

FUNDAÇÃO PEDRO LEOPOLDO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ADMINISTRAÇÃO

Hericson Estanislau Prata

**MODERNIZAÇÃO PRODUTIVA DA VALLOUREC:**  
avaliação da implantação do Sistema Toyota de Produção

Pedro Leopoldo  
2013

Hericson Estanislau Prata

**MODERNIZAÇÃO PRODUTIVA DA VALLOUREC:**  
avaliação da implantação do Sistema Toyota de Produção

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Administração, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Administração.

Área de concentração: Gestão da Inovação e Competitividade.

Linha de Pesquisa: Inovação e Organizações.

Orientador: Prof. Dr. Domingos Giroletti

658.50981 P889m	<p>PRATA, Hericson Estanislau</p> <p>Modernização produtiva da VALLOUREC : avaliação da implantação do Sistema Toyota de Produção / Hericson Estanislau Prata. – Pedro Leopoldo: FPL, 2013.</p> <p>.</p> <p>91 p.</p>
	<p>Dissertação: Mestrado Profissional em Administração, Fundação Cultural Dr. Pedro Leopoldo, Pedro Leopoldo, 2013. Orientador: Prof. Dr. Domingos Giroletti</p> <p>1. Sistema Toyota de Produção. 2. Modernização Produtiva. 3. Linha de Rosqueamento Casing Premium. 4. Vallourec Tubos do Brasil S.A.</p> <p>CDD: 658.510981</p>

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação**  
**Ficha catalográfica elaborada por Maria Luiza Diniz Ferreira**  
**Bibliotecária CRB6-1590**

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Título da Dissertação: "MODERNIZAÇÃO PRODUTIVA DA VALLOUREC:  
Avaliação da Implantação do Sistema Toyota de Produção".**

**Nome do Aluno: HERICSON ESTANISLAU PRATA**

Dissertação de mestrado, modalidade Profissionalizante, defendida junto ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Faculdade Pedro Leopoldo, aprovada pela banca examinadora constituída pelos professores:

  
Prof. Dr. Domingos Antônio Giroletti – Orientador

  
Profa. Dra. Maria Celeste Reis Lobo de Vasconcelos

  
Profa. Dra. Marta Araújo Tavares Ferreira

Pedro Leopoldo (MG), 03 de outubro de 2013.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, devo agradecer a Deus, razão da minha existência, da minha saúde e dos meus sonhos. Ele sempre está ao meu lado em todos os meus momentos.

Agradeço aos meus pais terem me colocado neste mundo, dando-me educação, bons exemplos e sabedoria para a condução da vida.

Agradeço à minha esposa, Cristina, o apoio, carinho, amor, ajuda nos estudos e compreensão nas minhas ausências. Aos meus filhos, Catarine e Tiago, que acompanharam de perto o mestrado, sempre interessados em saber quantas páginas eu já tinha escrito.

Agradeço aos mestres da Faculdade Pedro Leopoldo e, em especial, aos meus professores/doutores o ensino competente, profissional e dedicado à docência, contribuindo com crescimento do curso de Administração.

Aos professores Domingos Giroletti o empenho, a paciência e a dedicação na elaboração deste trabalho; Maria Celeste o incentivo, a dedicação, o comprometimento, a paciência e a ajuda na construção desta pesquisa.

Agradeço aos funcionários da Faculdade Pedro Leopoldo e, em especial, a Jussara as orientações.

À Vallourec Tubos do Brasil e aos seus colaboradores, que me ajudaram com as informações usadas ao longo deste estudo. Agradeço também à equipe de *performance* da Vallourec e, em especial, a Lucas Menezes e Alexandre Noronha, que contribuíram para esta pesquisa.

Agradeço também a todos os colegas do mestrado a ajuda direta e indireta na construção deste trabalho.

A Deus, razão da minha existência.  
Aos meus pais, pela minha vida.  
À minha família, que sempre está ao meu lado.

## RESUMO

Esta dissertação tem por objetivo avaliar de que forma ocorreu a racionalização do processo produtivo industrial, por meio da redução dos desperdícios e da modernização do processo produtivo, com a adoção do Sistema Toyota de Produção (Produção Enxuta) pela Vallourec Tubos do Brasil, com sede em Belo Horizonte-MG, na primeira década do século XXI. A escolha do tema se justifica pelo aumento de produção da empresa e, conseqüentemente, pela redução dos desperdícios, do tempo de atravessamento dos produtos e dos custos; e, ainda, pela melhoria de qualidade dos produtos e segurança dos operários. Este estudo demonstrou que o Sistema Toyota de Produção representa um sistema de gerenciamento eficaz para a empresa no que se refere à redução dos desperdícios e ao aumento da capacidade de produção. Assim, concluiu-se que sua adoção apresentou resultados significativos à Vallourec Tubos do Brasil, tanto no aspecto financeiro quanto em termos de qualidade dos produtos e condições de trabalho.

**Palavras-chave:** Vallourec Tubos do Brasil S.A., Sistema Toyota de Produção, modernização produtiva, linha de rosqueamento *Casing Premium*, aumento de produção, desperdícios.

## **ABSTRACT**

This study examines how the rationalization of the industrial process occurred in Vallourec Tubos do Brasil based in Belo Horizonte-MG, in the XXI century driven by the Toyota Manufacturing System (Lean) aiming at waste reduction and modernization of the productive process. The theme was chosen because of the significant increase in production which led to the reduction of waste, movement, cost as well as quality and safety improvement. This study showed that the Toyota Manufacturing System is an efficient management system which drives out waste and triggers production capacity increase. Finally, as a conclusion, it is clear that through the correct use of the concepts presented, significant results were achieved by Vallourec Tubos do Brasil concerning financial, quality and work conditions.

**Keywords:** Vallourec Tubos do Brasil S.A., Toyota Manufacturing System, productive modernization, casing Premium Threading line, production increase, wastes.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Trabalho <i>versus muda</i> .....	32
FIGURA 2 - Relatório A3 do Projeto Vulcano: início dos trabalhos .....	50
FIGURA 3 - Fases do grupo de melhoria contínua de fase intensiva.....	59
FIGURA 4 - Plano de manutenção autônoma - Linha <i>Casing Premium</i> .....	67
FIGURA 5 - Gestão visual do GMC linha .....	75
FIGURA 6 - Relatório A3 do Projeto Vulcano de acompanhamento .....	77

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Característica da produção em massa <i>versus</i> produção enxuta .....	24
QUADRO 2 - Cálculo do TRS - Indicador de produtividade da VBR.....	40
QUADRO 3 - Estratégia de análise de dados .....	41
QUADRO 4 - Diagnóstico do sistema de gestão.....	53
QUADRO 5 - Principais atividades dos cinco dias da semana intensiva .....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Ganhos potenciais para alcançar a meta de 78% de TRS .....	57
GRÁFICO 2 - Acompanhamento do TRS em percentual da linha Casing Premium .....	61
GRÁFICO 3 - Comparação entre ganho esperado e ganho real do Projeto Vulcano ....	62
GRÁFICO 4 - Comparação entre ganho esperado e ganho real de qualidade e fluxo ..	64
GRÁFICO 5 - Comparação entre ganho esperado e ganho real na manutenção .....	66
GRÁFICO 6 - Comparação entre ganho esperado e ganho real de acerto de máquina ..	69
GRÁFICO 7 - Acompanhamento da dispersão dos tempos de troca em minutos - base: janeiro a agosto de 2011 .....	70
GRÁFICO 8 - Comparação entre ganho esperado e ganho real de troca de ferramentas .....	71
GRÁFICO 9 - Comparação entre ganho esperado e ganho real na calibradora .....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A3 -	Relatório de uma página.
CSM -	Companhia Siderúrgica Mannesmann.
DMAICS -	Definir, medir, agir, implementar, controlar e padronizar.
GMC -	Grupo de melhoria contínua.
GMCi -	Grupo de melhoria contínua de fase intensiva.
GMCis -	Grupos de melhoria contínua de fase intensiva.
JIT -	<i>Just-in-time.</i>
MSC -	Máquina <i>Mori-seiki Casing Premium.</i>
MFV -	Mapa de fluxo de valor.
PDCA -	Planejar, fazer, verificar e agir.
SMED -	<i>Single minute exchange of die.</i>
STP -	Sistema Toyota de Produção.
TRF -	Troca rápida de ferramentas.
TQM -	<i>Total Quality Management.</i>
TRS -	Taxa de rendimento sintético.
VMS -	<i>Vallourec Management System</i> – Sistema de gerenciamento da VBR.
VBR -	Vallourec Tubos do Brasil S.A.
V&M -	Vallourec & Mannesmann S.A.
WIP -	Estoque em processo.

## GLOSSÁRIO

**Autonomação ou *jidoka*** - Facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.

***Brainstorming*** - Levantamento de ideias.

***Breakdown*** - Quebra de máquinas.

***Casing Premium*** - Linha de rosqueamento de tubos.

***Checklist*** - Lista de verificação.

***Gemba*** - Palavra japonesa que, em português, representa o local onde ocorrem as ações.

***Heijunka*** - Nivelamento do volume de produção.

***Jidoka* ou *autonomação*** - Facultar ao operador ou à máquina a autonomia de parar o processamento sempre que for detectada qualquer anormalidade.

***Joint venture*** - União de duas ou mais empresas para realizar atividades em comum.

***Just-in-time*** - Sistema de administração da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata.

***Kaizen*** - Melhoria contínua.

***Kanban*** - Maneira de comunicação na área de produção.

***Know-how*** - Saber como realizar uma atividade.

***Kick-off*** - Reunião de abertura de eventos.

***Lead time*** - Tempo de atravessamento no processo produtivo.

***Lean*** - Produção enxuta.

***Line pipe*** - Produtos para condução de petróleo.

***Muda*** - Desperdícios.

***Poka-yoke*** - Dispositivo à prova de erros.

***Post it*** - Pedaco de papel com adesivo no verso, para fazer pequenas anotações.

***Road map*** - Itinerário de melhoria a ser seguido.

***Set-up*** - Tempo gasto na preparação do equipamento.

***Takt time*** - Ritmo de produção baseado na demanda do cliente.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1</b>	<b>Problema .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos .....</b>	<b>15</b>
1.2.1	Objetivo geral .....	15
1.2.2	Objetivos específicos .....	16
<b>1.3</b>	<b>Justificativa .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4</b>	<b>Estrutura da dissertação.....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO: IMPLANTAÇÃO DO STP .</b>	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Sistema de produção: conceito e características .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Produtividade: conceitos e benefícios .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>O Sistema Toyota de Produção (STP) .....</b>	<b>22</b>
2.3.1	JIT e <i>jidoka</i> : pilares do STP .....	25
2.3.2	Mapa de fluxo de valor .....	29
2.3.3	Os sete desperdícios na produção.....	31
2.3.4	Sistema de gerenciamento, evento <i>kaizen</i> e padronização .....	34
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DA PESQUISA .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa .....</b>	<b>38</b>
<b>3.2</b>	<b>Unidade de análise e observação .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Instrumentos de coleta de dados.....</b>	<b>39</b>
<b>3.4</b>	<b>Estratégia de análise e tratamento dos dados.....</b>	<b>41</b>
<b>3.5</b>	<b>Limitações da pesquisa .....</b>	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO: PROJETO VULCANO .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Breve histórico da VBR.....</b>	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Linha de rosqueamento de tubos: modalidade tradicional .....</b>	<b>47</b>
<b>4.3</b>	<b>Modernização da produção: implantação do Projeto Vulcano.....</b>	<b>48</b>
4.3.1	Definição e treinamento da equipe e elaboração do A3.....	49
4.3.2	Diagnósticos do sistema de gestão e de produção.....	51
4.3.3	Grupos de melhoria contínua de fase intensiva na VBR.....	58
<b>4.4</b>	<b>Novo processo produtivo: mensuração dos resultados.....</b>	<b>60</b>
4.4.1	GMCi de qualidade e fluxo .....	63
4.4.2	GMCi de manutenção .....	65
4.4.3	GMCi de acerto de máquina .....	68
4.4.4	GMCi de troca de ferramenta.....	69
4.4.5	GMCi da calibradora .....	71
4.4.6	GMC linha, comitê de gerenciamento e gestão visual .....	73
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>78</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE 2.....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP), também conhecido como produção *lean* ou produção enxuta, significa produzir mais com menos tempo, estoques, recursos humanos, equipamentos, material e, ao mesmo tempo, atendendo às demandas dos clientes, segundo Dennis (2008).

O conceito do STP é relativamente simples. Entretanto, aplicar o simples em uma linha de produção não é uma tarefa fácil. Liker e Meier (2007) mencionam que, no STP, as empresas que deparam uma produção defeituosa paralisam a produção para solucionar o problema, enquanto, nas empresas tradicionais, é muito comum separar a peça ruim sem que haja prejuízo ao volume produzido.

O STP é um sistema antigo. Antes da Segunda Guerra Mundial, os japoneses conviviam com altas taxas de crescimento. Entretanto houve uma mudança no cenário a partir da Guerra, quando eles depararam com crescimento muito baixo e queda na produção. Nesse período, surgiu o STP, pois a empresa Toyota apresentava bons resultados por meio da eliminação dos desperdícios (OHNO, 1988).

O STP é muito conhecido no setor automobilístico, e os ganhos obtidos pelas empresas desse setor são muito expressivos em termos de qualidade, segurança, produtividade e custos, na visão de Liker e Meier (2007). As atitudes das empresas *lean* começaram a fazer parte da realidade do setor siderúrgico, no qual esse tema é relativamente novo e, mesmo com iniciativas isoladas e aplicação de algumas ferramentas, percebem-se melhorias na produtividade.

As empresas podiam definir os preços dos produtos levando em consideração o custo e a margem de lucro. Entretanto essa fórmula de definição de preços não tem sido aplicada, pois o preço já está definido pelo mercado. Dessa forma, uma maneira de aumentar o lucro é reduzindo o custo. Dennis (2008) aponta que o STP tem como objetivo reduzir ou eliminar os desperdícios por meio do envolvimento dos membros da equipe em atividades de melhoria padronizadas e compartilhadas.

## 1.1 Problema

O STP tem como objetivo reduzir os sete tipos de desperdícios existentes na produção da fábrica: 1) superprodução; 2) excesso de transporte; 3) excesso de movimentação; 4) excesso de processamento; 5) excesso de estoques; 6) tempo de espera; 7) produção de defeitos. O STP propõe eliminar ou reduzir cada um desses desperdícios, proporcionando aumento da produtividade, redução dos custos, melhoria na qualidade e segurança, e melhoria no atendimento aos clientes (OHNO, 1988).

O STP tem sido adotado por várias empresas com o objetivo de reduzir os desperdícios na produção. A Vallourec Tubos do Brasil (VBR) também tem adotado esse sistema, pois acredita que a implantação dos conceitos do STP pode contribuir, de maneira significativa, com o aumento da produtividade e da produção.

A VBR tem como estratégia atender aos clientes com qualidade, preço e prazo. Entretanto a concorrência está cada vez mais acirrada, e os novos entrantes têm apresentado produtos com qualidade e preços muito reduzidos. Diante dos bons resultados conseguidos pela indústria automotiva por meio da redução dos desperdícios, a VBR espera também melhorar os resultados de *performance*.

A VBR recebeu do seu maior cliente uma demanda acima da capacidade de produção na linha de rosqueamento de tubos. Porém investir em novos equipamentos demandaria tempo de instalação e recursos financeiros. Com o objetivo de evitar a perda de mercado, a VBR precisou aumentar a produtividade da linha de produção para atender à demanda.

Com base no contexto apresentado, a questão norteadora desta pesquisa é: **quais são os resultados produzidos pela implantação do Sistema Toyota de Produção na Vallourec Tubos do Brasil, na linha de rosqueamento de tubos, em Belo Horizonte-MG?**

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

Identificar e analisar os resultados produzidos pela implantação do STP na linha *Casing Premium* de rosqueamento de tubos da VBR, em Belo Horizonte-MG, no período de setembro de 2011 a junho de 2013.



### 1.2.2 Objetivos específicos

- a) Descrever o processo de implantação do STP na VBR.
- b) Analisar os impactos gerados na linha de produção após a implantação do STP, por meio das análises dos indicadores de produtividade TRS (taxa de rendimento sintético), índices de quebra, tempo de troca de ferramentas, tempo de acerto de máquina e índice de recusa de peças.
- c) Identificar os desperdícios na linha *Casing Premium* de rosqueamento de tubos e as ações para a eliminação dos desperdícios.

### 1.3 Justificativa

A escolha do tema “Modernização produtiva da Vallourec: avaliação da implantação do Sistema Toyota de Produção” se justifica devido à relevância que o tema apresenta nos âmbitos empresarial, acadêmico e pessoal.

No âmbito empresarial, essa pesquisa se justifica pela necessidade de aumento de produtividade da linha de produção de rosqueamento de tubos, devido ao aumento das demandas de mercado, pela necessidade de redução dos desperdícios, do tempo de atravessamento dos produtos e dos custos; e pela melhoria de qualidade e segurança dos operários.

No âmbito acadêmico, o estudo sobre o tema será desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, permitindo analisar as mudanças ocorridas na área estudada. É importante publicar para os profissionais e interessados que atuam ou desejam atuar na área de manufatura as mudanças e ganhos ocorridos. Além disso, considera-se importante ampliar os estudos do STP em outros setores industriais, como o siderúrgico.

No âmbito pessoal, essa pesquisa se justifica pelo interesse do autor em dissertar sobre o assunto, obtendo mais conhecimento, explorando mais conceitos em um tema pouco difundido no setor siderúrgico.

Por isso a escolha do tema tem uma importância grande, pois se busca um aumento da produtividade e uma mudança no sistema de gerenciamento da produção.

## 1.4 Estrutura da dissertação

A dissertação é composta da introdução e de mais quatro capítulos. Na introdução, apresenta-se o STP, também conhecido como produção *lean* ou produção enxuta. Esse sistema tem como objetivo reduzir ou eliminar os desperdícios, por meio do envolvimento dos membros da equipe em atividades de melhoria padronizadas e compartilhadas, sendo um convite para a leitura da dissertação.

O segundo capítulo trata do referencial teórico vinculado à questão geradora da dissertação. Está dividido em três partes: o sistema de produção: conceito e características; a produtividade: conceitos e benefícios; e o Sistema Toyota de Produção.

O terceiro capítulo se refere à metodologia usada na realização do trabalho e é dividido em cinco partes: caracterização da pesquisa; unidade de análise e observação; instrumentos de coleta de dados; estratégia de análise e tratamento dos dados; e limitações da pesquisa.

O quarto capítulo se refere à modernização do sistema produtivo: projeto Vulcano. Está dividido em quatro partes: breve histórico da VBR; linha de rosqueamento de tubos: modalidade tradicional; modernização da produção: implantação do projeto Vulcano; novo processo produtivo: mensuração dos resultados.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais da dissertação. Além de expor as conclusões a que se chegou, nele também são sugeridas aplicações dos resultados a outras áreas.

## 2 RACIONALIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO: IMPLANTAÇÃO DO STP

Este capítulo tem como objetivo apresentar o referencial teórico sobre a questão geradora, que é avaliar a implantação do STP na Vallourec Tubos do Brasil, na linha de produção *Casing Premium* de rosqueamento de tubos. Ele está dividido em três partes: a primeira se refere ao sistema de produção: conceito e características; a segunda, à produtividade: conceitos e benefícios; e a terceira, ao Sistema Toyota de Produção.

### 2.1 Sistema de produção: conceito e características

O sistema de produção é conhecido pelo conjunto de atividades que estão inter-relacionadas e que visam à fabricação de produtos, no caso das indústrias transformadoras. Alguns elementos são fundamentais na composição do sistema de produção, tais como insumos, o processo de criação ou transformação e os produtos gerados (MOREIRA, 2009).

A função da produção é central para a organização, porque as indústrias produzem bens e serviços. Sua existência tem três funções centrais: *marketing*, desenvolvimento de produtos e serviços, e produção. Há também outras que dão suporte à produção, como as funções contábil-financeira e de recursos humanos, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009).

Os insumos são usados diretamente na elaboração dos produtos: matérias-primas, mão de obra, capital envolvido, equipamentos e instalações. Moreira (2009) acrescenta o processo de conversão, no qual as matérias-primas são transformadas em produtos, sofrendo o processo influências dos ambientes interno e externo.

As organizações precisam de direcionamento estratégico que contemplem suas atuais e futuras ações. Na visão de Slack, Chambers e Johnston (2009), esse direcionamento é importante para a tomada de decisões, podendo ter efeito abrangente, definir a posição da organização e, por último, estabelecer os objetivos de longo prazo.

A estratégia de operações é um plano de ação para longo prazo e representa um mapa a ser seguido para garantir a realização das estratégias de

negócio, segundo Gaither e Frazier (2002). Ela surge da missão corporativa composta por metas de curto e longo prazos.

O papel, os objetivos e as atividades da produção são definidos na estratégia de produção, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009). Esses autores citam cinco objetivos básicos que são aplicados a todos os tipos de produção industrial. O primeiro deles é a qualidade, que significa satisfazer as necessidades dos clientes, proporcionando-lhes uma vantagem com a garantia de bons produtos. O segundo objetivo básico é a velocidade, que equivale a atender com rapidez às necessidades dos clientes. O terceiro é a confiabilidade, que representa o compromisso de entrega assumido com os clientes. O quarto é a flexibilidade, que significa ter condição de rápida adaptação frente às necessidades dos clientes. Por último, os autores mencionam a vantagem de custo, que significa produzir bens e serviços que permitem fixar preços de acordo com o mercado.

Existem seis elementos de estratégia de operações necessários para determinar o sistema de produção e para estabelecer as prioridades da produção de bens e serviços. Esses elementos são o posicionamento do sistema de produção, foco na produção, planos de produtos/serviços, planos de processo e tecnologia, alocação de recursos para alternativas estratégicas e os planos de instalações baseado na definição da localização e *layout* (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Os tipos de sistemas de produção podem ser divididos em três grandes categorias: produção contínua ou fluxo em linha de produção, lote ou encomenda e grandes projetos. Os sistemas de produção contínua têm uma sequência linear para elaborar a produção ou o serviço. Uma característica dessa linha é que os produtos geralmente são padronizados e passam de uma estação de trabalho para outra, em uma sequência predeterminada. Dessa forma, a linha necessita do nivelamento para que estações mais lentas não atrapalhem o ritmo do processo (MOREIRA, 2009).

Nos processos contínuos, os produtos são inseparáveis, sendo produzidos em fluxos que não se interrompem. Geralmente esses processos estão vinculados às tecnologias que não têm muita flexibilidade, porém apresentam fluxos muito previsíveis, segundo Slack, Chambers e Johnston (2009).

Segundo Moreira (2009), o fluxo em linha pode ser subdividido em produção em massa e produção contínua propriamente dita. Esses sistemas de fluxo em linha têm uma característica de elevada eficiência, porém apresentam baixa flexibilidade.

A produção por lotes, também conhecida como fluxo intermitente, mostra a existência de outros materiais na linha de produção quando a produção anterior foi finalizada. Esse sistema tem uma característica de ser flexível, entretanto ele perde no volume produzido. Já no sistema de produção para grandes projetos, o produto é único e não se fala em um fluxo do produto, de acordo com Moreira (2009).

