

FILIPE LIMA BATISTA

REDUÇÃO DE LEAD TIME ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO
DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

São Paulo

2009

FILIPPE LIMA BATISTA

REDUÇÃO DE LEAD TIME ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO
DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do Diploma de Engenheiro de Produção.

São Paulo

2009

FILIPPE LIMA BATISTA

REDUÇÃO DE LEAD TIME ATRAVÉS DO MAPEAMENTO DO FLUXO
DE VALOR EM UMA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA

Trabalho de Formatura apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo para
obtenção do Diploma de Engenheiro de Produção.

Orientador:
Prof. Dr. Dario Ikuo Miyake

São Paulo

2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Batista, Filipe Lima

Redução de *Lead Time* através do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria farmacêutica / F.L. Batista. -- São Paulo, 2009.

193p.

Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.

1. Engenharia de produção 2. Produtividade industrial 3. Manufatura enxuta I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

DEDICATÓRIA

À minha família, à minha namorada,
e a todos meus amigos
nestes cinco anos de faculdade,
que me motivam e possibilitam
ter forças na vida.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças à ajuda direta e indireta de muitas pessoas. Meus sinceros agradecimentos a todas elas:

Aos meus amigos de estudo durante toda a universidade.

Ao Professor Dario Ikuo Miyake, pela orientação.

Ao meu chefe, pelo incentivo e suporte na realização da parte prática deste projeto, e também colegas da fábrica, por facilitarem a coleta de dados e contribuírem com dicas e conhecimento na realização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio para a realização deste trabalho.

A Associação Atlética Acadêmica Politécnica, onde pude desenvolver e conquistar amigos na vida.

E a todos que de alguma forma colaboraram na realização deste trabalho.

*“Não basta somente ver,
tem que enxergar”*

(Péricles Carrocini)

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre a aplicação de conceitos e técnicas do Sistema *Toyota* de Produção em uma empresa farmacêutica. Partindo do problema de aumento da complexidade e necessidade de maior competitividade no ambiente na qual a empresa está inserida, justificados pelos *Key Performance Indicators* da fábrica, o objetivo foi reduzir o *lead time* através da redução de estoques intermediários e aumento da flexibilidade da produção, tornando o fluxo mais enxuto. Para isto, em razão do propósito de racionalizar o fluxo de porta a porta da empresa, olhando todos os departamentos em conjunto e não de maneira isolada, foi utilizada a técnica do Mapeamento do Fluxo de Valor, em conjunto com a metodologia DMAIC. Na fase Definir houve apresentação do escopo do projeto e a definição do produto e perspectivas do fluxo de valor a serem tomadas como objetos de estudo. Em seguida, na fase Medir, foi delineado o mapa do fluxo de valor do estado atual, incluindo todos os processos de fabricação, desde o Recebimento dos insumos até a Expedição. Na fase Analisar foram definidas as principais causas do longo *lead time* do processo e, em razão delas, as oportunidades de melhoria encontradas. As oportunidades de melhoria priorizadas, através de uma matriz Esforço *versus* Impacto, foram aplicadas na fábrica. Dentre elas estão a de redução de estoque intermediário entre os processos através da aplicação de uma adaptação do *Kanban* (quadro visual para gestão de estoque), a melhoria do gerenciamento visual da linha de embalagem, a melhoria de seus *setups* (parcial e completo) com aplicação de alguns dos conceitos da técnica SMED e a redução de retrabalho através do trabalho em equipe (operadores em linha). Para as oportunidades de futuras melhorias, realizou-se um estudo de viabilidade econômica e técnica, apresentando, após isto, o mapa do fluxo de valor do estado futuro. Estes estudos referem-se à melhoria no processo de Amostragem, à redução do *setup* da etapa de Granulação e Secagem e ao nivelamento do *mix* de produção, através do *Heijunka Box*. Ao final deste trabalho são apresentados os resultados obtidos e a conclusão sobre a importância das metodologias utilizadas para a empresa.

Palavras-Chave: Produtividade. Produção Enxuta. Mapeamento do Fluxo de Valor. Metodologia DMAIC. Setup rápido (SMED). Gráfico de Atividades. Nivelamento de *Mix*.

ABSTRACT

This paper introduces a study about the Lean Manufacturing concepts and techniques applied in a pharmaceutical industry. From a problem of complexity and growing competition on the environment, which the company belongs, justified by the *Key Performance Indicators*, the defined target was to reduce the *lead time* by reducing the work in process and rising the flexibility of production, making a more lean flow. To achieve this goal, in order to map the flow door to door, including all the manufacture process and not only each process individually, the Value Stream Mapping tool was used, together with a DMAIC methodology. On the Define was presented the scope of the project and the definition of which product and which perspectives of value stream would be used as study subjects. Then, on the Measure, a current state value stream map was draw, including all processes, from receiving to the expedition. On the Analyze, some mainly causes of the long lead time were defined and, based on their, the improvement opportunities. The chosen improvement opportunities, by an Effort versus Impact matrix, were applied on the site. Among them were the reduction of the work in process between processes through an adaptation of a *Kanban* (visual board for inventory management), the visual improvement of the packaging line, the improve of the complete and partial setup using some concepts of SMED and reducing the rework through team working. For future improvement opportunities, a financial and technical viability study was done, and then, a future state value stream map was draw. These studies refers to the improve of Sampling process, the reduction of setup of Granulation and Drying process and the leveling of the production mix through *Heijunka Box*. By the end of this paper, the results and conclusion about the importance of these *lean* methodology for the industry are presented.

Keywords: Productivity. Lean Production. Value Stream Mapping. DMAIC Methodology. Setup improvement (SMED). Activities Graphs Diagram. Mix Leveling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Atividades que compõem o <i>lead time</i> de fabricação	22
Figura 1.2 - Esquema de trabalho	25
Figura 1.3 - Localização dos principais centros de produção na fábrica	27
Figura 1.4 - Projetos traçados através de Reunião Anual estratégica de 2009	29
Figura 2.1 - Oito passos através do DMAIC para um projeto Seis <i>Sigma</i> de sucesso.	37
Figura 2.2 - Figura com sentidos de mapeamento e fluxos a serem mapeados com a técnica.	40
Figura 2.3 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor.	40
Figura 2.4 – Tipos de <i>Kaizen</i> no MFV.....	41
Figura 2.5 - Casa da Produção <i>lean</i> e as atividades <i>Lean</i>	46
Figura 2.6 - Esquema de análise da linha de tempo para trazer recursos à empresa.	47
Figura 2.7 - Esquema ilustrativo da circulação de <i>kanban</i> em um supermercado	50
Figura 2.8 - Imagem ilustrativa de uma caixa de nivelamento.....	55
Figura 2.9 – Figura esquemática com as etapas do SMED (Fonte: Shingo, 2000)	56
Figura 3.1 – Gráfico Pareto por família de produto (lotes de 2009 a 2013)	60
Figura 3.2 - Gráfico Pareto por item (lotes de 2009 a 2013).....	61
Figura 3.3 - Container aguardando recebimento, sala de amostragem de matérias-primas e sua esteira para movimentação paletes	63
Figura 3.4 – Imagens da sala de pesagem A	65
Figura 3.5 - Foto e desenho esquemático do processo de granulação e secagem	66
Figura 3.6 - Homogeneização e estoque intermediário na produção de Anador.....	67
Figura 3.7 - Dispositivo de controle dos compridos e aranha para abastecimento das barricas	68
Figura 3.8 - Imagem ilustrativa da linha <i>Bosch</i>	70
Figura 3.9 - Apontamento de horas	72
Figura 3.10 – Registro de Limpeza e Roteiro de Embalagem (GMP)	74
Figura 4.1 - Mapafluxograma e sequência das operações da produção do Anador	78
Figura 4.2 - Mapa do fluxo de valor do estado atual	79
Figura 5.1 - Gráfico Pareto dos tempos de ciclo	81
Figura 5.2 - Confrontação dos tempos de ciclo dos processos com o <i>Takt Time</i>	82
Figura 5.3 - Gráfico Pareto do tempo médio de duração do estoque.....	83
Figura 5.4 - Composição percentual do OEE da linha <i>Bosch</i>	85

