devido a essa característica. Esse sistema é vital para o arranjo das fibras de celulose, o que garante as características mecânicas do papel extensível.

O sistema de Refinação de Alta Consistência produz 17,5 toneladas de papel extensível por hora, sendo que cada tonelada desse papel é vendido a R\$ 700,1093. Utilizando a equação 1, podemos calcular quanto a empresa deixou de produzir durante as 183 horas em que esse sistema ficou fora de operação.

$$TP * PH * PT^* = PP \quad (1)$$

Onde:

- TP: tempo de paradas do equipamento em horas.
- PH: produção em toneladas por hora do sistema.
- PT: preço por tonelada do papel extensível.
- PP: produção perdida.

Com isso temos:

$$183 \text{ horas} * 17,5 \text{ toneladas/hora} * \text{R\$ } 700,1093 \text{ por tonelada} = \text{R\$ } 2.241.750,00$$

Devido às 183 horas de paradas, a empresa deixou de faturar R\$ 2.241.750,00 no ano de 2009. Esse valor não é o prejuízo que a empresa sofreu, pois mesmo sem o sistema de Refino de Alta Consistência ativo há como fabricar outros tipos de papéis, no entanto esses outros tipos de papéis não possuem um valor agregado tão alto comparado ao papel extensível.

Antes da resolução do problema, o SGDE era usado simplesmente para a análise das quebras das máquinas, ou seja, os dados eram armazenados e somente quando uma máquina quebrava esses dados eram analisados.

Devido ao baixo tempo de disponibilidade do sistema de Refinamento de Alta Consistência, a área de manutenção compreendeu que somente o histórico e análise dos dados após a quebra do equipamento não seria o suficiente para diminuir o tempo de paradas e aumentar o tempo de disponibilidade do sistema. Para isso era necessário também o acompanhamento desses dados em tempo real de modo a prevenir o máximo possível as quebras de equipamentos.

#### 4.3 BENEFÍCIOS ESPERADOS

Com a monitoração dos dados em tempo real a empresa esperava os seguintes benefícios a serem alcançados:

- Aumento da disponibilidade de todos o sistema de Refinação de Alta Consistência.
- Mantenedores e operadores se familiarizassem e desenvolvessem habilidades no uso do SGDE.

- Aumento da segurança do sistema.
- Capacidade de monitorar *online* os processos e equipamentos.
- Diagnóstico mais rápido dos problemas encontrados.

#### 4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS

As soluções propostas envolveram a coleta de dados em tempo real, utilização de softwares para assistir no processo de coleta, análise, visualização e armazenamento de dados. Usou-se como indicador o percentual de *tag's*, pontos de medição virtual configurável no SGDE, implementados no monitoramento do sistema de refino. Todo o processo foi executado pelo Time Interno de Melhoria (TIM), que faz parte de um programa interno da Klabin em que o planejamento de manutenção faz parte de um dos pilares do projeto.

##### 4.4.1 Apresentação dos softwares utilizados

###### 4.4.1.1 SGDE

O SGDE usado é o PI System, desenvolvido pela empresa norte-americana OSIsoft.

Entre os softwares que compõem o PI System, os utilizados no case estudados são:

- *PI ProcessBook*: possibilita a criação e edição de telas para a visualização de processos e seus dados, sejam esses dados em tempo real ou o histórico.
- *PI DataLink*: um complemento do Microsoft Excel, conhecido por *add-in*, para transportar os dados do PI System para a planilha em Excel, sejam dados em tempo real ou o histórico.

###### 4.4.1.2 Enterprise Resource Planning (ERP)

O software ERP da empresa é produzida pela empresa alemã SAP. Entre os diferentes módulos oferecidos pela empresa alemã, a empresa no caso estudado utiliza o módulo Plant Maintenance (PM).

#### 4.4.1.3 Ferramenta de colaboração em grupo

O produto implantado na empresa é o Microsoft Sharepoint, que permite a criação de sites, sejam eles acessíveis somente dentro da empresa ou fora dela. Por meio desse software é possível o armazenamento, organização, compartilhamento e acesso aos arquivos e dados.

#### 4.4.2 Coleta de dados

Os dados foram coletados usando:

- PI System: criado para coletar dados da planta e do SAP, criação de *tag's* e criação de telas de computador para facilitar visualização dos processos.
- SAP ERP módulo PM: instalado antes da implementação do PI System para a monitoração da planta industrial.
- Microsoft Office Excel: geração de planilhas com Eficiência Geral dos Equipamentos (OEE) e relatórios com as ocorrências operacionais.
- Microsoft Sharepoint: disponibilização *online* das ocorrências de manutenção para a equipe de manutenção.

Com os dados em mão, o TIM desenvolveu uma planilha em Excel com o levantamentos do dados, mostrando as *tag's* criadas, *tag's* que precisavam ser criadas e suas configurações.

O PI System já tinha 239 *tag's* criados para o sistema de refinamento, o TIM configurou mais 161 *tag's* para complementar, somando um total de 400 *tag's*. A tabela é uma adaptação da planilha de Excel criada pelo TIM com as *tag's* já criadas.

Tabela 1 - Amostra de *tag's* existentes.

| TAG'S EXISTENTES PI |               |         |                               |         |
|---------------------|---------------|---------|-------------------------------|---------|
| ITEM                | TAG PI        | VALORES | DESCRIÇÃO                     | TIPO    |
| 35                  | 311CC-3067/MD | Auto    | Consist Entr Refinadores      | Digital |
| 36                  | 311CC-3067/SP | 4,90    | SP Consist Entr Ref Baixa     | Float32 |
| 37                  | 311CC-3080    | 3,72    | Consist Entr Engrossadores    | Float32 |
| 38                  | 311CC-3080/F  | 3,72    | Consist Filtro Engrossador    | Float32 |
| 39                  | 311CCV-3001   | 44,88   | Valv Consist Twin Wire Press  | Float32 |
| 40                  | 311CCV-3067   | 44,79   | Valv Consist Entr Ref Baixa   | Float32 |
| 41                  | 311CI-3067    | 4,88    | Consist Saida TQ AC Lamina    | Float32 |
| 42                  | 311CI-3067-1  | 2,00    | Consist Saida TQ AC BTG       | Float32 |
| 43                  | 311CNT-4047   | 518     | Disco Externo Estator Ref. AC | Float32 |
| 44                  | 311CNT-4047.1 | 518     | Disco Externo Rotor Ref. AC   | Float32 |
| 45                  | 311CNT-4047.2 | 1793    | Disco Interno Rotor Ref. AC   | Float32 |
| 46                  | 311CNT-4047.3 | 16786   | Disco Interno Estator Ref. AC | Float32 |

Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

#### 4.4.3 Divisão de *tag's*

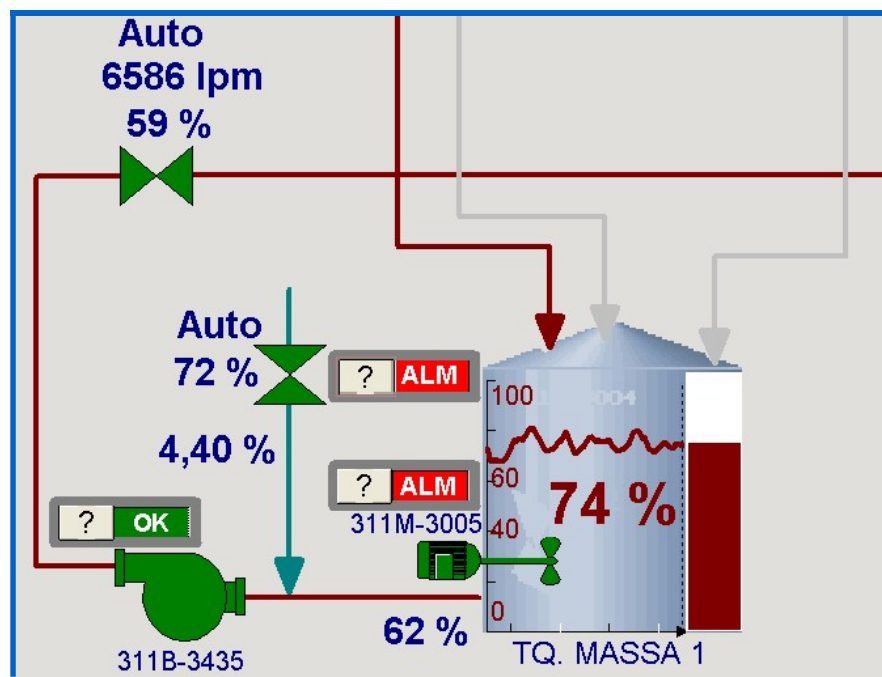
Os 400 *tag's* foram distribuídos entre quatro equipamentos que compõem o sistema de Refinação de Alta Consistência: tanque de massa nº 1, prensa desaguadora TWP, refinador de alta consistência e tanque de massa de alta consistência.

##### 4.4.3.1 Tanque de massa nº 1

O tanque de massa tem como finalidade o armazenamento da polpa, dentro dele há um agitador com finalidade de manter a mistura da polpa homogênea. Para esse tanque foram atribuídos 50 *tag's*.

A figura 3 mostra uma parcela da tela de visualização do *ProcessBook*, nessa parcela se encontra o tanque de massa e seus componentes. Entre os dados visíveis estão: porcentagem do uso da capacidade do tanque, vazão da polpa e alarmes de condição das máquinas. Quantos aos outros dados, estes não foram liberados para divulgação.

Figura 3- Amostra da tela de visualização do tanque de massa nº 1.



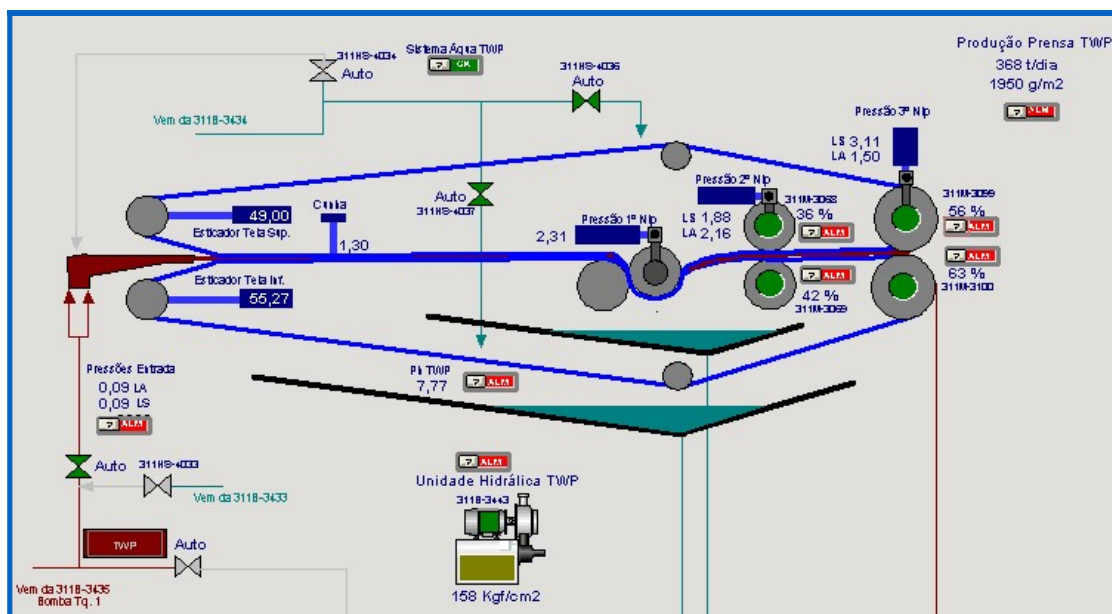
Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

#### 4.4.3.2 Prensa desaguadora *Twin Wire Press* (TWP)

A prensa desaguadora TWP serve basicamente para remoção da água na polpa, produzindo uma massa não-líquida. A TWP é o tipo de prensa conhecido no Brasil por prensa de esteira. Para a prensa desaguadora foram atribuídos 117 *tag's*.

A figura 4 ilustra a prensa desaguadora em uma tela de visualização do *ProcessBook*. Por ser uma máquina mais complexa que o tanque, a prensa acaba exigindo mais pontos de monitoramento e mais pontos de alarme.

Figura 4 – Amostra da tela da prensa desaguadora.



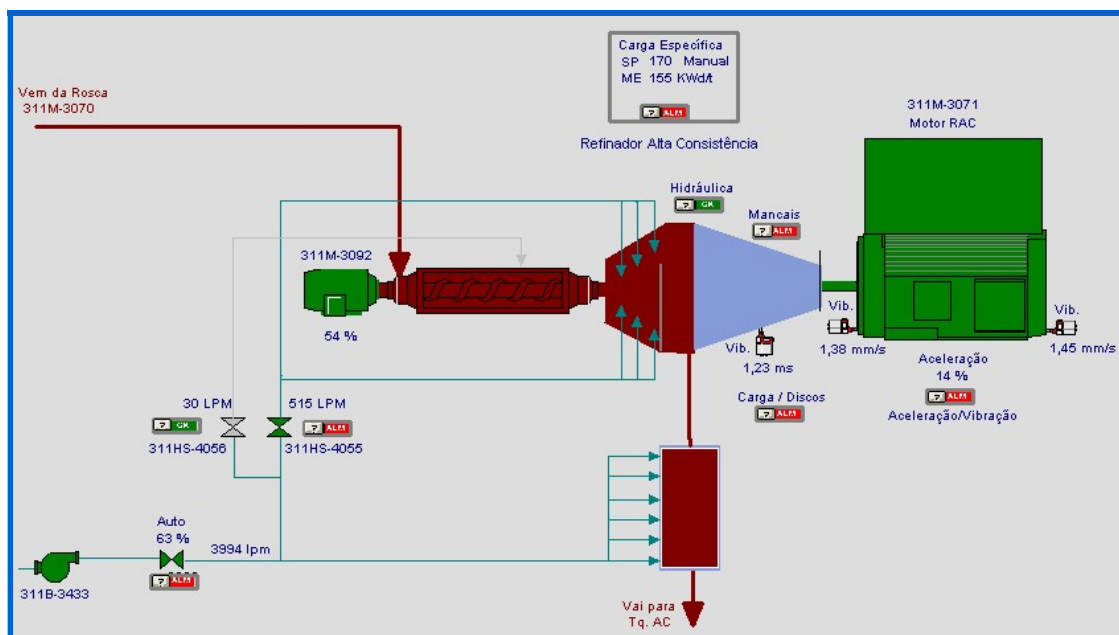
Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

