

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Erwin Giacomo Ragonesi

**A produção enxuta e a sua contribuição para melhora na
produtividade e qualidade no segmento de ferramentas rotativas
especiais.**

São Paulo

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Erwin Giacomo Ragonesi

A produção enxuta e a sua contribuição para melhora na produtividade e qualidade no segmento de ferramentas rotativas especiais.

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, para obtenção do título de Mestre em Processos industriais.

Área de concentração: Desenvolvimento e otimização de processos industriais

Orientador: Eduardo Luiz Machado

São Paulo

Julho / 2008

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica – DAIT
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT

R144p Ragonesi, Erwin Giacomo

A produção enxuta e a sua contribuição para melhoria na produtividade e qualidade no segmento de ferramentas rotativas especiais. / Erwin Giacomo Ragonesi. São Paulo, 2008.

181p.

Dissertação (Mestrado em Processos Industriais) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Desenvolvimento e Otimização de Processos Industriais.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Luiz Machado

1. Produção industrial 2. Ferramenta 3. Melhoria da qualidade 4. Produtividade
5. Tese I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
Coordenadoria de Ensino Tecnológico II. Título

08-236

CDU 658.5(043)

RESUMO

A produção industrial desde a sua concepção evoluiu gradativamente em todos os seus aspectos com a finalidade de melhorar produtos e serviços. Uma das evoluções mais recentes no sistema produtivo diz respeito à produção enxuta. A produção enxuta, além de combinar a vantagem da produção artesanal e de massa, evita o alto custo da primeira e a inflexibilidade da última.

Este estudo tem como objetivo relatar a produção enxuta dentro de uma empresa no segmento de ferramentas e de que forma ela auxiliou e/ou melhorou a qualidade e a produtividade da mesma dentro de seu segmento de atuação. Para se chegar ao objetivo proposto a metodologia utilizada é o estudo de caso e a revisão bibliográfica. O estudo nos revelou que a produção enxuta quando bem implantada e coordenada é capaz de minimizar os custos e otimizar a produção com agilidade e qualidade.

Palavras Chave: Produção enxuta; Ferramentas; Macho.

ABSTRACT

The Lean Manufacturing and its contribution towards the quality and productivity improvement in the segment of special rotating tools.

Industry production has evolved in all its aspects since it was created. It is aimed to make products and services better. One of its most recent evolution concerns lean manufacturing. The lean manufacturing has the advantage of hand-made and mass production as well as it avoids the high cost of hand-made production and the inflexibility of mass production.

This essay aims explain how the lean manufacturing in a tool company helped and/or improved its quality and its productivity. The methodology used is a case study e article revision.

The study revealed that when the lean manufacturing is well implemented and coordinated it is able to minimize the costs and quickly optimize the production with quality.

Keywords: lean manufacturing; tools; tap.

Lista de ilustrações

Figura 1 -	Mapa do caminho percorrido pela Zobor para a manufatura enxuta	20
Figura 2 -	Cronograma percorrido pela Zobor para a manufatura enxuta	21
Figura 3 -	Pilares de sustentação da produção enxuta	30
Figura 4 -	Etapas do mapeamento do fluxo de valor	31
Figura 5 -	Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor	32
Figura 6 -	Arranjo físico ou posicional	34
Figura 7 -	Arranjo físico ou funcional	35
Figura 8 -	Arranjo Físico Celular	36
Figura 9 -	Arranjo físico linear ou por produto	37
Figura 10 -	Organograma - Zobor	45
Figura 11 -	Fluxograma da Empresa Zobor	55
Figura 12 -	Matriz de versatilidade / habilidades	68
Figura 13 -	Gerenciamento para manter e melhorar resultados	71
Figura 14 -	Representação das etapas do mapeamento de fluxo de valor	91
Figura 15 -	Tipos de Macho de roscar (família)	93
Figura 16 -	Tecnologia de grupo – definição de famílias	94
Figura 17 -	Mapeamento fluxo de valor do estado antigo de produção para macho até diâmetro até 20 mm com comprimento total até 120 mm com furo de refrigeração.	99
Figura 18 -	Mapeamento de fluxo de valor atual de produção para macho até diâmetro até 20 mm com comprimento total até 120 mm com furo de refrigeração.	103
Figura 19 -	Layout atual	104
Figura 20 -	Pilares do TPM	105
Figura 21 -	Desenvolvimento de novos programas	129
Figura 22 -	Desenvolvimento de novos programas	130
Figura 23 -	Programação geral de machos	161

Figura 24 -	Cartão Kanban	162
Figura 25 -	Planilha semanal de macho	163
Figura 26 -	Kanban	164
Figura 27 -	Quadro Kanban	165
Figura 28 -	Desenho de terminologia Macho	180
Figura 29 -	Identificação da terminologia Macho 01-38	181
Fotografia 1 -	Foto ilustrativa estado anterior ao mapeamento	98
Fotografia 2 -	Conjunto ilustrativo do mapeamento fluxo de valor do estado atual –parte 1	101
Fotografia 3 -	Conjunto ilustrativo do mapeamento fluxo de valor do estado atual –parte 2	102
Gráfico 1 -	Faturamento Zobor	49
Gráfico 2 -	Produção anual de machos 2003-2007	50
Gráfico 3 -	Quantidade acumulativa de ordens de fabricação	51
Gráfico 4 -	Horas de treinamentos	66
Gráfico 5 -	Refugo – retrabalho e devolução 2005 a 2007	79
Gráfico 6 -	Média custos totais 2005-2007	80
Gráfico 7 -	Testes realizados em 2006	82
Gráfico 8 -	Testes realizados em 2007	83
Gráfico 9 -	Pesquisa satisfação cliente	84
Gráfico 10 -	Investimentos realizados	88
Gráfico 11 -	Treinamento de TPM (horas)	107
Gráfico 12-	Distribuição MTBF	108
Gráfico 13 -	Distribuição MTTR	109
Gráfico 14 -	Distribuição do Budget de manutenção (%)	110
Gráfico 15 -	Gastos com manutenção: comparativo 2005-2007	113
Gráfico 16 -	Retífica Anca – etapas de set up antes da melhoria	119
Gráfico 17 -	Retífica Anca – etapas de set up após melhorias	120

Gráfico 18 -	Retífica Reishauer – etapas de set up antes de melhorias	121
Gráfico 19 -	Retífica Reishauer – etapas de set up após de melhorias	122
Gráfico 20 -	Retífica MX – etapas de set up antes de melhorias	123
Gráfico 21 -	Retífica MX – etapas de set up após de melhorias	124
Gráfico 22 -	Retífica GT – etapas de set up antes de melhorias	125
Gráfico 23 -	Retífica GT – etapas de set up após de melhorias	126
Gráfico 24 -	Produção acumulativa de machos (ano base 2006)	133
Gráfico 25 -	Produção acumulativa de machos (ano base 2007)	133
Gráfico 26 -	Produção acumulativa de machos por diâmetro (ano base 2006)	134
Gráfico 27 -	Produção acumulativa de machos por diâmetro (2007)	134
Gráfico 28 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro \leq 10 mm ano base 2006	139
Gráfico 29 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro \leq 10 mm ano base 2007	140
Gráfico 30 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 11 a 20 mm ano base 2006	141
Gráfico 31 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 11 a 20 mm ano base 2007	142
Gráfico 32 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 21 a 30 mm ano base 2006	143
Gráfico 33 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 21 a 30 mm ano base 2007	144
Gráfico 34 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 31 a 40 mm ano base 2006	145
Gráfico 35 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 31 a 40 mm ano base 2007	146
Gráfico 36 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro \geq 41 mm ano base 2006	147
Gráfico 37 -	Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro \geq 41 mm ano base 2007	148
Gráfico 38 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro \leq 10mm ano base 2006	149

Gráfico 39 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro ≤ 10 mm ano base 2007	150
Gráfico 40 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 11 a 20 mm ano base 2006	151
Gráfico 41 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 11 a 20 mm ano base 2007	152
Gráfico 42 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 21 a 30 mm ano base 2006	153
Gráfico 43 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 21 a 30 mm ano base 2007	154
Gráfico 44 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 31 a 40 mm ano base 2006	155
Gráfico 45 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 31 a 40 mm ano base 2007	156
Gráfico 46 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro ≥ 41 mm ano base 2006	157
Gráfico 47 -	Gráfico de eficiência de produção para diâmetro ≥ 41 mm ano base 2007	158
Quadro 1 -	Ferramentas da Produção Enxuta	33
Quadro 2 -	Os principais indicadores utilizado pela Zobor	47
Quadro 3 -	Produtos fabricados pela Zobor.	48
Quadro 4 -	Quantidade mínima (peças) produzidas pela Zobor	51
Quadro 5 -	Sistema de pontuação de fornecedores	59
Quadro 6 -	Semana <i>Kaizen</i>	74
Quadro 7 -	Dados para implantação <i>Kaizen</i>	75
Quadro 8 -	Responsabilidades e características da gerência	86
Quadro 9 -	Grupos de células	96
Quadro 10 -	Tempo de ciclo cada maquina de rosca	135
Quadro 11 -	Takt time = fluxo continuo (sincronizado)	136

Lista de tabelas

Tabela 1 -	Comparativo produção em massa e produção enxuta	26
Tabela 2 -	Resultados da expectativa da implantação <i>Kaizen</i>	76
Tabela 3 -	Resultados do <i>Kaizen</i> 2005-2007	77
Tabela 4 -	Demonstração da variabilidade por diâmetro e a instabilidade de quantidade de peças para 2006 e 2007	132

Lista de abreviaturas e siglas

AN	Retifica Anca
ARNC	Atendimento de Relatório de Não Conformidade
CCQ	Circulo de Controle de Qualidade
CERT	Certificado
CF	canal fresado
CH	Canal Helicoidal
CL	retifica cilíndrica
CN	retifica de canal
CNC	Controle Numérico Computadorizado
CR	Canal Reto
FIFO	<i>first in first out</i>
IQ	Índice de Qualificação
JIT	<i>Just-in-time</i>
MP	matéria prima
MRP	<i>Material Requirements Planning</i>
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
MTO	<i>make to order</i>
MTS	<i>make to stock</i>
MTTR	<i>Mean Time to Repair</i>
NQF	Nível da Qualidade do Fornecedor
OF	Ordens de Fabricação
PAT	Plano Anual de Treinamento
PCP	Planejamento e Controle de Produção
PDCA	<i>Plan; Do; Check; Act</i>

PH	Ponta Helicoidal
PPE	Pontualidade no prazo de entrega
PQF	Programa da Qualidade de Fornecedores
QU	fresar quadrado
RNC	Relatório de não conformidade
RO	Retifica de rosca
SDCA	Standard; Do; Check; Act
SGQ	Sistema de Garantia de Qualidade
STP	Sistema Toyota de Produção
TO	torno
TPM	<i>total productive maintenance</i>
TT	tratamento térmico

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO GERAL	18
3 JUSTIFICATIVA	19
4 METODOLOGIA	23
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
5.1 Da produção em massa a produção enxuta	24
5.2 Ferramentas da produção enxuta	28
5.2.1 <i>Just-in-time</i>	29
5.2.2 <i>Value stream mapping</i> - o mapa do fluxo de valor	30
5.2.3 Mapeamento das atividades do processo e matriz de resposta da cadeia de suprimentos	32
5.2.4 <i>Layout</i> na manufatura enxuta	33
5.2.5 Sistema <i>kanban</i> de controle da produção	37
5.2.5.1 Conceitos envolvidos na implantação do sistema <i>kanban</i>	39
5.2.6 Cinco elementos da manufatura enxuta	41
6 ESTUDO DE CASO ZOBOR	43
6.1 Apresentação da empresa	43
6.2 Planejamento e Controle de Produção (PCP)	50
6.3 Relacionamento da empresa com seus fornecedores	56
6.4 Implementação do <i>lean manufacturing</i>	60
6.5 Treinamento para a polivalência	64
6.6 Melhoria contínua	69
6.7 Satisfação de clientes	78
6.8 Mapeamento do fluxo de valor da Empresa Zobor	85

6.9 Implantação da manutenção produtiva total	105
6.10 <i>Kanban</i> atual da Empresa Zobor	114
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	166
8 Referências	174
8.1 Referências consultadas	177
Anexo A – Terminologia do macho	179

1 INTRODUÇÃO

Na era da produção em massa o gerenciamento das empresas ocorria segundo os padrões e práticas tradicionais de administração. Nesta época a produção de bens era realizada sem qualquer preocupação com o cliente; a empresa determinava a especificação do produto visando assegurar a padronização do processo na linha de montagem. Assim, procurava-se atingir grandes volumes de produção para baixar o custo. Entretanto, o cenário produtivo e o consumidor mudaram nas últimas décadas, alterando-se a filosofia produtiva em escala mundial.

Neste ambiente de mutação, quase a totalidade dos segmentos da economia foram afetados, as organizações buscaram gerar e consolidar vantagens competitivas e o meio de produção apresenta-se com um papel estratégico de suma importância. O aumento da competitividade ganhou destaque no cenário nacional após o início da abertura econômica na década de 90, no qual houve uma corrida por parte das empresas nacionais de melhorar a qualidade na produção, minimizar os custos e otimizar de resultados. Desde então, a meta das empresas diante de um mercado nacional cada vez mais aberto e globalizado é a busca incessante de fatores que as permitam continuar a ser competitivas.

No âmbito empresarial, para Porter (1990, p.66), organizações internacionalmente competitivas são aquelas que têm capacidade e vontade de melhorar e inovar para manter uma vantagem competitiva. Porter (1986, p.22) destaca que para uma empresa obtenha e mantenha essas vantagens, ela deve ficar atenta ao seu ambiente de atuação. A vantagem constitui-se na busca de uma posição competitiva favorável em uma indústria, à arena fundamental onde ocorre a concorrência. A estratégia competitiva visa estabelecer uma posição lucrativa e sustentável contra as forças que determinam a concorrência na indústria.

Já para Coutinho e Ferraz (1995) o sucesso competitivo depende da criação e da renovação das vantagens competitivas por parte das empresas, em um processo em que cada produtor se esforça por obter diferenças que distingam positivamente dos demais (custo e/ou preço mais baixos, melhor qualidade, serviços à clientela). Dentre vários aspectos, destaca-se que para a empresa obter o sucesso competitivo também é necessário ser capaz tecnologicamente e gerencialmente de traçar,

executar e rever estratégias de produtos, de trabalhar as relações com clientes e fornecedores de modo a diferenciar seus produtos.

As pressões competitivas decorrentes de transformações tecnológicas e produtivas requerem que as empresas obtenham um sistema produtivo mais dinâmico, enxuto. Essa perspectiva gera a necessidade de uma mudança radical na estruturação da produção, na avaliação da importância das relações entre os elementos da cadeia produtiva.

Segundo Camana (2001, p.12) o ambiente competitivo em que as empresas se encontram em constante evolução tecnológica dos processos de produção, leva as organizações a procurarem informações mais precisas para dar suporte às decisões referentes a investimentos, linhas de produtos, processo de produção e alocação dos custos. Neste contexto, não são admitidos processos ineficientes, que gerem custos desnecessários e desperdícios. Reduzir as não conformidades e os custos diante dessa situação é vital para a sobrevivência das empresas.

Molina (1995) destaca que em uma sociedade onde os consumidores estão cada vez mais exigindo qualidade nos produtos e nos serviços, adequando-os às suas necessidades e desejos, há uma crescente preocupação nas empresas não só em manter, mas em incrementar seu desempenho no que diz respeito a qualidade e produtividade. Isto faz com que haja uma preocupação com maior intensidade no modo de atendimento a essas exigências que emanam dos clientes, para flexibilizar sua oferta e procurar eliminar atividades que não agregam valor aos produtos e serviços que prestam à sociedade.

Almeida Júnior (2001) entende competitividade como a exigência feita pelo mercado consumidor por diversidade de produtos e velocidade de atendimento de pedidos de fabricação, que leva as empresas a serem flexíveis em seu sistema produtivo. Surge então, a necessidade de mudança, na busca de encontrar métodos, técnicas, sistemas e filosofias de manufatura e gerenciamento empresarial que permitam as organizações alcançarem melhores níveis de desempenho global, especialmente tratando-se de variáveis como qualidade, custo e flexibilidade.

O mundo empresarial, ao defrontar-se com elevados preços dos materiais, percebeu haver necessidade de modificar a sua visão empreendedora. Começou-se a revisar os métodos de administração dos materiais, suas instalações e

equipamentos, como também os métodos que eram aplicados ao projeto dos produtos, ao controle de produção e a gestão de recursos humanos, onde todos afetariam a quantidade dos materiais comprados, consumidos, armazenados e vendidos.

Destaca-se que no ocidente as indústrias despendiam de grande esforço para reduzir seus custos de produção com base na produção em grande escala. Já, a indústria japonesa atuava sobre três pilares: redução de custos, redução de material e redução de mão-de-obra necessária.

O sistema de produção da Toyota tinha como propósito a fabricação de produtos com a completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o propósito de reduzir custos. Para o alcance destas metas, a organização procurou aperfeiçoar seus sistemas de manufatura pela incorporação de tecnologias avançadas de produção e a reconfiguração de seus sistemas de administração e controle de operações.

E, assim, a *Lean production* ou produção enxuta é dada como originária de empresas japonesas que desde a década de 70, em razão da crise do petróleo, vêm-se aprimorando em termos de qualidade, produtividade e economia. A necessidade da indústria automobilística japonesa em produzir diferentes modelos de veículos, a um baixo custo e baixo volume levou a Toyota a desenvolver o sistema enxuto de produção.

Este sistema produtivo destacou-se diante do processo utilizado nos demais países. Enfatiza-se que a eficiência do modelo taylorista-fordista deu lugar à produção enxuta. Para Black (1998) o modelo de produção enxuta é uma extensão do sistema fordista, mas concebido para trabalhar com grandes ou baixos volumes de produtos, onde a produção seria puxada a partir da demanda.

A produção enxuta contribuiu para que a indústria automobilística transferisse parte da produção de peças e conjuntos para empresas externas, fazendo com que essas empresas fornecedoras também buscassem aprimoramento técnico e produtivo a fim de competir com qualidade e melhor preço. A dinâmica do ambiente empresarial com suas múltiplas facetas torna necessário um permanente esforço de evolução, por parte das empresas.

A produção enxuta é um sistema de manufatura que surgiu com objetivo de otimizar os processos e procedimentos por meio da redução contínua de desperdícios, como, por exemplo, excesso de inventário entre as estações de trabalho, bem como tempos de espera elevados.

Pode-se ainda que os conceitos da produção enxuta que foram desenvolvidos na Toyota podem ser utilizados nos mais diversos tipos de indústrias. Seus objetivos fundamentais são a qualidade e a flexibilidade do processo, ampliando sua capacidade de produzir e competir neste cenário globalizado.

Para Tagliari (2002, p. 57) a produção enxuta além de combinar a vantagem da artesanal e de massa, evita o alto custo da produção artesanal e a inflexibilidade da produção de massa. Para alcançar esses objetivos de produção, a gerência reúne equipes de trabalhadores polivalentes, em cada nível da organização, para trabalharem ao lado de máquinas automatizadas, produzindo grandes quantidades de bens com variedades de escolha.

A aplicação dos conceitos, técnicas e ferramentas da produção enxuta pode se estender além dos limites das linhas de montagem automobilísticas, pois os novos métodos de produção permitem grande flexibilidade da linha de montagem com reduzidos tempos de ajuste de máquinas e trocas de ferramentas. Deste modo, para Xavier e Sarmiento (2003, p.1) a linha de produção passa a funcionar em função da demanda real do mercado e não mais em função de previsões. Os estoques utilizados são reduzidos e as empresas produzem e entregam pequenos lotes em sua linha de montagem. Os funcionários são conscientizados através de programas de treinamento que visam melhorar a qualidade, o que permite a diminuição do número de trabalhadores indiretos e eleva o nível da qualidade dos produtos.

Dentro deste contexto, a administração da Empresa Zobor buscou introduzir novas metodologias capazes de maximizar sua produção. Possibilitando a utilização dos conceitos para dar forma à produção enxuta

Partindo deste ponto, indaga-se de que forma a produção enxuta ajuda em termos de ganho de competitividade e qualidade dentro de uma indústria no segmento de aços e ferramentas? Pensando dessa maneira é que dirigentes da Empresa Zobor, passaram a indagar sobre mudanças no sistema produtivo de sua

empresa. Uma vez que envolveria novos conhecimentos técnicos, mudanças comportamentais, culturais e organizacionais.

2 OBJETIVO GERAL

O estudo tem como objetivo relatar a introdução do sistema de produção enxuta na Empresa Zobor, uma empresa no segmento de ferramentas rotativas especiais com foco em macho de rosquear, e de que modo ela auxiliou e/ou melhorou a qualidade e a produtividade da mesma dentro de seu segmento de atuação. De que maneira a implantação do conceito Lean abrangeu todas as suas atividades operacionais pressupondo pré-requisitos de liderança demandando mudanças culturais profundas e abrangentes bem como ferramentas eficazes de controle de processo produtivo como um todo , e políticas comerciais e de relacionamento com os clientes muito amadurecidas. Este trabalho tem também como intuito informar como a falta ou insuficiência desses pré-requisitos leva a uma implantação parcial dos conceitos , com quebras na cadeia , reduzindo substancialmente , ou mesmo eliminando ,os benefícios esperados .

3 JUSTIFICATIVA

Independentemente do setor produtivo considerado no trabalho, a implantação da produção enxuta e o aprimoramento técnico e gerencial constituem itens indispensáveis para assegurar condições mínimas de competências da empresa em concorrer no mercado.

Segundo Camana (2001, p.13) a gestão que é baseada na qualidade, nas estratégias produtivas bem como em ações de prevenção e na melhoria contínua, podem auxiliar a empresa a garantir a competitividade desejada. A autora destaca ainda que os desperdícios geralmente estão presentes nos processos produtivos e resultam na perda da oportunidade de redução dos custos para as organizações, portanto, torna-se essencial adotar uma gestão empresarial voltada para uma produção de qualidade e com boa produtividade como garantia de redução dos custos. E, assim a produção enxuta surgiu como um sistema de manufatura cujo objetivo é aperfeiçoar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios.

A partir da base de sustentação da produção enxuta, existem diversas técnicas, ferramentas e conceitos, que podem ser implantados nas empresas, para que elas consigam eliminar os desperdícios encontrados no seu ambiente produtivo. Muitas dessas técnicas, ferramentas e conceitos, são implantados e ou interpretadas de forma errada. Dentro do pensamento enxuto é importante lembrar que para o perfeito funcionamento desse sistema as organizações devem esforçar-se ao máximo para implantar de forma correta e ao tempo certo cada uma das técnicas para que haja uma completa interação entre eles e desta forma permitir a obtenção de uma maior lucratividade para a empresa.

As organizações são pressionadas a adequar-se à realidade da competitividade, procurando reduzir os custos de produção e eliminando os processos e atividades que geram desperdícios. Considerando a qualidade e a produtividade como fatores decisivos para a competitividade, as organizações devem estar empenhadas em determinar métodos produtivos mais eficientes. O nível da qualidade dos produtos e dos processos está ligado diretamente às estratégias de produção. (CAMANA, 2001, p.14).

Para Braga (2001, p.16) a intensa evolução de processos flexíveis de produção, a implantação de sistemas de automação totalmente integrados por computadores e o uso de inteligência artificial, modificaram o processo de produção e a produtividade do trabalho nas empresas. Os ganhos das empresas são provenientes do atendimento de necessidades específicas de seus clientes, e não da alta escala de produção de produtos padronizados.

A metodologia empregada da produção enxuta promove muito mais do que ganhos de produtividade, reflete sobre a competitividade e influenciando a estratégia empresarial das empresas que passaram a adotá-lo, principalmente porque estas conseguiram integrar de forma mais adequada à fabricação como parte da estratégia de negócios, e começaram a desfrutar dos resultados de relacionar o potencial e os recursos da empresa às oportunidades do mercado.

Diante desses aspectos justifica-se a elaboração da presente pesquisa, uma vez que a produção enxuta é capaz de minimizar os custos, reduzir as perdas e desperdícios inerentes à produção, bem como melhorar a qualidade e a produtividade empresarial. A elaboração do trabalho poderá trazer conhecimentos mais detalhados sobre a metodologia aplicada dentro de um segmento específico como é o caso de aços e ferramentas.

A pesquisa servirá para mostrar quais os caminhos adotados pela Zobor, após a sua auto-avaliação e a constatação da necessidade de mudanças no seu sistema produtivo. A empresa para chegar a produção enxuta traçou um caminho de planejamento e mudanças conforme descrito na Figuras 1 e também pode ser visualizado no cronograma da Figura 2.



Figura 1 - Mapa do caminho percorrido pela Zobor para a manufatura enxuta
 Fonte: Adaptado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

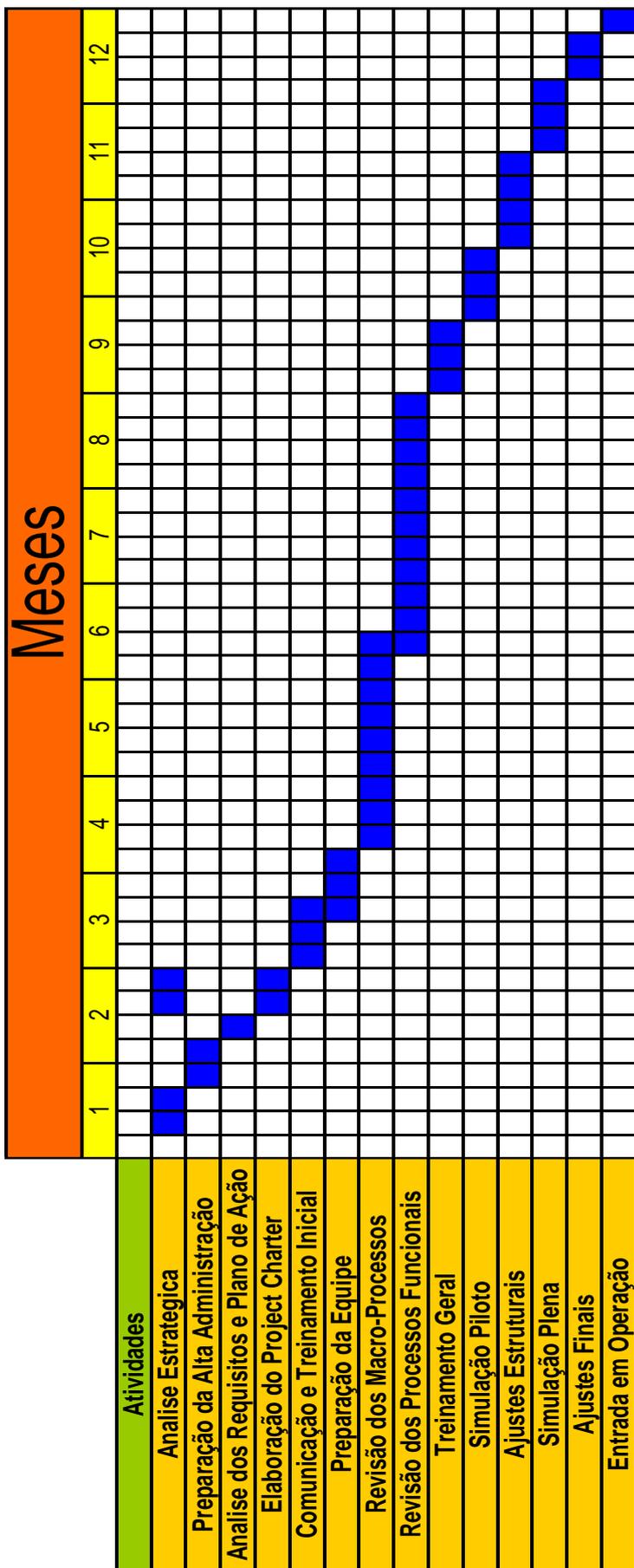


Figura 2 – Cronograma percorrido pela Zobor para a manufatura enxuta
 Fonte: Adaptado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Por meio da pesquisa será possível de forma efetiva demonstrar o cenário produtivo (por meio de dados quantitativos) antes e depois da implantação da produção enxuta. Destacando os números de funcionários, quantidade produzida, bem como os fatores positivos e negativos da mudança ocorrida dentro da empresa.

4 METODOLOGIA

Vários autores ressaltam que a metodologia de uma pesquisa é, sem dúvida, fator de grande importância para a orientação da investigação do problema e a localização de hipóteses e teoria. Pois, permite saber a extensão do terreno a percorrer e os limites e formas com as quais se pode percorrê-lo.

A pesquisa propõe-se a estudar o método produtivo de uma empresa do segmento de aços ferramentas e a melhoria na qualidade e na produtividade com adoção da produção enxuta. Inicialmente será realizada a revisão bibliográfica, buscando um levantamento dos conceitos de produção enxuta, suas ferramentas e técnicas, envolvendo a leitura de livros, dissertações e artigos de revistas especializadas e científicas. Posteriormente, será realizado estudo de caso sobre a empresa em questão, sendo levantados documentos e dados quantitativos e históricos que possam ajudar no desenvolvimento do trabalho.

O estudo de caso segundo Yin (2001, p.19) é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto real, no qual as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas, devendo ser usadas várias fontes de evidência. Justifica-se a utilização do estudo de caso quando as questões propostas são do tipo “como” e “porque” (questões explicativas). Para Yin (2001, p. 33) o estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende um método que abrange tudo – com a lógica de planejamento incorporando abordagens específicas à coleta de dados e à análise de dados.

O estudo de caso pode ser diferenciado em três etapas que podem sobrepor-se em diversos momentos da pesquisa, que são: 1) a fase exploratória, 2) a coleta de dados e 3) análise, interpretação. Para Barros (2003, p.74) “[...] as três etapas mencionadas não possuem uma demarcação cronológica e podem ser desenvolvidas conjuntamente à medida que o estudo avança” e se observa a necessidade da coleta de novos dados, a elaboração de novas entrevistas ou a procura de novas abordagens na bibliografia existente.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção pretende-se realizar uma revisão bibliográfica e histórica sobre a evolução e a aplicabilidade da produção enxuta bem como de suas ferramentas.

5.1 Da produção em massa a produção enxuta

A transformação histórica da produção artesanal para a produção em massa não aconteceu de maneira rápida e os conceitos de produção em massa mantiveram-se absolutos por um longo período. O sistema artesanal de organização da manufatura podia ainda ser caracterizado através de seu baixo grau de padronização de tarefa, grandes estoques, áreas de reparo ou retrabalho integradas e trabalho de equipe moderado.

O modelo desenvolvido por Henry Ford, nos Estados Unidos, possibilitou a produção em massa. A produção em massa tinha como base a fabricação em grande escala de bens padronizados. Este sistema de produção perdurou até que uma nova filosofia de produção promovesse uma segunda grande transformação acerca de como produzir bens.

O Fordismo caracterizou-se pelo grande volume de unidades produzidas, utilização de mão-de-obra pouco qualificada e, no âmbito organizacional, a empresa era responsável pela execução de todas as etapas de elaboração do produto. O fabuloso aumento de produtividade refletiu-se na possibilidade de queda acentuada do preço final ao consumidor bem como no alargamento sem precedentes do mercado.

Esse modelo permitiu o crescimento da indústria automotiva, não somente pelo aumento da escala de produção, mas também pela conseqüente diminuição nos custos. Após a Segunda Guerra Mundial, as técnicas de Ford foram difundidas para outros países, ampliando o alcance desta indústria e abrindo espaço para inserção de novas técnicas.

Segundo Dertouzos et al. (1989) antigamente a visão competitiva nas indústrias baseava-se na capacidade de suas empresas produzirem com baixos

custos e concorrerem por preço, ficando em evidência as questões de escala, grandes lotes (econômicos) de fabricação, produtos padronizados e níveis de qualidade aceitáveis. Ainda para os autores Dertouzos et al. (1989) o cenário competitivo baseado em custos baixos e padronização foi rompido e desta forma, os novos objetivos de competitividade industrial passaram a envolver também qualidade, rapidez, confiabilidade de entrega e diversificação de produtos.

Segundo Nazareno, Rentes e Silva (2000, p.2) as corporações industriais e organizações têm despendido consideráveis esforços e recursos no sentido de promover a melhoria contínua do processo de manufatura e assim garantir uma sólida posição no seu mercado. Segundo Corrêa e Gianesi (1993), no mundo Ocidental tem se verificado um movimento de reconhecimento do papel estratégico da manufatura na otimização do processo produtivo e redução de seus custos. Assim, grande parte das empresas ocidentais tem se empenhado na implementação de processos de transformação de acordo com as técnicas da filosofia de produção enxuta (*Lean Production*), motivando iniciativas no sentido de sistematizar e adaptar as técnicas japonesas de produção às empresas ocidentais, mais especificamente a utilizada pela Toyota.

Segundo Monden (1984, p.1) “[...] o sistema de produção da Toyota é um método racional de fabricar produtos pela completa eliminação de elementos desnecessários na produção, com o propósito de reduzir custos”. Segundo o mesmo autor o sistema Toyota de produção além da redução de custos deve atingir mais três submetas, a saber:

- a) Controle de qualidade - envolve a capacidade do sistema produtivo adaptar-se às flutuações diárias e mensais da demanda em termos de quantidade e variedades;
- b) Qualidade assegurada - garante que cada processo será suprido somente com unidades boas para os processos subseqüentes;
- c) Respeito a condição humana – deve ser cultivado enquanto o sistema utiliza o recurso humano para atingir seus objetivos de custos.

Ressalta-se ainda que estas três submetas não podem existir independentemente ou serem obtidas independentemente sem influenciarem uma com a outra ou com a meta original de redução de custos.

Para caracterizar o Sistema Toyota de Produção (STP), o termo produção enxuta (*lean production*) foi utilizado por Krafcik (1988, p.44), em contraposição ao fordista.

Se comparados com os sistemas convencionais (Tabela 1), “A base do sistema Toyota de produção é a absoluta eliminação do desperdício” (OHNO, 1988 apud SCHAPPO, 2006, p.16), sendo um sistema integrado de princípios, técnicas operacionais e ferramentas que levam à incessante busca pela excelência na criação de valor para o cliente.

Tabela 1 – Comparativo produção em massa e produção enxuta

	GM Framingham	Toyota Takaoka
Horas de montagem por carros	40,7	18
Defeitos de montagem por 100 carros	130	45
Espaço de montagem por carro (m ²)	0,75	0,45
Estoques de peças (média)	2 semanas	2 horas

Fonte: Womack, Jones e Roos (1992, p.71)

Alguns aspectos fundamentais da lógica da produção enxuta podem ser explicados por meio da máxima japonesa: evite Muri, Muda, Mura. Segundo Schonberger (1993), Ohno (1997) e Arai (1989):

- a) **Muri:** o procedimento da produção em massa de realizar compras ou a própria fabricação no processo anterior nas quantidades econômicas (economia de escala) é, na filosofia da produção enxuta, um claro exemplo de Muri, isto é, “excesso ou despropósito”. Primeiro porque o conceito do lote econômico não contempla a questão da realimentação do sistema sobre os erros, e a conseqüente melhoria da qualidade. Depois porque o lote econômico toma o custo de preparação como um dado,

enquanto que no conceito enxuto a idéia é a sua redução contínua. Desta forma o lote econômico ideal é o lote unitário;

- b) **Muda:** quer dizer “desperdício”. O pressuposto de aceitar determinada quantidade de componentes defeituosos como característica de determinado processo é claro exemplo de Muda. A qualidade deve ser garantida na fonte e pelos próprios operadores (auto-controle) de forma a poder tomar medidas que evitem a reincidência de defeitos, e impeçam que peças defeituosas alcancem o processo seguinte;
- c) **Mura:** por fim quer dizer “inconsistência ou irregularidade” que, em contraposição ao princípio de sem manter estoques de segurança (na produção em massa), destinado a proteger uma unidade produtiva das eventuais irregularidades que ocorram na unidade anterior do fluxo de fabricação. No conceito da produção enxuta ocorre exatamente o inverso: retirar os estoques de segurança para tornar visível as irregularidades e então eliminá-las através da identificação de suas causas.

Segundo Ohno (1997); Schonberger (1993); Womack, Jones e Roos (1992) as principais características do sistema de produção enxuta são:

- a) A linha de produção é programada em função da demanda real de mercado, e não mais nas previsões de mercado feitas por estimativa ou planejamento;
- b) O ciclo de fabricação sempre sendo reduzido em um processo de melhoria contínua: grande flexibilidade e tempos mínimos de preparação e trocas;
- c) Autocontrole da qualidade;
- d) Estoques reduzidos e tendendo a zero;
- e) Fortalecimento do vínculo entre empregador e empregado baseado em um clima de confiança e dependência mútua;
- f) Relação com os fornecedores baseados na parceria de longo prazo.

Para Schappo (2006, p.16) além de eliminar desperdícios, a manufatura enxuta procura utilizar os operadores ao máximo, pois a eles é delegada a autoridade para produzir itens de qualidade para atender em tempo o próximo passo do processo produtivo.

Já para Cusomano (1994, p.28), os princípios da produção enxuta tendo como base as práticas da Toyota seriam:

- a) Produção *Just in Time* em pequenos lotes;
- b) Mínimos estoques de produtos em processos;
- c) Proximidade geográfica da montagem e da produção de peças;
- d) Produção puxada pela demanda por métodos manuais com cartões Kanban;
- e) Nivelamento da produção;
- f) Rapidez no *set-up*;
- g) Racionalização de máquinas e linhas;
- h) Padronização de trabalho;
- i) Mecanismos de automação a prova de erros;
- j) Operários multicapacitados;
- k) Altos níveis de subcontratação;
- l) Uso seletivo da automação; e
- m) Aperfeiçoamento contínuo e incremental do processo.

5.2 Ferramentas da produção enxuta

Segundo Nazareno, Rentes e Silva (2000, p.2) para minimizar os desperdícios de produção, seus efeitos e prosseguir com a busca contínua de “zero defeitos, tempo de preparação zero, estoque zero, movimentação zero, quebra zero, lead time zero e lote unitário”, a produção enxuta lança mão de algumas técnicas e ferramentas que serão detalhadas a seguir

5.2.1 *Just-in-time*

O *Just-in-time* (JIT) é confundido às vezes com o próprio conceito de produção enxuta. O *just-in-time* nasceu como um conjunto de técnicas no sistema Toyota de produção. Segundo o criador da filosofia *JIT*, Taiichi Ohno, *Just in Time* significa que em um processo produtivo onde estejam envolvidos clientes e fornecedores os componentes devem chegar a linha de montagem corretamente, no momento e quantidades certas.

Just-in-time significa que:

[...] em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessárias e somente na quantidade necessária. Uma empresa que estabeleça este fluxo pode chegar ao estoque zero [...] para produzir usando o *just-in-time* de forma que cada processo receba o item exato necessário, quando ele for necessário, em quantidade necessária, os métodos convencionais de gestão não funcionam bem. (OHNO, 1997, p.26)

Um dos principais objetivos da filosofia *Just in Time* é a redução de estoques e conseqüentemente de capital imobilizado. A partir da redução de estoques em processo, os problemas de qualidade são percebidos de forma mais rápida e corrigidos de forma mais eficaz. Desta forma, as causas geradoras de não conformidades são identificadas com maior rapidez.

O *JIT* permite que os estoques de matérias-primas, materiais em processo e produtos acabados tendam a zero de forma a se reduzir consideravelmente os inventários. Além disso, a eliminação dos estoques permite, por meio do gerenciamento visual da fábrica, uma rápida percepção e busca das possíveis causas e da melhor solução para os problemas que ocorrem no chão de fábrica. Para Shingo (1996), o estoque deve ser considerado como mal absoluto e deve ser totalmente eliminado.

Para que se alcance um dos objetivos da produção enxuta que é a eliminação total dos desperdícios, se faz necessário uma boa implementação dos pilares desse sistema, que é a automação e o *just-in-time*. Como pode ser visto na Figura 3.

Ohno (1997) enfatiza ainda que o *Just-in-time* não tem como causa o estoque zero mas a eliminação dos desperdícios, e a redução dos estoques ao nível “zero” é consequência do tratamento da eliminação dos desperdícios.

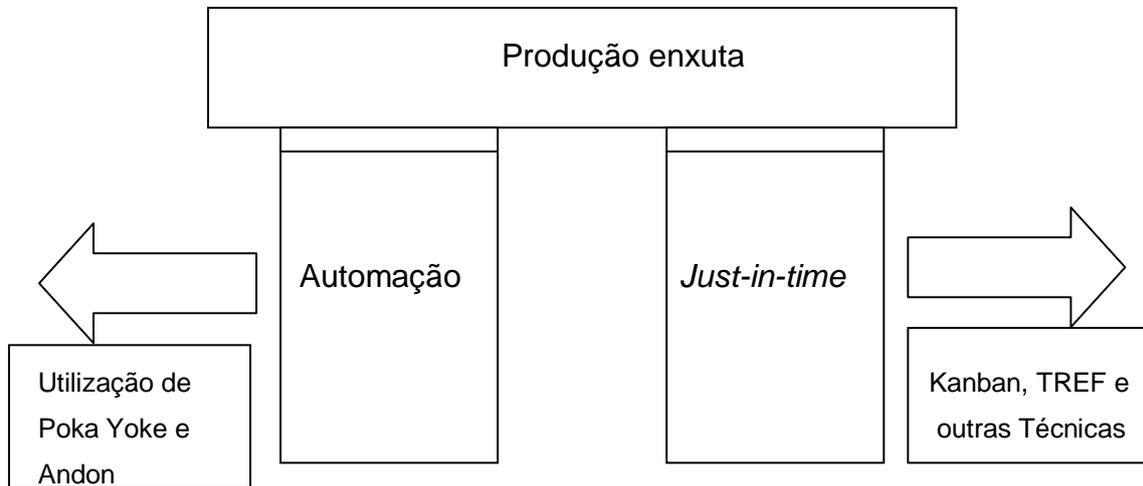


Figura 3 - Pilares de sustentação da produção enxuta
Fonte: Carneiro (2006)

5.2.2 Value stream mapping - o mapa do fluxo de valor

O mapa do fluxo de valor segundo o Núcleo de Manufatura Avançada (2002) é uma ferramenta simples que ajuda a enxergar e entender o fluxo de material e informação na medida em que o produto acompanha o fluxo de valor. O mapeamento (Figura 4 a seguir) segue a trilha da produção de um produto, desde o consumidor até o fornecedor, e, cuidadosamente desenha-se uma representação visual de cada processo no fluxo de material e informação. Posteriormente, desenha-se o mapa do “estado futuro”, uma representação visual de como o fluxo deve ser.

A aplicabilidade desta ferramenta é importante, pois para o Núcleo de Manufatura Avançada (2002) permite:

- a) Enxergar mais do que os processos individuais, solda, montagem, entre outros. Você pode enxergar o fluxo;

- b) Identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes de desperdícios no fluxo de valor;
- c) Tornar as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que você pode discutí-las. De outro modo, muitos detalhes e decisões no seu chão de fábrica só acontecem por omissão;
- d) Juntar os conceitos e técnicas enxutas, que ajuda a evitar a implementação de algumas técnicas isoladamente;
- e) Mostrar a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material.

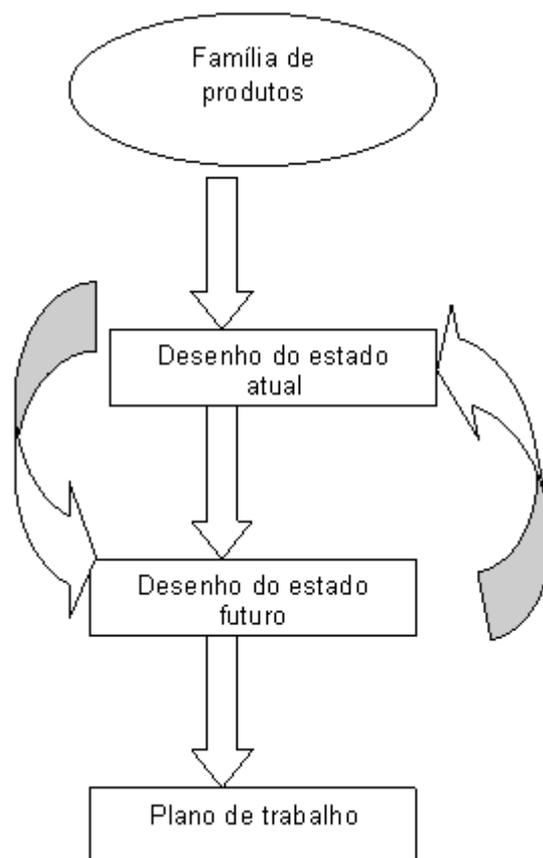


Figura 4 - Etapas do mapeamento do fluxo de valor
Fonte: Núcleo de Manufatura Avançada (2002)

Segundo Rentes (2000 apud GUIMARÃES, 2007, p.2) para a realização do mapeamento do fluxo de valor necessita-se utilizar de um conjunto padronizado de símbolos que podem ser vistos na Figura 5.



Figura 5 - Símbolos utilizados no mapeamento do fluxo de valor
Fonte: Rentes (2000 apud GUIMARÃES, 2007, p.2)

5.2.3 Mapeamento das atividades do processo e matriz de resposta da cadeia de suprimentos

Segundo Hines e Taylor, (2000), para ter um melhor desempenho ao trabalhar com o *value stream mapping* é necessário a utilização de algumas ferramentas para preencher as lacunas deixadas pelo mapa do fluxo de valor. A idéia desta técnica é mapear todas as atividades que ocorrem durante o processo de produção, pois, mapear o fluxo de informação é tão importante como o fluxo físico do produto.

Para tanto é utilizado um quadro que mostra quais são as ferramentas e para qual tipo de desperdícios estas são mais indicadas (Quadro 1).

		Ferramentas					
		Mapeamento de Atividade do Processo	Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos	Funil de Variedade de Produção	Mapa de Filtro de Qualidade	Mapa de Amplificação de Demanda	Perfil de Tempo de Valor Agregado
D e s p e r d í c i o s	Superprodução	mais ou menos	mais ou menos	não	mais ou menos	mais ou menos	sim
	Defeitos	mais ou menos	não	não	sim	não	mais ou menos
	Inventário Desnecessário	mais ou menos	sim	mais ou menos	não	sim	mais ou menos
	Processo Inadequado	sim	não	mais ou menos	mais ou menos	não	mais ou menos
	Transporte Excessivo	sim	não	não	não	não	sim
	Esperas	sim	sim	mais ou menos	não	mais ou menos	mais ou menos
	Movimentação Desnecessária	sim	mais ou menos	não	não	não	não

Quadro 1 - Ferramentas da produção enxuta
Fonte: Hines e Taylor (2000)

O Mapeamento de Atividades do Processo e a Matriz de Resposta da Cadeia de Suprimentos são utilizadas para identificar *lead time* e oportunidades de produtividade para os fluxos de produto e informação, não somente na fábrica, mas em outras áreas da cadeia de suprimentos.

5.2.4 *Layout* na manufatura enxuta

Um dos grandes responsáveis por grande parte dos desperdícios dentro da produção enxuta é o *layout* do setor produtivo. Destaca-se que os desperdícios diretamente relacionados são o transporte, a movimentação nas operações e os estoques.