Figura 5.5 - Levantamento de perdas de velocidade realizado em evento Kaizen	86
Figura 5.6 - Acúmulo de cartuchos acima da linha	86
Figura 5.7 - Gráfico cruzado entre esforço e impacto.....	89
Figura 6.1 - Composição do <i>lead time</i> do mapa do fluxo de valor do estado atual.....	90
Figura 6.2 – <i>Kanban</i> /supermercado adaptado desenvolvido para o gerenciamento visual do estoque.....	95
Figura 6.3 - Estoque proposto em campanha de Anador	96
Figura 6.4 -Estoque proposto fora de campanha (deve ser acumulado ao fim de uma série de campanhas de Anador).....	96
Figura 6.5 - Utilização de 5S na linha <i>Bosch</i>	98
Figura 6.6 - Disposição antiga dos cartuchos e bulas e local de inserção.....	98
Figura 6.7 - Disposição dos materiais problemática antes da aplicação do 5S	99
Figura 6.8 – Local para disposição de materiais após aplicação de 5S	99
Figura 6.9 - Carrinho para acúmulo de caixas de papelão que serão futuramente descartadas	100
Figura 6.10 - Identificação "estilo semáforo" da linha <i>Bosch</i>	100
Figura 6.11 – Colocação do material de Embalagem do próximo lote de maneira segregada e identificada	104
Figura 6.12 - Registro de limpeza da linha <i>Bosch</i>	105
Figura 6.13 - Início da limpeza no <i>setup</i> parcial	106
Figura 6.14 - Setas para facilitar a identificação dos locais de deposição de resíduos	107
Figura 6.15 - Limpeza da esteira do elevador	108
Figura 6.16 - Gráfico Pareto das atividades do <i>setup</i> completo	110
Figura 6.17 - Situação antiga para ajuste da encaixotadeira, com lista antiga e numeração deficiente	111
Figura 6.18 - Nova disposição de <i>checklist</i> e identificação dos pontos de ajuste	111
Figura 6.19 - Local reservado na Sala de Formatos às peças da linha <i>Bosch</i> na sala de formatos.....	112
Figura 6.20 - Técnica de checagem visual já aplicada à linha de líquidos e situação atual na <i>Bosch</i>	112
Figura 6.21 - Carrinho feito para transporte das peças do <i>setup</i>	112
Figura 6.22 – Alarme, sinalização e suporte de caixa padrão para desenvolvimento do trabalho em equipe na parada da encaixotadeira.....	114
Figura 6.23 - Funil no processo de recebimento, amostragem e análise que gera estoque....	115

Figura 6.24 - Etapas do desmonte dos equipamentos da Granulação	123
Figura 6.25 - Nivelamento da produção no horizonte de 5 meses, com tamanho de campanha atual.....	129
Figura 6.26 - Nivelamento da produção mensal, com novo tamanho de campanha	130
Figura 6.27 - Mapa do fluxo de valor do estado futuro	133
Figura 7.1 - Evolução do T/C da linha <i>Bosch</i>	136
Figura 7.2 - Evolução do tempo de <i>setup</i> parcial da linha <i>Bosch</i>	136
Figura 7.3 - Composição percentual do OEE da linha <i>Bosch</i> na primeira quinzena de outubro	137
Figura 7.4 - Mapa do fluxo de valor do estado atual melhorado.....	140
Figura 8.1 - Análise da demanda anual de Anador 512	146
Figura 8.2 - Análise da demanda anual de Anador 120	147
Figura 8.3 - Histórico de Vendas do Anador 120.....	147
Figura 8.4 - Histórico de vendas do Anador 120 (sem ano 2003).....	148
Figura 8.5 - Histórico de Vendas do Anador 512.....	149
Figura 8.6 - Histórico de vendas do Anador 512 (sem anos 2001 e 2002)	149
Figura 8.7 - <i>Boxplot</i> para identificação de <i>outliers</i> nos processos, estoques, TPT7 e TPT8 .	152
Figura 8.8 - <i>Boxplot</i> para Identificação de <i>outliers</i> do TPT1 e TPT2.....	152
Figura 8.9 - Tempo de ciclo do Estoque e Análise (TPT1 - dados do sistema de TPTs)	153
Figura 8.10 - Tempo de estoque até alocação em alguma Ordem de Pesagem (TPT2 - dados do sistema de TPTs).....	153
Figura 8.11 - Tempo de ciclo da Pesagem (dados do sistema de apontamento JUMP)	154
Figura 8.12 - Tempo médio do WIP 1 (dados do sistema de apontamento JUMP)	154
Figura 8.13 - Tempo de ciclo da Granulação e Secagem (dados do sistema de apontamento JUMP)	155
Figura 8.14 - Tempo médio do WIP 2 (dados do sistema de apontamento JUMP)	155
Figura 8.15 - Tempo de ciclo da Compressão (dados do sistema de apontamento JUMP) ...	156
Figura 8.16 - Tempo médio do WIP 3 (dados do sistema de apontamento JUMP)	156
Figura 8.17 - Tempo de ciclo da Embalagem (dados do sistema de apontamento JUMP)....	157
Figura 8.18 - Tempo médio da Liberação Final pelo Controle de Qualidade (TPT7 - dados do sistema de TPTs).....	157
Figura 8.19 - Tempo de estoque até entrega para cliente (TPT8 - dados do sistema de TPTs)	158
Figura 8.20 - <i>Boxplot</i> para definição dos tempos de <i>Setup</i>	160

Figura 8.21 - <i>Boxplot</i> para definição dos T/C de Buscopan e Butazona.....	161
Figura 8.22 - Modelo de Ponto de Reposição	165
Figura 8.23 - Modelagem para determinação dos parâmetros do Modelo de Ponto de Reposição (Demanda constante).....	166
Figura 8.24 - Efeito das distribuições estatísticas nos tempos de ressuprimento e o Estoque de Segurança para supri-lo.....	167
Figura 8.25 - Relação entre incertezas de demanda e níveis de estoque de segurança.....	167
Figura 8.26 - Enfoque evolutivo na definição dos estoques de segurança através da redução de seus desperdícios.....	169
Figura 8.27 - Gerenciamento visual na linha Bosch	172
Figura 8.28 - Gráfico homem-máquina.....	174
Figura 8.29 – Cartões para checagem (<i>check list</i>) das atividades e pendências no <i>setup</i> parcial da linha <i>Bosch</i>	177
Figura 8.30 - Identificação dos pontos de ajuste da encaixotadeira	178
Figura 8.31 - <i>Checklist</i> das medidas de ajuste da encaixotadeira para <i>setup</i> completo e descrição da localização dos pontos de ajuste	179
Figura 8.32 - Procedimento para <i>setup</i> completo linha <i>Bosch</i>	180
Figura 8.33 - <i>Checklist</i> para separação de materiais no <i>setup</i> completo (parte 1).....	181
Figura 8.34 - <i>Checklist</i> para separação de materiais no <i>setup</i> completo (parte 2).....	182
Figura 8.35 - <i>Checklist</i> para separação de materiais no <i>setup</i> completo (parte 3).....	183
Figura 8.36 - <i>Checklist</i> para separação de materiais no <i>setup</i> completo (última e quarta parte)	184
Figura 8.37 - <i>Checklist</i> para manutentores durante montagem no <i>setup</i> completo (parte 1). 185	
Figura 8.38 - <i>Checklist</i> para manutentores durante montagem no <i>setup</i> completo (parte 2). 186	
Figura 8.39 - <i>Checklist</i> para manutentores durante montagem no <i>setup</i> completo (parte 3). 187	
Figura 8.40 - <i>Checklist</i> para manutentores durante montagem no <i>setup</i> completo (última e quarta parte).....	188
Figura 8.41 - Quadro esquemático proposto para o <i>Heijunka Box</i>	192
Figura 8.42 - Ícones utilizados na representação do mapeamento do fluxo de valor.	193