#### 4.4.3.3 Refinador de Alta Consistência

Um refinador de alta consistência tem como finalidade a homogeneização das características das fibras contidas na polpa. Isso é feito com as fibras sendo cortadas pelas lâminas do refinador, permitindo que as fibras absorvam maior quantidade de água e favorecendo na formação de folhas.

A figura 5 mostra a tela de visualização do *ProcessBook* com o refinador e os componentes do processo. Diferente das duas telas anteriores, há três pontos que medem a vibração das máquinas nesta tela.

Figura 5 – Amostra da tela do refinador de alta consistência.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

#### 4.4.3.4 Tanque de massa de alta consistência

O tanque de massa de alta consistência é o tanque que procede o refinador de alta consistência. A diferença entre este tanque e o tanque mostrado anteriormente é que após o processo de refinação, a polpa que vai neste tanque já está pronto para ser transferido para a máquina de papel. Para este tanque foram implementados 77 tag's.

A figura 6 mostra a tela de visualização do *ProcessBook* focado no tanque de massa de alta consistência. O desenho é semelhante com o tanque de massa nº 1, a diferença é que tem dois misturadores ao invés de um.



Figura 7 – Planilha com o monitoramento de dados.

Microsoft Excel - Monitoramento Equipamentos RAC.xls

Arquivo Editar Exibir Inserir Formatar Ferramentas Dados Janela PI Ajuda

75% Arial

10

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8

8</

Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

A descrição da figura 8 é semelhante à figura 7, mas a figura 7 é uma planilha somente para motores e a análise não é sobre os dados em tempo real, mas na contagem de tempo para a realização de manutenções preventiva e preditiva.

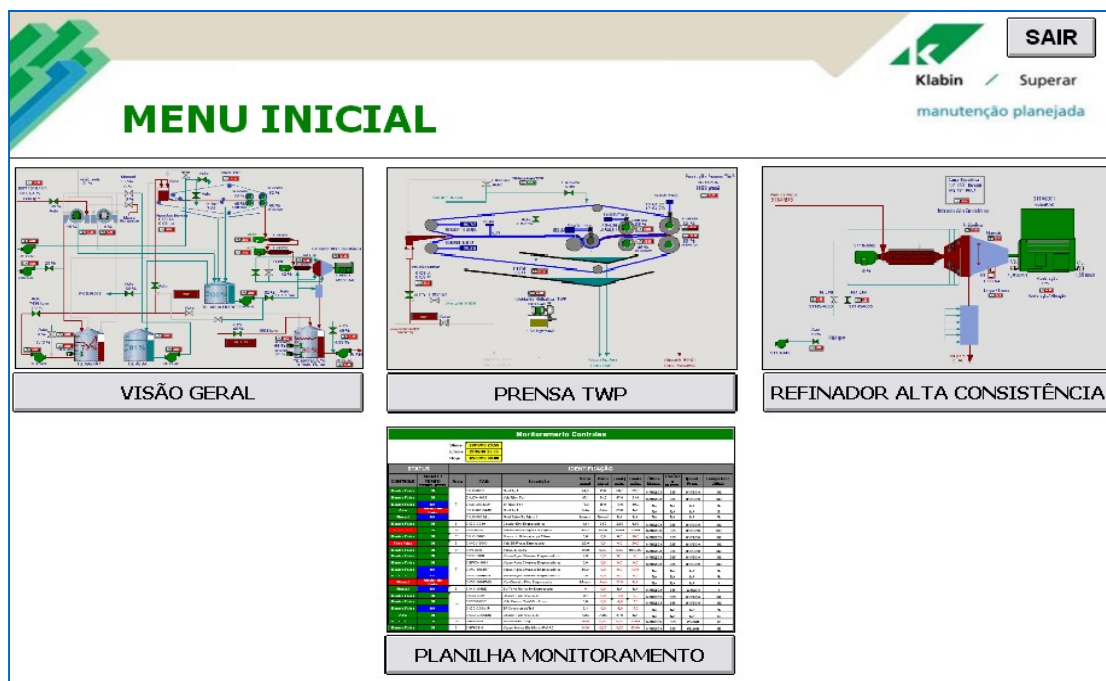
Figura 8 – Planilha com monitoramento dos motores.

[illegible]

Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

A figura 9 mostra a tela criada pelo TIM para facilitar a visualização das telas de *ProcessBook* e das planilhas de manutenção.

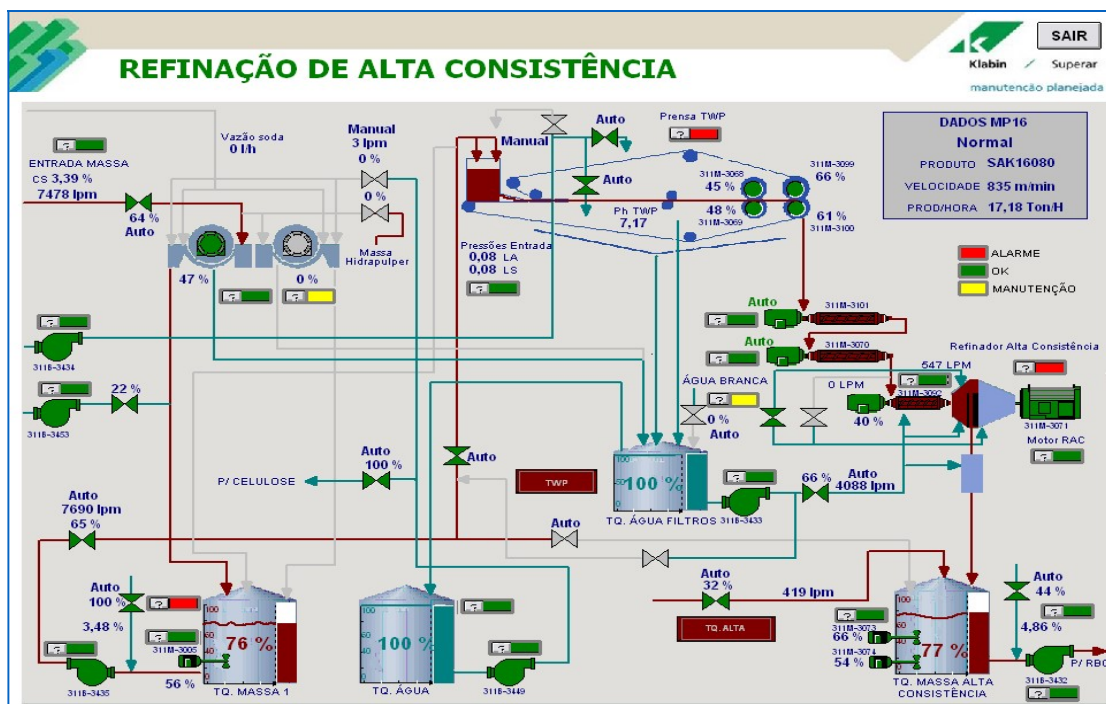
Figura 9 – Tela do menu inicial no *ProcessBook*.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