Na literatura destacam-se quatro tipos de layout. Segundo Slack et al. (1999) são eles:

- a) **Layout posicional**: são utilizados para materiais transformados de tamanho grande ou delicados e quando da necessidade de remoção;

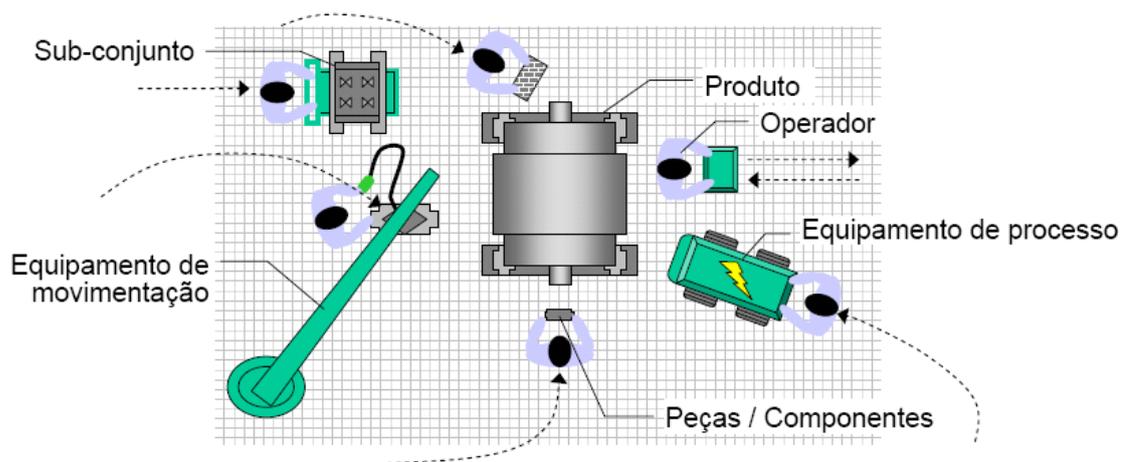


Figura 6 – Arranjo físico ou posicional
Fonte: Miyake (2005, p.8)

As vantagens do arranjo físico ou posicional (Figura 6) são: simplicidade, lógica e um fluxo direto como resultado; Pouco trabalho em processo e redução do inventário em processo; O tempo total de produção por unidade é baixo; A movimentação de material é reduzida; Não exige muita habilidade dos trabalhadores. Já as limitações são as paradas de máquinas resulta numa interrupção da linha; a mudança no design do produto torna o layout obsoleto; as estações de trabalho mais lentas que limitam o trabalho da linha de produção; a necessidade de uma supervisão geral e resulta geralmente em altos investimentos em equipamentos.

- b) **Layout por processo e/ou funcional:** é habitualmente usado quando a variedade de produtos é relativamente grande;

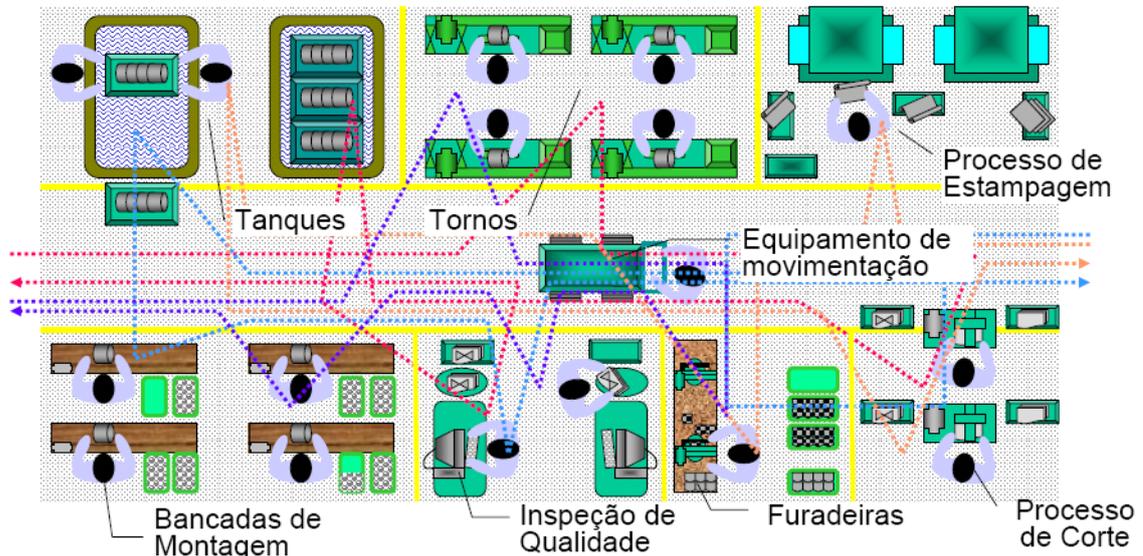


Figura 7 – Arranjo físico ou funcional
Fonte: Miyake (2005, p.9)

As vantagens do arranjo funcional (Figura 7) estão relacionadas ao aumento da utilização de máquinas; a utilização de equipamentos com funções gerais; alta flexibilidade na alocação de pessoal e equipamento. Os operários são multifuncionais e há também a possibilidade de uma supervisão especializada. Suas limitações estão no aumento da necessidade de movimentação de materiais, no controle da produção que se torna mais complicado, requer também um aumento do trabalho em processo bem como uma alta habilidade dos funcionários.

- c) **Layout celular:** os produtos são agrupados de alguma forma. Nesse arranjo físico as máquinas são dedicadas a um grupo exclusivo de peças.

Para se obter um *layout* celular necessita-se agrupar os componentes em famílias de peças. Esta formação tem como objetivo a realização de um processo no qual cada grupo tenha a mínima interação com os outros grupos. O caminho que os

produtos percorrem pelas máquinas pode ser obtido dos cartões de rotina (fluxo e processo). Esta informação é comumente representada em uma matriz chamada matriz peça-máquina, a qual é representada por $P \times M$ com 0 ou 1 de entrada.

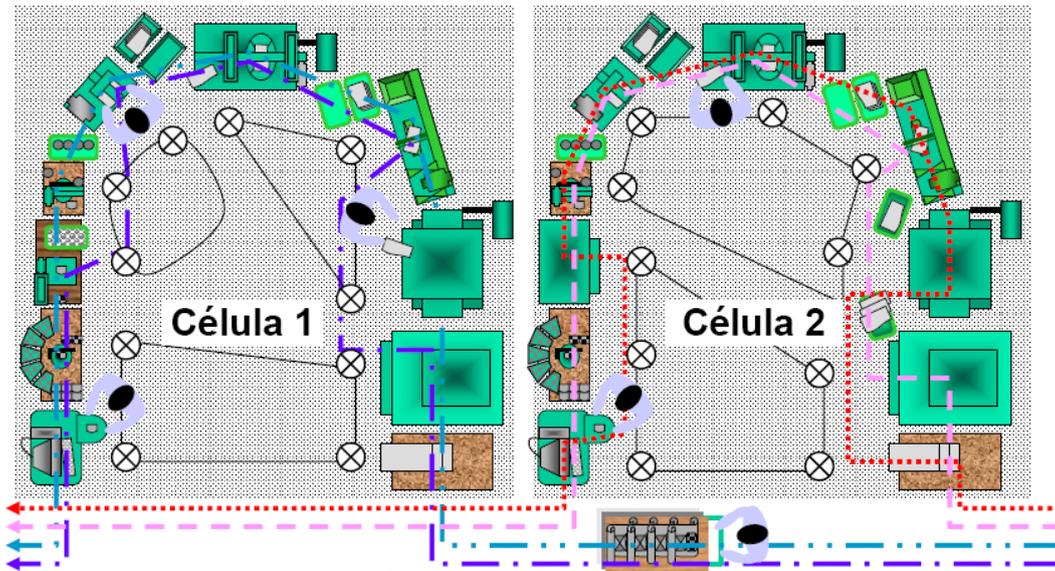


Figura 8 - Arranjo físico celular
Fonte: Miyake (2005, p.10)

- d) **Layout por produto:** os recursos de transformação estão configurados na seqüência específica para melhor conveniência do produto ou do tipo de produto. Este tipo de arranjo físico é também conhecido como layout em linha. A seguir a figura 9.

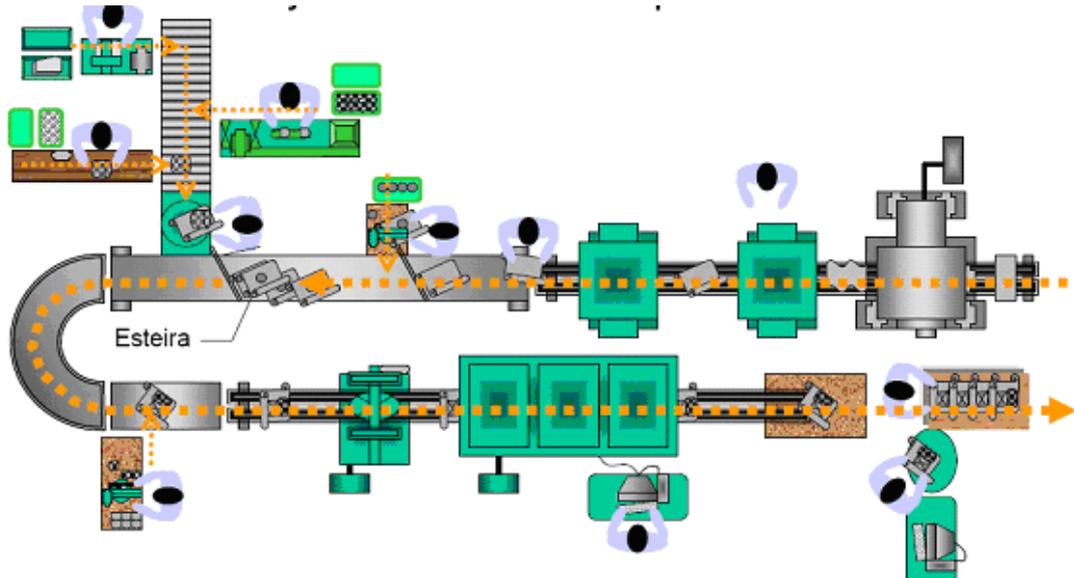


Figura 9 – Arranjo físico linear ou por produto
 Fonte: Miyake (2005, p.11)

Dependendo do tipo de *layout* envolvido existe um conjunto de vantagens que são: movimentação de material é reduzida; oportunidade de melhorar a produção no trabalho; promove um estímulo pessoal, pois uma pessoa pode realizar todo o trabalho; alta flexibilidade pode suportar mudanças no design do produto, no *mix* de produtos; e no volume de produção.

E as limitações segundo Tompkins et al. (1996) são: o aumento da movimentação de pessoal e equipamento; exigência de grande habilidade e qualidade das pessoas; exigência de uma supervisão geral; e o principal resultado é aumentar a área de trabalho e o trabalho em processo; resulta na duplicação de equipamentos.

5.2.5 Sistema *kanban* de controle da produção

Segundo Corrêa e Giansesi (1993), *Kanban* é o termo japonês que significa cartão. Este cartão age como disparador da produção (ou movimentação) por parte de centros produtivos presentes no processo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais.

Para Voss e Clutterbuck (1989), *Kanban* é um sistema puxado de controle de movimentação de material, o qual compreende um mecanismo que dispara a movimentação de um material de uma operação para a seguinte. Existem três tipos de *kanban* (SLACK et al., 1999):

- a) ***Kanban de transporte***: é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para um destino específico. Este contém informações como: número e descrição do componente, lugar de origem e destino, entre outras.
- b) ***Kanban de produção***: é um sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste *kanban* normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do processo, materiais necessários para produção do componente, entre outras.
- c) ***Kanban do fornecedor***: são usados para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido ele é similar ao *kanban* de transporte, porém é normalmente utilizado com fornecedores externos.

Existem basicamente dois tipos de sistemas de *kanban*: O primeiro tipo utiliza um cartão, sendo utilizado quando os postos de trabalho estão próximos uns dos outros. Neste caso um mesmo quadro pode ser utilizado por dois centros produtivos. Neste sistema o centro consumidor retira um lote de peças e põe o cartão no quadro de *kanban*. O centro produtor, com base na situação do quadro de *kanban* e seguindo um sistema de prioridades, iniciará a produção daquele item a fim de repor a quantidade retirada do estoque.

O segundo sistema utiliza dois cartões. Para Rentes et al. (2003, p.3) o sistema de dois cartões é empregado quando existe uma distância física expressiva entre os centros de trabalho. Em geral, o *kanban* de transporte e o de produção são utilizados em conjunto neste tipo de sistema. O *kanban* de transporte serve para fazer a movimentação das peças. Este acompanha os lotes de peças até os centros consumidores. Ao iniciar o consumo das peças o cartão de transporte é colocado em um posto de recolhimento de cartões. Ao voltar ao centro produtor, este dispara a

produção de um item específico através do cartão de produção correspondente, o qual é colocado no quadro de *kanban*. O cartão de transporte então retorna com um novo lote de material até o centro consumidor.

5.2.5.1 Conceitos envolvidos na implantação do sistema *kanban*

Segundo Guimarães (2007) a implantação do sistema *kanban* envolve o conhecimento do fluxo de produção, do layout da fábrica, da produção puxada e empurrada, políticas de produção mediante ordens versus orientadas para estoque (produtos MTO e MTS), dimensionamento dos cartões *kanban*, entre outros. A importância de alguns desses fatores na implantação de um sistema *kanban* é destacada pela Numa.org, descrito a seguir.

O conhecimento do fluxo de produção é essencial para implantação do *kanban*, pois, através do fluxo, é possível visualizar a existência de produtos com processos produtivos semelhantes e a partir disso uni-los em famílias de produtos. Uma ferramenta da produção enxuta que pode ser utilizada para se visualizar o fluxo de produção é o *Value Stream Mapping* ou Mapa do Fluxo de Valor, já apresentado em relatório anterior.

O *layout* enxuto é importante para a implementação do sistema *Kanban*, pois, ele viabiliza o fluxo de lotes pequenos de produção, bem como, será o *layout* da fábrica responsável pela determinação do uso do um sistema de um ou dois cartões *Kanban*. Guimarães (2007) destaca que o re-projeto de layout da fábrica é utilizada como ferramenta para minimização dos desperdícios na empresa. Reduções de movimentação, transporte, estoque em processo, entre outras, podem ser alcançadas com a utilização de um *layout* enxuto.

Segundo Gstettner e Kuhn (1996), em sistemas do tipo “empurrar” a produção é iniciada a partir de uma instância central de planejamento que faz uso de previsões para demandas futuras. A produção neste caso é iniciada antes da ocorrência da demanda, pois de outra maneira os bens não poderiam ser entregues dentro do prazo. Portanto, os *lead times* de produção têm de ser conhecidos ou aproximados.

Já no sistema de “puxar”, segundo Guimarães (2007) a produção se inicia quando a demanda acontece de fato. A produção é disparada por um sistema de controle descentralizado. Para evitar longos tempos de espera, peças e produtos acabados devem ser estocados nos chamados *buffers* ou pulmões. Logo, os sistemas de “puxar” são chamados de sistemas com nível mínimo de inventário enquanto que os sistemas de “empurrar” são conhecidos como sistemas de inventário zero (apesar disto não ocorrer na realidade).

Na implantação do sistema *kanban*, devem ser definidos os pontos de produção puxada e empurrada. Embora o *kanban* seja definido como um sistema de produção puxada pode-se projetar um sistema híbrido com pontos de produção puxada e pontos de produção empurrada. Isto é viável através da integração de *kanban* com MRP, por exemplo.

Guimarães (2007) relata mais dois outros conceitos importantes que são: produtos MTO e MTS. Os produtos MTO são aqueles em que o processo produtivo inicia-se somente mediante um pedido firme de produção. Os produtos MTS são fabricados para estoque, sem que haja, necessariamente um pedido firme por parte do cliente. Conforme Guimarães (2007) apesar do sistema *kanban* prever a existência mínima de inventários em processo, ele é um sistema eminentemente MTS, uma vez que a produção é disparada para repor peças retiradas do supermercado (estoque do sistema *kanban*).

Na implantação Numa.org destaca ainda um sistema *kanban* deve-se diferenciar claramente quais produtos serão fabricados para estoque (MTS), e, portanto passíveis de serem gerenciados via *kanban*, e quais serão produzidos sob ordens de produção (MTO). Normalmente os itens de consumo esporádico e intermitente são classificados como MTO e os de consumo e fluxo mais freqüentes podem ser considerados como MTS. O problema em torno desse tema está no fato de que nem sempre a classificação dos produtos é tão simples. Os produtos têm valores diferentes entre si e nem sempre produtos de consumo intermitente são menos expressivos do que produtos de consumo freqüente. Além disso, os sistemas MTO e MTS terão de conviver juntos, utilizando os mesmos recursos produtivos. Portanto, a programação da produção nos quadros de *kanban* torna-se mais complexa porque produtos MTO têm que ser alocados junto à programação de produtos MTS.

Dimensionamento dos cartões *kanban*: A fase de dimensionamento dos cartões talvez seja a fase mais importante do projeto do sistema *kanban*. Define-se, neste momento, a quantidade de estoque necessária entre os processos. Deve-se lembrar que o sistema *kanban* visa o mínimo nível de estoque possível.

5.2.6 Cinco elementos da manufatura enxuta

Para Guimarães (2007) “[...] o conceito de holístico envolve a interconectividade e dependência dos cinco elementos chaves da manufatura enxuta”. Cada um dos elementos é crítico e necessário para que haja o devido sucesso no desenvolvimento de um programa de manufatura enxuta, mas nenhum elemento pode estar sozinho e ser esperado que este atinja o nível de desempenho dos elementos combinados.

Cada um desses elementos, ainda Guimarães (2007), contém um conjunto de princípios enxutos, os quais, operando em conjunto, irão desenvolver o ambiente de manufatura e os cinco elementos são:

1. Fluxo na manufatura: O aspecto que objetiva mudanças físicas e nos padrões de design da disposição das peças no *layout* celular;
2. Organização: Foca na identificação das funções das pessoas, treinamento e novas formas de realizar o trabalho, e comunicação;
3. Métricas: O aspecto visível, resultados baseados em medidas de desempenho, melhoria dos objetivos;
4. Controle do processo: O aspecto dirigido ao monitoramento, controle e persegue caminhos para melhorar processo;
5. Logística: O aspecto que provê as regras para as operações e mecanismos para o planejamento e controle do fluxo de material.

Cada um desses elementos foca em uma área particular de ênfase e compartimenta as atividades. O poder desses elementos está relacionado à sua integração. Fluxo na manufatura é a base para a mudança. As pessoas vêm

atividades no chão de fábrica, máquinas ou pisos são pintados e áreas são limpas. Excitamento e energia envolvem esta mudança visível. Também surgem novos meios de trabalho, processos de treinamento, identificação do relacionamento clientes / fornecedores.

6 ESTUDO DE CASO ZOBOR

A seguir será apresentado o estudo de caso sendo que os principais tópicos abordados serão :

- Eliminação e redução sistemática de desperdícios;
- Busca contínua da padronização;
- Redução do impacto das flutuações da demanda interna e externa (nivelamento);
- Gestão Visual, com indicadores de desempenho sobre o sistema de produção;
- Implementação de fluxo contínuo e puxado (kanban);
- Layout otimizado;
- Redução de estoques;
- Maior flexibilidade de produção;
- Conciliação da produção de produtos com diferentes características de demanda;
- Melhor tempo de resposta para o cliente.

6.1 Apresentação da empresa

Zobor Indústria Mecânica Ltda., foi fundada, em São Paulo, em março de 1963 por Milan e Inge Kliestinec. Iniciou fabricando cabeçotes de cortar e laminar roscas e rolos laminadores. Em 1974 a empresa transferiu-se para a cidade de Sorocaba, onde começou a fabricação de machos para roscar.

No início dos anos 80, começou a fabricar barras laminadoras de rosca e entalhado (Roto-FLO) por solicitação de alguns clientes que tinham muita dificuldade em encontrá-las, pelo fato de não existir fabricante nacional. A Zobor fabrica atualmente quase toda linha de ferramentas para laminar e cortar rosca e estrias.

A empresa explicita de forma clara em seus catálogos de produtos a seguinte frase: **Sinônimo de qualidade e tecnologia há mais de 40 anos.** Atualmente tem em seu quadro 100 funcionários e é detentora de uma produção variada no setor de ferramentas de corte e laminação. Ela fornece ferramentas com desenvolvimento próprio, seguindo as Normas DIN, ANSI e ISO, além de trabalhar com especificações do cliente.

A estrutura organizacional da empresa é composta na alta gerência, por uma presidência e três diretorias: comercial/ industrial, financeira e de logística. Ligadas ao diretor industrial, área foco deste trabalho, estão a engenharia, produção e administração/vendas (ver organograma na Figura 10).

A obtenção do ISO 9000 em 1996 estabeleceu um marco para empresa, no qual a sistematização dos processos passou a ser o ponto de partida para a implantação de nova filosofia.

A transformação da empresa para a filosofia enxuta envolveu a alteração do comportamento e das atitudes das pessoas. A Empresa Zobor é uma empresa 100% nacional e na qual teve de sua administração total apoio para implementação das mudanças comportamentais, administrativas e operacionais necessárias para implantação da produção enxuta na empresa.

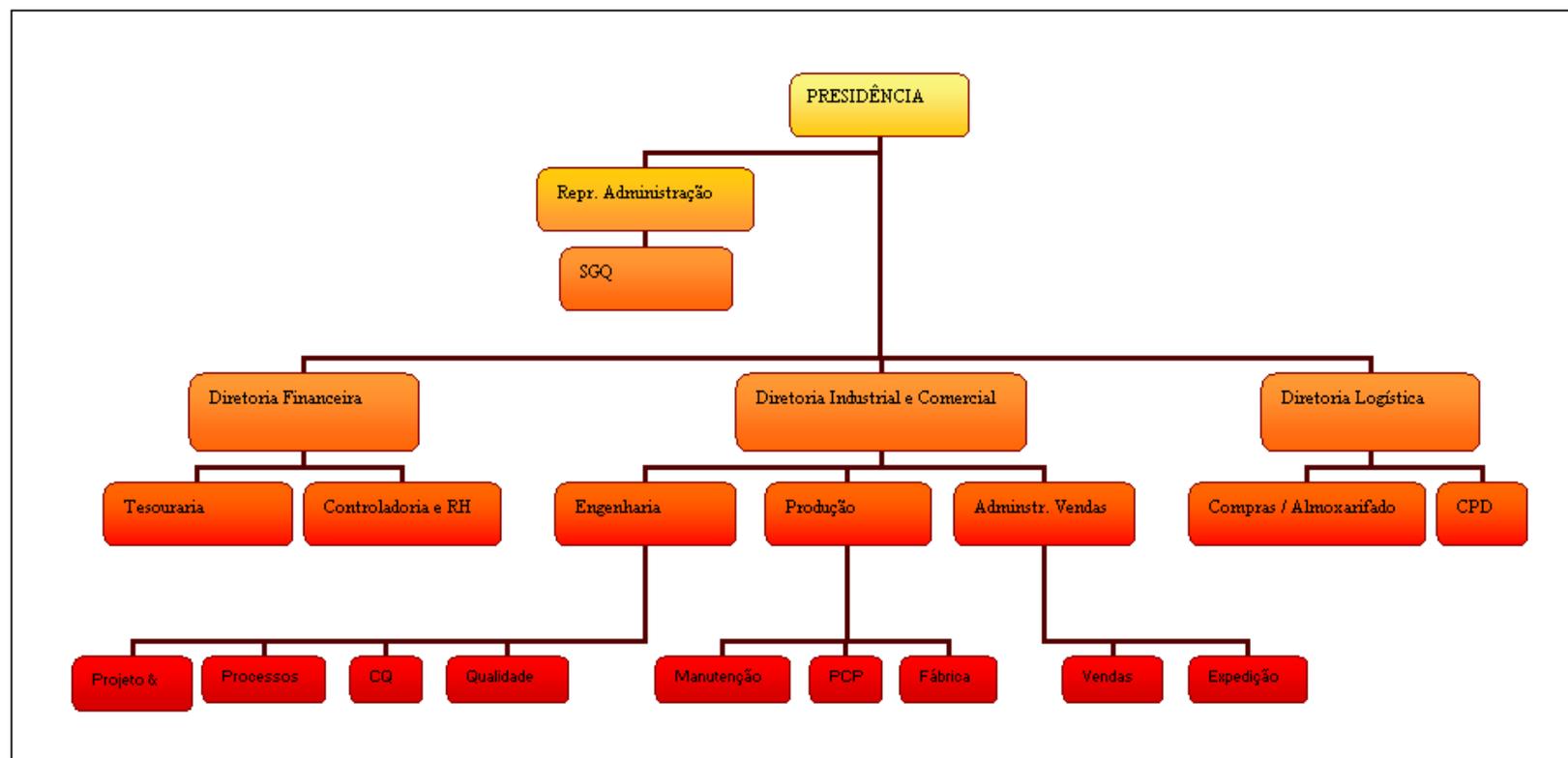


Figura 10 - Organograma - Zobor
Fonte: Empresa Zobor (2007)

A alta administração envolveu-se exigindo mais esforço e maior velocidade na implantação, estabelecendo metas e objetivos cascadeados para o restante da organização. Outro fator determinante no período inicial foi o recebimento *de feedback* e sugestões de baixo para cima.

A responsabilidade dos gestores da empresa no período de implantação era de explicitar de forma clara os propósitos e garantir o foco nas necessidades e estabelecer os processos necessários para concretizar os objetivos.

Para ter resultados mais apropriados, a empresa, através de uma equipe designada, levantou os fatores objetivos e subjetivos que poderiam vir a interferir nos resultados desejados à implementação da produção enxuta. Houve por parte da direção a implementação do controle de produção enxuta com a adequação do sistema produtivo à demanda. Desta forma a empresa:

- Decidiu produzir sob encomenda¹ e quais produtos seriam produzidos;
- Definiu as formas de organização de cada produto;
- Definiu o processo puxador e os mecanismos para a programação e o nivelamento;
- Estabeleceu formas de sustentar e melhorar o sistema puxado nivelado.

Com a introdução do sistema enxuto a empresa implantou simultaneamente indicadores de desempenho. Tal medida tornou-se necessária, pois a produção enxuta e avaliação de desempenho estão relacionadas e ambos influenciam os processos administrativos e operacionais das empresas. Anteriormente, a avaliação de desempenho era limitada para gerenciar toda a mudança organizacional.

O Quadro 2 apresenta os principais indicadores utilizado pela Empresa Zobor após implantação do sistema enxuto.

¹ A produção sob encomenda é uma característica de empresa que trabalha com produtos muito diversificados e que necessita de um ambiente flexível. Dentro da produção sob encomenda, cada pedido refere-se a um produto geralmente diferente, produzido a partir de um pedido específico, ao qual o cliente pode fornecer o projeto ou não. A produção sob encomenda processa uma grande variedade de peças e também em baixos volumes, geralmente em lotes inferiores a cinquenta peças. Na Zobor uma das preocupações refere-se em prover um sistema suficientemente flexível para dar contas das características específicas dos diferentes pedidos que porventura possam ocorrer

Indicador	Definição	Fórmula
Índice de entrega ao cliente-fornecedor	O objetivo é acompanhar a capacidade da empresa (atraso) de entregar peças ao cliente-fornecedor	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de pedidos entregues}}{\text{N}^\circ \text{ de pedidos solicitados}}$
Índice de atrasos do cliente-fornecedor	O objetivo é acompanhar o cliente-fornecedor que atrasa o abastecimento dos componentes	Nº de dias que o fornecedor está em atraso
Itens comerciais faltando na linha de produção	O objetivo é medir a eficiência do sistema de controle da produção	Nº de itens comerciais em atraso na linha de produção
Causas das paradas da linha de produção	O objetivo é identificar quais são os itens que faltaram na linha de produção	Para cada parada é descrita a causa da interrupção da produção
Avaliação do lead time total de montagem	O objetivo é medir a evolução do lead time total de montagem de máquinas em comparação com o lead time antes de implantar o sistema de produção enxuta	Lead time anterior de montagem de máquinas e lead time atual de montagem de máquinas
Movimentação na montagem final	Visa avaliar a redução da movimentação de peças e operários na montagem final com a implantação do projeto enxuto	Movimentação atual e movimentação antes do projeto
Giro de estoque	O objetivo é avaliar a eficiência da compra de inventários em relação à sua utilização	$\frac{\text{Compra de materiais}}{\text{quantidade no estoque}}$
Utilização de horas disponíveis de mão-de-obra	O objetivo é comparar a quantidade mensal de horas disponíveis de mão-de-obra com a quantidade de horas necessárias para montar as máquinas	$\frac{\text{Horas disponíveis no mês}}{\text{horas necessárias para montagem de máquinas no mês}}$
Avaliação do número de componentes carregados por dia	O objetivo é comparar o número de peças expedidas diariamente com uma meta estipulada	Nº de componentes expedidos por dia
Números de produtos montados acima do tempo <i>pitch</i>	O objetivo é avaliar a eficiência das equipes de montagem final em cumprir o tempo estabelecido pelo <i>pitch</i> .	Nº de produtos montados dentro do tempo <i>pitch</i>
Eficiência do setor "gargalo"	O objetivo é medir a eficiência diária do setor que restringe o ritmo de produção diariamente	$\frac{\text{Produtos acabados}}{\text{programação da produção diária}}$
Atendimento de cartões	O objetivo é comparar o número de cartões comprados, número de cartões atendidos e o número de cartões vermelhos	Contagem de cada um dos tipos de cartões
Número de itens no vermelho x <i>milk run</i>	O objetivo é medir a eficiência do sistema <i>milk run</i>	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de cartões no vermelho do } \textit{milk run} \text{ e o número de cartões total no vermelho}}{\text{N}^\circ \text{ de cartões no vermelho do } \textit{milk run} \text{ e o número de cartões total no vermelho}}$

Quadro 2 - Os principais indicadores utilizado pela Zobor

Fonte: adaptado pelo autor com dados de Núcleo DE Manufatura Avançada ([2002]).

O quadro 3 nos mostra alguns dos produtos pela Zobor.

	Barras Laminadoras: A ZOBOR, a brasileira pioneira no setor, possui uma larga experiência na fabricação e recuperação de todos os tipos de Barras Laminadoras de Entalhado e Rosca para máquina Roto-Flo, retas e helicoidais, com padrões rígidos de qualidade para produzir os perfis uniformes e acurados. Fornecemos mediante desenvolvimento próprio ou conforme especificação do cliente. A Barra Laminadora é fornecida em material HSS ou conforme solicitação do cliente.
	Cabeçote Automático de Laminar (Rolometric) e Cortar (Devimetric): A ZOBOR, brasileira pioneira na fabricação de cabeçotes automáticos de laminar rosca, através de sistema de rolos cilíndricos, e cortar, por sistema de pentes. Os cabeçotes automáticos são fabricados em vários modelos para atender diversos diâmetros podendo ser acoplados em torno universal, torno revólver, torno automático ou furadeira.
	Cossinetes (Pentes): A ZOBOR, mais uma vez a brasileira pioneira no setor, fabrica cossinetes para todas as linhas de cabeçotes para cortar roscas. Podem ser fornecidos conforme desenvolvimento próprio ou conforme especificações do cliente.
	Machos para roscar: Os machos para Roscar da ZOBOR são construídos em aço rápido e seguindo especificações segundo norma DIN, ANSI e ISO, ou conforme especificação do cliente. Os machos fornecidos podem ser: manuais, máquina, porca e com refrigeração interna. Os machos são fornecidos em material HSS, HSSCo e HSSCoPM. O tratamento superficial da ferramenta dependerá da aplicação no cliente.
	Machos Laminadores: A ZOBOR também conta com a linha de Machos Laminadores para Rosca. Podem ser fabricados em aço HSS, HSSCo. O tratamento superficial da ferramenta dependerá da aplicação no cliente.
	Máquina Laminadora de Rosca (Z-30): A Laminadora de Rosca, Z-30, utiliza o sistema de dois rolos cilíndricos, com funcionamento mecânico, o que implica em grande simplicidade e precisão de trabalho.
	Rolo e Setor: A ZOBOR fabrica e retrabalha rolos e setores para qualquer máquina que utilize este sistema. Os rolos e setores são fabricados dentro de um rígido controle de qualidade para assegurar uma melhor produtividade. Os rolos e setores são fornecidos em material D2 e VF 800 AT.
	Rolos Laminadores para Cabeçote: A ZOBOR, devido sua larga experiência, fabrica rolos laminadores para todas as linhas de cabeçotes para laminar roscas. Podem ser fornecidos a partir de desenvolvimento próprio ou conforme solicitação do cliente, em material HSS ou a partir de especificação do cliente.

Quadro 3 - Produtos fabricados pela Zobor.

Fonte: Empresa Zobor (2007)

Dentre os produtos expostos, 58% do faturamento da empresa refere-se à produção do macho (veja a terminologia no Anexo A), objeto de nosso estudo (Gráfico 1).

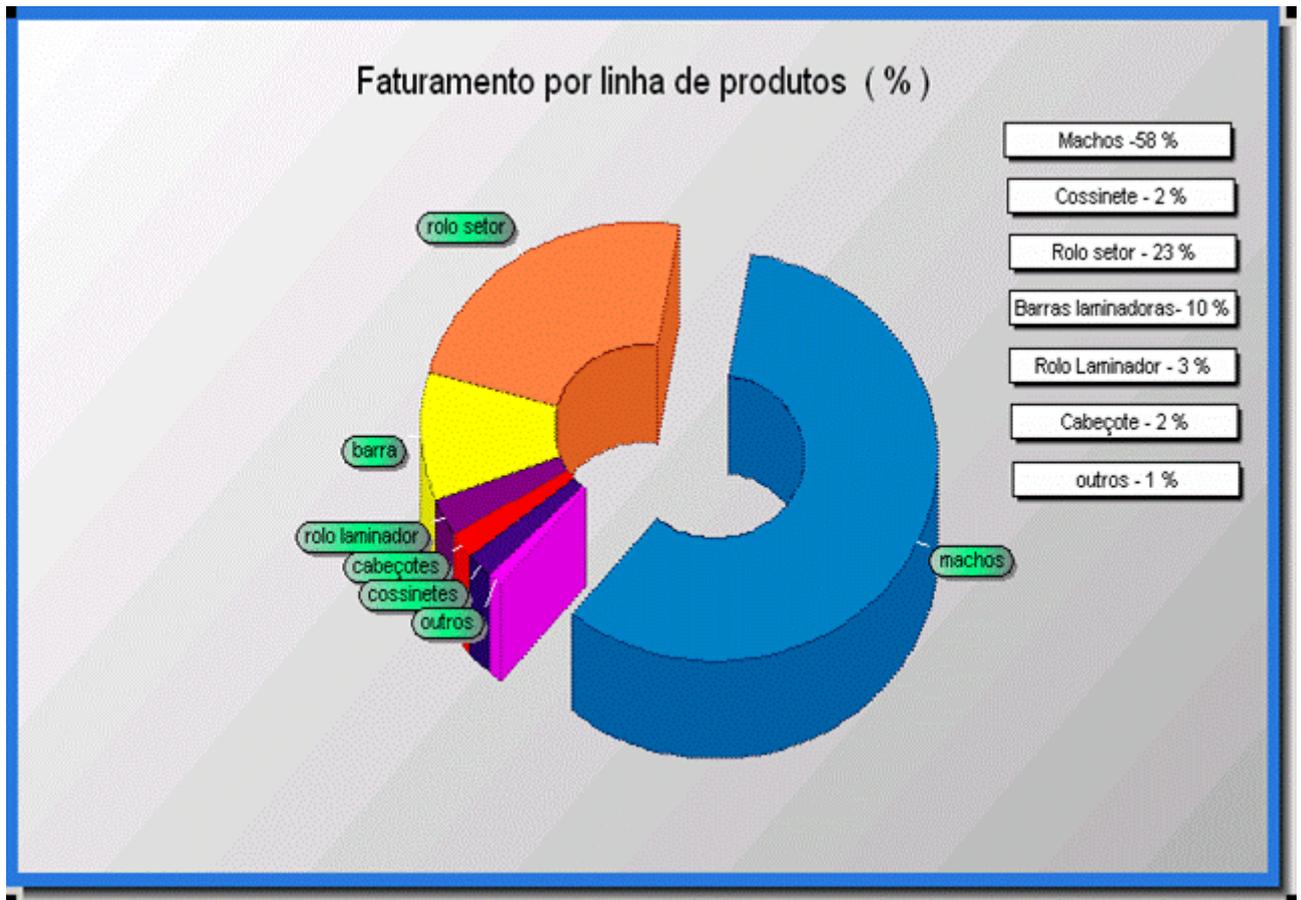


Gráfico 1 - Faturamento Zobor

Fonte: Elaborado pelo autor com dados Empresa Zobor (2007)

A produção anual de machos no período de 2003 a 2007 pode ser verificada no Gráfico 2 a seguir:

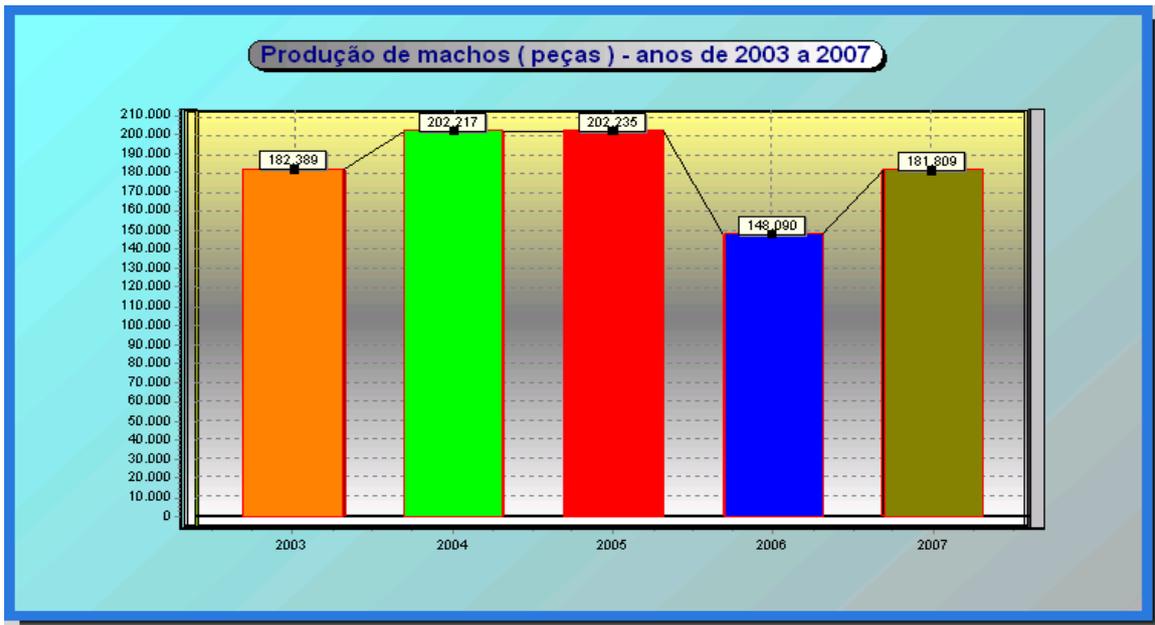


Gráfico 2 - Produção anual de machos 2003-2007
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados Empresa Zobor (2007)

6.2 Planejamento e Controle de Produção (PCP)

Para as necessidades estratégicas da organização a escolha por um dos sistemas de PCP (ou por uma combinação deles) constitui-se em uma importante decisão uma vez que o objetivo fundamental é o fornecimento de informações necessárias para o dia-a-dia do sistema de manufatura de maneira a minimizar conflitos entre vendas, chão de fábrica e finanças satisfazendo os clientes com produtos e os acionistas com lucros.

Foram estabelecidos três níveis hierárquicos:

- Nível Estratégico (longo prazo);
- Nível Tático (médio prazo);
- Nível Operacional (curto prazo)

A necessidade de atender de forma rápida e flexível à variada demanda do mercado normalmente em lotes de pequena dimensão foi o princípio básico adotado pela Zobor.

O quadro 4 a seguir demonstra a quantidade mínima (peças) por diâmetro que a Zobor faz para cada ordem de fabricação:

Ø Nominal		Qtd Pçs
De	Até	
M 2 - 3/32"	M 6 - 1/4"	100
> M 6 - 7/32"	M10 - 3/8"	80
> M 10 - 3/8"	M 14 - 9/16"	60
> M 14 - 9/16"	M 18 - 23/32"	40
> M 18 - 23/32"	M 25 - 1"	20
> M 25 - 1"	M 30 - 1.1/4"	5
> M 30 - 1.1/4"	M 39 - 1.1/2"	3
> M 39 - 1.1/2"	M 50 - 2"	2

Quadro 4 - Quantidade mínima (peças) produzidas pela Zobor
Fonte: Elaborado pelo autor com dados Empresa Zobor (2007)

No gráfico 3 a seguir pode-se verificar ao longo dos meses a quantidade de Ordens de Fabricação (OF's) para o ano de 2007.

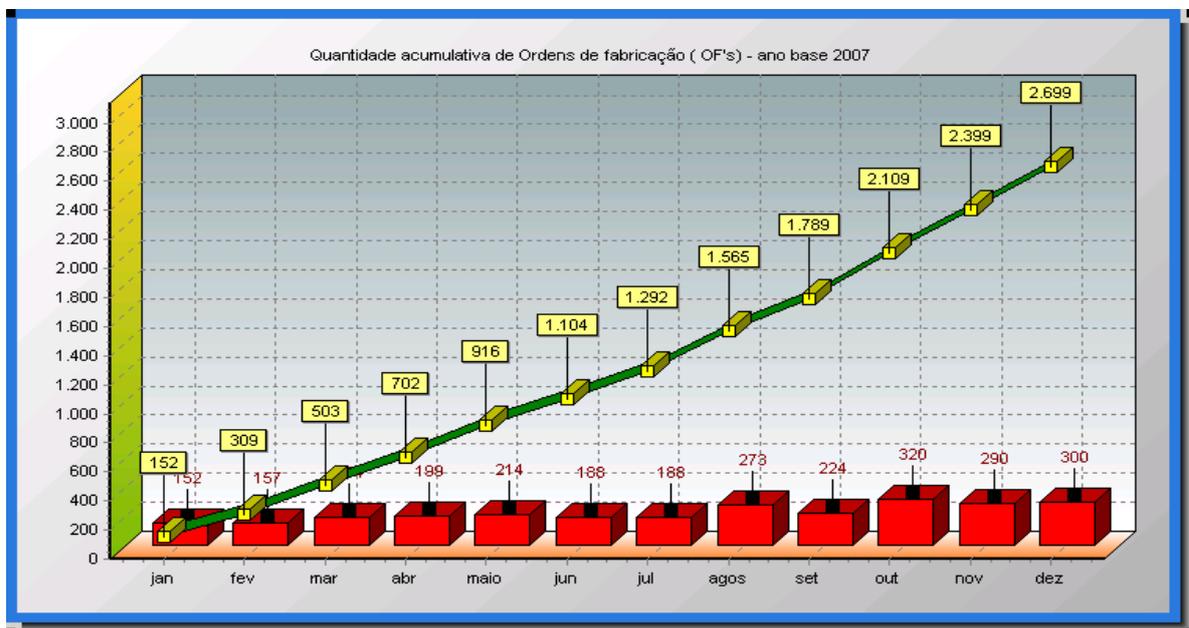


Gráfico 3 – Quantidade acumulativa de ordens de fabricação
Fonte: Elaborado pelo autor com dados Empresa Zobor (2007)

Para manter de produção de machos nivelada² e também para se atender a demanda de mercado foi fundamental encurtar os tempos envolvidos nos processos para que as linhas de produção produzissem a cada dia vários produtos diferentes.

A utilização do conceito de produção nivelada envolveu duas fases:

- a) programação mensal, adaptando a produção mensal às variações da demanda ao longo do ano;
- b) programação diária da produção, que adapta a produção diária às variações da demanda mensal.

As empresas concorrentes da Zobor são globalizadas com um poder de mercado superior para produção *Standard*. A empresa atua sob encomenda fabricando um lote mínimo de peças quando solicitados.

A partir do planejamento da produção é executada a programação mensal que é apoiado em previsões de demanda mensal e em um horizonte de planejamento que depende de fatores característicos da empresa, tais como: incertezas da demanda de produtos e *lead times* de produção.

Esta planificação mensal da produção transforma-se em um Programa Mestre de Produção que proporciona a quantidade de produtos finais a cada mês que devem ser fabricados e os padrões médios de produção diária de cada nível do processo.

A execução da programação diária é feita pela adequação diária da demanda de produção usando os princípios de puxar ordenadamente a produção, como o sistema *Kanban*.

Pela necessidade de conservar-se muitas vezes as linhas de produção balanceadas, para que a produção esteja integrada às variações da demanda a ênfase do sistema da produção enxuta praticada pela empresa para as linhas de produção é a flexibilidade.

² Nivelamento do tipo e de quantidade de produção durante um período fixo de tempo. Isso permite que a produção atenda eficientemente às exigências do cliente, ao mesmo tempo que evita o excesso de estoque, reduz custo, mão-de-obra e lead time de produção em todo fluxo de valor.

A produção de modelos mesclados de produtos teve como foco obter ganhos de produtividade com a flexibilidade da produção e da redução dos tempos de preparação de equipamentos facilitando uma produção ajustável às mudanças de curto prazo

Estabelecido o Plano Mestre de Produção e balanceadas as linhas de produção, para chegar na montagem final dos produtos, ou seja, do final ao início da produção de um produto é necessário "puxar" a produção dos componentes através de todos os estágios do processo produtivo.

Os sistemas MRP e MRPII passaram a ser utilizados mais como ferramentas de planejamento.

A empresa preferiu pela utilização conjunta do MRP II com o JIT para um gerenciamento mais vantajoso do sistema de manufatura onde o primeiro executaria um planejamento de todos os recursos da produção e o segundo atuaria como um sistema para alcançar-se a eliminação contínua dos desperdícios e da redução do lead time.

Todos os pedidos chegam a engenharia através do departamento de vendas. Este recebimento é diário e, no momento da entrega, são verificadas se todas as informações estão completas, ou seja, no pedido deve constar o tipo de produto, a qualidade, o prazo de entrega, o cliente, desenhos ou especificações correlacionadas, quando aplicável.

Para cada novo pedido é aberta uma ordem de fabricação, que contém os dados técnicos do produto e do cliente.

Os itens que fazem parte do relacionamento como estoque de segurança é controlado pelo PCP. A fabricação dos mesmos não é feita através de pedido, sendo que o departamento de vendas pode vender itens que estejam disponíveis para pronta entrega, desde que não interfiram na programação de outros clientes.

As ordens de fabricação são emitidas via sistema e liberada com as especificações técnicas e registro de inspeção e "set up". Esta especificação técnica orienta a preparação da máquina, sendo utilizada também pelos operadores para anotações dos registros de produção.

Os registros acompanham o lote durante toda a fabricação. Além disso, todas as máquinas possuem um cartão de produção onde são inseridos os dados relativos a fabricação. A produção é acompanhada todos os dias e os dados que mostram em qual etapa cada lote se encontra são passados em planilha e atualizados. Os cartões de produção são entregues ao PCP para verificação e apontamentos, que ao final do mês determinam a produtividade de cada setor.

O gerente de produção é responsável pela avaliação da disponibilidade de informações relativas às características do produto. Elas devem estar claramente definidas pelo pessoal da engenharia e vendas, que realizam os contatos com os clientes. O planejamento da produção, o monitoramento de processos e o monitoramento de produtos também fornecem indicadores para análise e execução desta atividade.

Todos os processos de fabricação estão estruturados e seguem um fluxo definido como pode ser visualizado na Figura 11.

A utilização e manutenção de equipamentos são feitos rotineiramente dentro das operações diárias de fabricação, através da limpeza e manutenção, pelos próprios operadores, evidenciados pelos registros nos *chek-lists*.