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – <i>Key Performance Indicators</i> da fábrica que evidenciam a necessidade de um trabalho de melhoria no fluxo para atendimento aos clientes	23
Tabela 2.1 - Função e regras de utilização do sistema <i>Kanban</i>	48
Tabela 3.1 - Análise de compartilhamento de recursos	61
Tabela 5.1 - Oportunidades de melhoria traçadas	87
Tabela 6.1 - Dados para cálculo do estoque de segurança	92
Tabela 6.2 - Informações para cálculo do tempo máximo de espera entre campanhas de Anador, quando há uso compartilhado de equipamentos	93
Tabela 6.3 – Tabela das atividades do <i>setup</i> parcial da linha <i>Bosch</i> mapeado	102
Tabela 6.4 – Atividades da troca de braços mecânicos e calhas do <i>setup</i> completo da linha <i>Bosch</i>	108
Tabela 6.5 - Informações consideradas no cálculo do tempo de percurso da situação atual e futura	116
Tabela 6.6 - Estimativas de ganho com novo analista de amostragem e novo analista de laboratório	117
Tabela 6.7 – Dados para análise de viabilidade econômica	119
Tabela 6.8 - Análise da viabilidade econômica e ponto de equivalência	120
Tabela 6.9 - Atividades necessárias durante o <i>setup</i>	122
Tabela 6.10 – Dados da base do IMS referente aos produtos Anador	125
Tabela 6.11 - Estimativas de investimento e tempo para implementação do projeto	125
Tabela 6.12- Análise da viabilidade econômica e ponto de equivalência	125
Tabela 6.13 - Horas disponíveis por mês na Granulação e Secagem	128
Tabela 6.14 - Horas médias por mês com novo <i>setup</i> (situação atual)	129
Tabela 6.15 – Horas médias da situação futura com nivelamento de produção	130
Tabela 6.16 - Melhorias com o estado futuro	131
Tabela 7.1 - Comparação entre mapa atual com mapa atual melhorado	138
Tabela 8.1 - Demanda média por configuração a cada mês	150
Tabela 8.2 - Estoque intermediário médio observado	158
Tabela 8.3 - Tempo de ciclo para Amostragem	159
Tabela 8.4 - Tempo de ciclo para Análise	159
Tabela 8.5 - Tempo de ciclo para Conferência da Documentação	159

Tabela 8.6 - Demanda dos produtos conflitantes com Anador.....	161
Tabela 8.7 - Tempos dos processos conflitantes consolidados (em horas).....	162
Tabela 8.8 - Cálculo da disponibilidade para o Anador nos centros de produção compartilhados.....	162
Tabela 8.9 - Fatores de Segurança	168
Tabela 8.10 – Capital de giro estimado liberado com a redução de estoque	189

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária;

API *Active Pharmaceutical Ingredients*

BB *Black Belt*

BSC *Balanced Scorecard*

CTQ *Critical to Quality*

DMAIC *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*

GMP *Good Manufacturing Practices*

GB *Green Belt*

ICB *Industrial Customer Business*

JIT *Just in Time*

LSS *Lean Seis Sigma*

MFV Mapeamento de Fluxo de Valor

MTO *Make-to-order*

MTS *Make-to-stock*

OEE *Overall Equipment Effectiveness*

OP Ordem de Produção

OPM Oportunidade Para Melhoria

PCP Programação e Controle da Produção

PSL *Product Service Level*

RFT *Right First Time*

SKU *Stock Keeping Unit*

SMED *Single Minute Exchange of Dies*

STP Sistema *Toyota* de Produção

S&OP *Sales & Operations Planning*

T/C Tempo de Ciclo

TR Tempo de Troca

TPT *Throughput Time*

VPL Valor Presente Líquido

WIP *Work in Process*

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 - Tempo de ciclos e dados gerais dos processos (APÊNDICE A)	77
Quadro 5.1 - Quadro com avaliação Esforço x Impacto	89
Quadro 7.1 - Inspeção <i>Kanban</i>	134
Quadro 8.1 – Análise de Mood para demanda de Anador 120	149
Quadro 8.2 - Análise de Mood para demanda de Anador 512	150
Quadro 8.3 - Mapeamento do <i>setup</i> parcial na linha <i>Bosch</i> durante evento <i>Kaizen</i>	175
Quadro 8.4 - Gráfico de atividades múltiplas aplicado ao <i>setup</i> parcial da linha Bosch.....	176
Quadro 8.5 – Gráfico de atividades homem-máquina atual.....	190
Quadro 8.6 – Gráfico de atividades homem-máquina futuro	191

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
1.1	Problema	21
1.2	Justificativa	22
1.3	Objetivo	24
1.4	Ferramenta utilizada e metodologia de trabalho.....	24
1.5	A empresa	26
1.5.1	Contexto estratégico da empresa.....	28
1.5.2	O Mercado Farmacêutico.....	30
1.5.3	Clientes	31
1.6	Estrutura do trabalho	32
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	34
2.1	<i>Lean Seis Sigma</i>	34
2.1.1	<i>Seis sigma e Metodologia DMAIC.....</i>	<i>35</i>
2.1.2	<i>Mapeamento do fluxo de valor (MFV).....</i>	<i>38</i>
2.1.3	<i>Sistema Toyota de Produção ou Sistema Lean Manufacturing (STP) e suas ferramentas.....</i>	<i>45</i>
3	FASE DEFINIR: O PROCESSO DE FABRICAÇÃO.....	59
3.1	Processo de Análise.....	62
3.2	Processo de Pesagem.....	64
3.3	Processo de Granulação e Secagem	66
3.4	Processo de Homogeneização.....	67
3.5	Processo de Compressão	68
3.6	Processo de Embalagem	69
3.7	Processo de Liberação Final e Expedição	71

3.8	Sistema de apontamento de horas	71
3.9	As boas práticas de fabricação (GMPs)	73

4 FASE MEDIR: ESTUDO DO ESTADO ATUAL MFV ATRAVÉS DO MFV..... 76

5 FASE ANALISAR: IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA REDUÇÃO DO *LEAD TIME* 81

5.1	Análise de oportunidades na Embalagem	85
5.2	Método de seleção das oportunidades de melhoria	86

6 FASE MELHORAR: DESENVOLVIMENTO DE MELHORIAS 90

6.1	Redução do <i>lead time</i>	90
6.1.1	OPM 4: Reduzir estoque entre Granulação e Compressão e entre Compressão e Embalagem	91
6.1.2	OPM 5: Reduzir tempo de ciclo da Embalagem	97
6.1.3	OPM 6: Reduzir tempo de ciclo da embalagem e aumentar eficiência	113
6.2	Propostas para o estado futuro	114
6.2.1	OPM 1: Reduzir estoque inicial de insumos entre recebimento e análise	115
6.2.2	OPM 2: Reduzir tamanho das campanhas no Fluid Bed (Granulação)	121
6.2.3	OPM 3: Reduzir estoque entre Granulação e outros processos e flexibilizar a produção	128
6.2.4	Mapa do fluxo de valor futuro.....	131