A figura 10 é a tela do *ProcessBook* que mostra todo o processo do sistema de Refinação de Alta Consistência. A maneira como os componentes ficaram dispostos na tela facilita a localização de problemas, como é o caso de alguns elementos com a cor vermelha na figura.

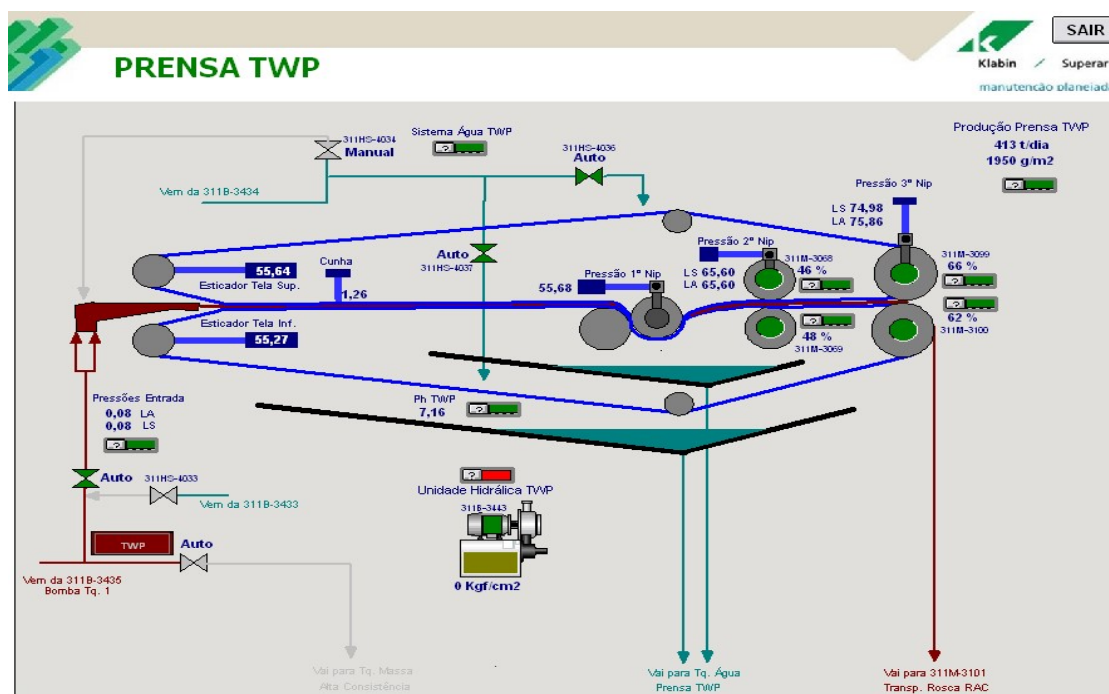
Figura 10 – Tela de monitoramento da refinação de alta consistência.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

A figura 11 é uma tela do *ProcessBook* inteiramente para a prensa desaguadora TWP. Por ser mais complexo foi necessária a criação de uma tela própria para esse equipamento, dessa forma fica fácil para um operador verificar onde há problemas na máquina, como pode se ver na unidade hidráulica TWP onde há uma barra vermelha.

Figura 11 –Tela de monitoramento da prensa TWP.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

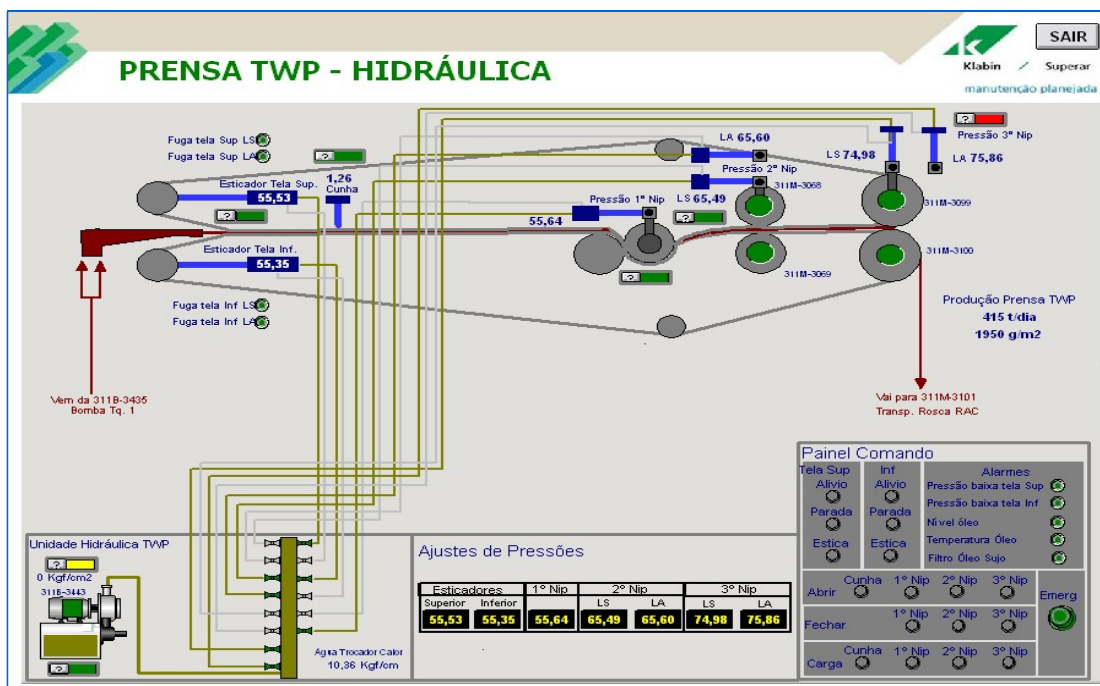
A figura do refinador de alta pode ser visto na figura 5, visto anteriormente. Como na descrição da figura 10, por ser uma máquina mais complexa foi criado uma tela própria no *ProcessBook*, monitorando assim uma das máquinas vitais ao processo.

#### 4.4.5 Análise dos dados

Verificando a figura 10 novamente, pode-se verificar que o tanque de massa nº1, a prensa desaguadora TWP e o refinador de alta consistência possuem alertas em vermelho, ou seja, há medidas fora de padrão e que devem ser verificadas.

