

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS – UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA  
MBA EM GESTÃO EMPRESARIAL

EDINEI OLIVEIRA DE SOUZA

**EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE):  
UM ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA  
E GESTÃO DE DADOS DE EFICIÊNCIA DOS EQUIPAMENTOS  
ADOTADO PELA EMPRESA BOMBAS VANBRO LTDA.**

São Leopoldo

2016

Edinei Oliveira de Souza

**EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE):  
UM ESTUDO DE CASO DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA  
E GESTÃO DE DADOS DE EFICIENCIA DOS EQUIPAMENTOS  
ADOTADO PELA EMPRESA BOMBAS VANBRO LTDA.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão Empresarial, pelo MBA em Gestão Empresarial da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS.

Orientador: Prof. MS. Francisco F. Carmo.

São Leopoldo

2016

*“O que não é medido não é gerenciado.”*

*William Edwards Deming*

## RESUMO

O indicador de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) representa uma medida da utilização dos recursos produtivos no que tange a disponibilidade, performance e qualidade, e a gestão dos dados que compõe este indicador se coloca como uma oportunidade de grandes avanços nas áreas de manufatura das empresas. Este estudo de caso analisa o processo de implantação de um sistema de coleta e gestão de dados de eficiência de produção na empresa Bombas Vanbro Ltda., evidenciando as dificuldades encontradas e sugerindo melhorias do índice de disponibilidade de máquina, de performance e de qualidade da produção, assim como ajustes à filosofia do Sistema Toyota de Produção e da Teoria das Restrições. Através de análise de documentos da empresa, observação participante e realização de entrevistas é gerada a síntese da situação geral, e das proposições de melhorias citadas além de sugestões para um melhor processo de gestão dos dados coletados, criando assim uma situação que subsidia a melhora do desempenho fabril da empresa em questão.

Palavras-chave: OEE. Coleta de dados. Gestão dos dados. Sistema Toyota de Produção. Teoria das Restrições.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagem básica do Sistema Toyota de Produção.....	18
Figura 2 - Abordagens de manufatura.....	20
Figura 3 - A função de melhoria contínua (Kaizen) do Kanban.....	22
Figura 4 - Cartão Kanban de produção.....	23
Figura 5 - Cartão Kanban de requisição.....	24
Figura 6 - Cartão Kanban de fornecedor.....	25
Figura 7 - Representação gráfica da sistemática de cálculo de OEE.....	30
Figura 8 - Ciclo PDCA de controle de processos.....	32
Figura 9 - Metas para melhorar / Metas para manter.....	33
Figura 10 - Metas para manter.....	35
Figura 11 - Coletor TI 4100.....	52
Figura 12 - Coletor TI 4100 - Centro de Usinagem.....	53
Figura 13 - Ordem de produção.....	54

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Rejeitos 1º bimestre 2016 por tipo.....	61
Gráfico 2 - Análise do tempo global do 1º bimestre de 2016.....	64
Gráfico 3 - Causas de parada não programada .....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de máquinas para sistema de coleta de dados .....	49
Tabela 2 - Relação de rejeitos.....	55
Tabela 3 - Relação de paradas .....	55
Tabela 4 - Tempos para apontamento .....	56
Tabela 5 - OEE segunda quinzena de março de 2016.....	59
Tabela 6 - Definição dos tipos de rejeitos .....	61
Tabela 7 - Performance da máquina M077 .....	63

## LISTA DE SIGLAS

ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> (planejamento de recursos empresariais)
JIT	<i>Just in Time</i> (no tempo exato)
OP	Ordem de Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Action</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TOC	<i>Theory Of Constraints</i> (Teoria das Restrições)



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.2 OBJETIVOS .....	13
<b>1.2.1 Objetivo geral</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>14</b>
1.3 JUSTIFICATIVA .....	14
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP).....	17
2.2 JIT ( <i>JUST IN TIME</i> ).....	19
<b>2.2.1 Qualidade</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2.2 Filosofia de operações do JIT</b> .....	<b>21</b>
2.3 KANBAN.....	21
<b>2.3.1 Tipos de cartão Kanban</b> .....	<b>23</b>
2.4 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC) .....	25
<b>2.4.1 Regras da teoria das restrições</b> .....	<b>26</b>
2.5 OEE ( <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> ) .....	27
<b>2.5.1 Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (TEEP)</b> .....	<b>30</b>
2.6 CICLO PDCA .....	31
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>36</b>
3.1 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO .....	37
3.2 COLETA DE DADOS .....	37
3.3 ANÁLISE DE DADOS.....	39
<b>4 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>41</b>
4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	41
<b>4.1.1 A bomba submersa</b> .....	<b>42</b>
<b>4.1.2 A estrutura fabril</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1.3 A identificação do problema no setor fabril</b> .....	<b>45</b>
4.2 A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INFORMATIZADO DE COLETA DE DADOS.....	47
4.3 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE DADOS .....	52
4.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE GESTÃO .....	57
4.5 GESTÃO DOS DADOS COLETADOS.....	58

<b>4.5.1 Qualidade</b> .....	<b>60</b>
<b>4.5.2 Performance</b> .....	<b>62</b>
<b>4.5.3 Disponibilidade</b> .....	<b>64</b>
<b>4.6 SÍNTESE DA COLETA E GESTÃO DOS DADOS</b> .....	<b>66</b>
<b>4.6.1 Análise do Projeto em relação à Teoria das Restrições</b> .....	<b>69</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>73</b>
<b>ANEXO A – PERGUNTAS REALIZADAS NA ENTREVISTA POR PAUTAS</b> .....	<b>75</b>
<b>ANEXO B – 5W1H IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA</b> .....	<b>76</b>
<b>ANEXO C – MODELO ATA REUNIÃO DE PRODUÇÃO</b> .....	<b>82</b>
<b>ANEXO D – ATA REUNIÃO DE PRODUÇÃO</b> .....	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com os constantes e cada vez mais rápidos avanços tecnológicos, observamos que as barreiras como linguagem ou distância influenciam menos na dinâmica entre as nações. Este cenário incentiva não apenas as trocas de informações, mas também as trocas comerciais, permitindo às empresas ocuparem espaços em novos mercados, e que as pessoas possam ter mais opções para atenderem aos seus desejos ou necessidades. Esta dinâmica fez com que a competitividade aumentasse chamando a atenção das empresas para, entre outros fatores, a eficiência.

E este aumento da competição interna causada pela abertura comercial e financeira, a privatização de determinados segmentos industriais, a introdução de novas técnicas de gerência de produção, a modernização de práticas gerenciais, além da introdução do regime de câmbio flexível desde o começo de 1999 alteraram nosso relacionamento com o exterior, impactando no ambiente industrial brasileiro. (BONELLI, 2005).

As organizações inseridas em tal ambiente econômico de mercado necessitam direcionar maiores esforços ao planejamento e controle dos seus fatores de produção, geradores de custos e receitas. Devido a crescente influência do mercado comprador em estabelecer o preço pelo qual está disposto a pagar pela aquisição de bens ou serviços, as empresas têm sido obrigadas a voltar-se mais acentuadamente à gestão da sua eficiência operacional, no que se refere ao planejamento e controle do consumo dos recursos demandados pela realização de suas operações. (MACHADO; SOUZA, 2006).

Porém a estrutura de custos tem um espaço limitado para redução, pois se esta impactar em diminuição da qualidade do produto poderá trazer sérios danos à marca e a imagem da empresa. Sendo assim, o viés da eficiência de produção torna-se fundamental para reduzir os custos por meio da melhor utilização dos recursos disponíveis, produzindo mais com a mesma estrutura, baixando assim o custo total da empresa, ou seja, ser mais eficiente. E eficiência é entendida como o melhor uso dos meios disponíveis para alcançar um objetivo determinado previamente. Nada mais é do que alcançar os objetivos programados, fazendo uso do mínimo de recursos e tempo.

As empresas de manufatura de classe mundial compartilham características, como direção para resultados e a liderança sinérgica de equipes multifuncionais. Um sistema de medição eficaz e a gestão com parâmetros-chave contribuem para aumentar a produtividade e um método denominado Eficiência Global dos Equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*), ajuda a entender melhor como está o desempenho da área de manufatura e a identificar a máxima eficiência possível. (HANSEN, 2006). A utilização do indicador OEE permite que as empresas analisem as reais condições da utilização de seus ativos. Esta análise das condições ocorre a partir da identificação das perdas existentes nos equipamentos, envolvendo os índices de disponibilidade, performance e qualidade. A multiplicação do índice de disponibilidade, pelo índice de performance, pelo índice de qualidade formam o indicador de OEE. (CHIARADIA, 2004).

Cabe aqui ressaltar que um indicador é primordialmente uma ferramenta de mensuração, utilizada para levantar aspectos quantitativos ou qualitativos de um dado fenômeno, com vistas à avaliação e a subsidiar a tomada de decisão. (ROZADOS, 2005). Quando um indicador mensura um fenômeno controlável, este pode ser comparado com o resultado desejado, a fim de verificar se o objetivo está sendo alcançado e em caso negativo podem-se tomar medidas para que o indicador alcance o objetivo. Existem métodos para isso, e um deles é o ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Action*), que segundo Campos (2009) se trata de um método de gerenciamento de processos ou de sistemas, e funciona como um caminho para atingir as metas atribuídas aos produtos ou sistemas empresariais. Este conceito, conhecido atualmente pela sigla PDCA, foi originalmente desenvolvido na década de trinta pelo estatístico americano Walter A. Shewhart, como sendo um ciclo de controle de processo, que pode ser repetido continuamente sobre qualquer processo ou problema. (ANDRADE, 2003).

Este estudo de caso foi realizado na empresa Bombas Vanbro Ltda. localizada na cidade de Sapucaia do Sul/RS, uma indústria do setor metalúrgico onde seu principal produto é a bomba submersa para poços tubulares, seguido de painéis elétricos de comando, além de bombas horizontais, booster de pressão e bombas para sistemas de incêndio. Descreve e analisa o processo de implantação de um sistema de coleta e gestão de dados de eficiência dos equipamentos utilizados para conduzir um processo de melhoria baseado no indicador OEE.

## 1.1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

O segmento de mercado de bombas hidráulicas, especificamente de bombas para poços tubulares, é um mercado já maduro e que não tem expressivas taxas de crescimento. Os fabricantes que atuam no Brasil hoje em sua maior parte são empresas multinacionais, que entraram no país pela aquisição de empresas brasileiras. Estas empresas adquiridas foram em geral modernizadas e sofreram alterações focadas no recebimento de partes importadas, ou em outros casos do equipamento completo para a venda no mercado nacional.

Os equipamentos ou as suas partes que são fabricadas em outros países chegam ao mercado nacional com um custo menor em relação aos produtos da Bombas Vanbro, mesmo que a recente desvalorização do Real tenha atenuado esta diferença. Um dos aspectos que causam esta diferença de valor está nas diferenças construtivas dos equipamentos fornecidos pelas empresas concorrentes, que utilizam materiais de menor durabilidade e resistência mecânica. Outros fatores favoráveis às concorrentes multinacionais são economia de escala devido ao maior volume de produção, e conforme Antunes Junior et. al. (2008) condições de acesso a crédito, relações industriais, políticas de importação e exportação, tamanhos dos mercados, qualidade e custo da infraestrutura, custo dos fatores de produção entre outros. Estes fatores externos a empresa pressionam os preços para baixo, colocando as empresas nacionais em uma posição de pressão a redução de custos, mas com espaço limitado para isso.

As bombas submersas são produtos utilizados para bombeamento de água dos aquíferos, e são instalados onde o poço tubular encontra uma profundidade em que a recarga do aquífero é maior que a vazão desejada para o sistema hidráulico, podendo ultrapassar 1.000m de profundidade. Basicamente a especificação de uma bomba submersa se dá pela vazão e pressão necessária para atender ao projeto hidráulico, e normalmente um fabricante de bombas pode chegar a mais de cinco mil modelos diferentes em catálogo para atender a grande variação de possibilidades de aplicação. Logo, para atender a esta grande variedade de produtos os equipamentos são modulares, onde muitas peças são comuns a vários modelos diferentes, mas ainda assim exigindo uma significativa variedade de peças em lotes de produção pequenos, o que torna o ambiente de manufatura dependente de uma boa

programação de produção e da adoção de técnicas de manufatura condizentes com este ambiente produtivo.

Cabe aqui ressaltar que um dos fatores determinantes de compra, que no caso da Bombas Vanbro é de extrema importância, é o tempo para entrega do produto que muitas vezes chega a ser entregue em poucas horas, principalmente em duas situações: na primeira, quando uma bomba submersa quebra, o cliente fica sem água e muitas vezes tomará a decisão de compra baseada mais no prazo de entrega do que em outros fatores como preço e desempenho. Na segunda, quando uma empresa termina a perfuração de um poço, ele é testado para dimensionar o equipamento adequado. Após o teste, toda a equipe e o equipamento de instalação ficam no local do poço, aguardando a chegada da bomba submersa para concluir a instalação. (CARMO, 2003).

Esta necessidade de cumprir com curtos prazos de entrega, em conjunto com a falta de continuidade de produção faz com que ocorra um número elevado de setups e uma grande movimentação de peças dentro da fábrica, dificultando o acompanhamento da eficiência dos recursos produtivos envolvidos para produção dos diversos componentes manufaturados, utilizados para compor este vasto número de produtos disponíveis para venda e que necessitam de uma rápida entrega ao cliente.

E este estudo de caso descreve e analisa o processo de implantação de um sistema de coleta e gestão de dados de eficiência dos equipamentos utilizados para conduzir um processo de melhoria baseado no indicador OEE, fazendo uma análise crítica deste processo. Com base neste cenário o problema que este trabalho objetiva responder é: como foi o processo de implantação do sistema de coleta de dados de produção e do método de gestão utilizado, para viabilizar ações de aumento de eficiência global dos equipamentos na empresa Bombas Vanbro Ltda., e quais ações poderiam ser tomadas para um melhor processo de implantação e de gestão destes dados?

## 1.2 OBJETIVOS

Os objetivos dividem-se em: geral e específicos.

### **1.2.1 Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho é analisar o processo de implantação do sistema informatizado de coleta de dados da produção, assim como o método utilizado pela empresa para a gestão destes dados, visando o aumento da eficiência global dos equipamentos (OEE) da Bombas Vanbro Ltda.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Visando o alcance do objetivo geral deste estudo, foram definidos os objetivos específicos abaixo:

- a) apresentar a empresa Bombas Vanbro e sua estrutura fabril;
- b) descrever o processo de implantação do sistema informatizado de coleta de dados, sua operação e as dificuldades encontradas neste processo;
- c) descrever como o método de gestão dos dados coletados pelo sistema informatizado impactou na tomada de decisão das melhorias a serem feitas na área fabril da empresa;
- d) analisar os resultados obtidos com o método de gestão dos dados utilizado.

## **1.3 JUSTIFICATIVA**

Um dos principais valores da empresa Bombas Vanbro é a qualidade de seus produtos, expressa de maneira mais perceptível na durabilidade dos equipamentos produzidos, onde os materiais utilizados são de vital importância. Mas quando o foco do produto é qualidade, existe dificuldade na redução de custos de materiais visto que esses não podem impactar em perda da qualidade do mesmo. Logo, se não se pode optar por materiais com qualidade abaixo do exigido, e o porte da empresa não permite que esta usufrua dos mesmos diferenciais de uma empresa global para se ter o menor custo possível, se torna ainda mais necessário manter o menor nível possível de desperdício, seja este de material, tempo, ou qualquer outro recurso da empresa.

Como a empresa não tem acesso a benefícios competitivos como a produção em outros países, não dispõe de benefícios fiscais, não usufrui de acordos bilaterais

e nem acesso a financiamentos com taxas atrativas, deve concentrar seus esforços em fatores que possa influenciar, começando pela eficiência fabril. Produzir com alta velocidade e baixo índice de desperdício é fundamental, e a medição da eficiência global dos equipamentos (OEE) é um indicador da utilização dos recursos de produção. (HANSEN, 2006).

A empresa possui um total de 35 máquinas, sendo que decidiu instalar o sistema de coleta de dados em nove máquinas que foram o objeto deste trabalho, visto que estas são as máquinas que determinam o ritmo de produção das células de manufatura da empresa. Este grupo de nove máquinas é composto de seis tornos CNC's, um centro de usinagem, uma prensa e uma máquina de solda ponto, que no total realizam em média 25 setups por dia, e embora a empresa já tenha implantado ferramentas de setup rápido, se estes não forem monitorados comprometerão o tempo de produção.

A implantação de um sistema informatizado de coleta de dados de produção justifica-se pela grande diversidade de peças produzidas, em lotes que variam normalmente de 3 a 300 peças, e que demandariam grande tempo dos operadores para registro dos dados e do setor de engenharia para compilação e análise, se fosse feito de forma manual. Este sistema informatizado de coleta de dados dos recursos produtivos alimenta um banco de dados, que possibilita que um grupo de trabalho faça a gestão destes dados por meio de um método, com o objetivo constante da eliminação de desperdícios, melhoria na programação de paradas de máquinas e redução de retrabalhos e refugos do processo.

Para o meio acadêmico este trabalho justifica-se por apresentar o processo de implantação de um sistema informatizado de coleta de dados de produção, indicando quais pontos poderiam ser melhorados e quais as principais dificuldades encontradas neste processo, além de analisar o método de gestão dos dados que está sendo utilizado pelo grupo de trabalho, avaliando a capacidade do método de auxiliar o grupo de trabalho no planejamento de ações para aumento de eficiência de produção.

Para o autor o desenvolvimento deste trabalho justifica-se por abordar diversos aspectos da gestão empresarial, como análise do projeto, gestão de pessoas para criação e manutenção dos grupos de trabalho, além da oportunidade de aplicação do método de melhoria contínua na medição da (OEE), podendo ser aplicado em outros processos ou problemas inerentes a gestão.



## 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho busca analisar o processo de implantação do sistema de coleta de dados de produção da Bombas Vanbro, assim como o método utilizado para gestão dos dados coletados, e está estruturado da seguinte forma:

- a) no primeiro capítulo é realizada a introdução do tema e do problema de pesquisa, a apresentação dos objetivos geral e específicos, assim como a justificativa;
- b) no segundo capítulo é apresentada a revisão bibliográfica dos assuntos pesquisados, abordando temas como Sistema Toyota de Produção (STP), Just in Time (JIT), Kanban, Teoria das Restrições e a Eficiência Global de Equipamentos (OEE - *Overall Equipment Effectiveness*) e ciclo PDCA;
- c) no terceiro capítulo são apresentadas a metodologia aplicada e este trabalho, assim como sua delimitação e técnicas de coleta e análise de dados;
- d) no quarto capítulo é apresentado o caso, no qual é apresentada a empresa, o processo de implantação do sistema de coleta de dados e o método utilizado para gestão destes dados, assim como a análise do processo de implantação e de gestão dos dados;
- e) e finalizando o quinto capítulo apresenta a conclusão deste trabalho.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na revisão bibliográfica são apresentados diversos conceitos que darão sustentação ao tema deste trabalho, abordando as referências de diversos autores quanto aos assuntos apresentados. Mostra-se como etapa fundamental, possibilitando o desenvolvimento deste estudo referenciando-se a teorias já desenvolvidas e aplicadas atualmente.