Durante a execução dos processos de fabricação, devem estar disponíveis equipamentos para medição e monitoramento dos produtos e processos. Estes especificados, nas próprias ordens de fabricação ou planos de controle.

A liberação dos produtos para expedição é realizada automaticamente com a conclusão das etapas de autocontrole prevista no processo.

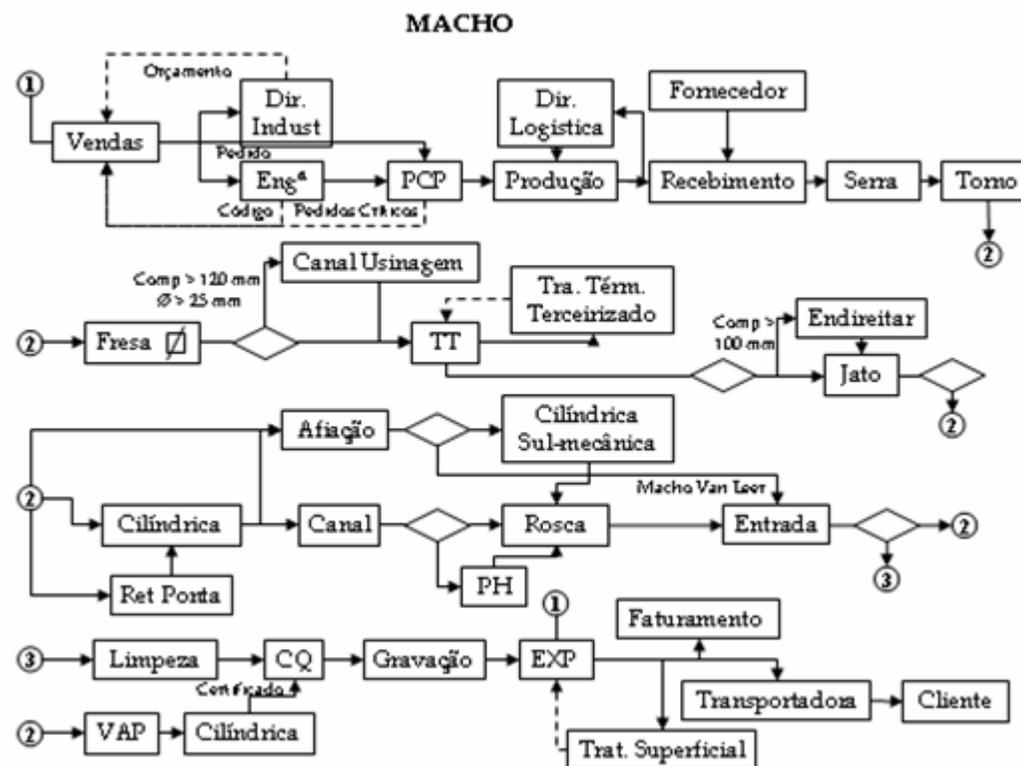


Figura 11 – Fluxograma da Empresa Zobor

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

6.3 Relacionamento da empresa com seus fornecedores

Entre a empresa e seus fornecedores foi criado o Programa da Qualidade de Fornecedores (PQF), que tem como foco firmar um leque de fornecedores que atuem como parceiros baseado em confiança mútua.

Na constituição de um quadro de fornecedores competitivos o PQF tem como objetivo principal ajustar e afinar os vínculos da empresa com sua cadeia de fornecedores para que:

- Melhorem continuamente sua qualidade e garantam a qualidade dos produtos e serviços fornecidos;
- Estejam tecnologicamente aptos a desenvolver novos produtos e promover melhorias contínuas em produtos existentes;
- Proporcionem total confiança quanto ao atendimento, quer seja em prazos, quantidades ou locais de entrega, praticando adequadamente as técnicas da produção enxuta;
- Sejam produtivos e operem com custos baixos, para que possam praticar preços acessíveis e justos.

Com este programa é possível orientar e fazer um acompanhamento contínuo dos fornecedores que se dedicam de forma funcional para o processo de melhoria contínua, atendendo plenamente os desenhos, especificações e demais requisitos de suprimentos e sempre que possível superando as expectativas da empresa.

A organização tem como estratégia conseguir fornecedores prioritários, onde os mesmos serão fonte única para o produto fornecido e/ou terão maior participação no volume de compras efetuado.

Existem duas maneiras pela quais os suprimentos são providenciados para a produção:

1. Suprimento para estoque; e
2. Suprimento para a produção.

O levantamento e identificação dos confiáveis fornecedores inicia-se após a análise e interpretação dos desenhos visando encontrar os que possuem condições de atender as especificações exigidas ao cronograma previsto.

Geralmente os materiais a serem adquiridos são divididos em famílias, que se encontram divididas:

- Grupo 1: materiais e componentes considerados estratégicos, em função da tecnologia envolvida no projeto ou manufatura, ou porque afetam diretamente a segurança do produto final;
- Grupo 2: materiais e componentes principais do produto final, não enquadrados no grupo anterior;
- Grupo 3: materiais e componentes genéricos, do produto final ou processo produtivo.

Com base na previsão de vendas é efetuado o planejamento e controle de materiais, que também envolve o estoque de componentes por meio do MRP (*Material Requirements Planning* – Planejamento das Necessidades de Materiais), que permite determinar a quantidade e o momento em que são necessários os materiais, no processo de manufatura. Com isto busca-se cumprir os programas de entrega dos produtos com um mínimo de formação de estoques.

O grau de interação com os fornecedores teve um desenvolvimento significativo desde quando foi dado o início do programa lean. As reuniões são organizadas, onde são esclarecido o que eles não poderiam mandar de desvios e os mesmos frente aos problemas que se levantavam, traziam planos de implementação e ação em suas fábricas que permitiriam que aqueles defeitos que até então eles tivessem e estávamos recebendo, nunca mais voltariam a acontecer.

A empresa trabalha com um tempo de suprimento de 30 dias em todos os produtos, do Grupo 1 e em média 10 dias para os do Grupo 2 e 3.

Nas linhas de produção a empresa documenta qualidade dos produtos utilizados de forma contínua através do Nível da Qualidade do Fornecedor (NQF) que é disposto nos informativos mensais da qualidade. Estes índices auxiliam o fornecedor na avaliação contínua da qualidade produzida, permitindo uma atuação preventiva na eliminação de uma fonte potencial de problemas.

A fábrica conta com 42 fornecedores sendo que 65% são certificados.

Os fornecedores de materiais serão avaliados conforme Índice de Qualificação (IQ); sendo que os resultados são apurados na primeira quinzena do mês subsequente a avaliação.

Os critérios para a elaboração da lista para avaliação e qualificação dos fornecedores são : econômico,estratégico,funcionamento e segurança

O Índice de Qualificação (IQ) é composto de :

- CERT - Certificado de Qualidade ISO 9000 ou TS16949;
- RNC - Relatório de não conformidade;
- PPE - Pontualidade no prazo de entrega;
- ARNC - Atendimento de Relatório de Não Conformidade no prazo de 10 dias.

A seguir Quadro 5

Sistema de pontuação	Atende Requisitos	Atende parcialmente	Não atende Requisitos
CERT	10	-----	5
RNC	10	-----	5
PPE	10	5	1
ARNC	10	5	1

Quadro 5 - Sistema de pontuação de fornecedores

Fonte: Empresa Zobor (2007)

Nota: A eficácia da ação tomada será verificada no primeiro lote fornecido após a sua efetivação

Fórmula de calculo

Pontos obtidos=(CERT x 2) + (RNC x 5) + (PPE x 1) + (ARNC x 2)

$$\text{Calculo para a obtenção de IQ} = \frac{\text{Pontos obtidos}}{\text{Pontos possíveis}} \times 100$$

Maximo de pontos possíveis= 100 pontos

Os fornecedores serão classificados para o índice de qualidade (IQ), em três faixas a saber:

- $\text{IQ} \geq 95\%$, isto é , atende plenamente aos requisitos;

Os fornecedores estão aptos a fornecerem seus produtos normalmente.

- $70\% \leq \text{IQ} < 95\%$, isto é, atende os requisitos;

Os fornecedores receberão as notas referentes ao seu desempenho, sendo solicitado dos mesmos, melhorias que serão averiguadas nas entregas subseqüentes.

- $\text{IQ} < 70\%$, isto é, não atende os requisitos.

Os fornecedores serão notificados de seu desempenho e em permanecendo nesta faixa durante três avaliações consecutivas, o setor de compras será responsável pela marcação de uma reunião envolvendo compras, qualidade, engenharia e usuário para decidir

sobre a permanência ou descontinuidade do subcontratado em questão.

6.4 Implementação do *lean manufacturing*

Durante a implementação *lean* teve como resultado a alteração do comportamento e das atitudes das pessoas. Os trabalhadores antigos e adaptados a um maneira pouco eficaz, tiveram dificuldades com o novo método em que muitas das folgas, e também as sobrecargas e distorções de trabalho, foram canceladas, Esse suporte manteve-se ao longo do tempo evitando-se demissões, utilizando as pessoas em novas atividades que agregam valor e possibilitando assim a expansão dos negócios em condições mais competitivas.

No meio da organização foi detectado a maior dificuldade, indo desde os supervisores até os gerentes que ficaram confusos com os novos papéis esperados. As novas incumbências incluídas posicionaram estes funcionários em um outro patamar de importância, essenciais para garantir o sucesso de transformação. Eles projetam os recursos e decidem as expectativas, avalizam a Estabilidade através de um critério “mão na massa”, procuram se aproximar das situações reais e usam o método científico de resolução de problemas. Este *staff* teve de adquirir uma visão sistêmica para reconhecer as semelhanças entre as partes e os requisitos do negócio incluindo a isto também muito mais capacidade de planejamento.

O nível médio da Zobor teve relutância de identificar seus novos papéis no novo sistema por serem forçados a procurar novos conhecimentos, porque estavam acostumados a “apagar incêndios”, o que os tornava mais importantes, na visão tradicional deles e por se sentir agora menos valorizados do que os operadores, entre outros fatores.

A empresa teve que buscar a estabilidade básica no decorrer da implantação antes de dar continuidade dos elementos *lean* mais sofisticados serem utilizados.

Após forte supervisão nas linhas de produção, com materiais disponíveis com poucos defeitos, redução nos problemas na disponibilidade dos equipamentos houve uma maior facilidade na implementação.

O sistema produtivo da empresa não consegue obter fluxo perfeito em ritmo , de acordo com o tempo *takt*³ ,sem a disponibilidade das maquinas e recursos humanos adequados.

Para se alcançar estabilidade básica, a empresa concentra-se nos quatro elementos chaves, correspondentes ao 4M's que são identificados a seguir.

- **Mão-de-Obra:** A estabilidade básica se dá com mão-de-obra bem treinada. Utiliza-se de três componentes específicos de treinamento para os supervisores de produção – Instrução de Trabalho, Métodos de Trabalho e Relações do Trabalho.

A Instrução de Trabalho ensina aos supervisores como planejar os recursos corretos que a produção necessita como desdobrar as tarefas e como ensinar às pessoas de maneira segura, correta e consciente. Os Métodos de Trabalho ensina como analisar tarefas e como fazer melhorias simples dentro do seu domínio de controle. Cada e toda atividade é considerada para planejar a melhoria. Os supervisores aprendem a questionar por que uma atividade é feita de determinada maneira e se é possível ser eliminada, combinada com outra, reorganizada ou simplificada. Relações no Trabalho ensinava aos supervisores como tratar as pessoas como indivíduos e a resolver problemas comuns de relacionamento humano no ambiente de trabalho ao invés de ignorá-los.

Tais treinamentos ajudam os supervisores a criar uma rotina básica e disciplina nos grupos de trabalho.

³ Tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente. Por exemplo, se uma fábrica opera 480 minutos por dia e a demanda do cliente é de 960 unidades diárias, o tempo *takt* é de 30 segundos.. O objetivo do tempo *takt* é alinhar a produção à demanda, com precisão, fornecendo um ritmo ao sistema de produção *lean*.

- **Máquinas** - Não precisa ter equipamentos com disponibilidades perfeitas, e sim, conhecer a demanda dos clientes, a capacidade do processo e a média real de produção. As instabilidades relacionadas a máquinas ocorrem apenas quando não há capacidade de produção demonstrada para suprir a demanda.
- **Materiais** - A redução do tempo e a diminuição do desperdício compreendido entre o pedido e a sua devida entrega acompanhado da redução dos estoques no fluxo de valor é o objetivo do *lean* implementado na empresa. Em determinados pontos do fluxo de valor devido ao seu processo produtivo, a empresa, necessita aumentar um pouco os seus estoques, pois sofre constantemente com a instabilidade básica.

Uma das razões desta preocupação na empresa é de que em alguns processos pode-se realizar fluxo de uma peça ou de pequenos lotes. Porém, para um processo em grandes lotes, uma quantidade de peças em estoque é necessária para cobrir o tempo em que outras peças estão rodando ou ferramentas estão sendo trocadas.

Este acúmulo de peças necessárias é composto pelo que a produção chama de "estoque⁴ do ciclo", "estoque pulmão" e pelo "estoque de segurança".

- **Métodos** - Métodos "padrão" para a manufatura são adotados na empresa para se atingir a estabilidade básica. Quando for necessário alterar algo no sistema produtivo utiliza-se um padrão, que nada mais é do que uma ferramenta de medição que serve de base para comparação de como algo está sendo feito.

⁴ Estoque do ciclo" (quantidade de peças para cobrir uma demanda média e o tempo de acionar o reabastecimento), "estoque pulmão" (peças para cobrir variações fluxo acima ou da demanda do cliente) e pelo "estoque de segurança" (peças para cobrir perdas como refugos ou tempos de máquinas paradas que ocorrem naturalmente).

Todos os funcionários da organização são incentivados a fazer mudanças desde o início de sua contratação para o que a empresa chama de mentalidade de melhoria.

Garantir a estabilidade, na Zobor, além de também influir fortemente na causa raiz dos problemas internos de produção age em paralelo como proteção das operações das instabilidades externas conjunturais da demanda ou criadas artificialmente por vendas e marketing.

Com a implementação da estabilidade houve uma melhora significativa, pelo setor produtivo, de uma lista de respostas como, por exemplo, de como melhorar a manutenção e a disponibilidade das máquinas, identificar *poka-yokes*⁵ e outros dispositivos de baixo custo para não deixar que os problemas de qualidade ocorram, estabilizar as trocas para garantir o tempo pré-estabelecido, implementar um novo tipo de organização interna no chão da fábrica, a começar do líder da equipe que deve estar o mais próximo possível dos operadores para ajudá-los em caso de problemas pois o operador precisa estar o tempo máximo possível criando valor para o cliente e ter o suporte necessário para isso.

A definição das atividades de todos os operadores consta no trabalho padronizado. O ritmo de demanda que significa o tempo *takt* também está incluso, a seqüência exata de trabalho em que o operador executa dentro do tempo *takt* e o estoque padrão no processo necessário para manter o fluxo ininterrupto. Na Zobor o trabalho padronizado pode alterar de acordo com a natureza dos processos (por exemplo, montagem manual, usinagem, processos contínuos etc.), mas a relação fundamental não é modificada satisfazendo os níveis de qualidade, produtividade, segurança e ergonomia.

As principais razões que dificultam a adoção do trabalho padronizado dentro da empresa foram as seguintes:

⁵ Métodos que ajudam os operadores a evitar erros em seu trabalho, tais como escolha de peça errada, montagem incorreta de uma peça, esquecimento de um componente etc. Também conhecido como *poka-yoke* (*à prova de defeitos*) ou *baka-yoke* (*à prova de bobeira*).

- dificuldade de trabalhar de acordo com o tempo *takt*;
- instabilidade dos processos;
- confusão entre Trabalho Padronizado e Padrões de Trabalho (*Operation Standards*).

A quantidade de desperdícios que consegue erradicar é identificado bem como melhorias na qualidade e ergonomia ficando nítido que os problemas exigem respostas mais rápida uma vez que tornam-se mais visíveis.

Na empresa, o trabalho padronizado, é principal ferramenta para fixar métodos bem definidos, assim como, de resguardar a estabilidade no setor produtivo promovendo a previsibilidade e consistente disponibilidade dos 4 Ms (material, máquina, método, mão-de-obra) que é baseado na manutenção do *takt time* estabelecido no planejamento estratégico pela diretoria.

Para sustentar cada um deles, é necessário a aplicação de diversas ferramentas bastante conhecidas. O dimensionamento adequado dos supermercados e os sistemas puxados, somado com os processos em termos de qualidade, garantem o provisionamento de materiais. As instruções de trabalho, junto com os programas de treinamento e a ajuda dos líderes das equipes estabilizam a mão de obra.

6.5 Treinamento para a polivalência

A capacitação para a polivalência é feita por meio de treinamentos, porque houve uma mudança cultural na empresa, com o envolvimento de todos da administração, com o intuito de descentralizar as informações.

A empresa utiliza os seguintes procedimentos para a obtenção de operadores polivalentes:

- Os supervisores e encarregados são treinados executando as suas funções essenciais, depois sendo capacitados para troca de funções.

Com isso a empresa pretende deixar todos aptos e devidamente capacitados a entender precisamente todas as funções que representem as suas respectivas áreas de trabalho;

- Os operadores são treinados especificamente e especializá-lo em uma determinada função, e só depois capacitá-lo para outras funções. E, a partir deste ponto os supervisores se encarregam de planejar a troca das rotinas de operações-padrão, esse passo seguinte do treinamento já é feito pelos próprios operadores, no qual cada operador irá treinar o vizinho, e vice-versa.

Para estimular os operadores para a polivalência a empresa forma grupos de melhorias. Esses grupos são definidos como grupos de discussão e sugestão de melhorias contínuas no sistema produtivo. Formados essencialmente por operadores diretos, compostos através de esquemas espontâneos e segundo semelhança de atividades exercidas.

O programa de treinamento foi elaborado basicamente a partir de dois tipos de informações: carência de formação e das necessidades específicas do momento, ambas identificadas através da matriz de versatilidades.

Quando uma função não é plenamente preenchida pela pessoa que a exerce, mas ainda assim ocorre a adequação, estes itens faltantes podem ser incorporados ao programa de treinamento para que em curto, médio ou longo prazo esta carência seja definitivamente eliminada. Quando não houver interesse de desenvolvimento desta pessoa por parte da empresa, esta carência será desconsiderada, porém exigida na próxima contratação.

A matriz de versatilidades da empresa (Figura 12) é elaborada quando da formação das descrições de cargos anualmente revista, incluindo as necessidades relativas à novos processos, novos equipamentos. De posse de todas as informações, o setor de treinamento elabora um relatório geral para ser enviado à diretoria para aprovação.

O resultado desta análise é formalizado no Plano Anual de Treinamento (PAT). Após aprovação, o PAT é divulgado para toda a organização.

Durante a validade do PAT podem ocorrer situações extraordinárias que devem ser obrigatoriamente registradas por escrito e essas situações envolvem: treinamento não programados, alterações de pessoal e cancelamento/prorrogação de treinamentos.

Para evidenciar a realização dos treinamentos, são mantidos registros, que podem estar sob a forma de listas de presença, meios eletrônicos, certificados, atestados, diplomas, etc. As horas de treinamento anual dos funcionários podem ser verificadas no Gráfico 4.

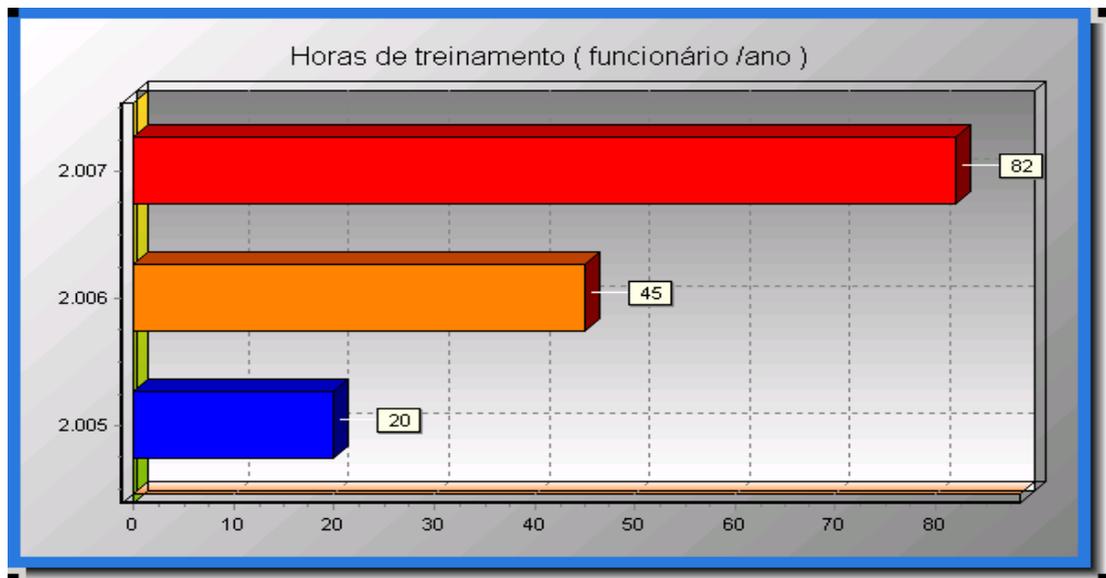


Gráfico 4 – Horas de treinamentos

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

A eficácia dos treinamentos é verificada através da comparação dos resultados obtidos com o objetivo planejado. Esta avaliação deve ocorrer até no máximo (três) meses após a realização do mesmo. Através de formulário específico.

Os novos funcionários são submetidos a uma adaptação após sua contratação, para que tenham uma visão ampla da empresa e principalmente da área onde irão trabalhar.

Com a polivalência dentro da organização reduziu-se a fadiga e o estresse com a diversificação das ações físicas e o deslocamento do operador entre os equipamentos da célula cortando-se a excessiva repetição dos movimentos de uma única operação, tornando-se a rotina de atividades-padrão menos monótona e eliminando o potencial de ocorrer doenças devido a esforços repetitivos.

A troca de informações e a intensificação dos treinamentos junto aos funcionários fez com que houvesse uma elevação cultural, adquirindo mais conhecimentos técnicos sobre os processos com os quais trabalham e, de forma gradual, enriqueceram sua cultura geral, resultando para a empresa em um quadro de pessoal mais eficiente tecnicamente e mais evoluído culturalmente.

Além de ter uma metodologia de planejamento e produção a empresa busca também uma equipe coesa e voltada para o mesmo objetivo a ser implementado.

Na Zobor não se verifica inspetores em pontos finais de linha. Há operadores em cada etapa do processo e um mapa onde consta o que deve controlar e garantir em termos de qualidade, procurando realizar isto na própria etapa de trabalho. A empresa tem também os técnicos de qualidade, cuja responsabilidade é buscar resolver problemas crônicos e contribui também com o conhecimento técnico para evitar que os problemas repetitivos tornem a ocorrer. Estas equipes são formadas por pessoas que trabalham em torno de um processo produtivo. Outra característica dos *Times* Autogerenciáveis dentro da empresa é que, devido à sua responsabilidade, têm a necessidade de serem mais ágeis e flexíveis para atender às constantes e rápidas mudanças de mercado. Portanto, seus membros devem ser polivalentes e cada vez mais aprenderem uma série de funções.

Os índices atingidos foram que 93% melhoraram a produtividade, 86% diminuíram os custos de operação, 86% melhoraram a qualidade, 70% melhoraram suas atitudes com os funcionários.

6.6 Melhoria contínua

Durante as reuniões de análise crítica do Sistema de Garantia de Qualidade (SGQ) a alta administração determina os índices de melhoria a serem atingidos determinando os objetivos para a contínua melhoria dos indicadores analisados, através da instituição de ações, prazos e responsáveis, indicados conforme a ata de reunião e demais registros.

A melhoria contínua dentro da organização tem como objetivo:

- Reduzir os tempos de produção;
- Reduzir as instabilidades do processo;
- Aperfeiçoar a produtividade bem como a satisfação dos clientes;

- Reduzir os custos internos de fabricação;
- Melhorar o ambiente de trabalho com treinamentos e adequar a infraestrutura;
- Problemas internos (refugos, retrabalhos, devoluções e reclamações).

A empresa mantém e gerencia a aplicação do ciclo de aperfeiçoamento contínuo por meio do Método PDCA⁶ e SDCA⁷.

A metodologia aplicada pela Zobor baseia-se na obtenção de dados que justifiquem ou comprovem teorias ou hipóteses previamente levantadas. A identificação do problema pode ocorrer em qualquer departamento da empresa e, não necessariamente por uma pessoa especializada no assunto qualidade. Mas, o departamento de qualidade dentro da Zobor tem a função de evidenciar essas oportunidades. Para cada problema identificado e priorizado, em função de riscos, custos e benefícios para o negócio, pode ser estabelecido um projeto de análise e solução.

O objetivo é definido mais em função da problemática do que em termos de departamento ou da própria organização. Deve-se considerar a possibilidade de cooperação dos diversos setores.

Tanto as diretrizes como as metas são documentadas e distribuídas para o conhecimento de todos. Posteriormente a Zobor definiu uma rotina de trabalho (uma metodologia) a ser seguida para o cumprimento da meta estabelecida que pode ser visualizada na Figura 13 a seguir.

⁶ Planejar (Plan), Desenvolver (Do), Controlar (Check) e Aprimorar (Act).Ciclo de melhoria baseado no método científico de se propor uma mudança em um processo, implementar essa mudança, analisar os resultados e tomar as providências cabíveis. Também conhecido como Ciclo de Deming ou *Roda de Deming*, pois quem introduziu o conceito no Japão nos anos 50 foi W. Edwards Deming.

⁷ Padrão (*standard*), Desenvolver (Do), Controlar (*Check*) e Aprimorar (*Act*)

Gerenciamento para Manter e Melhorar Resultados

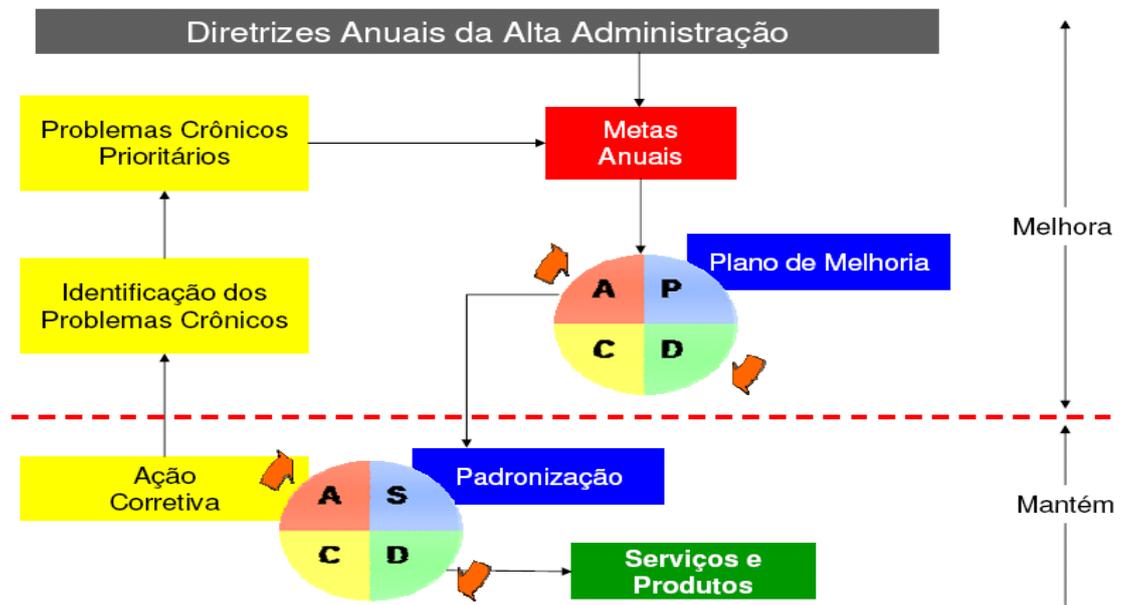


Figura 13 – Gerenciamento para manter e melhorar resultados
 Fonte: Empresa Zobor (2007)

Uma das ferramentas para a melhoria contínua em todos os aspectos refletindo diretamente na produtividade e na qualidade sem custos ou com mínimo investimento é a utilização do *Kaizen*⁸.

A empresa elabora um mapa do modelo operacional tornando visíveis os problemas para que todos possam enxergar e, mais importante, todos concordem que esses são os reais problemas, a partir do entendimento do que está acontecendo. A partir desse mapa, torna-se mais fácil entender o que é “anormal”, permitindo ações corretivas e possibilitando a real melhoria.

Isso levou a empresa a definir as ações necessárias e principalmente, as prioridades e metas, utilizando-se dos seguintes princípios:

1. Resolver totalmente o problema do cliente ao garantir que todo produto ou serviço funcione;

⁸ Melhoria contínua de um fluxo completo de valor ou de um processo individual, a fim de se agregar mais valor com menos desperdício. Há dois níveis de *kaizen*: **1.** *Kaizen* de sistema ou de fluxo, que enfoca no fluxo total de valor. Dirigido ao gerenciamento. **2.** *Kaizen* de processo, que enfoca em processos individuais. Dirigido a equipes de trabalho e líderes de equipe.

2. não desperdiçar o tempo do cliente;
3. oferecer exatamente o que o cliente deseja;
4. oferecer o que é desejado exatamente onde ele deseja;
5. oferecer o que é desejado onde é desejado exatamente quando é desejado;
6. adicionar continuamente soluções para reduzir o tempo e o esforço exigido pelo cliente.

Para monitorar os resultados alcançados pelo *Kaizen* a empresa estruturou uma equipe *Kaizen*, com um supervisionamento direto à diretoria. Esta equipe é responsável por providenciar os temas de *Kaizen* junto às gerências e garantir toda a infra-estrutura e informações de que a equipe necessitar para a realização dos eventos. Suas atribuições estão todas envolvidas com a organização e acompanhamento das atividades relacionadas à melhoria contínua.

Os passos seguidos na implantação do sistema *Kaizen* foram:

1. Tomar a decisão de se produzir sob encomenda ou então produzir para um supermercado de produtos acabados, podendo muitas vezes ser um sistema misto, uma combinação das duas modalidades;
2. Definir as quantidades de produtos nos supermercados e a sua forma de organização;
3. Definir o processo puxador e os mecanismos para a programação e o nivelamento;

4. Programar sistemas puxados via supermercados nos processos anteriores fluxo acima (ou os FIFOs fluxo abaixo)⁹ assim como os disparos e a programação dos processos em lotes, se houver;
5. Estabelecer formas de sustentar e melhorar o sistema puxado nivelado.

Desta forma foi implementado o *Kaizen* do sistema em que todos os fluxos de valor de todas as famílias de produtos passam a operar dentro da lógica *lean*. Dessa maneira, eliminou-se a necessidade de sistemas centralizados e hierarquizados de controle de produção via MRP.

Para a Empresa Zobor o *Kaizen* do sistema é importante, sendo feito em dois tipos, a saber:

1. **O kaizen pontual ou de processo** - é focalizado em melhorias específicas, dadas por profissionais de todas as áreas da empresa de como melhorar o trabalho, idéias para a implementação de dispositivos a prova de erro etc. Essa ferramenta é baseada em, programas de sugestões individuais ou em grupos de Círculos de Controle de Qualidade. ou também, serem formalizados em *kaizens* de 1 semana ou *Kaizen Blitz*¹⁰ que pode ser verificado no quadro a seguir:

⁹ Princípio e prática de manter precisão na produção e na seqüência de movimentação de materiais, garantindo que a primeira peça a entrar em um processo ou local de armazenamento também seja a primeira peça a sair. Isso assegura que as peças armazenadas não se tornem obsoletas e que problemas de qualidade não sejam ocultados pelo estoque. O first in first out (FIFO) é uma condição necessária para a implementação do sistema puxado.

¹⁰ Os participantes se consideram, de forma geral, muito satisfeitos com a semana da qual participaram, avaliam as metas como bem elaboradas e acreditam que as alterações propostas trazem melhorias para suas áreas.

Agenda Semana Kaizen					
Período	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
08:00 – 09:30	Livre	Levantar dados			Se dedicar a preparação da Apresentação final
09:30 – 10:00	Abertura	Analisar o fluxo, Fazer o diagrama “spaghetti”	Implantação das idéias e ações (DO – Fazer)	Implantação das idéias e ações (ACT-Agir)	
10:00 – 10:30	Apres. Equipe	Cronometrar medir, ver equipamentos. (PLAN – Planejar)			
10:30 – 12:00	Trein. Técnico e comportamental				
12:00 – 13:00 Almoço					
13:00 – 16:00	Apresentação Individual	Fazer o Fluxo atual e o gráfico agrega e não agrega valor	Implantação das idéias e ações (DO – Fazer)	Implantação das idéias e ações (ACT-Agir)	Ensaio apresentação final Foto Grupo Apresentação do grupo Celebração
16:00 – 17:00	Conhecer a área	Apresentação dos líderes	Apresentação dos líderes	Apresentação dos líderes	
17:00 – 18:00	Depois ver in loco o processo (PLAN)	Brainstorming dentro do quadrante PLAN – Planejar)	Implantação das idéias e ações (ACT – Agir)	Preparar slides para a apresentação final	

Quadro 6 - Semana Kaizen

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

2. **Kaizen de fluxo ou de sistema** – aborda um fluxo de valor de uma família de produtos e se implementam ações que trazem substanciais melhorias nesse fluxo. A ferramenta do Mapeamento do Fluxo de Valor dentro da empresa é o principal instrumento para isso a implementação dos estados futuros tende a demandar uma série de *kaizens* pontuais, como a redução de tempos de troca, implementação de células para garantir fluxo contínuo, aumentos na disponibilidade e melhorias na qualidade, implementação de sistemas puxados etc, todos focalizados em torno das metas específicas para esse determinado fluxo de valor. Contudo, esses *kaizens* pontuais são puxados pela necessidade de se atingir o estado futuro proposto.

Com relação ao programa de treinamento na metodologia *Kaizen* participaram representantes da logística, tecnologia, qualidade e principalmente produção.

Os assuntos estudados foram anomalias de produto, peças com defeitos, falhas no processo, sistemas de produção, saturação, ambiente de trabalho, ciclo de operações, auto controle, ambiente de trabalho e etc.

Todos esses temas foram abordados sistematicamente nas reuniões. Os fatores considerados como importantes para o sucesso da implantação foram por ordem de incidência.

- Comprometimento e envolvimento das pessoas;
- Acompanhamento efetivo do trabalho da equipe formada;
- Definição das prioridades;
- Integração dos departamentos;
- Apoio da direção e gerentes.

Com relação à metodologia *Kaizen* apenas 25% das pessoas tinham conhecimento desta metodologia de qualidade. O quadro 7 indica a percepção dos funcionários com relação a esta metodologia de implantação do *Kaizen*.

Percepção dos Funcionários	Sim (%)	Não (%)	Em parte (%)	Não sabe (%)
Estabelecimento de metas	35	30		35
Conhecimento do valor das metas	15	60		25
Participação na equipe	65	20	9	6
Definição dos objetivos	88	12		
Participação na definição dos objetivos	55	45		
Entendimento dos objetivos	65	11	24	
Participação e envolvimento da chefia	40	30	30	
Criação de indicadores para avaliação	70	15	15	
Quantificação e mensuração dos indicadores	50	20	30	
Atingimento na implantação do projeto	40	30	15	15

Quadro 7 - Dados para implantação *Kaizen*

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Os itens críticos para que a metodologia *Kaizen* funcione adequadamente são o roteiro, a disciplina, os métodos aplicados e as pessoas envolvidas com relação a esta afirmativa 65% das pessoas concordavam totalmente, 25% concordavam em parte e 10% não sabiam. A tabela 2 mostra os resultados que os operadores esperavam obter, após implantação do *Kaizen*.

Tabela 2 - Resultados da expectativa da implantação Kaizen

Redução das anomalias	100%
Aumento da qualidade	95%
Redução das falhas no processo	92%
Integração da área	93%
Melhoramento contínuo das operações (atividades)	89%

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Ainda em relação à implantação do Kaizen os fatores que afetaram o processo são:

- Falta de tempo e recursos humanos;
- Falta de conhecimento real sobre o assunto;
- Falta de visão do *kaizen* como um todo;
- Dificuldades com a metodologia escolhida;
- Esclarecimento de dúvidas por parte da liderança;
- Falta de compromisso e apoio de alguns participantes;
- Dificuldades na tomada de decisões;
- Falta de definição;
- Falta de interesse;
- Outra metodologia em paralelo;
- Paradas técnicas contínuas;
- Férias programadas em última hora.

A participação individual dos componentes da equipe foi considerada muito boa por 58% dos participantes e boa por 42% deles.

A liderança da área foi avaliada por 85% dos participantes com grau bom de participação e por 15% com grau médio¹¹.

Numa escala de 1 a 5, sendo este ultimo para nível excelente, a liderança e os coordenadores da empresa auto avaliaram-se com uma nota de 4,2, em pressão exercida sobre o projeto; 4,0 no acompanhamento dos prazos estabelecidos; 4,1 em facilidade na resolução dos problemas surgidos e 4,3 na avaliação dos resultados e alcançados pela equipe. Os resultados desta metodologia fica demonstrada na tabela 3:

Tabela 3 - Resultados do *Kaizen* 2005-2007

Resultados de Kaizen	Total
Nº de kaizens	120
Produtividade	+35%
Lead time	-40%
Participantes	120 – 100% da empresa
Participações	340
Área disponibilizada	5340 m2
Refugo + retrabalho + devolução	-60%
Pontualidade entrega	+30%
Atingir budget faturamento	+25%

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

¹¹ Verificou-se nesta investigação que a profundidade da filosofia está diretamente relacionada com o conhecimento dos gestores . Observou-se que quanto mais esses colaboradores encaram conhecer a filosofia *Kaizen* mais eles acham que ela é essencial dentro do processo de melhoria contínua.

6.7 Satisfação de clientes

A medição dos produtos é realizada no estágio de fabricação (durante o processo) e final (produto acabado). Estas medições são realizadas com base nos planos de controle definidos por produto e estágio de fabricação.

As características a serem controladas são definidas pelo departamento de Engenharia em função da criticidade para a qualidade do produto e também para respectiva funcionalidade e adequação ao uso, tomando-se como base as expectativas definidas pelos clientes, em forma de desenho e especificações. As medições são registradas em formulário específico e evidenciam o atendimento aos critérios de aceitação. Todos os estágios de controle devem ser concluídos satisfatoriamente ou serem aprovados sob concessão do cliente

O monitoramento do nível de qualidade dos produtos é acompanhado através da análise dos dados coletados. Os dados coletados são transformados em indicadores pela Engenharia, permitindo assim o mensuramento e comparação com períodos anteriores, indicadores de mercado ou padrões preestabelecidos pelos clientes. Os indicadores utilizados são os índices de refugo, de retrabalho; de devolução e da capacidade dos processos. O gráfico 5 a seguir ilustra o comparativo entre os anos de 2005 a 2007.

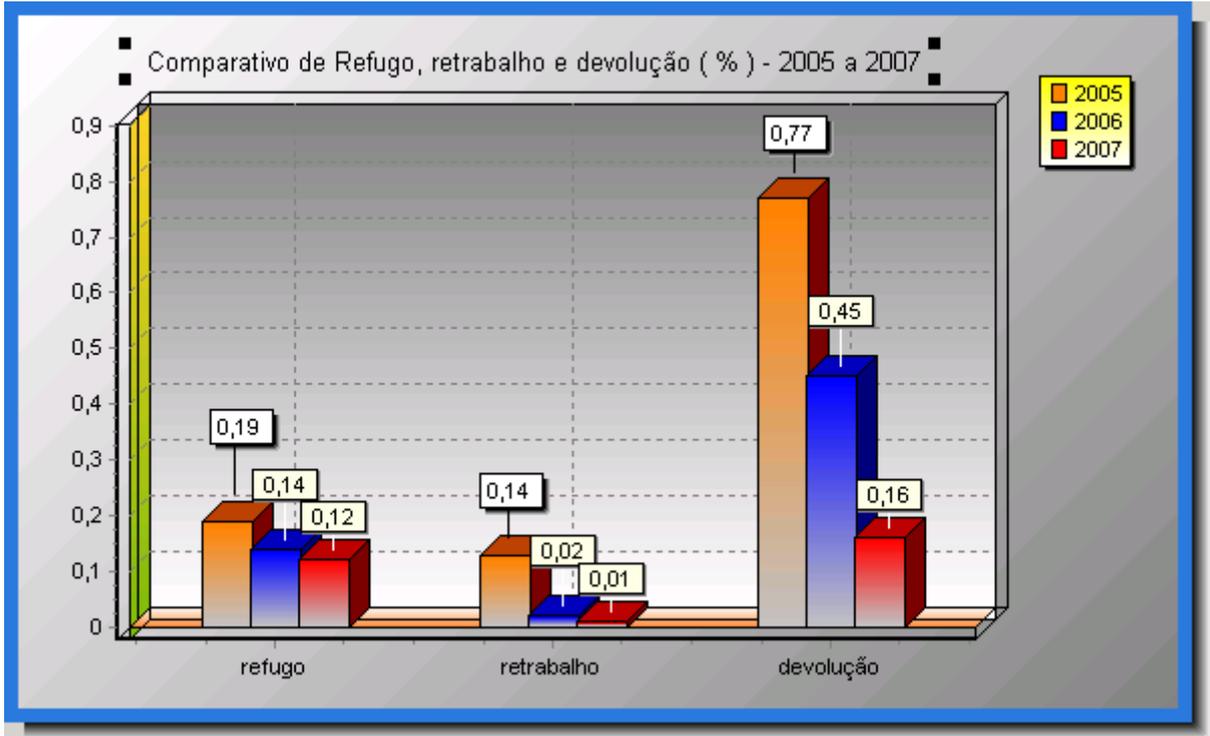


Gráfico 5 – Refugo – retrabalho e devolução 2005 a 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

O indicador sugerido pela diretoria para a somatória das médias dos custos totais (retrabalho, refugo e devolução) para 2007, foi de 0,25%. Em análise ao gráfico 6 a seguir, nota-se que o objetivo não foi atingindo, mas ano a ano o índice vêm reduzindo sensivelmente.

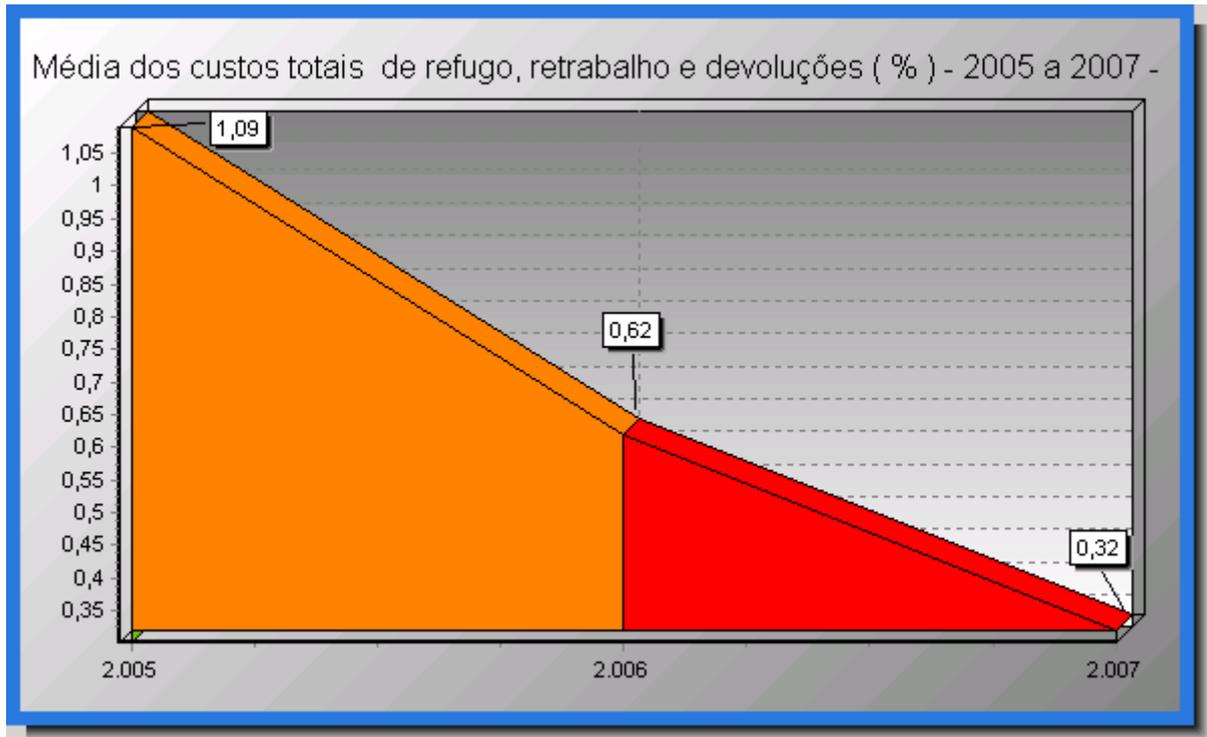


Gráfico 6 - Média custos totais 2005-2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Um novo projeto ou desenvolvimento de um novo produto é resultado de uma necessidade específica de um cliente. Esse processo é submetido a análise e aprovação pela Diretoria e pelo departamento de engenharia da Zobor. Os dados de entrada de um novo produto podem ser fornecidos pelo próprio cliente ou desenvolvido pela empresa. Neste caso, é realizada consulta aos arquivos de documentação para obtenção de projetos similares, processos e ferramentais que podem ser utilizados para este fim.

Os dados são analisados criticamente quanto a adequação, utilizando-se a experiência profissional e conhecimento da capacidade de fabricação da empresa pela engenharia (o processo poderá ser visualizado em anexo com a figura (processo de projeto e desenvolvimento de novos produtos).

Os processos do projeto ou desenvolvimento de produto prevêem a documentação das informações que são transformadas em especificações internas como tabelas, desenhos. A análise dos dados é realizada com intuito de verificar o

atendimento aos requisitos de entrada; fornecer informações adequadas à produção e aos serviços associados bem como referenciar os critérios de aceitação.

A análise dos dados é subdividida em:

- Análise crítica – esta análise pode ser realizada inclusive durante o processo e se destina a comparar a evolução do trabalho como os objetivos iniciais, pré-definidos, a fim de permitir ajustes e alterações em tempo hábil;
- Verificação – a verificação inclui especificamente as atividades analíticas visando assegurar a confiabilidade de produto, comparando dados de entrada com dados de saída;
- Validação – prevê todos os tipos de ensaios, testes, provas e medições que garantam a funcionalidade do produto. É a confirmação da qualidade do produto desenvolvido, sendo aplicados os meios de avaliação requeridos pelo cliente e/ou regulamentares/legais;
- Aprovação e fechamento – considera-se o desenvolvimento aprovado obedecendo à condição de que durante 7 meses a partir da data de entrega não houver reclamações, devolução, retrabalho por não-conformidade ou qualquer irregularidade na função primária do funcionamento.

Todas as alterações ocorridas no produto relacionadas às suas características funcionais, dimensionais, estruturais são monitoradas de modo a garantir que a conformidade do produto será mantida. Esta metodologia inclui:

- Identificação, o controle e a documentação das alterações;
- Avaliação do efeito das alterações sobre o processo/produto;
- A verificação e a validação, antes de implementação e;
- O registro dos resultados (registro das alterações de projeto e/ou desenvolvimento) destas análises e seu acompanhamento.

O Gráfico 8, com referencia aos testes realizados em 2007, ilustra um aumento ao redor de 23% de testes aprovados sobre o ano base de 2006 que pode ser visualizado no Gráfico 7 e sendo a Zobor uma empresa de bens de encomenda cada teste reflete em pedido e conseqüentemente há um aumento no faturamento.