No caso da prensa TWP, observa-se que a unidade hidráulica TWP está com dados fora do limite. Na figura 12, com uma tela mais detalhada da unidade hidráulica TWP, pode-se observar que o problema se encontra na pressão do 3º Nip, na figura 13 pode se verificar com mais detalhes que são “Pressão Zona 3 TWP LS” e “Pressão Zona 3 TWP LA” que estão com problemas. Dessa forma o técnico é informado e a equipe de manutenção manda alguém disponível para resolver o problema na máquina.

Figura 12 – Tela da unidade hidráulica da prensa TWP.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

Figura 13 – Detalhe dos dados do 3º Nip da unidade hidráulica.

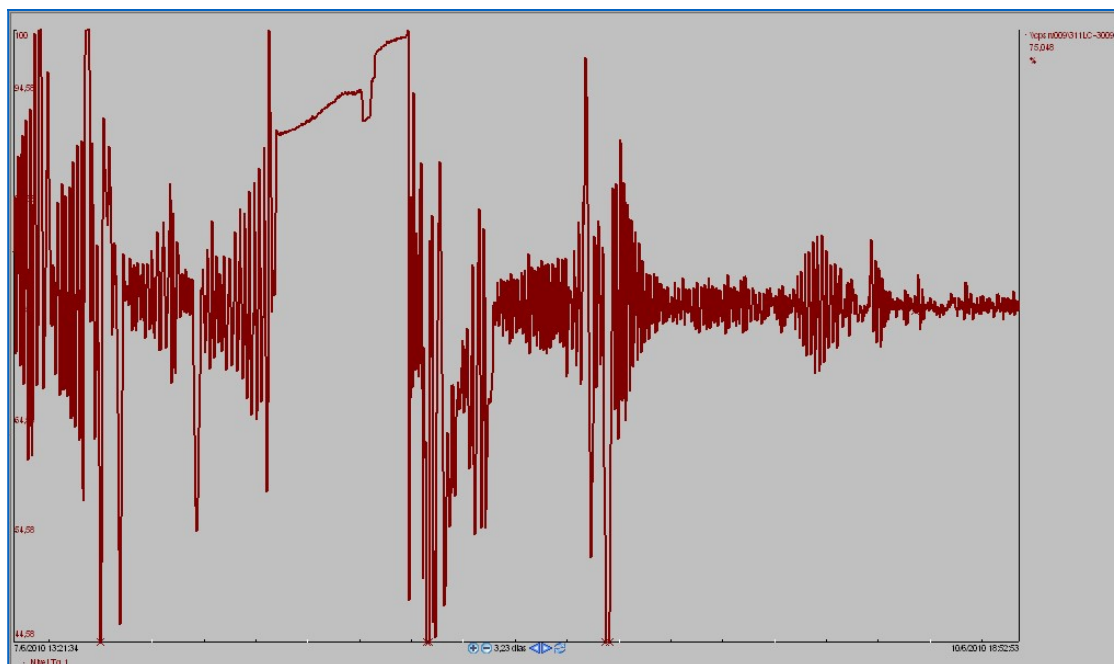
| 3º Nip Prensa TWP - Hidráulica |                          |      |              |                         |             |             |             |             |               |                |
|--------------------------------|--------------------------|------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|----------------|
| CONTROLE                       | MANUT / TEMPO CONT. AUTO | Área | TAG          | Descrição               | Valor atual | Valor ideal | Limite mín. | Limite máx. | Última Manut. | Período Manut. |
| NA                             | OK                       | 311  | 311HS-4028-1 | Fecha Nip Zona 3 TWP LS | fechada     | NA          | NA          | NA          | 14/2011       | 90             |
| NA                             | OK                       |      | 311HS-4028-2 | Fecha Nip Zona 3 TWP LA | fechada     | NA          | NA          | NA          | 14/2011       | 90             |
| NA                             | OK                       |      | 311HS-4028-3 | Carga Nip Zona 3 TWP LS | Carga       | NA          | NA          | NA          | 14/2011       | 90             |
| NA                             | OK                       |      | 311HS-4028-4 | Carga Nip Zona 3 TWP LA | Carga       | NA          | NA          | NA          | 14/2011       | 90             |
| Fora Faixa                     | OK                       |      | 311P-4028-1  | Pressão Zona 3 TWP LS   | 75,4        | 66,50       | 64,50       | 68,50       | 14/2011       | 90             |
| Fora Faixa                     | OK                       |      | 311P-4028-2  | Pressão Zona 3 TWP LA   | 76,1        | 66,50       | 64,50       | 68,50       | 14/2011       | 90             |

Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

No tanque nº 1, o alerta se deve à variação de nível interno do tanque. Antes do monitoramento em tempo real, a planta industrial perdia papel antes de perceber que o nível no tanque estava variando fora do normal. Agora essa variação, que pode ser visto nas figuras

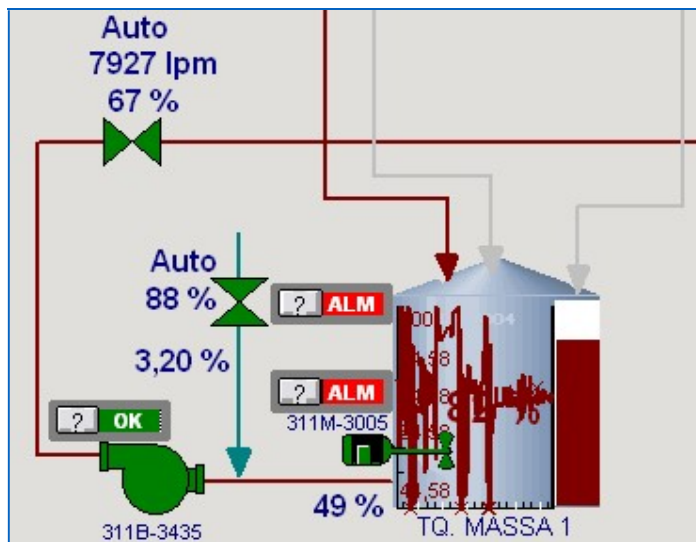
14 e 15, é monitorada e observando a variação de nível foi feito uma alteração na malha de automação e houve um ganho no controle dessa variação anormal.

Figura 14 – Gráfico da variação do nível do tanque nº 1 (MATOS e MELLO, 2011).



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

Figura 15 – Amostra da tela com os dados do tanque nº 1.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

Na parte de refino de alta consistência, o problema indicado era a vibração da máquina. Na figura 16 pode se ver o gráfico mostrando a variação dessa vibração. A vibração encontrada foi reportada a equipe de operação e, em conjunto com a equipe de manutenção, resolveram abrir o refinador. A figura 17 mostra as ranhuras encontradas no disco quando o refinador foi aberto. Essas ranhuras eram a causa da variação da vibração no refinador.