### 2.1 SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO (STP)

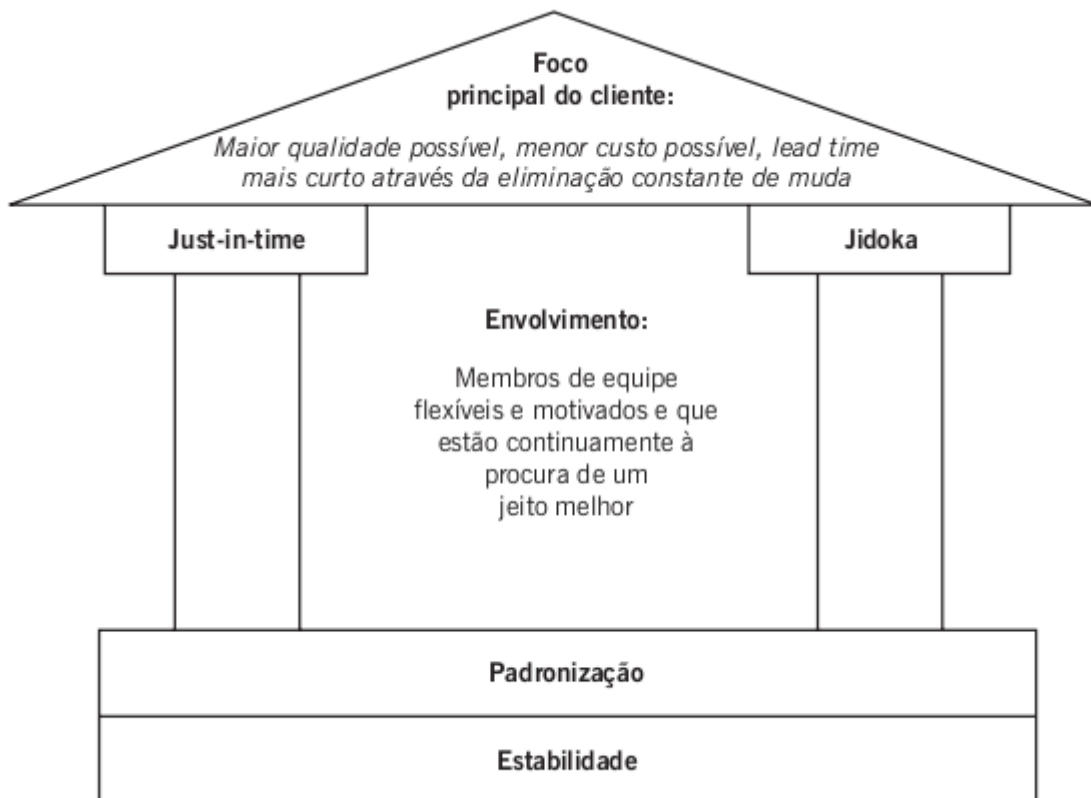
O Sistema Toyota de Produção é principalmente um sistema que visa e eliminação de perdas de produção. Segundo Shingo (1996), o STP é comumente confundido com o Kanban, que é uma técnica que ajuda a implementar estes princípios, ou como simplesmente um sistema de produção, sendo que 80% do STP se refere a redução de perdas.

Para Dennis (2008) o Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Produção Lean, representa fazer mais com menos, menos tempo, menos espaço, menos esforço humano, menos máquinas, menos material. Para que o Sistema Toyota de Produção represente ganho às empresas, são adotadas algumas premissas como produção de pequenos lotes, redução de estoques, foco na qualidade de produtos e processos e manutenção preventiva, sendo estas as características principais do STP. Segundo Shingo (1996) o aumento do lucro das empresas só pode ser obtido através da redução dos custos, visto que o preço dos produtos é determinado pelo mercado. Sob esta perspectiva, a minimização dos custos se torna uma estratégia obrigatória para a sobrevivência das empresas, requerendo a eliminação completa de perdas.

Para o STP a melhor resposta à demanda é a produção por pedidos, abandonando a produção de grandes lotes e adotando a metodologia do Just in Time, com a execução de pequenos lotes, entrega rápida e manejo de flutuação da carga, produzindo apenas o item certo, no momento e quantidade necessários. A redução do custo de mão de obra é um comprometimento muito presente no STP, simbolizado pela expressão *mínima força de trabalho*, ocorrendo principalmente através da automação e da maior independência das máquinas de seus operadores. E este sistema de produção é acompanhado do sistema Kanban, que proporciona

uma técnica de programação e controle de produção poderosa, simples e flexível, atuando em total sinergia com o Sistema Toyota de Produção. (SHINGO, 1996).

Figura 1 - Imagem básica do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Dennis (2008).

Na figura 1 visualizamos o Sistema Toyota de Produção como uma casa, onde a base é a estabilidade e a padronização. As paredes são a entrega de peças e produtos just-in-time, no tempo e quantidade certa e jidoka, sem nenhum defeito. A meta do sistema é o foco no cliente: entregar a mais alta qualidade ao mais baixo custo, no lead time mais curto.

Jidoka é um conceito que busca criar processos livres de defeitos, fornecendo às máquinas e operadores à capacidade de identificar e rapidamente conter defeitos, tomando contramedidas para saná-los. (DENNIS, 2008).

## 2.2 JIT (*JUST IN TIME*)

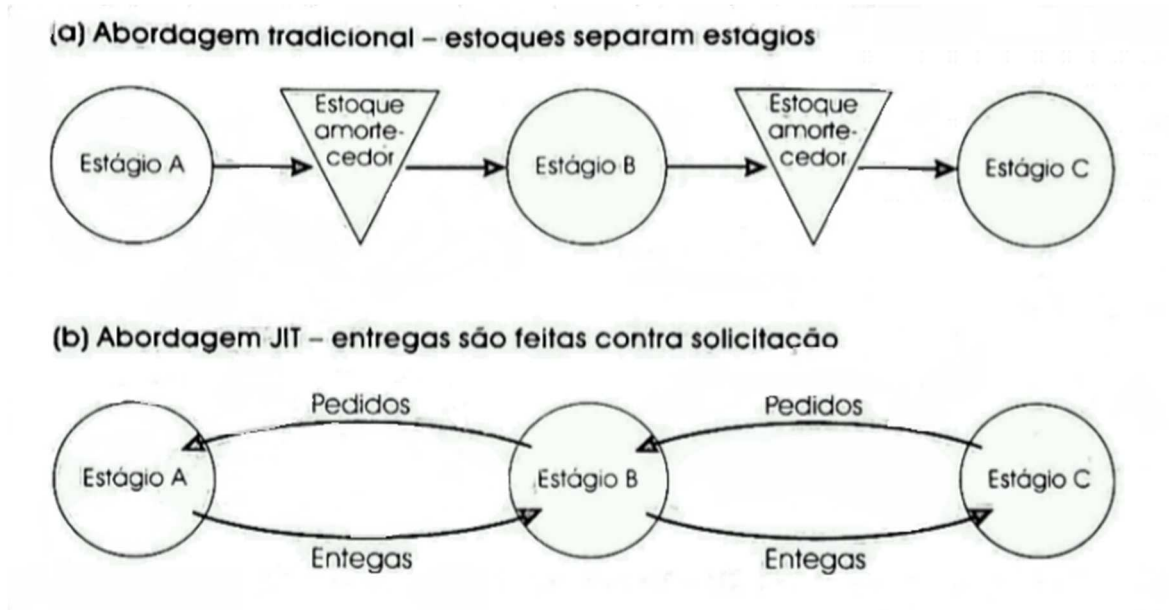
O Just in Time começou a ser criado na década de 50 no Japão, sendo o seu conceito básico e desenvolvimento creditados a Toyota Motor Company, a qual buscava um sistema de administração que pudesse coordenar a produção com a demanda específica dos diferentes modelos e cores de veículos, com o mínimo atraso. (CORRÊA; GIANESI, 1993).

Ainda segundo Corrêa e Gianesi (1993) o JIT tem como objetivo fundamental a melhoria contínua do processo produtivo através de um mecanismo de redução de estoques, os quais tendem a camuflar problemas de qualidade, quebra de máquina e problemas de preparação de máquina.

Para Slack et al. (1997) o JIT significa produzir bens e serviços exatamente no momento em que são necessários, nem antes para que não virem estoque e nem depois para que os clientes não tenham que esperar. Embora o aspecto central seja o elemento temporal, são adicionadas necessidades de qualidade e eficiência. Para Shingo (1996), O termo sugere muito mais que se concentrar apenas no tempo de entrega, pois isso poderia estimular uma superprodução antecipada. O JIT busca a produção com estoque zero, ou seja, apenas os itens necessários, na quantidade necessária e no momento necessário, sem geração de estoque.

A abordagem JIT se difere da abordagem de manufatura tradicional. Enquanto esta última isola cada estágio de fabricação por um estoque amortecedor, que acaba por sua vez escondendo diversos problemas relacionados à manufatura, no JIT os componentes são produzidos e passados diretamente ao próximo estágio justamente no momento em que serão processados, expondo os problemas a todo o sistema para que sejam devidamente resolvidos. A figura 2 explicita as diferenças entre as duas abordagens de manufatura.

Figura 2 - Abordagens de manufatura



Fonte: Slack et al. (1997).

O JIT funciona de forma “puxada” pela demanda, onde a venda de um produto desencadeia um processo de informação do final ao início do processo, entregando no tempo e quantidades necessárias os componentes para a entrega do produto vendido.

### 2.2.1 Qualidade

Embora pareça consensual a importância da qualidade, existem várias definições que buscam explicar o que é qualidade. Garwin (1984 apud Slack et al., 1997) categorizou cinco abordagens de qualidade: *a abordagem transcendental, a abordagem baseada em manufatura, a abordagem baseada no usuário, a abordagem baseada no produto e a abordagem baseada no valor.*

A abordagem predominante na empresa do estudo de caso em questão é a abordagem baseada em manufatura. Segundo Slack et al. (1997, p. 550), “a abordagem baseada em manufatura preocupa-se em fazer produtos ou proporcionar serviços que estão livres de erros, que correspondem precisamente a suas especificações de projeto”.

### 2.2.2 Filosofia de operações do JIT

O Just in Time se distingue das outras abordagens por três razões chaves, são elas: eliminação de desperdícios, envolvimento dos funcionários na produção e o esforço de aprimoramento contínuo. Segundo Slack et al. (1997) desperdício pode ser definido como qualquer atividade que não agrega valor. A Toyota identificou sete tipos de desperdício, sendo eles: Superprodução, tempo de espera, transporte, processo, estoque, movimentação, produtos defeituosos.

A filosofia JIT visa fornecer diretrizes que incluem todos os funcionários e todos os processos na organização, através da ênfase na resolução de problemas por equipes, a valorização e rotação dos cargos e a multi-habilidades.

Os objetivos do JIT são expressos como ideais, ainda que o desempenho das organizações possa estar longe disso. Se os objetivos do JIT são estabelecidos em termos ideais, a ênfase então deve estar na forma como a qual uma organização se aproxima deste ideal, requerendo assim o aprimoramento contínuo. (SLACK et al., 1997).

E conforme Tubino (1999) o aprimoramento contínuo, chamado de Kaizen, é um princípio que guia todos dentro da empresa para esforços de melhoria contínua, onde os problemas ou erros devem ser encarados como oportunidades de melhoramento, buscando agregar mais valor com redução do desperdício.

### 2.3 KANBAN

Kanban é uma palavra de origem japonesa, que significa cartão ou sinal e se trata de um método utilizado para operacionalizar um sistema de planejamento e controle puxado, e que controla a transferência de materiais de um estágio a outro da operação. Há diferentes tipos de Kanban, que são basicamente Kanban de transporte, Kanban de produção e Kanban de fornecedor. (SLACK et al., 1997).

Segundo Slack et al. (1997, p. 486), “qualquer que seja o tipo de kanban utilizado, o princípio é sempre o mesmo; isto é, o recebimento de um kanban dispara o transporte, a produção ou o fornecimento de uma unidade ou de um contenedor-padrão”.

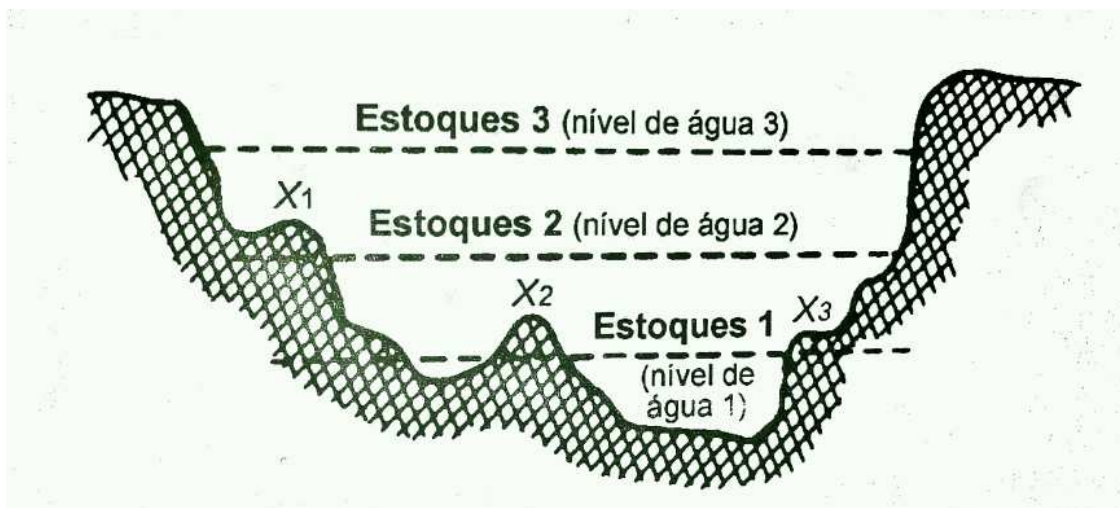
Conforme Ohno (1997) o Sistema Toyota de Produção é o método de produção e o sistema Kanban é a forma como ele é administrado. Para Shingo

(1996) os sistemas Kanban são de extrema importância, pois regulam o fluxo de itens globais, mantendo o estoque a um mínimo calculado e proporcionando um rápido e simplificado controle visual, possibilitando executar as funções com precisão. Um sistema Kanban promove melhorias sob dois aspectos. (SHINGO, 1996, p. 222):

- Os Kanbans evidenciam situações anormais, quando eles são retidos por falhas nas máquinas e defeitos nos produtos.
- Uma diminuição gradual no número de Kanban leva a reduções no estoque, o que acaba com a função do estoque, relativo ao amortecimento contra a instabilidade de produção. Em Consequência disso, destacam-se aqueles processos com capacidade subutilizada e processos, gerando anormalidades, e a descoberta dos principais pontos que necessitam de melhorias torna-se mais simples. A eficiência total pode ser elevada, concentrando-se nos pontos mais fracos.

É utilizada por muitos autores para exemplificação do papel do Kanban na redução de estoque a metáfora do lago, como figura 3. Conforme o nível da água (estoque) baixa, o ponto mais alto do leito do lago surge à tona. Quando este ponto é removido o leito fica mais fundo, mas conseqüentemente mais plano, permitindo uma menor quantidade de água (estoque) sem que se exponha nenhuma parte irregular (deficiência) do leito.

Figura 3 - A função de melhoria contínua (Kaizen) do Kanban



Fonte: Shingo (1996).


Conforme Shingo (1996) a redução no número de Kanbans é importante não só pelo que representa, mas por possibilitar que se produza com estoque reduzido. O Kanban se torna um meio para a melhoria da produção.

### 2.3.1 Tipos de cartão Kanban

De acordo com Tubino (1999), os cartões Kanban se dividem em dois grupos: os cartões Kanban de produção e os cartões Kanban de requisição ou movimentação, que pode ser de requisição interna ou de fornecedor. Os cartões Kanban de produção são utilizados para autorizar a fabricação ou montagem de determinado lote de itens, tendo sua área de atuação restrita ao centro de trabalho ou célula que executa a atividade produtiva nos itens. A figura 4 apresenta as informações básicas que um cartão Kanban necessita para operar, e basicamente são:

- a) especificação do processo e da célula onde este item é produzido;
- b) descrição de item e código;
- c) local de armazenamento do lote após a produção;
- d) capacidade do contenedor ou tamanho do lote que será fabricado;
- e) tipo de contenedor;
- f) número de emissão do cartão em relação ao número total de cartões;
- g) relação de materiais necessários para a produção do item e local onde se deve busca-los.

Figura 4 - Cartão Kanban de produção


Processo		Centro de trabalho		
No. de item				No. prateleira estocagem
Nome do item				
Materiais necessários		capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor
codigo	locação			
				

Fonte: Tubino (1999, p. 58).



Conforme Tubino (1999) o cartão Kanban de requisição interna funciona como uma requisição de materiais, autorizando o fluxo de itens entre a célula produtora e a célula consumidora dos itens, e são utilizados quando estas células estão distantes umas das outras. As informações necessárias estão representadas na figura 5:



Figura 5 - Cartão Kanban de requisição

No. de item			Centro de trabalho precedente
Nome do item			
capacidade do contenedor	No. de emissão	Tipo de contenedor	Localção no estoque
			Centro de trabalho subseqüente
			Localção no estoque

Fonte: Tubino (1999, p. 59).

O cartão Kanban de fornecedor executa as funções de uma ordem de compra, autorizando o fornecedor externo da empresa a fazer uma entrega de um lote de itens especificado no cartão. Este sistema simplifica e racionaliza as atividades de reposição de estoques de curto prazo pelos fornecedores, pois os mesmos ficam previamente autorizados a reporem os itens sinalizados no cartão Kanban de fornecedor. As informações básicas de um cartão Kanban de fornecedor estão identificadas na figura 6 (TUBINO, 1999):

Figura 6 - Cartão Kanban de fornecedor

Nome e código do fornecedor <input type="text"/>	Centro de trabalho para entrega <input type="text"/> Local estocagem <input type="text"/>			
Horários de entregas ≡ ≡	No. de item <input type="text"/>			
	Nome do item <input type="text"/>			
Ciclo de entregas <input type="text"/>	<table border="1"> <tr> <td>capacidade do contenedor <input type="text"/></td> <td>No. de emissão <input type="text"/></td> <td>Tipo de contenedor <input type="text"/></td> </tr> </table>	capacidade do contenedor <input type="text"/>	No. de emissão <input type="text"/>	Tipo de contenedor <input type="text"/>
capacidade do contenedor <input type="text"/>	No. de emissão <input type="text"/>	Tipo de contenedor <input type="text"/>		
				

Fonte: Tubino (1999, p. 60).