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES..... 134

7.1	Resultado da oportunidade de melhoria OPM 4	134
7.2	Resultado das oportunidades de melhoria na Embalagem.....	135

7.3 Melhorias com o mapeamento do fluxo de valor	138
8 CONCLUSÃO	141
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
APÊNDICE A – INFORMAÇÕES PARA O MFV	146
APÊNDICE B - GESTÃO DE ESTOQUE	163
APÊNDICE C – EXPLICAÇÃO DO <i>KANBAN</i> ADAPTADO PARA OBTENÇÃO DE ESTOQUE RACIONALIZADO NA PRODUÇÃO DE ANADOR.....	170
APÊNDICE D – GERENCIAMENTO VISUAL NA LINHA BOSCH.....	172
APÊNDICE E - GRÁFICO DE ATIVIDADES MÚLTIPLAS.....	173
APÊNDICE F – FERRAMENTAS UTILIZADAS NA MELHORIA DO <i>SETUP</i> PARCIAL DA LINHA <i>BOSCH</i>	175

APÊNDICE G – CHECAGEM FUNCIONAL DO <i>SETUP</i> COMPLETO DA LINHA <i>BOSCH</i>	178
---	------------

APÊNDICE H – ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE ESTOQUE NO ALMOXARIFADO.....	189
---	------------

APÊNDICE I – GRÁFICO DE ATIVIDADES HOMEM-MÁQUINA	190
--	------------

APÊNDICE J – PROPOSTA DE <i>HEIJUNKA BOX</i> NA GRANULAÇÃO	192
---	------------

ANEXO A – ÍCONES PADRÃO NA REPRESENTAÇÃO DO MFV.....	193
---	------------

1 INTRODUÇÃO

O envolvimento do autor deste trabalho com a empresa, onde foi realizado, é bastante recente (desde março de 2009), mas neste ambiente, percebendo as necessidades estratégicas das áreas ao qual reporta, foi designado para o desenvolvimento dos projetos estratégicos definidos pela gerência da fábrica em alinhamento à estratégia do negócio.

O trabalho que foi desenvolvido, envolve conceitos de duas das mais consagradas metodologias, a metodologia *lean* (OHNO, 1997) e a metodologia *Seis Sigma* (ROTANDARO et al., 2006), as quais foram apresentadas aos alunos do curso de graduação em Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP durante sua formação, e também proporciona o entendimento de todo o processo produtivo da empresa. O desenvolvimento deste trabalho foi direcionado pela necessidade de gerar impactos positivos no nível de serviço ao cliente (PSL), e propor melhorias na flexibilidade da produção e na redução de estoque parado em seu processo, e assim contribuir para tornar a empresa mais competitiva e capaz de cumprir a estratégia traçada no longo prazo. Além disto, ele se insere no esforço de desdobramento da estratégia corporativa para que a fábrica atinja sua missão e visão.

O estágio foi realizado em duas áreas: a primeira, *Industrial Customer Business*, também conhecida pela sigla ICB, diz respeito ao mercado de terceirização farmacêutica. O ICB é área estratégica da empresa atualmente, por estar inclusive na visão da mesma e com perspectivas de ampliação; a segunda área, PMQ (Processos para Melhoria da Qualidade), responsável pelo gerenciamento da fábrica via indicadores nas perspectivas do BSC (KAPLAN; NORTON, 1997), e pela condução de projetos BB (*Black Belt*) e GB (*Green Belt*), que proporcionam a melhoria da qualidade nas atividades da empresa. O contato com estas duas áreas permitiu identificar a oportunidade deste projeto, visando gerar contribuições para ambas, estabelecendo um processo mais competitivo e promovendo a melhoria da qualidade através do projeto.

Embora as etapas nos processos de fabricação farmacêutica sejam parecidas, a diferença de tamanhos de comprimidos, no tamanho de frascos, e também, na apresentação dos itens (diferentes configurações de blísteres por cartucho e comprimidos por blísteres), faz com que seus processos sejam caracterizados por complexidade de ajuste, *setup* e estoques ao longo do fluxo, sugerindo a existência de oportunidades de melhoria. Outro fato pertinente à

complexidade é o de algumas máquinas serem compartilhadas por diversos produtos (fluxos mistos).

1.1 Problema

Imersa em um mercado altamente competitivo, o mercado farmacêutico, a empresa possui, como trecho de sua visão, ser líder no mercado de terceirização para remédios e também a melhor opção para os próprios remédios da empresa. Este último aspecto diz respeito à transformação das diversas unidades da empresa em unidades de negócio individuais, de maneira, que, inclusive para a própria empresa, os custos e prazos de fabricação sejam mais adequados e competitivos em comparação aos de outras empresas do mercado, pois caso contrário, seria mais vantajoso fabricar nelas.

Nestes tempos de reestruturação da empresa, esta concorrência transcende somente às questões com relação aos clientes, mas é necessário ser também uma unidade competitiva dentro do grupo gerenciado pela matriz na Alemanha, uma vez que muitas das fábricas sem custos competitivos e uma eficiência mínima exigida, estão sendo fechadas por decisões estratégicas dos seus *Stakeholders*.

É neste contexto que se coloca o grande desafio da empresa: ser altamente competitiva em custos, prazos e no atendimento aos seus clientes, para que dentro de uma estratégia corporativa, continue existindo dentro do grupo.

A fábrica localizada no Brasil no passado produzia uma gama de produtos pequena (poucos itens com grande volume) e com poucas diferenças entre si, que operavam com grande ociosidade fabricados em equipamentos dedicados para cada tipo de medicamento. No entanto, em 2005, foi traçada uma estratégia pela matriz de que algumas unidades do grupo poderiam oferecer esta capacidade ociosa para terceirização de medicamentos. Além disto, alguns produtos que antes não eram fabricados aqui foram trazidos pelas diretrizes da companhia, gerando um aumento de complexidade que a fábrica ainda está procurando assimilar, buscando custos e *lead time* de produção competitivos.

Este é o grande problema da companhia hoje: necessidade de redução de seus custos

de conversão (de fabricação), através da melhor utilização da capacidade das máquinas (eficiência) e maior flexibilidade para atender às flutuações da demanda dos seus clientes, entregando mais rápido a eles (necessidade de redução do *lead time*).

1.2 Justificativa

Uma forma de considerar o nível de serviço, abordado na seção 1.1, seria atrelá-lo ao *lead time* do processo. O *lead time* é composto pelas atividades que não agregam valor, que normalmente são as atividades que mais contribuem na dimensão do *lead time*, pelas atividades que agregam valor, e pelas atividades que não agregam valor, mas são necessárias. A Figura 1.1 ilustra esta composição.

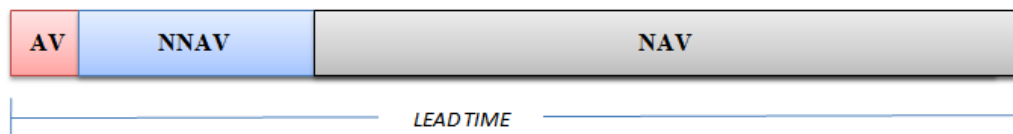


Figura 1.1 - Atividades que compõem o *lead time* de fabricação

Monden (1984) aborda estas atividades da seguinte maneira:

- ❖ **Operações Produtivas para Aumentar o “Valor Agregado” / Atividades que Agregam Valor (AV):** Operações ou o ato de executá-las para aumentar o valor das matérias-primas ou produtos semi-acabados;
- ❖ **Perda Pura / Atividades que Não Agregam Valor (NAV):** Atividades que o cliente não remunera, sendo, absolutamente desnecessárias, e que, portanto, devem ser eliminadas imediatamente;
- ❖ **Operações Supérfluas (sem valor adicional) / Atividades Necessárias que Não Agregam Valor (NNAV):** Operações que constituem perdas, mas que são necessárias para os procedimentos atuais, como é o caso dos documentos requeridos pela norma GMP (*Good Manufacturing Practices*) em uma indústria farmacêutica.