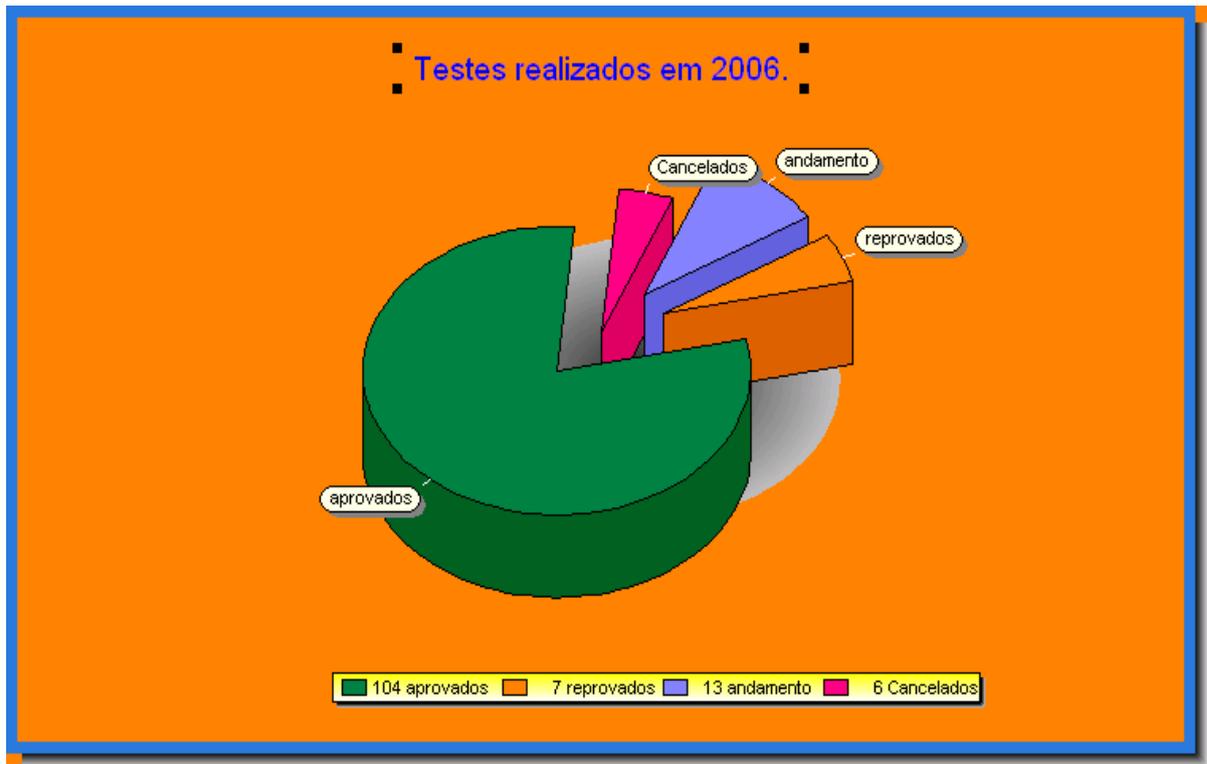


Gráfico 7- Testes realizados em 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)



Gráfico 8- Testes realizados em 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

O gerenciamento da satisfação dos clientes é realizado sob dois aspectos: através de pesquisas de satisfação e através de análise e acompanhamento dos relatórios enviados pelos clientes.

O procedimento de pesquisas de satisfação dos clientes é conduzido pela área vendas e/ou assistência técnica, que visa avaliar periodicamente se os clientes estão satisfeitos ou se possuem sugestões que objetiva a melhoria contínua da qualidade da Zobor.

As pesquisas são divididas pelas seguintes áreas:

- Atendimento as especificações;
- Atendimento ao prazo;
- Atendimento ao cliente;
- Atendimento a modificações para melhoria e documentação.

Os resultados das pesquisas são registrados em formulário específico (Pesquisa de Satisfação de Clientes) e analisados pela empresa que a mesma obtenha subsídios pra tomada de ações corretivas e/ou preventiva para a melhoria contínua. Pode-se notar através da observação do gráfico 9, que houve uma constante melhora da satisfação dos clientes no decorrer do período de 2003 a 2008.

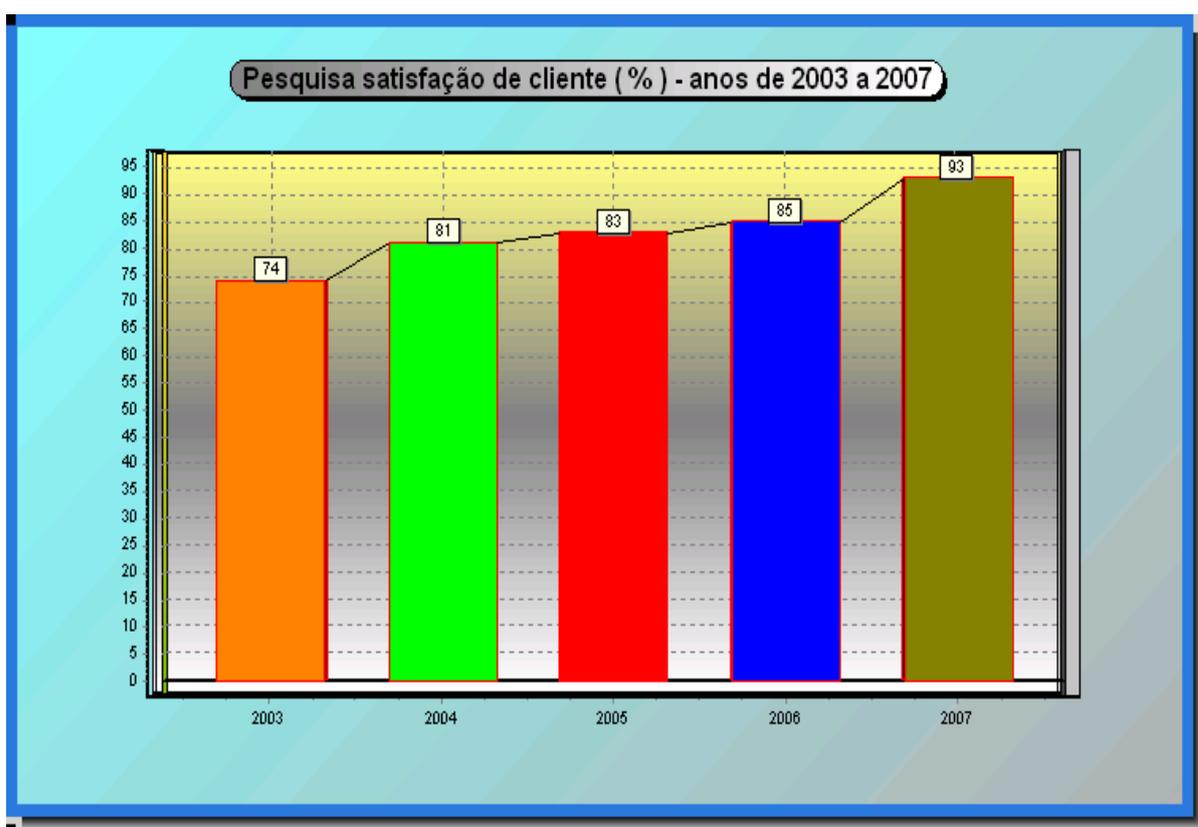


Gráfico 9 – Pesquisa satisfação cliente

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Com a finalidade de avaliar periodicamente a satisfação do cliente com relação a Empresa Zobor e seus concorrentes, a empresa utiliza-se da metodologia (pesquisa) da qualidade. Nesta pesquisa a empresa envia um roteiro para

preenchimento da aos seus clientes que consumiram os seus produtos no prazo de seis meses.

As análises provenientes dos relatórios de clientes é uma atividade exercida também pelo departamento de vendas e do departamento de qualidade. São analisados os níveis de desempenho, as reclamações de clientes e visitas de assistência técnica.

6.8 Mapeamento do fluxo de valor da Empresa Zobor

Toda ação necessária para fazer um produto passar por todos os seus caminhos indispensáveis é o fundamento utilizado pela ferramenta fluxo de valor na empresa.

A implantação com o mapeamento do fluxo de valor ajudou a criar uma visão sistêmica dos fluxos de informações e materiais para todas as famílias de produtos. Em seguida foi projetado um estado futuro usando os princípios *lean*, bem como a elaboração de um plano de ação no qual orientou melhorias específicas dentro do processo produtivo.

A empresa desenhou detalhadamente uma representação visual de cada processo no fluxo de materiais e informações ficando ciente da necessidade e das vantagens da utilização da ferramenta de mapeamento de fluxo de valor que são:

- É possível a visualização fluxo como um todo e não apenas cada processo individual;
- É possível identificar os desperdícios e suas fontes;
- Padronizar a representação dos processos de manufatura;
- É possível também visualizar todo o fluxo de produção;
- Forma a base de um plano de implementação dos sistemas enxutos; e
- Relaciona fluxo de informações e de materiais.

Através da representação do mapeamento de valor é possível também dar descrição das responsabilidades e características do gerente de fluxo de valor. Para tanto a empresa buscou um líder com as seguintes responsabilidades e características, como pode ser melhor visualizado no quadro 8.

A função da alta administração da Zobor teve como atribuição básica a função de enxergar o fluxo total e desenvolver uma visão enxuta melhorada para o futuro, levando-se em considerações:

- A eliminação dos excessos de produção, e
- Adaptar e utilizar os princípios enxutos para cada caso.

A empresa ao ter ciência da necessidade e da importância deste processo identificou o líder para conduzir esse mapeamento.

Responsabilidades	Características
Liderar o mapeamento do fluxo de valor do estado atual e futuro	Deve ser uma pessoa da linha de produção e não da cúpula
Liderar o plano de implementação	Estar presente diariamente no local da implementação
Reportar-se à pessoa mais influente da unidade	Fazer a implementação a sua prioridade máxima
Monitorar todos os aspectos da implantação	Insistir em ser uma pessoa que “põe a mão na massa” e ser capaz de guiar suas ações pelos resultados
Gerenciar o plano de implementação	que conheça todo o processo de produção e o seu fluxo de informações correspondentes.

Quadro 8 – Responsabilidades e características da gerência

Fonte: Mastrelli e Batocchio (2004)

Atualmente a Empresa Zobor tem que competir, não só com empresas da mesma região, mas com empresas de todo o Brasil. Para isso ela tem que utilizar-se de fórmulas que lhe traga mais produtividade e qualidade para ser competitiva e para melhorar continuamente o seu mapeamento de fluxo de valor. Uma dessas maneiras utilizadas é o *benchmarking*.

É um processo permanente que permite a comparação dos desempenhos das organizações e respectivas funções ou processos face ao que é considerado "o melhor nível", visando não apenas a equiparação dos níveis de desempenho, mas também a sua "ultrapassagem".

Benchmarking na Empresa Zobor envolve uma série de ações que definem aspectos, problemas e oportunidades. Mede o desempenho próprio, dos outros e leva a conclusões baseadas em análise de informações compilada e estimula mudanças e melhorias organizacionais. A organização pode ver as vantagens e desvantagens comparativas entre concorrentes diretos, para tanto a empresa identifica o que vai ser submetido ao *benchmarking*, assim a empresa consegue a:

- Redução de tempo de desenvolvimento de novos produtos;
- Redução problemas referente à qualidade;
- Redução dos custos de manufatura;
- Redução de defeitos.

A empresa utiliza-se do *benchmarking* nas 5 áreas-chave que são: produtos, processos de trabalho, funções de apoio, desempenho organizacional e estratégia. Esse processo representa para a empresa desenvolvimento industrial, fluxo mais rápido de venda bem como fator potencial na melhora da qualidade e da produtividade.

O gráfico a seguir ilustra o investimento realizado no período entre 2005 a 2007

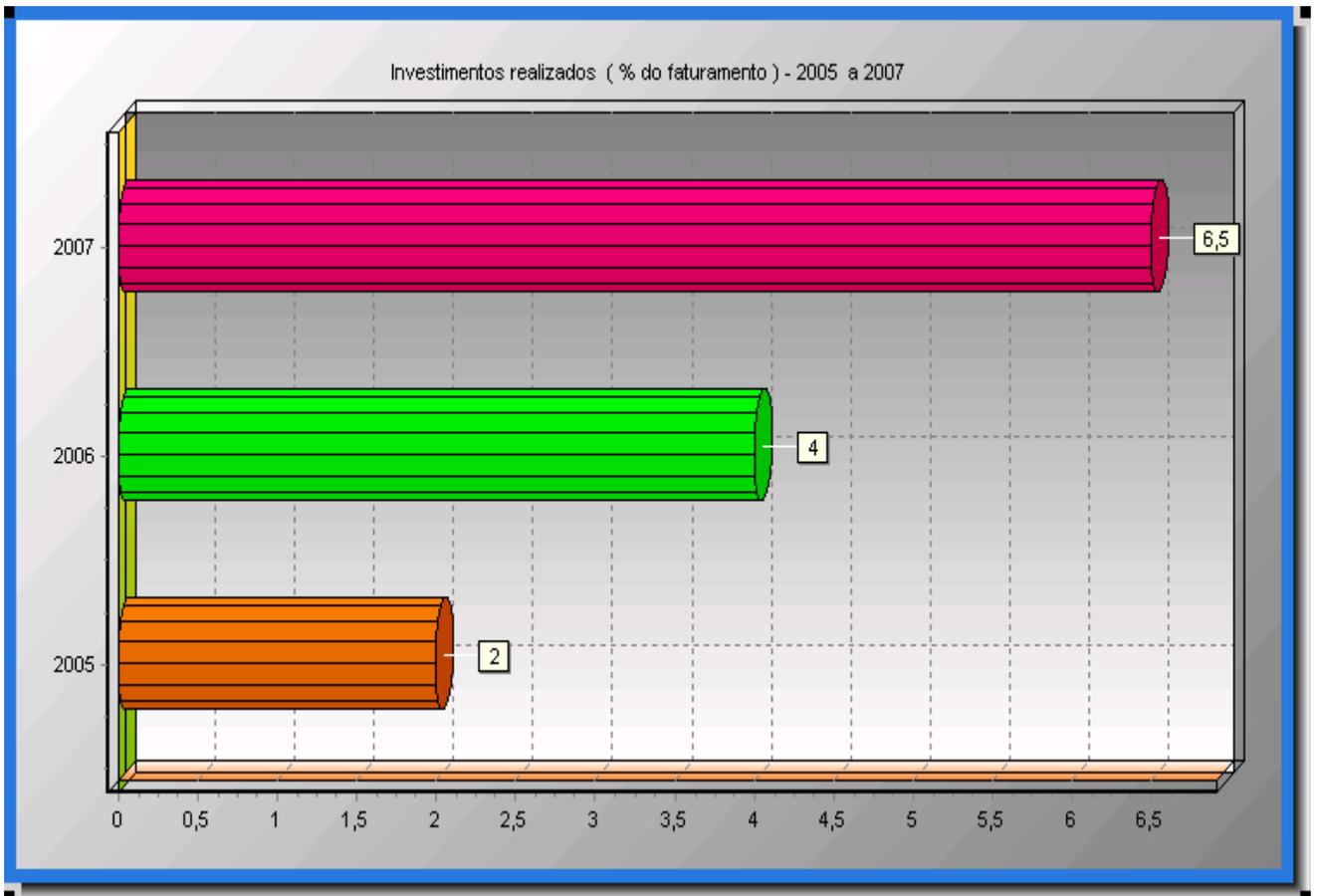


Gráfico 10 – Investimentos realizados

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

A roteirização de todo o processo de implementação do mapeamento do fluxo de valor pode ser exemplificado na figura 14 do organograma que define cada uma das etapas que foram seguidas

Cada uma das etapas realizadas pela Empresa Zobor será destacada, a começar pela definição da família.

A empresa ao definir a família de produtos baseou-se na identificação de produtos que passavam por processos ou etapas de processamento semelhantes e que utilizavam equipamentos comuns em seus processos posteriores.

Na etapa do mapeamento do estado atual a empresa desenhou os tipos de processos, sem a preocupação de registrar cada uma das etapas de processamento. Através do desenho do estado atual a Empresa Zobor conseguiu visualizar o fluxo físico de produto e o fluxo de informações associado ao produto em análise.

A organização desenhou todo o tempo que a peça demora para percorrer todo o caminho com o intuito da realização do mapa de estado futuro e desenvolveu uma visão enxuta melhorado para o futuro, para tanto identificou os desperdícios e eliminou suas origens. Ficou caracterizado que o excesso de produção era uma das fontes de desperdícios dentro da empresa. A construção de um fluxo enxuto de valor tem como objetivo a fabricação de apenas a produção do necessário na hora certa para o próximo processo.

Neste ponto temos como objetivo a ligação de todos os processos do consumidor final até a matéria-prima em um fluxo regular, sem retornos, gerando uma minimização do *lead time*.

O *takt time* é utilizado pela Zobor para tentar sincronizar o ritmo de produção ao ritmo das vendas. Para na ocorrência de problemas e também na obrigatoriedade da eliminação rápida das paradas não planejadas de máquinas.

A administração da Zobor dedicou tempo e incentivou ao apoio próximo às operações e não aos grupos de trabalho autônomo e o trabalho ficou ligado tanto a empresa tem como característica primordial a necessidade de uma resposta rápida às necessidades de um trabalho ligado ao *takt time*.

A empresa dentro do seu mapeamento de valor:

- Focalizou esforços nos fluxos de valor que exigem melhoria substancial sob uma perspectiva ampla, que tenha como núcleo o objetivo do negócio;
- Entendeu claramente a situação atual - não só os problemas (sintomas), mas também porque e como eles ocorrem;

- Definiu metas de melhoria para as famílias de produtos escolhidas (ex.: para algumas, a prioridade pode ser reduzir os custos com menos retrabalho, maior ocupação das máquinas etc., para outras, ganhar espaço físico para viabilizar uma ampliação ou reduzir *lead time* para aumentar a capacidade de resposta às variações do mercado); o ideal é definir indicadores e metas numéricas desde o começo. Uma alternativa pode ser definir objetivos qualitativos, que posteriormente podem ser quantificados;
- Buscou o consenso sobre um estado futuro que possa ser alcançado em um período de 6 meses a um ano, com poucos investimentos;
- Definiu e programaram um plano de ação com claras responsabilidades, tarefas e metas a serem atingidas;
- E com a implementação do estado futuro a empresa recomeçou o mapeamento, pois estados futuros implementados tornam-se estados atuais.

Essa também é a dinâmica adotada pela empresa da melhoria contínua.

A Metodologia seguida pela organização para uma das linhas do fluxo de valor antigo para fluxo de valor atual será exposto a seguir.

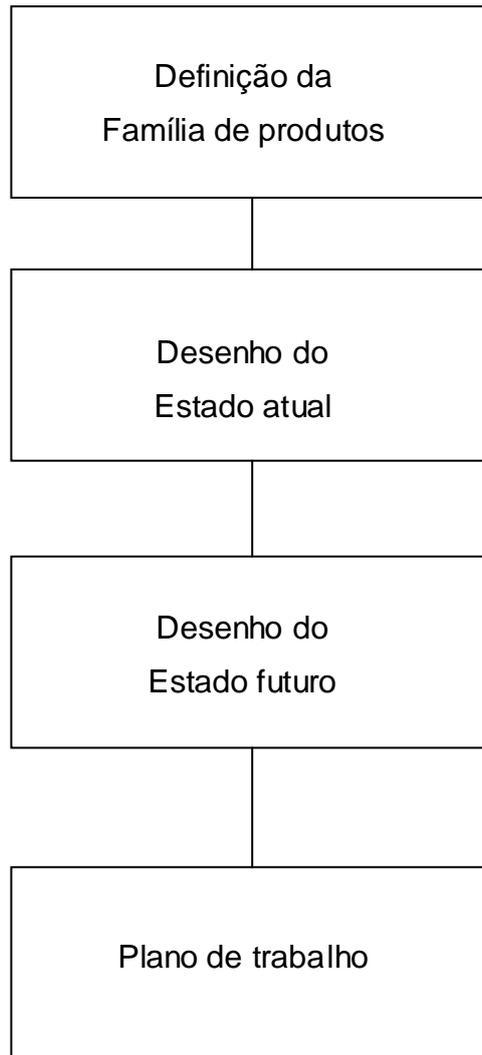


Figura 14 - Representação das etapas do mapeamento de fluxo de valor
Fonte: Mastrelli e Batocchio (2004)

Para a racionalização da produção em todas as suas etapas: projeto, fabricação e gerenciamento a empresa se utiliza da tecnologia de grupo para determinar os grupos de produtos de máquinas a serem arranjadas para a célula de manufatura.

Com a inclusão da tecnologia de grupo as células foram reestruturadas criando um novo layout, sendo cada célula especializada numa família de peças específicas para simplificar e acelerar o projeto, desenho e fabricação das mesmas.

A usinagem de roscas internas sempre representou um desafio. O processo exige altos padrões de confiabilidade, pois as peças são caras e a quebra do macho deve ser evitada ao máximo. Além disso, as roscas devem sempre ser produzidas conforme a medida estabelecida e respectiva tolerância.

Não bastasse isto, atualmente, os responsáveis pela produção normalmente se confrontam com a tarefa de usinar diferentes materiais, com diferentes características de corte. Para tanto, muitos machos com desenho especial foram projetados, sendo às vezes destinados somente à usinagem de um único grupo de material.

Clientes de médio e pequeno porte, em geral subcontratados, produzem peças diferentes, de diversos materiais, devem ser usinados em lotes médios ou pequenos. Se esses clientes estocassem, para cada grupo de material, os respectivos machos nos diferentes tamanhos de roscas solicitados, teriam enorme variedade de machos. Além do investimento em ferramentas que ficariam ociosas no estoque, haveria ainda a possibilidade e o perigo de se misturar os machos e usar o macho errado em uma determinada aplicação.

A Empresa Zobor desenvolveu famílias de machos de alta desempenho permitindo a usinagem de uma gama muito ampla de materiais. A geometria especial para aplicações universais possibilita o processamento dos materiais macios de difícil usinagem mais comuns, proporcionando um auxílio na redução dos custos com ferramentas e, finalmente, uma escolha de ferramentas bastante simplificada. Aços de cavacos longos de baixa a alta tensão, aços-ferramenta com liga e aços inoxidáveis, bem como materiais de cavacos curtos e ligas de silício/alumínio, podem ser usinados. Este estudo também se aplica especialmente para usinagem de materiais de cavacos curtos em centros de usinagem com refrigeração interna, onde o escoamento dos cavacos será otimizado com o uso de machos que possuem canais para refrigeração.

São principalmente de dois tipos as similaridades nas peças: atributos de projeto com formato geométrico e tamanho, e atributos de manufatura, ou seja, a seqüência de processamento para se fazer a peça.

Uma formula igual à exposta acima pode ser melhor visualizado por exemplo de como a empresa formaliza as famílias de macho.



Figura 15 – Tipos de Macho de roscar (família)
 Fonte: Empresa Zobor (2007)

Com a tecnologia de grupo a Zobor utiliza até 30 tipos de roteiros diferentes conforme pode ser visualizado na figura 16 a seguir.

ZOBOR-IND MECÂNICA LTDA
 PROJETO :CÉLULAS DE PRODUÇÃO
DEFINIÇÃO DAS FAMÍLIAS

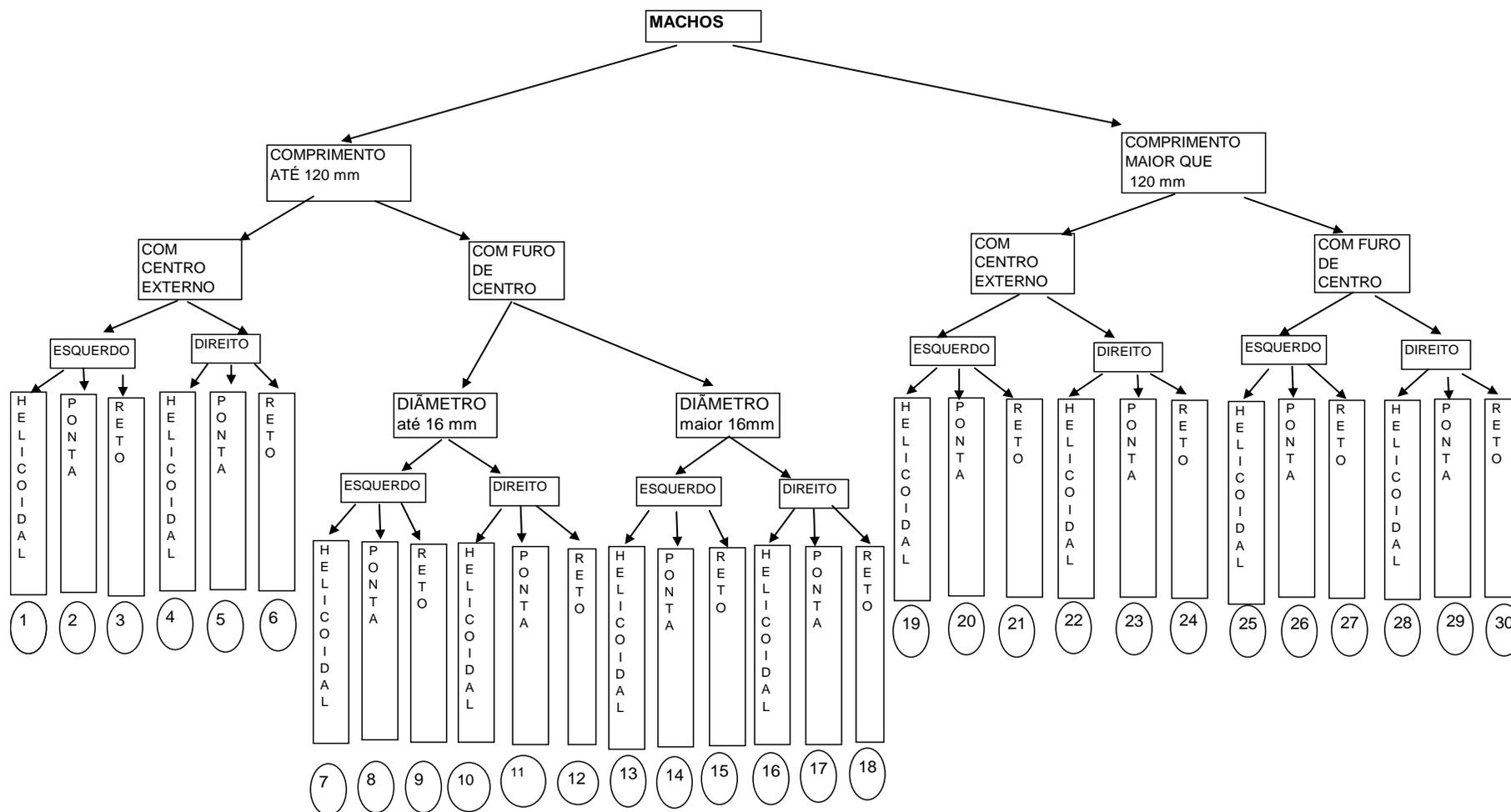


Figura 16 – Tecnologia de grupo – definição de famílias

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Com a implantação da tecnologia de grupo propiciou menores custos indiretos (35%), maior aproveitamento da capacidade (45%), tanto de equipamento quanto da mão-de-obra, e processos mais organizados de desenvolvimento e alteração de produtos.

Neste *layout* foram reunidos para cada célula de manufatura fisicamente todas as máquinas e demais meios de fabricação necessários para a execução de uma família de peças, num só local e numa seqüência contínua.que pode ser visualizada no quadro 9 de formação dos grupos de células

Em cada célula de fabricação um grupo autônomo trabalha. Na Empresa Zobor, o número de funcionários será menor do que o número de locais de trabalho, pois, como regra, as células estarão totalmente ocupadas apenas com as máquinas principais. Os membros de um grupo têm habilidade de cumprir desta maneira um maior número de atividades dentro da célula.

Cada célula dentro da fábrica principal, servindo-se de uma estrutura de Circulo de Controle de Qualidade (CCQ), tem como propósito ser uma pequena fábrica, com seu próprio estoque e operários de suporte, capaz de definir sobre prioridade de produção e também de solucionar seus próprios problemas.

Os processos e produtos foram racionalizados, simplificaram os fluxos de materiais, elevaram a produtividade, aumentaram a qualidade dos produtos, diminuiram os espaços físicos internos, reduziram os estoques, com a conseqüente queda dos custos diretos e indiretos, do projeto à entrega do produto final.

O tempo de transporte diminuiu apreciavelmente com a proximidade dos processos em células de manufatura, sendo que com isso a empresa conseguiu um transporte direto entre os diversos estágios.

O que os trabalhadores realizam preventivamente nas máquinas, quanto à manutenção, é um *check list* que é visualizado automaticamente por um sistema que gera um mapa semanal. Os técnicos procuram fazer estas verificações e criam uma manutenção preventiva.

Para mudar as atitudes dos colaboradores a empresa interessou-se com o treinamento dos funcionários sendo que cursos foram montados para alcançar este objetivo.

Isto fez com que os funcionários começassem a repensar o processo para melhorar a fábrica para torná-la mais dinâmica, diminuindo o tamanho de lote, alterando o *layout* das máquinas.

Grupos de células	
continua	
FRESA	
<i>GRUPO: GR03Z</i>	
015	Fresar quadrado em machos com $\varnothing \leq 6$ mm. (cel 01)
<i>GRUPO: GR04Z</i>	
001	Fresar detalhes – sem restrição
015	Canal Helicoidal $\varnothing > 16$ mm; compr > 125 mm e macho esquerdo.
016	Canal Reto $\varnothing > 16$ mm; compr > 125 mm e macho esquerdo.
017	Todos os setores
018	Fresar quadrado em machos com $\varnothing > 14$ mm.
025	Fresar quadrado em machos com $08 < \varnothing < 14$ mm.
TORNO	
<i>GRUPO: GR05Z</i>	
010	Lote em pequena quantidade e com $\varnothing \leq 16$ mm. (lote até 50 pçs)
019	Corte do blank para machos com $\varnothing \leq 16$ mm.
029	Todos os machos com $\varnothing > 16$ mm
031	Rolo cabeçote e macho ¾"
<i>Cel 01 – para machos com $\varnothing \leq 6$ mm. (macho porca e jogo)</i>	
020	Corte
026	Cone do macho
<i>Cel 02 – para machos com $6 < \varnothing < 16$ mm. (lote acima de 50 pçs)</i>	
025	Furo de centro
030	Corpo do macho

Grupos de células	
continuação	
RETÍFICA DE QUADRADO	
<i>GRUPO: GR03Z</i>	
016	Retificar quadrado até 8 mm – faz parte da célula de manufatura 02 (∅ 10-16)
RETÍFICA CILÍNDRICA	
<i>GRUPO: GR02Z</i>	
005	Macho com ∅ da haste > 16 mm.
017	Macho com ∅ da haste até 10 mm.
018	
031	Macho com ∅ da haste entre 10 e 16 mm.
<i>GRUPO: GR03Z</i>	
017	Ponta de centro – sem restrição
RETÍFICA DE CANAL	
<i>GRUPO: GR03Z</i>	
002	Canal Helicoidal com ∅ até 16 mm e comprimento até 125 mm
003	Canal reto com ∅ de rosca até 25 mm e comprimento até 125 mm
004	
027	
029	Ponta Helicoidal com ∅ até 16 mm e comprimento até 125 mm. (acima 50 pçs)
RETÍFICA DE ROSCA	
<i>GRUPO: GR01Z</i>	
013	Todos os machos, com exceção do macho laminador.
014	
015	
017	Machos com ∅ até ½" (12,7 mm), com exceção do macho laminador.
018	Todos os machos, sem exceção.
RETÍFICA DE ENTRADA	
<i>GRUPO: GR01Z</i>	
010	Machos com comprimento de entrada até 30 mm e ∅ > 25 mm.
<i>GRUPO: GR03Z</i>	
001	Machos com comprimento de entrada até 30 mm e ∅ até 25 mm.
026	

Grupos de células		conclusão
AFIAÇÃO		
GRUPO: GR02Z		
003	Afiação de macho canal reto	
GRUPO: GR03Z		
010	Afiação de macho ponta helicoidal	
012	Afiação de macho canal helicoidal	
024	Afiação manual	

Quadro 9 – Grupos de células

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Na fotografia 1 ilustra o mapeamento de valor referente ao estado antigo de produção.



Fotografia 1 - Foto ilustrativa estado anterior ao mapeamento

Fonte: Empresa Zobor (2005)

A seguir o fluxo espagete do mapeamento de valor do estado antigo.

MACHO ATÉ $\varnothing 20\text{mm}$ E CT ATÉ 120mm

C/ FURO: CENTRO / REFRIG

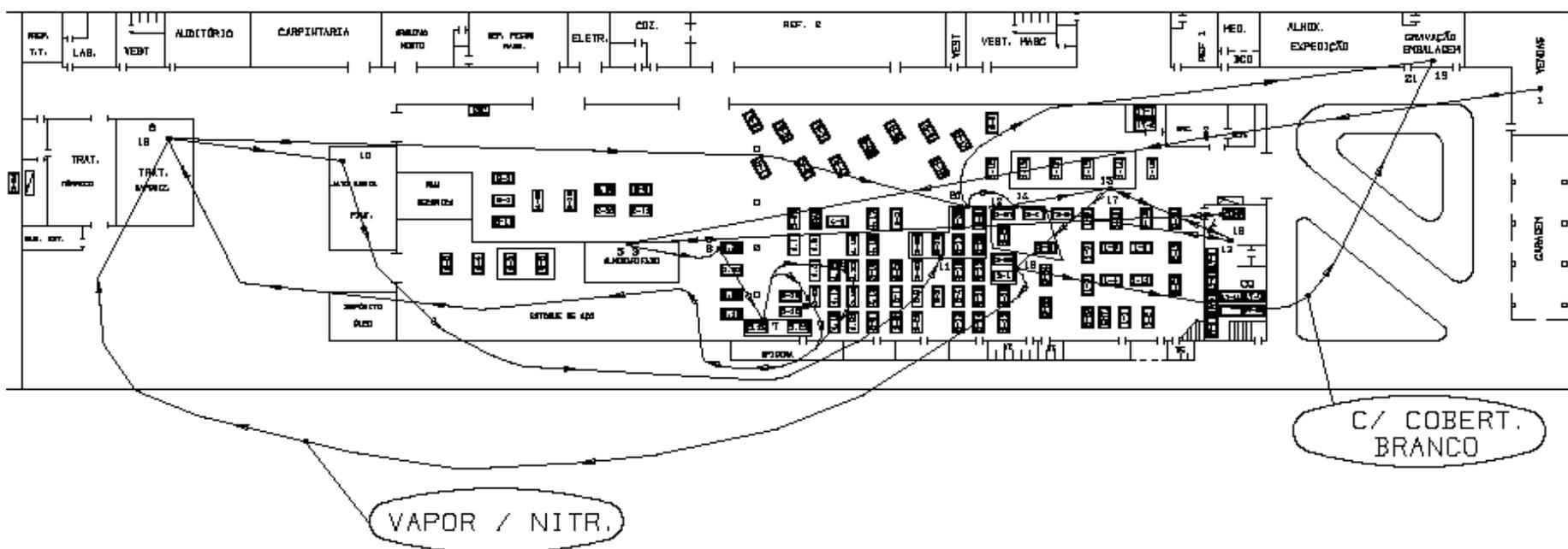


Figura 17 – Mapeamento fluxo de valor do estado antigo de produção para macho até diâmetro até 20 mm com comprimento total até 120 mm com furo de refrigeração.

Fonte: Empresa Zobor (2005)

Criou-se com isso um fluxo de material simples e natural na planta, em que as matérias primas chegam e seguem um fluxo linear não gerando mais inúmeras ineficiências como, por exemplo, de tempo e de movimentação passando pelas várias áreas de transformação até chegarem à expedição. A produção é puxada, com fluxo de informações simples e visual atingindo as metas horárias pelo tempo takt. As células de montagem são dedicadas a famílias de produtos e abastecidas por supermercados gerenciados visualmente. A planta tem um excelente nível de limpeza e organização.

Foi estudada exaustivamente uma vez que é uma pré-condição para o sucesso do sistema *lean* a estabilidade básica, pois atuando sobre os 4 Ms juntamente com outras ferramentas, garante a produção na hora certa com qualidade assegurada.

Os encarregados e supervisores da planta estavam conscientes de algumas dessas necessidades e iniciaram um trabalho profundo na dedicação de atividades para a padronização do trabalho, treinamento da mão-de-obra e melhoria da qualidade para facilitar melhor performance de suas máquinas e equipamentos capacidade. Em alguns casos, o nível de disponibilidade que estava abaixo dos 70% atingiu 90% de disponibilidade.

Seguem um conjunto fotográfico ilustrativo (Fotografias 2 e 3) do mapeamento de fluxo de valor da Empresa Zobor atual.



Fotografia 2 – Conjunto ilustrativo do mapeamento fluxo de valor do estado atual –parte 1
Fonte: Empresa Zobor (2007)



Fotografia 3 - Conjunto ilustrativo do mapeamento fluxo de valor do estado atual –parte 2
Fonte: Empresa Zobor (2007)

A seguir o fluxo espagete do mapeamento de valor do estado atual.



Figura 18 - Mapeamento de fluxo de valor atual de produção para macho até diâmetro até 20 mm com comprimento total até 120 mm com furo de refrigeração.

Fonte: Empresa Zobor (2007)

A seguir o layout após o mapeamento de fluxo de valor atual:

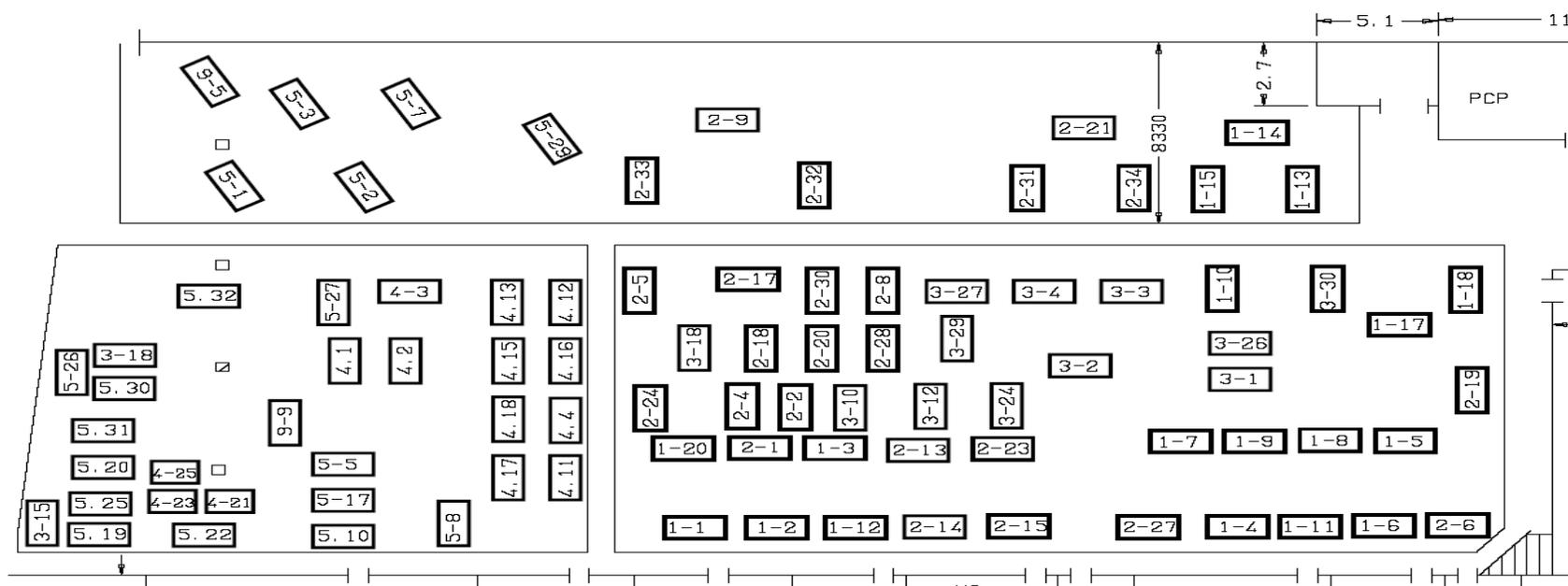


Figura 19 - Layout atual

Fonte: Empresa Zobor (2007)

6.9 Implantação da Manutenção Produtiva Total

A idéia central do programa TPM na empresa levou em consideração a completa eliminação de tudo que faz parte das perdas nas máquinas: quebras, tempos de *set up*, perdas de ciclo, paradas curtas, extinguir acidentes, sucata e retrabalho, perda por instabilidade no início do turno e aumentar a confiabilidade.

A Empresa Zobor utiliza-se do TPM, pois, existem benefícios financeiros em virtude de uma melhor eficiência global dos equipamentos com redução de custos de manutenção dos equipamentos.

A organização tem como objetivo conseguir disponibilidade suficiente, com média entre 95% a 100%, nas melhores situações, durante um turno de produção normal.

O TPM só é iniciado após a auditoria de 5S, que deve atingir uma meta mínima de 90 pontos, em uma escala total de 100 pontos. Caso essa meta não seja atingida, são necessárias ações corretivas que garantam a pontuação mínima.

Há pontos chaves enfatizados na implementação do TPM. Esses pontos são essenciais para o sucesso a longo prazo do programa dentro da empresa.

O modelo TPM é composto por 8 pilares conforme mostra a figura 20. Os objetivos adotados pela Empresa Zobor são :

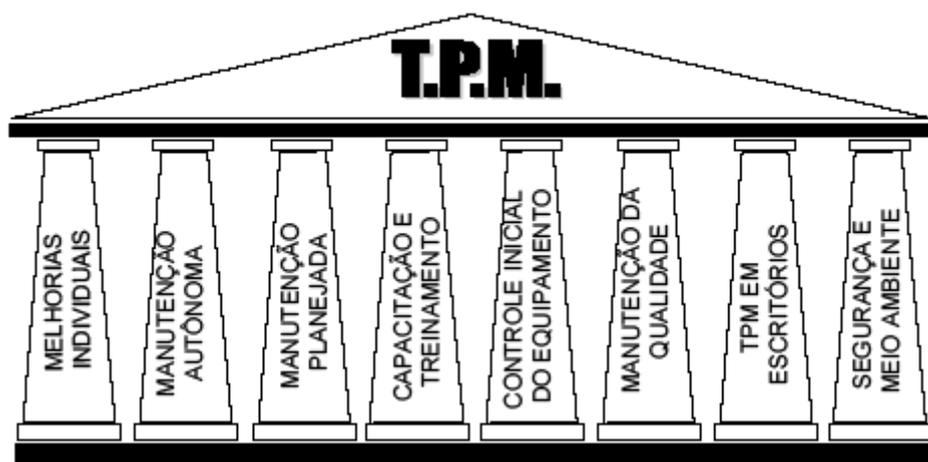


Figura 20 – Pilares do TPM

Fonte: Tondato e Fogliatto (2005, p.2)

- Melhoria específica ;
- Manutenção autônoma ;
- Manutenção planejada ;
- Controle inicial e ;
- Educação e treinamento.

Para os demais (Qualidade, Segurança e Meio Ambiente), a Empresa Zobor possui uma metodologia específica já aplicada em outros processos gerenciais na empresa.

Educação e treinamento

O foco deste pilar é aprimorar as habilidades dos funcionários visando contribuir para a melhoria do desempenho profissional e empresarial. Seus indicadores são:

- Horas/homem ;
- Treinamento em TPM e,
- Habilidades adquiridas.

O Gráfico 11 a seguir mostra a evolução de horas em treinamento a cada ano, um fator importante do sucesso do TPM.

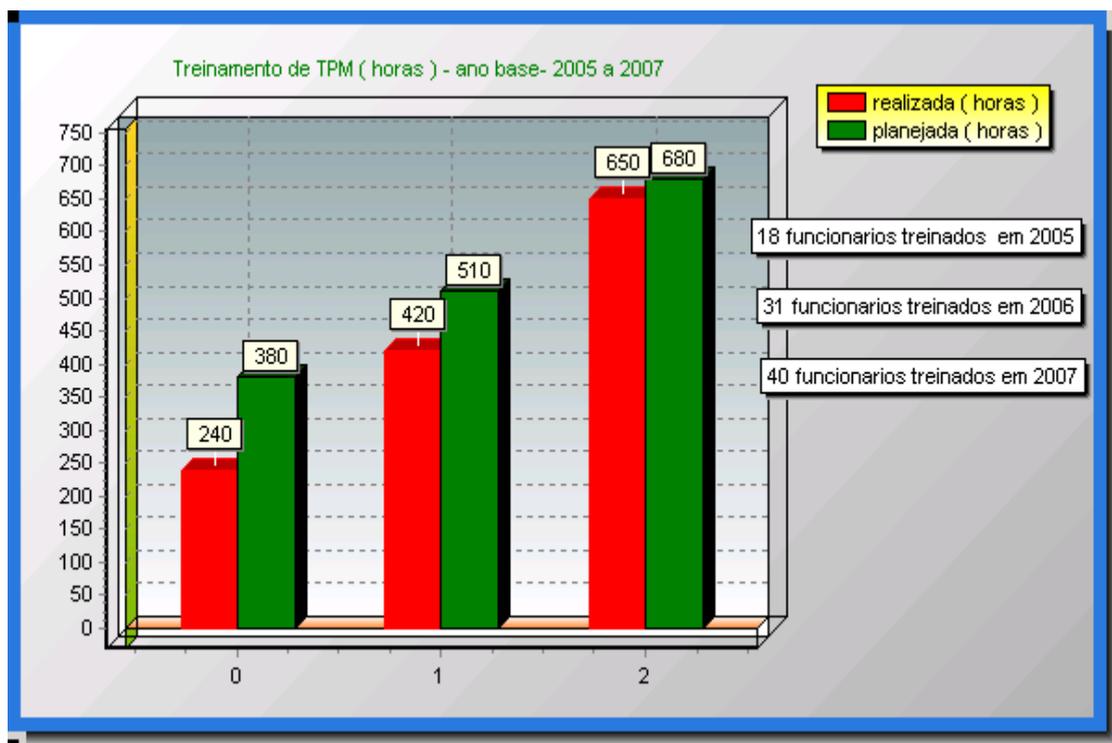


Gráfico 11 - Treinamento de TPM (horas)

Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Controle Inicial

Por meio deste pilar criou-se toda uma metodologia para a aquisição de maquinas e equipamentos que abrange desde a fase de concepção até a instalação e aceitação final, evitando problemas recorrentes.

Durante o ciclo de vida os equipamentos necessitam de níveis diferentes de recursos e tipos de atenção. O momento em que os problemas ocorrem com maior frequência são no início de produção, e um tempo significativo é desperdiçado tentando-se solucionar os problemas das máquinas e estudando como consertar e conservar os processos. A Zobor inicia esse processo de aprendizagem antes mesmo do equipamento chegar ao chão de fábrica, através de extensivo desenvolvimento prévio dos processos, mantendo o que funciona bem e aperfeiçoando os pontos fracos no design da máquina.

Manutenção Planejada

Com este pilar a empresa buscou atingir o nível de quebra/falha zero por meio do uso adequado de técnicas de manutenção preventiva e análise de ocorrências.

Seus indicadores são:

- Custos de manutenção de máquinas;
- Disponibilidade (MTBF¹² e MTTR¹³) conforme gráfico 12 e 13;
- Numero de intervenções.