## 2.4 TEORIA DAS RESTRIÇÕES (TOC)

Criada pelo Israelense Eliyahu M. Goldratt na década de 80, a Teoria das Restrições – TOC (*Theory Of Constraints*) afirma que a meta de qualquer empresa comercial ou de serviços é ganhar dinheiro hoje e no futuro. (GOLDRATT; COX, 1990 apud PLANTULLO, 1994). Goldratt apresenta a lógica de indicadores da TOC em dois níveis: Indicadores globais e indicadores operacionais.

Conforme Rodrigues, Schuch e Pantaleão (2003), os indicadores globais usuais e adotados por boa parte das empresas são definidos como lucro líquido, retorno sobre o investimento e caixa, sendo que os dois primeiros são indicadores e o último uma situação necessária. Podem ser definidos da seguinte forma:

- lucro líquido: trata-se de um medidor absoluto, medindo o quanto de dinheiro a empresa está gerando. Mas cabe salientar que o conceito de lucro líquido para Goldratt é diferente do lucro líquido contábil, pois para ele este medidor expressa uma posição financeira da empresa;
- retorno sobre investimento: é um medidor relativo, que busca dimensionar o esforço necessário para alcance de um determinado nível de lucro;
- caixa: pode ser entendido como um parâmetro, uma situação necessária para a sobrevivência da empresa, visto que problemas de fluxo de caixa podem afetar a operação da empresa.

Ainda segundo Rodrigues et al. (2003), para garantir uma conexão entre os indicadores globais e as ações diárias da empresa a TOC propõe outros três indicadores:

- a) ganho, que seria todo o dinheiro gerado no sistema através das vendas;
- b) inventário, que seria todo o dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que o sistema pretende vender;
- c) despesas operacionais, que seria todo o dinheiro que o sistema gasta para transformar inventário em ganho.

Desta forma, os indicadores podem ser avaliados no sentido de estarem ou não alinhados a meta através do impacto que exercem sobre o ganho, o nível de inventário e as despesas operacionais. Aumentando o ganho, reduzindo inventário e despesas operacionais, está se caminhando em direção à geração de dinheiro, ou seja, a meta de uma empresa. (RODRIGUES et al., 2003).

Um sistema de produção de bens consiste em uma série de etapas sucessivas desempenhadas por diferentes recursos, e que devem ser finalizadas em uma sequência específica para que se possa obter o produto final. Desta forma, um recurso restritivo neste sequenciamento de etapas limita a produção global do sistema. (GOLDRATT, 2002). Dentro da Teoria das Restrições, os gargalos de produção tornam-se evidentes e entende-se como gargalo todo recurso que possui uma capacidade menor que a sua demanda. (GOLDRATT; COX, 1990 apud PLANTULLO, 1994). Desta forma, o desempenho de um sistema como um todo é determinado pelas restrições, e o processo decisório visando a melhor utilização deste conjunto de restrições deveria estar baseado em um sistema de indicadores.

#### **2.4.1 Regras da teoria das restrições**

Para apoiar a administração no uso eficiente das restrições, Goldratt propõe uma análise racional do problema através da determinação de um conjunto de regras ou passos. (RODRIGUES, 1990):

- a) identificar o sistema de restrições: Antes de desenvolver qualquer ação deve-se primeiro identificar e localizar a restrição;
- b) decidir a forma mais eficiente de utilizar o sistema de restrições: Não basta localizar a restrição para eliminá-la, mas deve-se combatê-la da maneira mais eficiente possível. Assim, para obter a melhor resposta do

conjunto de restrições é necessário utilizá-las visando exclusivamente à meta da empresa;

- c) subordinar os outros recursos do sistema a decisão da regra 2: Esta regra propõe a sincronização do sistema. A regra 2 estabelece uma cadência, enquanto a regra 3 ordena que a mesma seja cumprida;
- d) elevar a capacidade do sistema de restrições: A regra 2 estabelecerá o ganho da empresa, e a maneira de aumentá-la seria por intermédio do aumento da capacidade das restrições que levariam a tal decisão;
- e) se o sistema de restrições for modificado em função da etapa anterior, voltar a regra 1, mas sem permitir que a inércia limite a capacidade do sistema: O sistema de restrições deve ser dinamicamente reavaliado pois as restrições são móveis, modificando-se a medida que haja alterações no ambiente. Goldratt alerta que mudanças no ambiente afetam as relações entre as restrições, podendo transformar um recurso não restritivo em um gargalo, o que reforça a observação de que não se pode deixar a inércia, a inoperância e a comodidade tomarem conta do processo de tomada de decisão.

## 2.5 OEE (*OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*)

As fábricas se esforçam para produzir de maneira eficaz e com o mais baixo custo possível, e um sistema de medição correto, juntamente com a gestão de parâmetros-chave contribuem para aumentar a produtividade. O OEE, Overall Equipment Effectiveness ou Eficiência Global dos Equipamentos, é um método que permite entender e visualizar como está o desempenho da área de manufatura, e identificar qual a máxima eficácia possível. (HANSEN, 2006).

O OEE é composto pela multiplicação das taxas de disponibilidade, eficiência de performance e taxa de qualidade do processo, e permite acompanhar o desempenho destes fatores em forma de um único índice, conforme equação abaixo. (HANSEN, 2006).

$$OEE = Disponibilidade \times Eficiência \text{ de Performance} \times Taxa \text{ de Qualidade}$$

Fonte: Hansen (2006, p. 54).

*Disponibilidade*: a disponibilidade representa a porção do tempo programado para produção no qual o sistema está realmente produzindo, e é expresso pela seguinte equação. (NAKAJIMA, 1989 apud HANSEN, 2006).

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo de Operação}}{\text{Tempo Programado}}$$

Fonte: Hansen (2006, p. 53).

Onde:

- tempo de operação: porção do tempo programado no qual o sistema está realmente produzindo;
- tempo programado: tempo no qual as operações regulares pretendem produzir, incluindo todos os eventos comuns para atingir as programações de entrega, como setups, transferências de operação, interrupções não planejadas para o equipamento.

*Eficiência de Performance*: conforme Hansen (2006), a eficiência de performance é composta pela taxa de velocidade operacional, que por sua vez é obtida através da relação entre o tempo de ciclo teórico e o tempo de ciclo real, expresso conforme equações abaixo:

$$\text{Eficiência de performance} = 1,0 \times \text{Taxa de Velocidade Operacional}$$

(observação: igual a 1,0 por definição)  
Fonte: Hansen (2006, p. 53).

$$\text{Taxa de Velocidade Operacional} = \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico}}{\text{Tempo de Ciclo Real}}$$

Fonte: Hansen (2006, p. 55).

Onde:

- tempo de ciclo teórico: é o melhor tempo de ciclo possível.

$$\text{Tempo de Ciclo Real} = \frac{\text{Tempo de Operação}}{\text{Volume Real Produzido}}$$

Fonte: Hansen (2006, p. 55).

Onde:

- tempo de operação: porção do tempo programado no qual o sistema está realmente produzindo;
  - tempo programado: tempo no qual as operações regulares pretendem produzir, incluindo todos os eventos comuns para atingir as programações de entrega, como setups, transferências de operação, interrupções não planejadas para o equipamento;
- volume real produzido: total de unidades produzidas.

*Qualidade*: a taxa de qualidade representa a quantidade de produtos bons dividida pela quantidade total de produtos fabricados num determinado período de tempo. Por produtos bons deve-se entender como os produtos que atendam as especificações. Ainda conforme Hansen (2006), temos a seguinte equação:

$$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{\text{Unidades Boas produzidas}}{\text{Total de Unidades Produzidas}}$$

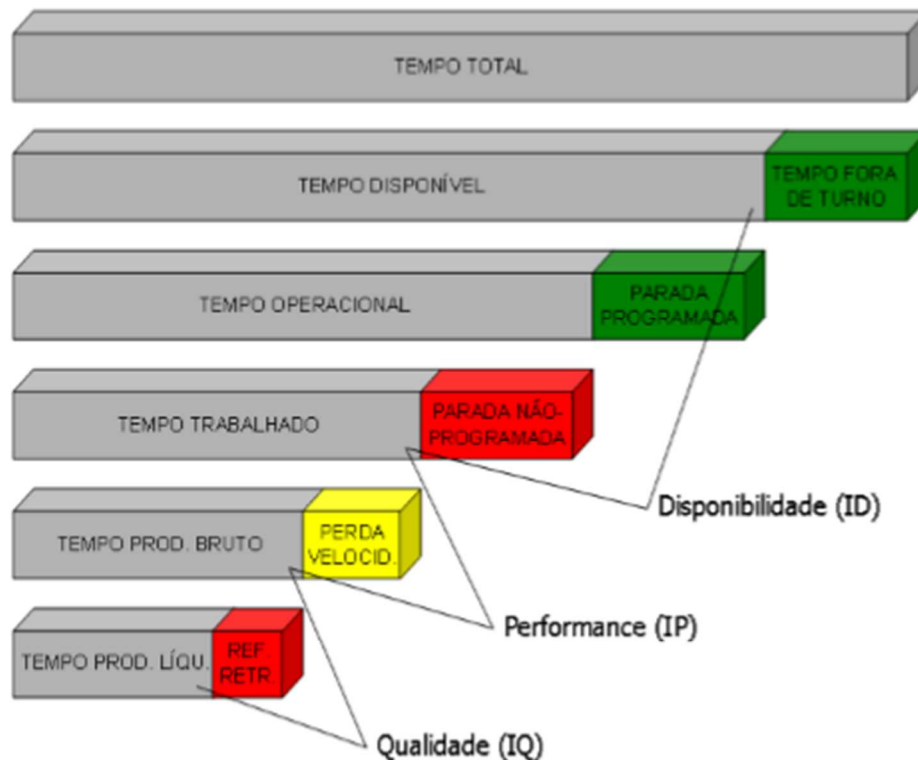
Fonte: Hansen (2006, p. 54).

Conforme Hansen (2006) um índice de OEE de 85% deve ser estabelecido como meta de uma forma geral, destacando que empresas com processos contínuos devem ter um índice mais elevado e a estipulação desta meta deve considerar as características específicas dos processos. Hansen (2006, p. 31) classificou os índices de OEE da seguinte forma:

- < 65% - Inaceitável. Peça ajuda agora;
- 65% - 75%. Aceitável somente se as tendências trimestrais estiverem melhorando;
- 75% - 85%. Muito bom. Continue em direção ao nível classe mundial (>85% para processos em lotes e > 90% para processos discretos e contínuos. Indústrias de fluxo contínuo devem ter valores da OEE de 95% ou superior).

A figura 7 expressa a sistemática de cálculo do OEE e onde cada fator impacta no cálculo do indicador.

Figura 7 - Representação gráfica da sistemática de cálculo de OEE



**Legenda:**

- **Perda Velocid.:** Perda de velocidade;
- **Ref. / Retr. :** Refugo ou retrabalho;

Fonte: Dick (2013).

### 2.5.1 Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (TEEP)

Considerando que a OEE mede a efetividade das programações de produção planejadas, a Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos – TEEP (*Total Effectiveness Equipment Performance*) mede a efetividade total do equipamento em relação a cada minuto do relógio, do tempo calendário. Os valores de TEEP podem ser utilizados para avaliar o potencial de capacidade de qualquer instalação industrial. (HANSEN, 2006).

Conforme Antunes Junior et al. (2008), para as empresas em operação no país as preocupações devem estar primeiramente focadas no aumento da utilização de seus ativos fixos. A experiência prática mostra que a utilização efetiva dos ativos fixos é baixa na indústria brasileira, e para o país e sua estratégia de desenvolvimento é necessário compreender que a competitividade passa pelo

melhor aproveitamento dos recursos, onde o aumento de eficiência é um aspecto central. Segundo Hansen (2006) a TEEP representa o percentual do tempo total (calendário) em que o equipamento opera a uma velocidade ideal, produzindo bons produtos, e é representada pela equação abaixo:

$$TEEP = Utilização\ dos\ Ativos \times Taxa\ de\ velocidade \times Taxa\ de\ Qualidade$$

Fonte: Hansen (2006, p. 55).

- Utilização dos ativos: percentual do tempo total (calendário = 60min x 24h x 364 dias) no qual o equipamento está operando.

$$Taxa\ de\ Velocidade = \frac{Tempo\ de\ Ciclo\ Teórico}{Tempo\ de\ Ciclo\ Real}$$

Fonte: Hansen (2006, p. 55).

- Tempo de ciclo teórico: é o melhor tempo de ciclo possível.

$$Tempo\ de\ Ciclo\ Real = \frac{Tempo\ de\ Operação}{Volume\ Real\ Produzido}$$

Fonte: Hansen (2006, p. 55).

Onde, conforme Hansen (2006):

- tempo de operação: porção do tempo programado no qual o sistema está realmente produzindo;
  - tempo programado: tempo no qual as operações regulares pretendem produzir, incluindo todos os eventos comuns para atingir as programações de entrega.

## 2.6 CICLO PDCA

O ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Action) foi introduzido por Deming aos japoneses em 1954. Trata-se de um método de gestão formado por quatro passos,



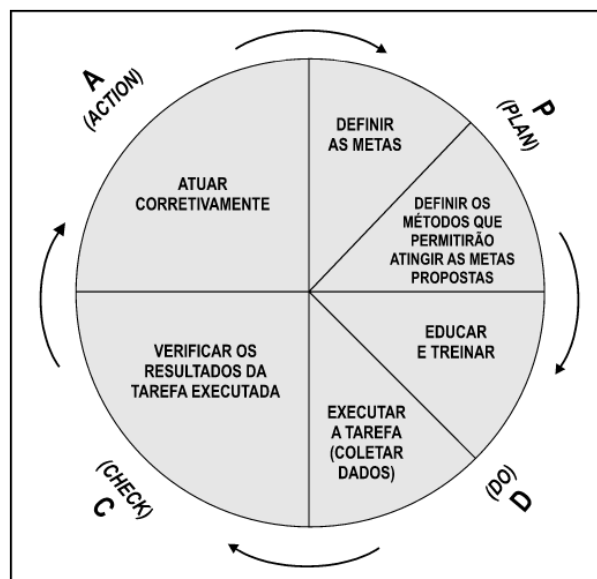
utilizado na melhoria contínua que acabou sendo incorporado à produção enxuta do Sistema Toyota de Produção. (DENNIS, 2008).

Segundo Campos (2009), o método PDCA é a alma do Sistema Toyota de Produção, viabilizando o gerenciamento científico da organização. No entanto, quem utiliza este método com aplicação percebe ao longo do tempo que quanto mais se aprofunda seu uso por toda a empresa mais se percebe a sua complexidade.

Conforme Campos (2004) os termos no ciclo PDCA tem o seguinte significado:

- a) planejamento (P) – consiste em:
  - estabelecer metas sobre os itens de controle;
  - estabelecer a maneira (O caminho ou método) para atingir as metas propostas;
 nesta fase é realizado o estabelecimento da diretriz de controle;
- b) execução (D) – execução das tarefas exatamente como prevista no plano e coleta de dados para verificação do processo. É essencial o treinamento no trabalho decorrente da fase de planejamento;
- c) verificação (C) – a partir dos dados coletados na execução compara-se o resultado alcançado com a meta;
- d) atuação corretiva (A) – etapa onde o usuário detectou os desvios e fará correções definitivas, para que o problema não mais ocorra.

Figura 8 - Ciclo PDCA de controle de processos



Fonte: Campos (2004).

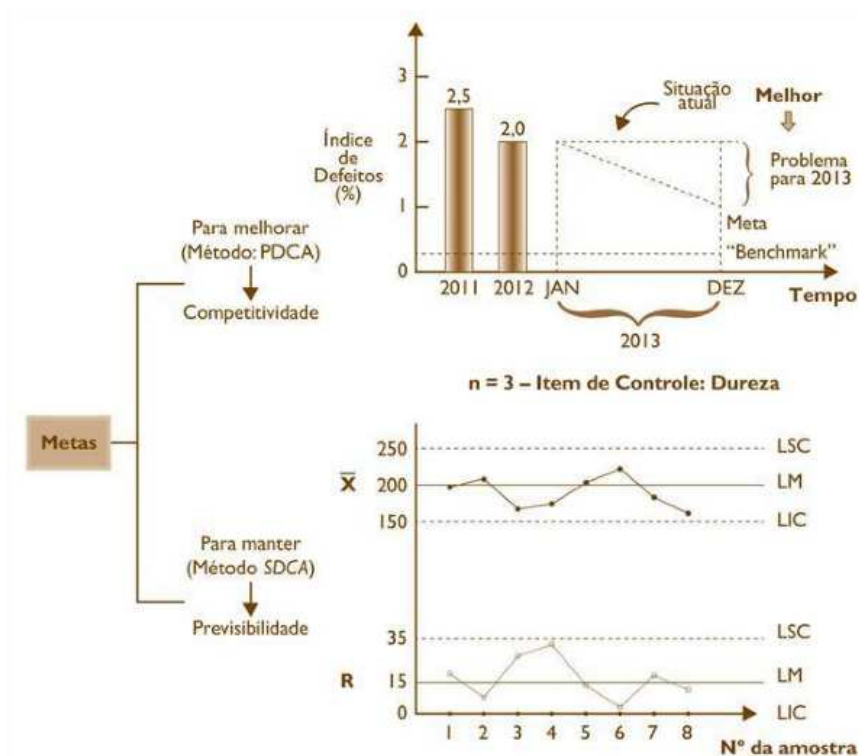
Conforme Werkema (2012) o ciclo PDCA é um método de gestão que representa o caminho a ser seguido para que possam ser alcançadas as metas. Na utilização do método podem ser empregadas ferramentas analíticas, em especial técnicas estatísticas como amostragem, análise de variância, análise de regressão entre outras. A meta é alcançada por meio do método, e quanto mais informações forem agregadas maiores serão as chances de alcance da meta.

Ainda segundo Werkema (2012) para entender como funciona o ciclo PDCA é importante entender os dois tipos de metas a serem atingidas:

- a) metas para manter: consta de uma faixa de valores aceitável para o item de controle considerado, e são denominadas de metas padrão. Um exemplo de meta padrão é “entregar o produto em até dois dias”. Sendo assim, se tratam de metas a serem mantidas;
- b) metas para melhorar: as metas para melhorar surgem geralmente de necessidades de mercado, e envolvem necessariamente modificações na forma atual de trabalho. A expressão “reduzir o prazo máximo de entrega de dois dias para um dia” é um exemplo de meta para melhorar.

As metas para manter e melhorar estão expressas na figura 9.