Como operações produtivas para aumento do valor agregado em uma manufatura constituem tipicamente uma parcela muito pequena do total de operações realizadas (MONDEN, 1984), o foco do trabalho será aplicar ferramentas que contribuam para reduzir o tempo sem valor agregado, e, neste trabalho, mais especificamente para reduzir estoques entre processos e aumentar a flexibilidade entre os mesmos. Desta maneira, será possível atender as necessidades tão específicas dos clientes distribuidores, que é ter o produto mais rápido, para poder executar sua estratégia de vendas de maneira mais eficaz. Espera-se assim contribuir para a sobrevivência da fábrica, melhorando sua competitividade e aumentando sua importância estratégica para a empresa.

As maiores justificativas para que a empresa busque a redução do *lead time* atual, são a queda dos indicadores do BSC, razão do aumento de complexidade que a fábrica sofre. A Tabela 1.1 evidencia a queda dos indicadores ao longo dos anos até 2009, que demonstram a necessidade de um trabalho que foque os problemas no fluxo como um todo. A acuracidade diz respeito à fabricação dos produtos de acordo com as horas estipuladas em procedimento de horas (que são utilizados na programação da produção na fábrica). O TRF (*Turnover Ratio Frequency*) trata da renovação do estoque no almoxarifado. O PSL diz respeito à atendimento do pedido dos clientes no mês (sem atraso, sendo penalizado conforme o número de dias de atraso).

Tabela 1.1 – *Key Performance Indicators* da fábrica que evidenciam a necessidade de um trabalho de melhoria no fluxo para atendimento aos clientes

Indicador	2007	2008	2009 (abril)	Meta
PSL (<i>Product Service Level</i>)	97,1%	95%	93,2%	95%
RFT (<i>Right First Time</i>)	-	-	92,9%	95%
TRF (<i>Turnover Ratio Frequency</i>)	4,93	4,03	2,80	5,2
Acuracidade (variação em horas relação ao planejado)	-	17,3%	30%	0%
OEE (<i>Overall Equipment Effectiveness</i>)	57,9%	60,5%	54,5%	61,5%

A empresa hoje não mantém dados para o cálculo do *lead time* médio, e ele varia para cada produto (passa por mais centros de produção, isto é, equipamentos e processos).

O sucesso da fábrica depende fundamentalmente destes indicadores, e eles estão encadeados. Se não fabrico conforme as horas estabelecidas em procedimento, não consigo

cumprir a programação, e não atendo o cliente (PSL). Da mesma maneira, se não possuo uma produção eficiente, com um OEE alto e um processo rápido, não giro meu estoque adequadamente. E por fim, se não faço certo da primeira vez (RFT) gero retrabalho e impacto todos os indicadores citados acima. Em razão disto é fundamental um trabalho que vise a melhoria do atual fluxo na fábrica.

1.3 Objetivo

O objetivo deste trabalho é elaborar propostas, e, se possível implementá-las, para que haja redução no *lead time* de produção, através do aumento da flexibilidade na produção e redução de estoque entre processos, tornando o fluxo mais rápido e contínuo entre fornecedor de matérias-primas, transformação na fábrica e entrega ao cliente (prazos mais curtos aos clientes e melhor resposta da produção às mudanças e variações do mercado).

Com este ganho de produção e redução do *lead time*, espera-se atingir alguns dos objetivos estratégicos traçados na empresa, tais como o aumento no giro do estoque e do PSL, disponibilização de produtos e cumprimento de prazos com terceiros (mercado de terceirização, no qual a empresa atua) e realização do *Budget* de produtos (orçamento de vendas previstas para a área do ICB e para a fábrica). Além disto, tornar um fluxo mais enxuto também através da redução dos desperdícios (*Muda*) (DENNIS, 2008) acaba resultando na redução de custos na fabricação, dando mais competitividade à empresa.

1.4 Ferramenta utilizada e metodologia de trabalho

Tendo em vista o problema traçado, suas justificativas e os objetivos do projeto, o desenvolvimento do presente trabalho se apoiou fundamentalmente na aplicação do Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV). As principais justificativas ao uso do MFV na empresa dizem respeito, primeiro ao fato de que é necessária a visão do todo, de todo o fluxo, e do modo como ocorrem os fluxos de materiais e informações nas interfaces entre os

departamentos. Para Rother e Shook (2003), o MFV é uma grande ferramenta por permitir esta visão do todo, e esta é a diferença entre criar projetos dentro das áreas, melhorando os processos internos, mas não a interação entre eles.

Como segundo ponto, na empresa há uma grande cultura em termos da aplicação da metodologia LSS (*Lean Seis Sigma*), de modo que uma série de projetos ocorre nos níveis departamentais, mas somente os definidos nas discussões anuais (reunião estratégica entre fábrica e *stakeholders*) tratam projetos alinhados fortemente à estratégia de negócio da fábrica.

Um projeto com metodologia LSS, apoiado na aplicação do MFV, viabiliza um projeto que analisa a fábrica de porta a porta (como um todo), além de alavancar o desenvolvimento de melhorias com impacto estratégico para a empresa.

Em terceiro lugar, como estratégia competitiva (apresentados no contexto estratégico, subseção 1.5.1 deste documento), existem os fatores críticos ao sucesso da empresa, os já abordados custos competitivos no mercado e nível de serviço (entregar segundo o conceito JIT da manufatura *Lean*).

Para garantir o controle na realização deste trabalho e alinhá-lo aos objetivos finais traçados acima, o MFV será aplicado como ferramenta central na fase Medir, dentro de uma abordagem LSS, através da metodologia DMAIC, amplamente utilizada e assimilada na fábrica. Em razão do prazo requerido para elaboração e implementação de propostas, a fase Controlar do DMAIC, não foi incluída no escopo deste projeto. Desta maneira, podemos ver na Figura 1.2, a linha de trabalho deste documento.

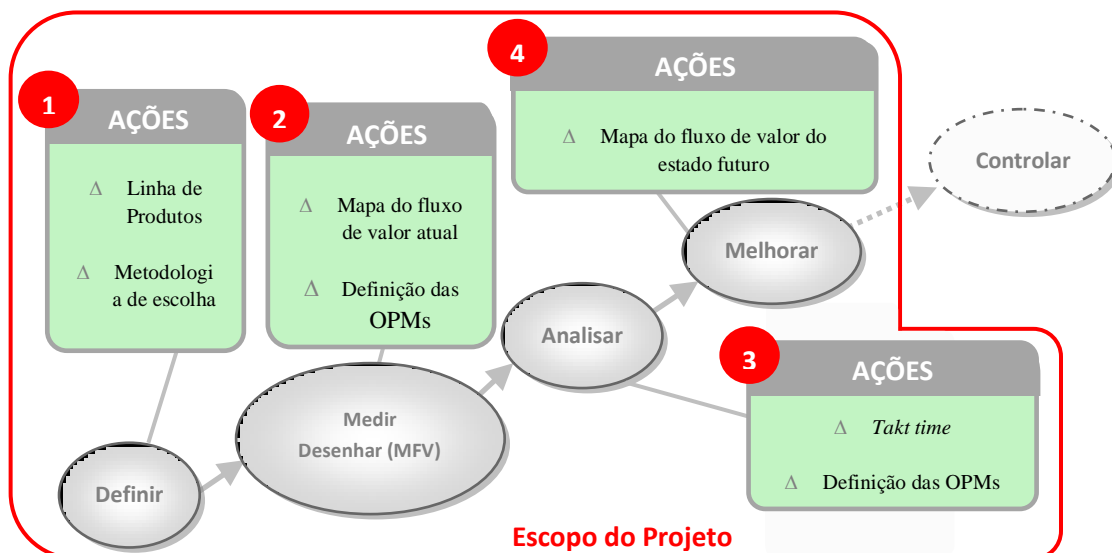


Figura 1.2 - Esquema de trabalho

A relevância deste tema ao contexto do curso de Engenharia de produção pode ser traduzida como a aplicação de diversos conceitos adquiridos no curso (melhoria de *setup*, organização de supermercado, dimensionamento de estoque de segurança, entre outros), que apesar de não serem novos, ainda são pouco utilizados nas empresas para reduzir o tempo que não agrega valor à produção, tornando o fluxo mais enxuto.