Assim como a função da produção é central para a organização, o assunto produtividade tem grande importância na produção. Slack, Chambers e Johnston (2009) afirmam que a produção pode ser afetada diretamente pela produtividade, porque esta tem uma correlação positiva direta com aquela. No próximo item, será abordada a questão da produtividade.

## **2.2 Produtividade: conceitos e benefícios**

O conceito de produtividade tem sido frequentemente usado pelos meios especializados. As empresas têm promovido programas de melhoria da produtividade, encontros e congressos com o objetivo de aumentar o lucro e, até mesmo, por uma questão de sobrevivência, melhorar a produtividade (MOREIRA, 2009).

O conceito pode ser amplo e definido de várias formas, como a “faculdade de produzir, qualidade ou estado de produtivo”, citado por Ferreira (1999, p. 1643). Entretanto Moreira (2009) enfatiza que o conceito de produtividade não é simples e, provavelmente, poucos gestores têm real domínio sobre o que seja produtividade. Não porque o assunto produtividade é recente, mas devido à sua complexidade, que não é definida em uma abordagem superficial.

A produtividade pode ser medida pela equação cujo numerador é representado pela quantidade de produtos ou serviços gerados, e o denominador é representado pela quantidade dos recursos necessários para a produção, levando em consideração um intervalo de tempo, de acordo com Gaither e Frazier (2002). Dessa forma, a produtividade pode ser alterada por várias maneiras, tais como aumentando a produção usando o mesmo volume de recursos ou algo menor; elevando a produção com um menor aumento de recursos; ou reduzindo a produção com uma atenuação maior dos recursos.

As operações trabalham para abaixar os custos o quanto possível, porém respeitando os objetivos de desempenho básico, que são qualidade, velocidade,

confiabilidade e flexibilidade, requisitos de que os clientes necessitam. A produtividade é a razão entre a saída e a entrada da operação. Para aprimorar a produtividade, pode-se reduzir o custo dos insumos, mantendo o volume de produtos produzidos, afirmam Slack, Chambers e Johnston (2009).

A produtividade de cada recurso pode e deve ser acompanhada. Com relação ao capital, isso pode ser feito por meio do número de produtos pelo valor do ativo da empresa. Quanto aos materiais, pode ser feito pelo número de produtos pelo valor empregado. Com relação à mão de obra, o acompanhamento pode ser obtido pelo número de produtos pelas horas dos funcionários diretos e, ainda, com relação aos gastos gerais, pode ser calculado pelo número de produtos pelo valor empregado com gastos gerais, acrescentam Gaither e Frazier (2002).

O acompanhamento da produtividade traz vários benefícios para as empresas, trabalhadores e para a sociedade de uma forma geral. Dessa maneira, verifica-se como a utilidade desse processo poderia afetar a rotina de trabalho e de planejamento das organizações. Moreira (2009) acrescenta algumas importantes medidas de produtividade que podem ser usadas como instrumento gerencial, motivacional e, também, de comparação entre unidades de uma mesma organização.

Uma maior produtividade pode representar uma maior produção com os mesmos recursos, o que significa que o custo unitário do produto é menor. Dessa forma, segundo Contador (1998), a relação entre os custos é inversamente proporcional à produtividade. Portanto, quanto mais se aumenta o primeiro, o segundo diminui na mesma proporção, e vice-versa.

Segundo Moreira (2009), o acompanhamento da produtividade se torna necessário também para identificar problemas e verificar a eficácia das decisões. Além disso, podem-se medir a eficácia dos treinamentos, o lançamento de novos produtos e os investimentos realizados, entre outros. Segundo ele, esse procedimento seria o termômetro que indicaria o estágio atual da organização. Como instrumento de motivação, a produtividade gera uma competição entre os setores e, ou, outras unidades da empresa. Porém é importante que os envolvidos saibam que há um controle de produtividade. Entre as unidades da organização, é muito comum fazer esse acompanhamento quando elas estão em regiões ou países diferentes. Por fim, o autor alerta que esse tipo de processo deve ser feito de forma cautelosa

porque podem ser comparadas empresas ou setores com situações muito diferentes, gerando muitas distorções ou atritos desnecessários entre pessoas.

Existem três fatores que influenciam o desempenho dos empregados: tecnologia, máquinas e ferramentas, e métodos de trabalho. Setores da gestão da produção trabalham com o objetivo de melhorar a automação dos equipamentos, máquinas e ferramentas, visando, conseqüentemente, a aumentar a produtividade das organizações. Avançar no desenvolvimento tecnológico, melhorar a produtividade dos empregados e reduzir as perdas, defeitos e retrabalho tem conseqüências positivas na produtividade de uma organização (GAITHER; FRAZIER, 2002).

Os benefícios oriundos dos ganhos de produtividade representam aumento dos lucros, melhor competitividade e investimentos mais lucrativos, conforme Moreira (2009). Dessa forma, os ganhos podem ser compartilhados com os trabalhadores por meio de aumentos salariais e participação nos lucros. A sociedade também se beneficia por meio de produtos com menores preços.

A melhoria da produtividade pode representar uma maior produção com menos ou os mesmos recursos. O STP significa produzir mais com menos recursos, por meio da eliminação dos desperdícios da produção. Com esse objetivo, apresenta-se, a seguir, o STP como um sistema de gerenciamento para reduzir custos e aumentar a produtividade.

### **2.3 O Sistema Toyota de Produção (STP)**

O sistema de produção em massa, criado por Frederick Winslow Taylor, foi a base para criação do STP. Assim, uma das condições necessárias para se entender o STP é conhecer o sistema de produção em massa, segundo Dennis (2008).

A contribuição da produção em massa foi o método científico que substituiu processos rotineiros por processos oriundos de análises. Taylor (1990) menciona que as investigações permitiram a aplicação da ciência na produção, afetando-a diretamente e ao trabalhador.

O termo “taylorismo” não tem uma boa aceitação para alguns estudiosos, significando um trabalho desmotivador e desumano (MORGAN, 1996). Entretanto, segundo Dennis (2008), essa não foi a intenção de Taylor. Suas inovações criaram o

trabalho padronizado: menor tempo de ciclo, análise dos tempos e movimentos, e a busca pela melhoria contínua. Ainda, segundo Dennis (2008), os autores que são referência da produção *lean* reconhecem a grande contribuição de Taylor.

O nascimento da produção *lean* ocorreu com a visita do engenheiro japonês, conhecido como Eiji Toyoda, à fábrica Rouge da Ford, baseada em Detroit, em 1950. Depois de 13 anos de trabalho, a Toyota tinha atingido a capacidade de produção de somente 2 585 carros/dia, enquanto a fábrica em Detroit produzia 7 000 carros/dia, evidenciando uma diferença considerável (DENNIS, 2008).

Entretanto os Estados Unidos tinham grandes técnicas de gerenciamento. A produtividade dos japoneses e americanos tinha uma proporção de um empregado americano para nove empregados japoneses. Os japoneses não acreditavam que existia uma diferença física tão grande e começaram a estudar os motivos que provocavam tamanha diferença. Assim, perceberam que eles poderiam eliminar os desperdícios, dando início ao STP, na visão de Ohno (1988).

Eiji Toyoda analisou os detalhes da fábrica da Rouge, considerada, naquela época, a maior e mais eficiente empresa do mundo. Entretanto, juntamente com Taiichi Ohno, eles concluíram que a produção em massa não era mais adequada no Japão, pois o mercado japonês era pequeno e exigia uma grande variedade de veículos. Além disso, segundo Dennis (2008), a economia japonesa não possuía capital no período Pós-Guerra. Investir em equipamentos naquela época era inviável.

Os americanos diminuía seus custos por meio da produção em massa, produzindo muitos carros com pouca variedade de modelos. Entretanto a realidade no Japão era outra. A demanda era por poucos carros, com muita variedade de modelos, complementa Ohno (1988).

Na década de 1950, o STP foi uma tática de manufatura para que as organizações evitassem estoques elevados, uma vez que não havia tanto capital disponível. Paiva, Carvalho Junior e Fensterseifer (2009) afirmam que outros elementos, como a eliminação de desperdícios, valorização do empregado, aprendizagem constante e o JIT (*just-in-time*), tornaram as organizações mais flexíveis em termos de produção. Houve uma inversão na relação produção e demanda, pois a empresa produzia somente o que era demandado, ou seja, produção puxada pelo mercado e não produção empurrada, como é a característica da produção em massa.



O QUADRO 1 mostra uma comparação entre a produção em massa e a produção enxuta, apontando algumas características marcantes entre os dois sistemas de produção.

QUADRO 1  
Característica da produção em massa *versus* produção enxuta

CARACTERÍSTICAS	PRODUÇÃO EM MASSA	PRODUÇÃO ENXUTA
Especialização dos operadores	Alta	Multifuncional
Controle da qualidade	Localizado	Ao longo do processo
Flexibilidade do processo	Baixa	Alta
Relação com fornecedores	Competitiva	Parceria na padronização de qualidade e no desenvolvimento de produtos
Relação com distribuidores	Competitiva	Parceria
Programação da produção	Empurrada, produz mesmo não havendo vendas	Puxada, produz somente o que vende
Níveis de estoque	Altos	Baixos
Customização dos produtos	Baixa	Crescente
Idade dos produtos	Maior	Menor

Fonte: PAIVA; CARVALHO JUNIOR; FENSTERSEIFER, 2009, p. 37.

Na produção empurrada (produção em massa), elabora-se um programa de produção completo, considerando desde a compra da matéria-prima até a montagem do produto acabado, e os setores de produção iniciam a produção independente dos clientes. Forno, Tubino e Valle (2007) afirmam que, na produção puxada, ajustada ao cliente, cada etapa do processo somente produz um bem ou serviço quando um processo posterior ou um cliente final o solicita.

O Japão enfrentava uma depressão econômica após a Segunda Guerra Mundial. O presidente da Toyota, Kiichiro Toyoda, estabeleceu uma medida forte, com a proposta de redução de um quarto da mão de obra. Com isso, segundo Dennis (2008), houve uma grande manifestação, e o governo incrementou os direitos dos sindicatos, trazendo grandes restrições em relação às demissões.

Houve um acordo entre o sindicato e a empresa após várias negociações, segundo Dennis (2008):

1. Um quarto da mão de obra foi dispensado, como proposto originalmente.
2. Kiichiro Toyoda renunciou ao cargo de presidente, tomando responsabilidade pelo fracasso da empresa.
3. O restante dos funcionários recebeu duas garantias: emprego vitalício e pagamento diretamente vinculado à senioridade e ligado à lucratividade da empresa através de bônus (DENNIS, 2008, p. 26).

O STP resolveria os problemas da Toyota. Porém, Ohno (1988), após convencer aquela empresa a adotar o sistema, enfrentou muitos desafios para implantá-lo. Ele descobriu que produzir pequenos lotes com trocas rápidas representava menores custos, além de melhorar a qualidade, uma vez que os defeitos eram resolvidos de imediato. Outro benefício observado era a redução do *lead time* (tempo de atravessamento no processo produtivo), pois havia menos produtos na linha de produção, conforme Dennis (2008).

O sistema de troca rápida de ferramentas (TRF) permite a redução do *set-up*, de acordo com Shingo (1996). O tempo de *set-up* é aquele gasto na preparação do equipamento para a produção de uma nova peça, conceitua Martins (2005). Isso permite trabalhar com lotes menores, evitando estoques elevados.

O TRF também é conhecido como SMED (*single minute exchange die*), que significa a troca de ferramentas em apenas um dígito. Tubino (2009) descreve os quatro passos a serem seguidos para a redução do tempo de troca: o primeiro passo é identificar e separar as atividades internas das atividades externas. As internas são as que necessitam da parada da máquina, e as externas são realizadas com a máquina funcionando. O segundo passo é converter as atividades internas em externas. O terceiro passo é simplificar e melhorar o *set-up*. Por último, eliminar o *set-up*, caso seja possível.

O SMED busca a redução dos tempos de trocas, que são os períodos gastos para modificar as máquinas para produzirem itens diferentes dos que estavam na linha de produção. A redução dos tempos de trocas pode significar também aumento de produtividade, uma vez que diminuem os tempos improdutivos (SOUZA, 2009).

Segundo Ohno (1988), a base do STP é o processo que leva à redução do desperdício. Entretanto, o JIT e a autonomação (ou *jidoka*) são os dois pilares para suportar o sistema. No próximo item, serão descritos o JIT e o *jidoka*.

### 2.3.1 JIT e *jidoka*: pilares do STP

O *just-in-time* (JIT), um dos pilares do STP, é o processo que permite receber as peças certas para a linha de produção na quantidade e no tempo que se precisa. Conforme Ohno (1988), a empresa que estabelece um fluxo baseado no JIT pode se aproximar de estoque zero.

Complementando, Shingo (1989) menciona que o termo JIT significa “no tempo certo”. Segundo ele, o JIT vai além do tempo de entrega, uma vez que poderia incentivar a superprodução e daí resultar em esperas. Assim, o STP trabalha com estoque zero, em que cada processo deve ter itens necessários, na quantidade e no momento necessário.

A Toyota implantou o JIT na década de 1950 e tem aprimorado o sistema continuamente. Segundo Dennis (2008), o JIT segue algumas regras simples:

- 1) Não produza um item sem que o cliente tenha feito um pedido.
- 2) Nivela a demanda para que o trabalho possa proceder de forma tranquila em toda a fábrica.
- 3) Conecte todos os processos à demanda do cliente através de ferramentas visuais simples (chamada *Kanban*).
- 4) Maximize a flexibilidade de pessoas e máquinas (DENNIS, 2008, p. 86).

JIT visa a eliminar qualquer tipo de desperdício dentro de uma empresa, para garantir o aumento da competitividade. Entretanto, Ballesterio-Alvarez (2012) relata que o desperdício não é simples de ser identificado, manifestando-se por meio de estoques elevados, baixa qualidade, grandes *lead times* de produção, entre outros. Um dos fatores que podem atrapalhar o JIT é a falha dos equipamentos, e evitá-la é importante para dar sustentabilidade ao sistema.

A essência do JIT é dar prioridade ao fluxo de produção, permitindo que o cliente puxe a produção. Dennis (2008) descreve que são três componentes do JIT: *kanban*, *heijunka* e o *kaizen*. O *kanban* é um sistema visual de gerenciamento. O *heijunka* é nivelamento de produção. O *kaizen* significa melhoria contínua nesse processo.

O *kanban* é uma ferramenta de gerenciamento visual para alcançar o JIT. Representa uma permissão para produzir ou não produzir e tem informações da origem da peça ou do produto, dados do cliente, o local onde o material será armazenado e a maneira como será transportado (DENNIS, 2008).

Entretanto Ohno (1988) já descreve o *kanban* como um pedaço de papel que contém informações que podem ser divididas em três categorias: informações coletadas, transferidas e de produção. O *kanban* carrega informações tanto verticalmente quanto lateralmente dentro da Toyota.

Hoje, segundo Dennis (2008), uma mensagem eletrônica via computador também é utilizada como um *kanban*. Existem duas modalidades: o *kanban* de

produção, que descreve o tipo e a quantidade que se deseja de um determinado produto; e o *kanban* de retirada, que descreve o tipo, a quantidade de material e o fluxo de produção.

Para Liker e Meier (2007), o *kanban* é a maneira de comunicação na área de produção, podendo ser um cartão, um espaço vazio, um carro ou qualquer outra forma que mostre para o cliente como está o processo de produção. Segundo eles, o *kanban* é um sistema de controle, sendo um importante instrumento de comunicação.

Existem seis regras para implantação do *kanban*, de acordo com Dennis (2008). A primeira é não enviar produtos com defeitos. Produzir defeitos prejudica a função custos e reduz a capacidade produtiva. A segunda regra é que o cliente pede o necessário. Dessa forma, não é necessário produzir além da demanda do cliente. A terceira regra é produzir a quantidade que foi retirada pelo cliente. O *kanban* garante que todos os processos andem da mesma forma, movendo-se em passos uniformes. A quarta regra é o nivelamento da produção. Para que os processos produzam o material certo, na quantidade e tempo adequados, os pedidos de produção necessitam de um determinado nivelamento. A quinta regra é a utilização do *kanban* como ajuste mais detalhado da produção, pois ele não atende às grandes mudanças na produção. Dessa forma, a produção deve ser bem ajustada para evitar picos e vales. A sexta regra é a estabilização e o fortalecimento do processo, pois o sistema *kanban* supõe que ele seja robusto e funcione com estabilidade e regularidade.

*Heijunka* significa nivelar a produção, tornando-a uniforme. Conforme Liker e Meier (2007), o STP tem muitos paradoxos, e um deles se refere à lentidão e à constância, que podem ser mais adequados do que a rapidez e a pressa. Na Toyota, a prioridade é dada ao ritmo de trabalho lento, mas sistemático.

Adicionalmente, para Womack e Jones (2004), o objetivo do nivelamento de produção é fazer com que uma estação de trabalho produza a mesma quantidade da estação de trabalho anterior. Assim, os processos produtivos estarão no mesmo ritmo, produzindo a mesma quantidade e no mesmo momento. Dessa forma, todos os recursos, como trabalhadores, equipamentos, materiais e outros fatores, estarão organizados para o mesmo objetivo.

No STP, tanto o tempo quanto o volume de produtos são considerados fatores críticos. Caso um processo precise de abastecimento com volumes

irregulares, o processo anterior necessitará de recursos extras, e quanto maior essa variabilidade, maior será a necessidade de recursos. A Toyota usa o *kanban* para sincronizar os processos de produção, segundo Shingo (1989).

Já Dennis (2008) descreve que o nivelamento significa distribuir a produção de forma equilibrada ao longo do tempo. Assim, quando se nivela a produção, o *lead time* é mais curto, o estoque de produtos finais e estoques em processos (WIP) são reduzidos e, também, menores serão o desequilíbrio e a sobrecarga transferida para os empregados. Dessa forma, o nivelamento dá suporte à definição dos recursos necessários: pessoal, equipamentos e matérias-primas.

O evento *kaizen* significa a melhoria contínua. Segundo Andere (2012), ele deve ser realizado, respeitando-se as fases da preparação, do evento e do acompanhamento. O *kaizen* precisa estar alinhado com os objetivos da organização.

O conceito de autonomia no STP é a separação dos trabalhadores dos equipamentos por meio de alterações sofisticadas nas máquinas para a detecção de anormalidades de produção. A Toyota possui muitas máquinas capazes de detectar anormalidades (SHINGO, 1989).

Adicionalmente, Ohno (1988) considera a autonomia como o outro pilar do STP e que não pode ser confundido com o conceito de automação. Automação é conhecida como a automação com a atuação humana. Segundo o autor, as máquinas atuais têm altas *performances*, e uma pequena variação pode significar perdas elevadas. Assim, para evitar grandes perdas, a Toyota desenvolveu um sistema de análise automática.

O conceito *jidoka* é proveniente de três caracteres chineses. *Ji* significa o trabalhador. Quando é percebida alguma anormalidade, o trabalhador deve parar a linha; *do* significa o movimento ou trabalho; e *ka*, a ação. Dessa forma, juntando as palavras o termo é conhecido na Toyota como automação com atuação humana. Dennis (2008) acrescenta que o termo *jidoka* na Toyota significa produção livre de defeitos, que busca fortalecer a capacidade do processo, a retenção dos defeitos e a parada da produção para a tomada de medidas rápidas de contenção.

O sistema puxado de produção, base do STP, fica comprometido quando há elevados índices de defeitos, pois provocam constantes paradas na linha de produção. Nesse cenário, o sistema *kanban* não consegue ser eficiente, e produtividade, *lead time* e custos ficam longe do esperado. Com o objetivo de

eliminar os erros cometidos, surge o *poka-yoke* que significa prevenção de erro (DENNIS, 2008).

O *poka-yoke* diminui a sobrecarga do trabalhador ao extinguir a preocupação de conferência do processo para evitar erros comuns. Segundo Dennis (2008), esse dispositivo atende a várias necessidades por ser simples, confiável, de baixo custo e é desenvolvido de acordo com as condições do local de trabalho.

O JIT e o *jidoka* são os pilares do STP e, para implantar esses pilares, é necessário identificar as oportunidades de melhoria. O mapa de fluxo de valor permite a identificação dos desperdícios, sendo um grande instrumento de análise. No próximo item, será apresentado o mapa de fluxo de valor.

### 2.3.2 Mapa de fluxo de valor

O mapeamento de fluxo de valor (MFV) é um grande instrumento para compreender a situação atual e identificar as oportunidades de melhoria. Segundo Dennis (2008), o MFV é composto por símbolos que identificam estoques, movimentos, transformação, inspeção, operador, entre outros.

O benefício do MFV é destacar o processo produtivo e prever estados futuros, eliminando os desperdícios. De acordo com Liker e Meier (2007), a linguagem é fácil de ser compreendida por meio do MFV, permitindo que todos tenham a mesma visão do processo.

O MFV demonstra a capacidade do fluxo de valor, considerando prazos de entrega, custos e qualidade. Ele revela as oportunidades para eliminar os desperdícios, completa Shingo (1989).

O especialista do STP inicia a visita à área de produção de trás para frente, começando pelo local de despacho. O começar pelo final do fluxo dá ao especialista um entendimento do fluxo de produção a partir da visão do cliente. O que interessa não é para onde vai o produto, é de onde vem. O processo inverso faz parte da produção puxada (LIKER; MEIER, 2007).

Na elaboração do MFV, é importante conhecer a demanda do cliente (*takt time*) e o número de dias de estoque de produtos acabados. Liker e Meier (2007) ressaltam a importância de atender à demanda dos clientes no que se refere ao que eles querem, na quantidade e tempo estabelecidos.

O tempo *takt* é o ritmo de produção necessário para atender a um determinado nível da demanda de mercado, dadas as restrições de capacidade da linha de produção. Alvarez e Antunes Junior (2001) afirmam que o tempo *takt* é o ritmo de produção destinado à fabricação de uma peça em uma linha produtiva.

Conforme Liker e Meier (2007), o MFV foi criado para mostrar visualmente o fluxo de produção e de informação. Existem sete dicas para a elaboração do MFV:

1) Usar o mapa do estado atual somente como referência para elaborar o seu estado futuro. Quando se elabora o mapa do estado atual, surgem muitas oportunidades de melhoria, e as pessoas querem incorporá-las de imediato, mas as ações somente devem ser colocadas em prática após a elaboração do estado futuro.

2) O mapa futuro demonstra o conceito a que se pretende chegar. O mapa não demonstra todos os caminhos do futuro, ele indica uma oportunidade de melhoria que precisa ser analisada posteriormente, com mais detalhes.

3) O mapa do estado futuro deve ser elaborado por especialistas em STP. A simplicidade do modelo de mapeamento pode dar uma falsa ideia de que qualquer pessoa poderá conduzir o trabalho. Entretanto essa pessoa deve conhecer os conceitos do STP para que a condução do trabalho seja, profissionalmente, efetiva.

4) O objetivo do mapa é facilitar a ação. Isso significa que, após a elaboração do MFV, é necessário criar um plano de ação. Segundo o autor, não tem o menor sentido criar um belo MFV sem ter um plano de ação que o vincule ao trabalho.

5) Não construir o mapa antes da hora. Deve-se construir um mapa de uma cadeia de produção específica, criar o plano de ação e implantá-lo. Dessa forma, o resultado é melhor do que mapear todas as cadeias de produção.

6) A liderança deve ser exercida por alguém que tem poder. É importante a participação do gestor para tomar decisões que contemplem o fluxo de produção, evitando ações pontuais e isoladas.