Figura 9 - Metas para melhorar / Metas para manter



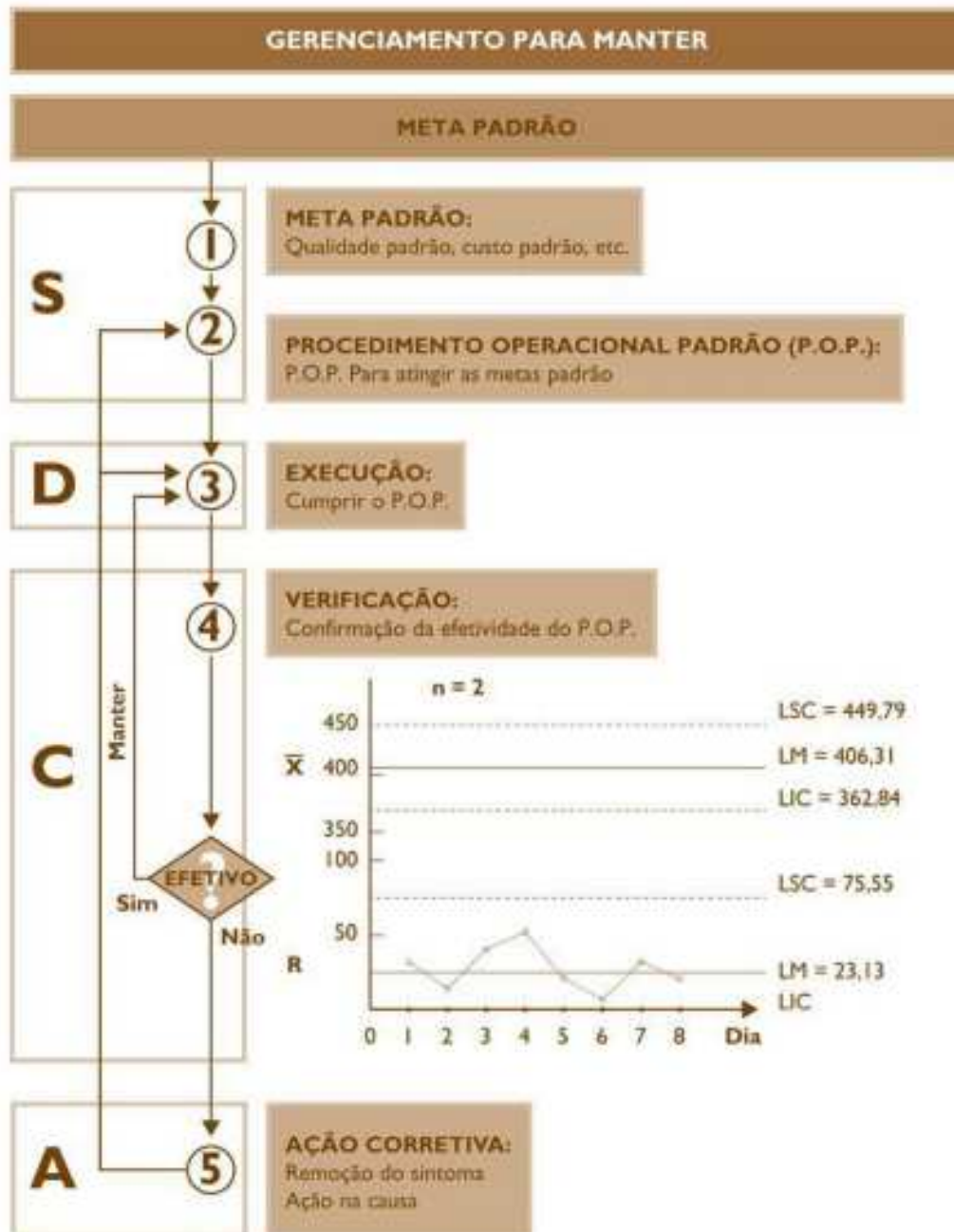
Fonte: Werkema (2012).

Segundo Campos (2004), o plano que permite atingir as metas para manter é o Procedimento Operacional Padrão (*Standard*), o ciclo PDCA pode ser denominado SDCA, que representa a maneira que devemos trabalhar para manter o resultado desejado. Com relação ao ciclo, Campos (2004) define que:

- a) S – a meta padrão representa o resultado que desejamos atingir com o trabalho, e o procedimento operacional padrão é o planejamento do trabalho repetitivo que deve ser executado para alcançar a meta;
- b) D – os elementos necessários para o cumprimento dos procedimentos operacionais padrão são o treinamento no trabalho, supervisão e auditoria;
- c) C – a etapa de verificação consiste no monitoramento da meta, e é feita no resultado final do processo e não nas etapas intermediárias;
- d) A – caso a meta não seja atingida, deve ser adotada a ação corretiva sobre o desvio detectado.

As metas para melhorar estão expressas na figura 10, disposta na próxima página.

Figura 10 - Metas para manter



Fonte: Werkema (2012).

### 3 METODOLOGIA

A ciência tem como objetivo fundamental buscar a veracidade dos fatos e o que torna o conhecimento científico distinto dos demais é a sua capacidade de ser verificado. Conforme Gil (2008, p. 8):

Para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação. Ou, em outras palavras, determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento.

Método pode ser definido como o caminho para se chegar a um determinado fim, e método científico como o conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para atingir o conhecimento.

A pesquisa é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, e seu objetivo fundamental é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos. As pesquisas podem ser classificadas em estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos explicativos. (GIL, 2008).

Levando em consideração a natureza deste trabalho, o método de pesquisa adotado é o estudo de caso. Yin (2001) recomenda o estudo de caso em pesquisas que desejam examinar acontecimentos contemporâneos, quando não se podem manipular os comportamentos relevantes, possibilitando a variação da utilização de evidências como entrevistas, observações e documentos.

De acordo com Yin (2001, p. 19),

em geral, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo “como” e “por que”, quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real.

O estudo de caso permite uma investigação preservando as características holísticas e significativas dos eventos da vida real, entre eles processos organizacionais e administrativos. (YIN, 2001).

### 3.1 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO

A empresa objeto deste estudo foi a matriz da Bombas Vanbro Ltda., em Sapucaia do Sul - RS, analisando o processo de implantação de um sistema de coleta de dados de produção, assim como o método utilizado pelo grupo de trabalho responsável pela gestão dos dados coletados pelo sistema, entre abril de 2015 e maio de 2016. Envolveu funcionários dos setores de engenharia, produção, manutenção, comercial, e compras, além de equipes externas de TI, através da criação de grupos de trabalho.

Este estudo de caso, assim como todas as suas análises constantes neste trabalho são restritas a empresa em questão no período em que foi realizado, não permitindo assim generalizações.

### 3.2 COLETA DE DADOS

Yin (2001) afirma que as evidências para um estudo de caso podem vir de seis fontes distintas, sendo estes documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Ainda conforme Yin (2001) três princípios são muito importantes para realização de um estudo de caso de qualidade, são eles:

- a) a utilização de várias fontes de evidências e não apenas uma;
- b) a criação de um banco de dados para o estudo de caso;
- c) a manutenção de um encadeamento de evidências.

As técnicas utilizadas para coleta de dados na realização deste trabalho foram as seguintes:

- a) entrevistas;
- b) documentos;
- c) observação participante.

De acordo com Gil (2008) a entrevista pode ser definida por uma técnica em que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas, com o objetivo de obtenção dos dados que interessam a investigação. Mais especificamente é uma forma de diálogo assimétrico, em que uma das partes busca coletar dados e a outra se apresenta como fonte de informação. Podem ser classificadas em informais, focalizadas, por pautas e formalizadas.

Neste trabalho serão utilizadas duas técnicas de entrevistas: informal e por pautas. Gil (2008, p. 111), define da seguinte forma a entrevista informal:

A entrevista informal é recomendada nos estudos exploratórios, que visam abordar realidades pouco conhecidas pelo pesquisador, ou então oferecer visão aproximativa do problema pesquisado. Nos estudos desse tipo, com frequência, recorre-se a entrevistas informais com informantes-chaves, que podem ser especialistas no tema em estudo, líderes formais ou informais, personalidades destacadas etc.

Já a entrevista por pautas apresenta certo grau de estruturação, pois é guiada por uma relação de pontos de interesse em que o entrevistador vai guiando o entrevistado. As pautas devem ser ordenadas e guardar certa relação entre si, e o entrevistador faz poucas perguntas diretas, deixando o entrevistado falar livremente à medida que se refere às pautas assinaladas. Caso o entrevistado se afaste delas o entrevistador intervém de maneira sutil, preservando a espontaneidade do processo. (GIL, 2008). No anexo A está o modelo utilizado nas entrevistas por pautas que foram realizadas no mês de março de 2016 com os seguintes entrevistados / setor:

- a) Coordenador de Projetos / Engenharia;
- b) Programador de Produção / Produção;
- c) Coordenador de Processo Industrial / Produção;
- d) Técnico mecânico / Engenharia;
- e) Técnico em mecatrônica / Manutenção.

Conforme Yin (2001), os documentos são uma fonte de evidência que provavelmente sejam relevantes em todos os tópicos de um estudo de caso, e não devem ser tomados como registros literais de eventos que ocorreram, e para estudos de caso o uso mais importante dos documentos é para corroborar e valorizar as evidências de outras fontes. Como pontos fortes possuem estabilidade, discricção, exatidão e ampla cobertura, mas como pontos fracos podem ser citados a seletividade tendenciosa, o relato de visões tendenciosas e o acesso pode ser restrito ou limitado. Neste trabalho foram utilizadas atas de reuniões, relatórios gerados pelo sistema de coleta de dados, e o cronograma de implantação do sistema de coleta de dados, conforme anexo B.

Outra técnica utilizada neste trabalho foi à observação, que de acordo com Gil (2008, p. 100):

A observação constitui elemento fundamental para a pesquisa. Desde a formulação do problema, passando pela construção de hipóteses, coleta, análise e interpretação dos dados, a observação desempenha papel imprescindível no processo de pesquisa. É, todavia, na fase de coleta de dados que o seu papel se torna mais evidente. A observação é sempre utilizada nessa etapa, conjugada a outras técnicas ou utilizada de forma exclusiva. Por ser utilizada, exclusivamente, para a obtenção de dados em muitas pesquisas, e por estar presente também em outros momentos da pesquisa, a observação chega mesmo a ser considerada como método de investigação.

O principal inconveniente da observação é que a presença do observador pode alterar o comportamento dos observados, produzindo resultados pouco confiáveis. Ainda conforme Gil (2008) a observação pode ser classificada em observação simples, observação participante e observação sistemática. Neste trabalho foi utilizada a técnica de observação participante, que consiste na participação real do conhecimento na vida da comunidade ou grupo, onde até certo ponto o pesquisador assume o papel de membro do grupo. Sendo assim, a observação participante é uma técnica que permite chegar ao conhecimento da vida de um grupo a partir do interior dele mesmo. (GIL, 2008).

O autor deste trabalho é funcionário da Bombas Vanbro, exercendo o cargo de supervisor comercial, com participação em projetos de melhorias em diversas áreas da empresa. Participou de todo o processo com papel de coordenação do grupo de trabalho criado, objetivando o cumprimento das ações dentro dos prazos estipulados pela direção da empresa, realizando assim a observação participante de todas as etapas do projeto.

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise e interpretação dos dados é a fase subsequente à coleta de dados. O objetivo da análise é organizar os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação e nos estudos de caso não pode ser feitos num esquema rígido de análise e interpretação. Neste trabalho o método de análise de dados utilizada é a análise qualitativa, a qual Gil (2008, p. 175) define como:

A análise dos dados nas pesquisas experimentais e nos levantamentos é essencialmente quantitativa. O mesmo não ocorre, no entanto, com as pesquisas definidas como estudos de campo, estudos de caso, pesquisa-ação ou pesquisa participante. Nestas, os procedimentos analíticos são



principalmente de natureza qualitativa. E, ao contrário do que ocorre nas pesquisas experimentais e levantamentos em que os procedimentos analíticos podem ser definidos previamente, não há fórmulas ou receitas predefinidas para orientar os pesquisadores. Assim, a análise dos dados na pesquisa qualitativa passa a depender muito da capacidade e do estilo do pesquisador.

Miles e Huberman (1994 apud GIL, 2008) apresentam três etapas que geralmente são seguidas na análise de dados:

- a) redução, que consiste no processo de seleção e posterior simplificação dos dados;
- b) apresentação, que consiste na organização dos dados selecionados possibilitando a análise sistemática das semelhanças e diferenças e suas relações;
- c) conclusão, que busca considerar o significado dos dados, suas regularidades, padrões e explicações.

## 4 ESTUDO DE CASO

Este capítulo trará uma apresentação da empresa, de seus produtos e de sua estrutura fabril, assim como uma análise do processo de implantação do sistema de coleta de dados de produção, e do método de gestão dos dados utilizado a partir do acesso ao banco de dados criado.

### 4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Bombas Vanbro é uma indústria do setor metalúrgico com sua sede localizada na cidade de Sapucaia do Sul/RS, e com filial na cidade de Guarulhos/SP, fundada em 1987 pelos sócios Euclides Luiz Brock e Ivo Basso Vanzella. Inicialmente suas atividades principais se limitavam a manutenções em bombas submersas e fabricação de até quatro bombas submersas por mês, operando com um funcionário em uma área de 68m<sup>2</sup>. Desde então a empresa segue uma trajetória de crescimento sólida e constante, crescendo de forma financeiramente sustentável e conservadora. Atualmente a empresa produz cerca de 550 bombas por mês, assim como 150 painéis de comando e acessórios.

Seu principal produto é a bomba submersa para poços tubulares, seguido de painéis elétricos de comando. Outras bombas horizontais, booster de pressão e de sistemas de incêndio também são produzidas como complemento de catálogo.

Seus valores se evidenciam na cultura de empresa, que busca constantemente o desenvolvimento de produtos de maior durabilidade e confiabilidade, a preocupação com a segurança de seus colaboradores, o aprimoramento de seus processos e o constante crescimento da empresa com o acompanhamento constante dos custos de produção, buscando maior eficiência em seus processos de produção e gestão.

Atualmente possui clientes em todo o Brasil, Paraguai e Bolívia. Seu principal mercado são as regiões sul, sudeste e centro-oeste, visto que a questão de prazo de entrega possui um grande peso na definição de compra do cliente. Possui cerca de 15% de market-share no mercado de bombas submersas para poços tubulares, e seus maiores concorrentes são a Franklin Electric, multinacional americana detentora das marcas brasileiras Bombas Leão e Schneider; Ebara Corporation,

multinacional Japonesa detentora das marcas Ebara e Thebe, e a CRI Pumps, multinacional indiana.

#### **4.1.1 A bomba submersa**

A bomba submersa para poço tubular é um equipamento que tem por finalidade a extração de água dos lençóis subterrâneos, é instalada em profundidades que podem superar 1.000m. Um poço tubular é uma obra de hidrogeologia para acesso a um ou mais aquíferos, com a finalidade de captação do máximo volume de água a um custo mínimo de construção e manutenção durante o seu período de útil de produção. (OLIVEIRA, 2012).

A construção de um poço tubular ocorre na maioria dos casos a partir da perfuração do solo por uma máquina rotativa, dotada de um tipo de ferramenta chamada Bits, uma espécie de broca que possui diâmetros padronizados para receber o revestimento que será instalado no poço. Esta padronização faz com que os poços sejam categorizados pelo seu diâmetro expresso em polegadas, podendo ser 4", 6", 8", 10" ou 12", ou ainda maiores em casos especiais. A grande maioria dos poços são construídos nas medidas de 4", 6" e 8".

Atualmente a Bombas Vanbro fornece duas linhas de bombas submersas: para poços de 4" de diâmetro e para poços de 6" de diâmetro. A escolha da bomba submersa passa por uma análise do tipo de poço tubular disponível (4" ou 6"), da vazão desejada para o sistema hidráulico (expressa em m<sup>3</sup>/h), da pressão necessária para entregar a vazão desejada no reservatório do sistema hidráulico (chamada de Altura Manométrica Total, expressa em Metros de Coluna de Água - MCA, composta pelo nível dinâmico do poço, do desnível fora do poço e das perdas de carga da tubulação) e das características da rede elétrica do local de instalação (podendo ser monofásico 127V, 220V, 254V ou 440V ou trifásico 220v, 380v ou 440v). Ou seja, as combinações destas variáveis compõem uma possibilidade de quase 4000 produtos finais disponíveis, tornando-se inviável manter um estoque que atenda aos produtos com maior histórico de venda, pois a configuração de produto mais vendida não passa de 3% do total anual vendido. Estes equipamentos são compostos da montagem do motor elétrico submerso e do conjunto hidráulico, que por sua vez, são compostos por diversos subconjuntos que atendem a vários modelos diferentes. Para exemplificar, um motor elétrico da série para poços de 4" é

composto em média por cerca de 23 componentes, onde apenas 5 destes componentes se alteram e os 18 componentes restantes atendem uma linha de 94 motores diferentes. Já um conjunto hidráulico possui em média 24 componentes, sendo que 7 componentes se alteram e os outros 17 atendem a um leque de 175 modelos diferentes de bombeadores, que são acoplados nas 94 opções de motores disponíveis. No total, para produzir os quase 4000 produtos finais disponíveis, a empresa conta com 499 componentes diferentes.

Estas características construtivas dos produtos fazem com que os componentes comuns a cada linha sejam programados pelo Kanban, sendo processados na área fabril de empresa, gerando uma grande variedade de peças a serem produzidas em lotes pequenos, em geral de 3 a 300 peças por lote, entre 60 e 100 lotes por dia em toda a fábrica. Esta diversificação faz com que um sistema manual de coleta de apontamentos de produção por meio de preenchimento de planilhas exija dos operadores um tempo considerado elevado pela empresa, além da questionável confiabilidade desses registros devido a possíveis falhas ou imprecisões de preenchimento, dificultando a identificação de ganhos de produtividade por meio da melhora de eficiência global dos equipamentos.

#### **4.1.2 A estrutura fabril**

A área de produção da Bombas Vanbro é de 970m<sup>2</sup>, e é composta por diversas máquinas como tornos convencionais, prensas, serra, balanceadora, fresadora, furadeiras, tornos CNC's e centro de usinagem. Estas máquinas são utilizadas para produzir todas as peças metálicas que necessitam ser usinadas para a fabricação das bombas submersas, sendo que peças compostas de polímeros ou borrachas são produzidas por empresas parceiras. As matérias primas estocadas na empresa são em sua maior parte peças fundidas, cabos elétricos, barras de aço, chapas de inox, chapas de ferro-silício e tubos de aço, e podem abastecer a produção por um período de 10 a 60 dias, exceto em casos especiais onde a compra de oportunidade justifica o aumento o volume estocado.