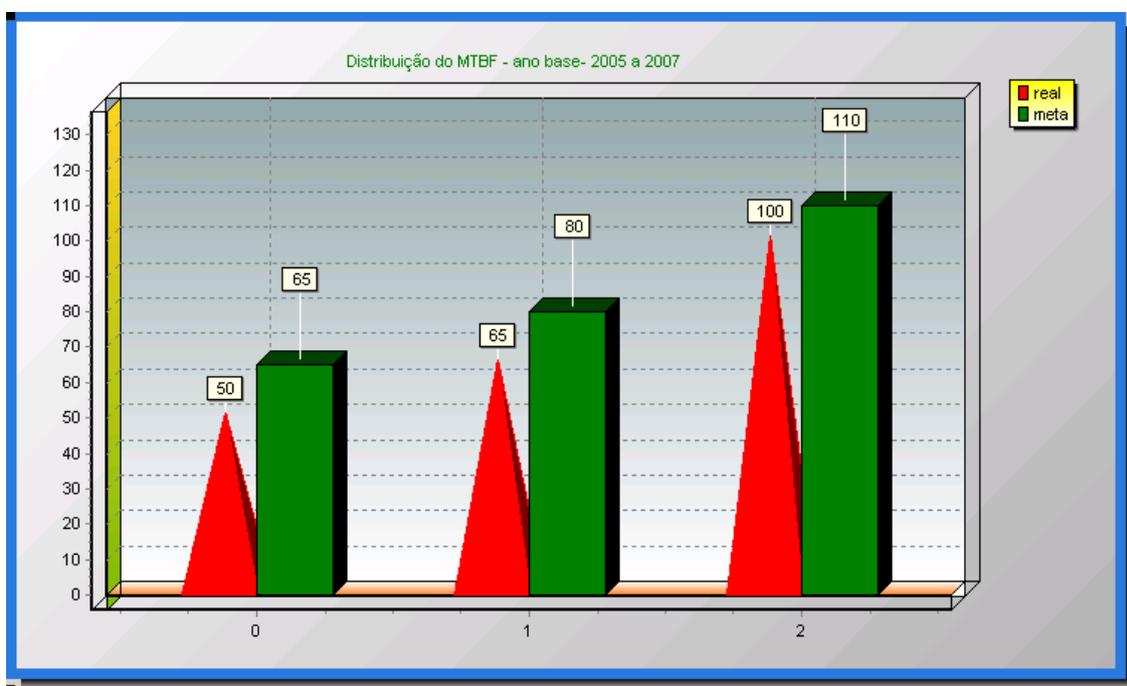


Gráfico 12 - Distribuição MTBF

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

¹² MTBF: do inglês *Mean Time Between Failures*, significa tempo médio entre falhas. É um valor atribuído a um determinado equipamento para descrever a sua confiabilidade. Este valor é atribuído em horas ou dias e indica estatisticamente, quando poderá ocorrer uma falha no equipamento quanto maior for este índice, tanto maior será a confiabilidade.

¹³ MTTR: do inglês *Mean Time to Repair*, significa tempo médio de reparo. É a quantidade de tempo entre a parada de um equipamento por falha no equipamento e o reinício de operação em condições totais de funcionamento. Este valor é atribuído em horas.

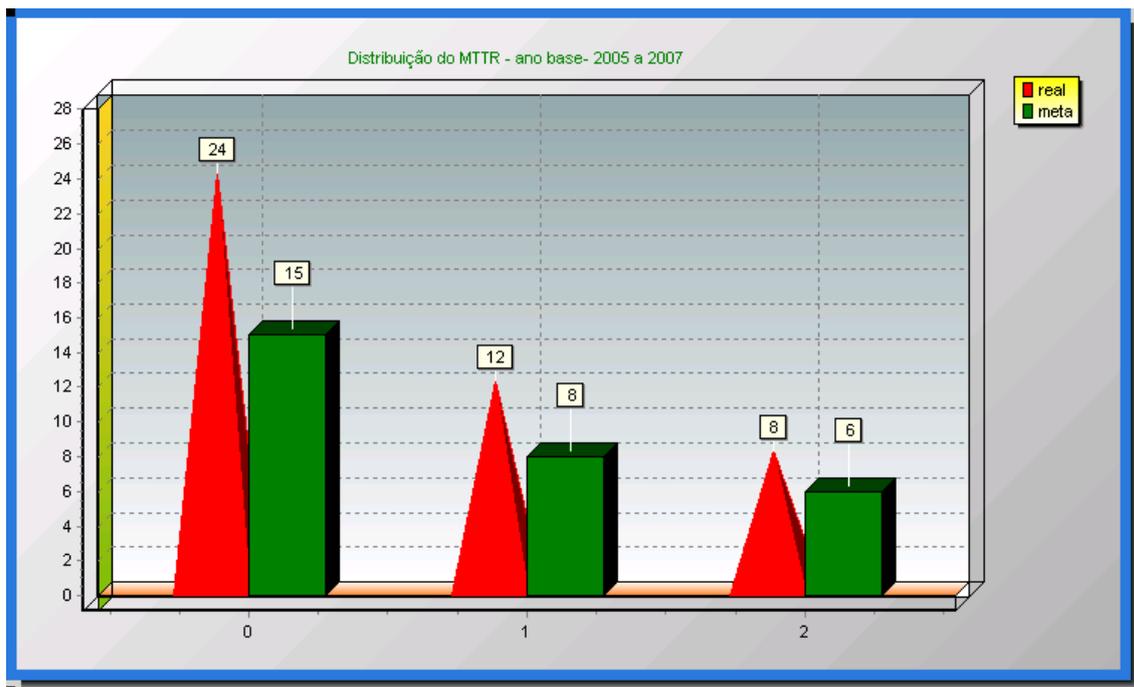


Gráfico 13 - Distribuição MTTR

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Durante a maior parte do tempo do ciclo de vida do equipamento, freqüências ou métodos de manutenção preventiva são utilizados para impedirem os problemas antes que eles ocorram. A experiência sobre comportamento do equipamento ao longo do ciclo de vida é de extrema importância uma vez que os intervalos da manutenção preventiva e o seu conteúdo são ajustados conforme estes conhecimentos.

Manutenção autônoma

Visa atingir a condição ideal de operação dos equipamentos, valendo-se de pequenos reparos e prevenção de falhas. Seus indicadores são:

- Máquinas /etapas;
- Cronograma das etapas;
- Eliminação das fontes de sujeira e locais de difícil acesso.

O operador do equipamento zela pela manutenção diária e envolve tarefas tais como verificar o nível de lubrificação, limpar a máquina diariamente, observar as

condições das ferramentas e informar caso detecte-se condições anormais da máquina. Geralmente, essa última ação fornece uma informação vital para o sistema de manutenção preventiva.

Melhoria específica

Este pilar trabalha com o objetivo de maximizar a eficiência global dos equipamentos, por meio da eliminação de perdas (Gráfico 14). Seus indicadores são:

- Numero de projetos abertos e encerrados;
- Grau de aproveitamento (produção, disponibilidade, horas paradas) e;
- Resultado dos projetos de melhorias, método em recursos financeiros obtidos.

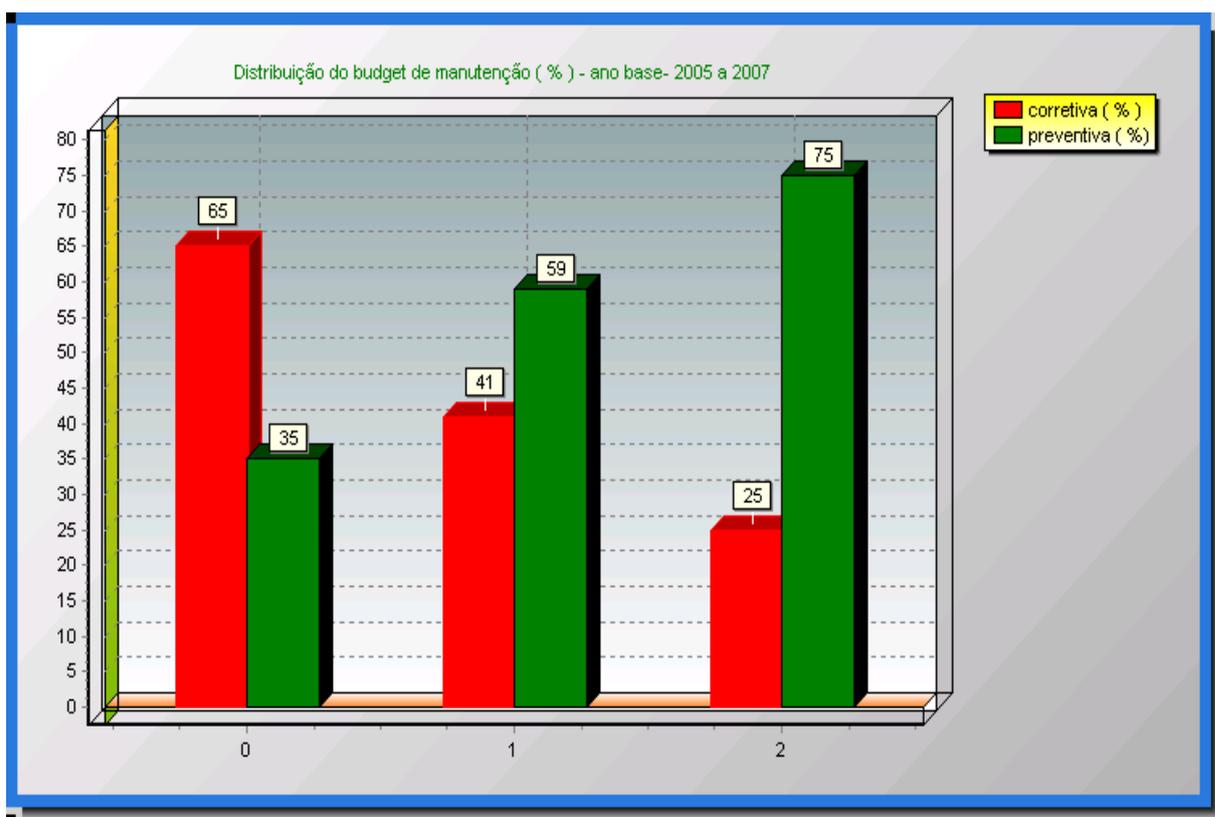


Gráfico 14 – Distribuição do Budget de manutenção (%)

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Ocasionalmente, ocorrem problemas de confiabilidade do equipamento que necessitam de tempo e atenção do fabricante do equipamento ou de especialistas para serem resolvidos. Nesses casos, recorre-se à manutenção corretiva e melhorias fundamentais no design do processo são implementadas. A Empresa Zobor chama isso de "*kaizen* de máquina" e considera-o uma importante atividade de melhoria de processo. Todos os processos são estudados ao longo de todo o ciclo de vida para que seja possível ver onde tempo, peças de reposição e dinheiro estão sendo consumidos. Quando um novo equipamento for requisitado, uma lista de melhorias necessárias é feita para o fornecedor para ser analisada em conjunto de acordo com as atividades de manutenção preventiva.

Atualmente, as linhas de usinagem, a perda no equipamento é predominantemente ocasionada pelo tempo perdido com a quebra da máquina ou com pequenas paradas, freqüentemente são difíceis de serem identificadas. A ênfase do programa está voltada para a eliminação da causa do problema; entretanto, em alguns casos, as raízes dos problemas não foram completamente erradicadas. Para acabar com essa queda do tempo de produção, prioriza-se o reparo rápido desse tipo de problema é colocada em prática.

Dentro da empresa, o importante na manutenção é a noção de "enfoque sistêmico total". O constante empenho e atenção da gerência é necessário na melhoria dos aspectos descritos no ciclo de vida do equipamento, na busca da eficiência e na participação de todos de acordo com as responsabilidades de cada um e as atividades de suporte, tais como treinamento e desenvolvimento de colaboradores, gerenciamento de documentos e peças de reposição, coleta e análise de dados da manutenção, e *feedback* para os fornecedores dos equipamentos.

O ambiente de trabalho é continuamente monitorado, com o intuito de se detectar os fatores que podem estar interferindo na realização das tarefas.

A detecção externa é realizada através de um relatório oficial emitida por empresa especializada segundo a NR-9 e é baseado no levantamento de dados do relatório, e é elaborado por equipe multifuncional, um plano de ação para melhorias no ambiente de trabalho.

A detecção externa se dá através dos registros realizados durante auditoria interna e auditoria de processo e, é possível desencadear ações corretivas ou preventivas.

Os fatores humanos detectados pela empresa são:

- a) Métodos de trabalho;
- b) Os controles de segurança;
- c) Os aspectos ergonômicos.

Já os fatores físicos detectados pela empresa são:

- a) Calor e umidade;
- b) Poluição e circulação de ar;
- c) Iluminação;
- d) Higiene e limpeza;
- e) Vibração e ruído.

Sempre que forem detectados indicativos da interferência destes fatores, é desencadeado um estudo através de um grupo de trabalho formado pelos principais envolvidos.

As instalações da Empresa Zobor são avaliadas a intervalos regulares e de forma contínua, de modo a se apresentarem aptas no uso e consecução da conformidade dos produtos.

Através de um formulário geral padronizado, em sistema informatizado, podem-se obter informações sobre toda a infra-estrutura.

O programa de manutenção das instalações inclui o tipo e a frequência de realização das mesmas, definida em função da criticidade e uso. A realização deste programa baseia-se em *check lists* preestabelecidos (Serviços, predial e elétrica e mecânica, no gráfico 15 a seguir).

A sistemática de manutenção das instalações ocorre de três formas distintas:

- Manutenção corretiva;
- Melhorias;
- Manutenção ativa.



Gráfico 15 – Gastos com manutenção em Moeda Corrente (R\$): comparativo 2005-2007
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Resultados

Em 2005, 65% do budget de manutenção era dedicado a ações corretivas. Esse número baixou para 25% na corretiva de 2007, sendo que 75% é dedicado a ações de manutenção preventiva.

Conforme mostra o gráfico 10 em 2005, o MTBF apontava 50 dias, um resultado abaixo da meta, que era de 65 dias.

EM 2006 foram atingidos 65 dias. No início de 2007 a meta foi elevada para 110 dias, atingindo 100 dias de tempo médio entre falhas até junho de 2007.

Atingir o índice ideal do MTTR conforme gráfico 11, é um dos maiores desafios no TPM, pois, conforme aumenta o resultado do tempo médio entre falhas, diminui-se o parâmetro de comparação do tempo médio de reparo. Isto significa que com menos quebras há menos oportunidades de verificar se o reparo está sendo feito no tempo ideal.

Em 2005 o MTTR registrado na Empresa Zobor era de 24 horas.

6.10 *Kanban* atual da Empresa Zobor

Para que se possa andar na implantação consistente do *kanban* é imprescindível que seja analisado as condições mínimas de limpeza, identificação e organização das coisas na empresa. É muito difícil o sistema funcionar sem um programa no molde do 5S¹⁴

O programa 5S implantado na Empresa Zobor esta baseado em princípios denominados de *Sensos*.

Iniciou-se de forma decrescente partindo da alta direção até os demais funcionários. Definiu-se um gestor, que coordenou todo o processo de implantação do referido programa.

Como forma de não haver retrocessos nas ações e garantir a aplicação dos *sensos* e diretamente os *sensos* de saúde e auto-disciplina, atualmente a empresa atua na manutenção do programa.

Na fase de manutenção são formados auditores que têm como responsabilidade a avaliação da aplicação dos *sensos* do 5S, com devida divulgação dos resultados obtidos, bem como realização de ações de melhoria.

Os objetivos da implantação do programa 5S pela Zobor são:

- Segurança – com padrão adequado de organização, arrumação e limpeza dos locais de trabalho, reduzindo-se os índices e as possibilidades de acidentes dos funcionários;
- Eficiência - o uso correto das ferramentas, máquinas, equipamentos, do ambiente e dos materiais envolvidos no processo de trabalho, bem como o cuidado com a manutenção dos mesmos possibilitando melhor desenvolvimento do processo de trabalho (uso dos meios corretamente);

¹⁴ Cinco termos relacionados, começando com a letra S, que descrevem práticas para o ambiente de trabalho, úteis para o gerenciamento visual e para a produção lean. Os cinco termos em japonês são:

1. **Seiri**: Separar os itens necessários dos desnecessários, descartando estes últimos.
2. **Seiton**: Organizar o que sobrou, um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar.
3. **Seiso**: Limpeza.
4. **Seiketsu**: Padronização resultante do bom desempenho nos três primeiros Ss.
5. **Shitsuke**: Disciplina para manter em andamento os quatro primeiros Ss

- Qualidade - sujeira e falta de manutenção de equipamentos e ambientes, principalmente em processos cujos produtos dependam da aplicação dos sentidos para a manutenção da qualidade;
- Promoção e estímulo a motivação - no processo e metodologia de implantação e manutenção com a participação e o trabalho em equipe;
- Redução de custos – eliminação de desperdícios de tempo, de material, de retrabalhos;
- Melhoria de imagem da empresa;
- Maior qualidade de vida no trabalho para os funcionários;
- Base cultural e educacional para as melhorias dentro da organização;
- Higiene no processo e garantia de qualidade no produto.

A busca por novas técnicas e ferramentas para controlar a qualidade, minimizar o retrabalho e zerar os defeitos fez com que a empresa se utilizasse de novas ferramentas em sua rotina de trabalho.

Para buscar a qualidade dentro do processo foi utilizado dispositivos “à prova de bobeira”, chamados de *poka-yoke*.

Através do monitoramento da rotina de trabalho é possível detectar os erros e assim também poder visualizar os processos seguintes de cada etapa, e desta forma a empresa verifica possíveis desvios em relação aos padrões pré-estabelecidos.

A implantação do dispositivo *Poka-Yoke* envolveu os funcionários nas mudanças e no aperfeiçoamento dos processos produtivos, fazendo com que eles se sentissem integrados e comprometidos com os objetivos e estratégias da empresa. A Empresa Zobor utiliza-se do *poka-yoke* para:

- Operações manuais que requerem atenção constante do operador;
- Onde possa ocorrer o “mau posicionamento” de peça;
- Onde for necessário o ajuste;
- Onde atributos e não medidas forem importantes;
- Onde causas especiais puderem reincidir;
- Onde o custo de treinamento e rotatividade for alto;

- Em linha onde diversos modelos estiverem em produção;
- Onde o custo de falhas externas superar em muito o custo de falhas internas.

Regras para implementação de *poka-yoke*: utilizadas pela organização são:

- Tomar um processo piloto e fazer uma lista dos problemas mais comuns;
- Priorizar os erros por ordem de frequência;
- Priorizar os erros em ordem de importância;
- Sempre que economicamente viável, preferir a aplicação dos dispositivos *poka-yoke* em substituição a outros métodos de inspeção.

A troca rápida de ferramenta é um dos tópicos fundamentais para o sucesso de um projeto de produtividade utilizado pela Empresa Zobor e mesmo em produção de baixo volume ameniza bastante os efeitos do tempo na preparação e reduz drasticamente os estoques.

A Empresa Zobor realiza uma análise da preparação. O técnico indicado anota os tempos e descreve os procedimentos de preparação de cada item.

Considera-se como tempo de preparação aquele que vai desde o término da fabricação da última peça antiga até o início da fabricação da primeira peça nova aprovada.

Com as anotações, o técnico analisa os procedimentos e os separa conforme a classificação. A análise realizada pode ser dividida em três categorias, a saber:

1. **Necessários** - É um procedimento indispensável, as ações que realmente fazem a preparação. Exemplo: Soltar ferramenta, regular martelo, etc.
2. **Desnecessários** - São os procedimentos que podem ser eliminados imediatamente. Exemplo: Verificar se a ferramenta a colocar é a correta, trocar ferramenta que foi colocada erradamente, limpar ferramenta que foi retirada ou varrer ao redor da máquina, etc.
3. **Paralelos** - São procedimentos passíveis de serem feitos enquanto são executados os necessários, sem interromper ou prolongar estes.

Exemplo: Buscar ferramenta nova ou chave adequada, devolver ferramenta antiga, buscar e devolver equipamentos de medição, etc.

Após a verificação e classificação da análise a empresa buscou a eliminação dos tempos desnecessários:

Esta é uma tarefa imediata. Mostrou-se ao preparador que certas tarefas não são, de fato, de sua responsabilidade, treinando-o adequadamente neste sentido. Não permitindo a interrupção da preparação para limpeza de ferramentas, de local de trabalho, entre outros.

Eliminação dos tempos paralelos: Sugeriu-se que o preparador possua de antemão um jogo de chaves e acessórios adequado e pronto para seu uso, de tal forma que não necessitasse sair a procura de equipamentos. Foi fundamental, também, cuidar para que partes a serem montadas, já estivessem nas imediações da máquina, de forma que nenhum tempo fosse despendido em operações de movimentação.

A empresa criou dispositivo e sempre que possível padronizou dimensões. E, assim o foco da empresa é:

- Reobservar as operações (necessárias) com cuidado;
- Localizar as dificuldades;
- Identificar os potenciais de redução;
- Planejar as modificações necessárias;
- Executar os possíveis dispositivos.

Para permitir a redução do tamanho do lote mínimo de produção, na Empresa Zobor, a fim de otimizar *Kanban*, é inevitável que os *set ups* para troca de ferramentas sejam executadas no mínimo tempo possível e deve estar sob controle. Com as técnicas mais rápidas e simples de troca de ferramentas, foram diminuídas as possibilidades de erros na regulagem de ferramentas e instrumentos. Os novos métodos de *setup* reduziram substancialmente os defeitos, ao mesmo tempo que eliminam as necessidades de inspeção.

A troca simples de ferramentas não foi considerada como uma técnica. Foi um conceito que se baseou nas alterações nas atitudes de todos os funcionários da fábrica. A redução do tempo de troca de ferramentas não foi implantada pelo staff da engenharia industrial, e sim pela ação de pequenos grupos de trabalhadores diretos chamados de círculo de controle de qualidade (CCQ).

Através do setup a empresa obteve o aumento da disponibilidade das máquinas (conforme pode ser visualizado a seguir nos gráficos 16 a 23, houve uma redução ao redor de 80%), redução do ciclo de fabricação e flexibilidade para atender vários pedidos.

Os gráficos referem-se a célula rosca que serve como parâmetro do *Kanban* puxador na fabricação de machos.



Gráfico 16 – Retífica Anca – etapas de set up antes da melhoria -
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

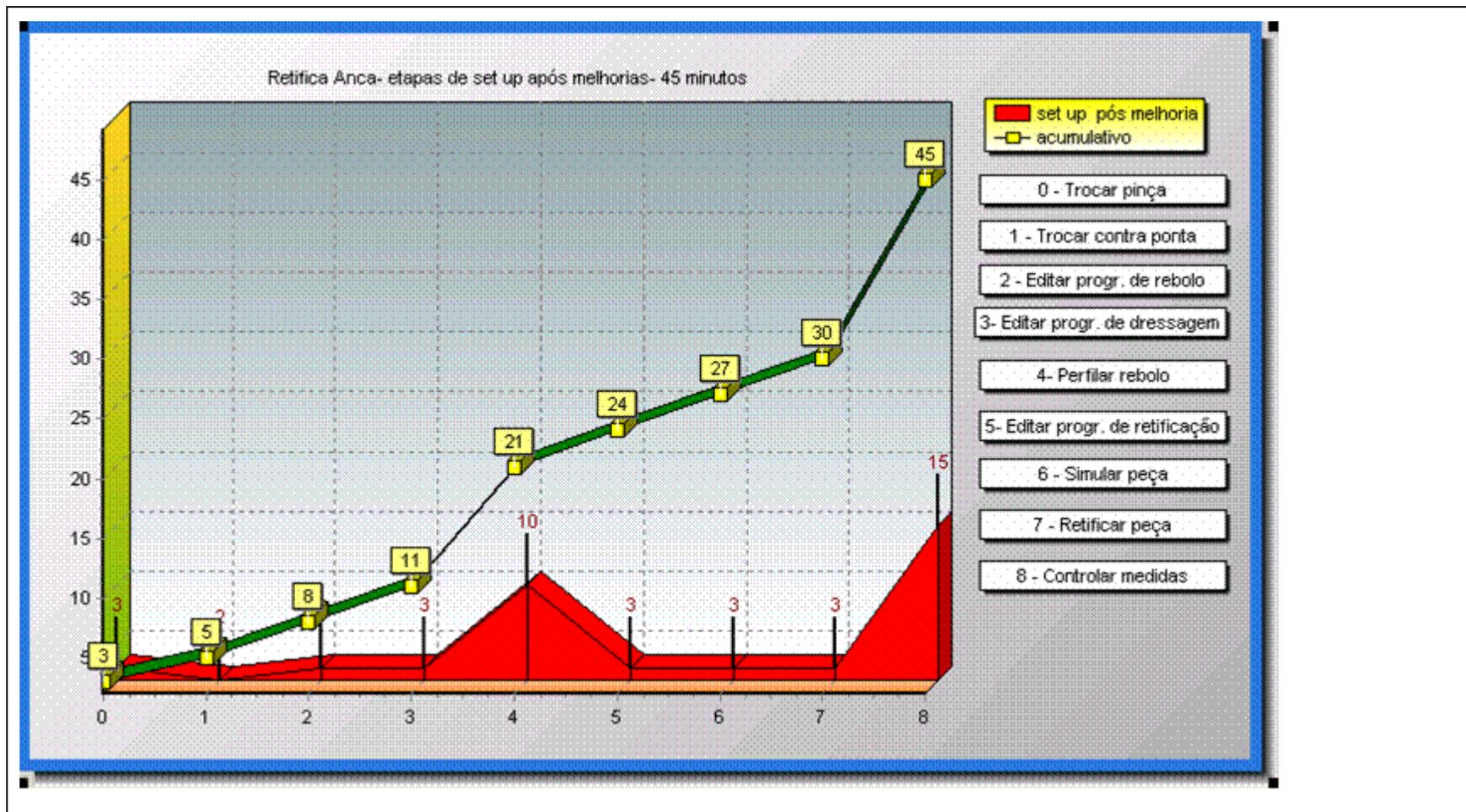


Gráfico 17 – Retífica Anca – etapas de set up após melhorias -
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

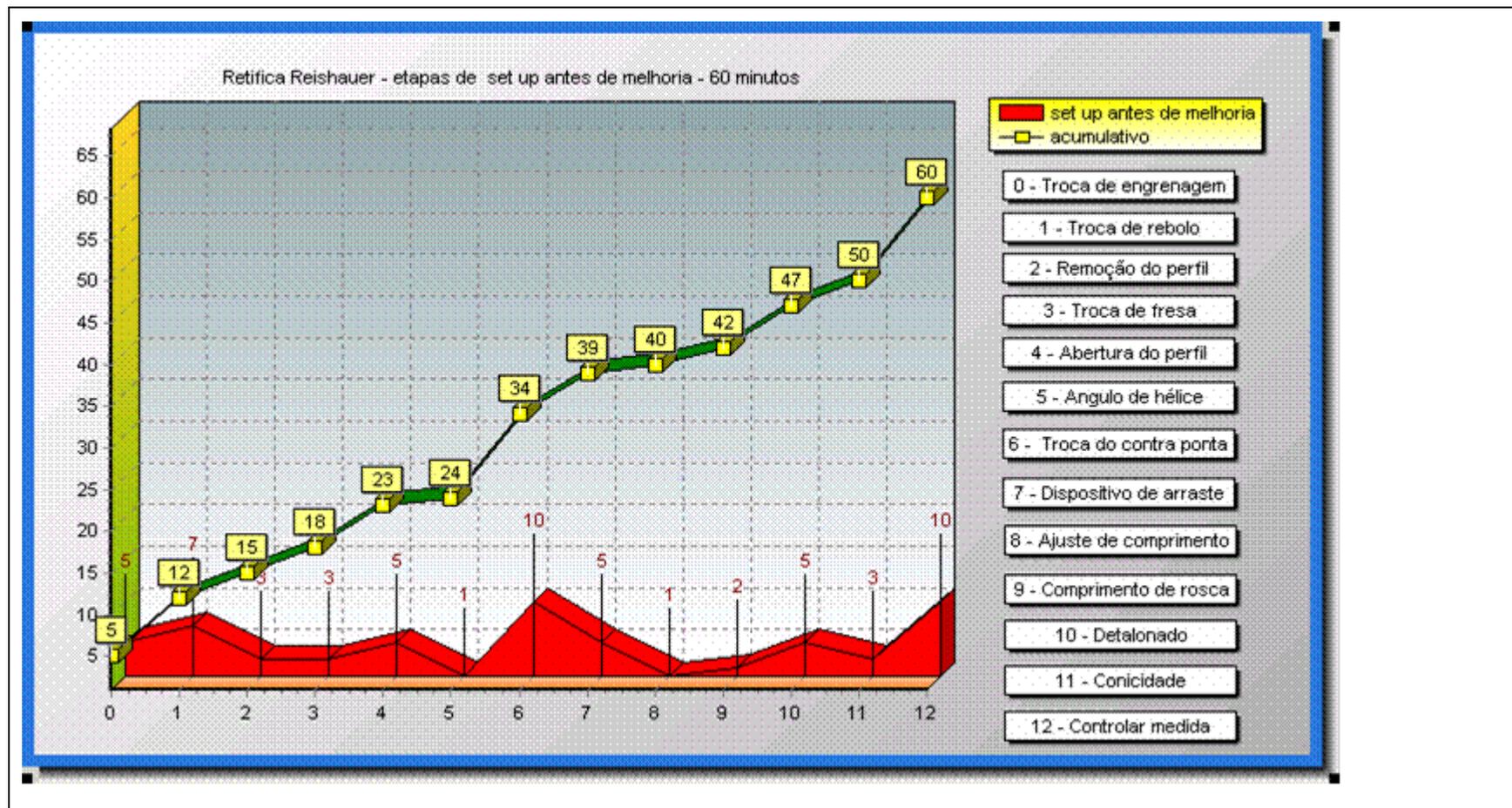


Gráfico 18 – Retífica Reishauer – etapas de set up antes de melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

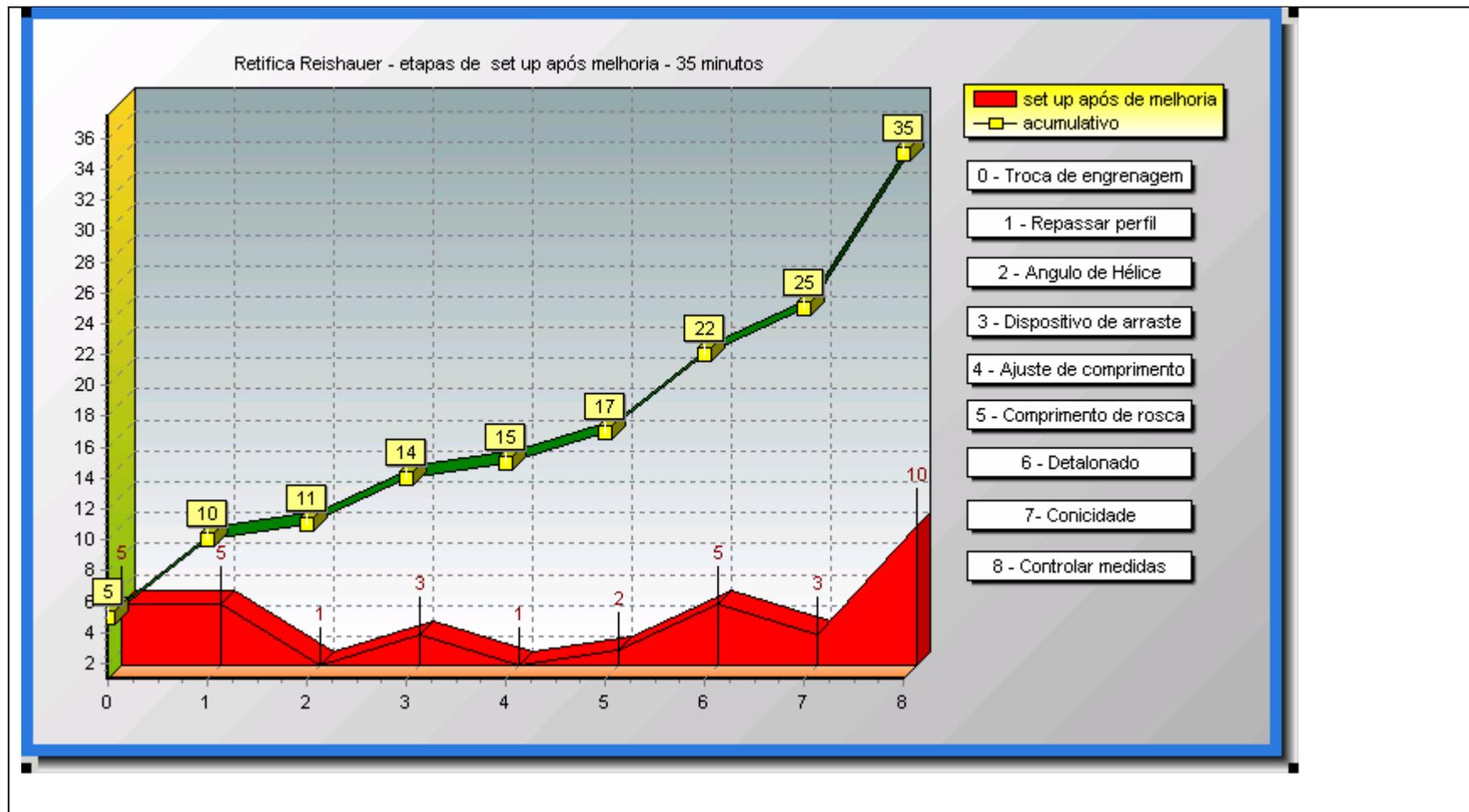


Gráfico 19 – Retífica Reishauer – etapas de set up após de melhorias

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

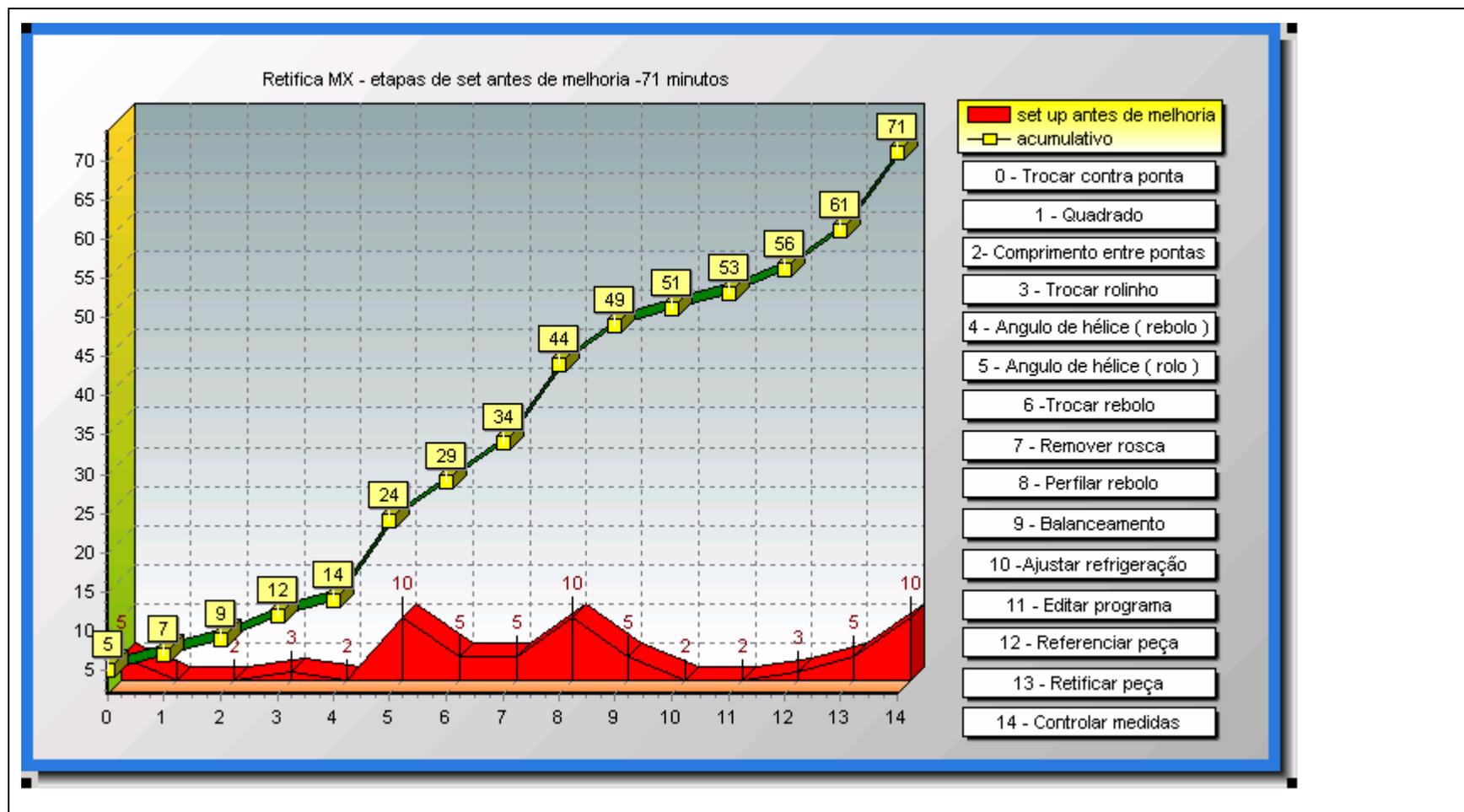


Gráfico 20 – Retífica MX – etapas de set up antes de melhorias
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

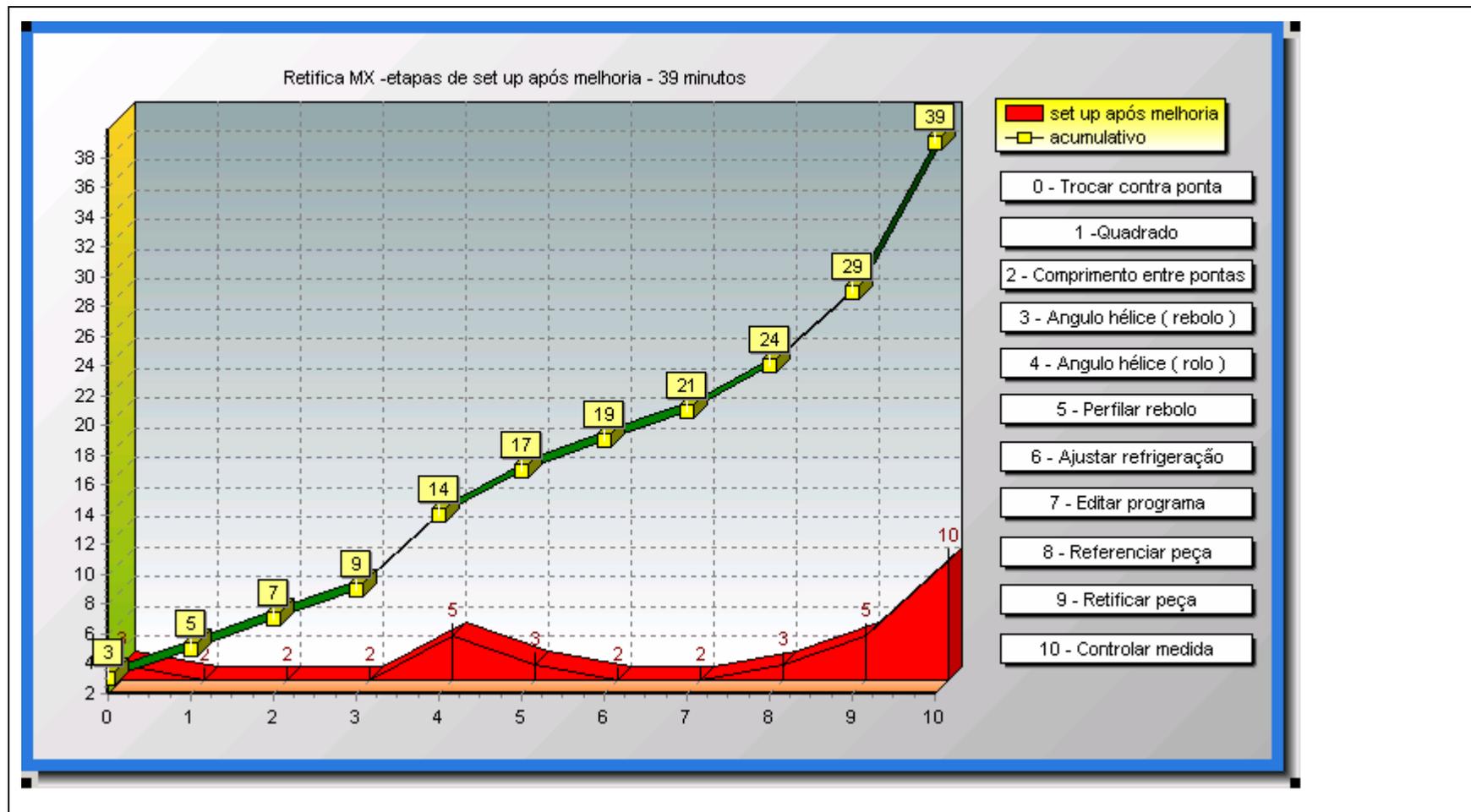


Gráfico 21 – Retífica MX – etapas de set up após de melhorias
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

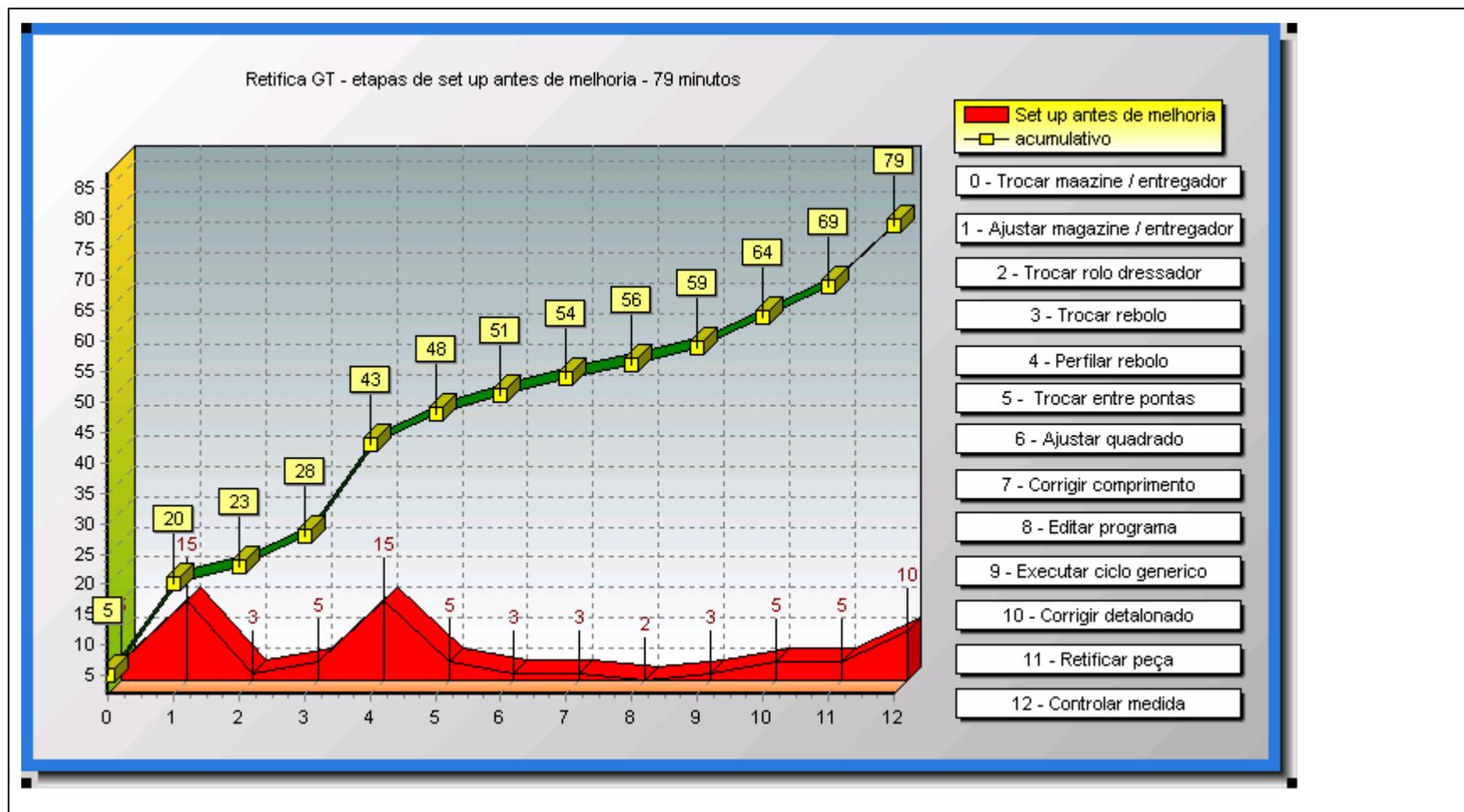


Gráfico 22 – Retífica GT – etapas de set up antes de melhorias
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

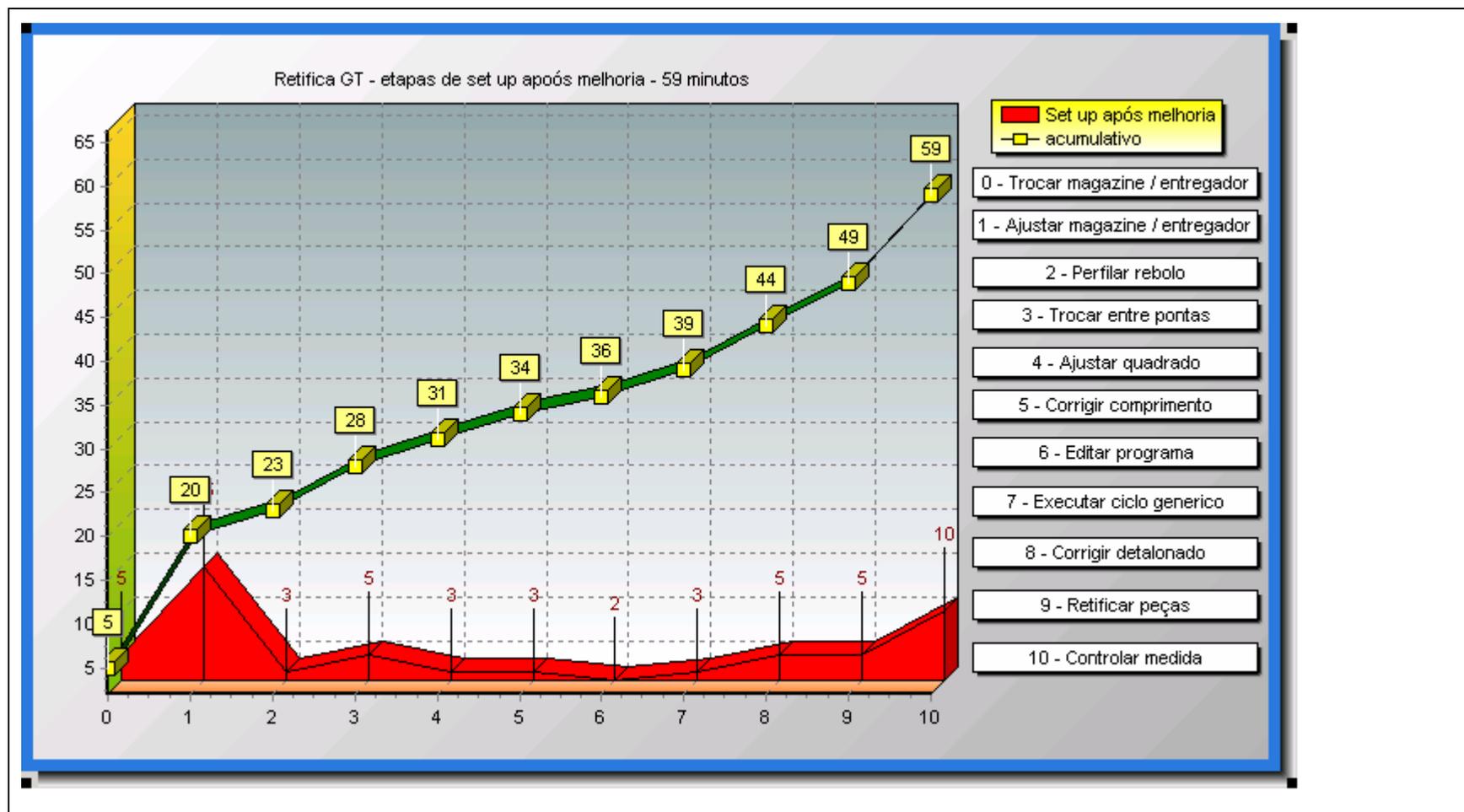


Gráfico 23 – Retífica GT – etapas de set up após de melhorias
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

A empresa investe continuamente na aquisição de máquinas e equipamentos para atender sua demanda utilizando-se de máquinas convencionais, manuais e principalmente máquinas CNC. Para uma melhora contínua as máquinas com controle numérico são capazes de armazenar e processar através de sua memória uma variedade de peças, possibilitando a automação da operação.