7) O MFV requer uma atuação contínua. Isso significa que o trabalho não se encerra com a implantação do plano de ação. É necessária outra análise para verificar onde existe a necessidade de criação de um novo MFV, visando à melhoria contínua.

O maior desperdício é a superprodução, que significa produzir mais, antecipado ou muito rápido em relação ao processo posterior. O excesso de produção pode provocar outros desperdícios, pois existe a necessidade de

contratação de pessoas, maquinários extras para administrar o excesso de produção. Como consequência, a superprodução afeta o tempo de atravessamento da fábrica, prejudicando o tempo de resposta dos clientes, segundo Rother e Shook (2003).

Concluindo, Rother e Shook (2003) mencionam que, se existe um produto a ser entregue a um cliente, existe um fluxo de valor. Os desafios para os gestores são poder enxergar esse fluxo e perceber, também, onde as mudanças precisam ser implantadas para que se possa ganhar competitividade, reduzindo custos e *lead times*, melhorando a qualidade e tendo entregas mais confiáveis.

O mapa de fluxo de valor é a ferramenta utilizada para identificar os desperdícios na produção. No próximo item, serão descritos os desperdícios da produção.

### 2.3.3 Os sete desperdícios na produção

A verdadeira eficiência aparece quando a produção é capaz de eliminar os desperdícios, obtendo-se um índice de 100% de trabalho. Ohno (1988) afirma que o passo preliminar para aplicação do STP na Toyota é identificar completamente os desperdícios da linha de produção.

*Muda* é um termo japonês que significa desperdício, ou atividades que os clientes não querem pagar. Assim, *muda* é exatamente o contrário de valor para o cliente. O movimento humano pode ser classificado em três categorias: a primeira corresponde ao trabalho de fato, o que gera valor para o cliente. A segunda é o trabalho auxiliar, o que dá apoio ao trabalho que gera valor. A terceira é a *muda*, que representa o movimento que não cria qualquer valor para o cliente (DENNIS, 2008). A FIGURA 1 representa as três categorias do movimento humano.



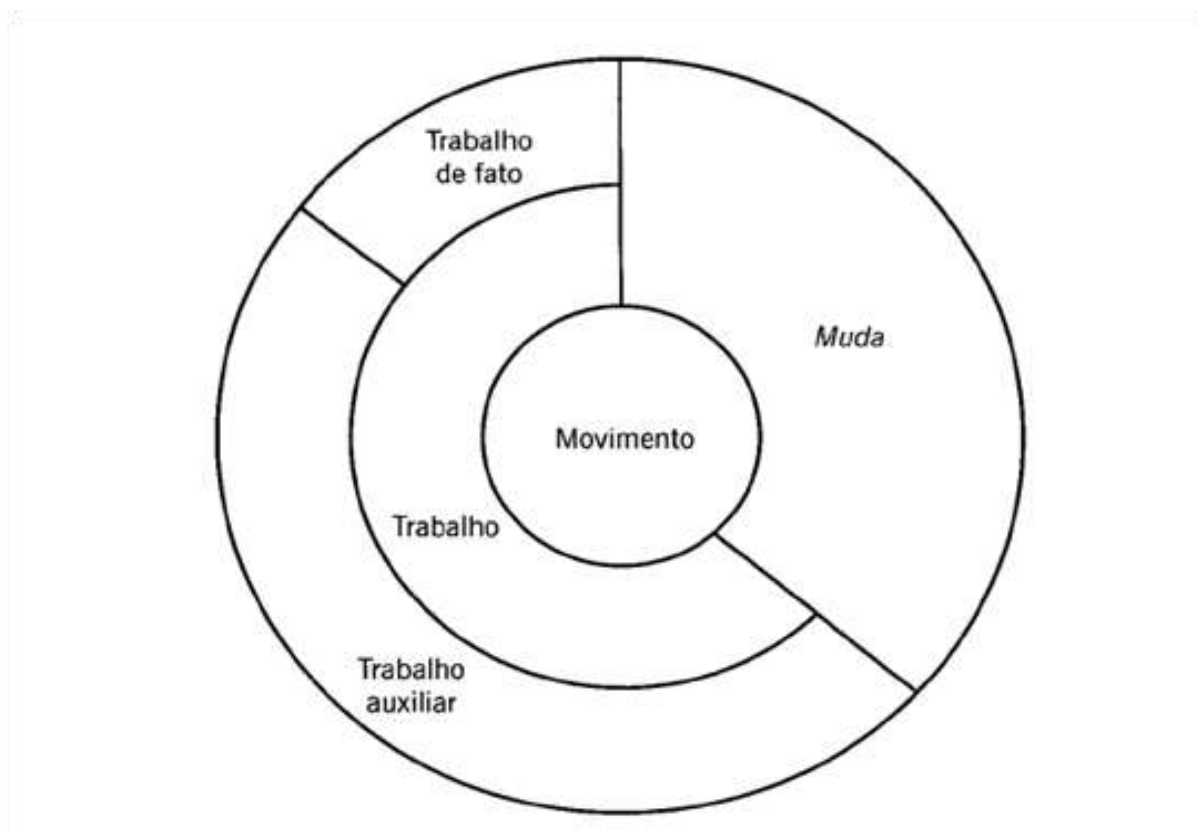


FIGURA 1 - Trabalho *versus muda*  
 Fonte: Dennis, 2008, p. 39.

Dennis (2008) acrescenta aos sete desperdícios apontados pela literatura (movimento, espera, transporte, correção, excesso de processamento, estoque e excesso de produção) um oitavo, conhecimento sem ligação, referindo-se à falta de comunicação dentro das empresas.

A “*muda de movimento*” se refere ao deslocamento desnecessário e pode estar relacionado ao ser humano ou ao fator mecânico. Projetos ergonômicos podem alterar a produtividade do trabalhador quando uma peça está longe da outra. Isso atrapalha a atividade e provoca o desperdício de movimento para colocá-las próximas ou na linha de montagem.

A “*muda de espera*” está relacionada ao trabalhador que aguarda um material ou o conserto de um equipamento. A espera desfavorece o *lead time*, pois o cliente terá de aguardar o produto por mais tempo.

A “*muda de transporte*” ocorre pelo excesso de transporte em uma fábrica em função do *layout* desfavorável, pelo tamanho excessivo do equipamento ou pela produção em grandes lotes. Produzir em pequenos lotes reduz a necessidade de

deslocamento do material para outras áreas, podendo colocar equipamentos mais próximos uns dos outros.

A “*muda* de correção” está relacionada ao conserto de peças defeituosas. Consertar peças defeituosas requer recursos humanos, materiais, tempo e energia. Os custos da não qualidade têm sido objeto de atenção da literatura especializada.

A “*muda* de excesso de processamento” se refere à produção em que o cliente não está interessado. Esse tipo de desperdício é muito comum em empresas voltadas para a engenharia, nas quais atingir determinadas metas técnicas provoca excesso de processamento. Algumas empresas têm esquecido quais são realmente as necessidades dos clientes.

A “*muda* de estoque” está relacionada à matéria-prima, WIP e peças desnecessárias em geral. É muito comum encontrar estoques nas empresas que não tem a produção puxada. Algumas empresas fazem a programação de acordo com o planejamento de material necessário, adotando, com a produção excessiva, o sistema empurrado, por motivo de segurança.

A “*muda* de excesso de produção” constitui a origem de todo o descompasso da área de produção. O excesso de produção representa produzir materiais que não têm previsão de vendas e, com isso, traz a necessidade de construção de grandes galpões para acondicionar os produtos, de contratação de mais mão de obra para administrar os desperdícios, mais peças, energia, empilhadeiras e outros equipamentos desnecessários. Segundo o autor, esses desperdícios provocam outros, como movimento, espera, transporte, correção e estoque.

O STP significa produzir somente o que é necessário. Quando isso é feito, os recursos necessários para o processo de produção serão ajustados de acordo com a quantidade necessária, de acordo com Ohno (1988).

Identificados os desperdícios na linha de produção, são criados os eventos *kaizen* para encontrar as causas geradoras dos problemas, solucionar e padronizar as atividades. Campos (1992) descreve o ciclo PDCA, que significa “planejar, fazer, verificar e agir”, como uma metodologia eficaz de solucionar problemas.

O ciclo PDCA para a melhoria da qualidade dos produtos ou dos processos produtivos é empregado visando à melhoria dos resultados da empresa por meio da geração de novos conhecimentos sobre a maneira de produzir. Para se

obter resultados satisfatórios, Pereira, Palmiere, Silva e Santos (2009) ressaltam a importância da correta utilização do ciclo PDCA.

Silva (1996) menciona oito passos do PDCA que deveriam ser usados na sua forma plena, sendo eles: escolha do problema, observação detalhada, busca da causa raiz, planejamento da ação de bloqueio, ação, verificação, padronização e, por último, a conclusão. A partir do momento em que os problemas são solucionados, o gerenciamento se torna importante para dar sustentabilidade ao sistema. No próximo item, serão descritos o sistema de gerenciamento, evento *kaizen* e padronização.

#### 2.3.4 Sistema de gerenciamento, evento *kaizen* e padronização

O envolvimento dos empregados é o que move a produção *lean* e, por meio desse envolvimento, ocorre a formação deles, podendo ter, por consequência, uma possível melhoria nos indicadores de *performance* das empresas (DENNIS, 2008).

Engajar os trabalhadores no planejamento de produção e na solução de problemas pode trazer um melhor resultado para a empresa. O envolvimento dos empregados traz benefícios que podem melhorar as condições de trabalho e também reduzir ou facilitar a atividade. Entretanto, Dennis (2008) ressalta a importância da comunicação sobre a atividade, pois os trabalhadores precisam acreditar que as melhorias não implicarão demissões.

Entretanto o sucesso ou o fracasso do STP depende da atuação da liderança. Segundo Liker e Meier (2007), muitas tentativas de implantação desse sistema foram realizadas nas empresas por meio de contratação de consultores e implantação de eventos *kaizen*, porém, com o passar do tempo, os programas desapareceram onde a liderança não se envolveu.

Os autores ressaltam, ainda, o papel do líder da linha de frente nas empresas tradicionais, que nem sempre é visto como agente de mudança (LIKER; MEIER, 2007). Entretanto os líderes de linha de frente na Toyota são elementos fundamentais no STP, com papéis importantes no desenvolvimento e treinamento dos operadores. Dessa forma, a estrutura organizacional da Toyota é mais horizontalizada, e a responsabilidade é mais bem distribuída nos seus níveis básicos.

A liderança do STP tem um papel fundamental no apoio da produção, na promoção do sistema e na liderança das mudanças. O papel do líder ultrapassa a função de supervisor, pois ele conduz as mudanças, abrindo as portas para implantação de novos conceitos. Além disso, ele interpreta os objetivos da empresa e os desdobra em metas diárias para a produção, destacando as habilidades de liderança, de ensinar e de domínio das atividades. Segundo Liker e Meier (2007), espera-se que o líder desempenhe as funções respeitando os aspectos de segurança, qualidade, produtividade e custo.

A Toyota emprega o conceito da pirâmide invertida para a liderança, em que os líderes se encontram na base da pirâmide e não no topo. Assim, eles apoiam diretamente a organização nas atividades que agregam valor, que são as linhas de produção. Liker e Meier (2007) destacam, ainda, algumas habilidades necessárias para a função de liderança: disposição e desejo de liderar, conhecimento do trabalho, responsabilidade, melhoria contínua e transferência dos conhecimentos adquiridos.

O papel do líder na Toyota não se restringe ao conhecimento da atividade. Ele deve ser capaz de conduzir uma melhoria contínua, ensinando ou aplicando o método de solução de problemas, facilitando as atividades de melhoria na qualidade dos produtos e processos produtivos. Segundo Liker e Meier (2007), o processo de seleção tem como objetivo identificar as habilidades como motivação, participação e liderança em reuniões, iniciativa, habilidades para o desempenho da tarefa, adaptabilidade, identificação de problemas e habilidades de comunicação.

A solução de problemas específicos visando à melhoria contínua pode ser solucionada por meio de eventos *kaizen*. Segundo Sharma e Moody (2003), uma característica desse evento é o trabalho em equipe, sendo fundamental o apoio da gerência, além dos recursos essenciais para execução da tarefa. O *kaizen* é conhecido como um evento em que ocorrem grandes mudanças, com resultados motivadores.

O evento *kaizen* traz muitos benefícios, como o fortalecimento das habilidades de trabalho em equipe, liderança, pensamento objetivo e claro, e solução de problemas. Dennis (2008) afirma que os integrantes têm prazer com o trabalho, pois suas ideias são ouvidas pela organização. Quando um gerente tem algum trabalho para ser desenvolvido, cria-se um grupo de melhoria, e ele atua como um mediador na solução dos problemas.

Para resumir todas as atividades do evento *kaizen*, usa-se o relatório A3, criado na década de 1960. O relatório tem somente uma página, sendo ele considerado a ferramenta de comunicação mais eficaz na Toyota, complementa Dennis (2008).

Oliveira e Nodari (2010) afirmam que o relatório A3 usado para a solução de problemas é uma ferramenta poderosa criada pelo STP, sendo empregada desde produção até engenharia, compras, vendas e finanças. O A3 estrutura a solução de problemas, procurando evitar a sua reincidência.

Liker e Meier (2007) relatam que o evento *kaizen* é dividido em cinco dias. O primeiro se refere ao treinamento sobre os conceitos básicos, para nivelar os integrantes do grupo. O segundo é composto por mais treinamentos e instruções para a visita à fábrica. Nesse dia, o foco do trabalho é medir, analisar, enxergar as oportunidades e priorizá-las. Os terceiro e quarto dias têm como objetivo a implantação das ideias levantadas. O autor descreve que não se podem corrigir os problemas em três dias, mas, com soluções simples, podem-se implantar importantes ações. O quinto é dedicado à padronização, à apresentação, à visita ao local melhorado e, posteriormente, à confraternização pelos trabalhos executados.

No evento *kaizen*, são realizadas análises para descobrir a causa raiz dos problemas. Kume (1993) descreve o procedimento para a construção do diagrama de causa e efeito, separando-o em cinco etapas: estabelecer a característica da qualidade; encontrar as possíveis causas; relacionar as causas com o efeito; estipular a importância dos fatores; e registrar as informações necessárias. Para o levantamento do maior número de causas, é necessária uma conversa aberta, usando a técnica de *brainstorming*, que significa um levantamento de ideias.

A apresentação dos resultados do *kaizen* inclui a padronização das atividades e o roteiro das atividades desenvolvidas ao longo da semana. O grande desafio é passar para a direção da empresa a mensagem correta a respeito dos resultados atingidos em uma semana de trabalho, conforme mencionado por Liker e Meier (2007).

A padronização no STP representa a forma mais fácil, segura e eficaz para a execução de uma atividade. O trabalho padronizado traz vários benefícios, como: estabilidade dos processos que permite a repetição na elaboração dos produtos; clareza sobre o início e fim das atividades; aprendizagem organizacional;

facilidade para auditorias; envolvimento com funcionários; e treinamentos dos funcionários (DENNIS, 2008).

O trabalho padronizado apresenta três componentes que são importantes no STP: tempo *takt*, sequência da produção e estoque em processo. O tempo *takt* representa o ritmo do cliente; a sequência da produção indica a forma como o trabalho segue na linha de produção; e o estoque em processo deve representar a quantidade mínima necessária para se balancear a linha de produção. Liker e Meier (2007) mencionam que, tendo uma linha nivelada, os operários não ficam sem materiais para processamento.

O STP é muito rápido na geração dos resultados, quando aplicado com disciplina e energia pelos membros da equipe. Entretanto Hansen (2006) conclui que o apoio da gerência e da liderança da área influencia diretamente no sucesso das iniciativas. O papel da liderança é fundamental para a sustentabilidade do sistema.

Em síntese, para efeito desta pesquisa, adotam-se como referencial teórico os conceitos e as ferramentas do Sistema Toyota de Produção, tais como: produtividade; JIT e *jidoka*; o mapa de fluxo de valor; os desperdícios na produção; as atividades que agregam valor; e o sistema de gerenciamento, a padronização e os eventos *kaizen*. Essas abordagens levam à compreensão do processo de implantação do STP que as organizações têm adotado para melhorar as *performances* e, conseqüentemente, os seus lucros.

Conforme se adota o STP, percebe-se uma melhoria significativa nos resultados de *performance* organizacional. Com base nessa afirmação de Dennis (2008), esta dissertação buscará responder à questão geradora e atender aos objetivos específicos destacados na introdução.

No próximo capítulo, será apresentada a metodologia usada na pesquisa.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo aborda o detalhamento de métodos e técnicas usados na pesquisa, com o objetivo de responder à questão geradora, que é avaliar os resultados produzidos pela implantação do Sistema Toyota de Produção na Vallourec Tubos do Brasil, na linha de rosqueamento de tubos, em Belo Horizonte-MG. O capítulo está dividido em cinco partes: a primeira se refere à caracterização da pesquisa; a segunda, à unidade de análise e observação; a terceira, ao instrumento de coleta de dados; a quarta, à estratégia de análise e tratamento dos dados; e a última parte, às limitações da pesquisa.

#### 3.1 Caracterização da pesquisa

Os tipos de pesquisa podem ser definidos por meio de dois critérios básicos, segundo Vergara (2005): quanto aos fins e quanto aos meios. Com o objetivo de atender aos objetivos da pesquisa, este estudo pode ser caracterizado da seguinte forma:

**a) Quanto aos fins:** trata-se de uma pesquisa descritiva, pois se busca identificar os fatores que levaram ao aumento da produtividade da VBR por meio da implantação do STP. Ela tem por objetivo descrever o cenário atual, identificar e coletar dados relacionados ao estudo proposto. Os dados são analisados e caracterizados na pesquisa descritiva (COLLIS; HUSSEY, 2005).

**b) Quanto aos meios:** trata-se de um estudo de caso envolvendo análise documental e observação participante. Segundo Yin (2001), o estudo de caso é eficiente para contribuir com o conhecimento que se tem de fenômenos organizacionais, sociais, políticos e de grupo.

No próximo item, será descrita a unidade de análise e observação.

#### 3.2 Unidade de análise e observação

A unidade de análise pode ser um grupo de trabalhadores, um evento, um processo ou uma pessoa. Collis e Hussey (2005) afirmam que o objetivo é reunir informações profundas sobre a unidade de análise durante um determinado tempo.

A unidade de análise foi a linha *Casing Premium* de rosqueamento de tubos na VBR. Essa linha de produção é uma das mais importantes no setor

petrolífero e precisava aumentar sua produtividade para atender à demanda de mercado.

A VBR é uma usina integrada de tubos em aço situada em Belo Horizonte-MG. É considerada uma empresa integrada porque produz desde a matéria-prima (minério de ferro e carvão) até os tubos acabados.

A empresa em estudo tem capacidade de 550 mil toneladas de aço por ano. Os produtos de alta qualidade abastecem tanto o mercado brasileiro quanto o internacional. Tem seguimentos de óleo e gás, voltados mais para a indústria petrolífera, o ramo de energia e os setores automotivo e industrial (MARINO, 2002).

A equipe de trabalho da linha de rosqueamento em estudo é formada por aproximadamente 30 funcionários, divididos em operadores, fiscal, inspetor, líderes, supervisor e engenheiro. Essa linha de produção trabalhava 24 horas todos os dias, incluindo os fins de semana, durante o período analisado. No próximo item, serão descritos os instrumentos de coleta de dados.

### **3.3 Instrumentos de coleta de dados**

A coleta de dados é um fator relevante no desenvolvimento de uma pesquisa. O levantamento das fontes e o recolhimento de dados são necessários para o pesquisador dar andamento à pesquisa. “Dados referem-se a fatos ou coisas conhecidas usadas como uma base para inferência ou consideração” (COLLIS; HUSSEY, 2005, p. 153).

A coleta de dados foi realizada por meio da pesquisa documental, tendo por base os registros da implantação do STP e os resultados que a VBR produziu. Além disso, a pesquisa documental envolveu a leitura e a análise de atas de reuniões, registros do banco de dados e os arquivos da VBR. Por fim, também as anotações das reflexões colhidas nas reuniões realizadas semanalmente com a equipe do projeto e levantadas pelo autor enquanto membro do projeto.

Outro procedimento foi a observação participante realizada pelo autor que participou da implantação do STP, acompanhou seu desenvolvimento e registrou seus resultados. O investigador pode, por isso, avaliar os pontos mais relevantes do objeto estudado. Pela observação participante, foi possível acompanhar todas as fases do novo processo produtivo, identificando as ações empreendidas para a redução dos desperdícios e o aumento da produtividade (GIL, 2002).



O autor desta pesquisa é, atualmente, gerente de *performance* da VBR, e tem 24 anos de empresa. Oito deles foram dedicados à melhoria contínua e à implantação e acompanhamento do STP na linha de produção. O autor é integrante do grupo de trabalho para a implantação do STP na linha *Casing Premium*. Isso facilitou o levantamento de dados, o acompanhamento do dia a dia da produção, o registro das mudanças produtivas e da redução dos desperdícios que ocorreram na linha de produção em tempo real.

A área de *performance* da VBR tem como objetivo desenvolver estudos nas linhas de produção, os quais buscam a melhor utilização da mão de obra, a eliminação dos desperdícios, a redução de defeitos, o aumento da qualidade e a melhoria da produtividade, da segurança e da ergonomia dos envolvidos. Esse setor é responsável pela eliminação ou minimização de operações que não agregam valor aos clientes, como é a natureza do STP.

O principal indicador da linha *Casing Premium* é o TRS (taxa de rendimento sintético). Quanto maior esse indicador, melhor será a *performance* da produção. Ele contempla retrabalho, quebra de equipamento, acerto de máquina e troca de ferramentas. Porém é importante monitorá-los separadamente, pois as ações de melhorias são diferentes. O QUADRO 2 mostra a fórmula para o cálculo do TRS.

QUADRO 2  
Cálculo do TRS - Indicador de produtividade da VBR

$$\text{TRS} = \frac{\text{Número de bons produtos manufaturados} \times \text{tempo de ciclo teórico}}{\text{tempo disponível}}$$

Fonte: VBR, 2007.

A obtenção de dados foi realizada de duas formas: primeiro, pelos levantamentos, leituras e análises dos documentos, arquivos e atas de reuniões da VBR. Foram analisados os indicadores de *performance* (TRS), o índice de recusa de peças, as quebras, o acerto de máquinas e as trocas de bitolas; segundo, pela pesquisa de campo, por meio das observações participantes, para se ter maior clareza sobre as ações de bloqueio tomadas e para verificar se as ações realizadas nos eventos *kaizen* estão sendo seguidas e se foram eficazes, de acordo com os

padrões estabelecidos. A coleta de dados se refere ao período compreendido de setembro de 2011 a junho de 2013.

No próximo item, será descrita a estratégia de análise e tratamento dos dados.

### 3.4 Estratégia de análise e tratamento dos dados

O QUADRO 3 apresenta a estratégia usada na análise dos dados, correlacionando os objetivos específicos propostos na pesquisa com os respectivos autores que deram sustentação teórica para o assunto levantado e os instrumentos de coleta de dados correspondentes.