A ferramenta do MFV permite visualizar o processo de uma maneira simples, que com poucas explicações, os mais diversos níveis na empresa conseguem entender. Portanto é uma ferramenta aplicável a todos os níveis de pessoas na empresa permitindo-lhes enxergar o fluxo como um todo, definir as atividades que agregam ou não valor, descobrir as origens das esperas nos processos, formar a base de um plano de implementação e mostrar a relação entre os fluxos de informação e de material (ROTHER; SHOOK, 2003) (EHRlich, 2002).

A visualização através da técnica do MFV nasceu na *Toyota Motor Company*®, onde era utilizada inicialmente como uma forma de conhecer melhor os processos de fabricação. Com o passar do tempo ela passou a ser utilizada com bastante sucesso na melhoria das operações das empresas, reduzindo tempos e custos (através da redução de desperdícios) (DENNIS, 2008).

Atualmente a aplicação desta ferramenta vem sendo disseminada cada vez mais, como forma de planejar a aplicação dos conceitos e técnicas *lean*.

1.5 A empresa

Este trabalho foi realizado em uma empresa farmacêutica, consagrada no mundo e no Brasil. Com escritório em São Paulo e uma fábrica no interior do estado, há 33 anos, é uma das mais importantes fábricas da empresa no mundo, ainda mais nestes tempos de crise, onde países do terceiro mundo permitem custos mais competitivos.

É uma empresa que gere suas atividades com indicadores definidos através do BSC e é reconhecida por sua alta qualidade, preocupação com seus colaboradores e com a política de crescimento de seus funcionários (perspectiva *Lead & Learn* da metodologia BSC)

Dentro desta política estratégica, pode-se notar que a empresa utiliza a metodologia LSS e já conta hoje com vários BBs e GBs, que aplicam seus conhecimentos em diversos projetos internos às áreas que compõem a fábrica.

Os projetos mais robustos da empresa são guiados pelas reuniões de gerência e *Annual Discussion*, nas quais são definidos os meios para cumprimento e garantia das metas traçadas.

Dentre as tecnologias que detém, estão a produção de líquidos (xarope, gotas, suspensão, aerossóis, *pump spray*, solução) e sólidos (pós, drágeas, comprimidos, comprimidos revestidos, cápsulas, granulados) no mercado farmacêutico.

Na Figura 1.3, pode-se notar os dois fluxos em “U” (formato da letra), tanto para sólidos quanto para líquidos. Os recursos de pesagem (ponto 5 da Figura 1.3) são compartilhados para líquidos e sólidos, com algumas salas especializadas.

A fábrica tem uma área de aproximadamente 211.000 metros quadrados, mas a área produtiva da Figura 1.3 corresponde a pouco mais de 10% da área (27 mil metros quadrados). Conta atualmente com aproximadamente 80 fórmulas divididas em 300 produtos, com uma produção anual de 75 milhões de unidades. Atualmente a fábrica conta com 400 operadores.

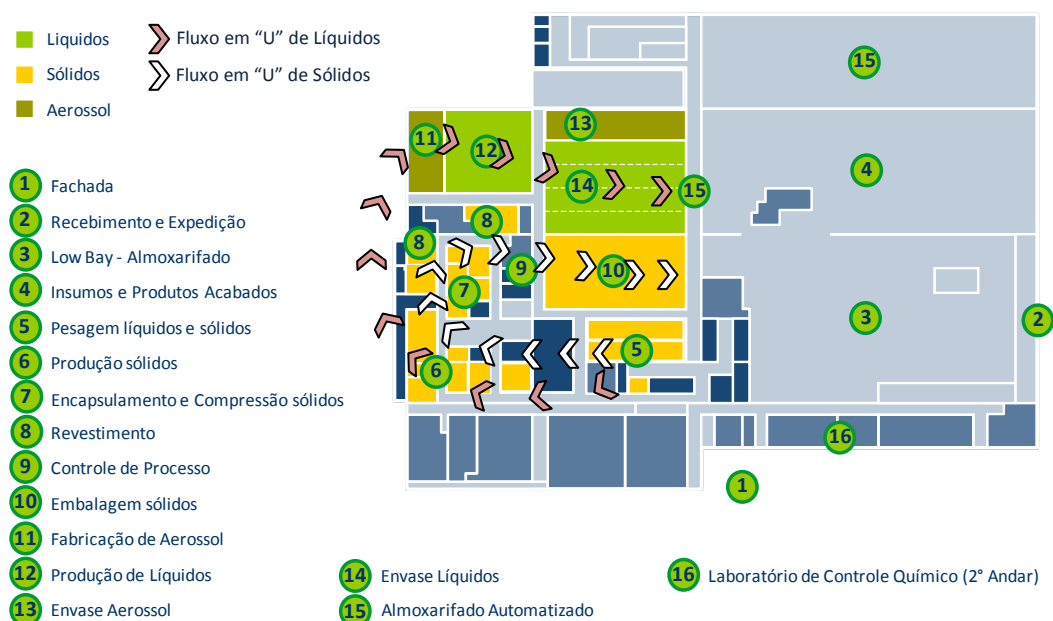


Figura 1.3 - Localização dos principais centros de produção na fábrica

O tempo de atravessamento do fluxo (composto pelas operações e processos) é dividido em TPTs (*Throughput Time*) que facilitam a análise da eficiência das operações

individualmente. Eles são definidos da seguinte maneira:

- **TPT 1:** Contempla o tempo do recebimento do API (*Active Pharmaceutical Ingredients*) até sua liberação para uso em alguma ordem de produção (OP);
- **TPT 2:** Contempla o tempo da liberação do API até sua utilização em alguma ordem de produção (OP);
- **TPT 3:** Contempla o tempo da baixa para alguma ordem de produção (OP) à obtenção do produto semi-acabado (produção de fato);
- **TPT 4:** Contempla do final do TPT 3 até a hora de liberação deste semi-acabado (granel);
- **TPT 5:** Contempla do final do TPT 4 até utilização em alguma ordem de embalagem (OE);
- **TPT 6:** Contempla do final do TPT 5 à obtenção do produto acabado (embalagem de fato);
- **TPT 7:** Contempla do final do TPT 6 até a liberação do produto acabado pelo controle de qualidade;
- **TPT 8:** Contempla do final do TPT 7 até a transferência ao cliente.

Alguns destes tempos serão analisados no desenho do MFV.

1.5.1 Contexto estratégico da empresa

A empresa possui uma gestão voltada a dois pilares: um estratégico e outro da manufatura. Por isto, ela busca realizar reuniões que visam estabelecer através da visão e missão, quais os projetos que sustentarão o atingimento de suas metas.

Henderson (1989), já abordava conceitos relativos de que estratégias devem deliberar planos de ação capazes de gerar vantagem competitiva para o negócio.