Para auxiliar na solução dos mais complexos problemas de usinagem uma das saídas mais apropriada foi a utilização do Controle Numérico Computadorizado (CNC), onde anteriormente se exigia uma máquina ou uma ferramenta especial introduzindo-se dentro da empresa uma mudança cultural significativa. Para um melhor benefício de um equipamento CNC, é importante que se tenha uma boa organização, principalmente no tocante ao processo de fabricação, controle de ferramentais (fixação, corte e medição) e administração dos tempos padrões e métodos de trabalho. Vantagens obtidas com a utilização de máquinas CNC dentro da empresa são:

1. Tempos de fabricação são reduzidos;
2. Na seqüência das operações tem-se maior repetibilidade fazendo com que os tempos padrões previstos permaneçam mais seguros mantendo-se uma maior precisão nos controles de carga homem (*man power*), nos controles de carga máquina e nos cálculos de custos;
3. No consumo de ferramentas tem-se maior repetibilidade devido tratar-se de uma usinagem com esforços, velocidades uniformes, constantes e repetitivos, fazendo com que os desgastes estejam sob controle facilitando para o engenheiro de processo, a um melhor desenvolvimento e teste de fornecedores, um melhor controle do desgaste do processo de ferramentas, evitando refugos e retrabalhos e também para o almoxarifado um melhor controle de estoque;
4. Viabilizasse a preparação de pequenos lotes com a diminuição nos tempos de preparação (*set-up*);
5. Por possibilitar a produção de pequenos lotes tem-se redução de itens acabados no estoque;

6. As inspeções de qualidade são efetuadas em uma menor periodicidade nos tempos e na frequência;
7. Índices de refugos e retrabalhos são minimizados;
8. Na qualidade produzida mantêm-se a repetibilidade gerando peças mais uniforme;
9. Em dispositivos tais como: furar, traçar, cames, modelos, gabaritos, máscaras, chapelonas, tem-se redução nos investimentos devido a redução nos investimentos devido a maior precisão dimensional e geométrica na operação uma vez que a usinagem de peças complexas independe da habilidade do operador. Dependendo do tipo de serviço, um operador poderá operar mais de uma única máquina;
10. Por trabalhar nas condições de corte mais adequadas e constantes tem-se redução no consumo de ferramentas;
11. Nos custos de ferramentas especiais em uso tem-se uma redução na sua variedade;
12. Minimização da fadiga do operador, possibilitando uma produção constante trazendo um aumento na eficiência, com mínimo esforço.

Atualmente 70% do parque industrial da Zobor é composta por máquinas CNC em detrimento às máquinas convencionais. Na Figura 21 a seguir pode ser visto início do desenvolvimento e aprimoramento de novos programas com a redução de custos e aumento da eficiência. Através da figura 22 é possível notar ao avanço das melhorias e desenvolvimentos pela engenharia de novos programas para eficiência de desempenho nas máquinas CNC.

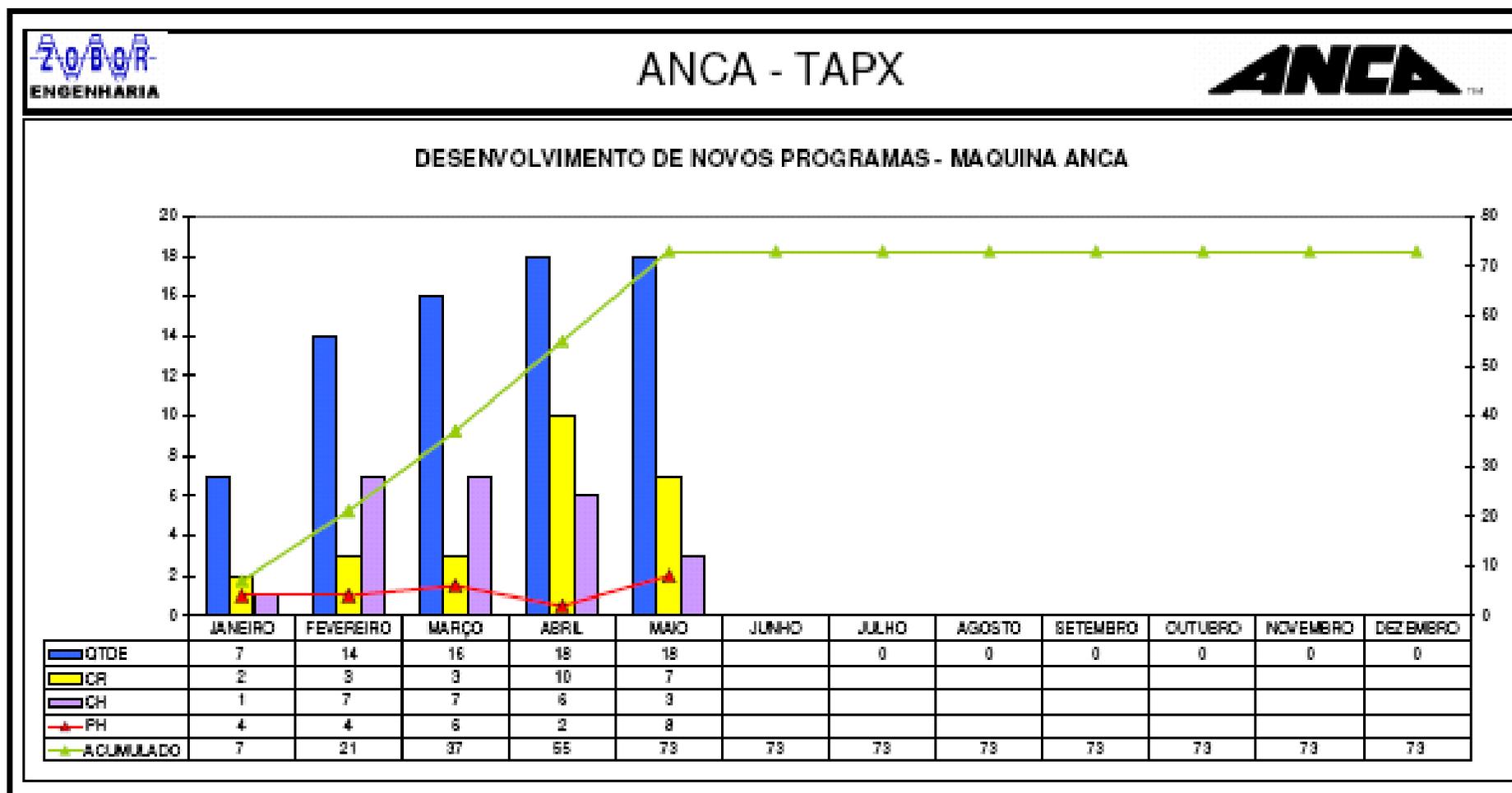


Figura 21 – Desenvolvimento de novos programas
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2005)

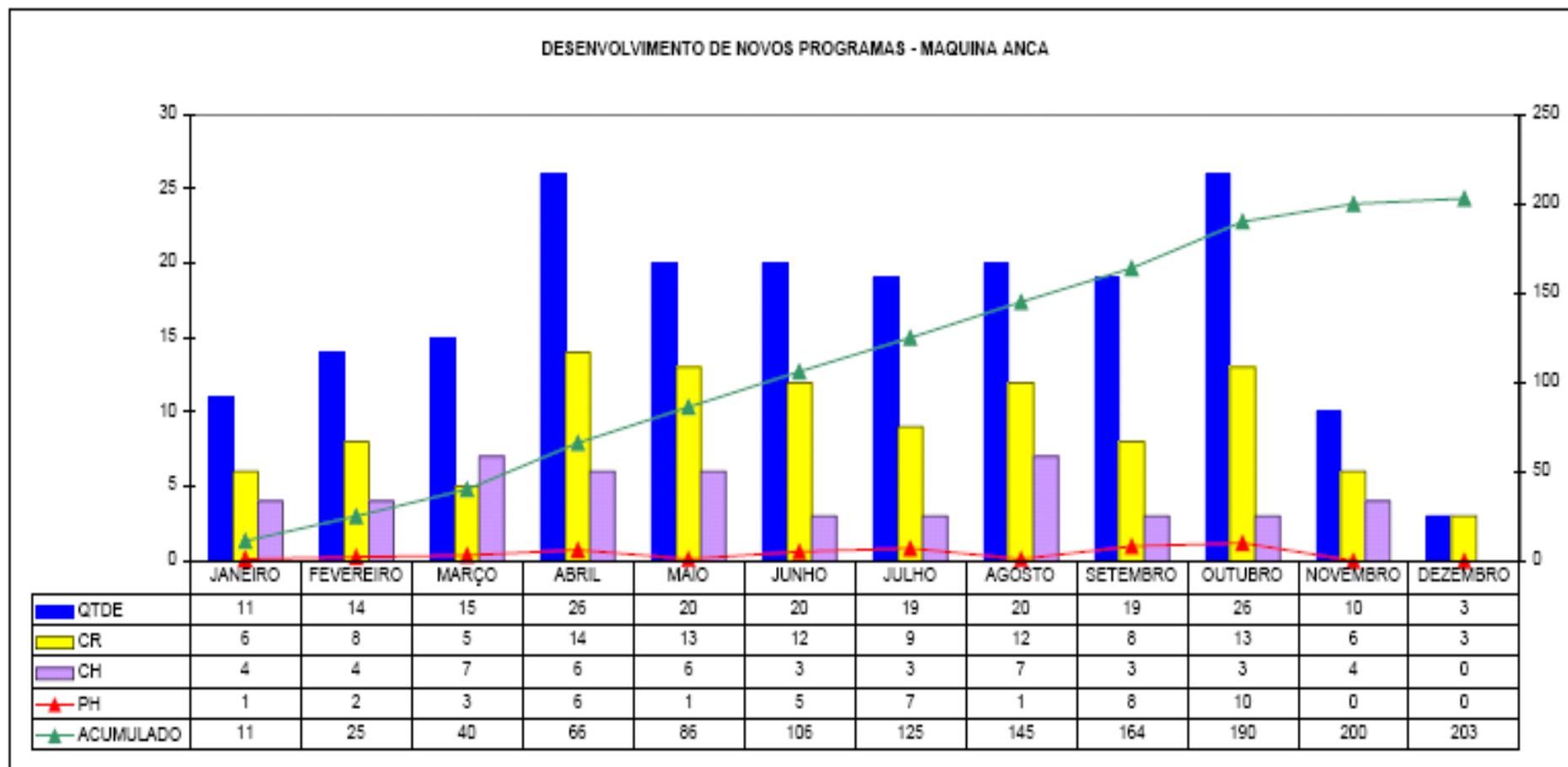


Figura 22 - Desenvolvimento de novos programas
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

O ritmo cadenciado e a lógica do fluxo contínuo e puxado¹⁵ na Empresa Zobor também são os elementos operacionais essenciais que garantem a agilidade e os baixos custos dos processos de desenvolvimento sendo que com isso fica garantido que a informação e o conhecimento fluam de maneira cadenciada *takt time*, contínua (sem esperas, sem retornos) e puxada (de acordo com a demanda real da próxima etapa) durante todo o desenvolvimento.

O conceito de tempo *takt* (tempo disponível para a produção dividido pela demanda) como referência central para a operação e trabalhar de acordo com ele, é uma decisão estratégica que envolveu toda a empresa.

Para a operacionalização do *takt* **uma das condições prévias que a empresa sempre busca é o nivelamento das vendas e a redução dos picos**

Maiores serão as dificuldades de alocação de recursos (máquinas e pessoas), quanto mais freqüentes e maiores forem as mudanças do *takt*, aumentando também as dificuldades de manter estável o abastecimento de materiais, dificultando o processo de planejamento e programação da produção e das entregas dos fornecedores

O reflexo da inconstância na gestão pode ser verificada pelos transtornos da empresa em planejar e operar de acordo com tempo *takt*. Mesmo em ambientes “*make to order*”(MTO) ou dependentes às sazonalidades significativa, é possível transformar a demanda em fator chave para a operação. A definição do *takt* vai orientar o planejamento dos recursos essenciais, evitando tanto a inoportuna capacidade ociosa, quanto os gargalos que impedem o atendimento aos clientes.

Na empresa a garantia da integridade do *TakTime* é monitorada pelo PCP (planejamento e controle de produção) evitando a criação de caos e instabilidade com as eventuais flutuações a que está submetido qualquer negócio.

A seguir a tabela demonstra variabilidade por diâmetro e a instabilidade de quantidade de peças para 2006 e 2007.

¹⁵ Método de controle da produção em que as atividades fluxo abaixo avisam às atividades fluxo acima sobre suas necessidades. A produção puxada tenta eliminar a produção em excesso e é um dos três componentes principais de um sistema de produção *Just-in-Time* completo.

Tabela 4 - Demonstração da variabilidade por diâmetro e a instabilidade de quantidade de peças para 2006 e 2007.

ANO BASE 2006															
diametros (mm)	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	total do ano	%	média
<=10	6444	5897	8695	7103	8582	8187	8514	7133	5830	6285	7135	6185	85990	58,07	7165
11 a 20	1656	2819	3320	4070	3307	3713	3499	3557	3183	3788	2879	2760	38551	26,03	3213
21 a 30	1323	1503	2198	2418	2711	1251	1968	1287	1785	1966	1910	1821	22143	14,95	1845
31 a 40	99	39	123	165	105	50	66	46	24	96	48	29	890	0,6	74
>= 41	30	122	40	46	8	23	34	27	52	19	62	53	516	0,35	43
total	9552	10382	14376	13802	14713	13284	14081	12050	10874	12154	12034	10848	148090	100	12341

ANO BASE 2007															
diametros (mm)	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro	outubro	novembro	dezembro	total do ano	%	média
<=10	7458	7145	8982	8319	9163	9409	11852	13788	11100	11600	11500	11900	122216	67,22	10184
11 a 20	2643	2499	2985	2289	3256	3390	3956	4215	3250	3280	3305	3290	38358	21,09	3196
21 a 30	1087	2086	2527	1062	2384	1018	1448	1790	1675	1640	1688	1705	20110	11,06	1676
31 a 40	23	16	110	79	76	24	41	48	54	50	48	56	625	0,35	52
>= 41	42	22	24	65	75	12	14	52	45	50	41	58	500	0,28	42
total	11253	11768	14628	11814	14954	13853	17311	19893	16124	16620	16582	17009	181809	100	15159

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Legenda:

Laranja = maior produção
Amarelo = menor produção

A seguir Gráficos de produção de machos para os anos 2006 e 2007

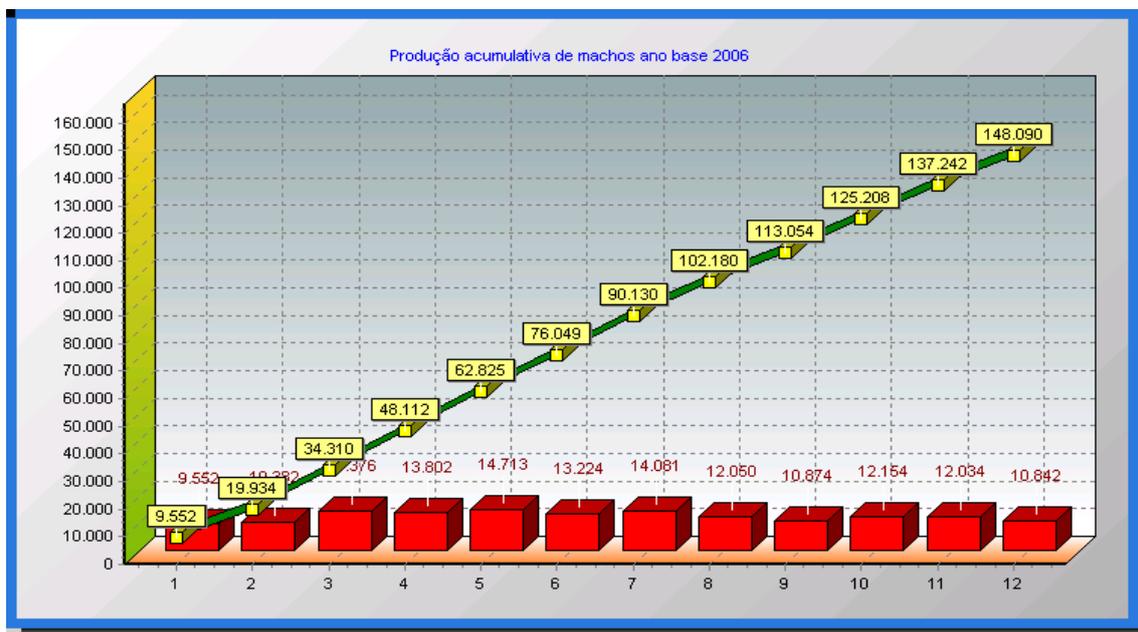


Gráfico 24 - Produção acumulativa de machos (ano base 2006)
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)



Gráfico 25 - Produção acumulativa de machos (ano base 2007)
Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

A seguir gráficos de produção de machos subdivididos por famílias de diâmetros para os anos de 2006 e 2007

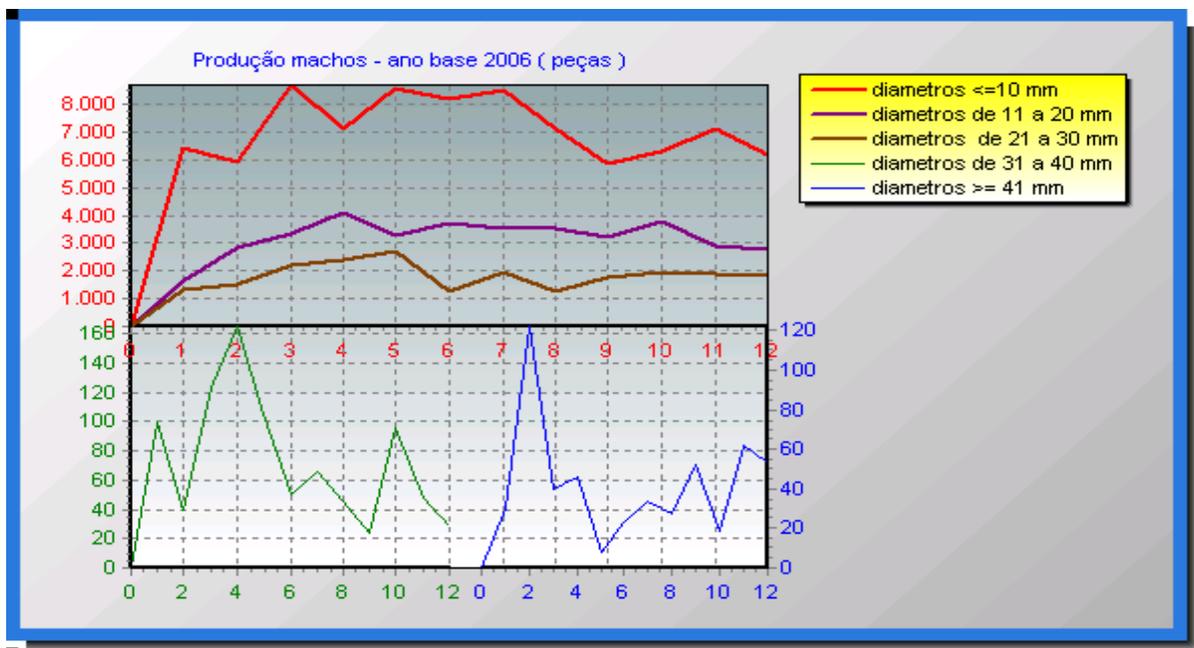


Gráfico 26 - Produção acumulativa de machos por diâmetro (ano base 2006)

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

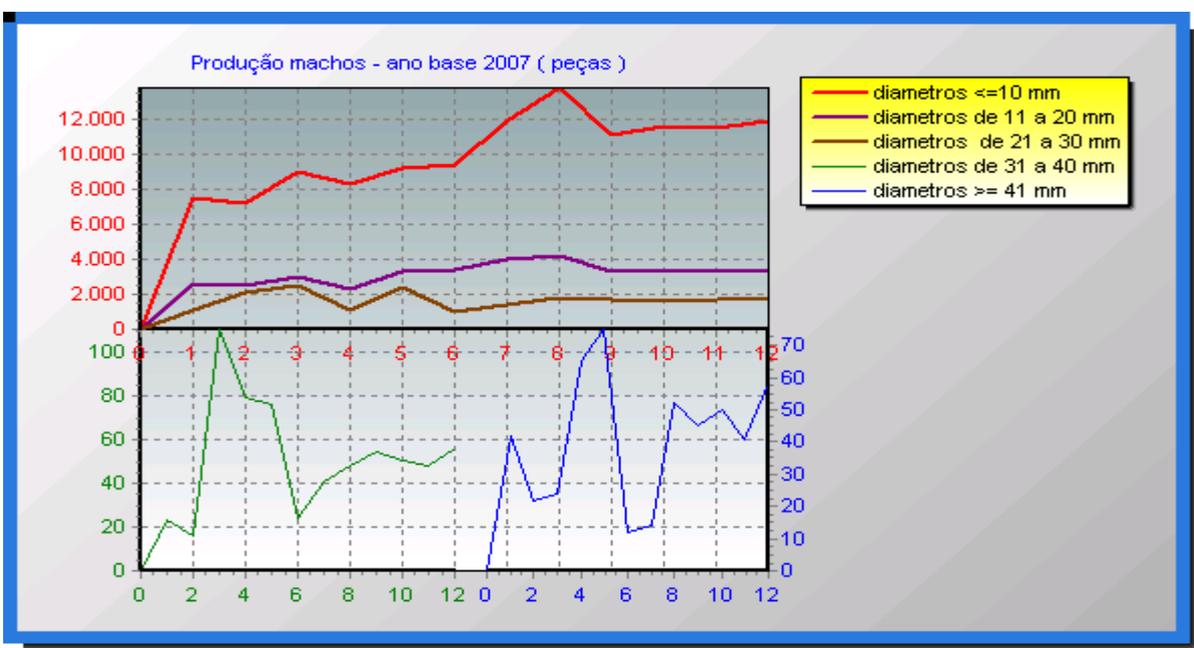


Gráfico 27 – Produção acumulativa de machos por diâmetro (2007)

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

O *Takt Time* é indispensável para determinar os novos investimentos, pois torna-se padrão para delinear um fluxo de valor (equipamentos de tamanho certo), prevenindo que a empresa obtenha máquinas rápidas demais, com tempo de ciclo muito menores que o *takt*. Pode também ajudar a descobrir onde estão os reais gargalos, processos onde o tempo de ciclo é maior que do que o *takt* (processos mais lentos do que o ritmo do cliente).

Caso a capacidade de uma linha ou célula não seja suficiente, identifica-se a operação que define o tempo de ciclo e concentra-se a atenção na sua melhoria. Essa será a operação para a qual na Empresa Zobor são canalizadas as atenções e prioridades de engenheiros, supervisores e grupos *kaizen* para melhorias na fábrica. A seguir está exemplificado o cálculo do *takt time* através do setor rosca que funciona como kanban puxador de toda a programação de macho.

1) Tempo de ciclo cada maquina de rosca Empresa Zobor (Quadro 10)

GT	105 seg / macho
MX	180 seg / macho
Reis/Perfil Único (1 maq)	450 seg / macho
Reis/Perfil múltiplo (2 maq)	280 seg / macho
Tempo de ciclo médio (Zobor) setor rosca	259 seg / macho

Quadro 10- Tempo de ciclo cada maquina de rosca

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da empresa Zobor(2007)

Este dado significa que hoje em media a Zobor produziria um macho a cada 259 segundos com rendimento de 100 % no processo como um todo O *output* seria 14 machos / hora, ou seja, 12320 machos / mês.

2) Takt time = fluxo contínuo (sincronizado) (Quadro 11)

Horas trabalhadas / semana	44 horas
Quantidade de maq (rosca)	5 maq
Quantidade de semana	4 sem
Quantidade machos /mês (média Zobor)	16000 machos/mês

Quadro 11- Takt time = fluxo contínuo (sincronizado)

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da empresa Zobor(2007)

- Calculo de takt time = horas disponíveis / demanda (pçs)
- Calculo takt time atual (Zobor) :
- Takt time (Zobor atual) $44 \times 5 \times 4 \times 3600 / 16000 = 198 \text{ seg/macho}$

Este dado significa que a cada 198 seg. um macho deveria ser produzido pelo setor rosca com *output* de 18 machos / hora. Porém, neste caso, devemos incorporar o rendimento do processo (nível ótimo de set up + pré-set) sendo que o histórico da Zobor situa-se ao redor máximo de 90 %, isto é, $198 / 0,9 = 220 \text{ seg/macho}$ que é menor do que 259 seg/macho calculado no tempo de ciclo do setor rosca.

Quando $t_{\text{takt}} < t_{\text{ciclo}}$ adota-se como o $t_{\text{takt}} = t_{\text{ciclo}}$, portanto desta forma:

- Takt time = t ciclo , isto é, 259 seg / macho.

Com isto deve-se reavaliar a quantidade de horas necessárias para tal fim como demonstrado abaixo :

- $y \times 5 \times 4 \times 3600 / 16000 = 259$ $y = 58 \text{ horas maq /sem}$

Conclui-se que dê um valor inicial de 44 hmaq/semana o setor rosca passará para 58 hmaq/semana para cada máquina. Acrescentar o fator eficiência (rendimento) de 90% para o processo, perfazendo um total de 65 hmaq/semana.

Dessa forma $65 \text{ hmaq/semana} \times 4 \text{ semanas/mês} \times 5 \text{ maq} = 1300 \text{ h/mês}$ para esse setor como um todo e não mais 880 horas/mês havendo uma necessidade de incremento de 420 horas/mês para que a célula rosca responsável pelo Kanban puxador na produção de machos atenda a demanda solicitada pelo departamento de vendas.

A célula rosca trabalhará com 1300 horas/mês, com 65 hmaq/semana com *Ttakt* de 259 seg/macho e com *output* de 612 machos/dia.

Após da identificação do takt time pela empresa o kanban implantado tem algumas características identificadas a seguir:

- Aciona o processo de fabricação, apenas quando necessário;
- Não permite a produção para estoque com previsões futuras;
- Paralisa a linha quando surgem problemas não solucionados;
- Permite o controle visual do andamento do processo;
- É acionado pelo próprio operador;
- Uma ferramenta para garantir a distribuição programada das ordens de serviço;
- Uma ferramenta para evitar o excesso ou a falta de produção/entrega de peças;
- Uma ferramenta para controlar o inventário;
- Uma ferramenta para descobrir e amplificar as fraquezas dos processos;
- Produção de peças com base em lotes pequenos;
- Entrega de peças de acordo com o consumo;
- Identificação de peças.

Para que a empresa tenha um controle da produção e do inventário no piso de fábrica é utilizado o sistema *Kanban*. Essa ferramenta é um sistema de informações, para controlar a produção em todos os processos bem como monitora

e regula o fluxo dos componentes de fornecedores externos. É um sistema para descentralizar a responsabilidade pelo controle da produção no piso da fábrica e opera com quase zero inventários de material em processo. O controle diário da produção e do inventário é de responsabilidade total dos supervisores da fábrica e dos operários da linha de produção e lhes dá permissão e maneiras para interromper e acionar a produção.

A incumbência pela tomada de decisões, que geralmente permanecia nas mãos do programador de produção, em um local distante, é confiada a numerosos operários da linha de produção, justamente no local da ação. Com a utilização do *kanban* no piso da fábrica, a produção geralmente caminha de acordo com o programa. No entanto, às vezes são inevitáveis dentro da empresa variações do programa para equilibrar uma quebra imprevista, ou para permitir as necessidades de um consumidor especial. Quando isto ocorre, o sistema *Kanban* pode remanejá-las sem dificuldades e sem formação de inventário em nenhum ponto. As variações de até 10% no programa dentro da empresa podem ser resolvidas com relativa facilidade.

Os gráficos 28 a 37 ilustram o atendimento de pedidos para os anos base de 2006 e 2007 segregados por famílias de diâmetro. Observa-se que a partir do segundo semestre de 2007 um sensível decréscimo no nível de atraso para todas as famílias.

Os gráficos 38 a 47 demonstram a eficiência de produção para os anos base de 2006 e 2007 desmembrados por famílias de diâmetro. Verifica-se também que no início do terceiro trimestre de 2007 uma melhora gradativa e constante no nível de produtividade para todas as famílias. A eficiência de produção leva somente em consideração a somatória dos itens que foram adiantados e no prazo ficando excluídos os atrasos.

Atendimento de pedidos - diâmetros ≤ 10 mm - ano base 2006

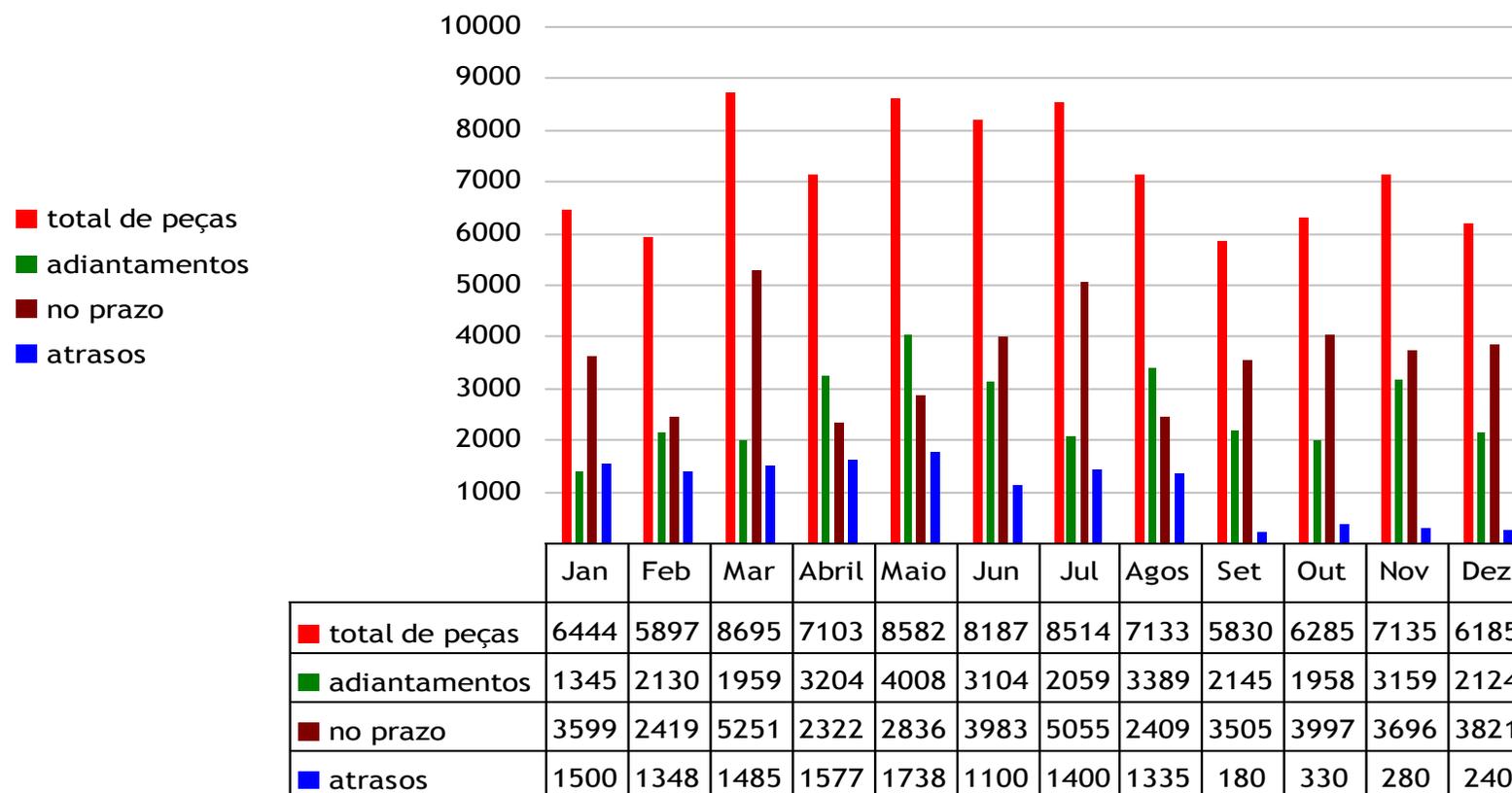


Gráfico 28 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro ≤ 10 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros ≤ 10 mm - ano base 2007

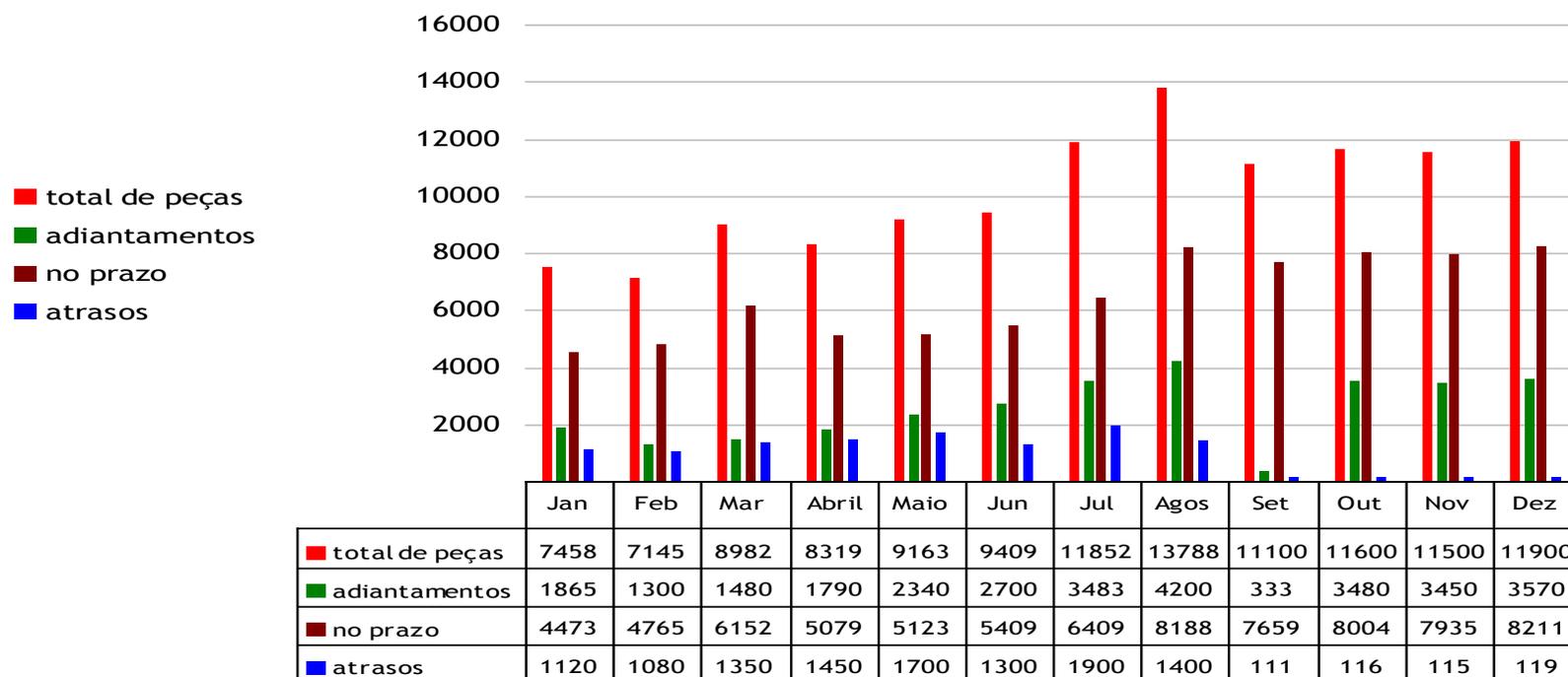


Gráfico 29 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro ≤ 10 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de 11 a 20 mm - ano base 2006

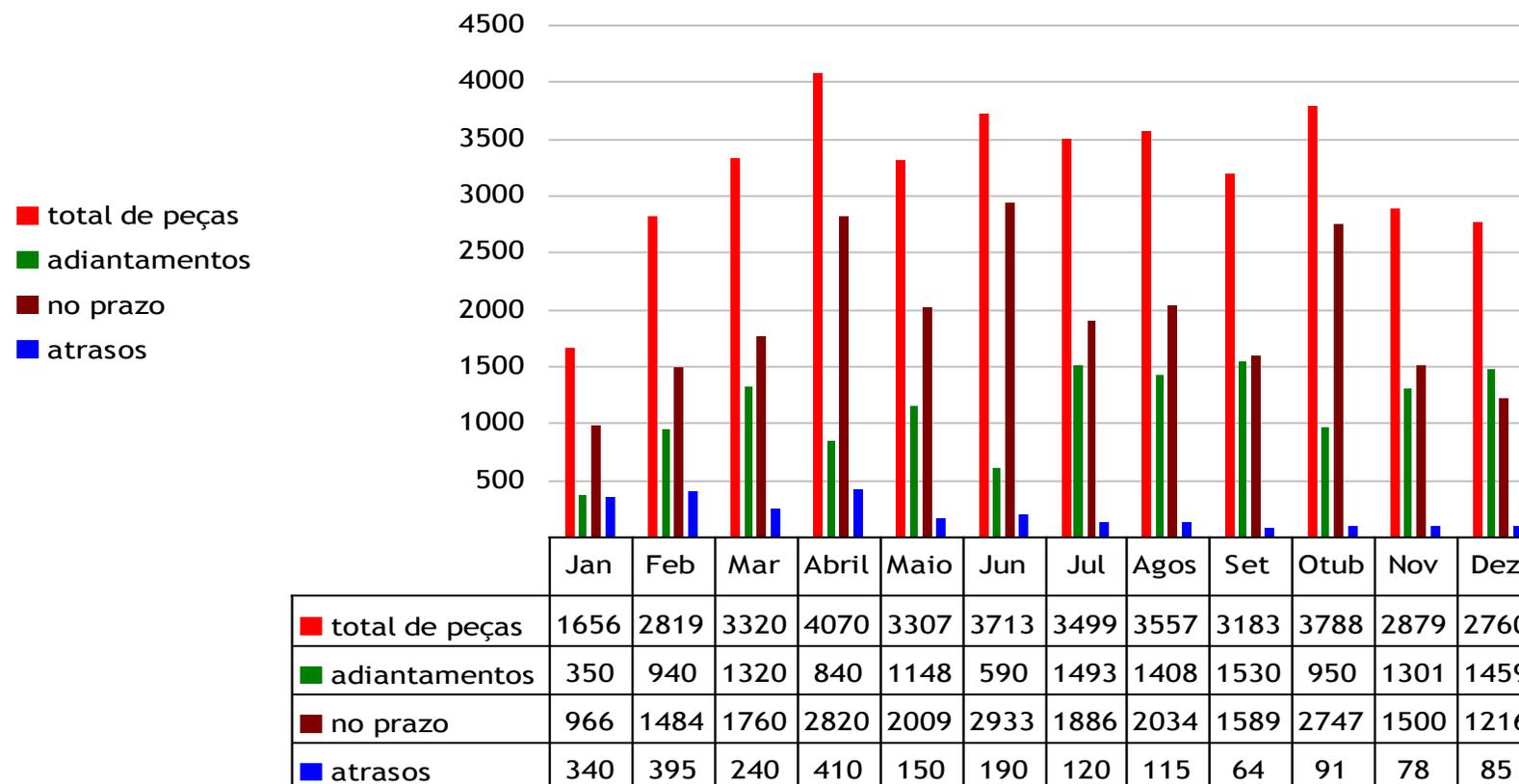


Gráfico 30 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 11 a 20 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de 11 a 20 mm - ano base 2007

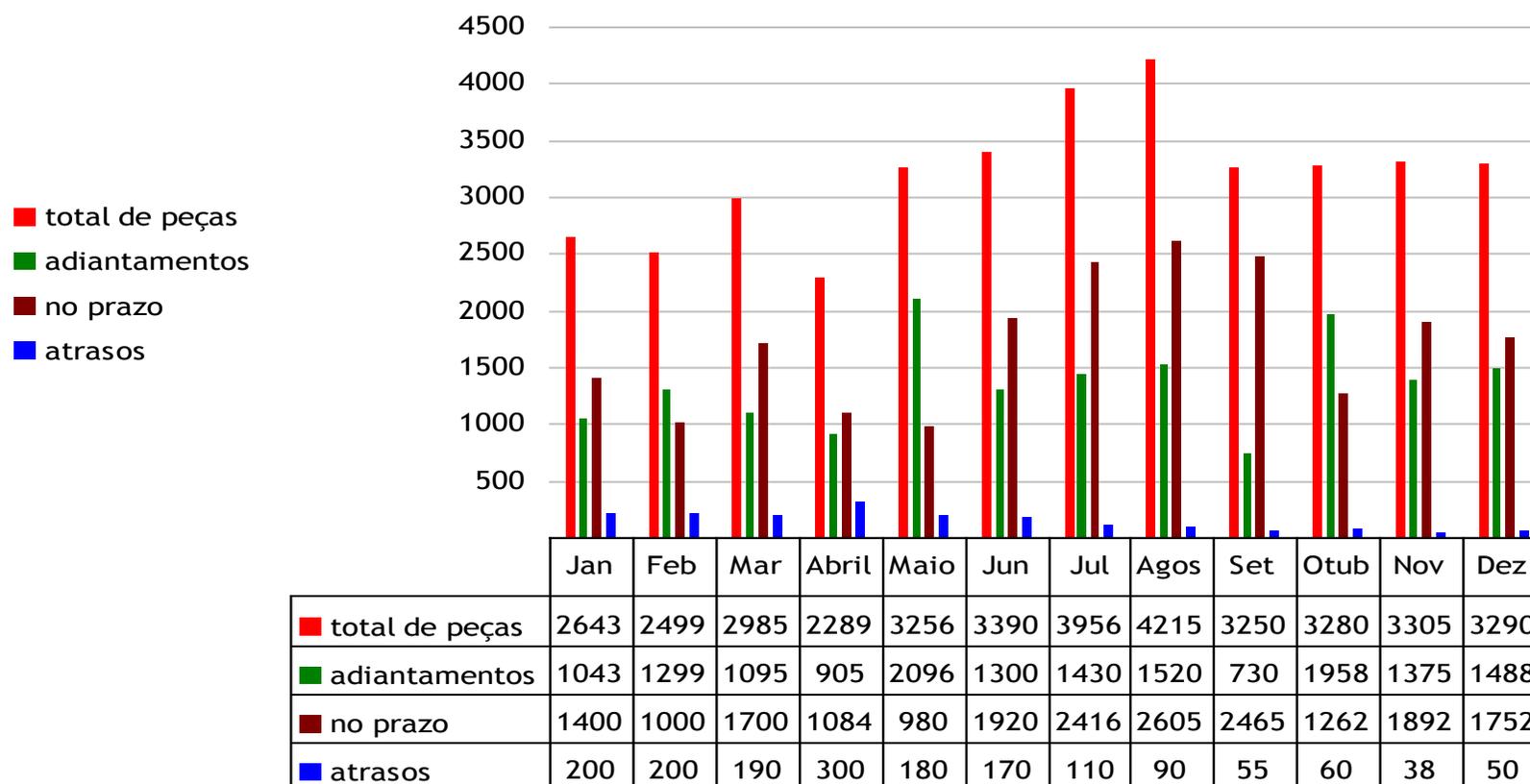


Gráfico 31 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 11 a 20 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de 21 a 30 mm - ano base 2006

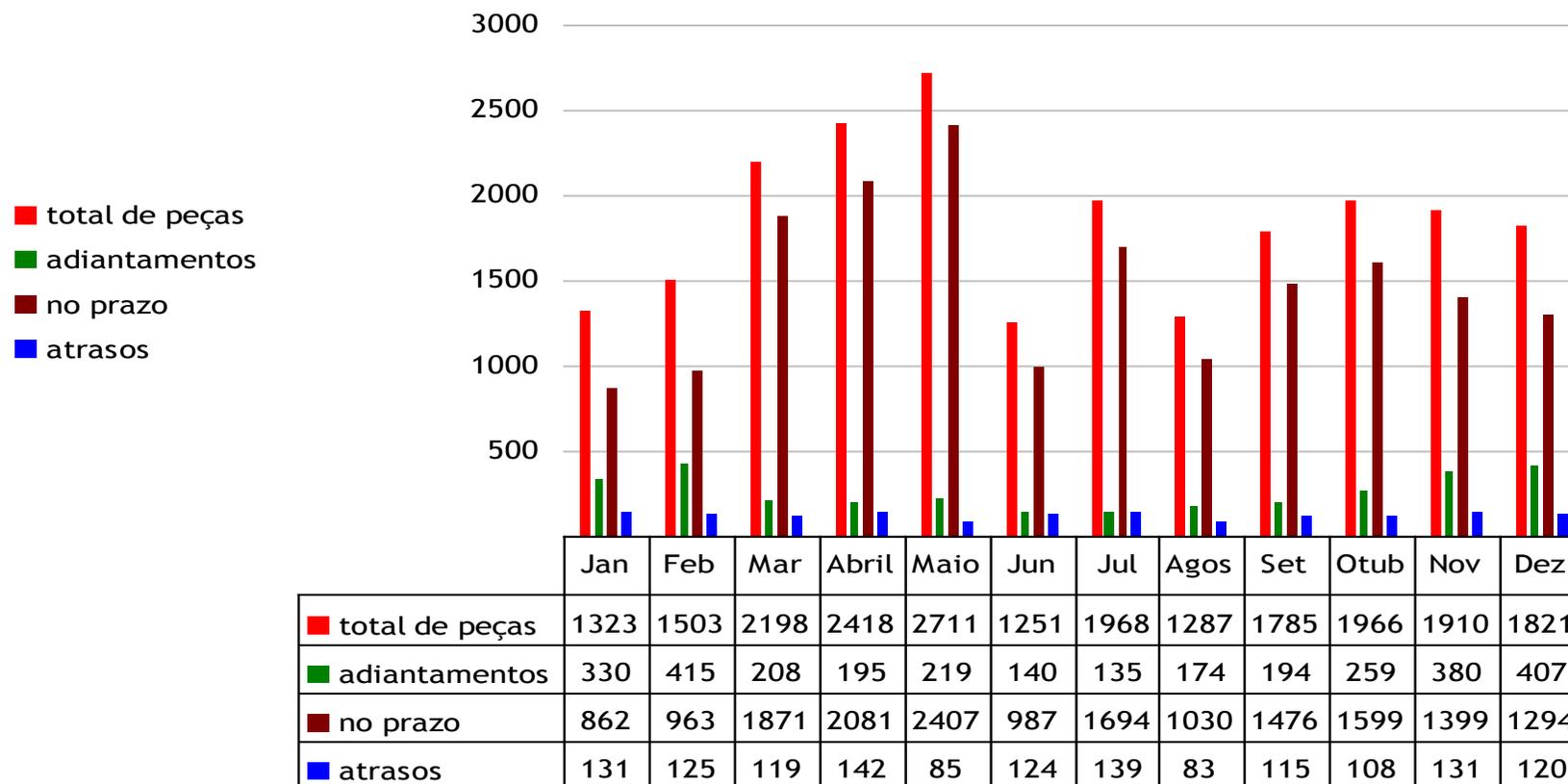


Gráfico 32 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 21 a 30 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de 21 a 30 mm - ano base 2007