QUADRO 3  
Estratégia de análise de dados

Objetivos específicos	Autores	Tipo de pesquisa	Fonte/Instrumento de coleta de dados
Descrever o processo de implantação do STP na VBR.	DENNIS (2008); OHNO (1988); LIKER e MEIER (2007)	Pesquisa documental (relatórios mensais, banco de dados, atas dos comitês, padronizações) e de campo	Referencial teórico, quadro de indicadores, quadro dos eventos <i>kaizen</i> (apêndices 1 e 2)
Analisar os impactos gerados na linha de produção após a implantação do STP, por meio das análises dos indicadores de produtividade TRS (taxa de rendimento sintético), índices de quebra, tempo de troca de ferramentas, tempo de acerto e índice de retrabalho.	DENNIS (2008)	Pesquisa documental (relatórios mensais, banco de dados, atas dos comitês, padronizações) e de campo	Referencial teórico, quadro de indicadores (apêndice 1)
Identificar os desperdícios na linha <i>Casing Premium</i> de rosqueamento de tubos e as ações implantadas para eliminação dos desperdícios.	DENNIS (2008)	Pesquisa documental (relatórios mensais, banco de dados, atas dos comitês, padronizações) e de campo	Referencial teórico, quadro dos eventos <i>kaizen</i> (apêndice 2)

Fonte: elaborado pelo autor da dissertação.

Com o objetivo de estruturar, dar clareza e facilitar as análises dos dados encontrados na pesquisa, foram utilizados os quadros referentes aos indicadores de *performance* da Linha *Casing Premium* (apêndice 1) e aos principais eventos *kaizen* realizados (apêndice 2). Os quadros serviram também como um roteiro para o desenvolvimento da pesquisa. No próximo item, serão abordadas as limitações da pesquisa.

### 3.5 Limitações da pesquisa

A dissertação apresentada partiu de uma pesquisa documental envolvendo análises de atas de reuniões, banco de dados, registros e arquivos da VBR, e pesquisa de campo por meio da observação participante. Entretanto a pesquisa tem três limitadores: *know-how* da VBR, perímetro analisado e limitações teóricas.

Algumas informações que demonstram o *know-how* da VBR não foram divulgadas nesta dissertação. Essas informações se referem aos documentos de padrões de trabalho, dados técnicos de qualidade e documentos que demonstram os processos produtivos.

Com relação ao perímetro analisado, a área tem quatro linhas de produção de rosqueamento de tubos, uma fábrica de luvas ou conexões e uma área de recalque, que é a responsável por engrossar a extremidade dos produtos. Entretanto se concentrou somente na linha de rosqueamento de *Casing Premium*, no período analisado, de setembro de 2011 a junho de 2013.

Por último, a limitação teórica. O STP é muito difundido no setor automobilístico, e as teorias são muito direcionadas para essa área. A VBR é uma empresa siderúrgica, e os trabalhos sobre a implantação do STP nesse setor são recentes.

No próximo capítulo, será abordada a modernização do sistema produtivo.

## **4 MODERNIZAÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO: PROJETO VULCANO**

Este capítulo tem como objetivo avaliar o processo de implantação do STP e os resultados que foram objeto da questão geradora na VBR, na linha de rosqueamento de tubos. Ele está dividido em quatro partes: a primeira se refere ao breve histórico da VBR; a segunda, à modalidade tradicional da linha de rosqueamento de tubos; a terceira, à implantação do Projeto Vulcano; e, a última, à mensuração dos resultados obtidos.

As empresas no Brasil têm dado muita importância à redução de custos, melhoria da qualidade e atendimento aos clientes. Para atingir esses objetivos, as empresas têm avaliado os fluxos de produção para implantarem medidas que visam à melhoria da produtividade, segundo Moreira (2009). Esse comportamento das empresas está vinculado às necessidades do mercado, o qual está cada vez mais acirrado. A VBR tem implantado o STP com o objetivo de melhorar a produtividade por meio da redução dos desperdícios.

Propõe-se, nesta pesquisa, analisar os resultados produzidos pela implantação do STP na VBR, em termos de aumento da produtividade na fábrica, em Belo Horizonte-MG. De acordo com Dennis (2008), o STP tem o propósito de eliminar as perdas, separando as atividades que agregam valor das que não o agregam.

### **4.1 Breve histórico da VBR**

A VBR foi inaugurada no Brasil em 1952, com o nome de Companhia Siderúrgica Mannesmann, situada em Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais. A empresa foi criada para produzir tubos de aço sem costura, para acelerar o crescimento da indústria petrolífera brasileira (MARINO, 2002).

A usina integrada do Barreiro é um dos principais complexos industriais do grupo Vallourec, possuindo uma área de quase 2 milhões de metros quadrados. Conforme Kapferer e Breton (2009), a empresa é considerada a única fabricante de tubos de aço no mundo cuja produção é totalmente renovável.

Além da unidade no Barreiro, a empresa possui a Florestal, Mineração e Tubos Soldados Atlântico. A VBR tem capacidade de 550 mil toneladas de aço por

ano, considerando o atual *mix* de produção. Os tubos abastecem tanto o mercado nacional quanto o internacional, tendo elevado grau de qualidade.

Marino (2002) afirma que a VBR atende aos segmentos óleo e gás, energia, automotivo e industrial. Na linha óleo e gás, a VBR produz tubos de aço sem costura ou solda para perfuração e revestimento de poços, condução e extração de petróleo.

Na linha de energia, os tubos são divididos em condutores, termogeração e projetos *line pipe*. Os tubos condutores são usados em refinarias, petroquímicas, mineradoras e outros processos industriais. Os tubos para termogeração são altamente confiáveis para equipamentos de troca térmica e garantem o alto desempenho em condições extremas de uso, como grandes variações de temperatura, altas pressões de trabalho e ambientes corrosivos e abrasivos. São aplicados nas usinas nucleares, de açúcar e álcool, termoelétricas, indústrias de papel e celulose. Os projetos *line pipe* são tubos usados para transporte de óleo, gás, água ou outro fluido derivado do petróleo.

Na linha de automotivos e industriais, os tubos são fabricados para veículos leves e pesados, máquinas agrícolas e veículos de duas rodas. Além desses, a empresa fabrica tubos estruturais destinados à aplicação de passarelas, aeroportos, estações de transporte urbano, estádios, galpões, entre outros.

Desde a inauguração até o momento, a VBR mudou algumas vezes de razão social, mencionam Kapferer e Breton (2009). A empresa iniciou suas atividades no Brasil com o nome de Companhia Siderúrgica Mannesmann S.A. (CSM). Em 1977, a CSM passou a se chamar Mannesmann S.A. Em 2000, a Mannesmann S.A. passou a Vallourec & Mannesmann Tubes – V&M do Brasil S.A. Em 2013, a razão social foi alterada para Vallourec Tubos do Brasil S.A. (VBR).

Contando um pouco sobre a história da empresa, Marino (2002) destaca os principais eventos políticos e econômicos do Brasil, e os principais acontecimentos na VBR desde o início das atividades. A década de 1950 foi marcada pela forte industrialização conduzida pelo governo de Getúlio Vargas. No Estado de Minas Gerais, Juscelino Kubitschek de Oliveira dava prosseguimento ao processo de desenvolvimento do país e, em fevereiro de 1952, realizou-se a Assembleia de Fundação da Companhia Siderúrgica Mannesmann (CSM).

Na década de 1960, o Brasil passava por um período conturbado pela troca de governo e pela instabilidade política, e a usina Barreiro instalava o

conversor LD, equipamento da linha de produção, de 25 toneladas, a laminação de barras, a trefilaria e a laminação de aço a frio. Esses investimentos aumentaram significativamente a produção da usina.

A década de 1970 foi marcada pelos maiores crescimentos do produto interno bruto do País, atingindo a taxa de 13%, época em que ocorreu uma grave crise no Oriente Médio. Nesse mesmo período, a CSM passou a se chamar Mannesmann S.A. A empresa ampliava a produção do aço no convertedor LD, equipamento da linha de produção, com uma capacidade produtiva de 750 mil toneladas por ano. Além disso, a Mannesmann adquiriu uma empresa de tubos soldados e instalou o passo peregrino a quente, com capacidade de 100 mil toneladas.

A crise do petróleo marcou a década de 1980, acabando com as esperanças do prosseguimento do milagre econômico. A inflação alcançou valor extremamente elevado: 235% no ano de 1985. A Mannesmann sentiu fortemente os impactos da economia. Entretanto, em 1986, investiu para alcançar a produção de 1 milhão de toneladas de aço bruto por ano.

A década seguinte foi marcada pelo Plano Real, uma forte arma de combate à inflação, trazendo a supervalorização da moeda nacional e causando prejuízos incalculáveis à indústria brasileira. A Mannesmann também sofreu com a implantação desse plano, apresentando prejuízo no balanço patrimonial.

Nos anos 2000, o Brasil conheceu a crise energética, forçando a população e as empresas a diminuírem suas atividades econômicas. Para a Mannesmann, o ano 2000 foi considerado o período de mudança após a *joint venture* com a empresa francesa Vallourec, passando a se chamar V&M do Brasil. Vários investimentos em tecnologia se realizaram, programas de qualidade total foram implantados e, com esforços de todos os empregados, a empresa apresentou o maior lucro.

A melhoria da eficiência integra a história do grupo Vallourec desde 1931, quando se buscavam ganhos de produtividade das empresas francesas. Entretanto a grande mudança em termos de melhoria ocorreu na década de 1970, com a inspiração nos métodos japoneses de administração. Um grupo de pessoas da empresa foi ao Japão para ser treinado pela Sanyo Steel, uma das maiores empresas siderúrgicas japonesas. Os resultados foram surpreendentes e

aumentaram a produção da aciaria da Vallourec de 15 mil para 30 mil toneladas por ano.

Em meados da década de 1980, a Vallourec-Europa implantou os primeiros grupos de melhoria contínua, dando gratificações aos integrantes pelos resultados alcançados. A necessidade de competitividade da empresa acelerou a implantação e a disseminação da nova modalidade de grupos de melhoria contínua.

A Vallourec-Europa criou, em meados da década 1990, o sistema de administração da Vallourec (VMS – *Vallourec Management System*), tendo como pilares o módulo de gestão empresarial ou plano TQM (*Total Quality Management*), os grupos de melhoria contínua (GMC) e os comitês de gerenciamento. O VMS havia chegado no momento certo para o grupo Vallourec, pois a empresa passava por uma fase difícil que precedera à criação da empresa Vallourec & Mannesmann Tubes, em 1997. Esse sistema de gestão foi inspirado pelo mesmo das montadoras de automóveis, permitindo que o grupo passasse sem grandes perdas pela crise.

Em 2000, a Vallourec fez a *joint venture* com a Mannesmann no Brasil, criando a Vallourec Mannesmann Tubes. Assim que a empresa foi formada, iniciou-se a implantação do sistema de gestão da Vallourec (VMS) no Brasil, similar ao processo empregado pelas empresas francesas. Entretanto a ênfase dada no Brasil concentrou-se no plano TQM e na implantação dos GMCs. Esses grupos de trabalho permitiram o desenvolvimento de um sistema de gerenciamento voltado para os resultados e para a melhoria da eficiência.

A partir de 2009, a VBR adicionou no sistema de gerenciamento da empresa (VMS) os conceitos do Sistema Toyota de Produção. Com esse novo sistema, a empresa continua utilizando os comitês de gerenciamento ou pilotagem, o plano TQM e os GMCs como pilares de todo o sistema de gerenciamento. Entretanto o foco nos desperdícios, a reestruturação dos GMCs e um novo formato de acompanhamento, por meio dos comitês, têm trazido bons resultados para a VBR.

No próximo item será descrita a linha de rosqueamento de tubos antes da implantação do STP. A linha *Casing Premium* trabalhava com o conceito de produção em massa, descrito no segundo capítulo, com base em Taylor (1990).

## 4.2 Linha de rosqueamento de tubos: modalidade tradicional

Antes da implantação do STP, a linha de rosqueamento de tubos apresentava as características da produção empurrada. Forno, Tubino e Valle (2007) mencionam que empresas que trabalham com a produção empurrada iniciam a produção independentemente dos clientes. Essa característica era marcante na linha de rosqueamento, que não se preocupava em sequenciar os produtos de acordo com a data de entrega dos clientes. A linha de produção não tinha um nivelamento, pois se produzia com muita antecedência ou se aumentava o ritmo, para não atrasar os prazos estabelecidos pelos clientes.

Quando se empurra a produção, sem se verificarem as necessidades dos clientes, a geração de estoques é inevitável, sendo um dos sete desperdícios citados por Dennis (2008). A VBR tinha um estoque elevado na linha de rosqueamento, causado pela superprodução, o que gerava, também, o desperdício de transporte, defeitos, movimentação e de esperas. Por causa dos estoques gerados com a produção antecipada, a VBR tinha de armazenar os produtos em áreas externas à linha de produção, gerando maiores custos. Ohno (1988) menciona que este é o maior desperdício de uma linha de produção: a superprodução.

A linha de rosqueamento gastava muito tempo com acerto de máquina, que é o ajuste para evitar a produção de peças defeituosas. A produção compensava o recebimento de matéria-prima fora das especificações técnicas, gastando mais tempo de usinagem, pois não havia a preocupação com a transmissão de defeitos. Dennis (2008) afirma que não receber, criar e transmitir problemas é um dos conceitos a serem respeitados pelas empresas. Ele classifica de superprodução esse desperdício, pois a produção não parava para solucionar os problemas e, ainda, causava outros desperdícios, como transporte, esperas, processamento, estoques, movimentação e defeitos.

De acordo com o acompanhamento do TRS da linha de rosqueamento, o resultado médio de 2008 foi de 53,5%, 2009 foi de 59,6%, 2010 foi de 64,9% e, em 2011, foi de 61,2%, longe da necessidade gerada pelos clientes para o ano de 2012, que representava um TRS de 78% (VBR, 2013d).

A linha de produção trabalhava no regime de 24 horas o mês inteiro, inclusive nos fins de semana, e tinha um TRS médio de 61,2% em 2011. Entretanto, como base para o projeto, o TRS considerado foi de 59,6%, período de janeiro a



agosto de 2011. A linha apresentava um índice de recusa de peças de 9,76% e de quebra de equipamentos de 6,02% (VBR, 2013d).

A linha *Casing Premium* trabalhava com grupos de melhoria contínua, mas esses grupos não tinham o formato dos *kaizen*. Os grupos se reuniam por uma hora, uma vez por semana, durante todo o ano. Liker e Meier (2007) relatam que o evento *kaizen* é dividido em cinco dias com dedicação exclusiva à solução dos problemas.

Segundo Sharma e Moody (2003), uma característica do evento *kaizen* é o trabalho em equipe, sendo fundamental o apoio da gerência, além dos recursos essenciais para execução das tarefas diárias. Nos grupos de melhoria contínua, praticados antes da implantação do STP, o apoio dos gestores não ocorria diariamente como nos eventos *kaizen*, pois os comitês de acompanhamento dos grupos eram mensais.

O próximo item descreverá o processo de implantação do STP na linha de rosqueamento *Casing Premium*, tendo como objetivo aumentar a produtividade da produção por meio da modernização do sistema produtivo da VBR.

#### **4.3 Modernização da produção: implantação do Projeto Vulcano**

A VBR decidiu implantar o STP na linha de rosqueamento *Casing Premium* por uma necessidade de mercado que sinalizava um crescimento em torno de 30%. Segundo Ohno (1997), a necessidade é a mãe da invenção, e a VBR necessitava modernizar o processo produtivo para atender à demanda de mercado.

Projeto Vulcano foi o nome dado pela VBR para criar uma identidade dentro da organização e para facilitar a comunicação entre os funcionários. Vulcano é o deus do fogo na mitologia romana (SARAIVA, 2006) e, como o processo produtivo da VBR é um processo a quente, adotou-se esse nome no projeto.

O Projeto Vulcano teve como objetivo aumentar a produtividade da VBR, por meio da implantação do STP na linha de rosqueamento de tubos, em Belo Horizonte-MG. Foi iniciado em setembro de 2011. A VBR possui quatro linhas de rosqueamento de tubos, uma linha de tubos recalcados (tubos com paredes mais grossas na extremidade) e uma fábrica de luvas.

A linha de rosqueamento *Casing Premium* é composta pelos seguintes equipamentos: calibradora, rosqueadeira, inspeção visual, fosfatização e aperto

mecânico, quando se tratar de produtos com luvas. Detalhando um pouco mais cada processo produtivo, pode-se dizer que a calibragem é um processo que ajusta as extremidades dos tubos. O rosqueamento é um processo particular de usinagem, com o objetivo de abrir uma rosca nas extremidades das peças. Atividades de controle visual e dimensional têm como objetivo avaliar a conformidade do produto de acordo com suas especificações técnicas. A fosfatização consiste na aplicação, imersão ou aspersão, de uma solução química de fosfato, que reage em contato com a superfície metálica, originando uma camada cristalina. O aperto mecânico é a colocação da luva no tubo por meio de uma força de torção.

Os principais produtos *Casing* são os *premium* sem luva (*Bolt*, *SLIJII* e *FJL*) e os produtos *premium* com rosca (*VAM 21*, *VAM TOP*, *DINO VAM* e *VAM HP*). Esses produtos da linha *premium* são destinados aos poços petrolíferos que exigem resistência, durabilidade e vedação especial.

No próximo item, serão apresentados os passos seguidos pela VBR para implantar o STP, iniciando pela formação da equipe, o treinamento preparatório para os funcionários da VBR e a elaboração do A3.

#### 4.3.1 Definição e treinamento da equipe e elaboração do A3

Diante da necessidade de se obter um grande aumento de capacidade produtiva da linha *Casing Premium*, formou-se uma equipe composta pelo superintendente, gerentes, engenheiros, supervisores e operadores da área produtiva, conduzidos pela equipe de *performance* da VBR, juntamente com uma consultoria externa.

A primeira ação foi o treinamento de todos os envolvidos no Projeto Vulcano. Esse treinamento foi conduzido, inicialmente, pelo consultor externo, e a turma foi composta pelo superintendente, gerentes e engenheiros. Posteriormente, para os demais membros do grupo de trabalho, o treinamento foi conduzido pela equipe de *performance* da VBR.

O treinamento realizado com a equipe de trabalho sobre os conceitos do STP foi composto por nove módulos, sendo eles: introdução ao *lean production*, processo de mudanças, espírito de gestão, padronização e melhoria, gestão da produção, organização dos pontos de valor agregado, fluxos físicos, controle das variabilidades dos processos e gestão da melhoria. O treinamento era composto por

parte teórica e algumas dinâmicas para fixação dos conceitos, sendo necessárias 40 horas para o treinamento completo.

Após esse treinamento, a equipe de trabalho se reuniu para criar o A3, que é o relatório de uma página, conforme Dennis (2008). Por meio desse relatório, todos têm as informações necessárias sobre o andamento do projeto. Ele foi construído ao longo do tempo e, na primeira reunião da equipe, definiram-se o contexto, as condições atuais e os objetivos e metas. A FIGURA 2 representa o relatório A3 do Projeto Vulcano no início dos trabalhos, com as informações do contexto, condições iniciais e as metas preenchidas.

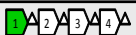

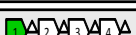
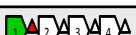
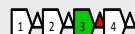
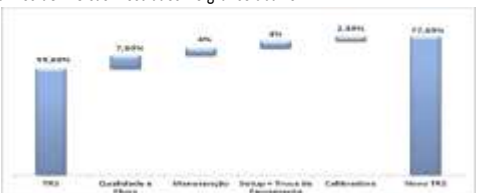
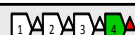
<b>Título: Projeto Vulcano 30</b> <b>Linha Mori Seiki Casing Premium</b>		<b>Resp.: Mateus</b> <b>Silveira - POP</b>	<b>Data Início:</b> <b>09/11</b>	<b>Data Fim:</b>	<b>VBR</b>
<b>1. Contexto</b>  Data Fim: Status:		<b>4. Análise</b>  Data Fim: Status:			
Para atender a demanda de mercado do próximo ano, a linha Mori-Seiki Casing tem a necessidade de aumentar a produtividade em 30%.					
<b>2. Condições atuais</b>  Data Fim: Status:					
Atualmente, a MSC trabalha 24 horas/dia e está com a produção atrasada em relação aos pedidos dos clientes, pois a demanda é superior à capacidade atual. Ela apresenta como indicadores: (Base Jan a Ago de 2011) - TRS médio de 59,6%. - Índice de Recusas de 9,76%. - Breakdown de 6,02%.					
<b>3. Objetivos / Metas</b>  Data Fim: Status:		<b>5. Soluções propostas</b>  Data Fim: Status:			
<b>Aumento do TRS de 59,6% média para 78% média.</b>  Os ganhos de TRS são mostrados no gráfico abaixo: 					
<b>6. Acompanhamento</b>  Data Fim: Status:					

FIGURA 2 - Relatório A3 do Projeto Vulcano: início dos trabalhos  
 Fonte: VBR, 2012a.

O contexto do projeto estava claro para os integrantes do grupo, pois a VBR precisava aumentar a produtividade da linha *Mori-Seiki*, principal equipamento da linha *Casing Premium*, em 30% para atender à demanda do mercado. Como condições no momento, a linha tinha um TRS (taxa de rendimento sintético - indicador de produtividade) de 59,6%, com índice de defeitos de 9,76% e quebras de equipamentos de 6,02%. Para atender à demanda de mercado, a meta estabelecida para o projeto foi TRS de 78% (VBR, 2012a).

Apesar da necessidade de aumento da produção em 30%, a definição da meta no início do trabalho foi recebida com muita apreensão por parte da equipe do Vulcano, pois se tratava de um grande aumento, em curto prazo, de produtividade na linha. Esse receio se baseava na experiência vivida nos anos anteriores, nos quais houve uma melhoria, de menor expressão, do TRS no longo prazo. Essa dificuldade, que poderia inviabilizar a implantação do projeto, foi superada após algumas reuniões com consultoria externa e as áreas de produção e *performance*.

Posteriormente, a equipe se reuniu novamente para fazer os diagnósticos da área de produção. No próximo item, serão descritos os passos seguidos para a elaboração dos diagnósticos do sistema de gestão e de produção.

#### 4.3.2 Diagnósticos do sistema de gestão e de produção

A VBR realizou dois diagnósticos na linha de rosqueamento *Casing Premium* para identificar as oportunidades de melhoria. Um diagnóstico foi realizado no sistema de gestão, com o uso do *road map*, formulário com os itens avaliados no sistema de gestão; e o outro no sistema de produção, com o emprego do mapa de fluxo de valor.

O diagnóstico do sistema de gestão foi realizado por meio de uma semana intensiva, que é o evento *kaizen* na VBR. Nessa semana, definiu-se a situação atual do sistema de gestão, quando foram analisados os seguintes itens: comitês de gerenciamento, melhorias, padrões de trabalho, gestão visual, padrões de gerenciamento, qualidade, equipamentos, organização dos postos de trabalho, fluxos e cadeias de abastecimento e GMC linha. Para a elaboração do diagnóstico, três grupos foram criados, respectivamente, gerentes, engenheiros e supervisores, e operadores, a fim de analisar os pontos de vista em diferentes posições na hierarquia da empresa (VBR, 2011e).

A equipe do Projeto Vulcano trabalhou com todos os itens do sistema de gestão, classificando em que níveis a linha de rosqueamento *Casing Premium* se enquadrava, para definir a situação atual. Posteriormente, estabeleceram-se a situação futura, as metas e as ações para atingir os objetivos propostos.