Em uma venda típica, quando um cliente realiza um pedido para a Bombas Vanbro, o vendedor imediatamente após lançar o pedido no sistema emite uma ordem de montagem, que é enviada ao coordenador de produção, que na empresa executa as atividades correspondentes a um coordenador de logística. O

coordenador de produção verifica o produto e programa o embarque deste pedido no setor de acabamento e expedição, e ainda emite outras duas ordens de montagem, uma para o setor de montagem de motores e outra para o setor de montagem de conjuntos hidráulicos, além de programar o horário de coletas com as transportadoras. Os setores de montagem possuem seus kanbans, que são abastecidos pelos componentes fabricados na área fabril. Sendo assim, o montador consome apenas as peças do pedido do cliente, enquanto a fábrica se preocupa em produzir o componente que o kanban está informando como prioritário em determinado momento. O programador de produção, responsável pela logística interna acompanha o Kanban das montagens, abastecendo as células com as matérias-primas e quantidades necessárias para reestabelecer o volume de componentes nos setores de montagem. Existem ainda outros Kanbans que atendem as etapas intermediárias dos componentes finais entregues nos setores de montagem, devido ao grau de verticalização da produção, distribuídos em um arranjo físico pensado para reduzir ao máximo a circulação desnecessária de pessoas e materiais.

Segundo Slack et al. (1997), o arranjo físico de uma operação produtiva preocupa-se com a disposição física dos recursos de transformação, e determina a maneira que os recursos transformados fluem através de instalação. Existe o arranjo físico posicional, arranjo físico por processo, arranjo físico celular, arranjo físico por produto e arranjo físico misto. O arranjo físico adotado pela Bombas Vanbro é o Layout celular por família de produtos. (CARMO, 2003).

Atualmente duas células da Bombas Vanbro são células gargalo, sendo que uma destas células produz um componente chamado estágio, composta por dois tornos CNC e uma furadeira multi-furos. Nesta célula o recurso restritivo é um dos tornos CNC, devido a este recurso realizar a operação de maior tempo na fabricação dos estágios.

A outra célula gargalo é a que usina diversos componentes fundidos, composta por um centro de usinagem, um torno CNC e um torno convencional. Nesta célula o recurso restritivo é o centro de usinagem, devido a este recurso realizar as operações de maior tempo nos componentes que passam por esta célula, além de usinar uma maior variedade de peças que as demais máquinas.

Nas outras células existem recursos restritivos, mas que atendem a demanda solicitada. Os componentes fabricados nestas outras células não implicam em uma

restrição para o produto vendido pela empresa, mas tem o ritmo de produção determinado por um recurso restritivo que são os candidatos a gargalo caso o desempenho do torno CNC da célula dos estágios e do centro de usinagem melhorem dos atuais níveis de produção. Outras máquinas como a prensa excêntrica e a máquina de solda ponto também merecem especial atenção não por sua capacidade de produção, mas por serem recursos produtivos de características únicas na estrutura fabril da empresa.

#### **4.1.3 A identificação do problema no setor fabril**

Este tópico descreverá os acontecimentos na fase de estruturação do projeto, que levaram desde a identificação e diagnóstico do problema, passando pela fase de pré-implantação, onde foi realizado o estudo e proposta de implantação do projeto, a fase de implantação onde o sistema de coleta de dados foi colocado em operação e encerrando com a fase de aperfeiçoamento, quando foi verificada a precisão dos dados coletados e realizados ajustes necessários. Para concluir é avaliado este processo buscando identificar quais resultados e dificuldades foram encontradas pela empresa, e quais ações de melhoria poderiam ter sido tomadas para a execução do projeto. Estas informações têm por base a realização de entrevistas informais, a observação participante e a análise documental das atas descritas no anexo B.

Em abril de 2015, ao analisar a relação entre o indicador de faturamento diário e o indicador de pedidos em carteira utilizados pela Bombas Vanbro, o autor deste trabalho, que é supervisor comercial na empresa percebeu que em diversos dias a meta de faturamento diário não era atingida, mesmo existindo pedidos em carteira. Em uma análise mais detalhada, percebeu-se que muitos destes pedidos não faturados e que ainda se mantinham em carteira já tinham inclusive ultrapassado o prazo de embarque firmado com o cliente. Ao realizar uma entrevista informal com o coordenador de produção, viu-se que os principais motivos dos pedidos não terem sido expedidos no dia combinado se deviam a falta de disponibilidade dos componentes necessários para montagem dos produtos finais, no momento certo e quantidade certa, princípios básicos do JIT. (SHINGO, 1996).

Buscando chegar à origem do problema foi realizada no mês de maio de 2015 uma reunião do supervisor comercial com o programador de produção e o

coordenador de projetos, onde se constatou que não havia como saber se o componente não estava no local e quantidade necessária no momento necessário por falha de programação, por atrasos na produção ligados a baixa eficiência dos recursos restritivos ou porque a demanda excedeu a capacidade de produção. Não havia dados históricos para se avaliar, pois o início da produção de determinado componente era programado pelo Kanban, e não haviam registros desta movimentação, impossibilitando saber se o componente entrou em produção depois do que deveria, se o setup foi lento ou se o tempo peça foi acima do previsto. Nem saber por quanto tempo o recurso produtivo estava realmente produzindo era possível.

O departamento de engenharia atua fortemente na melhoria dos processos, buscando reduzir o custo da empresa por meio da redução do tempo de processamento de cada componente, através de investimentos em modelos de fundição, alterações construtivas nos componentes, investimentos em novas ferramentas, melhorias em dispositivos de fixação e até aquisição de máquinas mais eficientes. Porém, mesmo com estes investimentos que proporcionavam redução do tempo de processamento dos componentes percebia-se que em diversos momentos as máquinas estavam ociosas por vários motivos, como falta de matéria-prima, ausência do operador, falta de ferramentas, setups demorados entre diversos outros motivos. Desta forma o investimento realizado para reduzir o custo de processamento servia apenas para baixar o custo padrão por peça, mas não se refletia em redução real de custos para a empresa porque o tempo ganho com a melhoria realizada virava tempo ocioso dentro da fábrica, não aumentando a quantidade de itens produzidos.

Na reunião o grupo concluiu que as melhorias realizadas pelo setor de engenharia se originavam na identificação da existência da possibilidade de melhoria, e não pela sua necessidade ou retorno de investimento. Embora a vasta experiência do coordenador de projetos e do técnico mecânico responsáveis pelo setor de engenharia os indicasse qual investimento poderia apresentar o melhor resultado ou era prioritário, era impossível saber com precisão em quanto tempo o investimento se pagaria, ficando isto na base de estimativas. Outro fator era que não se conseguia observar do total de componentes produzidos na fábrica, qual tinha mais urgência de receber investimentos e depois dos investimentos realizados a sensação era de que o resultado não era atingido, pois a capacidade global de

produção não era aumentada de forma perceptível, mesmo sendo visível o ganho operacional e a redução do tempo de processamento.

Em nova reunião pelo mesmo grupo no final de maio de 2015, percebeu-se que as informações da produção não eram confiáveis ou eram insuficientes e que o processo de gestão de investimentos em melhoria de processos se apoiava nestas informações deficitárias. Chegou-se num consenso de que sem a implantação de algum sistema que desse a visão do que estava acontecendo na fábrica, não se poderia avançar na melhor utilização dos investimentos da empresa destinados a redução de custos e aumento da capacidade produtiva. Concluiu-se que faltava um indicador que permitisse a visualização de como os recursos produtivos estavam sendo utilizados, e conforme o conhecimento do grupo reunido o indicador de Eficiência Global dos Equipamentos (OEE) atenderia a necessidade estratégica de acompanhamento pela direção da empresa de como estava a utilização dos recursos produtivos, e subsidiaria de maneira confiável a tomada de decisões de investimentos na área fabril pelo departamento de engenharia.

Após este diagnóstico que concluiu a fase denominada pelos participantes do grupo de trabalho de fase de estruturação, por identificar a situação atual e indicar uma proposta de solução, iniciou-se a fase denominada de pré-implantação, com a formalização de um grupo de trabalho inicialmente composto pelo supervisor comercial, pelo coordenador de projetos e pelo programador de produção. Este grupo apresentou em reunião com a direção da empresa no início de Junho de 2015 o problema que havia sido identificado, juntamente com a proposta inicial de solução. O diretor administrativo da empresa autorizou que o grupo de trabalho detalhasse a solução proposta de utilização do indicador OEE através da apresentação de um escopo de projeto que permitisse verificar a viabilidade da solução, para analisar se o investimento teria o retorno desejado.

#### 4.2 A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INFORMATIZADO DE COLETA DE DADOS

Por iniciativa do programador de produção e do coordenador de projetos já havia sido implantado anteriormente um sistema de coleta de dados dos setups. Cada operador recebia um formulário, o qual deveria ser preenchido manualmente com a peça a ser produzida, a hora de início do setup e a hora de término, assim como qualquer falta de ferramenta ou material. Estes formulários eram entregues



semanalmente para posterior inclusão dos dados em uma planilha de cálculos, onde se obtinha algumas informações de possibilidades de melhoria. Depois estes dados eram levados à reunião mensal de engenharia para definir o que poderia ser feito para melhorar o desempenho dos setups.

Este método se mostrava funcional mesmo com algumas imperfeições de coletas, porém trazia consigo um trabalho demasiado tanto para a coleta, que era realizada de forma manual, como na análise, pois exigia a manipulação de formulários preenchidos manualmente e muitas vezes ilegíveis, e ainda uma planilha para organização dos dados e só após este processo de organização e catalogação dos dados era possível realizar a análise para tomada de decisão. Esta experiência serviu para evidenciar que devido a grande variedade de componentes fabricados, assim como os diversos possíveis registros era inviável a implantação de qualquer controle que não fosse o mais informatizado e simples possível, sob pena de o sistema de coleta de dados exigir tempo demais para sua operação e análise.

Ao iniciar a fase de pré-implantação do projeto, o grupo de trabalho recebeu apoio de outros funcionários sendo composto a partir deste momento pelo supervisor comercial, coordenador de projetos, técnico mecânico, técnico em mecatrônica e programador de produção, e realizou uma reunião em junho de 2015, registrada no anexo B, ata número 1, para tratar dos requisitos do projeto. Uma das decisões foi de implantar o sistema nos recursos restritivos de cada célula, mesmo que estes não representassem um gargalo para os setores de montagem dos equipamentos neste momento, pois quando se melhora a eficiência em um gargalo, a restrição surge em outro ponto do sistema produtivo. Neste caso os candidatos a futuros gargalos já teriam um sistema de coleta de dados em funcionamento, monitorando o desempenho e permitindo que a empresa se antecipasse no caso de algum outro equipamento assumir como gargalo para os setores de montagem dos equipamentos, permitindo a rápida tomada de decisões e subsidiando a decisão de realização de investimentos para que o fluxo produtivo não sofra grandes impactos.

Desta forma o grupo de trabalho dimensionou o sistema informatizado de coleta de dados nas máquinas da tabela 1:

Tabela 1 - Relação de máquinas para sistema de coleta de dados

<b>Máquina</b>	<b>Célula</b>	<b>Código</b>	<b>Gargalo produtivo</b>
Torno CNC Centur 35D	Motores	M001	Não
Torno CNC 30D	Hidráulicos	M005	Não
Torno CNC 30D Siemens	Fundidos	M057	Não
Torno CNC GL240	Hidráulicos	M077	Sim
Centro de Usinagem D800	Fundidos	M078	Sim
Solda Ponto	Estamparia	M079	Não
Prensa 150TL	Estamparia	M080	Não
Torno CNC GL240	Fundidos	M083	Não
Torno CNC GL240	Fundidos	M084	Não

Fonte: Autor.

Após o dimensionamento do tamanho do sistema de coleta de dados, juntamente com a análise dos possíveis problemas que poderia causar, chegou-se a conclusão de que este sistema de coleta e gerenciamento dos dados deveria atender os seguintes critérios:

- a) permitir a observância do OEE de cada máquina, subsidiando o processo decisório de investimentos na área fabril;
- b) ser capaz de armazenar todos os eventos ou apontamentos das máquinas em que fosse instalado;
- c) ter uma interface operacional simples e ágil, reduzindo o tempo de operação ao mínimo possível, consumindo pouco tempo do operador na coleta de dados;
- d) ter uma interface gerencial completa e simples, capaz de trazer informações em tempo real e gerar relatórios;
- e) possuir suporte técnico em um raio de no máximo 150KM da empresa;
- f) ter um custo não superior a R\$ 5.000,00 por máquina, considerando equipamento e instalação, e orçamento total limitado a R\$ 50.000,00.

Com base nestes critérios iniciais pode-se confirmar que o atual sistema ERP da empresa não atenderia estas necessidades, pois o mesmo não tem suporte para coleta de dados das máquinas, e não possui módulo para medição do OEE. Então criou-se um cronograma para implantação do projeto do qual o supervisor comercial

e o coordenador de projetos se encarregaram de coordenar o trabalho para que as etapas fossem cumpridas.

Conforme a ata número 2 do anexo B, em reunião no setor de engenharia iniciou-se então a busca por uma solução que integrasse software e hardware para este objetivo, mas que fosse compatível com o sistema ERP que a empresa possuía. Poucos sistemas disponíveis no mercado atendiam esta necessidade, assim como boa parte dos requisitos listados pelo grupo. Muitas opções eram de sistemas completos de ERP, outras eram soluções com registros muito básicos, e apenas dois sistemas foram selecionados para uma análise mais detalhada de custo de implantação. Foram realizadas novas reuniões do grupo de trabalho com os fornecedores, documentadas na ata número 3 do anexo B, onde o grupo de trabalho selecionou o sistema mais adequado aos requisitos definidos. Posteriormente e conforme a ata número 4 foi recebida a proposta inicial de implantação do fornecedor, que continha o software de gestão, o hardware necessário, o serviço de instalação do hardware, a comunicação do novo sistema com o nosso atual ERP e os treinamentos necessários aos operadores e gestores do sistema.

Após o grupo ter identificado o problema, criado uma proposta de solução e realizado uma estimativa de custo, houve certa resistência por parte da direção na reunião do dia 10/07/15, conforme registrado em ata número 5, anexo B, onde a discussão se deu sobre a dúvida se o sistema realmente seria utilizado para gerar resultados ou meramente para coleta dos dados. Então foi acertado que após a implantação do sistema seria criado um grupo de trabalho responsável por se reunir periodicamente para analisar os dados coletados, definir quais ações seriam tomadas para melhoria do OEE e verificar se o resultado desejado foi alcançado. Este grupo deveria seguir um método para esta análise, sugerido na mesma reunião pelos participantes a utilização do ciclo PDCA.

O momento da compra do sistema foi num período de grande volatilidade cambial e perspectivas de aumento do dólar, e isso acabou pressionando os preços para cima e apressando o fechamento da compra com a empresa. Boa parte do hardware possui componentes importados.

O sistema depende do recebimento de sinais do teclado do coletor de sinais, da leitora de código de barras e da máquina em que está inserido. Em função dos vários dispositivos de segurança destas máquinas foi de grande complexidade coletar o sinal devido a interferências e não padronização de sinais entre modelos

de máquinas similares. Nas máquinas mais antigas os sinais necessários eram de difícil coleta, exigindo a criação de circuitos auxiliares que não estavam previstos nos custos do projeto. Já quanto ao layout, a falta de espaço para colocação dos suportes do coletor e da leitora de códigos de barras em local de fácil acesso aos operadores exigiu adaptações e até pequenas mudanças no layout das células. Problemas ergonômicos foram criados em função de alguns suportes rígidos de terminais serem instalados, o que gerava desconforto físico aos operadores devido a diferenças de estatura entre os mesmos, necessitando de alterações nestes suportes permitindo um melhor ajuste para cada operador.

A integração do banco de dados entre o atual ERP e o novo sistema não foi cumprida no prazo combinado no detalhamento do projeto, registrado na ata número 6, anexo B, em função de indisponibilidade de agenda do consultor responsável pela realização do trabalho. O atraso de 20 dias impactou no restante das ações, atrasando o restante do projeto.

Mesmo com a realização de um trabalho prévio de conscientização dos operadores, e do treinamento de cerca de 3 horas, foi percebida pequena resistência à mudança por parte de alguns operadores, conforme registrado em ata número 10, anexo B, da reunião de novembro de 2015, no período teste de implantação onde foram realizadas simulações no computador. Embora a aceitação geral tenha sido considerada boa pelo grupo de trabalho, algumas dúvidas com situações especiais, como paradas específicas realizadas eventualmente, ou ainda algumas peças especiais que não possuíam ficha técnica, impedindo a criação de ordens de produção também surgiram necessitando de análise caso a caso. O período de testes em produção ocorreu de 01 de dezembro de 2016 a 29 de fevereiro de 2016, buscando ajustar ao máximo todo o sistema e corrigindo erros encontrados. Neste período alguns terminais coletores apresentaram problemas e precisaram ser trocados, e algumas máquinas não estavam coletando os sinais adequadamente.

Mas a maior dificuldade encontrada foi de que vários componentes que seriam produzidos estavam com sua ficha técnica desatualizada, constando em sua estrutura alguns processos não mais existentes. Alguns tempos de processo também estavam desatualizados e precisaram ser revistos para que não gerasse uma boa eficiência de forma artificial, devido a informação de o tempo previsto ser maior do que o real tempo necessário. Este processo exigiu um grande empenho do setor de engenharia e expôs que o próprio cálculo de custos de alguns componentes

não estava coerente com a realidade, encarecendo algumas peças e sacrificando a margem de lucro em outras.

#### 4.3 OPERAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA DE DADOS

O sistema de coleta de dados é composto de um terminal de coleta modelo TI4100, conforme figuras 11 e 12, e uma leitora de códigos de barras. Estes equipamentos se comunicam com o software de coleta de dados desenvolvido pela empresa NC Sistemas, responsável por todo o software e hardware do sistema de coletas, além da integração com o sistema ERP Cigam, utilizado na empresa. O terminal recebe sinais de início e final de ciclo da máquina, além dos apontamentos do leitor de código de barras e do painel do próprio terminal.

Figura 11 - Coletor TI 4100



Fonte: Bombas Vanbro.


Figura 12 - Coletor TI 4100 - Centro de Usinagem




Fonte: Bombas Vanbro.

Quando um Kanban dos setores de montagem indica que determinado componente precisa ser produzido, o programador de produção se encarrega de levar o contenedor padrão à célula responsável pela sua fabricação assim como a matéria prima necessária para a produção do respectivo item. O programador de produção emite a ordem de produção, conforme figura 13, a qual acompanha a peça até a montagem final.