Segundo Carvalho e Laurindo (2003) a escolha de atividades (planos) adequadamente, permitem ganhos competitivos em relação aos concorrentes.

Para definir quais os principais problemas na empresa e como melhorá-los tendo em vista a estratégia, uma série de reuniões é realizada na empresa. Dentre elas, a principal é a Discussão Anual (*Annual Discussion*) onde os projetos são traçados às áreas.

Então chegamos ao problema da empresa, que, em vista do mercado competitivo, perde uma série de negócios, devido à alta concorrência sob a qual as cotações para fornecimento de produtos via terceirização ocorrem.

A Figura 1.4 apresenta os projetos advindos desta reunião, dentre eles, um baseado na aplicação do MFV. As áreas sobrepostas correspondem à interação que ocorre entre os departamentos, enquanto a linha em ziguezague corresponde ao retrabalho que ocorre entre as áreas, a flecha representa a necessidade de um fluxo bem estruturado e enxuto, com a redução dos *overlaps* (trabalhos realizados por duas áreas) entre os processos. Marketing, ICB e Exportação representam os clientes do processo de produção da fábrica. Porter (1996), cita que criar valores como maior valor para os clientes ou criar valores comparáveis a preços mais baixos é uma boa estratégia, e é isto que a técnica do MFV propõe, a busca de um fluxo mais enxuto com entrega mais rápida.

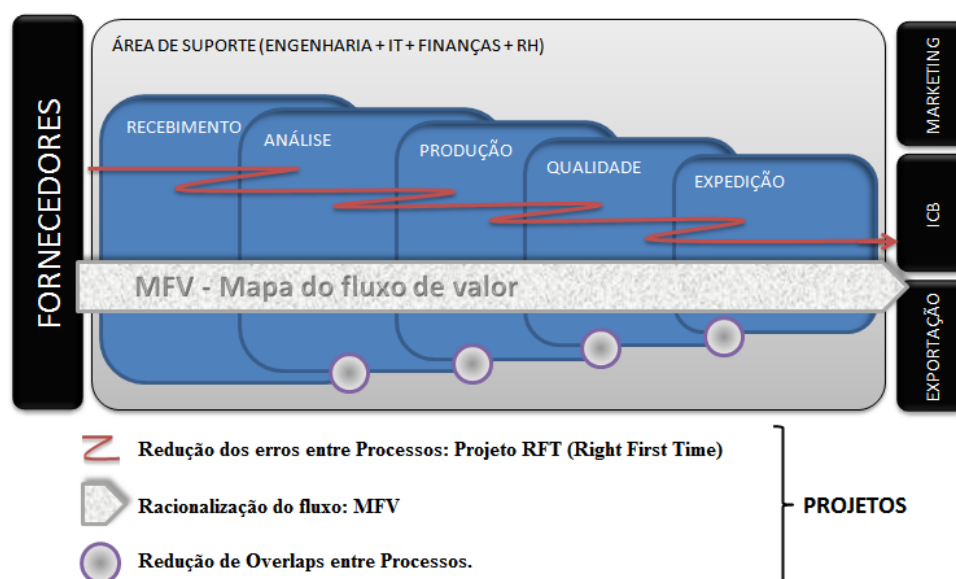


Figura 1.4 - Projetos traçados através de Reunião Anual estratégica de 2009

Como deve haver um vínculo entre a estratégia de negócios e de manufatura (SKINNER, 1969) e considerando os conceitos de Hayes e Wheelwright (1979), que

descrevem que o produto final percebido pelo cliente tem grande relação com o processo pelo qual ele é gerado, vem à tona o fato de que precisamos melhorar os processos com a finalidade de reduzir custos e tempo de entrega percebidos pelo cliente.

Slack (1993) propõe o estabelecimento dos objetivos da manufatura, julgamento do desempenho atual e desenvolvimento e implantação dos planos de ação para preencher essas lacunas. O MFV é uma ferramenta que permite enxergar este todo, visualizar as lacunas e desperdícios do processo, fornecendo um plano de execução futuro.

O MFV ainda permite inovações no processo, através de melhorias *Kaizen*, que Brown e Eisenhardt (1995) sugerem ser processos fundamentais para o sucesso, sobrevivência e renovação das organizações, particularmente para as imersas em ambientes muito competitivos.

Além disto, a aplicação da ferramenta do MFV alinha-se à estratégia de aumentar os negócios industriais de terceirização (ICB) e de continuar sendo competitivo no abastecimento dos produtos internos, sendo a tática para gerir os aspectos da operação que mais afetam a rentabilidade (desperdícios segundo a metodologia *Lean Manufacturing*).

1.5.2 O Mercado Farmacêutico

O mercado farmacêutico é algo, que hoje em dia, encontra-se em constante mudança, também em razão das fusões e compras entre empresas. Estas fusões são resultado da saturação do mercado farmacêutico, que já não cresce como antigamente. Com isto, empresas maiores e líderes de mercado acabam agregando as empresas menores, aumentando então também sua participação no mercado.

Nos últimos meses houve inclusive a compra da Stiefel®, empresa que também atuava no mercado de fabricação para terceiros, pelo grupo farmacêutico britânico Glaxo Smith Kline ® em um acordo por US\$ 2,9 bilhões. Com este acordo as empresas pretendem

criar o maior líder especializado em dermatologia.¹

Outras evidências, de que o setor farmacêutico mundial passa por um momento de consolidação, com grandes aquisições, são as fusões entre os laboratórios farmacêuticos *Merck®* e *Schering-Plough®*, em um negócio avaliado em US\$ 41,1 bilhões em dinheiro e ações, e entre o grupo farmacêutico suíço *Roche* e o laboratório americano de biotecnologia *Genentech®*, no qual a *Roche* pagou US\$ 46,8 bilhões pelos 44% das ações que ainda eram da *Genentech®*.¹ No mercado brasileiro, recentemente foi selado o acordo em que o maior fabricante de medicamentos genéricos, o laboratório *Medley®*, será vendido à gigante francesa *Sanofi-santaris®* por R\$ 1,5 bilhão.²

A empresa onde o presente estudo foi desenvolvido é uma empresa de capital fechado que para se manter competitiva frente à essas consolidações, investe agora no mercado de terceirização, possuindo o trunfo de não estar sujeita às variações do mercado farmacêutico de capital aberto.

1.5.3 Clientes

A carteira de clientes represente um bom indicador da capacidade de negócios da empresa. Atualmente a área do ICB conta com oito diferentes clientes, mas dentre eles, apenas três apresentam um volume significativo.

Um volume de 21 milhões das unidades fabricadas são destinadas a estes terceiros, e existem várias métricas e indicadores que prezam por mensurar a qualidade e o nível de serviço prestados a eles.

O ICB conta inclusive, mesmo tendo apenas quatro funcionários ligados diretamente à área, com um BSC de seu departamento, onde apresenta indicadores como rentabilidade dos contratos (unidades, *Net Sales* e margem de contribuição contratadas *versus* a meta estipulada), como também a *performance* (os mesmos aspectos, só que do ponto de vista dos

¹ Fonte: Folha Online (<http://www1.folha.uol.com.br/financeiro/ult91u553381.shtml>). Acesso em 22 de junho de 2009.

² Fonte: Estadão.com.br (<http://www.estadao.com.br/noticias/economia,sanofi-fecha-acordo-para-comprar-a-medley,352393,0.htm>). Acesso em 22 de junho de 2009.

valores realizados *versus* contratados).

Há ainda um indicador que mensura a realização de VOC (*Voice of Customer*) para garantir a qualidade dos serviços prestados.