Figura 16 – Gráfico da variação da vibração da máquina.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

Figura 17 – Foto com as ranhuras no disco da máquina.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

#### 4.4.6 Resultados obtidos

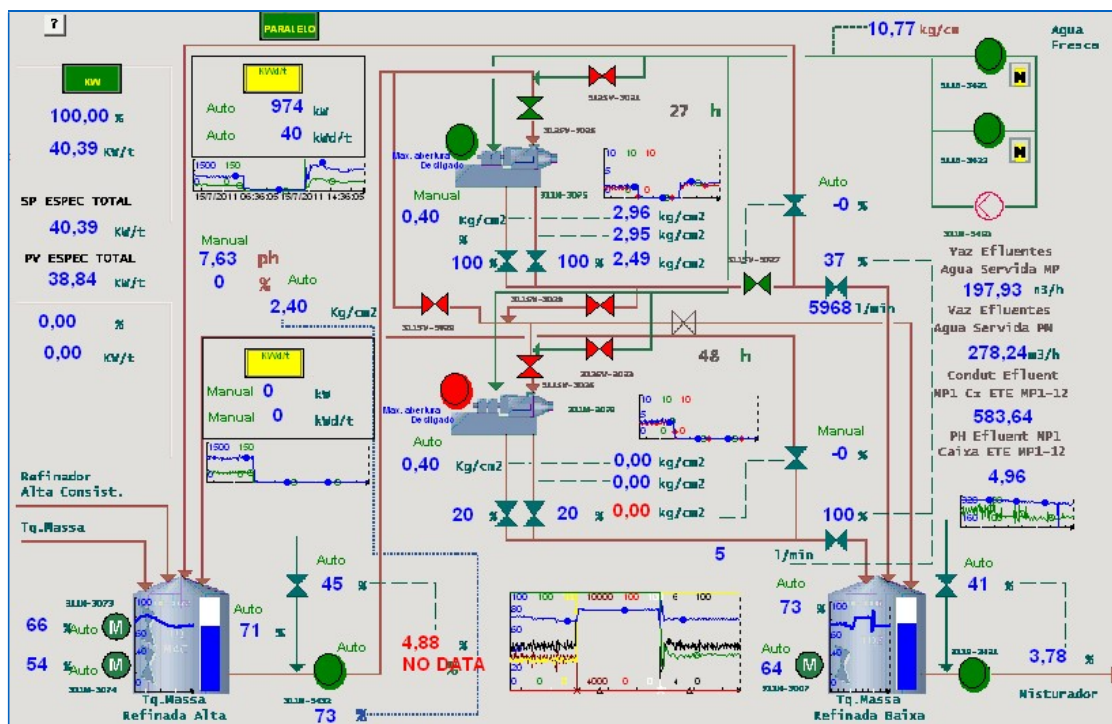
Desde a implementação dessas novas funcionalidades no sistema de Refinamento de Alta Consistência, o tempo de paradas entre janeiro de 2011 e junho 2011 foi de 55 horas. Se usarmos a equação 1 e multiplicarmos o resultado por 2, considerando que nos outros 6 meses tenha ocorrido o mesmo número de paradas, teremos:

$$55 \text{ horas} * 17,5 \text{ toneladas/hora} * \text{R\$ } 700,1093/\text{tonelada} * 2 = \text{R\$ } 1.347.710,00$$

Se comparar aos dados de 2009 e subtrairmos o valor de 2009 com o valor de 2011, a planta teve um ganho de R\$ 894.040,00 e os equipamentos ficaram disponíveis por mais tempo.

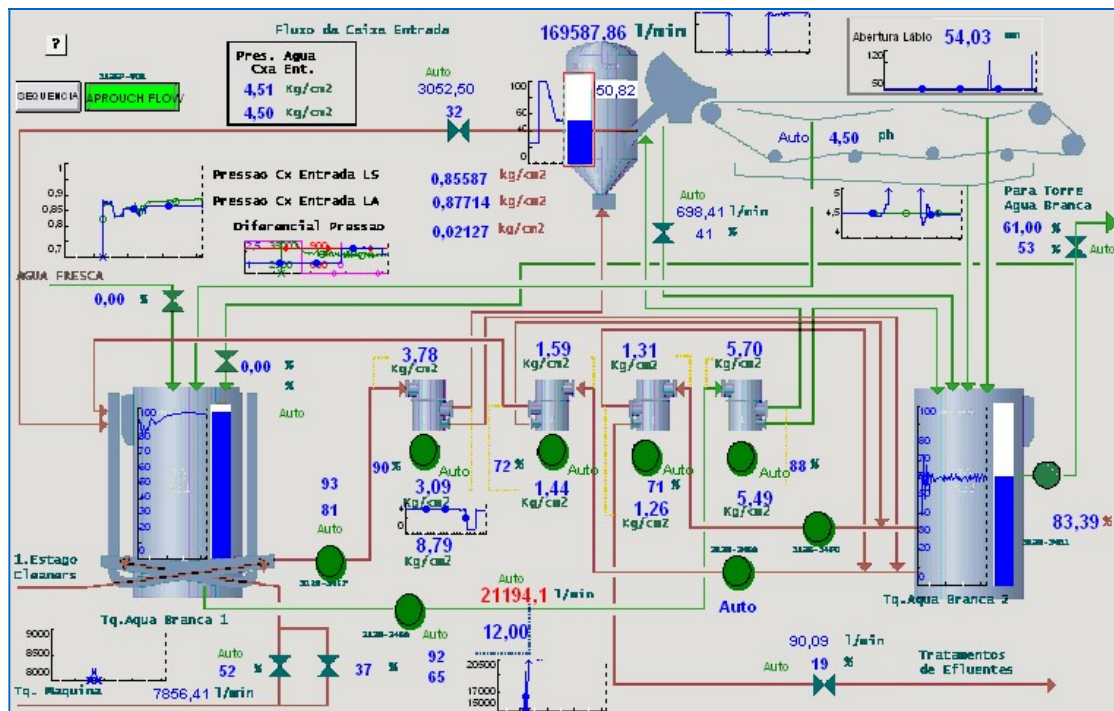
Com o sucesso da implantação do PI System, houve a expansão do uso do mesmo para outros setores da planta como na refinação de baixa consistência, visto na figura 18, e sistema de depuração, visto na figura 19.

Figura 18 – Tela do processo de baixa refinação.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

Figura 19 – Tela para o sistema de depuração.



Fonte: Adaptado de MATOS e MELLO, 2011.

## 5 DISCUSSÃO DO CASO

### 5.1 NO ASPECTO DO BIG DATA

A Klabin necessitou de 400 *tag's* para monitorar um único sistema dentro da fábrica inteira. De acordo com as informações obtidas na empresa OSIsoft, o PI System é vendido em pacotes começando com 1.000 *tag's*, sendo que pacote mais comum é o de 10.000 *tag's* por planta industrial. Então entende-se que a Klabin é uma empresa guiada por dados, especialmente na parte de manutenção, onde foi feito o monitoramento. A Klabin é uma empresa que opera com *Big Data*, pois ela é guiada por dados que são obtidos em tempo real e com mais de 400 pontos diferentes de medição.