Figura 13 - Ordem de produção

	BOMBAS VANBROLIDA		Data: 30/03/2016	
	<i>EMISSAO OP INTERNA</i> Período: 00/00/00 a 00/00/00		Folha: 1 de 1 Hora: 22:53	
<b>CIGAM - 6464</b>				


  

<b>Item: 300.008.000021 - ROTOR RADIAL VHU/P 43 AISI 304</b>			
Liberação	OP	Quantidade	Uni
000000000282	 * 1 9 1 9 1 1 *	300,00	UN


  

Unidade Medida:	1	Causa Anomalia:		Rachos:	0
Prazo Programado:	03/03/16	Iniciar:	03/03/16	Prioridade:	


  

Classificação	Processo	Area	Descrição Processo
00000997	 * 0 7 0 0 1 9 *	070	SOLDAGEM FLANGE C/ DISCO SUPERIOR + PALHETAS
Setup: 0,00000 Hrs			

Classificação	Processo	Area	Descrição Processo
00000998	 * 0 7 0 0 2 0 *	070	SOLDAGEM FLANGE C/ D. SUP. + PALHETAS + D. INF.
Setup: 0,00000 Hrs			

Classificação	Processo	Area	Descrição Processo
00000999	 * 0 7 0 0 1 7 *	070	TORNO CNC: USINAGEM INTERNA
Setup: 0,00000 Hrs			

Fonte: Bombas Vanbro.

O operador de posse da OP abre a produção em um botão específico no teclado, e faz a leitura do número da OP e do seu respectivo processo com a leitora de código de barras, e inicia o setup da máquina, também pressionando botão específico no painel. Após a fabricação da primeira peça dentro do padrão, o setup é finalizado também pressionando outro botão específico no terminal, e segue com a produção em série do item. No caso de ocorrer rejeitos no processo o operador não para a máquina para apontar isso, pois o rejeito pode ser informado no meio do lote enquanto a máquina está realizando um ciclo, consumindo um tempo do qual o operador está apenas supervisionando a operação da máquina ou realizando outra

tarefa auxiliar não prioritária. A tabela 2 relaciona os rejeitos que o operador pode informar, auxiliando a engenharia a identificar as causas.

Tabela 2 - Relação de rejeitos

<b>Descrição</b>	<b>Máquinas</b>
Peça Torta	Apenas CNC's
Dureza Excessiva	Apenas CNC's
Excesso de Material	Apenas CNC's
Falta de Material	Apenas CNC's
Trincas	Apenas CNC's
Outros Defeitos	Todas
Erro Dimensional	Todas
Solda Fria	Apenas Solda

Fonte: Autor.

Quando a máquina não está realizando um ciclo, esta parada é informada ao terminal. Se o terminal não receber nenhum sinal da máquina, nenhum sinal via teclado ou via leitora de código de barras por um período de tempo parametrizado para cada máquina, o terminal coletor entra em parada automática com motivo não justificado. A tabela 3 lista a relação de paradas disponíveis para apontamento pelos operadores, criada pelo grupo de trabalho.

Tabela 3 - Relação de paradas

(continua)

<b>Descrição</b>	<b>Máquinas</b>	<b>Tipo</b>
Início de Setup	Todas	Setup
Falta Operador	Todas	Parada
Falta de Matéria Prima	Todas	Parada
Retrabalho	Todas	Parada
Limpeza	Todas	Parada
Troca/ Ajuste de Ferramenta	Apenas Prensa	Parada
Correção em Dispositivo	Apenas Centro Usinagem	Parada
Reposição Flúido de Corte	Apenas CNC's	Parada
Troca de Bobina	Apenas Prensa	Parada
Falta Dispositivo	Apenas Centro Usinagem	Parada
Refeição	Todas	Parada
Falta Inserto	Apenas CNC's	Parada



(conclusão)

<b>Descrição</b>	<b>Máquinas</b>	<b>Tipo</b>
Ajuste Programa	Apenas CNC's	Parada
Aguarda Manutenção	Todas	Parada
Manutenção Corretiva	Todas	Manutenção
Manutenção Preventiva	Todas	Manutenção
Aguarda Peça Reposição	Todas	Manutenção

Fonte: Autor.

Conforme se pode observar na tabela 3, a empresa não cadastrou o motivo de parada de falta de programação, e esta situação será aprofundada no item 4.6.

Após a conclusão do lote o operador encerra a produção pressionando um botão específico no teclado do terminal coletor, encerrando o ciclo de apontamentos da sua operação na OP. Temos então os apontamentos de abertura de OP e setup, apontamento de rejeitos, fechamento de OP e demais paradas. A tabela 4 apresenta o tempo tomado do operador para a realização destes apontamentos, e deste tempo quanto influencia a operação da máquina. Os tempos foram tomados pelo autor em março de 2016, e representam a média de tempos e paradas por máquina em um dia de trabalho.

Tabela 4 - Tempos para apontamento

<b>Tipo de apontamento</b>	<b>Tempo de apontamento</b>	<b>Tempo tomado da operação</b>	<b>Média de apontamentos diários</b>	<b>Tempo total tomado da operação</b>
Abertura OP/ Setup	16 s	16 s	3	48 s
Fim setup	4 s	4 s	3	12 s
Rejeitos	7 s	0 s	5	0 s
Fechamento de OP	11 s	11 s	3	33 s
Paradas	7 s	7 s	15	105 s
Tempo Total .....				198 s

Fonte: Autor.

Conforme a tabela 4 conclui-se que os operadores perdem em média 198 segundos ou 3,3 minutos por dia. Levando ainda em consideração que o turno tem 8,48 horas, ou 30.528 segundos, o tempo de operação do sistema pelo operador é

em torno de 0,64% do seu turno disponível no dia, um valor baixo se comparado com a estimativa de ganho esperada pela empresa.

O programador de produção emite cerca de 25 ordens de produção por dia, consumindo cerca de 40 segundos por OP, que representam 1000 segundos ou 16,67 minutos por dia. Este tempo de emissão consome 3,27% do tempo de turno do programador, mas já está em análise a implantação de um novo processo de emissão de OP's pelos operadores, por meio da leitura do código de barras do contenedor padrão Kanban. A estimativa é que depois de implantado este processo se reduza de 40 segundos para 10 segundos, mas será aplicado apenas em máquinas não gargalo.

#### 4.4 DESCRIÇÃO DO MÉTODO DE GESTÃO

A implantação do sistema de coleta de dados exigiu um método para realizar a gestão desses dados, ordenando a forma de trabalho. Para isso foi criado um grupo de trabalho formado pelo supervisor comercial, o coordenador de projetos, o técnico mecânico, o programador de produção e o coordenador de processos industriais, que se reúnem com a periodicidade quinzenal. Nestas reuniões, denominadas de reunião de produção, através de método PDCA o grupo busca primeiramente a identificação de qual indicador não está em conformidade com a sua meta, aplicando o ciclo PDCA em cada situação onde o indicador ficou abaixo do estipulado pelo grupo. Na análise busca-se identificar qualquer situação que não atenda a meta estipulada pelo grupo de trabalho, que no caso do indicador OEE é de 85%, composto de 90% de disponibilidade, 95% de performance e 99% de qualidade. Foi criada pelo próprio grupo uma priorização para guiar o trabalho, onde as máquinas que requerem maior atenção são as máquinas gargalo, embora todas as outras sete máquinas sejam analisadas. Após a análise do indicador de OEE das máquinas é feita também a observação do indicador de qualidade, depois o indicador de performance e por último o indicador de disponibilidade. Basicamente a reunião é realizada seguindo o ciclo PDCA, e como as metas já estão estabelecidas o foco é nas ações a serem tomadas para atingir a meta proposta. Este método é registrado em uma ata padronizada, (anexo C) que é utilizada para a execução das ações definidas. No item 4.5.2 será abordada uma ação de melhoria de performance, a qual é descrita na ata de reunião de produção constante no anexo D,

salientando que esta ação de melhoria ainda não havia sido concluída no momento de realização deste estudo.

Na reunião seguinte é realizada a etapa de verificação, a fim de comparar se as ações tomadas com base no planejamento da reunião anterior atingiram a meta ou agir sobre as causas do não alcance da meta. Com o resultado atingido as ações propostas se tornam definitivas e no caso de não atingir, o plano é revisto e executado novamente até atingir o resultado esperado.

#### 4.5 GESTÃO DOS DADOS COLETADOS

O departamento de engenharia da Bombas Vanbro trabalha na maior parte do tempo com o foco na melhoria de processos ou da estrutura fabril. Realiza mensalmente uma reunião com objetivo de comunicar o andamento dos projetos e de alinhar algumas ações a serem tomadas, embora a estrutura enxuta da empresa permita que as ações e decisões sejam tomadas de forma rápida e sem excesso de burocracia. Porém, conforme relatado na entrevista informal com o coordenador de projetos, os projetos da engenharia eram pautados pela identificação de oportunidades de simplificação de processos, de redução de rejeitos e de qualquer possibilidade de redução de tempo de processamento de componentes, sempre também evoluindo em relação à segurança do trabalhador, preocupação constante da empresa. Com a criação do grupo de trabalho para a análise dos dados de produção, o foco das reuniões de engenharia agora são os produtos, enquanto as reuniões de produção geram um número maior de ações de melhorias, pautadas pelo método de gestão adotado.

Muitas das ações propostas não exigem desembolso financeiro, embora tenham um custo. Tratam-se de treinamentos aos operadores, reuniões de análise de desempenho, pequenas alterações em layout ou planos de trabalho. Quando é necessária a compra de algum material ou ferramenta, o grupo tem liberdade de realizar os investimentos dentro do limite orçamentário previsto, e nos casos onde o projeto de melhoria requer um valor acima do limite é realizada uma análise mais profunda com o apoio da área financeira, para identificar o tempo de retorno de investimento e apresentar à direção da empresa, que dará a palavra final na continuidade do projeto.

A utilização dos dados de produção foi considerada confiável para análise pelo grupo de trabalho a partir de março de 2016, sendo que os dados do primeiro bimestre de 2016 apresentaram algumas distorções relacionadas à performance, visto que muitos componentes ainda estavam passando por ajustes no tempo de ciclo. A tabela 5 demonstra o OEE por máquina, no período da segunda quinzena de março de 2016.

Tabela 5 - OEE segunda quinzena de março de 2016

<b>Máquina</b>	<b>Código</b>	<b>Disp.</b>	<b>Perf.</b>	<b>Qual.</b>	<b>OEE</b>
Torno CNC Centur 35D	M001	30,68	72,27	100,00	22,17
Torno CNC 30D	M005	80,09	70,78	99,41	56,35
Torno CNC 30D Siemens	M057	86,47	90,60	99,25	77,75
Torno CNC GL240	M077	89,08	86,42	99,00	76,21
Centro de Usinagem D800	M078	72,40	133,33	99,15	95,71
Solda Ponto	M079	73,40	54,24	100,00	39,81
Prensa 150TL	M080	97,07	89,09	100,00	86,48
Torno CNC GL240	M083	91,06	86,08	99,89	78,30
Torno CNC GL240	M084	92,23	99,69	98,91	90,95
<b>OEE MÉDIA.....</b>					<b>69,30</b>

Fonte: Bombas Vanbro.

Conforme observamos na tabela 5, o torno CNC código M001 apresentou baixa disponibilidade. Isto se deve a esta máquina produzir apenas eixos para motores elétricos em lotes muito reduzidos, variando de 3 a 15 peças por lote, realizando até 15 setups por dia. Por decisão do grupo de trabalho só é gerada OP pelo programador de produção quando os lotes tem previsão de um tempo de ciclo maior que duas horas. Esta escolha se deu para não sobrecarregar o programador de produção com a geração das OP's, visto que nesta célula o próprio operador acompanha o Kanban e toma a decisão de qual item e quantidade produzir. Quando está produzindo sem registrar uma OP, o sistema fica com status de ocioso, o que compromete o índice de disponibilidade e consequentemente o OEE. A ação definida para esta máquina foi de preparar o sistema para o próprio operador abrir e fechar a ordem de produção pelo seu terminal de coleta, possibilitando a utilização do sistema em tempo real. Esta ação ainda está em andamento com previsão de

conclusão para Maio de 2016. Outro recurso produtivo que alcançou um baixo OEE conforme a tabela 5 foi a máquina de solda ponto, com um resultado de 39,81%. Este resultado se deve principalmente a baixa performance, devido a este equipamento possuir uma capacidade de produção razoavelmente maior que a demanda atual, o que faz com que o ritmo de trabalho seja reduzido até que se equipare a demanda. Embora este efeito fosse observável de forma qualitativa, com a análise dos dados pode-se quantificar isso e observar a possibilidade de aproveitamento do operador em outra atividade. Conforme será tratado no item 4.6, esta situação evidencia a ausência do motivo de parada por falta de programação no sistema da empresa.

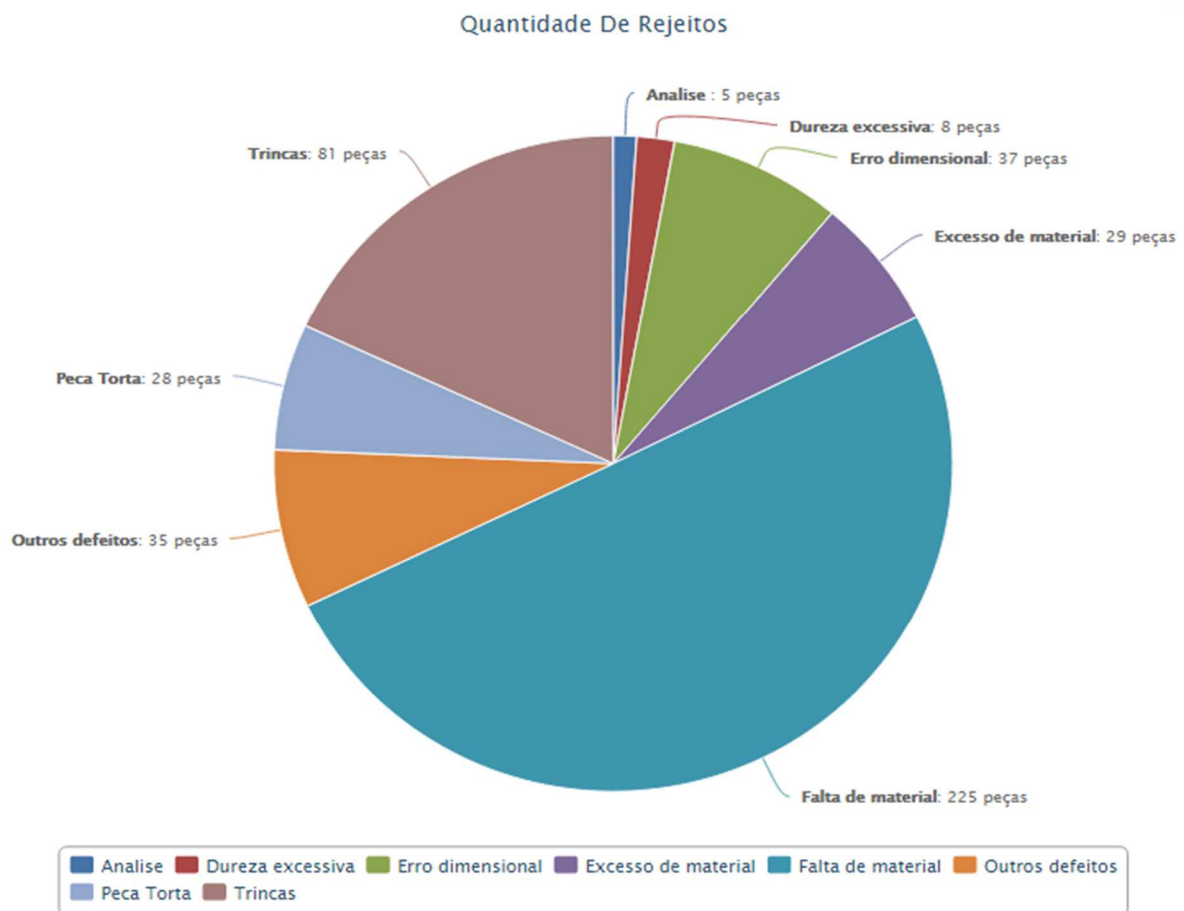
Já no centro de usinagem observou-se uma performance de 133,33%. Após a realização de uma análise na máquina se constatou que alguns tempos de ciclo real estavam defasados em função de melhorias no processo. Este dado juntamente com a análise na máquina desencadeou um processo de revisão dos tempos de ciclo real de todas as peças produzidas nas máquinas que integram o sistema de coleta de dados, ratificando o tempo de ciclo real das peças ou corrigindo distorções encontradas. Até o momento da realização deste trabalho foram realizadas nove reuniões com os operadores para levantar dificuldades e problemas encontrados para a realização da coleta de dados, resultando em sete ações para sanar estes problemas. Quanto à gestão dos dados, foram realizadas duas reuniões, onde foram propostas três ações de melhorias, as quais estavam em andamento no momento de realização deste trabalho. Se forem eliminadas as duas máquinas com menor OEE e o centro de usinagem com a performance distorcida, é obtido um OEE de 77,67%. Nos tópicos seguintes serão abordadas a título de exemplificação o uso do método e algumas ações realizadas nos três índices que compõem o OEE, pela ordem de prioridade estipulada pelo grupo de trabalho.

#### **4.5.1 Qualidade**

Uma das maiores fontes de desperdícios ocorre do surgimento de rejeitos de produção, pois nesse caso perde-se tempo, material e trabalho, além de que muitas vezes estes rejeitos necessitam ser retrabalhados para reaproveitamento. O índice de qualidade é considerado bom pela empresa, e no primeiro bimestre de 2016 atingiu a média de 99,12%, sendo que o objetivo da empresa é manter o índice de

qualidade acima de 99%. Com estes valores alcançados o fator qualidade se mostra dentro do esperado e os rejeitos são analisados buscando identificar alguma causa comum que possa ser trabalhada para o aperfeiçoamento deste índice. O gráfico 1 representa a quantidade de rejeitos de peças fundidas do 1º bimestre de 2016, especificando o significado de cada rejeito na tabela 6.

Gráfico 1 - Rejeitos 1º bimestre 2016 por tipo



Fonte: Bombas Vanbro.

Tabela 6 - Definição dos tipos de rejeitos

(continua)

Rejeito	Definição
Análise	Peça com algum defeito aparente, mas necessita de análise do supervisor.
Dureza excessiva	Peça com aparente dureza excessiva, impedindo a usinagem
Erro dimensional	Peça usinada fora das especificações dimensionais

(conclusão)

<b>Rejeito</b>	<b>Definição</b>
Excesso de material	Peça com excesso de material, impedindo sua utilização
Falta de material	Peça com vazios ou falta de preenchimento do modelo de fundição
Outros defeitos	Outros não especificados
Peça torta	Peça com desalinhamento no fechamento do modelo de fundição
Trincas	Peça com trincas

Fonte: Autor.