Foi dada, entretanto, uma ênfase maior aos itens referentes aos comitês de gerenciamento, aos grupos de melhoria contínua de linha e à gestão visual. Dessa forma, no item de comitês de gerenciamento, foram criados três comitês, nos GMCs linha foram criados os grupos de engenheiros e supervisores e, por último, na gestão visual, foi criada a sala de “guerra”, com todas as informações visuais necessárias colocadas em painéis ou nas paredes, e foram elaborados os padrões visuais.

O QUADRO 4 apresenta os dez itens do diagnóstico de gestão com os níveis de maturidade de zero a cinco, em que o nível zero significa uma gestão puramente convencional, o nível três representa a referência nacional, e o nível cinco representa a referência mundial no que tange à gestão voltada para a melhoria contínua.

**QUADRO 4**  
Diagnóstico do sistema de gestão<sup>1</sup>

Item	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>Comitês de gerenciamento</b>	Gestão puramente convencional.	Consciência da necessidade de integrar os princípios VMS na administração da empresa.	Realização de um comitê de pilotagem para coordenar as atividades de melhoria.	O comitê de pilotagem é eficaz por mais de um ano, e os resultados de suas decisões podem ser percebidos facilmente.	O comitê de pilotagem envolve todos os departamentos da empresa e se confunde com o comitê de Direção.	A política de gestão foi criada e é propagada em cascata da Direção às plantas.
<b>Melhoria</b>	As restrições diárias consomem todos os recursos.	Os gerentes foram capacitados para aplicar o DMAICS e para resolver os problemas (teoria e prática).	O DMAICS é usado em atividades de melhoria e na resolução de problemas pelos gerentes.	O uso de DMAICS pode ser visto facilmente na gestão da rotina, atividades operacionais e na resolução das interferências constantes.	O DMAICS é usado tanto na gestão diária das plantas quanto na gestão das atividades anuais de melhoria.	As sugestões emitidas pelos funcionários permitem reforçar as correntes do DMAICS do plano anual.
<b>Padrão de trabalho</b>	Não existe a prática de escrever sobre o modo de trabalho dos operadores.	Os métodos de trabalho dos operadores são formalizados por um departamento de apoio.	As regras de trabalho são formalizadas de forma pragmática no terreno segundo a opinião do operador.	O trabalho padronizado integra todas as ações que os operadores têm de fazer para garantir, com qualidade, segurança e bom ritmo, as atividades de produção. Essas normas são respeitadas pelos operadores.	Qualquer operador sabe como aplicar seus próprios padrões e os padrões de seus vizinhos a montante ou a jusante. Existem padrões para o volume de atividade inferior à capacidade total do processo.	Os padrões para níveis de produção diferentes não influenciam o nível de produtividade. Para cada padrão, a melhor prática foi definida.

(continua)

<sup>1</sup> As linhas destacadas se referem aos itens trabalhados com mais ênfase pela VBR no diagnóstico de gestão.

(continuação)

Item	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>Gestão visual</b>	Não existe identificação específica.	Os corredores são limpos e sem obstáculos. Existem exemplos para tornar as coisas visuais e compreensíveis.	Os GMC aplicam o gerenciamento visual em suas ações, e isso pode ser visto facilmente.	Os subcorredores (postos de trabalho) são definidos, limpos e sem obstáculos. Há vários locais no processo onde é fácil identificar as situações anormais.	As coisas são claras e visuais. Todo tipo de anomalia pode ser identificada por todos (gerentes e operadores)	Todo tipo de anomalia deve ser identificada, mesmo por quem não foi capacitado, assim como pelos operadores e pelos gerentes, em qualquer nível.
<b>Padrão de gerenciamento</b>	O gestor não possui padrões para responder às incertezas na área. As decisões são frequentemente inconsistentes.	O gestor difunde procedimentos ou memorandos para propor modos de funcionamento ou dar orientações quando os problemas tornam-se excessivamente grandes.	As questões que surgem nos GMC são a oportunidade de padronizar as respostas a fim de otimizar sempre o sistema global. Uma coletânea de perguntas é constituída para cada nível hierárquico.	Qualquer pergunta levantada em nível de gerentes é uma oportunidade de formalizar padrões de gerenciamento, de modo que a resposta seja única e otimize o sistema global.	Qualquer pergunta levantada em nível de gerentes e em nível de supervisão é uma oportunidade de formalizar padrões de gerenciamento de tal forma que a resposta seja única e otimize o sistema global.	Qualquer atividade de gestão relativa ao controle e à responsabilidade é coberta por uma norma. Os esclarecimentos dos detalhes fazem parte da melhoria contínua.
<b>Qualidade</b>	Produção em grandes volumes, sem interesse particular pela qualidade.	Os produtos acabados são controlados antes de serem embalados e enviados.	Existem controles em várias etapas do processo de produção.	Os defeitos detectados permitem melhorar os processos com o objetivo de não cometer erros e de não entregar um produto com defeito para a etapa seguinte.	Os controles nas diversas etapas do processo não revelam mais a existência de defeitos em processos estabilizados.	Os controles nas diversas etapas do processo não revelam mais a existência de defeitos em qualquer processo (inclusive para os novos processos e novos produtos).

(continua)

(continuação)

Item	Nível 0	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 5
<b>Equipamentos</b>	Os consertos são efetuados somente quando um equipamento para de funcionar.	Os equipamentos são reiniciados pelo pessoal da produção quando acontecem problemas.	As quebras dos equipamentos são registradas com o objetivo de melhorar a situação.	A manutenção autônoma é realizada em alguns equipamentos. As paradas dos equipamentos são objeto de resolução de problemas com a finalidade de serem eliminadas.	A manutenção de primeiro nível é realizada pelos operadores e a taxa de falha dos equipamentos é inferior a 1%.	Os equipamentos funcionam sem problema algum, qualquer que seja a hora do dia e qualquer que seja o produto.
<b>Organização dos postos de trabalho</b>	Postos de trabalho isolados e agrupados por função.	Os postos de trabalho são organizados segundo o fluxo em algumas áreas.	Os postos de trabalho são organizados segundo a ordem do processo de produção.	Nas áreas onde os postos de trabalho são ordenados segundo o fluxo, os operadores estão agrupados.	Não há mais operadores isolados, nem postos de trabalho fora do fluxo.	Produção sincronizada no fluxo, peça a peça.
<b>Fluxo, cadeia de abastecimento</b>	Toda a produção é gerenciada em fluxos “empurrados” com sistemas tipo MRP.	Subprodutos são “puxados” pelo fluxo a jusante.	Todo o fluxo interno é “puxado” pelo consumidor.	Os diferentes produtos acabados são produzidos todos os dias.	A produção é nivelada na totalidade do processo.	Produção sincronizada adaptada às necessidades dos clientes, e melhorias com produção puxada.
<b>GMC linha</b>	Pilotagem puramente hierárquica e geralmente urgente.	<i>Idem</i> nível 0  Os supervisores dos departamentos de produção e de apoio já viveram pelo menos uma experiência de GMC de forma intensiva.	Os operadores, a primeira linha de gestão e departamentos de apoio já viveram uma experiência de GMC de forma intensiva sob a liderança dos responsáveis pela produção e pelas áreas de apoio.	Os GMC “linha” são realidade na área. Os indicadores são base para gestão da rotina e ferramenta para reagir. As reuniões semanais para solução de problemas são eficazes.	Os indicadores refletem o progresso. Seu acompanhamento mostra a eliminação das causas dos problemas.	A solução de problemas é feita na área e pelos operadores, que estão organizados naturalmente em círculos de qualidade com apoio do líder.



O diagnóstico do sistema de produção foi realizado na mesma semana intensiva do diagnóstico do sistema de gestão. A equipe construiu o MFV da linha de rosqueamento, com o objetivo de ver, entender, analisar o processo produtivo e estabelecer o estado futuro. Ele foi composto por símbolos que identificavam os estoques, movimentos, transformação e inspeção (LIKER; MEIER, 2007).

Levando em consideração o comentário de Dennis (2008), de que o mapa do estado futuro deve ser elaborado com especialistas em STP, o grupo foi subdividido em quatro equipes menores, com a participação dos engenheiros da área de *performance*, equipe responsável na VBR pela sua implantação. O objetivo era elaborar a situação futura do mapa de fluxo de valor, por meio de análise da situação atual e da meta estabelecida no plano estratégico da VBR, de aumento do TRS em 30%.

Na construção do MFV, a VBR trabalhou com as informações do fluxo, tendo como foco o atendimento aos clientes. Os indicadores avaliados foram: *takt time* (demanda do cliente), cálculo do tempo de atravessamento da linha de produção (*lead time*), cálculo dos tempos de esperas, estoques iniciais, estoques em processos, estoques finais, movimentos dos operadores, excesso *set-ups* (tempo para a troca de ferramentas). Liker e Meier (2007) ressaltam a importância de atender à demanda dos clientes no que se refere ao que eles desejam, na quantidade e no prazo estabelecidos.

Com a elaboração do MFV, a equipe de trabalho identificou quatro potenciais de desperdícios na linha de produção: o primeiro, na qualidade e no fluxo, representa 7,60% de não TRS (perda de produtividade); o segundo, na manutenção, representa 4% de não TRS; o terceiro, no acerto e troca de ferramentas, representa também 4% de não TRS; por último, na calibradora, representa 2,49% de não TRS, conforme representado no gráfico a seguir. O GRÁFICO 1 evidencia os ganhos potenciais de não TRS nos quatro grandes grupos de desperdícios identificados pela equipe do Vulcano (VBR, 2012a).

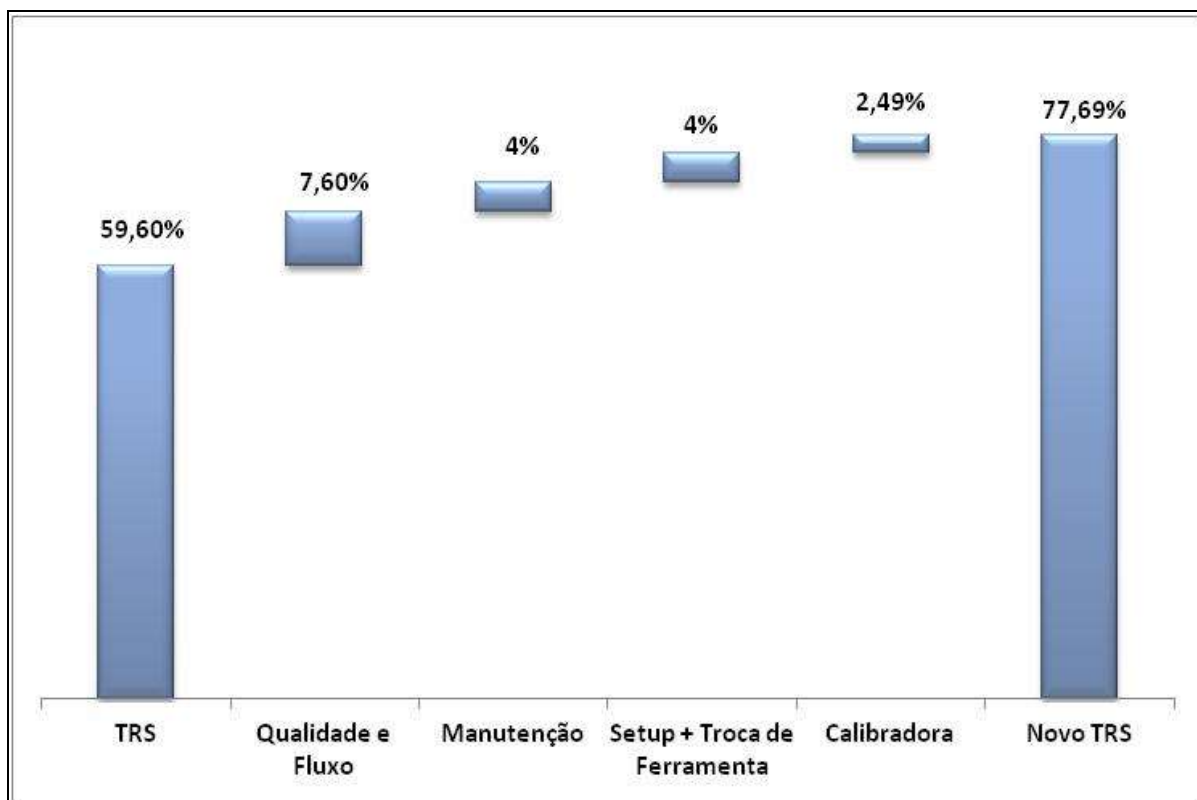


GRÁFICO 1 - Ganhos potenciais para alcançar a meta de 78% de TRS  
 Fonte: VBR, 2012a.

Conhecida a situação atual e estabelecido o plano futuro, faltava criar o caminho ou o itinerário que deveria ser seguido para atingi-lo. O passo seguinte foi elaborar o plano de ação. Conforme Liker e Meier (2007), o objetivo do MFV é a ação. Isso significa que, após a elaboração do MFV, é necessário criar o plano de ação. Segundo o autor, não há o menor sentido em criar um MFV bonito sem existir um plano de ação vinculado ao trabalho. Dessa forma, o plano de ação foi elaborado por semanas, quando foram levantadas as ações isoladas de melhoria e as ações que deveriam ser trabalhadas nos GMCis na VBR (VBR, 2011d).

Para a elaboração dos diagnósticos de produção e gestão, e a elaboração do plano de ação, a equipe do Vulcano enfrentou algumas dificuldades. No diagnóstico de produção, as dificuldades encontradas foram: levantamento e análise dos dados técnicos, pois faltavam informações e alguns dados coletados não eram confiáveis; cálculo do tempo de atravessamento do produto na linha de produção; identificação das oportunidades de melhoria; e, por último, consolidação de todos os trabalhos, pois cada grupo ficou responsável por atividades específicas. No diagnóstico de gestão, a equipe foi dividida em três grupos de trabalho, que

enfrentaram dificuldades na definição das situações atual e futura. Essas dificuldades se concentraram na identificação dos níveis, classificados de zero a cinco no diagnóstico de gestão. Ocorreram muitas reuniões entre os grupos e, posteriormente, houve um consenso para definir um diagnóstico de produção e de gestão na linha de rosqueamento.

As dificuldades enfrentadas para elaborar o plano de ação foram: informações necessárias a serem colocadas no plano; disposição das informações pertinentes à manutenção, produção, qualidade e outras áreas ligadas à linha de rosqueamento; definição das responsabilidades e gerenciamento do plano de ação; e, por último, condução das reuniões gerenciais do plano de ação.

No item seguinte, serão descritos os formatos dos GMCis na VBR e os grupos criados com o objetivo de aumentar a produtividade da VBR.

#### 4.3.3 Grupos de melhoria contínua de fase intensiva na VBR

A VBR tem trabalhado desde o ano 2000 com a metodologia dos grupos de melhoria contínua (GMCs), segundo Kapferer e Breton (2009). Entretanto, com a implantação do Projeto Vulcano, foi necessária a criação de uma nova modalidade de grupo de melhoria contínua, pois trabalhar com grupos que se reuniam uma vez por semana não gerava uma resposta rápida para atender às necessidades da demanda de mercado.

Assim, criou-se na VBR o grupo de melhoria contínua de fase intensiva (GMCi) em outubro de 2011, similar ao *kaizen*. Segundo Sharma e Moody (2003), o *kaizen* é conhecido como um evento em que ocorrem grandes mudanças com resultados motivadores em curto período.

Com o objetivo de padronizar a forma de trabalho dos GMCis, a VBR criou um tutorial para facilitar o trabalho dos grupos. O GMCi tem quatro fases: a primeira consiste na definição da equipe, escopo e o treinamento dos integrantes, com duração de, aproximadamente, uma semana; a segunda é a preparação que consiste no levantamento de dados, construção do mapa de fluxo de valor da situação atual e planejamento da semana intensiva; a terceira é a semana intensiva, que tem como característica a mudança, o que significa implantar a melhoria naquele período; a quarta é composta pelo fechamento das ações que não foram

realizadas durante a semana intensiva e do acompanhamento dos resultados (VBR, 2012j).

A FIGURA 3 apresenta as quatro fases para a formação do GMCI: a definição da equipe e escopo de trabalho; a preparação; a semana intensiva; e, por último, a fase de acompanhamento e sustentação dos resultados.



FIGURA 3 - Fases do grupo de melhoria contínua de fase intensiva  
Fonte: VBR, 2012j.

Todas as fases são importantes, entretanto a semana intensiva requer uma atenção especial, pois todos os membros da equipe deixam suas atividades para se dedicarem ao trabalho em grupo. O primeiro dia da semana intensiva é marcado pela reunião de abertura (*kick-off*), sendo que, no final de cada dia, os trabalhos são apresentados aos gestores. No último dia da semana intensiva, faz-se uma visita à área trabalhada, com uma apresentação-aula para todos. O sucesso ou o fracasso do grupo de melhoria depende da atuação da liderança, segundo Liker e Meier (2007).

No QUADRO 5, são apresentadas as principais atividades desenvolvidas nos cinco dias da semana intensiva. Destacam-se a reunião de abertura, o fechamento diário com o gestor ou patrocinador do grupo, a visita à área modificada e, por último, a apresentação-aula sobre todas as fases anteriores e os cinco dias intensivos.

**QUADRO 5**  
Principais atividades dos cinco dias da semana intensiva

1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia
Reunião de abertura	Seleção da solução para atingir a situação futura	Implementação das soluções	Implementação das soluções	Padronizar principais ações
Realizar análise de causa	Implementação das soluções			
Levantamento de idéias para definir situação futura				
Reunião com o gestor	Reunião com o gestor	Reunião com o gestor	Reunião com o gestor	Apresentação final dos trabalhos

Fonte: VBR, 2012j.

O início dos trabalhos dos GMCis no Projeto Vulcano foi muito confuso, pois as equipes de trabalho não tinham uma estrutura a ser seguida no decorrer das reuniões. Muitos grupos perderam tempo para entender a metodologia e ficaram muito dependentes das instruções da consultoria externa. O principal papel do tutorial criado foi estruturar as reuniões GMCis e facilitar as atividades de cada fase.

Os GMCis criados no início do Projeto Vulcano não seguiram o formato do tutorial, pois este foi criado posteriormente, para obtenção dos resultados esperados. Foram identificados, inicialmente, cinco grupos com fase intensiva que serão detalhados no próximo item, juntamente com os resultados da pesquisa.

#### **4.4 Novo processo produtivo: mensuração dos resultados**

A área siderúrgica despertou sobre a importância da melhoria da qualidade dos produtos, do atendimento aos clientes e dos preços competitivos, repensando o processo produtivo e adotando novos modelos para racionalizar e modernizar a linha de produção. Essa mudança tem sido provocada pelo mercado cada vez mais competitivo, provocando uma redução de recursos financeiros e uma melhor organização das empresas.

A implantação do STP na linha de rosqueamento de tubos possibilitou uma melhora significativa no resultado da produção. O indicador principal de produtividade da VBR (TRS) partiu de 59,6%, base janeiro a agosto de 2011, atingindo 77,9%, em 2012, e 82,9% em 2013. Com esses resultados, a VBR conseguiu atender às demandas exigidas pelo mercado para a linha de rosqueamento *Casing Premium* (VBR, 2013d). O GRÁFICO 2 ilustra a evolução do TRS da VBR na linha *Casing Premium*, com os resultados médios de 2012 e 2013, mostrando também os meses de 2013, mostrando também os meses de 2013.

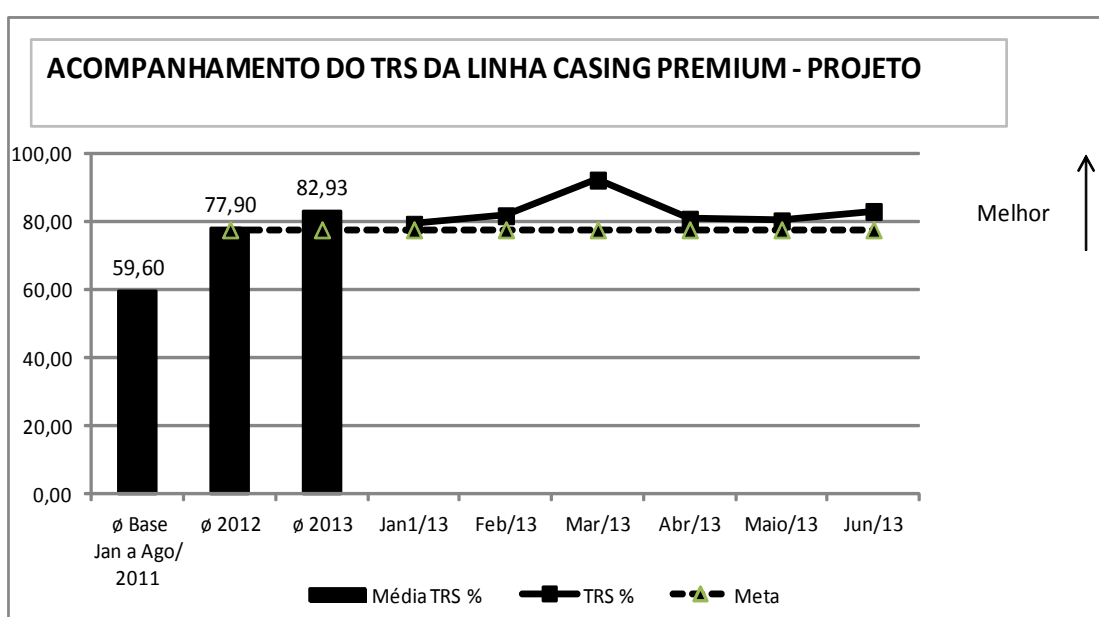


GRÁFICO 2 - Acompanhamento do TRS em percentual da linha *Casing Premium*  
Fonte: VBR, 2013d.

Com base nas análises dos documentos, pesquisa de campo e avaliação dos resultados apresentados pela equipe do Projeto Vulcano, notou-se que a VBR operou com quatro grandes grupos de trabalho identificados pelo mapa de fluxo de valor, que geraram cinco GMCis, e com três grupos do *road map*, que geraram quatro ações principais (VBR, 2011d).

Os quatro grupos de trabalho foram concentrados em qualidade e fluxo, manutenção, acerto e troca de ferramentas e calibradora. Houve ganhos que superaram a meta, apesar de o item manutenção não ter superado o índice previsto. No primeiro grupo de qualidade e fluxo, o ganho planejado era de uma redução de 7,6% no indicador de não TRS, e o resultado de 2012 foi 11,55%, e de 2013, 13,19%. No grupo de manutenção, o ganho esperado era de 3,9% de não TRS, e o

resultado de 2012 foi 0,32%, e de 2013, 3,46%. No grupo de acerto e troca de ferramentas, o ganho esperado era de 4,0% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 3,95%, e de 2013, 4,19%. Por último, no grupo da calibradora, no qual o ganho esperado era de 2,49% de não TRS, e o resultado foi 2,49% em 2012 e 2013 (VBR, 2013d).

No GRÁFICO 3, apresentam-se as comparações entre os ganhos esperados e os reais dos quatro grandes grupos de desperdícios identificados pela equipe do Vulcano. O indicador é percentual de não TRS, e quanto maior ele for, maior o ganho real e melhor será a produtividade da linha de produção.