A planta de Correia Pinto tinha os dados, mas sub utilizava os dados que tinha e os sistemas que possuía. No momento em que decidiram ser guiados por dados, a planta industrial acabou obtendo um benefício concreto: a diminuição de tempo de parada. Por causa desse benefício a empresa expandiu o uso do PI System em outros setores da planta junto com o TIM, criando outros projetos e aquisição de dados, isso se prova nas figuras 19 e 20 mostradas anteriormente.

Quanto ao número de *tag's* usados, não se pode dizer que tenha sido muito ou pouco. Cada empresa define quais parâmetros devem ser monitorados; contudo quanto mais detalhes forem monitorados na planta industrial mais dados serão gerados e, provavelmente, mais informações.

Pode se deduzir que com o sucesso na planta de Correia Pinto, a Klabin irá expandir esse sistema para as outras 15 plantas. Se pensarmos no número médio de *tag's* por empresa e multiplicarmos ao número de plantas da Klabin, isso dá 160.000 *tag's* que irão gerar dados de acordo com a periodicidade programada. Métodos tradicionais para análise desses dados, no qual muitos dos dados seriam capturados e preenchidos manualmente, levariam muito tempo para serem resolvidos e se continuasse assim, a Klabin continuaria a não produzir mais de 2,2 milhões de reais.

## 5.2 ANÁLISE DE DADOS

Apesar dos ganhos que a empresa obteve com o trabalho feito, há uma questão que pode melhorar na tomada de decisões.

No caso da vibração do motor do refinador de alta consistência, não fica claro se os dados foram tratados ou não, mas com os picos mostrados no gráfico, pode-se inferir que não sofreram nenhum tratamento relevante e o alarme foi emitido no momento da grande variação na vibração do motor. Houve uma discussão entre o TIM e os mantenedores da área para decidir sobre a parada da máquina devido a esse aumento de vibração. Essa discussão poderia ser evitada se o TIM usasse algum parâmetro estatístico para analisar a tendência dessa vibração. O uso da equação 2 pode utilizar o *Root Mean Square* (RMS) para obter os dados da velocidade:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{\Delta t} \int_0^{\Delta t} f^2(t) dt} \quad (2)$$

Sendo:

- RMS = valor da vibração em mm/s;
- $\Delta t$  = intervalo de tempo em que se desenvolve o movimento;
- $f(t)$  = grandeza de vibração a se mensurar.

Com essa equação obtém-se um valor menor do que os picos mostrados na figura 16, mas esses valores descrevem melhor a tendência da vibração da máquina. Foram encontrados ranhuras, mas não foi explicado se as mesmas afetaram a produção do sistema. Então o gráfico da figura 16 pode ser melhorado se for adotado um segundo gráfico de comparação que mostre a tendência de vibração da máquina e se basear no segundo gráfico ao invés do primeiro.

## 6 CONCLUSÃO

O trabalho mostrou que a Klabin é uma empresa que utiliza o *Big Data* dentro de suas plantas industriais. Ela é uma empresa orientada por dados para as tomadas de decisões dentro do chão de fábrica.

O *Big Data* é uma realidade inescapável. Para o melhor uso do *Big Data* em uma empresa é necessário uma estrutura de TI sólida com uma equipe que defina bem quais dados deverão ser gerados, analisados e armazenados. Apesar do grande foco em TI, o *Big Data* compreende diversas áreas. Mesmo em uma planta industrial, diferentes setores devem estar presentes e criar parâmetros e medições juntos a equipe que fará a coleta de dados; uma vez que esses dados auxiliarão essas mesmas áreas.

O uso definitivo do *Big Data* se limita a situação financeira da empresa e da filosofia seguida. Investimentos em TI são altos, o que os torna pouco atrativos para empresas que não dominam o assunto. Quanto à filosofia, *Big Data* significa ter em mão muitos dados, muitas informações, significa ter controle sobre todos os aspectos dos dados e alguns funcionários podem não se sentir à vontade, isso vale também para empresas que prezam a autonomia entre as unidades fabris.

As boas práticas envolvidas para a gestão de *Big Data* em plantas industriais são:

- Criação de uma equipe para a implementação de projetos envolvendo *Big Data*.
- A criação da equipe deve estar alinhada com as políticas da empresa.
- A equipe deve sempre definir parâmetros de medição de dados junto as áreas envolvidas nos projetos.
- Monitoração de dados deve ser constante; no caso de áreas em que a automação de dados não seja possível, deve se criar rotinas rigorosas de medição de dados.

É importante a participação e o apoio da alta gerência nos projetos envolvendo *Big Data*, pois ela se beneficiará com as informações proveniente desses dados. Mesmo havendo um custo inicial alto para investir na tecnologia necessária, o monitoramento correto de dados pode gerar retorno, como mostrado no estudo de caso. Além disso, uma das consequências da automatização na coleta e análise de dados é a possibilidade da criação de relatório único e igual para todos a respeito do desempenho das plantas industriais. Normalmente a geração

desses relatórios é um processo demorado e permite erros; com a automação na coleta e análise de dados, esses relatórios serão gerados rapidamente e, com o armazenamento de dados, as auditorias sobre os dados obtidos tornam-se mais rápidas.

Os estudos sobre *Big Data* no Brasil ainda são escassos. Muitos estudos envolvendo coleta e análise de dados são tratados de maneira pontual. A escassez de trabalhos nessa área pode ter levado ao equívoco no tratamento do *Big Data*. Pode-se deduzir que há *Big Data* em muitas plantas industriais se todos esses processos forem estudados em conjunto.

Uma vez que ficou claro a existência de *Big Data* em plantas industriais e que elas são parte integrante do *Big Data* gerado pela empresa com a integração de um sistema ERP, cabe a trabalhos futuros mostrarem como *Big Data* interage não somente em uma planta, mas em todas as plantas pertencentes a empresa; se possível mostrando as diversas plataformas de análises de dados sendo integradas ao sistema.

Também se espera que trabalhos futuros possam mostrar o aspecto completo do *Big Data* em uma empresa, não só analisando as plantas industriais, mas relacionadas ao comportamento do mercado e como a empresa, e respectivos dados, reagem a esses comportamento.

## REFERÊNCIAS

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *Big Data: The Management Revolution*. **Harvard Business Review**. Out, 2012. Disponível em :<<http://hbr.org/2012/10/big-data-the-management-revolution/ar/pr>>. Acesso em: 6 set. 2013

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. Is Your Company Ready for *Big Data*? **Harvard Business Review**. Out, 2012. Disponível em:< <http://hbr.org/web/2013/06/assessment/is-your-company-ready-for-big-data>>. Acesso em: 6 set. 2013

DUHIGG, C. **The Power of Habit: why we do what we do in life and business**. 1. ed. New York: Random House, 2012. 371 p.