O grupo de trabalho definiu que quando um tipo de rejeito representa mais de 30% do total, é realizada uma análise buscando detalhar quais fatores comuns possuem estes rejeitos, quais as matérias primas utilizadas, em quais máquinas foram gerados os rejeitos ou qualquer outra informação que possa levar a causa do rejeito. No caso avaliado o rejeito falta de material ocorreu em diversas peças fundidas diferentes, não ficando restrito a uma única variedade de peça, e foram originados pelo processo de fundição onde ficaram vazios dentro da peça e só foram identificados após a usinagem das mesmas. Foi encaminhado relatório ao fornecedor para análise e revisão dos canais que permitem a saída de gases nos modelos de fundição, um dos fatores causadores de falta de material em peças fundidas, e o mesmo comprometeu-se a reavaliar todos os modelos de fundição listados a fim de verificar se apontavam irregularidades. O prazo para execução desta ação ainda não tinha sido concluído no momento de realização desta pesquisa.

#### **4.5.2 Performance**

O objetivo da empresa é manter o índice de performance acima de 95%. Conforme observado nos dados coletados atualmente a performance global fica entre 70% e 90%, raramente atingindo o objetivo. Em uma das reuniões do grupo de trabalho foi analisada a performance da máquina gargalo M077, torno CNC que

fabrica o componente denominado estágio, e uma OP do dia 26/02/2016 chamou atenção pois foi realizada com uma eficiência de 48,91%, muito abaixo da meta. Para comparação, foram verificadas OP's realizadas posteriormente da mesma peça e na mesma máquina, e foram encontradas as performances expostas na tabela 7:

Tabela 7 - Performance da máquina M077

<b>OP</b>	<b>Data</b>	<b>Performance</b>
192736	10/03/2016	87,04%
192319	08/03/2016	84,59%
191954	04/03/2016	83,02%
191379	01/03/2016	85,16%
191106	26/02/2016	48,91%

Fonte: Autor.

Em verificação com o operador constatou-se que nesta OP as peças que são de ferro fundido estavam aparentemente com a dureza acima do normal, necessitando que a máquina tivesse a velocidade reduzida, embora não tendo gerado rejeitos. Ao buscar informações quanto à matéria prima observou-se que as peças desta OP foram realizadas por um fornecedor de peças fundidas que ainda não havia produzido esta peça para nossa empresa, embora já seja um fornecedor habitual de outras peças fundidas. Rastreamento a análise de qualidade da peça em questão no fornecedor constatou-se que realmente estava mais dura do que o padrão, o que foi corrigido na ficha técnica do fornecedor para os próximos lotes deste material. No momento da realização desta pesquisa o fornecedor ainda não havia encaminhado a matéria prima com a nova definição de dureza.

A análise de performance exige muito cuidado, pois deve-se certificar que o tempo de referência está coerente com o tempo real de processamento. Com base nos dados coletados até o momento há ainda muito a se fazer para elevar o índice de performance das máquinas, e várias demandas como fornecimento ou melhorias em jogos de castanhas para os tornos CNC's, melhoria no layout para favorecimento de troca rápida de peças e até acompanhamento da durabilidade de insertos de usinagem estão sob análise, embora um fator de grande impacto já identificado



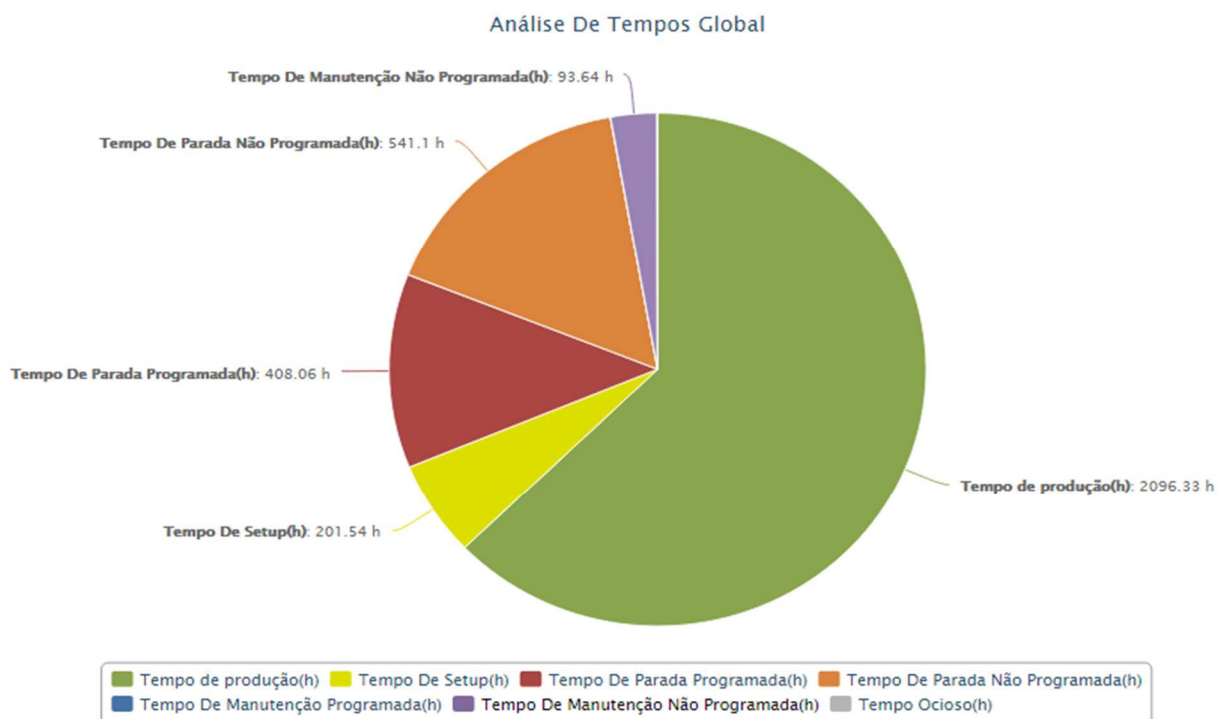
esteja no tempo de troca de peças na máquina ficar acima do estipulado, principalmente nas peças de ciclo menor que um minuto.

A sazonalidade de vendas faz com que no verão se acentuem os pedidos, que são reduzidos no período do inverno em função das chuvas, que além de reduzir a necessidade de buscar o abastecimento de água através dos poços tubulares, muitas vezes impedem a própria construção do poço. Em função disso a empresa adquiriu a cultura de mesmo nos momentos em que os Kanbans estiverem completos, continuar produzindo, mesmo que em menor performance. Este estoque excedente é controlado, e é consumido em momentos de picos de demanda. Este procedimento será abordado com mais profundidade no tópico 4.6.

#### 4.5.3 Disponibilidade

A empresa traçou como objetivo do índice de disponibilidade ficar acima de 90%, sendo que este índice no primeiro bimestre de 2016 ficou em 74,43%. O gráfico 2 detalha em quantidade de horas o total dos tempos de produção, parada programada e parada não programada, ainda destacando os tempos de setup e manutenção não programada.

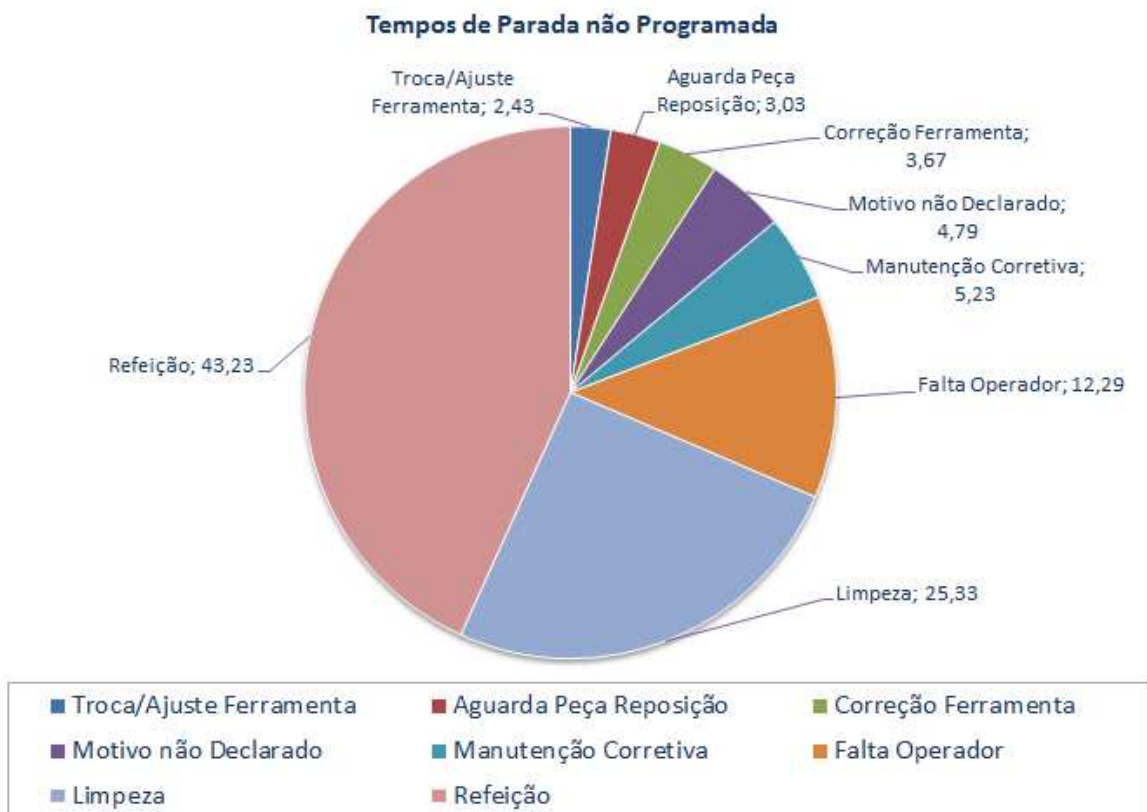
Gráfico 2 - Análise do tempo global do 1º bimestre de 2016



Fonte: Bombas Vanbro.

Seguindo na análise e verificando as causas de tempo de parada não programada, conforme demonstra o gráfico 3, observa-se que os motivos falta de operador na máquina e refeição correspondem a 55,52% do tempo de parada não programada.

Gráfico 3 - Causas de parada não programada



Fonte: Bombas Vanbro.

Quanto à parada por falta de operador, essa se deu em função da falta de operadores capacitados que possam ser deslocados de outras áreas para manter a máquina operando, quando o operador titular precisa se ausentar por algum motivo. Já o tempo de parada de refeição surge como opção de aumento de disponibilidade, simplesmente com um revezamento de operadores, processo que já é realizado eventualmente apenas nas máquinas gargalo. Para reduzir o tempo destas duas paradas será iniciado um trabalho de capacitação de outros funcionários para operação destas máquinas.

Outro importante fator que está sob análise é o tempo dedicado à limpeza das máquinas. Constatou-se que muitos operadores não possuem ferramentas

adequadas para limpeza, e que principalmente não existe um padrão, onde algumas máquinas não recebem a limpeza adequada ou outras onde é gasto um tempo acima do considerado adequado. Novamente a criação de um processo e treinamento surge como opção para reduzir o tempo gasto com limpeza, mas mantendo um padrão aceitável.

#### 4.6 SÍNTESE DA COLETA E GESTÃO DOS DADOS

Com base na análise dos registros em banco de dados, das atas de reunião, da observação participante e das entrevistas realizadas, assim como em todo o conjunto de informações explicitado neste estudo de caso, é possível verificar que a implantação do sistema de coleta e a gestão dos dados de produção implicaram numa mudança de rumo tanto como na utilização dos recursos produtivos da empresa, como na decisão dos investimentos na área de produção. Antes do início deste projeto, acreditava-se saber como estava a performance dos recursos produtivos, mas após a implantação ficou claro o desconhecimento da real situação.

O coordenador de projetos destaca a questão da verificação da utilização dos recursos produtivos antes da implantação do sistema:

Antes da implantação do sistema se acompanhava (a utilização dos recursos produtivos) a grosso modo e pela experiência. Tínhamos apenas o tempo de cada ciclo e pelo tamanho do lote uma estimativa para término total dos itens. Sabíamos que a disponibilidade de tempo era de oito horas, mas não tínhamos contabilizadas as paradas não programadas.

E ainda sobre os indicadores de disponibilidade, performance e qualidade, o coordenador de projetos salienta: “O indicador de qualidade era baseado no índice de devoluções de peças fundidas. Peças não conforme por erro dimensional decorrente do processo de manufatura não eram contabilizadas, e simplesmente eram sucateadas”.

Mesmo antes da implantação do sistema não sendo possível medir o índice de disponibilidade e performance, a simples instalação dos coletores de dados impactaram nestes fatores, conforme respostas às entrevistas de dois funcionários ligados ao setor de engenharia e ao setor de produção:

Com certeza. Principalmente na disponibilidade de tempo de máquina e na sua utilização.

Sim, pois os recursos sendo monitorados em tempo real, já fez como que alguns operadores mudassem algumas atitudes em meio ao processo produtivo, querendo melhorar setup e processos, visando melhorar o seu próprio rendimento e eficiência.

No processo de implantação foram encontradas dificuldades principalmente ligadas à coleta de dados em si, na comunicação das máquinas com os coletores e o sistema. Esta dificuldade impactou no aumento do tempo necessário para se obter dados confiáveis, assim como a necessidade de mais horas de trabalho do que o esperado. A consulta a outras empresas que fizeram a implantação do sistema de coleta de dados auxiliaria no melhor preparo a estas dificuldades, evitando a necessidade de ações corretivas para colocar o sistema a funcionar.

Outros funcionários ligados aos setores de produção e de engenharia declararam:

Acho que (o mais difícil na implantação) foram as falhas no equipamento (de coleta).

O que nos atrasou no processo de implantação foi conseguir comunicar de forma correta o equipamento de coleta de dados com o sinal da máquina, comunicação entre coletor de dados e o sistema e por fim a correção dos tempos para definição de eficiência ideal.

Questionados sobre se o processo de implantação fosse realizado novamente o que seria feito diferente, as respostas foram unânimes:

Teste em um equipamento ou visitas técnicas com empresas que possuem o mesmo sistema.

Pesquisaria mais sobre a (fornecedor) e solicitaria a visita em alguma empresa com o sistema já implantado. E analisaria outros fornecedores do sistema (de medição de) OEE.

O método de gestão utilizado pela empresa, o ciclo PDCA, tem se mostrado como uma ferramenta eficaz e principalmente organizadora das ações a serem tomadas. Todos os integrantes do grupo de trabalho estão ligados ao meio acadêmico, em cursos de graduação ou pós-graduação e possuem a liberdade e confiança pela direção da empresa necessária para conduzir ações de melhorias voltadas a produção. Contudo, a cultura da empresa de agir rapidamente e muitas vezes não documentar o que está sendo feito prejudica a formalização das ações, fundamental para análise do método de gestão dos dados de produção.

Embora o método de gestão tenha sido iniciado recentemente, nota-se que permitiu um alinhamento dos integrantes do grupo e dos operadores ao entendimento da necessidade de manter um alto OEE, assim como uma visão definida dos pontos prioritários a serem observados e trabalhados nas melhorias propostas, e uma maior concentração de ações nos gargalos da empresa.

Quando os participantes dos grupos de trabalho são questionados sobre os efeitos gerados pela gestão dos dados, a visão é de avanço na qualidade da tomada de decisão, e na possibilidade real de melhora nos índices de disponibilidade, performance e qualidade, conforme relato do técnico mecânico:

Gerou melhorias no processo produtivo, diminuindo os tempos de setup e operações, aumentando assim a nossa capacidade de produção, sem ter que aumentar o número de equipamentos. Mas isso só é possível com a correta análise dos dados obtidos e investindo onde realmente há necessidade, sendo pontual nas decisões.

Quanto ao relato do Coordenador de Processo Industrial: “[A gestão dos dados] permite maior clareza nas informações, respostas mais rápidas aos problemas, controle maior e melhor dos recursos e principalmente a sintonia entre produção e engenharia”.

Coordenador de Projetos: “Com certeza (temos avanços), desde que a gestão continue a ser realizada. Nada adianta dados se não houver ação corretiva sobre as informações”.

Uma situação cultural da empresa se destaca com relação à filosofia JIT adotada: a criação de estoques além do previsto no kanban. Conforme mencionado neste estudo de caso, o principal produto vendido pela empresa sofre sazonalidade de vendas, tendo seu auge no verão e reduzindo no inverno. Isto faz com que este estoque suplementar exista e não deixe que as máquinas parem de produzir, mesmo quando os pedidos diminuem.

E o que era uma ação a ser tomada no período de quedas nas vendas em função da sazonalidade da demanda se tornou usual, devido às sucessivas melhorias realizadas para aumento da produtividade. Este excedente de produção causa um efeito de queda na performance, já percebida pelos responsáveis da produção e agora sendo quantificadas pelo sistema de coleta. Surge então a necessidade de um maior controle sobre os inventários, sendo realizadas basicamente promoções de vendas visando estimular a demanda. Atualmente a

empresa não permite que algum recurso produtivo fique parado por falta de programação, por acreditar que este tempo parado fará falta em algum momento futuro, acabando por produzir produtos que não serão vendidos num horizonte de tempo próximo, acarretando muitas vezes custos maiores do que um possível custo adicional de horas extras. Esta visão se explicita pela falta da opção no sistema de coleta de dados do tipo de parada por falta de programação, item básico na filosofia JIT, de produzir apenas ao necessário na quantidade necessária, e também ao observar o desempenho da máquina de solda ponto. O indicador de performance é considerado baixo não por má-fé do operador, mas porque se o mesmo produzir no ritmo normal de trabalho serão produzidas mais peças que o necessário. A sugestão do autor para este caso específico é incluir a parada por falta de programação, e instruir os operadores a usá-la quando esta for a real situação.

Também fica como sugestão, atribuída a observação participante pelo autor deste trabalho a participação dos operadores nas reuniões de gestão dos dados, fazendo com que o envolvimento alavanque as ações de melhoria, conforme a filosofia JIT, pois a participação na tomada de decisão traz efeitos benéficos como maior engajamento, sensação de responsabilidade pessoal pelos resultados e oportunidade de crescimento.

Por fim, o depoimento do diretor administrativo sobre o sistema de gestão e coleta de dados de produção sintetiza a justificativa por parte da empresa para realização do projeto: “Competimos com empresas multinacionais, se não tivermos eficiência estamos fora do mercado. Não há espaço para nenhum desperdício”.

#### **4.6.1 Análise do Projeto em relação à Teoria das Restrições**

O autor realizou uma análise do caso a partir dos cinco passos da TOC. No momento da realização do projeto de implantação do sistema de coleta e gestão dos dados os responsáveis pela engenharia e produção já conheciam as restrições do sistema produtivo, já sabiam quais eram as máquinas gargalo e os candidatos a futuros gargalos, ponto definido por Goldratt (2002) como passo número 1 (identificar o sistema de restrições). Então de forma intuitiva os projetos de melhorias eram direcionados em sua maioria a estas máquinas, mesmo não existindo nenhum sistema de informação que pudesse auxiliar na tomada de decisão dos projetos. O sistema de coleta de dados veio para atender o passo 2 (Decidir a forma mais

eficiente de utilizar o sistema de restrições), viabilizando o registro de dados de produção para auxiliar na tomada de decisão dos projetos, permitindo utilizar o sistema de restrições de forma mais eficiente.