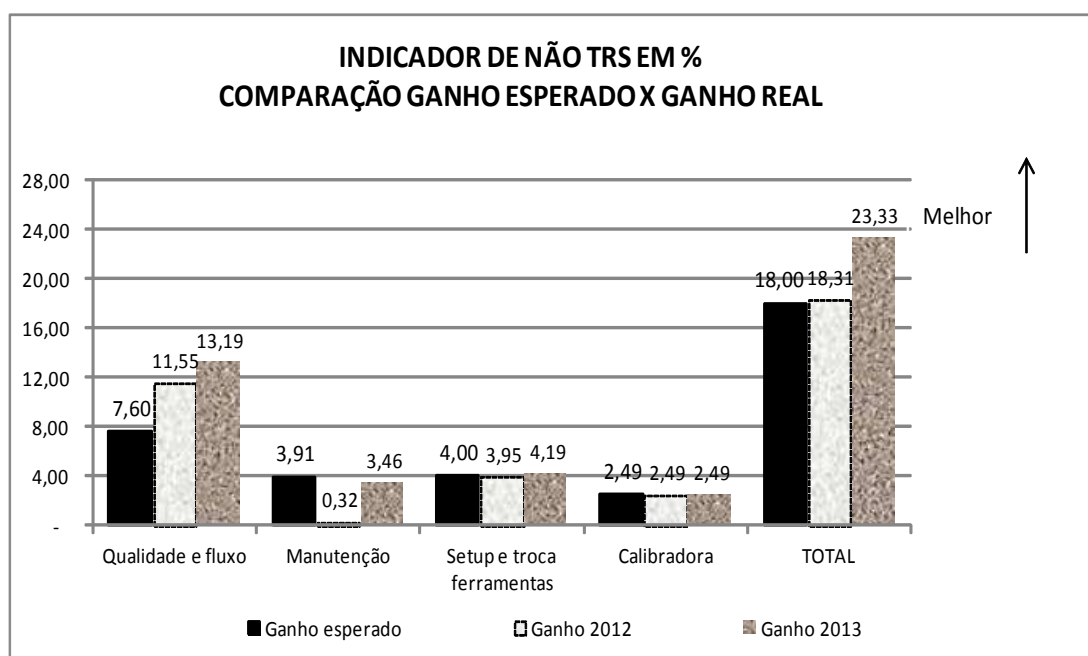


GRÁFICO 3 - Comparação entre ganho esperado e ganho real do Projeto Vulcano  
Fonte: VBR, 2013d.

As quatro principais ações do sistema de gestão foram a criação do GMC linha, grupo que trabalha na sustentabilidade do padrão operacional, a organização do comitê de pilotagem ou gerenciamento, as auditorias de padrão e a gestão visual.

Nos próximos itens, serão elencados os cinco principais GMCs criados pela VBR a partir dos quatro grupos do diagnóstico de produção. O objetivo é mostrar também os resultados alcançados, relacionando as ações tomadas com os sete desperdícios apresentados por Dennis (2008). Posteriormente, serão apresentadas as quatro ações do sistema de gestão.

#### 4.4.1 GMCi de qualidade e fluxo

O GMCi de qualidade e fluxo foi criado com o objetivo de reduzir o indicador de não TRS. Os desperdícios identificados no mapa de fluxo de valor foram: geração de materiais para segundo emprego, recusa de peças, perda de tempo de ciclo da linha.

O segundo emprego se refere aos produtos que apresentam defeitos e retornam à linha de produção para serem reprocessados. O ganho esperado era de 4,0% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 4,07% e, de 2013, 4,99%. De acordo com Dennis (2008), esses desperdícios são classificados como: de excesso de processamento porque referiam à produção que o cliente não estava interessado; de excesso de transporte, porque era necessário colocá-lo na linha de produção; e, por último, de defeito, porque existia a necessidade de modificação do produto (VBR, 2013a).

A redução de recusa de peças tinha como objetivo evitar a produção de peças defeituosas, que eram sucata. O ganho esperado era de 1,6% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 2,98%, e de 2013, 4,20%. De acordo com a classificação de Dennis (2008), os desperdícios são classificados como: de transporte; de espera, pois as recusas precisam aguardar para serem processadas; e, por último, de defeitos, pois se tratam de recusas de peças (VBR, 2013a).

A melhoria do tempo de ciclo tinha como objetivo reduzir o tempo de usinagem de produção na linha de rosqueamento. O ganho esperado era de 2,0% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 4,5%, e de 2013, 4,0%. De acordo com a classificação de Dennis (2008), o desperdício é classificado como processamento, porque a linha de produção gastava mais tempo para processar uma peça (VBR, 2013d).

No GRÁFICO 4, apresentam-se os resultados atingidos nos anos de 2012 e 2013 comparados com a base de 2011 no grupo de qualidade e fluxo. O indicador é percentual de não TRS, e quanto maior ele for, maior o ganho real e melhor será a produtividade da linha de produção.



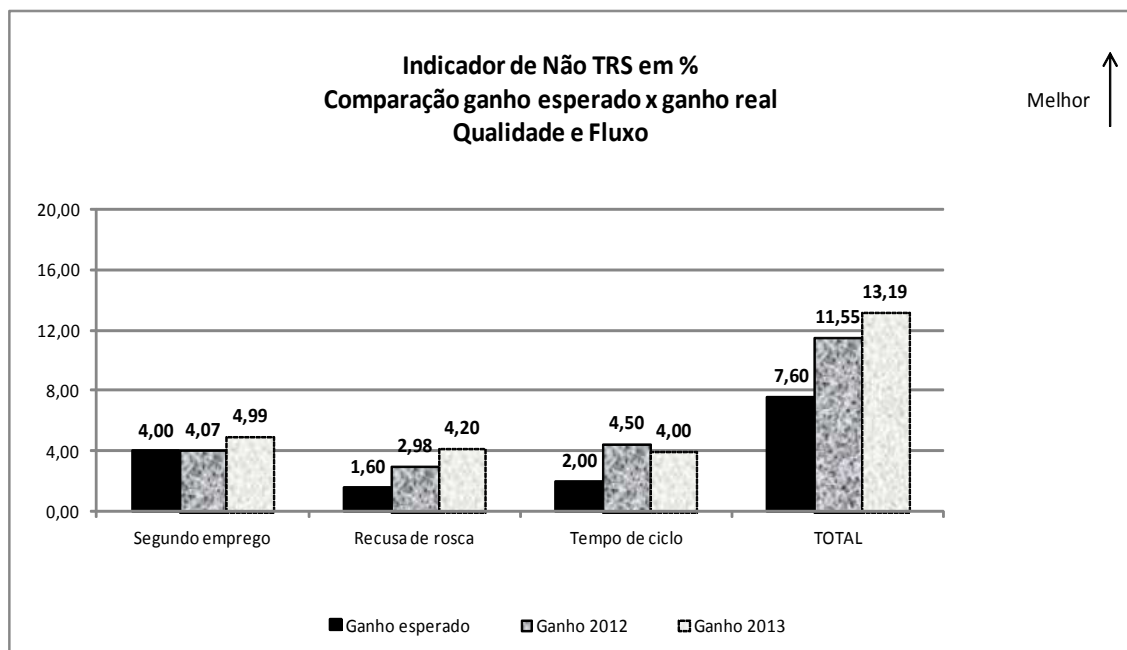


GRÁFICO 4 - Comparação entre ganho esperado e ganho real de qualidade e fluxo  
Fonte: VBR, 2013c.

As principais ações tomadas para eliminar os desperdícios referentes ao grupo de qualidade e fluxo foram: devolver as peças que não atendiam às especificações necessárias para o fornecedor interno; participação do engenheiro do fornecedor interno na equipe do Projeto Vulcano; bloqueio dos programas das máquinas, para evitar desperdício de tempo com ajustes; liberar peças para rosquear somente quando estiverem dentro do padrão técnico exigido de recebimento; criação de um padrão visual para identificar as peças defeituosas; ajustar a medição na entrada da calibradora; ajustar a pressão da placa da calibradora; treinar os inspetores na medição e controle da matéria-prima; e, por último, intercalar material de segundo emprego com materiais da produção, para evitar esperas na produção.

No decorrer das atividades, as principais dificuldades enfrentadas pelo grupo foram: devolução dos materiais que não atendiam às especificações; bloqueio dos programas das máquinas. A área de produção ainda não tinha absorvido o conceito de não receber, gerar e transmitir problemas (DENNIS, 2008). A linha de produção perdia muito tempo ajustando a máquina para compensar defeitos das matérias-primas ou problemas gerados em processos anteriores, por isso se tomou a decisão do bloqueio dos programas, impedindo o ajuste e, com isso, forçando as equipes a encontrar as causas reais dos problemas. Houve muitas discussões na

sala de “guerra” para a tomada dessa decisão, pois a equipe ainda não tinha absorvido o conceito de não receber, gerar e transmitir problemas.

As ações tomadas melhoraram significativamente os indicadores de *performance*. Além disso, houve uma redução do número de produtos na linha de produção, diminuindo o manuseio de peças e melhorando as condições de segurança dos funcionários (VBR, 2013c).

#### 4.4.2 GMCi de manutenção

O GMCi de manutenção foi criado com o objetivo de reduzir o índice de quebra da linha *Casing Premium*. Os desperdícios identificados por meio do mapa de fluxo de valor foram as paradas de produção por problemas nas placas pneumáticas, o transportador de cavacos, a unidade hidráulica, o castelo de usinagem e o compressor de ar (VBR, 2012f).

Conforme a classificação de Dennis (2008), os desperdícios identificados na linha de produção são classificados como: de espera, pois estavam relacionados aos trabalhadores que aguardavam o conserto do equipamento, provocando um maior *lead time* para o cliente; e de defeitos, uma vez que o equipamento não confiável produzia peças defeituosas.

O ganho esperado era de 3,91% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 0,32%, e de 2013, 3,46%. Os meses de março e abril de 2012 foram considerados atípicos, com problemas pontuais, e as soluções dependiam de terceiros, por isso o resultado do ano de 2012 ficou insatisfatório (VBR, 2013e).

No GRÁFICO 5, apresentam-se os resultados atingidos nos anos de 2012 e 2013, comparados com a base de 2011, no grupo de manutenção. O indicador é percentual de não TRS, e quanto maior ele for, maior o ganho real e melhor será a produtividade da linha de produção.

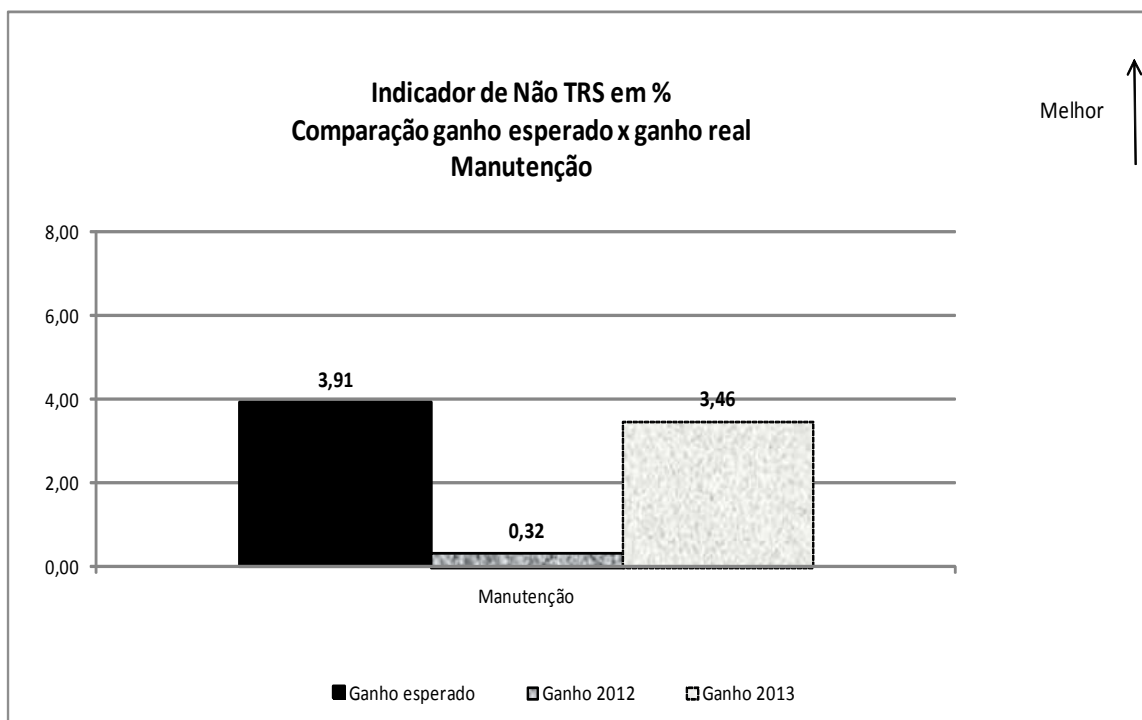


GRÁFICO 5 - Comparação entre ganho esperado e ganho real na manutenção  
Fonte: VBR, 2013e.

As principais ações tomadas para eliminar os desperdícios referentes ao grupo de manutenção foram: criação de uma tabela para controle da pressão bitola/parede das placas pneumáticas; alteração do comando do operador no transportador de cavacos, além do controle da limpeza do sistema; controle da temperatura do trocador de calor da unidade hidráulica; controle da pressão do compressor de ar; criação do *checklist* do plano de manutenção autônoma (pelo qual o operador passou a realizar os cuidados básicos da máquina), com controles diários e por turno de trabalho; e, por último, o treinamento dos operadores na conservação autônoma que representa a conservação do equipamento por parte dos operadores (VBR - Plano de manutenção autônoma, 2012).

A FIGURA 4 mostra o *checklist* do plano de manutenção autônoma por turno de trabalho.


VBR	CHECKLIST DO PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA - ROSQUEADEIRA MORI SEIKI CASING											
	Funções dos principais componentes	Descrição das atividades de Manutenção Autônoma	Nº Atividade	Frequência	Turno	Máquina: Mês: Ano:						
						1	2	3	4	5	6	7
	Rosqueadeiras: usinar roscas em conformidade principalmente com as normais API e TSLI dentro de tempos de ciclo padronizados.	Manter limpa a estrutura externa da máquina e periféricos (esteira, geladeira, etc.), com pano umedecido com desengraxante ou sabão. Não conviver com vazamentos, temperatura excessiva, ruídos anormais e alarmes.	1	Diário - turnos 2 e 3	T1							
					T2							
					T3							

FIGURA 4 - Plano de manutenção autônoma - Linha *Casing Premium*

Fonte: VBR, 2012g.

#### 4.4.3 GMCi de acerto de máquina

O GMCi de acerto de máquina foi criado com o objetivo de reduzir a variabilidade do tempo gasto com os acertos realizados na linha de produção. O acerto de máquina significa o ajuste dos parâmetros de produção quando há indícios de que a produção poderá gerar peças defeituosas. O acerto de máquina evita a geração de defeitos.

Inicialmente, elaborou-se uma matriz para identificar quais foram os principais produtos que geraram as maiores variabilidades de acerto de máquina. De acordo com a matriz de acerto, notou-se que o produto *Premium X1* (nome fictício) apresentava uma variabilidade muito grande em relações aos demais produtos, devido à maior complexidade de sua produção. Os desperdícios identificados, por meio do mapa de fluxo de valor, foram as paradas de produção excessivas por acerto de máquina e a alta variabilidade entre os tempos de acerto, com variação acima de 100% entre um acerto e outro (VBR, 2011c).

Conforme a classificação de Dennis (2008), os desperdícios identificados foram similares aos da manutenção, sendo classificados como: de espera, pois estavam relacionados ao trabalhador que também aguardava o conserto do equipamento, provocando um maior *lead time* para o cliente; e de defeitos, uma vez que o equipamento, por não ser confiável, produzia peças defeituosas.

O ganho esperado era de 2,0% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 2,14%, e de 2013, 1,66% (VBR, 2011a). O resultado insatisfatório de 2013 foi devido a um problema técnico muito específico, ocorrido no mês de abril de 2013.

No GRÁFICO 6, apresentam-se os resultados atingidos nos anos de 2012 e 2013, comparados com a base de 2011, no grupo de acerto de máquina. O indicador é percentual de não TRS e, quanto maior ele for, maior o ganho real e melhor será a produtividade da linha de produção.

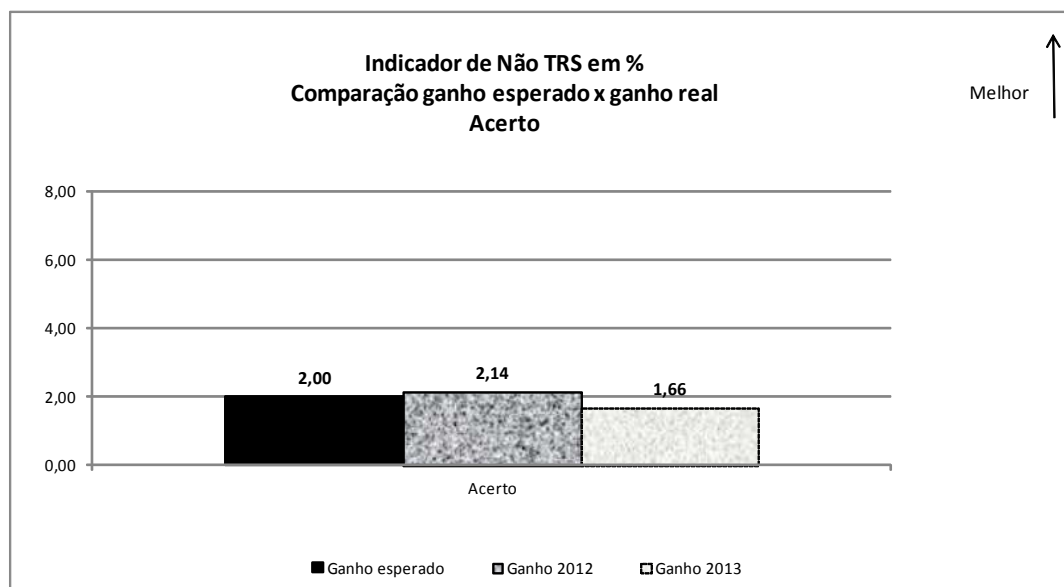


GRÁFICO 6 - Comparação entre ganho esperado e ganho real de acerto de máquina  
 Fonte: VBR, 2011a.

Duas ações principais foram tomadas para eliminar os desperdícios referentes ao grupo de acerto: a primeira foi a criação de um novo padrão operacional visual, com fotos e desenhos para facilitar o entendimento de todos. Nele, relacionam-se as atividades necessárias para se fazer o acerto de máquina. Esses padrões operacionais visuais foram criados com a presença dos operadores. Cada atividade tem o tempo necessário a ser gasto com cada tarefa. Dessa forma, o operador pode monitorar a atividade, verificando se está dentro ou fora do padrão de tempo preestabelecido (VBR, 2012d). A segunda ação foi o treinamento de todos os operadores no novo padrão operacional, quando também foram adicionadas algumas regras de segurança no caso de parada de produção. As regras criadas se referem à comunicação e à solicitação de autorização, como: nenhuma intervenção na linha pode ser realizada por decisão do interventor, controle de risco, sinalização, liberação da intervenção e liberação para operação. As ações implantadas promoveram a melhoria dos indicadores de *performance*.

#### 4.4.4 GMCi de troca de ferramenta

O GMCi de troca de ferramentas foi criado para reduzir as variabilidades dos tempos gastos com as trocas de ferramentas de usinagem. Essa troca significa a substituição de ferramentas quando se alteram a bitola e, ou, o tipo de rosca a ser produzido.

O GRÁFICO 7 mostra a dispersão dos tempos de troca de ferramentas na máquina 2, no período de janeiro a agosto de 2011. Notou-se que essa máquina da linha de produção *Casing Premium* tinha variações, entre uma troca e outra, de 1 a 18 minutos (VBR, 2011b).

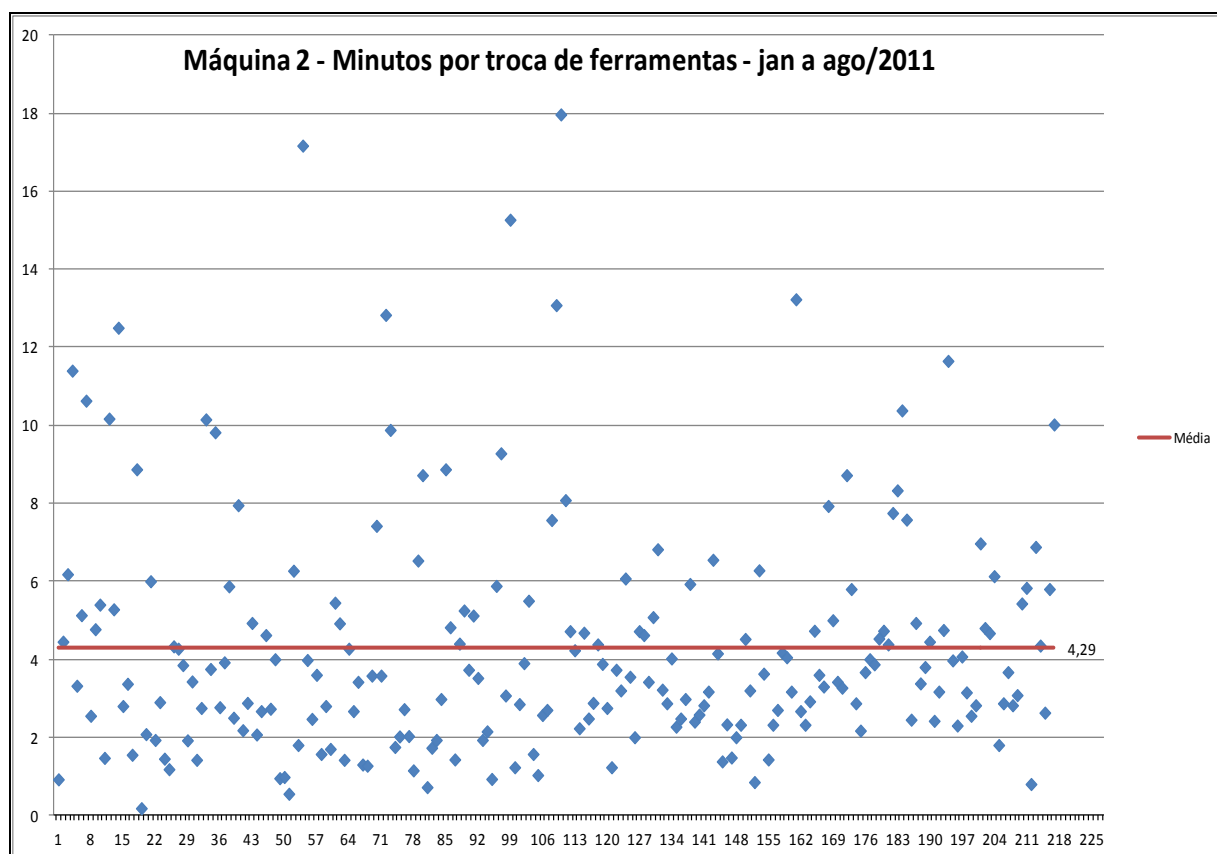


GRÁFICO 7 - Acompanhamento da dispersão dos tempos de troca em minutos - base: janeiro a agosto de 2011  
Fonte: VBR, 2011b.