MATOS, D.; MELLO, A. Análise preditiva dos equipamentos utilizando o PI System. In: SEMINÁRIO REGIONAL OSISOFT BRASIL, 2011, São Paulo. **Anais eletrônicos ...** São Paulo: OSISOFT Brasil, 2011. Disponível em: <[http://cdn.osisoft.com/corp/en/media/presentations/2011/RegionalSeminars/PDF/RS2011\\_Brazil\\_Klabin\\_Mello.pdf](http://cdn.osisoft.com/corp/en/media/presentations/2011/RegionalSeminars/PDF/RS2011_Brazil_Klabin_Mello.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2013.

MELLO, C. H. P.; TURRIONI, J. B. **Metodologia de pesquisa em engenharia da produção**. Itajubá: 2012. 199 p.

OHLHORST, F., J. **Big Data Analytics: turning Big Data into money**.1. ed. New Jersey: John Willey & Sons, Inc.453 p.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F. ; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

TAVARES, J. DA C. DA C.; NETO, J. B. R.; HOFFMANN, S. C. **Sistemas de Gestão Integrados**. 3. ED. São Paulo: Senac São Paulo, 2012. 225 – 270.

**ANEXO A – Questionário criado por Brynjolfsson e McAfee para averiguar se a empresa está pronta ou não para investir em *Big Data***

---

**LEADERSHIP**

This first group of questions relates to your company's style of leadership.

1. Does your leadership team set clear strategic goals?
  - ☐ Goals are clear
  - ☐ Goals are usually clear
  - ☐ Goals are clear but general
  - ☐ Goals are unclear
  - ☐ Goals are not strategic
2. Does your leadership team clearly define what success looks like?
  - ☐ Always
  - ☐ Usually
  - ☐ Sometimes
  - ☐ Rarely
  - ☐ Never
3. Does your leadership team think creatively and propose truly novel offerings?
  - ☐ Always
  - ☐ Usually
  - ☐ Sometimes
  - ☐ Rarely
  - ☐ Never
4. Does your leadership deal effectively with customers and other stakeholders?
  - ☐ Yes, with all stakeholders
  - ☐ Yes, with some stakeholders (e.g., employees)
  - ☐ Usually
  - ☐ Occasionally
  - ☐ Generally not

---

**TALENT MANAGEMENT**

The following questions relate to your company's talent in support of *Big Data*.

5. Which of the following does your company currently employ?  
Please check all that apply in this category.
- ☐ Data scientists
  - ☐ Computer scientists
  - ☐ Statisticians/econometricians
  - ☐ Business analysts
6. Is your data analytics team skilled at speaking the “language of business” or do they struggle in communicating data insights to other functions?
- ☐ Communicate very well
  - ☐ Communicate moderately well
  - ☐ Don't communicate very well
  - ☐ Don't communicate at all to other functions
  - ☐ Not applicable, we don't have a data analytics team
7. Is your company generally skilled in structuring experiments?
- ☐ Experimentation are very well structured and pervasive
  - ☐ Experimentation are somewhat well structured
  - ☐ Experiments are well structured, but not widespread
  - ☐ Experiments are not well structured and/or very rare
  - ☐ Not applicable, we don't do business experiments
8. How adept is your company in using data visualization to illuminate an issue?
- ☐ Very adept at using visualization with varied audiences
  - ☐ Adept at using visualization but with limited audiences
  - ☐ Moderately adept at using visualization with some audiences
  - ☐ Not very adept at using visualization and/or use it rarely
  - ☐ Not applicable, we don't do data visualizations

---

## TECHNOLOGY

The following questions relate to how technology is used at your company.

9. Is your data currently highly fragmented, housed in many databases or data warehouses and difficult to unite?
- ☐ Unified across the enterprise

- ☐ Routinely unified as needed
  - ☐ Can be combined to support specific projects
  - ☐ Data generally in silos but accessible with significant effort
  - ☐ Very fragmented and almost impossible to access
10. Does your company currently use cloud-based services or does your data all reside locally?
- ☐ Use the cloud for most things
  - ☐ Most new things
  - ☐ Noncritical things or one specific function
  - ☐ Pilot stage
  - ☐ Data Resides Locally
11. Does your technology team take a “start small and iterate” approach or does it typically make larger, up-front investments?
- ☐ Start small always
  - ☐ Usually start small
  - ☐ Case-by-case basis
  - ☐ Usually go big
  - ☐ Go big always
12. Do you use open source software or proprietary software in your company?
- ☐ Virtually all open source
  - ☐ Prefer open source solutions
  - ☐ Case-by-case basis
  - ☐ Prefer proprietary solutions
  - ☐ Virtually all proprietary

---

## DECISION-MAKING

These questions relate to your company's decision-making process using *Big Data*.

13. How are the decision rights allocated in your company? ☐ Employees empowered to make important decisions
- ☐ Supervisors and managers empowered to make important decisions
  - ☐ Decentralized decision rights but mostly among managers
  - ☐ Most non-routine decisions made at the business unit level

- ☐ Most non-routine decisions made at HQ
14. Which of the following best describes how data and quantitative analysis is used at your company for making operational, day-to-day decisions? ☐ Almost totally data-driven
- ☐ Largely data-driven
  - ☐ Somewhat data-driven
  - ☐ Largely based on intuition and experience
  - ☐ Almost totally based on intuition or experience
15. Which of the following best describes how data and quantitative analysis is used at your company for making high-level strategic decisions? ☐ Almost totally data-driven
- ☐ Largely data-driven
  - ☐ Somewhat data-driven
  - ☐ Largely based on intuition and experience
  - ☐ Almost totally based on intuition or experience
16. Which of the following best describes how your company's data-driven decision-making relates to other major players in your industry? ☐ We are pioneers
- ☐ Ahead of our competitors
  - ☐ Keeping pace or catching up
  - ☐ Falling Behind
  - ☐ Non-adopters

---

### COMPANY CULTURE

The following questions relate to your company's culture around the use of data.

17. Is your company generally comfortable with new tools and approaches?
- ☐ Very Comfortable
  - ☐ Mostly Comfortable
  - ☐ Somewhat Comfortable
  - ☐ Not Very Comfortable
  - ☐ Not at All Comfortable
18. How are data most often used to support decision-makers?
- ☐ Data is always consulted before a decision
  - ☐ Data is usually consulted before a decision is made
  - ☐ Data is consulted inconsistently before or after a decision
  - ☐ Data is mostly used after a decision is already made
  - ☐ Data is not used to support decisions
19. Does your company approach problems first by asking “what do we think?” or “what do we know?”
- ☐ Always "what do we know"
  - ☐ Usually "what do we know"
  - ☐ Sometimes “what do we think” and sometimes “what do we know"
  - ☐ Usually “what do we think”
  - ☐ Always “what do we think”
20. Are your company’s incentives structures generally aligned with data-centric behaviors?
- ☐ Completely aligned
  - ☐ Mostly aligned
  - ☐ Well-aligned in some areas but not others
  - ☐ Not very aligned
  - ☐ Not at all aligned