O passo 3 orienta a subordinar os outros recursos do sistema à cadência estabelecida pelo passo 2. Na empresa deste caso foi o processo de melhorias que necessitou se ajustar e se orientar ao sistema de restrições, concentrando esforços às máquinas gargalo e aos candidatos a gargalo.

Já o passo 4, elevação da capacidade do sistema de restrições, busca um alinhamento com as definições estratégicas da empresa, e que permitirá o futuro aumento do ganho. Evidentemente que o mercado tem um limite de absorção dos produtos e que o aumento de produção se não for acompanhado por um aumento de vendas na mesma proporção acabará se transformando em inventário. Mas como a estratégia da empresa é a excelência pelo atendimento ao cliente, picos momentâneos de vendas fazem com que a produção não acompanhe a demanda, implicando em ações que aumentam os custos como horas extras, aumento do número de funcionários ou até mesmo a perda de pedidos pelo não atendimento ao prazo desejado, diminuindo o ganho da empresa. Estas ações devem ser evitadas através da elevação ordenada da capacidade do sistema de restrições.

Por fim, o passo 5 orienta a constante reavaliação do sistema de restrições, a fim de identificar a mudança de localização dos gargalos devido a alterações no ambiente. Este foi o motivo do sistema ser instalado em nove máquinas, e não apenas nas duas que são hoje os gargalos do setor fabril da empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou todo o processo de implantação do sistema de coleta e gestão de dados de eficiência dos equipamentos, desde a identificação da necessidade de um indicador de utilização dos recursos produtivos na empresa Bombas Vanbro, assim como as etapas posteriores de implantação de um sistema de coleta de dados e a gestão deste indicador, tendo como principal objetivo o controle e monitoramento dos recursos produtivos visando a melhoria da disponibilidade, performance e qualidade dos equipamentos críticos da empresa.

Inicialmente descreveu-se o processo de implantação do sistema de coleta de dados de produção, detalhando as suas etapas e realizando uma análise crítica das dificuldades encontradas neste processo, buscando evidenciar por meio de documentos e entrevistas quais pontos não atenderam ao esperado e ainda quais imprevistos surgiram decorrentes deste processo. Nesta etapa da implantação do projeto percebeu-se de forma qualitativa algo similar ao princípio da incerteza de Heisenberg, pois o ato de observar interferiu no objeto observado. Constatou-se que o simples fato de implantar um sistema de coleta de dados de produção realizou uma melhora na utilização dos recursos produtivos, mesmo esta não podendo ser expressa numericamente devido à inexistência de medições anteriores.

Abordou também o método adotado para gestão dos dados coletados, sistematizando o processo de tomada de decisão sobre qual ação tomar. Este processo de gestão utiliza o ciclo PDCA como método gerencial, envolvendo diversas pessoas para a busca da solução dos problemas encontrados. Esta é uma ferramenta de melhoria contínua, que deve ser utilizada de forma cíclica permitindo o aprimoramento contínuo e o constante aumento nos indicadores de OEE da empresa.

O processo de implantação do sistema de coleta atendeu as expectativas da empresa, e na visão do autor foi executado de forma satisfatória, visto que o grupo de trabalho considera ter atingido o objetivo desejado. Quanto à gestão dos dados o autor vê o método PDCA funcional e principalmente como uma ferramenta para organizar as ações de melhoria.

Cabe ainda salientar que embora o método de gestão dos dados tenha se mostrado funcional e capaz de sistematizar a tomada de decisão dos investimentos de melhorias de processo, não foi objeto deste trabalho a análise das melhorias



propostas e os resultados obtidos, visto que no período em que este trabalho foi elaborado as medidas propostas ainda estavam em fase de execução, embora análises preliminares apontassem para melhora no indicador de OEE através do aumento nos índices de disponibilidade, performance e qualidade.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Fabio Felipe de. **O método de melhorias PDCA**. 2003. 169 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- ANTUNES JÚNIOR, José A. V. et al. **Sistemas de produção**: conceitos e práticas para projeto e produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- BONELLI, Regis. Industrialização e desenvolvimento: notas e conjecturas com foco na experiência do Brasil. In: SEMINÁRIO INDUSTRIALIZAÇÃO, DESINDUSTRIALIZAÇÃO E DESENVOLVIMENTO, 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IEDI; FIESP, 2005.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **O verdadeiro poder** – práticas de gestão que conduzem a resultados revolucionários. Nova Lima: Falconi Consultores de Resultado, 2009.
- CAMPOS, Vicente Falconi. **TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo Japonês)**. Nova Lima: Falconi, 2004.
- CARMO, Francisco Ferreira. **Desenvolvimento do método de intervenção da Aprendizagem Incremental Focada Puxada (AIFP) para pequenas e médias empresas industriais**. 2003. Dissertação (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2003.
- CHIARADIA, Áureo José Pillmann. **Utilização do Indicador de Eficiência Global de Equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos**: um estudo de caso na indústria automobilística. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2004.
- CORRÊA, Henrique L.; GIANESI, Irineu G. **Just in Time, MRP II e OPT**: um enfoque estratégico. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1993.
- COX, James F.; SPENCER, Michel S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Prefácio de Eliyahu M. Goldratt. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- DENNIS, Pascal. **Produção Lean Simplificada**: um guia para entender o sistema de produção mais poderoso do mundo. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- DICK, Gabriel. **Eficácia Global do Equipamento (OEE)**: um estudo de caso na empresa MWM International Motores Ltda. 2013. Monografia (Aperfeiçoamento/Especialização em MBA em Gestão Empresarial) – Unidade Acadêmica de Educação Continuada, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2013.
- GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLDRATT, Eliyahu M; COX, Jeff. **A Meta**: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 2002.

HANSEN, Robert C. **Eficiência global dos equipamentos**: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MACHADO, Débora Gomes; SOUZA, Marcos Antônio de. Análise das relações entre a gestão de custos e a gestão do preço de venda: um estudo das práticas adotadas por empresas industriais conserveiras estabelecidas no RS. **Revista Universo Contábil**, v. 2, n. 1, p. 42-60, 2006.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Claudio P. **Águas subterrâneas** – fontes legais e seguras de abastecimento. São Paulo: ABAS, 2012.

PLANTULLO, Vicente Lentini. Um pouco além do Just-in-Time: uma abordagem a teoria das restrições. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 34, n. 5, p. 32-39, 1994.

RODRIGUES, Luis Henrique. Apresentação e análise crítica da tecnologia da produção otimizada (Optimized Production Technology-OPT) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints-TOC). In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 14., 1990, Belo Horizonte. **Anais do XIV Encontro Anual da ANPAD**. Belo Horizonte: ANPAD, 1990.

RODRIGUES, Luis Henrique; SCHUCH, Cristiano; PANTALEÃO, Luis Henrique. Uma abordagem para construção de sistemas de indicadores alinhando a teoria das restrições e o Balanced Scorecard. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, v. 27, 2003.

ROZADOS, Helen Beatriz Frota. Uso de indicadores na gestão de recursos de informação. **RDBCI**, v. 3, n. 1, p. 60-76, 2005.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997.

TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de produção**: a produtividade no chão de fábrica. Porto Alegre: Bookman, 1999.

WERKEMA, Cristina. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier Campus, 2012.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

## **ANEXO A – PERGUNTAS REALIZADAS NA ENTREVISTA POR PAUTAS**

Pergunta 1: Antes da implantação do sistema de coleta de dados, era possível verificar como estavam sendo utilizados os recursos produtivos?

Pergunta 2: Existia algum controle ou indicador que medisse disponibilidade, performance ou qualidade?

Pergunta 3: O simples fato de instalar o sistema de coleta de dados, impactou de alguma forma na utilização dos recursos produtivos?

Pergunta 4: O que foi mais difícil na implantação do sistema?

Pergunta 5: Se o processo de implantação tivesse de ser feito novamente, o que você faria diferente?

Pergunta 6: A forma como está sendo conduzida a análise dos dados está satisfatória?

Pergunta 7: Você alteraria algo no formato das reuniões de análise dos dados?

Pergunta 8: Em sua opinião, quais efeitos podem gerar o sistema de coleta de dados juntamente com a gestão das informações de produção na utilização dos recursos produtivos da empresa?

### ANEXO B – 5W1H IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE COLETA

ETAPA	O QUÊ	PORQUÊ	QUANDO	ONDE	QUEM	COMO	ATA
<b>1</b>	Definição dos pré-requisitos do projeto	Para guiar a tomada de ação das próximas etapas	De 15/06/15 a 17/06/15.	Sala de reuniões da Bombas Vanbro.	Sup. Comercial, Coord. De Projetos, Técnico Mecânico, Técnico Mecatrônica, Prog. Produção.	Definindo quais máquinas receberão os coletores, quais recursos o sistema deve ter, e qual o custo máximo para o projeto.	1
<b>2</b>	Análise de sistemas disponíveis.	Para localizar o sistema que melhor se encaixa nos critérios estipulados.	De 29/06/15 a 03/07/15.	No setor de engenharia.	Sup. Comercial, Coord. De Projetos, Técnico Mecânico.	Pesquisando na internet e com fornecedores parceiros.	2
<b>3</b>	Reunião com fornecedores escolhidos.	Para conhecer mais da solução selecionada pela equipe, e ver se o sistema escolhido atende as necessidades da empresa.	De 06/07/15 a 08/07/15.	Sala de reuniões da Bombas Vanbro.	Sup. Comercial, Coord. De Projetos, Técnico Mecânico, Técnico Mecatrônica, Prog. Produção, Fornecedor.	Contatando o fornecedor e solicitando visita na empresa.	3
<b>4</b>	Acolhimento de proposta inicial e pré-projeto.	Para ter uma estimativa de investimento necessário.	De 08/07/15 a 10/07/15.	No escritório da Bombas Vanbro.	Sup. Comercial, Fornecedor.	Após análise dos recursos disponíveis do sistema e debate com a equipe, receber proposta inicial de custo do fornecedor.	4

5	Reunião de aprovação com a direção.	Para apresentar o problema encontrado e a solução proposta, juntamente com o custo inicial do projeto e estimativa de retorno financeiro.	Dia 10/07/15.	Sala da direção.	Sup. Comercial, Coord. Projetos, Diretor Adm., Diretor Produção.	Apresentando a situação problema juntamente com o pré-projeto e a proposta inicial.	5
6	Reunião com fornecedor (detalhamento do projeto).	Para verificar custos adicionais ou requisitos ainda não observados.	De 13/07/15 a 17/07/15.	Sala de reuniões da Bombas Vanbro.	Sup. Comercial, Coord. De Projetos, Técnico Mecânico, Técnico Mecatrônica, Prog. Produção, Fornecedor.	Reunindo com fornecedor.	6
7	Compra do sistema.	Para formalizar o compromisso entre as empresas e iniciar a implantação.	De 20/07/15 a 24/07/15.	No escritório da Bombas Vanbro.	Sup. Comercial, Fornecedor.	Fechando pedido com o fornecedor escolhido buscando o menor preço possível sem comprometer a qualidade do projeto.	7
8	Análise de ajustes internos para implantação do sistema.	Para iniciar a preparação da fábrica para implantação do sistema.	De 20/07/15 a 31/07/15.	Sala de reuniões da Bombas Vanbro.	Sup. Comercial, Coord. De Projetos, Técnico Mecânico, Técnico Mecatrônica, Prog. Produção.	Verificando quais ações necessárias para implantação do sistema, definindo 5W1H.	8

9	Cabeamento da fábrica.	Para poder alimentar os coletores e transmitir os sinais entre as máquinas e o servidor.	De 03/08/15 a 31/08/15.	Na área de produção.	Técnico Mecatrônica, Eletricista Manut., Empresa terceirizada.	Passar cabeamento de rede e força para os coletores de sinais que serão instalados.	
10	Coleta de sinais das máquinas.	Para poder transmitir ao coletor os sinais de máquina parada e contagem de peças.	De 03/08/15 a 31/08/15.	Em cada máquina a ser incluída no sistema de coleta de dados.	Técnico Mecatrônica, suporte técnico do fabricante das máquinas.	Conectando o terminal de coleta de dados juntamente com o software de gerenciamento do comando da máquina.	
11	Instalação física dos suportes/totens de fixação dos coletores e leitoras de códigos de barras.	Para que os terminais de coleta de dados e as leitoras de código de barras tenham um local adequado para fixação.	De 17/08/15 a 18/09/15.	Nos locais selecionados em cada máquina.	Coord. de Projetos, Eletricista Manut.	Fixando os suportes comprados nos locais mais adequados.	
12	Ajuste de requisitos de TI.	Para que o suporte técnico tenha acesso, para o sistema comunicar com as máquinas e para o servidor ter o mapeamento e local de rede para instalação do programa de gerenciamento.	De 31/08/15 a 18/09/15.	Rack de servidores da Bombas Vanbro.	Técnico Informática.	Criando usuário para acesso remoto para suporte do fornecedor, fixando endereço IP para conversores, preparação do servidor.	


<b>13</b>	Criação de banco de dados para registro das informações.	Para que os dados coletados tenham local específico para armazenamento.	De 28/09/15 a 09/10/15.	No servidor da Bombas Vanbro.	Suporte do fornecedor.		
<b>14</b>	Criação da interface entre o atual sistema ERP e o novo Sistema MES.	Para que o novo sistema MES busque informações sobre produtos e processos no sistema ERP	De 01/10/15 a 30/10/15.	No banco de dados do servidor TS01.	Suporte do fornecedor do ERP.	Criando tabela de comunicação com layout comum entre os sistemas.	
<b>15</b>	Simulação de Funcionamento.	Para identificar eventuais problemas e fazer ajustes necessários.	De 02/11/15 a 06/11/15.	Na sala de reuniões.	Sup. Comercial, Coord. De Projetos, Técnico Mecânico, Técnico Mecatrônica, Prog. Produção, Fornecedor.	Utilizando um terminal de teste, uma leitora de código de barras e um computador, simular os registros que os operadores farão na operação do sistema.	9
<b>16</b>	Instalação dos coletores e leitora de códigos de barras, e teste de comunicação do sistema.	Para que seja testado o funcionamento do sistema e o mesmo esteja apto a iniciar a operação.	De 09/11/15 a 13/11/15.	Em cada máquina que coletará sinais.	Equipe de suporte do fornecedor, Técnico Mecatrônica, Coordenador de Projetos, Técnico Mecânico.	Instalando os terminais coletores e leitora de códigos de barras nos suportes, e testando se todos estarão comunicando com o software de gestão.	



17	Treinamento dos operadores.	Para que os operadores titulares e suplentes estejam habilitados a operar o sistema de coleta de dados.	De 16/11/15 a 20/11/15.	Na sala de reuniões.	Equipe de suporte do fornecedor, Sup. Comercial, Coord. de Projetos, operadores titulares e suplentes.	Reunindo os operadores e explicando os objetivos e motivos para instalação do sistema. Realizar diversas simulações práticas no terminal utilizado para simulação e depois no chão de fábrica, fazendo abertura de uma ordem de produção real.	10
18	Início da utilização do sistema de coleta de dados.	Para que se comece a utilizar o sistema coletando dados e acompanhar problemas no processo.	De 23/11/15 a 30/11/15.	Na área fabril.	Operadores, Prog. produção, Técnico Mecatrônica, Coord. projetos, Sup. Comercial, Técnico Mecânico.	Através da geração das ordens de produção e acompanhamento da operação do sistema.	
19	Treinamento para geração de relatórios e parametrização do sistema.	Para habilitar os funcionários a extrair as informações do sistema e parametrizá-lo.	De 07/12/15 a 11/12/15.	Na sala de reuniões.	Equipe de suporte do fornecedor, Sup. Comercial, Coord. de Projetos, Técnico Mecânico, Prog. Produção, Técnico Mecatrônica.	Com base nos registros iniciais, simular a geração de relatórios e a inclusão de parâmetros como turnos, cadastro de paradas de máquinas, cadastro de máquinas, cadastro de operadores e demais funções do sistema.	11

20	Ajuste do sistema de coleta e teste de fidelidade dos dados.	Para confirmar se os dados coletados condizem com a realidade, e se estão ocorrendo problemas para a operação do sistema de coleta de dados.	De 04/01/15 a 29/01/15.	Na área fabril.	Operadores, Sup. Comercial, Coord. Projetos, Técnico Mecânico, Técnico Mecatrônica, Prog. Produção.	Questionando os operadores sobre quais as dificuldades encontradas para realizar a coleta de dados, assim como fazer testes em tempo real, a fim de ver se o que está sendo informado no sistema condiz com a realidade. Buscar por máquinas paradas informando estar em produção, se a peça sendo produzida é a que está sendo informada, testando se a contagem de peças está uniforme, entre outros testes.	
----	--	--	-------------------------	-----------------	---	--	--

## ANEXO C – MODELO ATA REUNIÃO DE PRODUÇÃO


	<b>ATA REUNIÃO PRODUÇÃO</b>	Data:	Participantes:
---	-----------------------------	-------	----------------

<b>PLAN</b>	Meta:
-------------	-------

PLAN		DO		CHECK
	Métodos	Quando	Quem	Resultados
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

<b>ACTION</b>	
---------------	--

## ANEXO D – ATA REUNIÃO DE PRODUÇÃO

 <b>ATA REUNIÃO PRODUÇÃO</b>	<b>Data:</b> 1ª - 11/03/2016 2ª - 25/03/2016	<b>Participantes:</b> Supervisor Comercial, Coordenador de Projetos, Técnico Mecânico, Programador de Produção, Coordenador de Processos Industriais.
---	--	---

**PLAN** Meta: Aumentar performance da peça código 300.009.000022 para 95%.

PLAN		DO		CHECK
	Métodos	Quando	Quem	Resultados
1	Verificar com operador o motivo da baixa performance na OP 191106	Imediatamente	Coordenador de projetos	Operador informou que as peças estavam com elevada dureza
2	Rastrear o lote de aquisição das peças	Dia 11/03/16	Programador de Produção	Peça fornecida pela primeira vez pelo fornecedor
3	Solicitar dados do ensaio de dureza realizado pelo fornecedor do material na NF 4434 item 1	Dia 11/03/16	Coordenador de projetos	Fornecedor retornou informação do ensaio de dureza, que estava acima do ideal
4	Solicitar alteração na ficha técnica do fornecedor, para produção do item no padrão desejado	Dia 14/03/16	Coordenador de projetos	Fornecedor alterou a especificação de dureza deste item
5				

**ACTION**