O desperdício identificado, segundo a classificação de Dennis (2008), foi o de espera, pois a linha de produção parava por causa de períodos desnecessários e excessivos para a troca de ferramentas, provocando um maior *lead time* para os clientes.

O ganho esperado era de 2,0% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 1,8%, e de 2013, 2,53% (VBR, 2012h). No GRÁFICO 8, apresentam-se os resultados atingidos nos anos de 2012 e 2013, comparados com a base de 2011, no grupo de troca de ferramentas. O indicador é percentual de não TRS, e quanto maior ele for, maior o ganho real e melhor será a produtividade da linha de produção.

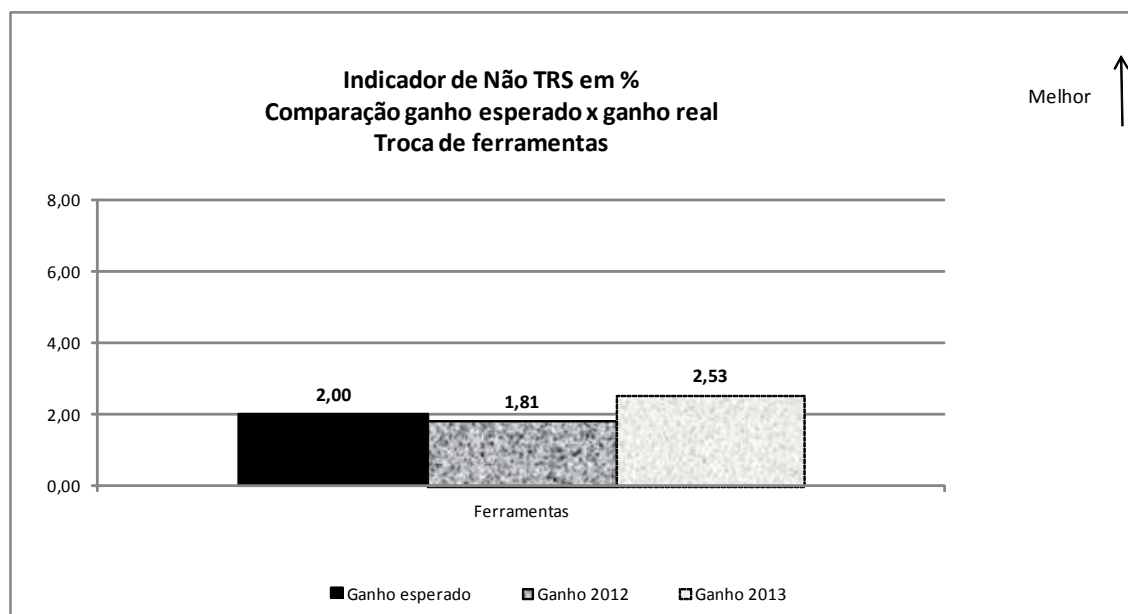


GRÁFICO 8 - Comparação entre ganho esperado e ganho real de troca de ferramentas  
Fonte: VBR, 2012h.

O GMCi trabalhou com a metodologia do SMED. Conforme Tubino (2009), a metodologia prevê quatro passos para a redução do tempo de troca: identificar e separar as atividades internas das atividades externas (internas são as atividades que necessitam da parada da máquina); converter as atividades internas em externas; simplificar e melhorar o *set-up*; por último, eliminar o *set-up*.

As principais ações tomadas para eliminar os desperdícios referentes a esse grupo foram: adaptação da base na máquina para estocagem das ferramentas; inspeção das portas em todas as manutenções preventivas; padronização do tamanho do gancho para execução da atividade de retirada da limalha; definição do método de retirada por material; elaboração do padrão visual de troca de ferramentas com tempo preestabelecido para cada atividade; e, por último, treinamento dos operadores responsáveis pela troca de ferramentas. O operador pode monitorar a atividade, verificando se está dentro ou fora do padrão de tempo estabelecido no padrão de trabalho (VBR, 2012i).

#### 4.4.5 GMCi da calibradora

O GMCi da calibradora foi criado com o objetivo de padronizar as atividades das máquinas. Na linha de produção, havia apenas uma máquina, o que causava perda por causa do giro dos produtos para executar as atividades nas duas



extremidades dos tubos. Com a aquisição de uma nova máquina, padronizaram-se as atividades da máquina, eliminando-se o tempo de espera para fazer o giro dos produtos (VBR, 2013a).

Conforme a classificação de Dennis (2008), os desperdícios identificados na linha de produção são classificados como: de espera, pois o trabalhador tinha de aguardar o giro dos produtos; e de defeitos, por meio da redução das variabilidades, pois o processo de calibragem fora dos padrões técnicos podia gerar produtos defeituosos.

O ganho esperado era de 2,49% de não TRS, e o resultado de 2012 foi 2,49%, e de 2013, 2,49%, pois o problema foi eliminado (VBR, 2013a). No GRÁFICO 9, apresentam-se os resultados atingidos nos anos de 2012 e 2013, comparados com a base de 2011, no grupo da calibradora. O indicador é percentual de não TRS, e quanto maior ele for, maior o ganho real e melhor será a produtividade da linha de produção.

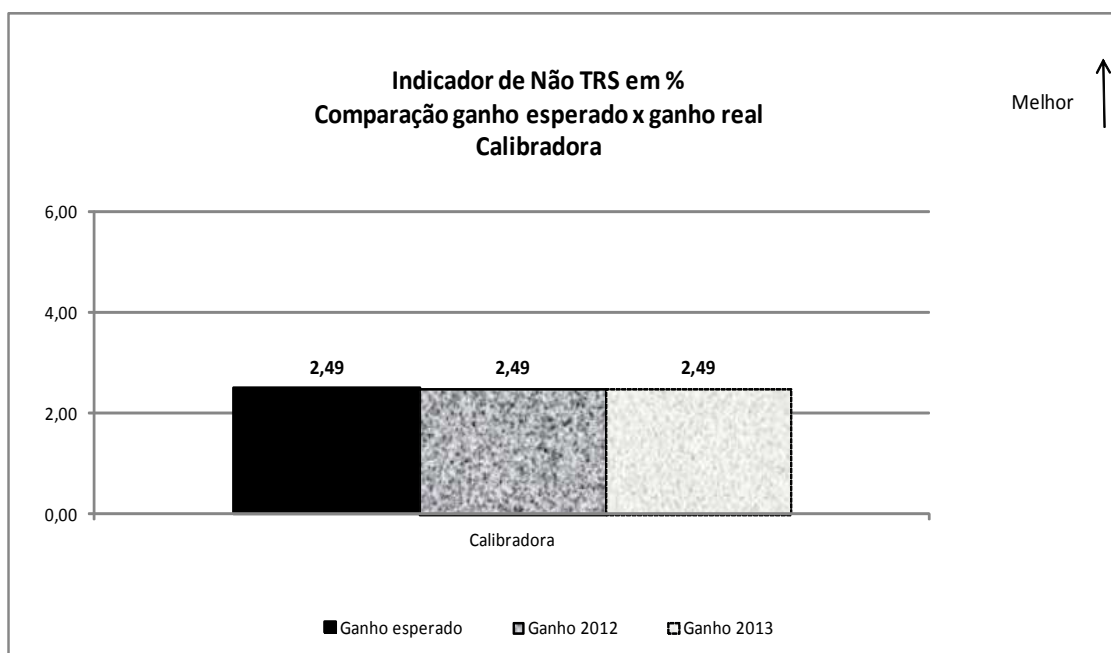


GRÁFICO 9 - Comparação entre ganho esperado e ganho real na calibradora  
 Fonte: VBR, 2013a.

As principais ações tomadas para eliminar os desperdícios que geravam uma perda de TRS na linha de produção foram: criação do padrão visual considerando as instruções iniciais para a calibragem dos produtos; verificação dos equipamentos de calibração; realização da medição de comprimento, de acordo com os dados técnicos; definição a respeito da inspeção visual; definição de detecção

dos defeitos internos; e treinamento dos operadores no padrão de trabalho (VBR, 2012e). A instalação da calibradora adicional eliminou o giro de produtos na linha de produção para a realização da calibragem nas duas extremidades. Os resultados obtidos com as ações implantadas foram muito significativos.

As principais dificuldades que os GMCis de manutenção, acerto de máquina, troca de ferramentas e calibradora enfrentaram foram: elaboração do padrão visual; e dependência da consultoria externa para direcionar os trabalhos. A equipe tinha receio de perder informações ao se transformar o padrão escrito em visual. Essas dificuldades foram esclarecidas e superadas por meio das reuniões diárias realizadas na sala de “guerra”.

No próximo item, serão abordados os três itens do sistema de gestão e a auditoria de padrão que, também, contribuíram na alavancagem dos resultados alcançados.

#### 4.4.6 GMC linha, comitê de gerenciamento e gestão visual

O diagnóstico do sistema de gestão tem dez categorias que são: comitês de gerenciamento, melhorias, padrões de trabalho, gestão visual, padrões de gerenciamento, qualidade, equipamentos, organização dos postos de trabalho, fluxos e cadeias de abastecimento, GMC linha. A equipe do Vulcano se concentrou em três itens: GMC linha; comitês de gerenciamento; e gestão visual para a implantação do STP na linha *Casing Premium* (VBR, 2011e). Além desses itens, a equipe trabalhou com a auditoria do padrão.

O item GMC linha foi classificado no nível dois porque os operadores e gestores já tinham uma experiência com os GMCs. O objetivo estabelecido foi atingir o nível três na categoria. Esse nível significa que os GMCs linha representam o dia a dia da área, com acompanhamento rotineiro dos indicadores, que são considerados uma ferramenta eficaz de reação na solução de problemas (VBR, 2012b).

A equipe do Vulcano criou dois grupos: um composto por supervisores, e o outro, por engenheiros. Cada grupo foi formado por representantes da manutenção, produção e qualidade. Além da formação dos grupos por níveis hierárquicos, a VBR criou a sala de engenheiros, colocando-os no mesmo ambiente de trabalho. Nessa sala, ficam os engenheiros de manutenção, produção e qualidade.

Os ganhos obtidos com o GMCs linha foram: o entendimento dos conceitos e ferramentas do STP; as permanentes discussões sobre os problemas da produção, tendo um tempo de resposta imediato; o monitoramento dos problemas com a utilização do filtro de padrão; e o método de solução de problemas com o objetivo de atingir a meta prevista.

O filtro de padrão é utilizado pelos grupos de engenheiros e supervisores. Diante de um problema, o GMC linha realiza quatro perguntas sobre a existência do padrão, a clareza do padrão, o respeito ao padrão e a cobertura do padrão no local do problema. Caso alguma resposta seja negativa, o problema poderá ser resolvido pelo padrão. Se o problema passar por todas as perguntas, o grupo coleta informações para padronizar a solução do problema (VBR, 2012b).

A VBR utiliza o DMAICS como método de solução de problemas. As letras significam “definir, medir, analisar, implementar, controlar e padronizar”. A metodologia DMAICS é similar ao PCDA descrito por Campos (1992).

Os papéis dos GMCs linha dos supervisores e dos engenheiros foram definidos da seguinte maneira: os supervisores seriam responsáveis pela solução de problemas relativos à área de produção, dentro da competência que lhes cabem, devendo obedecer ao padrão elaborado pelos operadores; os engenheiros seriam responsáveis pela solução de problemas mais complexos e ligados às demandas dos clientes.

Os GMCs linha trabalham com um quadro visual padronizado, no qual são registrados todos os problemas diários. Os grupos de supervisores e de engenheiros trabalham com esse quadro nos seus respectivos níveis hierárquicos. A diferença entre um e outro está na complexidade dos problemas. O GMC linha começa com as reuniões de troca de turno, nas quais os operadores abastecem as informações para serem trabalhadas pelos grupos de supervisores e engenheiros. Esse é o conceito da pirâmide invertida, citado por Liker e Meier (2007), evidenciando a participação dos operadores.

Os GMCs linha trouxeram um novo conceito de trabalho para a VBR, evidenciando o respeito ao padrão operacional. A equipe enfrentou algumas dificuldades, e adaptações foram necessárias no decorrer do projeto. As principais dificuldades enfrentadas foram: condução das reuniões diárias; levantamento e colocação dos problemas no quadro visual; definição dos integrantes do grupo de trabalho; e, por último, o tratamento dos problemas diários. Inicialmente, os

engenheiros e supervisores pertenciam ao mesmo grupo, mas foram separados porque os assuntos tratados ficaram distintos. Mesmo com o apoio da consultoria externa, alguns questionamentos foram solucionados no decorrer das discussões diárias, baseado no aprender fazendo.

A FIGURA 5 mostra as informações trabalhadas nos GMCs linha, contendo os problemas, a data, os responsáveis e o filtro de padrão para solução dos problemas.

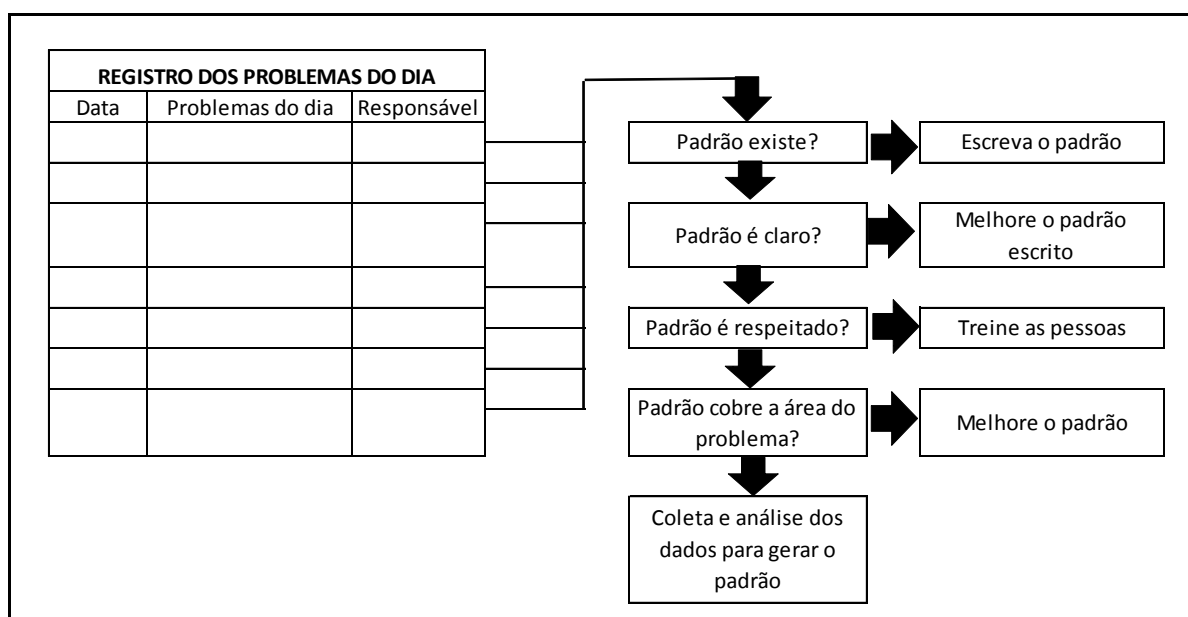


FIGURA 5 - Gestão visual do GMC linha  
Fonte: VBR, 2013b.

Os grupos trabalham com o acompanhamento diário de indicadores, por turno de trabalho, discutindo os problemas enfrentados pela produção. O quadro de acompanhamento visual facilita a atuação dos grupos, sendo fundamental a colocação dos problemas diários que são as matérias-primas para o grupo de supervisores e engenheiros.

Dessa forma, em todos os fechamentos de turnos de trabalho, o líder de setor ou o responsável relata, de maneira simples, os problemas da produção, utilizando um *post it*, colocando-o no campo problemas do dia. A partir daí, as atividades dos grupos de engenheiros e supervisores são iniciadas. A redução no tempo de resposta para a solução dos problemas foi percebida pelos membros dos grupos. Entretanto, a VBR não tem um indicador que mede essa redução.

Outra ação realizada pela equipe do Vulcano foi a criação de comitês de melhoria contínua. No diagnóstico de gestão, esse item foi classificado como nível dois, que significa a existência de um comitê de pilotagem para coordenação das atividades de melhoria. A equipe do Vulcano definiu um plano de ação para atingir o nível três, que significa um comitê eficaz por mais de um ano, em que os resultados das decisões poderiam ser percebidos facilmente.

O Projeto Vulcano tem três comitês: gerencial, superintendência e diretoria. O comitê gerencial se reúne semanalmente com a presença dos gerentes, engenheiros, supervisores e alguns operadores, quando se apresentam os resultados dos GMCis realizados. A reunião do comitê da superintendência é mensal, com a participação dos gerentes e engenheiros. O objetivo desse comitê é alinhar a atuação das gerências e dar direcionamento estratégico para a equipe do Vulcano. Por último, o comitê da diretoria tem reuniões bimestrais com a participação dos seus membros, do superintendente e dos gerentes das áreas. O objetivo é apresentar os resultados, os pontos fortes do projeto e os pontos de melhoria que requerem atuação por parte da empresa (VBR, 2011d).

A gestão visual foi classificada no diagnóstico de gestão como nível um, significando a existência de alguns exemplos para tornar as informações visuais e compreensíveis. A equipe do Vulcano definiu um plano de ação para atingir o nível dois, que significa a gestão dos grupos de forma visual.

Desse modo, a equipe do Vulcano definiu uma sala para realizar o acompanhamento do projeto, colocando, de forma visível, o plano de ação por semana, com prazos e responsáveis: o formulário A3 do Projeto Vulcano, os formulários A3 dos grupos realizados, os diagnósticos realizados, os acompanhamentos dos indicadores, as análises e as decisões tomadas, e o acompanhamento das auditorias de padrão.

A gestão visual do Projeto Vulcano foi uma das grandes mudanças implantadas pelo STP. A maioria das discussões ocorria na sala de “guerra”. Como as informações eram visuais, não era necessário o uso de computadores para fazer a gestão do plano de ação. Entretanto fazer uma gestão de forma visual foi uma barreira enfrentada inicialmente. Essa dificuldade foi vencida aos poucos, por meio dos comitês de gerenciamento e por meio dos resultados alcançados com a gestão visual.

Na FIGURA 6, apresenta-se o relatório A3 do Projeto Vulcano de acompanhamento, após a implantação das principais ações propostas.

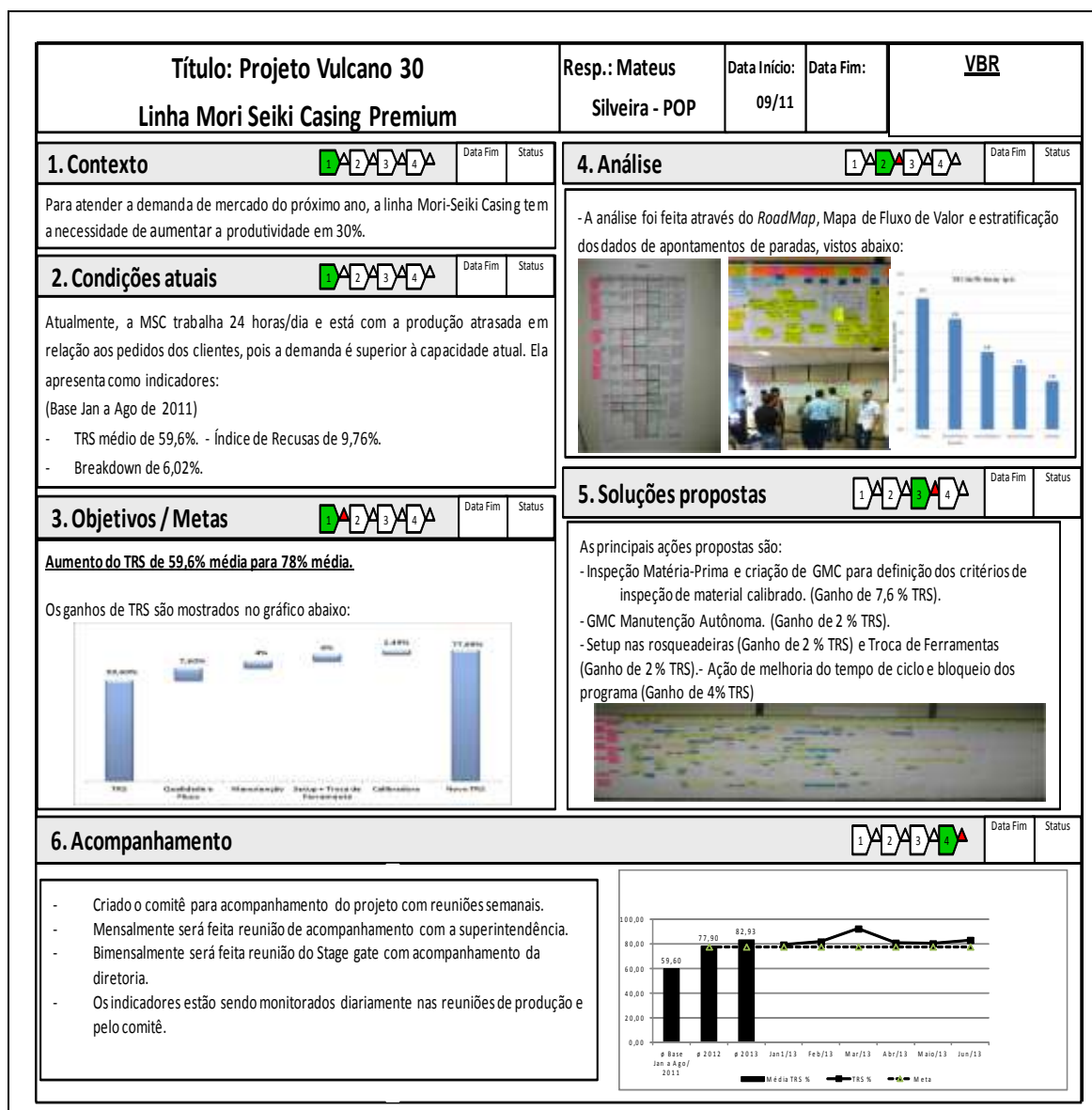


FIGURA 6 - Relatório A3 do Projeto Vulcano de acompanhamento  
Fonte: VBR, 2012b.

A equipe do Vulcano criou também a auditoria de padrão três por três. Por ela, o supervisor ou engenheiro, ou gerente visita os postos de trabalho durante três minutos, verificando: cumprimento do padrão; existência de atividades não padronizadas; e, por último, implantação das melhorias. As auditorias do padrão iniciam pelos gerentes, seguem pelos engenheiros e, finalmente, pelos supervisores (VBR, 2012c).

No próximo capítulo, apresentam-se as considerações finais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da produtividade e a redução dos custos de produção são metas desejadas pelas empresas. Produzir mais com menos recursos tem sido uma busca constante, devido, principalmente, à concorrência acirrada, que cria uma necessidade de modernização cada vez mais forte. Essa necessidade de mudança gera também uma necessidade de análise do fluxo de valor. Com ações simples, rápidas e eficazes em termos de resultados, o Sistema Toyota de Produção analisa o fluxo de valor, com o objetivo de eliminar os desperdícios no processo de produção.