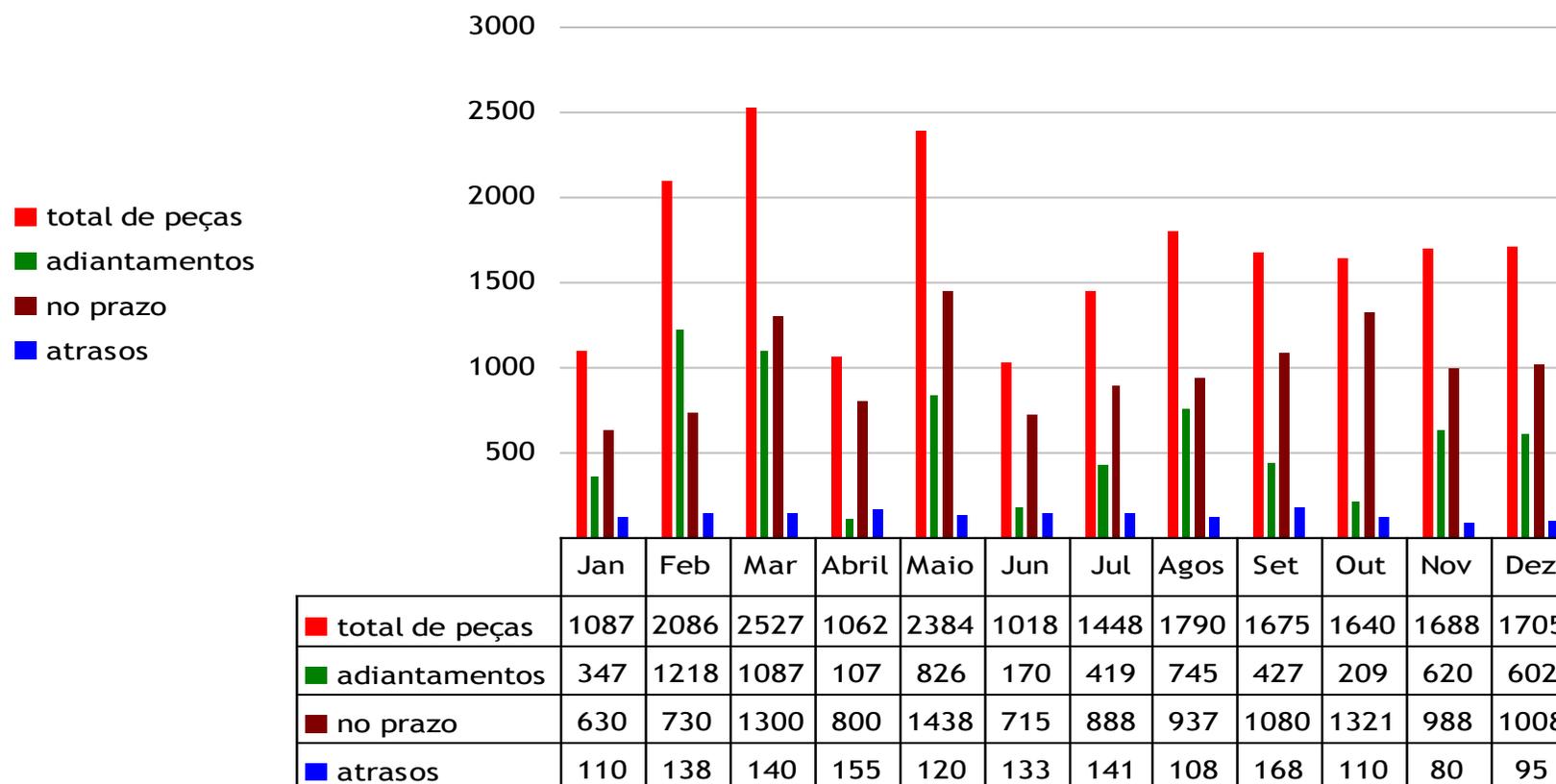


Gráfico 33 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 21 a 30 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de 31 a 40 mm - ano base 2006

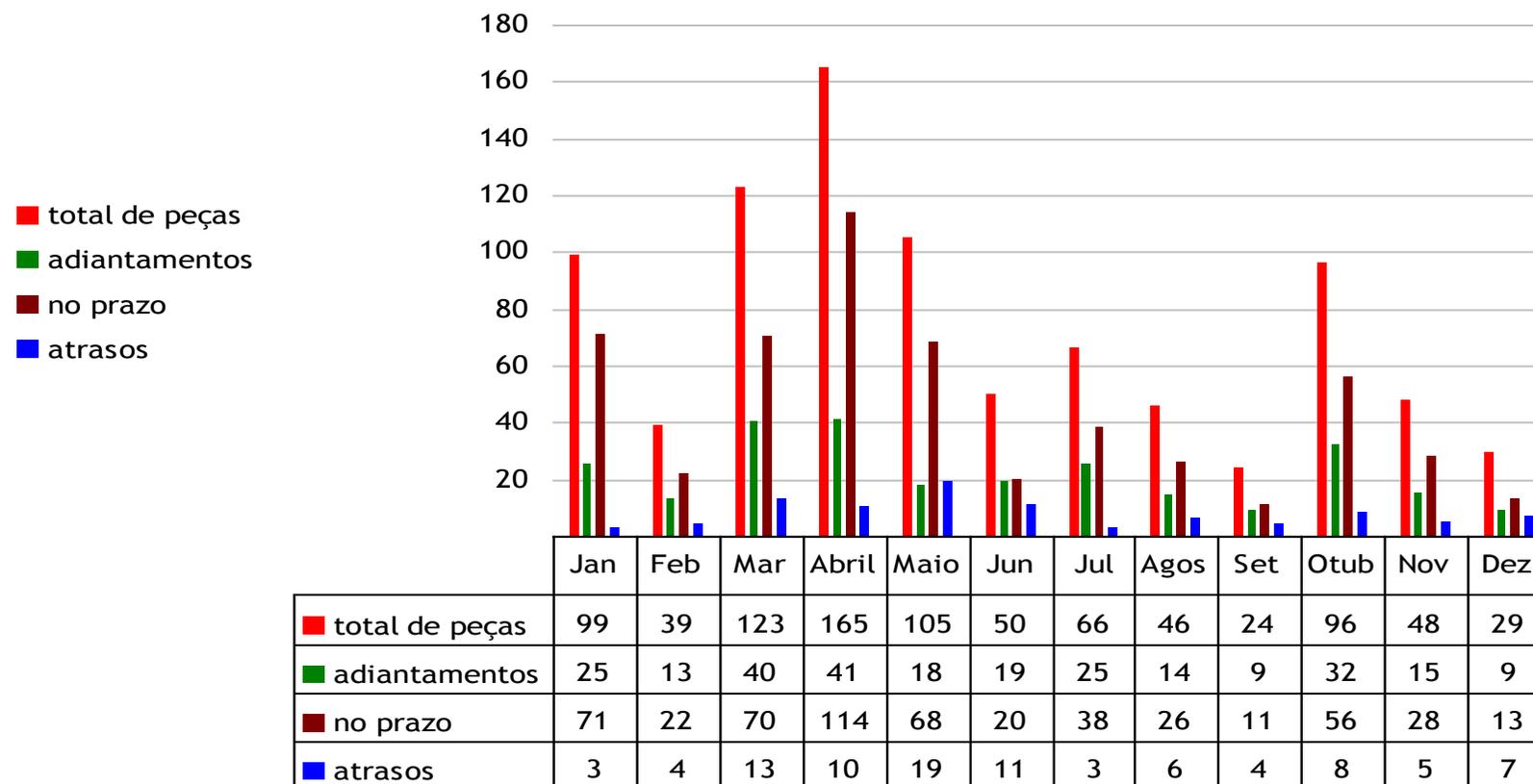


Gráfico 34 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 31 a 40 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de 31 a 40 mm - ano base 2007

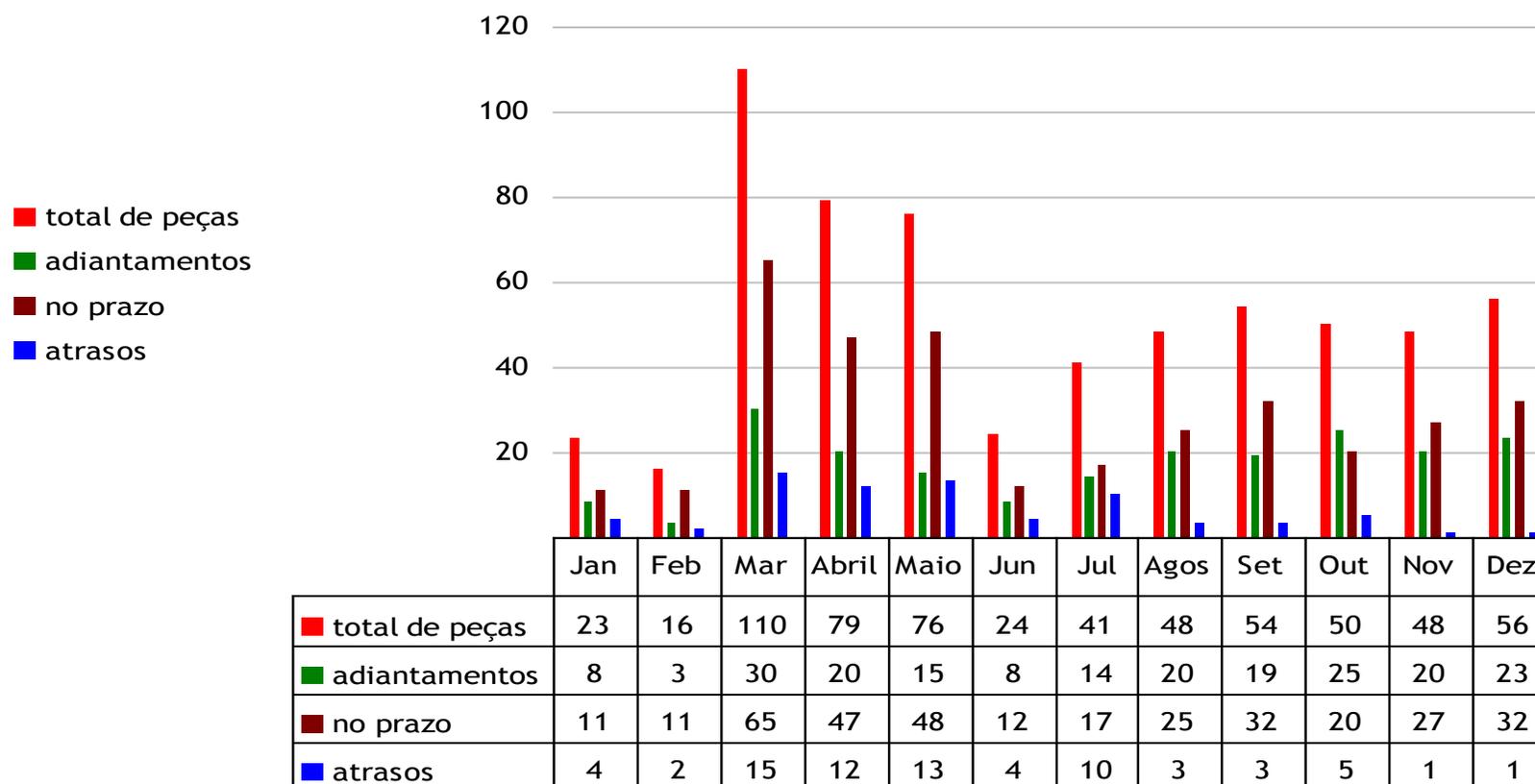


Gráfico 35 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro de 31 a 40 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros ≥ 41 mm - ano base 2006

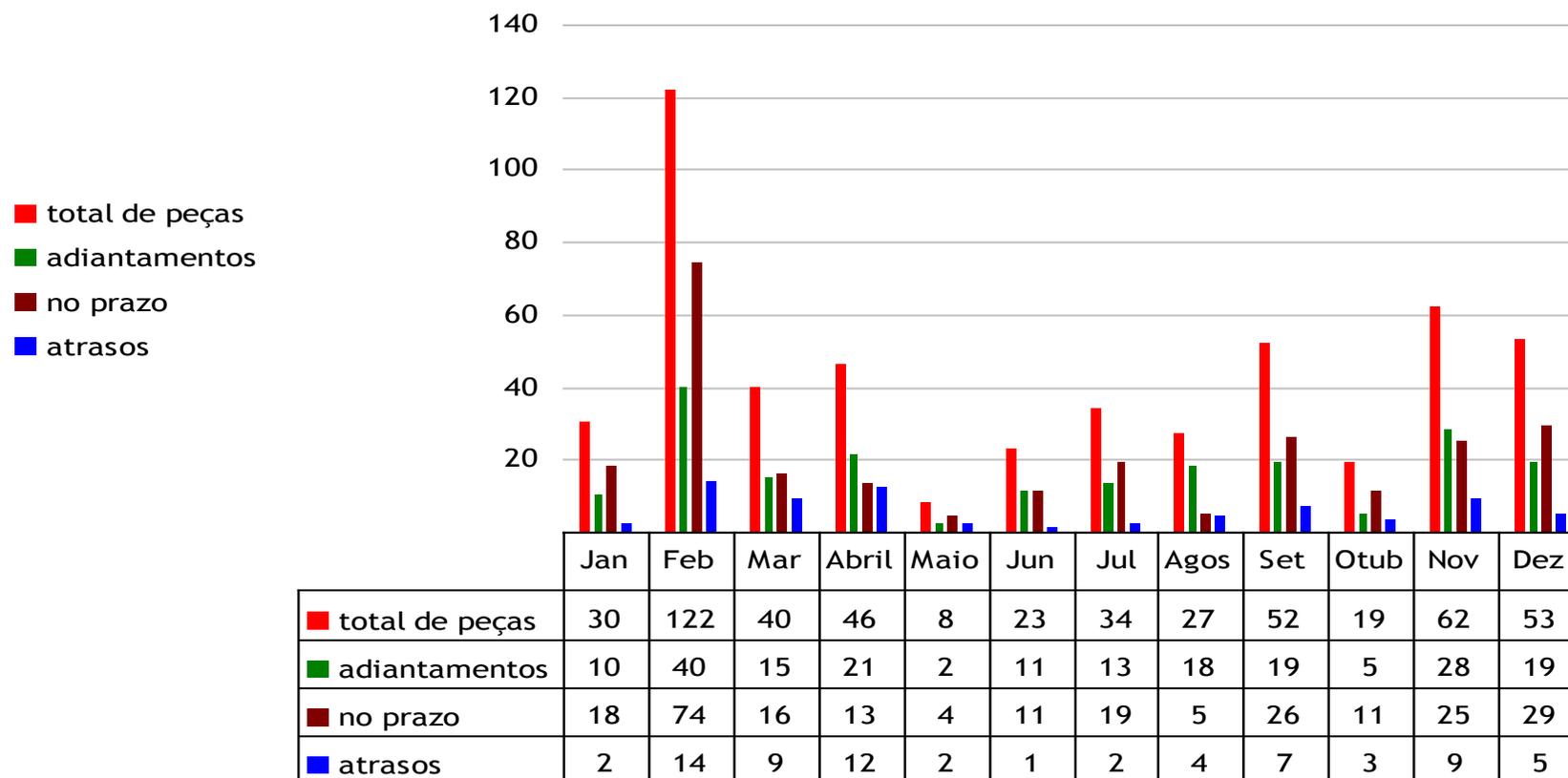


Gráfico 36 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro ≥ 41 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Atendimento de pedidos - diâmetros de ≥ 41 mm - ano base 2007

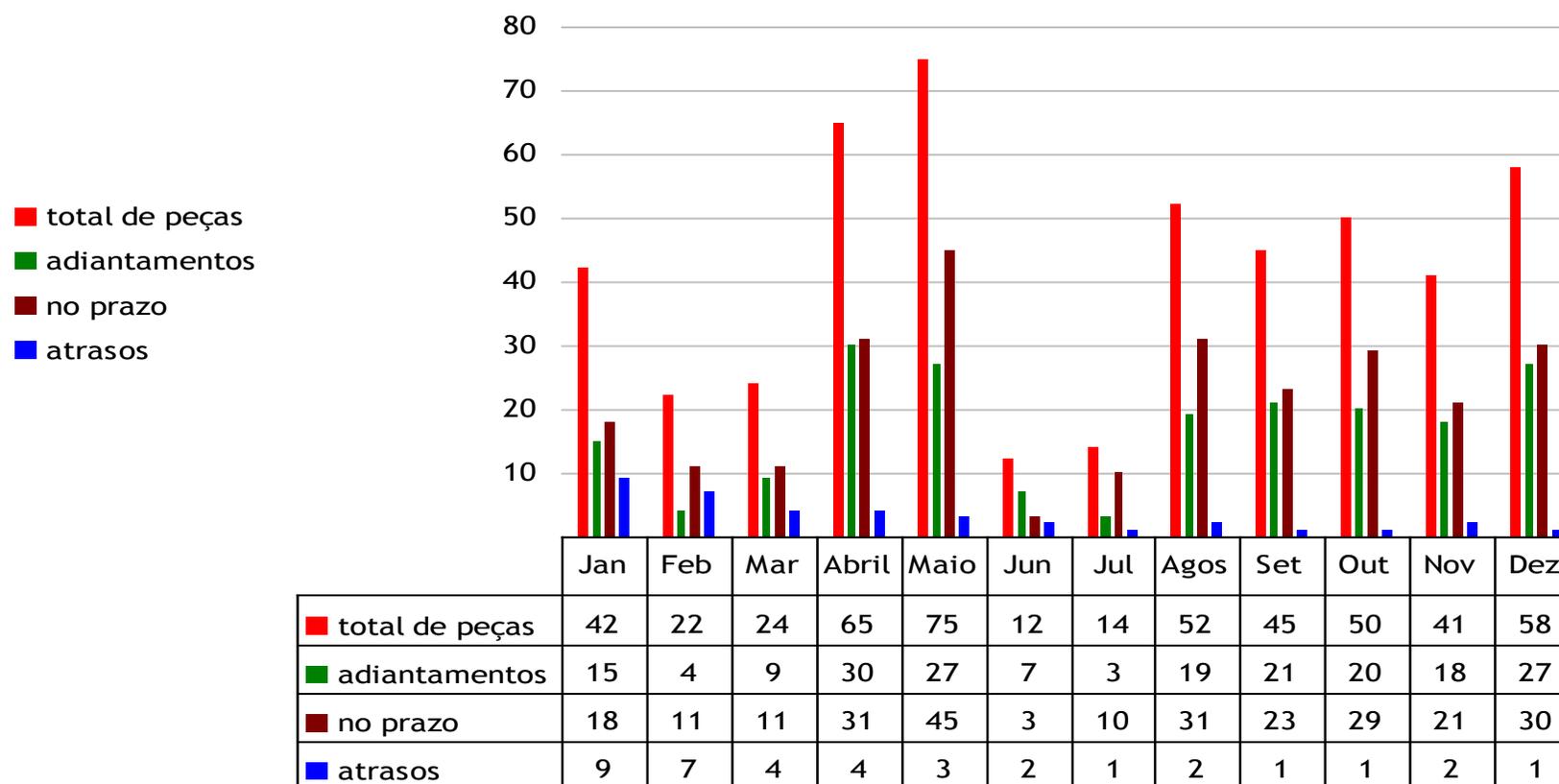


Gráfico 37 – Gráfico de atendimento de pedidos (peças) de diâmetro ≥ 41 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diâmetro <= 10 mm - ano base 2006

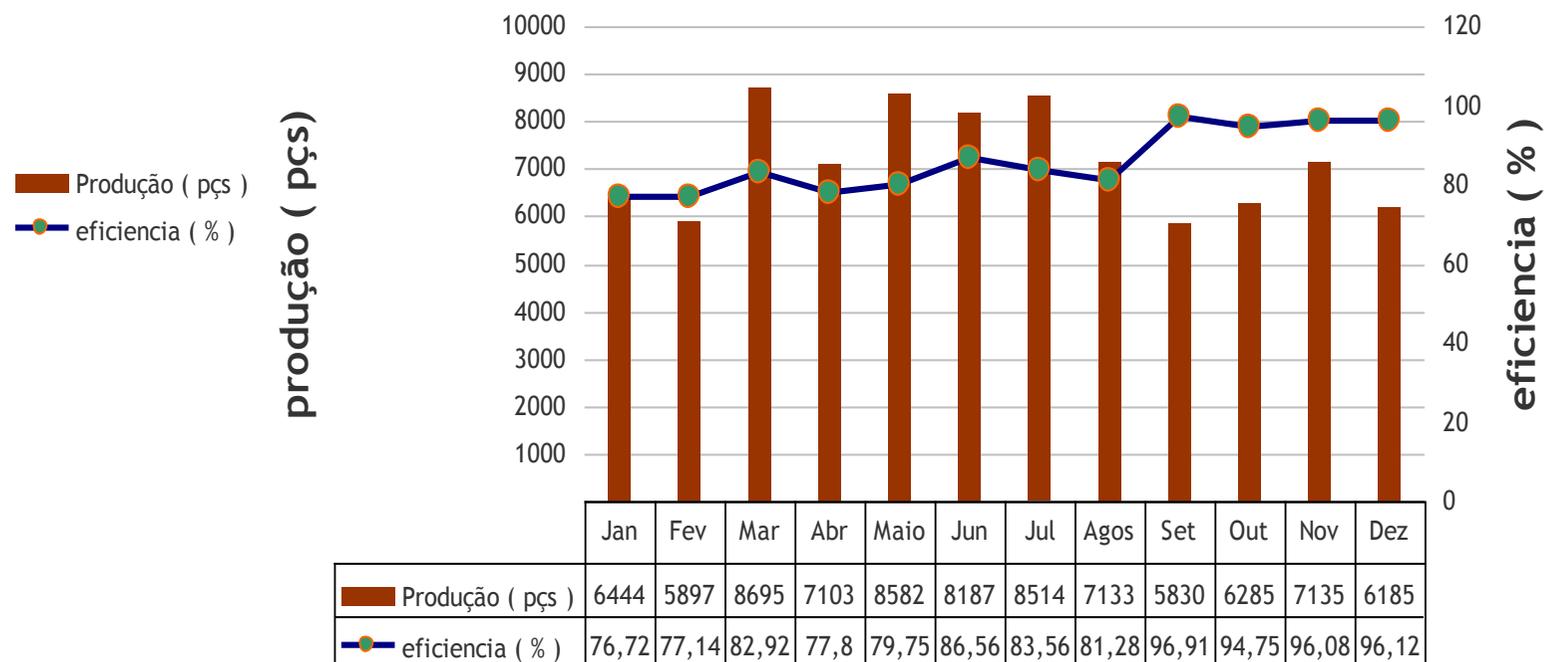
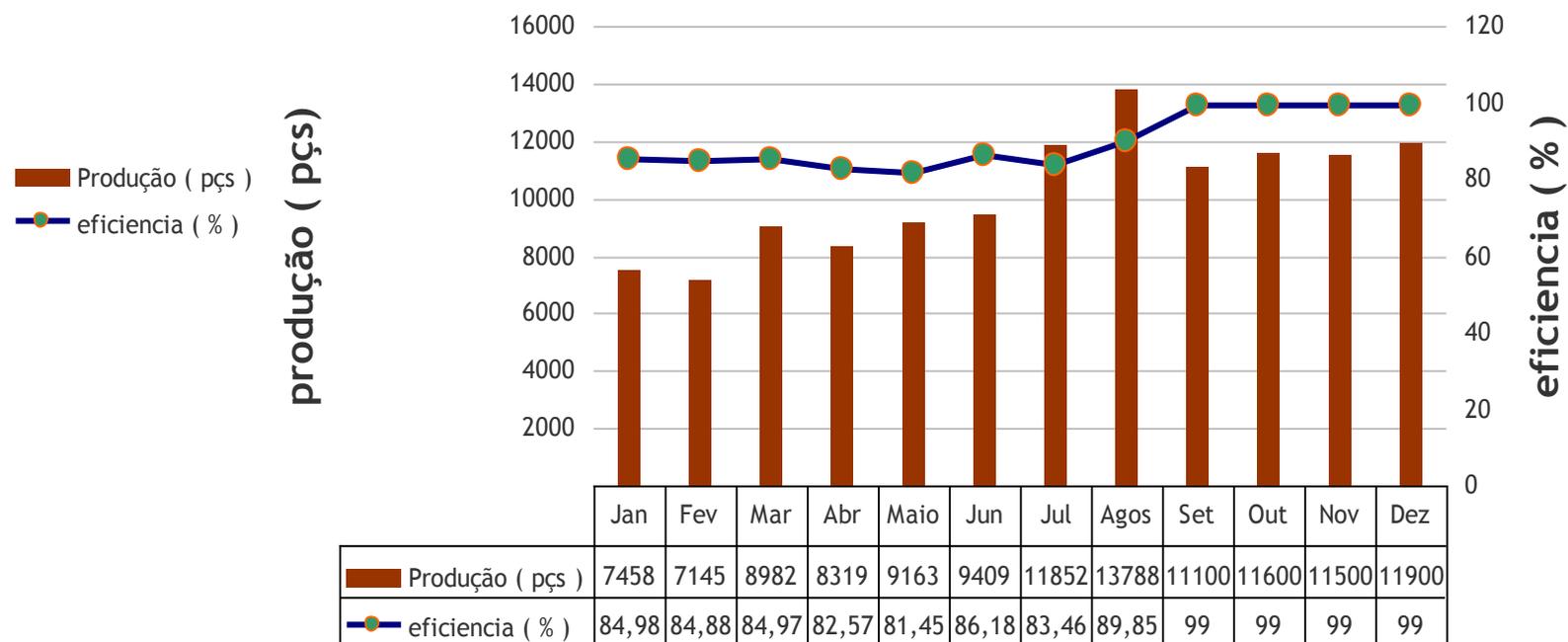


Gráfico 38 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro <=10mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiencia de produção - diametro <= 10 mm - ano base 2007

**Gráfico 39** – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro <=10mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diâmetro de 11 a 20 mm - ano base 2006

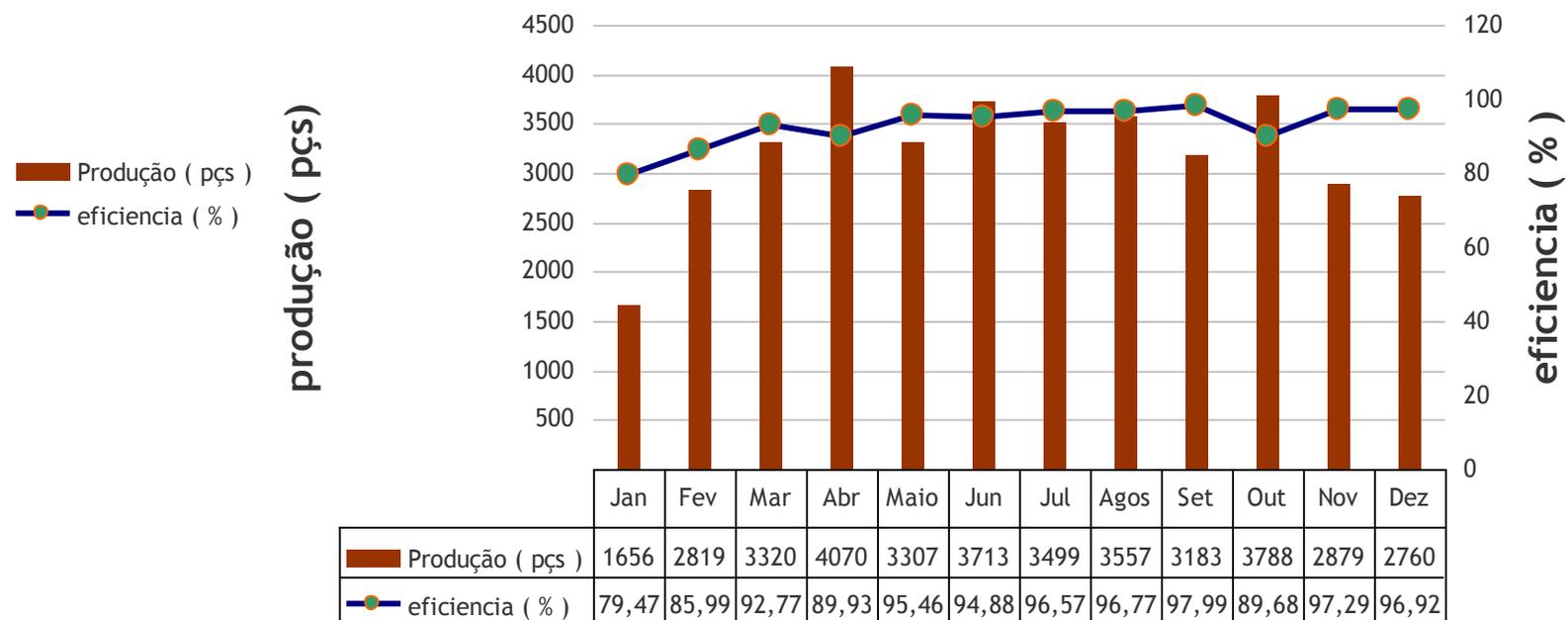


Gráfico 40 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 11 a 20 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diametro de 11 a 20 mm - ano base 2007

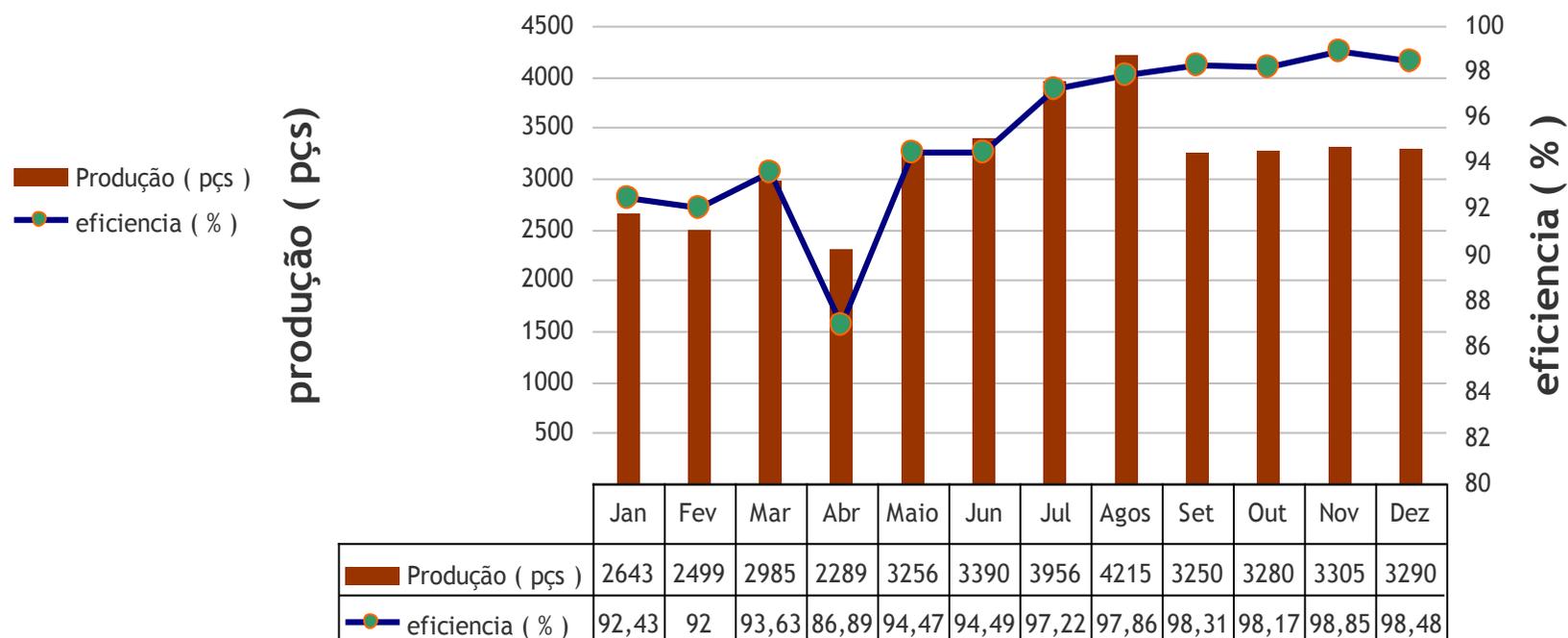


Gráfico 41 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 11 a 20 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiencia de produção - diametro de 21 a 30 mm - ano base 2006

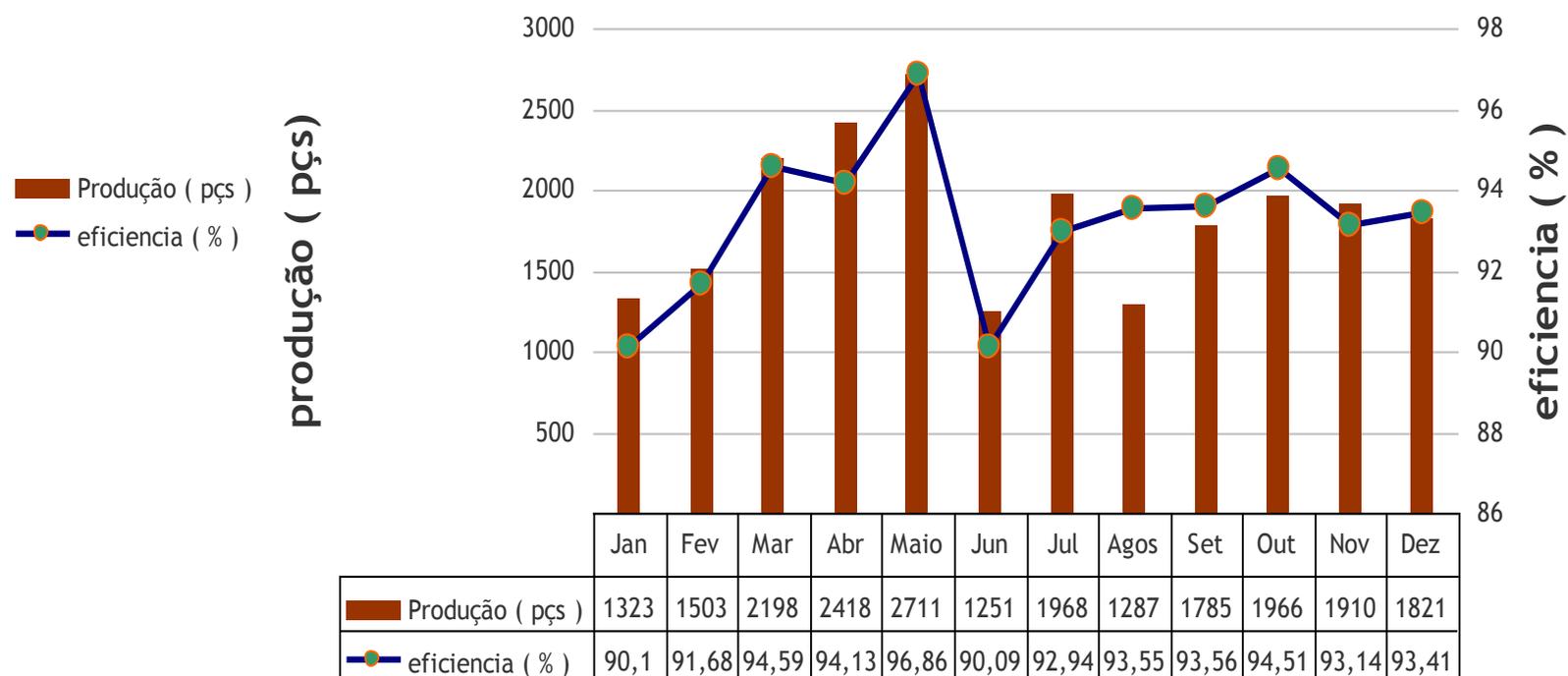


Gráfico 42 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 21 a 30 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiencia de produção - diametro de 21 a 30 mm - ano base 2007

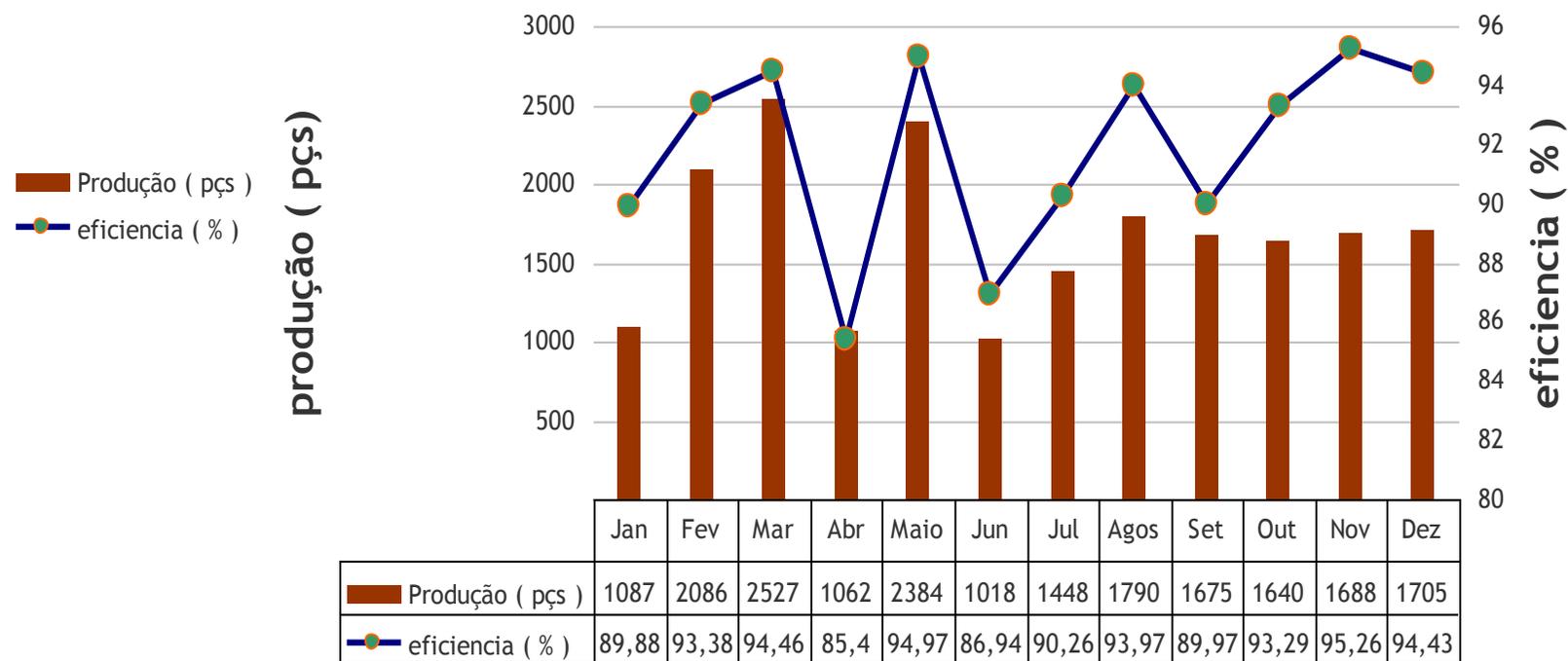


Gráfico 43 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 21 a 30 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diametro de 31 a 40 mm - ano base 2006

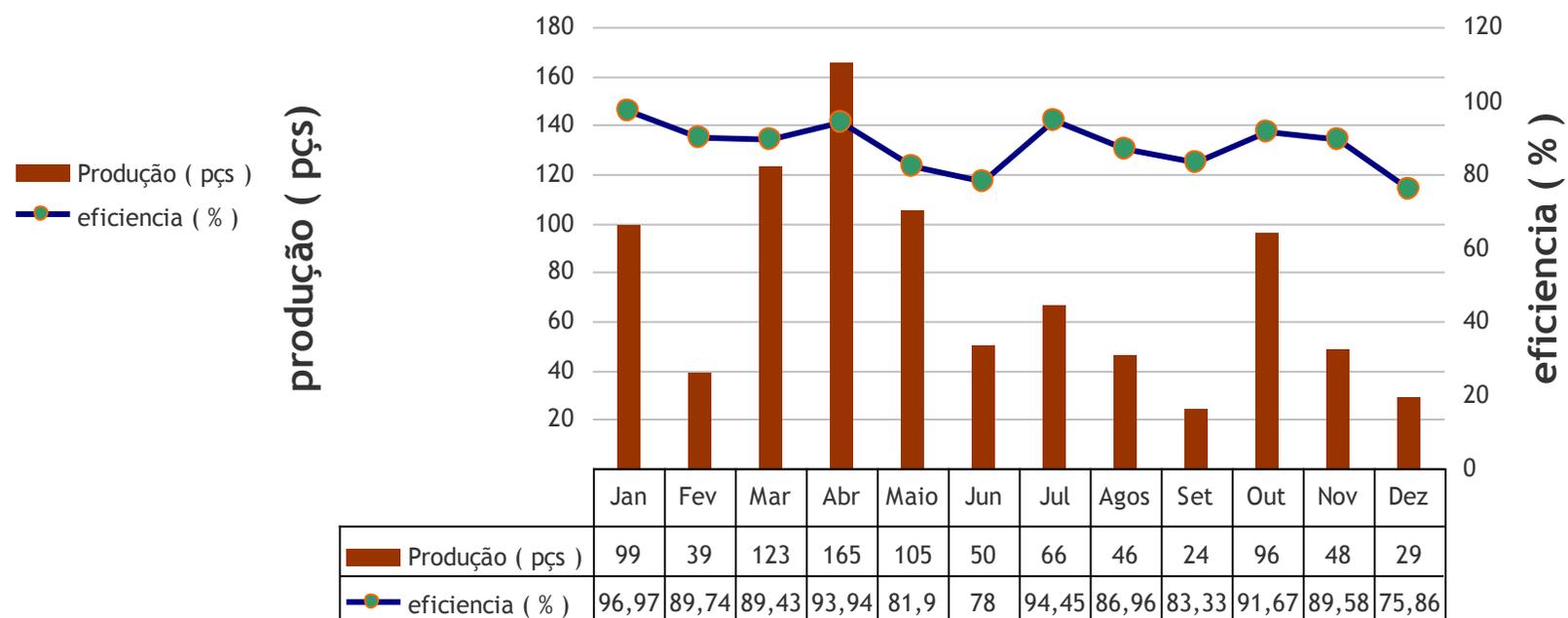


Gráfico 44 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 31 a 40 mm ano base 2006

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diametro de 31 a 40 mm - ano base 2007

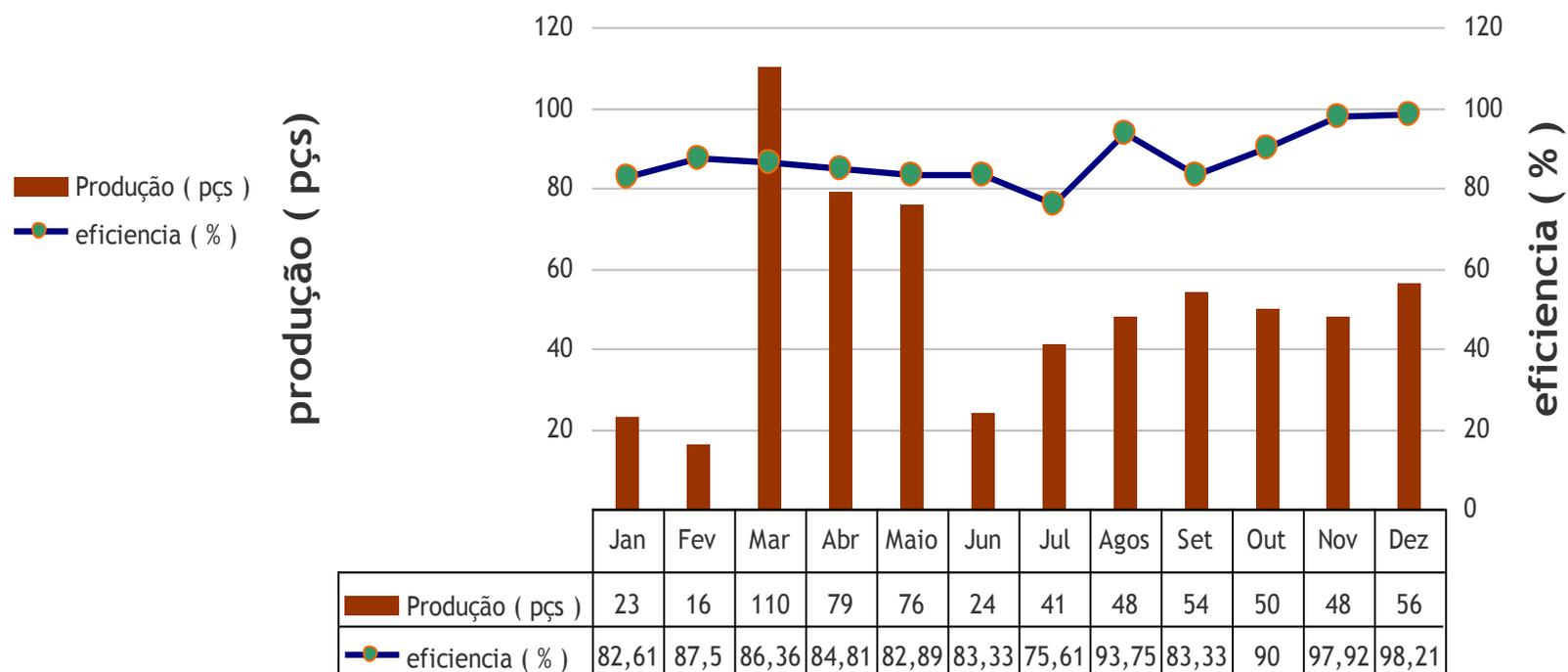


Gráfico 45 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro 31 a 40 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diâmetro ≥ 41 mm - ano base 2006

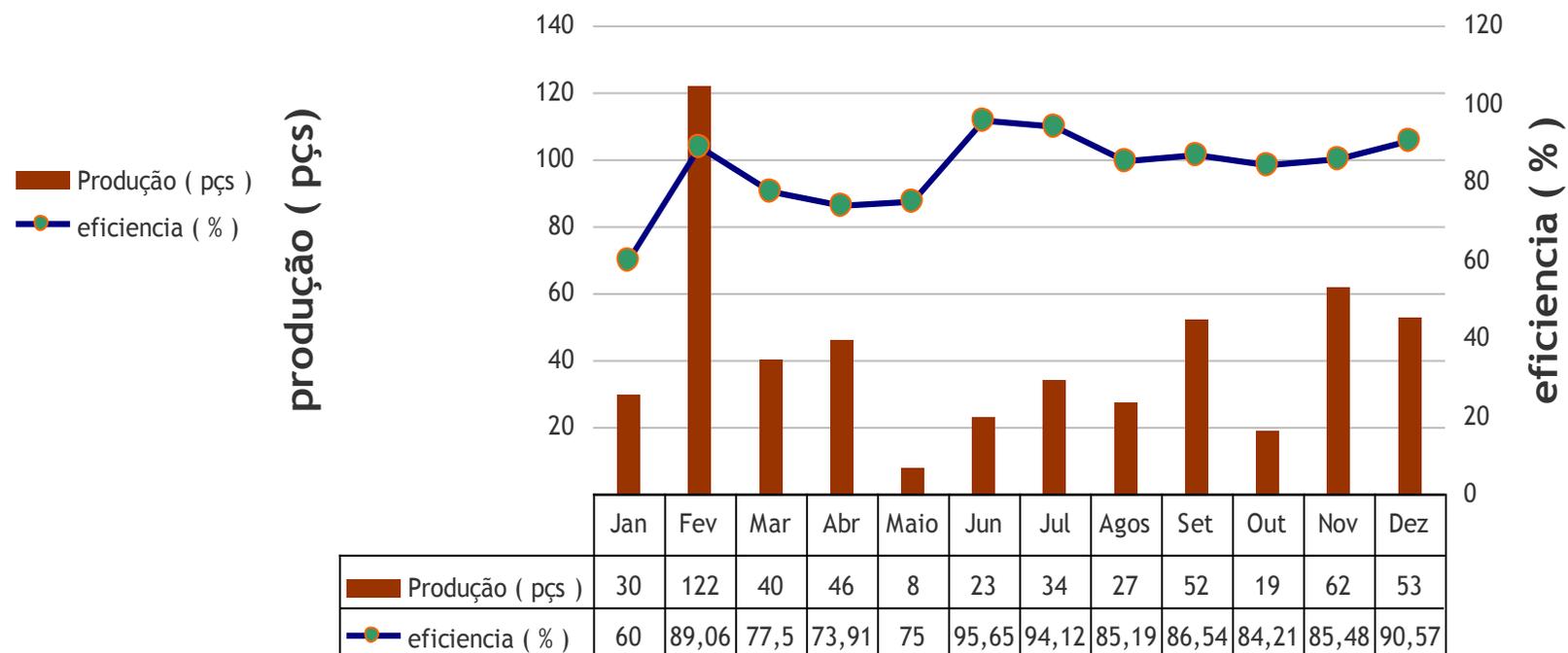


Gráfico 46 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro ≥ 41 mm ano base 2006
 Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Eficiência de produção - diâmetro ≥ 41 mm - ano base 2007

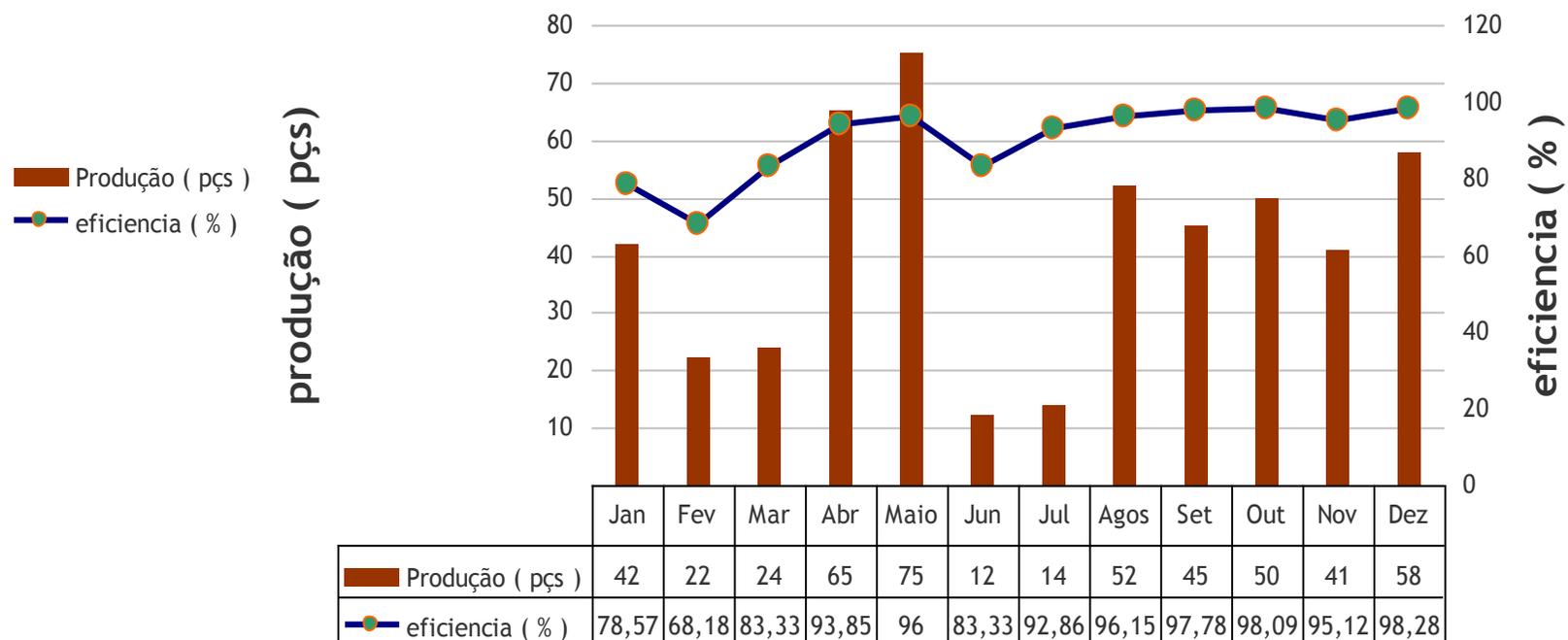


Gráfico 47 – Gráfico de eficiência de produção para diâmetro ≥ 41 mm ano base 2007

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

Todas as OF's são inseridas em uma planilha Programação Geral de Machos demonstrada na figura 23. Nesta planilha encontram-se todos os dados importantes do cliente inclusive todas as seqüências de fases do processo produtivo que o macho deve passar possibilitando ao PCP dar início ao *Kanban*. Nesta figura pode-se notar na parte direita o caminho percorrido de cada OF e constatar o percurso restante a ser concluído objetivando uma melhor visualização do lead time. Todas as datas de entrega das OF's são identificadas por semana para um melhor controle dividindo o ano em 48 semanas.