O objetivo foi responder à questão geradora desta dissertação: quais são os resultados produzidos pela implantação do Sistema Toyota de Produção na VBR, na linha de rosqueamento de tubos, em Belo Horizonte-MG? Esse objetivo foi alcançado, porque foi demonstrado, pelos dados apresentados, que o indicador de produtividade da VBR aumentou de 59,6%, em 2011, para 77,9%, em 2012, alcançando 82,9%, em 2013, depois que o STP foi implantado. Com esse resultado, a VBR atendeu à demanda estabelecida pelo mercado sem investir em grandes equipamentos ou construir mais uma linha de produção. Esse resultado trouxe também outros ganhos, como: redução de custos com transporte, armazenamento de produtos, movimentos desnecessários, tempo de espera, defeitos, *lead times* e de processamento. Além da redução desses desperdícios, houve uma melhoria na qualidade dos produtos e na segurança dos funcionários.

Na proposta desta pesquisa, o objetivo geral era mostrar e analisar os resultados produzidos pela implantação do STP na linha de rosqueamento de tubos da VBR, descrevendo o processo de implantação, analisando os impactos gerados por meio dos indicadores de *performance* e identificando os aspectos mais recorrentes de desperdícios. Todos os objetivos da pesquisa foram alcançados, tanto o geral quanto os específicos.

Antes da implantação da metodologia do STP, a linha de produção tinha um indicador de produtividade (TRS) baixo e tinha como característica a produção empurrada, sem foco no cliente. Havia, por isso, um excesso de desperdícios na linha de rosqueamento de tubos, que pode ser detalhado nos seguintes aspectos:

1) superprodução: uma grande variabilidade no processo produtivo com produções antecipadas e atrasadas ao mesmo tempo, sem a preocupação com o nivelamento do volume e com grandes lotes de produção;

2) estoques: o excesso de produtos na linha de produção provocava uma alta taxa de capital imobilizado, produtos estocados e deslocamentos desnecessários dos operadores;

3) esperas: grande variabilidade no tempo de trocas de ferramentas e acertos de máquina;

4) transporte: excesso de transportes desnecessários por causa dos problemas com as matérias-primas ou por falta de espaço de estocagem, obrigando o deslocamento para outras áreas da VBR;

5) processamento: excesso de processamento por causa de defeitos provocados pelos processos produtivos;

6) defeitos: grande variabilidade dos processos produtivos e a falta de padrões visuais de trabalho;

7) movimentação: deslocamentos desnecessários por parte dos operadores, durante as atividades de acerto de máquina, troca de ferramentas e outras da manutenção.

Identificados os problemas por meio dos diagnósticos de produção e do sistema de gestão, foram tomadas ações para melhorar a *performance* da linha de produção. As principais ações implantadas no Projeto Vulcano que alavancaram os resultados da linha de produção, foram:

1) eliminação das variabilidades no processo produtivo no que tange às trocas de ferramentas, ao acerto de máquinas, à manutenção, à qualidade e à calibradora por meio da implantação dos conceitos do STP, com elaboração e respeito ao padrão de trabalho criado pelos operadores e com treinamentos dos envolvidos;

2) criação dos comitês, em especial, o gerencial com reuniões semanais, aumentando o comprometimento de todos os gestores com o Projeto Vulcano, incluindo os gerentes, engenheiros, supervisores e alguns operadores, sempre com o foco em atingir o objetivo estabelecido;



3) criação do GMCi, muito similar ao evento *kaizen*, que contribuiu na obtenção de ganhos na VBR em curto período, com ações simples, rápidas e eficazes. O GMCi proporcionou o envolvimento dos operadores na solução dos problemas, a elaboração dos padrões de trabalho e o treinamento de todos envolvidos na produção;

4) criação dos GMCs linha de engenheiros e de supervisores, que trabalham sobre os problemas diários da produção, sendo os “guardiões” dos padrões operacionais na linha de produção;

5) implantação da gestão visual para todos os grupos de trabalho, diagnósticos, padrões operacionais e reuniões do Projeto Vulcano, tornando mais visíveis os problemas, as ações, os acompanhamentos, os GMCis, o plano de ação e as informações necessárias para atingir o resultado esperado;

6) adoção das auditorias de padrão, para dar sustentabilidade ao projeto, pois o padrão garante a forma mais fácil, rápida e segura de executar uma tarefa.

O primeiro objetivo específico, que era descrever o processo de implantação do STP da VBR, foi alcançado. O processo de implantação iniciou-se em setembro de 2011 e continua até o momento. O STP é uma jornada, e a VBR tem obtido grandes resultados com essa implantação. A pesquisa mostrou os passos seguidos pelo Projeto Vulcano, bem como as principais etapas ao longo do período avaliado.

O segundo objetivo específico, ou seja, analisar, por meio do monitoramento de alguns indicadores, os impactos gerados na linha de produção após a implantação do STP, foi também alcançado. O resultado global evidenciou um aumento superior 30% da produção em relação à obtida no ano-base da pesquisa (2011), devido à melhoria na *performance* da linha de rosqueamento de tubos.

O terceiro objetivo específico, identificar os aspectos mais recorrentes de desperdícios na linha de rosqueamento, também foi atingido. Foram identificados muitos desperdícios e tomadas ações pertinentes para eliminá-los ou reduzi-los, mediante a criação de padrões de trabalho, o GMC linha e as auditorias de padrão para garantir seu cumprimento e, conseqüentemente, melhorar a *performance* da produção, no conjunto.

Conforme apresentado, a implantação de forma eficiente da filosofia do STP trouxe ganhos expressivos para a VBR em termos financeiros, na qualidade dos produtos, na organização das atividades, na segurança e nos *lead times* da produção. O STP promoveu a redução dos desperdícios, trazendo grandes resultados para a linha de rosqueamento de tubos.

A implantação desse sistema de gerenciamento tem como objetivo aumentar a competitividade da VBR diante das demais empresas fabricantes de tubos, uma vez que o mercado está cada vez mais competitivo. Além disso, o aumento da competitividade pode evitar o ingresso de novos concorrentes externos no mercado brasileiro.

A adoção do STP provocou a quebra de muitos paradigmas na VBR, tais como implantar um projeto em uma linha de produção que não poderia parar o seu funcionamento; dedicar cinco dias para fazer melhoria contínua; reduzir estoques para diminuir *lead times*; devolver matéria-prima para fornecedores internos; e, por fim, aplicar mais uma ferramenta corporativa.

O maior paradigma quebrado com a introdução do STP na linha de rosqueamento foi implantá-lo em uma linha de produção que trabalha 24 horas nos sete dias da semana. O trabalho foi executado sem nenhuma perda na produção, com ações de polivalência entre operadores, para não afetar a linha de produção, com planejamento antecipado, equipe multidisciplinar e organização das equipes de trabalho.

Outro paradigma quebrado foi a parada de cinco dias para fazer melhoria contínua de fase intensiva, os conhecidos GMCis na VBR. Anteriormente, trabalhava-se muito com grupos que se reuniam uma hora por semana. A partir do momento em que os empregados perceberam a força do GMCi na VBR na solução dos problemas, no senso de urgência e no comprometimento do grupo, essa nova modalidade de trabalho se tornou uma realidade nas atividades da área de produção.

O paradigma de reduzir o estoque em processo reduz *lead time* também foi quebrado. Pensava-se que, se havia grandes volumes de estoque, o atendimento aos clientes estava garantido. Entretanto, quanto mais produtos na linha de produção, mais demorado o tempo de processamento. Trabalhar com lotes menores foi uma novidade para a linha de produção, além de reduzir o manuseio de produtos e melhorar a segurança dos funcionários.

Devolver matéria-prima fora da especificação para o fornecedor interno foi outro grande paradigma quebrado. Um dos problemas de qualidade enfrentado pela linha de rosqueamento *Casing Premium* era receber matérias-primas com problemas. Isso causava muitas perdas com acerto de máquina na área, pois a linha tentava compensar, no programa da máquina, o ajuste no tubo. Com a implantação do Projeto Vulcano, uma das ações tomadas foi devolver os materiais que estavam fora das especificações estabelecidas. Essa ação trouxe dois benefícios: o primeiro foi a redução de recusas na linha de rosqueamento; e, o segundo, uma busca de melhoria no processo do fornecedor interno da VBR. A importância de não gerar, não receber e não transmitir problemas está mais clara para a VBR.

Por último, o paradigma da introdução de mais uma ferramenta corporativa. Esse paradigma também foi quebrado, porque os envolvidos perceberam que o STP não é uma ferramenta que se aplica, é um sistema de gerenciamento. A equipe não tinha tempo para fazer reuniões diárias para tratar e resolver os problemas de forma sustentável. No início, consideravam que o GMC linha ocuparia ainda mais a rotina, mas, posteriormente, perceberam que esse grupo facilitaria e padronizaria os trabalhos.

É importante saber que a implantação do STP se trata de uma jornada, iniciada com melhorias pontuais e continuada com a implantação dos comitês de acompanhamento. Dessa forma, é estabelecida uma nova forma de gerenciar a produção, sempre tendo como pilares os GMCis, os GMCs linha e a gestão visual.

A implantação do STP na VBR trouxe uma grande melhoria no processo produtivo. Entretanto muitas dificuldades foram enfrentadas pela equipe do Vulcano. Essas dificuldades foram superadas por meio de discussões que ocorriam, na maioria das vezes, na sala de “guerra”, onde estão dispostas as informações do projeto. Mesmo com as discussões, algumas soluções foram alcançadas no dia a dia da equipe, por meio do aprender fazendo.

A gestão visual facilitou o acesso à informação e a solução de problemas. Essa gestão foi também uma grande mudança provocada pelo sistema de gerenciamento, retirando as informações dos computadores e tornando-as mais visíveis por meio de painéis dispostos na sala de “guerra”.

Pode-se afirmar que, com a implantação do STP na VBR, foi possível aumentar a produção da linha, aproveitando melhor os recursos existentes. Conforme Dennis (2008), o STP permite produzir mais utilizando menos tempo,

estoques, recursos humanos, equipamentos e materiais e, principalmente, colocando o cliente como foco para estabelecer o ritmo da produção.

Esta dissertação contribui para a academia, para o ramo empresarial e para o autor. Para a academia, a dissertação apresenta o processo de implantação do STP no setor siderúrgico, analisando os resultados atingidos com a aplicação de diferentes conceitos. Ela apresenta também sua importância para o mestrado profissional, pois, por meio de sua aplicação, as organizações podem obter bons resultados e de forma imediata, sem necessidade de grandes investimentos.

Para o ramo empresarial, esta dissertação apresenta o aumento da produtividade da linha de produção por meio da implantação do STP, pela maior racionalização do processo produtivo e pela redução dos desperdícios. Os resultados são significativos em termos de produtividade, custos, qualidade e segurança, com a aplicação correta dos conceitos.

Para o autor, a dissertação proporcionou uma visão mais profunda sobre o STP, com a exploração dos conceitos, metodologias e ferramentas que podem trazer resultados imediatos e contribuir para a formação de um novo sistema de gerenciamento.

Este estudo ganha importância, por se tratar da aplicação do STP em uma grande empresa siderúrgica. Ele é muito difundido no setor automobilístico. Ultimamente tem despertado o interesse do setor siderúrgico por causa dos significantes resultados produtivos alcançados. Do ponto de vista intelectual, sua aplicação no setor foi outro aprendizado importante e revelador de sua aplicabilidade em outros ramos industriais.

O STP é uma jornada para a formação de um sistema de gerenciamento voltado à eliminação dos desperdícios, aumentando as atividades que agregam valor e, conseqüentemente, eliminando as atividades que não o agregam. Essa jornada pode ser dividida em três partes: a primeira consiste na utilização de ferramentas do STP; a segunda, na utilização de conceitos mais avançados; e a última, no estabelecimento de um sistema de gerenciamento voltado para a busca incessante da melhoria. O Projeto Vulcano está iniciando sua terceira fase, e realizar uma nova pesquisa para detectar novos avanços produtivos seria outra tarefa importante para a VBR e também em termos do avanço do conhecimento no uso deste sistema de gerenciamento.

Outro assunto passível de desenvolvimento seria a aplicação do STP nas atividades administrativas. Até o presente, o uso do STP está muito voltado às áreas de produção industrial, e poucos são os trabalhos voltados aos setores de suprimento, financeiro, de recursos humanos e contábil.

Outra possibilidade seria a aplicação do STP para outros setores produtivos, além da indústria: serviços, redes hospitalares e bancárias, entre outros. A referência do STP se limita muito ao setor automobilístico, quando sua aplicabilidade poderia ser generalizada para outras áreas.

Por fim, de posse dos resultados apresentados por esta dissertação, sugere-se que os conceitos do STP possam ser utilizados em outras organizações, desde que devidamente adaptados.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JUNIOR, José Antonio Valle. *Takt-time: conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção*. *Gestão & Produção*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 1-18, abr. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v8n1/v8n1a01.pdf>>. Acesso em: 1 set. 2013.
- ANDERE, Guilherme. *Implantação de técnicas de redução do tempo de setup e de sustentabilidade das melhorias obtidas: um estudo de aplicação*. 2012. 76 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-07012013-141337/?&lang=br>>. Acesso em: 22 set. 2012.
- BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. *Gestão de qualidade, produção e operações*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CAMPOS, Vicente Falconi. *TQC: controle da qualidade total (no estilo japonês)*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992.
- COLLIS, Jill; HUSSEY, Roger. *Pesquisa em Administração*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- CONTADOR, José Celso. *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa*. São Paulo: Blucher, 1998.
- DENNIS, Pascal. *Produção Lean simplificada*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. *Novo Aurélio Século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- FORNO, Ana Julia Dal; TUBINO, Dalvio Ferrari; VALLE, Anna Claudia Ribeiro do. Implementação de Kanban de fornecedor, transporte e produção: estudo de caso em empresa de cabines de máquinas agrícolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007, Foz do Iguaçu, 2007. *Anais...* Rio de Janeiro: Abepro, 2007. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007\\_TR570426\\_9676.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2007_TR570426_9676.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2013.
- GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projeto de pesquisa*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HANSEN, Robert C. *Eficiência global dos equipamentos: uma poderosa ferramenta de produção/manutenção para o aumento dos lucros*. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- HARRIS, Rick; ROTHER, Mike. *Criando fluxo contínuo: um guia de ação para gerentes, engenheiros e associados da produção*. 2. ed. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2008.

KAPFERER, Patricia; BRETON, Tristan Gaston. *Vallourec no centro da excelência: leader mundial*. Paris: K.GB&Co, 2009.

KUME, Hitoshi. *Métodos estatísticos para melhoria da qualidade*. São Paulo: Gente, 1993.

LIKER, Jeffrey K.; MEIER, David. *O modelo Toyota: manual de aplicação: um guia prático para a implementação dos 4 PS da Toyota*. Tradução de Lene Belon Ribeiro. Porto Alegre: Bookman, 2007.

MARINO, Cláudia; RIBEIRO, Renato C. *V&M do Brasil: livro dos 50 anos*. Belo Horizonte: Rona, 2002.

MARTINS, Petrônio Garcia. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOREIRA, Daniel Augusto. *Administração da produção e operações*. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

MORGAN, Gareth. *Imagens da organização*. Tradução de Cecília Whitaker Bergamini e Roberto Coda. São Paulo: Atlas, 1996.

OHNO, Taiichi. *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York: Productivity Press, 1988.

OLIVEIRA, Nicolas Hörlle de; NODARI, Christiane Tessele. *Metodologia do relatório A3 para solução de problemas*. Porto Alegre: Lume; UFRGS, 2010. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32228/000785557.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 22 set. 2013.

PAIVA, Ely Laureano; CARVALHO JUNIOR, José Márcio de; FENSTERSEIFER, Jaime Evaldo. *Estratégia de produção e de operações: conceitos, melhores práticas, visão de futuro*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PEREIRA, Carolina Braga; PALMIERE, Maria do Socorro Mol Pereira; SILVA, Washington Luís Vieira da; SANTOS, Zirlene Alves da Silva. Análise da aplicação do ciclo PDCA de melhoria no processo de produção do ferro gusa de uma usina siderúrgica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29, 2009, Salvador. *Anais...* Rio de Janeiro: Abepro, 2009. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009\\_TN\\_STO\\_092\\_626\\_13061.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_TN_STO_092_626_13061.pdf)>. Acesso em: 22 set. 2013.

ROTHER, Mike; SHOOK, John. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

SARAIVA, F. R. dos Santos. *Novíssimo dicionário latino-português*. 12. ed. Belo Horizonte: Garnier, 2006.

SHARMA, Anand; MOODY, Patrícia E. *A máquina perfeita: como vencer na nova economia produzindo com menos recursos*. Tradução de Maria Lucia F. Leite Rosa; revisão técnica Carlos Louzada. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2003.

SHINGO, Shigeo. *A study of the Toyota production system from an industrial engineering viewpoint*. New York: Productivity Press, 1989.

SHINGO, Shigeo. *Sistemas de produção com estoque zero: o Sistema Shingo para melhorias contínuas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, João Martins da. *O ambiente da qualidade na prática*: 5S. 3. ed. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da produção*. Tradução de Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, Ruy Victor Barbosa de. *Método para aplicação de técnicas de redução de tempos de setup como meio para aumento de produtividade em indústrias gráficas*. 2009. 86 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180830/tce-24062010-160639/?&lang=br>>. Acesso em: 22 set. 2013.

TAYLOR, Frederick Winslow. *Princípios de administração científica*. São Paulo: Atlas, 1990.

TUBINO, Dalvio Ferrari. *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VBR. *Apresentação Board Week 11*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012a. Disponível em: <\\SRVOFFICE\PG\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano\apresentações\Apresentacao\_Board\_Week\_11>. Acesso em: 5 set. 2013.

VBR. *Apresentação Board Week 24*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012b. Disponível em: <\\SRVOFFICE\PG\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano\apresentações\Apresentacao\_Board\_Week\_24>. Acesso em: 5 set. 2013.

VBR. *Auditoria de padrão*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012c. Disponível em: <\\SRVOFFICE\PG\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano\apresentações\Auditoria de padrão>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *BD\_Completo\_AL*. Belo Horizonte: Vallourec, 2013a. Disponível em: <\\srvoffice\PG\2-Projetos\5.1Projetos lean\3.PO\Vulcano\ banco de dados\BD\_Completo\_AL>. Acesso em: 3 set. 2013.

VBR. *Cálculo TRS: procedimento de processo - PP - SIG 92*. Belo Horizonte: Vallourec, 2007.



VBR. *Dados\_Setup\_acerto*. Belo Horizonte: Vallourec, 2011a. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMCacerto\Dados\_Setup\_acerto>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *Handbook*. Paris: Vallourec, 2013b. Disponível em: <http://collab.vallourec.net/CoP/VMSinProduction/Documents/VMS%20Handbook%20-%20version%200.1%20-%202013.08.02.pdf>. Acesso em: 10 set. 2013.

VBR. *Incidência de paradas MSC*: janeiro 2011. Belo Horizonte: Vallourec, 2011b. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMC\_Troca\_Ferramentas\Incidência de paradas MSC janeiro 2011>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *Matriz\_Setup*. Belo Horizonte: Vallourec, 2011c. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMCacerto\Matriz\_Setup>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *Padrão de acerto PIN/BOX*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012d. Disponível em: <\\SRVOFFICE\PG\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano\GMCs\GMC\_ACERTO\Padrão\_Acerto\_SLIJ\_PIN>. Acesso em: 4 set. 2013.

VBR. *Padrão calibradora*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012e. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMCCalibradora\Padrão Calibradora>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *Pendências\_CA\_MSC*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012f. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMC\_CA\Pendências\_CA\_MSC>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *Plano de ação Vulcano*. Belo Horizonte: Vallourec, 2011d. Disponível em: <\\SRVOFFICE\PG\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano\diagnóstico\Plano\_Ações\_Vulcano30>. Acesso em: 5 set. 2013.

VBR. *Plano de manutenção autônoma*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012g. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetoslean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMC\_CA\Plano de manutenção autônoma>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *Relatório mensal da Qualidade*. Belo Horizonte: Vallourec, 2013c. Disponível em: <\\srvoffice\po-produção\POQ\SERVIDORPOQ\roscas\estatística\RelatóriomensaldaQualidade2011>. Acesso em: 3 set. 2013.

VBR. *Road map*. Belo Horizonte: Vallourec, 2011e. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\3-Bibliotecatemática\VMS\2-Diagnóstico\Roadmap>. Acesso em: 4 set. 2013.

VBR. *Troca de ferramentas*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012h. Disponível em: <\\SRVOFFICE\PG\2-Projetos\5.1projetos\lean\3.PO\Vulcano\GMCs\GMC\_Troca\_Ferramentas\Análise\_Troca\_Ferramentas>. Acesso em: 4 set. 2013.

VBR. *Troca\_ferramentas\_padrão*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012i. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\2-Projetos\5.1Projetos lean\3.PO\Vulcano30\GMCS\GMC\_Troca\_Ferramentas\Troca\_Ferramentas\_Padrão>. Acesso em: 29 ago. 2013.

VBR. *TRS Global*. Belo Horizonte: Vallourec, 2013d. Disponível em: <\\srvoffice\po-produção\POP\TRS\TRS-2013\TRSGLOBAL>. Acesso em: 3 set. 2013.

VBR. *Tutorial de fase intensiva*. Belo Horizonte: Vallourec, 2012j. Disponível em: <\\srvoffice\PG\PGP\3-Bibliotecatemática\GMCI\GMCI Tutorial>. Acesso em: 4 set. 2013.

VBR. *2-breakdown*. Belo Horizonte: Vallourec, 2013e. Disponível em: <\\srvoffice\po-produção\POM\1-indicadores\_de \_performance\2-breakdown 2011>. Acesso em: 3 set. 2013.

VERGARA, Sylvia Constant. *Métodos de pesquisa em administração*. São Paulo: Atlas, 2005.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. *A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza*. 8. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.

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

## APÊNDICE 1

### VALLOUREC TUBOS DO BRASIL LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE *PERFORMANCE* DA LINHA ROSQUEAMENTO CASING PREMIUM

LINHA CASING PREMIUM - ROSQUEAMENTO DE TUBOS DA VBR											
Indicadores	Unid.	Ganho esperado %	Base/2011	Out/11	Nov/11	Dez/11	Média 2012	Jan/12 a dez/12	Média 2013	Jan/13 a jun/13	Ganho real %
Taxa de rendimento sintético - TRS - Produtividade VBR	%										
Segundo emprego	%										
Passando material rosqueado	%										
Índice de retrabalho de peças	%										
Índice de quebra de equipamento	%										
Índice de acerto de máquina	%										
Índice de troca de ferramentas	%										
Índice da calibradora	%										

Fonte: elaborado pelo autor da dissertação.

## APÊNDICE 2

### VALLOUREC TUBOS DO BRASIL LEVANTAMENTO DOS GRUPOS DE TRABALHO DA LINHA ROSQUEAMENTO *CASING PREMIUM*

<b>Categoria do diagnóstico</b>	<b>Grupos de melhoria contínua</b>	<b>Tipo de desperdício</b>	<b>Meta proposta</b>	<b>Indicador antes do <i>kaizen</i></b>	<b>Indicador depois do <i>kaizen</i></b>	<b>Principais ações implantadas</b>	<b>Ganho obtido</b>	<b>Identificação do padrão de trabalho</b>	<b>Outras ações estabelecidas no projeto</b>	<b>Fonte</b>
Qualidade e fluxo										
Manutenção										
Acerto										
Troca de ferramentas										
Calibradora										

Fonte: elaborado pelo autor da dissertação.