O caminho percorrido pelas OF's através dos cartões *Kanban* de todas as fases produtivas solicitadas pela engenharia são monitorados por cartões *Kanban* de plástico.

Juntamente com os cartões, são colocados (Figura 24) nos quadros uma outra placa sobreposta onde indica o status do processo (em qual etapa ele deve entrar), com as suas respectivas abreviações:

A próxima fase do planejamento é filtrar por passo de rosca a planilha Programação Geral de Machos proporcionado desta forma um agrupamento maior de itens para um melhor aproveitamento de set-up's conforme demonstrado na Planilha Semanal de Macho da figura 25. Nesta planilha são colocados os itens a partir do tratamento térmico.

Se o tempo previsto ultrapassar a quantidade de horas trabalhadas, o PCP tem condições de verificar a necessidade de horas extras, segundo turno, treinamento para multiplicidade de funções e eventualmente ampliação do quadro de funcionários.

A planilha Programação Semanal de macho facilita extremamente o planejamento do *Kanban* da célula rosca que é a referencia do sistema de puxar todas as OF's uma vez que é a última etapa do processo produtivo do macho que pode ser visualizado na figura 26 .

Os setores de usinagem e tratamento térmico recebem semanalmente uma lista dos itens da semana e as prioridades pelo PCP.

Quando a OF é concluída, o cartão é removido do quadro Kanban e entregue ao PCP; sendo que estes itens concluídos seguem para a expedição para posterior envio ao cliente.

A prioridade de fabricação pode ser alterada pelo setor de vendas com solicitação de algum item crítico para atender a um determinado cliente.

Os quadros de Kanban estão dispostos para os seguintes processos de retifica:

- Cilíndrica;
- Rosca;
- Canal;
- Anca.

Os quadros *kanban* da retifica de rosca são alimentados com os cartões para a semana atual e a semana posterior.

Os itens que não podem ser agrupados por passo, vão para um campo no quadro Kanban destinado como de diversos, pois, via de regra, são especiais e exigem maior quantidade de *setups*.

Considerando que a rosca é o setor onde se agrega valor real na ferramenta, é este setor que “puxa” os demais, e, conseqüentemente através do Kanban consegue-se prever o faturamento da semana, e projetar o faturamento mensal que pode ser visualizado através do quadro *Kanban* (Figura 27) da célula de rosca.

MP			
OF		LOGIX	
CLIENTE			QTDE
			Nº CAN.
SHT	NIBS	MAN	CT
MAQ	PORCA	LAM	ACAB.
RETO CAME		PE	DATA DE ENTRIMP _ / _ / _
RETO RAIO		PH	
OBSERVAÇÕES			SEMANA

MP			
OF		LOGIX	
CLIENTE			QTDE
			Nº CAN.
SHT	NIBS	MAN	CT
MAQ	PORCA	LAM	ACAB.
RETO CAME		PE	DATA DE ENTRIMP _ / _ / _
RETO RAIO		PH	
OBSERVAÇÕES			SEMANA

Figura 24 – Cartão Kanban

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

QU – fresar quadrado
 RO – Retífica de rosca
 CF – canal fresado
 TO – torno
 TT – tratamento termico
 CN – retifica de canal
 CL – retifica cilindrica
 MP – matéria prima
 AN – Retífica Anca

				RETÍFICA DE ROSCA 30										TEMPO CANAL PC-SEG	TEMPO PONTA ESPIRAL	TEMPO CANAL LOTE	TEMPO ROSCA ESTIMADO	TEMPO ESTIMADO POR LOTE.	OPERAÇÕES PREVISTA	ROSCA DE SB/ACAB	EXTERNO	INTERCALADO	EQUIPAMENTO	DATA
CLIENTE	CÓDIGO	OF	BITOLA	PASSE	ACA	S P/ C	PI	PC	PIAZ	EM	VLR un(RS)	TOTAL (RS)												
APOIOELETRIC	901400516	304847	M3X0,5	0,5	BR	180	180	180	10/7	28	23,00	R\$ 4.140,00	50		2,5	130	6,5	RO	130		RPU			
F.A.M.E	0504055HA1	307409	M3,5X0,6	0,6	BR	100	100	100	20/7	29	36,44	R\$ 3.644,00	40		1,1	75	2,1	RO	75		RPU			
ESTOQUE	0011060	303113	M4X0,7	0,7	BR	650	940	150	2/7	27	7,23	R\$ 1.084,50	40		1,7	90	3,8	RO	90		R			
ESTOQUE	0012060	303115	M4X0,7					150	2/7	27	7,23	R\$ 1.084,50	40		1,7	90	3,8	RO	90		R			
ESTOQUE	0013060	303117	M4X0,7					150	2/7	27	7,23	R\$ 1.084,50	40		1,7	90	3,8	RO	90		R			
ESTOQUE	0406060HA1	305919	M4X0,7					200	24/7	30	19,32	R\$ 3.864,00	40		2,2	90	5,0	RO	90		R			
EBF-VAZ	901500450	308673	M4X0,7	0,8	TIN	290	677	290	17/8	32	30,30	R\$ 8.787,00	50	50	8,1	65	5,2	RO	65		R			
ESTOQUE	0406070HA1	300681	M5X0,8					250	13/6	24	21,25	R\$ 5.312,50	70		4,9	95	6,6	RO	95		R			
ESTOQUE	0405070HA1	304028	M5X0,8					200	4/7	27	21,25	R\$ 4.250,00	50	50	5,6	60	3,3	RO	60		R			
EBF-VAZ	901500451	308963	M5X0,8					47	20/7	29	30,23	R\$ 1.420,81	60	50	1,4	75	1,0	RO	75		R			
ASPOL	1204070HC6RE	304845	M5X0,8	1,0	VP	127	130	100	6/7	27	42,45	R\$ 4.245,00	45		1,3	110	3,1	RO	110		GT			
FORJAS TAURUS	0536070	306154	M5X0,8					80	12/7	28	53,32	R\$ 4.265,60	40		0,9	120	2,7	RO	120		R			
FIAT	901700146	303206	M6X1,0					200	10/7	28	19,50	R\$ 3.900,00	75		4,2	90	5,0	RO	90		GT			
YAMAHA	901600258	311452	M6X1,0					5	6/8	32	35,47	R\$ 177,35	35		0,0	90	0,1	RO	90		R			
YAMAHA	901L00125	308425	M6X1,0	1,25	BR	5	125	15	25/7	30	80,00	R\$ 1.200,00			0,0	290	1,2	RO/EX	250	60	MX			
ESTOQUE	0013075	301979	M6X1,0					200	27/6	26	9,00	R\$ 1.800,00	35		1,9	60	3,3	RO	60		GT			
OMR	0406080HC3G4	302984	M7X1,0					10	22/6	25	50,00	R\$ 500,00	50		0,1	90	0,3	RO	90		R			
LINOPAR	901L00070	307506	MF14X1,0					22	20/7	29	150,00	R\$ 3.300,00			0,0	400	2,4	RO/EX	280	120	MX			
NISSIN BRAKE	901401062	306033	M6X1,0	1,0	NIT	30	130	30	13/7	28	51,99	R\$ 1.559,70	50		0,4	100	0,8	RO	100		R			
RIMA	901401086	307423	M6X1,0					60	20/7	29	157,50	R\$ 9.450,00	40		0,7	85	1,4	RO	85		R			
NEUMAYER	901400496	307101	MF20X1,0					30	3/8	31	193,67	R\$ 5.810,10	70		0,6	200	1,7	RO	200		R			
EBF-VAZ	901500452	308987	M6X1,0					180	20/7	29	31,98	R\$ 5.756,40	75	70	7,3	75	3,8	RO	75		GT			
PROEFIX	1134165	308957	M15X1,0	1,25	BR	110	125	5	27/7	30	133,27	R\$ 666,35	180		0,3	180	0,3	RO	180		R			
AUTO FORJAS	0535120HA1	304670	M10X1,25					250	25/7	30	39,81	R\$ 9.952,50	70	80	10,4	100	6,9	RO	100		GT			
FIAT	901400769	310889	M10X1,25					50	20/8	35	39,94	R\$ 1.997,00	60		0,8	140	1,9	RO	140		R			
ISEL	0535140HA1	307511	MF12X1,25					60	24/7	30	70,03	R\$ 4.201,80	60	75	2,3	100	1,7	RO	100		R			
PROEMA	901700081	304317	M12X1,25	1,25	NIT	35	125	200	16/7	29	82,76	R\$ 16.552,00	60		3,3	100	5,6	RO	100		GT			
ESTOQUE	0011085	304854	M8X1,25					200	23/7	30	11,54	R\$ 2.308,00	50		2,8	90	5,0	RO	90		GT			
ESTOQUE	0012085	304855	M8X1,25					200	23/7	30	11,54	R\$ 2.308,00	50		2,8	50	2,8	RO	50		GT			
ESTOQUE	0013085	304856	M8X1,25					200	23/7	30	11,54	R\$ 2.308,00	50		2,8	90	5,0	RO	90		GT			
YAMAHA	901401124	308435	M12X1,25	1,25	TIN	90	125	5	25/7	30	60,00	R\$ 300,00	140		0,2	90	0,1	RO	90		R			
NISSIN BRAKE	901401063	306035	M8X1,25					30	13/7	28	76,52	R\$ 2.295,60	60		0,5	90	0,8	RO	90		R			
EBF-VAZ	901500453	309011	M8X1,25					30	20/7	29	41,81	R\$ 1.254,30	50	60	0,9	100	0,8	RO	100		R			
RIMA	901401088	307424	M8X1,25					60	20/7	29	180,39	R\$ 10.823,40	40		0,7	90	1,5	RO	90		R			
CISER	901400134	304767	M8X1,25	1,25	VP	20	125	200	20/7	29	15,33	R\$ 3.066,00	60		3,3	100	5,6	RO	100		GT			
REX	1234120HA2RE	308637	MF10X1,25					100	27/7	30	19,66	R\$ 1.966,00	60		1,7	110	3,1	RO	110		GT			
CISER	901400715	304776	M10X1,25					80	20/7	29	23,07	R\$ 1.845,60	60		1,3	110	2,4	RO	110		GT			
FIAT	901800026	308490	MF10X1,25					100	26/7	30	33,49	R\$ 3.349,00	60		1,7	90	2,5	RO	90		GT			
MOTO HONDA	0536120HA0	308437	MF10X1,25	20	20/7	29	43,33	R\$ 866,60	70		0,4	90	0,5	RO	90		R							

Figura 25 – Planilha semanal de macho

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

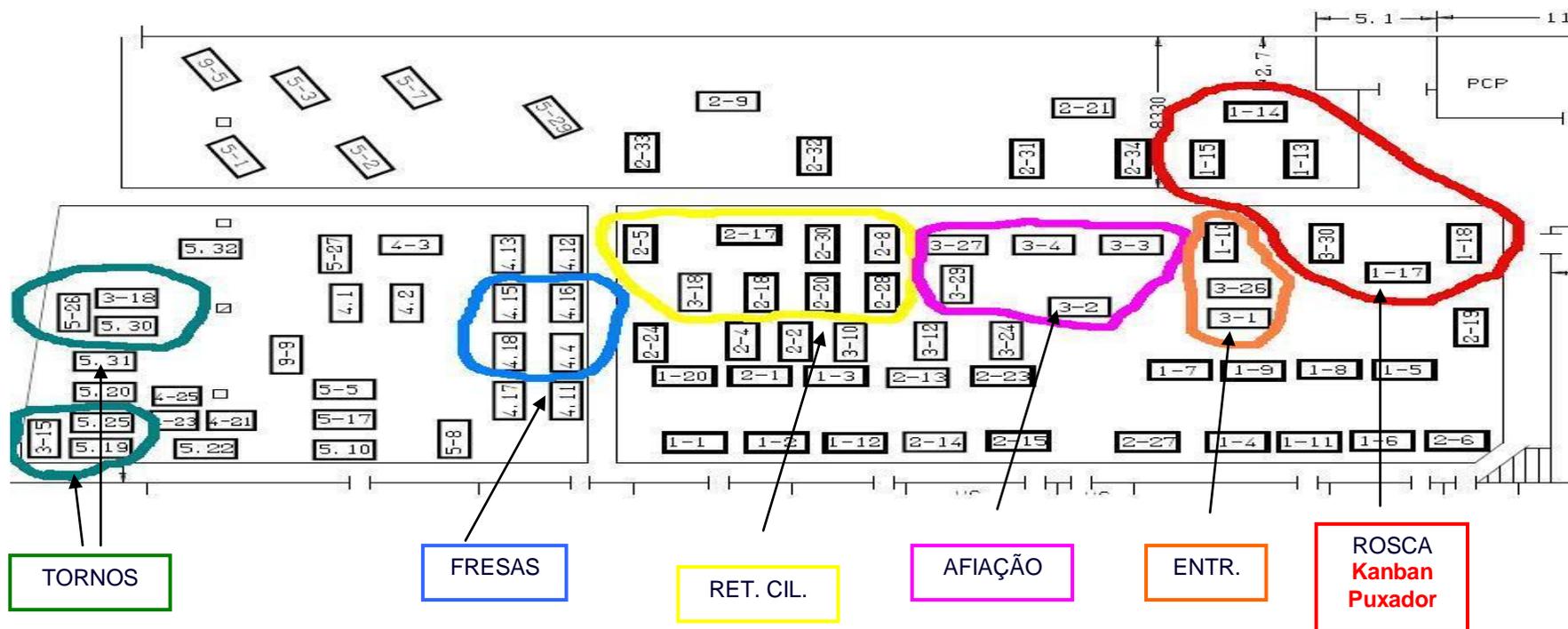


Figura 26 – Kanban

Fonte: Elaborado pelo autor com dados da Empresa Zobor (2007)

		SEMANA - 39		REISHAUER	
COBERTURA		RO	RO		
		RO	RO	AN	
VAP		RO	RO	RO	
		RO		RO	AN
BRANCO		RO	RO	CL	AN
		RO	RO	CL	AN

Figura 27 – Quadro Kanban
 Fonte: Empresa Zobor (2007)

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças organizacionais de uma maneira geral não são fáceis, por se tratar de mudanças radicais em todos os parâmetros. Mas, há empresas em que naturalmente há trabalho em grupo, com pessoas comunicando-se diretamente, com foco nas necessidades e exigências das tarefas, sempre orientadas pelo que é valor para os clientes. Nesses casos, as dificuldades com a implementação diminuem, mesmo porque a natureza de maior parte das atividades nas empresas requer o envolvimento e a cooperação de várias pessoas de distintas áreas funcionais.

As dificuldades na Zobor ocorreram como na grande maioria das empresas ela obteve em primeiro plano transtornos, por exemplo, de nível médio (gerência, supervisores), que foram obrigados a buscar novos conhecimentos e nova postura diante das mudanças em andamento dentro da organização.

Dentro do processo *lean*, o controle através de relatórios por parte da gerencia dentro de uma compreensão própria pode levar ao distanciamento do local de trabalho e das necessidades diárias de todos os departamentos. Talvez a mudança de filosofia de trabalho para uma postura mais atuante dentro da empresa possa ter alguma negatividade por parte de alguns dentro da mesma. A postura do líder dentro do *lean* deve ser ativa, participante e com isso ele adquire mais conhecimento, senso critico e é capaz de tomar decisões mais adequadas.

Funcionários de outros departamentos também não obtiveram uma plena aceitação, mas uma grande parcela percebeu que poderia haver melhoras da empresa no quesito recursos humanos. Melhores condições de trabalhos, melhoria na sobrecarga e irregularidades na produção seriam solucionadas a partir das mudanças.

Dentro da Empresa Zobor o percurso para a implementação não foi de todo intrincado, pelo fato de haver grande incentivo bem como uma união grupal de alto valor, o que proporcionou uma mudança organizacional (um caminho) sem muitos percalços. Na empresa prevaleceu por parte da direção a preocupação com os

processos e fluxos de valores horizontais, assim desta forma a implementação do *lean* por parte da equipe obteve uma melhor aceitação. Dentro da liderança da empresa houve o reconhecimento da necessidade de melhorar o desempenho, estimulando-se assim o trabalho em grupo focando os fluxos de valor facilitando a implementação do *lean*.

A Empresa Zobor dentro do seu mapeamento de valor:

- Focalizou esforços nos fluxos de valor que exigem melhoria substancial sob uma perspectiva ampla, que tenha como núcleo o objetivo do negócio;
- Entendeu claramente a situação atual - não só os problemas (sintomas), mas também porque e como eles ocorrem;
- Definiu metas de melhoria para as famílias de produtos escolhidas (ex.: para algumas, a prioridade pode ser reduzir os custos com menos retrabalho, maior ocupação das máquinas etc., para outras, ganhar espaço físico para viabilizar uma ampliação ou reduzir *lead time* para aumentar a capacidade de resposta às variações do mercado); o ideal é definir indicadores e metas numéricas desde o começo. Uma alternativa pode ser definir objetivos qualitativos, que posteriormente podem ser quantificados;
- Buscou o consenso sobre um estado futuro que possa ser alcançado em um período de 6 meses a um ano, com poucos investimentos;
- Definiu e programaram um plano de ação com claras responsabilidades, tarefas e metas a serem atingidas;
- E com a implementação do estado futuro a Empresa Zobor recomeçou o mapeamento, pois estados futuros implementados tornam-se estados atuais.

Pode-se dizer que um dos mais importantes aprendizados da Zobor no tocante a implantação do *lean* foi à manutenção da estabilidade básica ao longo das várias fases do processo. Pois, a estabilidade requer uma (sintonia) uma previsibilidade consistente entre máquina, material, método e mão-de-obra. Mas, tal estabilidade não se reverteu em ganhos produtivos rápidos e/ou mudanças comportamentais, pois a transição da utilização do tempo disponível para a produção dividido pela demanda da produção (conceito de tempo *takt*), não foi a princípio atribuído com tanta veemência. Mas se fazia essencial para o nivelamento da produção e a implementação de programação e controle da produção. Na empresa utilizava-se ainda indicadores tradicionais na produção. E, assim sendo, foi apresentado aos operadores e demais funcionários envolvidos na produção bem como também a alta direção da empresa que o tempo *takt* define o ritmo esperado e assim permitiria a identificação clara de eventuais atrasos.

A alta direção da Zobor pode perceber que o *takt* seria fundamental para a definição de novos investimentos, pois, poderia ser projetado um fluxo de valor, evitando que a empresa faça investimentos acima do seu necessário. Através de reuniões pode-se demonstrar que o tempo *takt* traduzia a necessidade quantitativa das compras dos clientes e poderia ser comparada facilmente aos tempos de ciclos das diversas operações.

Todas as empresas devem ter uma capacidade instalada de acordo com suas premissas no tocando sua demanda esperada. Pode-se dizer também que qualquer empresa quer otimizar o uso de seus recursos (máquinas, equipamentos, instalações, materiais e pessoal). Assim, termos uma referência padronizada de tempo faz com a empresa não tenha uma ociosidade de seus recursos.

Existem elementos essenciais para implementação do *lean* como, por exemplo, a estabilidade básica, o tempo *takt* e a melhoria contínua (melhoria de processo e melhoria de sistema) que deve ser uma meta constante e permanente dentro *lean*. Para termos um mapeamento do estado futuro se faz necessário uma série de kaizens de processo. E, neste sentido a empresa obteve certa dificuldade na adoção em todos os níveis da empresa. A, partir da adoção de metas

consistentes e equipes mais preparadas em todos os âmbitos da empresa pode-se realizar melhorias na redução do tempo, na implementação de novas células com a finalidade de garantir um fluxo contínuo, aumento na disponibilidade e na melhoria da qualidade. Com a melhoria contínua e com controle de qualidade produtivo há uma tendência da direção em se esforçar na padronização e da estabilidade em todo processo.

A empresa utiliza-se adequadamente das ferramentas de melhorias de tal forma, que há a viabilização de melhorias sistêmicas que são essências para a dinâmica dos negócios. Outro aspecto que necessita de maior atenção e refere a elaboração de planos de ação, capazes de dar diretrizes concretas para um caminho de melhoria contínua dentro da empresa. Após a adoção de medidas e treinamentos capazes de conscientizar todos os departamentos e todos os funcionários envolvidos, com a ajuda direta dos recursos humanos houve uma utilização mais adequada das ferramentas de melhorias.

Essas falhas operacionais vem sendo trabalhadas para sua minimização através de reuniões periódicas com os seus operadores.

Os departamentos envolvidos com a produção têm como meta a redução de refugo, retrabalho e devolução para índices menores ocorridos em 2007.

Para melhorar o trabalho a produção esta prevista mudanças das máquinas, pois há necessidades de ser melhorado a disposição das mesmas.

Na Empresa Zobor é cada vez mais comum a presença de máquinas CNC, que são sem dúvida muito mais flexíveis. Como consequência, aumenta o número de possíveis montagens de ferramentas, que aliado ao desenvolvimento de novos materiais e geometrias para as ferramentas, fazem com que aumente a quantidade de informações a ser manipulada pelo planejamento de processo, fazendo com que a empresa migrasse de um ambiente tradicional de usinagem onde a perícia do operador é o fator determinante na garantia de que as ferramentas corretas fossem utilizadas em cada operação.

Uma das razões que também justifica essa medida é de que uma grande variedade e um grande número de ferramentas são usadas para usinar componentes em máquinas CNC e a tarefa de determinar o conjunto de ferramentas correto torna-se muito complicado para ser deixado para o operador da máquina e aliado a isso se missão da ferramenta for deixada para o operador, paradas de máquina devido ao uso incorreto ou indisponibilidade de ferramentas, torná-se inevitável.

Fator importante que ajudou na redução de custos, tempo e na média geral de refugo, devoluções e de retrabalho, foi a adoção da implementação do Kanban em 2006. O processo de controle permite visualizar os itens que estão sendo produzidos durante a semana e os que entrarão em produção na semana seguinte. Desta maneira pode-se saber quais os itens críticos, atenção e controlado, com isso determinar a prioridade de produção.

Com este controle é possível visualizar qual item a máquina esta fabricando e nos cartões constam o número de OF, data de entrega, quantidade, cliente e acabamento. Nos quadros utilizados é possível agrupar as ordens de acordo com o passo, a fim de se utilizar um mesmo *setup* para várias ordens.

Um dos fatores que poderá determinar ainda mais o controle de qualidade na produção diz respeito ao treinamento do pessoal, que são multifuncionais e assim deixando-os cada vez mais aptos através de treinamentos constantes.

O treinamento constante, aliado ao investimento permanente que a empresa dispõe está intimamente relacionado com o aumento da qualidade de todo processo bem como o aumento da satisfação dos clientes da Zobor que vem aumentando sensivelmente desde o ano de 2005.

Com a melhora da qualidade através da utilização de várias ferramentas e da monitorização da produção bem como do treinamento de pessoal. De acordo com o planejamento e os investimentos realizados em maquinário, pessoal e ferramentas de controle (qualidade), a empresa tem conseguido atingir níveis altos de excelência. Mas, deve continuar os investimentos e treinamentos a fim de sanar e/ou minimizar a taxas baixíssimas os refugos, as horas de retrabalho.

Pode-se observar que o número de retrabalhos por melhoria foi maior do que por Não Conformidade, tanto em valores como em quantidade e horas. Isso demonstra que o objetivo foi alcançado e podemos monitorar os mesmos dados todos os anos a fim de se verificar a melhoria.

Diminuir as reclamações em função de atrasos nas entregas, é uma das maiores causas de insatisfação verificada nas últimas pesquisas de satisfação.

A empresa está controlando, minimizando os casos críticos bem como, as reclamações devido a atrasos.

O significado de melhoria continua para Zobor é o envolvimento coletivo e efetivo da organização no sentido de buscar, o aperfeiçoamento dos produtos e processos empresariais. A melhoria contínua acarreta mudanças no hábito da organização e grandes mudanças com maior planejamento. Quando ocorre uma evolução da empresa no processo de melhoria contínua, os ganhos associados às mudanças de origem tecnológicas, sejam gerencias ou operacionais, são mais rápidas e mais facilmente incorporadas ao processo.

O funcionário aprende a desenvolver seu trabalho melhorando-o continuamente, reduzindo custos para a empresa e disseminando a idéia de mudanças positivas e continuadas.

Houve a substituição de métodos antigos por processos automatizados e mais confiáveis, a empresa também simplificou rotinas de trabalho através de sinalizações, padronizando o armazenamento, utilizando-se de códigos de barras e cores para identificação mais rápidas do lotes. Dentro da organização os problemas mais urgentes e relevantes são priorizados. O foco na estabilidade e na solução de dificuldades é essencial no cotidiano organizacional e produtivo. Para garantir a estabilidade a Zobor utiliza-se de uma padronização definindo os padrões.

A Zobor recolheu informações preparou entrevistas com a finalidade de levantar dados sobre a situação da empresa. Com o diagnóstico da situação interna da empresa a direção tinha como dar início a um plano de ação de melhoria. Com o

plano de ação em mãos, definiu-se o líder e a equipe de trabalho bem como da definição das estratégias a serem seguidas.

A identificação dos processos através do mapeamento dos fluxos da cadeia de valor serviu para o fluxo dos processos, as definições das famílias e identificação das cadeias de valor e dos desperdícios, o que deu subsídios para elaboração do mapeamento futuro.

Uma vez identificado o mapeamento, houve a implementação do 5'S, implantação dos quadros para visualização (gestão a vista), nivelamento do trabalho, minimização dos desperdícios e otimização das atividades.

Com a utilização desta metodologia o 5S auxiliou na manutenção e acompanhamento para a redução de custos, retrabalhos e desperdícios; melhor organização das atividades e equipamentos; cumprimento dos procedimentos definidos, principalmente os relacionados à utilização e limpeza que garantam a conformidade dos produtos e/ou serviços.

Atualmente a Zobor controla a produção, acompanha os resultados através da análise dos indicadores, formou e mantém auditoria interna com apresentação dos resultados.

Dentro da empresa, o importante na manutenção é a noção de "enfoque sistêmico total". O constante empenho e atenção da gerência é necessário na melhoria dos aspectos descritos no ciclo de vida do equipamento, na busca da eficiência e na participação de todos de acordo com as responsabilidades de cada um e as atividades de suporte, tais como treinamento e desenvolvimento de colaboradores, gerenciamento de documentos e peças de reposição, coleta e análise de dados da manutenção, e *feedback* para os fornecedores dos equipamentos.

Atualmente as palavras de ordem são: qualidade, produtividade e competitividade, mas não se pode esquecer que essas metas só são alcançadas mediante o cumprimento de um pré-requisito comum que é a organização, uma vez que na Empresa Zobor por mais que sejam utilizados equipamentos de última

geração e por mais automatizados também, eles não irão apresentar os resultados esperados e muitas vezes nem chegam a justificar sua implantação, devido a melhora nos índices do sistema ser mínima ou inexistente.

8 Referências

- ALMEIDA JUNIOR, J. **Um modelo de dimensionamento e distribuição de operadores polivalentes em células de manufatura direcionado às empresas com processos repetitivos em lotes**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- ARAI, S. **Araban: o principio das técnicas japonesas de producao: qualidade, custo, prazo de entrega**. São Paulo: Imam, 1989. 143p .
- BARROS, A. **Análise de eficiência do fluxo de caixa na manutenção da integridade financeira**. 2003. Dissertação (Mestrado) – Fundação Escola de Comércio Álvares Penteado, São Paulo, 2003.
- BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Editora Bookman, 1998.
- BRAGA, O. **O impacto da implantação do sistema de produção just-in-time na indústria de confecções MIMO, Decolatina –EX**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- CAMANA, R. I. **Modelo para priorizar investimentos em ações de prevenção dos desperdícios**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- CARNEIRO, F. L. O sistema de produção enxuta e sua implantação na Volkswagen do Brasil. **Portal O Gerente**, 2006. Disponível em: <http://www.ogerente.com.br/novo/artigos_ler.php?canal=13&canallocal=45&canalsub2=144&id=177>. Acesso em: 20 out. 2007.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in Time, MRPII e OPT: um enfoque estrategico**. São Paulo: Atlas, 1993. 186p.
- COUTINHO, L. G.; FERRAZ, J. C. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. 3. ed. São Paulo: Papirus, 1995.
- CUSOMANO, M. A. The Limits of Lean. **Sloan Management Review**, Cambridge, v.35, n.4, p.27-32, Summer 1994.
- DERTOUZOS, M. L. et al. **Made in América: regaining the productivity edge**. Cambridge, MA: MIT Press, 1989.
- EMPRESA ZOBOR. **Informações gerais, como organograma, gráficos, tabelas, figuras, fotografias**. Sorocaba: Zobor, 2005-2007.

GSTETTNER, S.; KUHN, H. Analysis of production control systems kanban and CONWIP. **International Journal of Production Research**, London, v.34, n.11, p.3253-3273, 1996.

GUIMARÃES, R. **Ferramentas da produção enxuta**. Disponível em: <<http://www.numa.org.br/gmo/arquivos/ferrenxuta.doc>>. Acesso em: 12 dez. 2007.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going lean: a guide to implementation**. Cardiff: Lean Enterprise Research Center, 2000.

KRAFCHIK, J. F. Triumph of the lean production system. **Sloan Management Review**, Cambridge, v.30, n.1, p.41-52, Fall, 1988.

MAESTRELLI, N. C.; BATOCCHIO, A. Mapeamento do fluxo de valor em processos de conformação. **Revista Máquinas e Metais**, São Paulo, ano 40, n.459, abr. 2004.

MIYAKE, D. I. **Arranjo Físico de Sistemas de Produção**. São Paulo: USP-Produção, 2005. 14p. Disponível em: <http://www.prd.usp.br/disciplinas/docs/pro2420-2005-Dario_Paulino/PRO2420%20Arranjo%20F%C3%ADsico%201.pdf>. Acesso em: 12 set. 2007.

MOLINA, J. F. G. **Contribuição da informatização no sistema kanban: critérios e exemplos de implementação**. . Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MONDEN, Y. **Produção sem estoques: uma abordagem prática ao sistema de produção da Toyota**. Instituto de movimentação e armazenagem de materiais. São Paulo: IMAM, 1984.

NAZARENO, R. R.; RENTES, A. F.; SILVA, A. L. **Implantado técnicas e conceitos da produção enxuta integradas à dimensão de análise de custos**. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2000.

NÚCLEO DE MANUFATURA AVANÇADA – NUMA. **Ferramentas da produção enxuta: Origens da Produção Enxuta - um pouco de história - O local de nascimento da Produção Enxuta**. São Carlos: EESC, [2002]. Disponível em: <<http://www.numa.org.br/gmo/itens/ferramprodenxuta.htm>>. Acesso em: 2 fev. 2007.

OHNO, T. **O sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PORTER, M. E. **A vantagem competitiva das nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e concorrência.** 7. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

RENTES, A. F. et al. **Aplicando os conceitos de lean production em uma indústria de calçados: estudo de caso.** São Carlos: EESC, 2003.

SCHAPPO, A. J. **Um método utilizando simulação discreta e projeto experimental para avaliar o fluxo na manufatura enxuta.** 2006 Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SCHONBERGER, R. **Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas sobre a simplicidade.** 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1993. 200p.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, N. et. al. **Administração da produção – edição compacta.** São Paulo: Atlas, 1999.

TAGLIARI, V. A. **Análise da utilização do sistema Kanban: multi estudos de casos em empresas da indústria automobilística da região de Curitiba.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

TOMPKINS, J. A. et al. **Facilities planning.** New York: John Wiley & Sons, 1996.

TONDATO, R.; FLOGLIATO, F. S. Manutenção produtiva total na indústria de processos gráficos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 25., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Rio de Janeiro: Abepro, 2005. Disponível em:

<<http://www.iem.efei.br/sanches/Ensino/pos%20graduacao/Gestao%20QT/artigos/Ricardo%20%20Kaizen.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2006.

VOSS, C.; CLUTTERBUCK, D. **Just-in-time: a global status report.** Kempston, Bedford, UK; Berlin : IFS Publications: Springer-Verlag, 1989. 163 p.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A máquina que mudou o mundo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1992

XAVIER, G. V.; SARMENTO, S. S. **Lean production e mapeamento do fluxo de valor.** São Paulo: IETEC, 2003. (Gestão e tecnologia industrial). Disponível em: <http://www.ietec.com.br/ietec/techoje/techoje/gestaoetecnologiaindustrial/2004/04/16/2004_04_16_0001.2xt/-template_interna>. Acesso em: 02 jan. 2008.

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

8.1 Referencias consultadas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10520**: informação e documentação citações em documentos – Apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-6023**: informação e documentação- Referências – Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2002. 24p.

BARBOSA, F. V. Competitividade: conceitos gerais. In: Rodrigues, S. B. (Org.). **Competitividade, alianças estratégicas e gerência internacional**. São Paulo: Atlas, 1999.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 6. ed. São Paulo, Paz e Terra, 1999.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico. **Guia para elaboração da dissertação de mestrado**. 2. ed. São Paulo: IPT, 2005. 33p.

LOPES, M. C. **Modelo para focalização da produção com células de manufatura**. 1998. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

MACDONALD, T; VAN AKEN, E.; RENTES, A. F. **Utilization of simulation model to support value stream analysis and definition of future state scenarios in a high-technology motion control plant**. [S.I.]: Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University & São Carlos Engineering School, University of São Paulo, 2000. (Research Paper)

MORAES, F. R.; SILVA, C. E. S.; TURRIONI, J. B. Filosofia Kaizen aplicada em uma indústria automobilística. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2003. **Anais...** Rio de Janeiro: Abepro, 2003. Disponível em: <<http://www.iem.efei.br/sanches/Ensino/pos%20graduacao/Gestao%20QT/artigos/Ricardo%20%20Kaizen.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2006.

PORTER, M. **Vantagem competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

REZENDE, A. C. S. **Movimentação de materiais e arranjo físico**. São Paulo: IMAM, 1996.

RUDIO, F. V. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Petrópolis: Vozes. 1996.

SANTOS JÚNIOR, J. A. **Um modelo de dimensionamento e distribuição de operadores polivalentes em células de manufatura direcionado à empresas com processos repetitivos em lotes**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SCHONBERGER, R.J. **Técnicas industriais japonesas**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1984.

Anexo A – Terminologia do macho

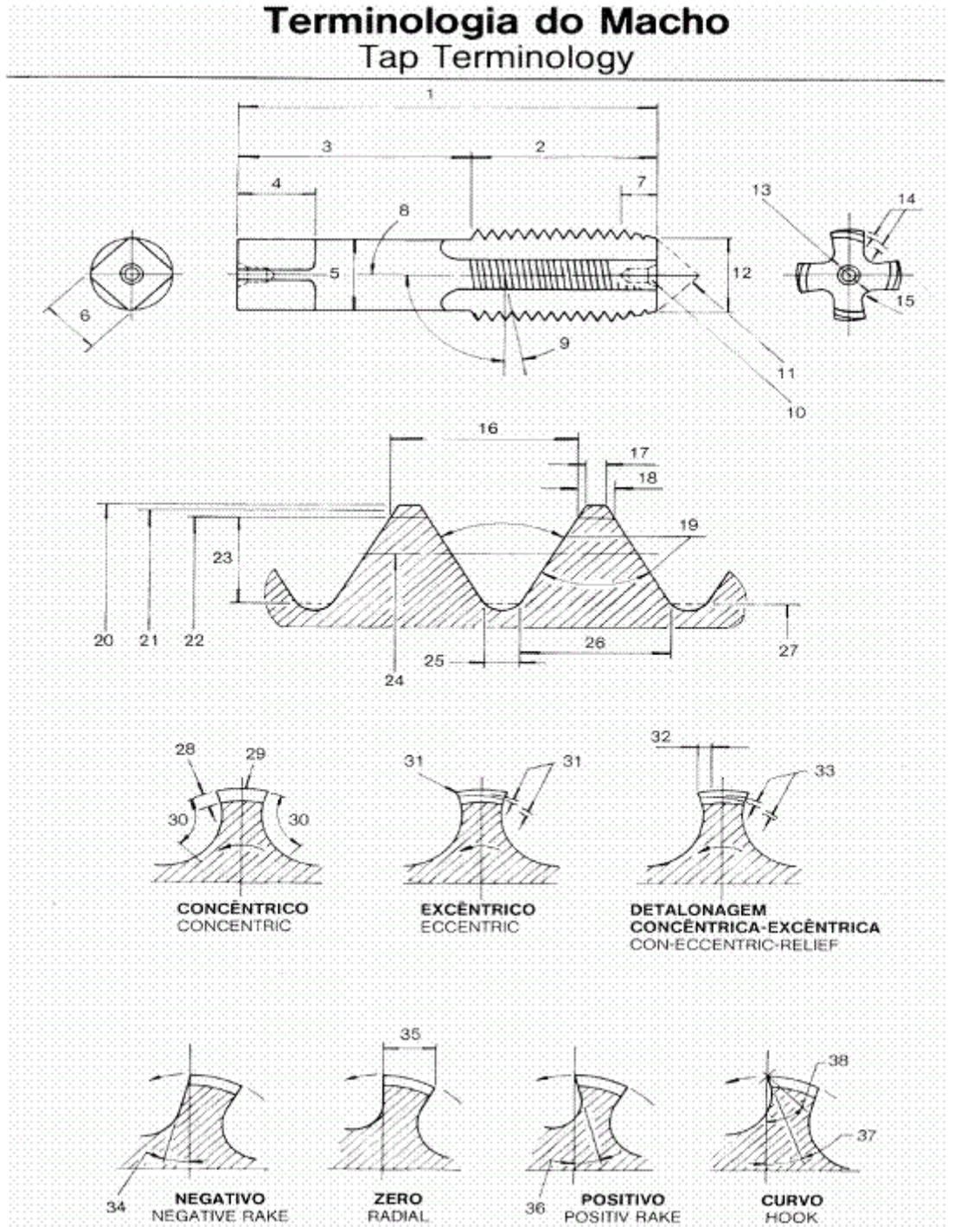


Figura 28 – Desenho de terminologia Macho
Fonte: Empresa Zobor (2007)

TERMINOLOGIA DO MACHO (Tap Terminology)		
1 - COMPRIMENTO TOTAL	- OVERAL LENGTH	
2 - COMPRIMENTO DA ROSCA	-THREAD LENGTH	
3 - COMPRIMENTO DA HASTE	-SHANK LENGTH	
4 - COMPRIMENTO DO ARRASTE DO QUADRADO	-LENGTH OF SQUARE	
5 - DIAMETRO DA HASTE	-SHANK DIAMETER	
6 - LARGURA DO QUADRADO	-SIZE OF SQUARE	
7 - COMPRIMENTO DA ENTRADA	-CHAMFER	
8 - EIXO	-AXIS	
9 - ANGULO DO AVAMCO	-THREAD LEAD ANGLE	
10 - PONTA DE CENTRO INTERNO	-INTERNAL CENTER	
11 - PONTA DE CENTRO EXTERNA	-EXTERNAL CENTER	
12 - DIAMETRO DA ENTRADA	-POINT DIAMETER	
13 - DIAMETRO DO NUCLEO	-CORE DIAMETER	
14 - DETALONAGEM DA ENTRADA	-CHAMFER RELIEF	
15 - CANAL	-FLUTE	
16 - PASSO DA ROSCA	-PITCH	
17 - CRISTA DA ROSCA DO MACHO	-TAP CREST	
18 - CRISTA DA ROSCA BASICA	-BASIC CREST	
19 - ANGULO DA ROSCA	-ANGLE OF THREAD	
20 - DIAMETRO EXTERNO MAXIMO	-MAXIMUM MAJOR DIAMETER	
21 - DIAMETRO EXTERNO MINIMO	-MINIMUM MAJOR DIAMETER	
22 - DIAMETRO EXTERNO BASICO	-BASIC MAJOR DIAMETER	
23 - ALTURA BASICA DA ROSCA	-BASIC HEIGHT OF THREAD	
24 - DIAMETRO BASICO DO FLANCO	-BASIC PITCH DIAMETER	
25 - BASE DA RAIZ	-BASIC ROOT	
26 - BASE DO FILETE	-BASE OF THREAD	
27 - DIAMETRO BASICO INTERNO	-BASIC MINOR DIAMETER	
28 - ARESTA DE CORTE	-CUTTING EDGE	
29 - SEM DETALONAGEM (CILINDRICO)	-NO RELIEF	
30 - SUPERFICIE DE SAIDA	-CUTTING FACE	
31 - DETALONAGEM A PARTIR DA ARESTA DE CORTE	-RELIVIED TO CUTTING EDGE	
32 - MARGEM CONCENTRICA	-CONCENTRIC MARGIN	
33 - DETALONAGEM EXCENTRICA	-ECCENTER RELIEF	
34 - ANGULO DE SAIDA RETO NEGATIVO	-NEGATIVE RAKE ANGLE	
35 - ANGULO DE SAIDA RADIAL	-ZERO RAKE RADIAL	
36 - ANGULO DE SAIDA RETO POSITIVO	-POSITIVE RAKE ANGLE	
37 - ANGULO DE SAIDA CURVO	-HOOK ANGLE - CHORDAL	
38 - ANGULO DE SAIDA CURVO	-HOOK ANGLE - TANGENTIAL	

Figura 29 – Identificação da terminologia Macho 01-38
Fonte: Empresa Zobor (2007)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)