Na relação com os clientes internos à corporação (Marketing e Exportação) o contato é muito mais direto e intenso, até pela maior representatividade de seus volumes de negócio. Todavia, está em curso um processo de separação entre das unidades administrativa e industrial, o que incorre na necessidade de desenvolver uma relação mais profissional e propiciar a melhor solução em produção para a área administrativa.

1.6 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 – Introdução:** Descrição do problema, da justificativa, do objetivo e relevância do tema abordado à empresa, uma breve descrição da empresa (dimensão, posição no mercado e o mercado, seus clientes e estratégias) e apresentação da estrutura do trabalho;
- **Capítulo 2 – Revisão bibliográfica:** Os conceitos e princípios relacionados à Engenharia de Produção, que constituem as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do presente trabalho. Contém primeiramente a introdução sobre a metodologia LSS, e posteriormente uma descrição da metodologia DMAIC (utilizada como linha de trabalho deste documento), da ferramenta MFV, e da metodologia do Sistema *Toyota* de Produção (STP) ou Sistema *Lean Manufacturing*, na qual são abordadas as principais ferramentas utilizadas no estudo. Estas ferramentas são o sistema puxado de produção através de *Kanban* e Supermercados, *Kaizen* e Evento *Kaizen*, os Cinco S's, Nivelamento de produção (através do *Heijunka Box*) e *Setup* rápido.
- **Capítulo 3 – Fase Definir: O processo de fabricação:** Estudo de definição do produto que será estudado e breve descrição do seu processo de fabricação. Também

será tratada a norma GMP;

- **Capítulo 4 – Fase Medir: Estudo do estado atual através do MFV:** Levantamento dos dados e informações do processo produtivo para desenho do mapa do fluxo de valor do estado atual;
- **Capítulo 5 – Fase Analisar: Identificação de oportunidades para redução do *lead time*:** Análise do mapa do fluxo de valor atual para delinear as principais oportunidades de melhoria e sua seleção;
- **Capítulo 6 - Fase Melhorar: Desenvolvimento de melhorias:** Apresentação dos estudos para redução do *lead time*, através da redução dos estoques intermediários e melhorias nos processos. Também são apresentadas as propostas de ações futuras, bem como o mapa do fluxo de valor do estado futuro;
- **Capítulo 7 – Resultados e discussões:** Apresentação objetiva dos resultados obtidos após a realização deste trabalho e do mapa do fluxo de valor do estado atual com as melhorias implementadas;
- **Capítulo 8 – Conclusão.**

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Lean Seis Sigma*

Para obtermos uma definição do que é a metodologia LSS é necessário definir os dois conceitos base que a compõem para depois combiná-los em um único conceito. Estes conceitos são o conceito *Lean*, que advém do STP e o Seis *Sigma*. A metodologia LSS consiste na soma das características destas duas metodologias: a busca da redução significativa dos desperdícios da *Lean Manufacturing*, utilizando MFV, ferramentas de redução de *Setup*, entre outros, combinados às ferramentas estatísticas e suas análises, aos altos objetivos de qualidade e metodologia de solução de problemas (DMAIC). Esta combinação fornece melhores resultados do que poderiam ser obtidos se cada metodologia fosse utilizada individualmente.

Segundo Ehrlich (2002), a seleção de projetos *Lean Seis sigma* deve ser definida de acordo com os critérios CTQ (*Critical to Quality*), isto é, o que o consumidor deseja (*customer requirements*), sendo isto, crítico para a qualidade do processo. Suas percepções do negócio nos permitem definir as lacunas (*gaps*) entre o desejado e os níveis atuais de serviço. Outro fator é que os projetos devem estar alinhados aos objetivos estratégicos da empresa. Os projetos podem então ser definidos da seguinte maneira:

1. Identificar quais os envolvidos na seleção dos projetos;
2. Ligar os projetos aos assuntos estratégicos da empresa;
3. Desenvolver critérios para a seleção, sob os quais os projetos serão julgados;
4. Determinar um processo de seleção.

Geralmente os projetos *Lean Seis Sigma* são estruturados por equipes, focando a melhoria de determinados pontos, considerados críticos para a qualidade (CTQ).

2.1.1 Seis *sigma* e Metodologia DMAIC

Seis *sigma* é uma estratégia de gerenciamento de qualidade criada quando o engenheiro Bill Smith da *Motorola*® reconheceu que as falhas de um produto estavam correlacionadas com a quantidade de retrabalho durante o processo de manufatura. Disto, adveio a meta de diminuir as não-conformidades de um processo atingindo um nível de defeitos menor do que seis *sigma*. Tecnicamente, seis *sigma* é uma medida que representa 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, no entanto, a metodologia Seis *Sigma* é mais do que esta definição estatística. Trata-se de uma diretriz para aprimorar continuamente os processos de qualidade e produtividade que venham a trazer benefícios financeiros à empresa (EHRlich, 2002). Basicamente a metodologia seis *sigma* tornou-se muito forte pelos seguintes fatores:

- **Disciplinada:** Utiliza uma metodologia consagrada, o DMAIC, com ferramentas específicas para cada situação na condução do projeto Seis *Sigma*;
- **Dirigida por Dados:** Suportada por análises estatísticas que permitem a tomada de decisões para melhorias racionais e não baseadas em opiniões;
- **Melhora Contínua:** Pode ser aplicada diversas vezes no mesmo processo;
- **Processo:** Mede os processos para traduzir suas entradas e saídas;
- **Qualidade:** Ajuda a superar as expectativas;
- **Produtividade:** Tem o potencial de transformar entradas em saídas de maneira efetiva e eficiente;
- **Resulta em Rentabilidade:** Permite julgar os projetos financeiramente mensurando seus ganhos.

Portanto, seis *sigma* é uma estratégia gerencial de mudanças para acelerar o aprimoramento em processos, produtos e serviços, onde o termo *sigma* mede a capacidade do processo trabalhar sem falhas. Seis *sigma* é um processo de negócio que permite organizações incrementar seus lucros por meio da otimização de suas operações (HARRY et al., 1998). No entanto, neste trabalho não enfatizaremos esta capacidade de trabalhar sem falhas, mas sim a

de produzir com maior produtividade e rentabilidade.

O Seis *Sigma* pode ser aplicado de várias formas na empresa (WILSON, 1999), e aqui estão as que serão utilizadas neste estudo:

1. Benchmarking: Parâmetro de comparação entre departamentos, processos, entre outras unidades organizacionais;
2. Filosofia: Filosofia de melhoria contínua para buscar o zero defeito;
3. Estatística: Avaliar a *performance* em relação às especificações e tolerâncias;
4. Estratégia: Inter-relação entre o projeto do produto e sua realização para o cliente ter sua satisfação;
5. Visão: Querer ser a melhor do ramo, em termos de confiabilidade do processo ou qualidade.

Focando na atuação estratégica, a ferramenta Seis *sigma* deve ser utilizada primeiramente como uma iniciativa estratégica e, após isto, vinculada com as metas operacionais (EHRLICH, 2002). Através de projetos estruturados em uma metodologia DMAIC, e projetos alinhados à estratégia, permite-se que chegue ao patamar. Por este motivo a ferramenta Seis *sigma* é mais robusta que outras metodologias de qualidade tal como TQM (*Total Quality Management*), que é mais focada nos times de execução e fica a cargo do departamento de qualidade, dificultando sua efetiva vinculação aos objetivos do negócio.

A metodologia DMAIC, que será utilizada no trabalho, funciona como um guia altamente estruturado e disciplinado para resolução de problemas e atingimento do objetivo para as saídas, de uma maneira efetiva e eficiente, que permite tomar decisões baseado em dados (EHRLICH, 2002).

O modelo MAIC que significa medir, analisar, melhorar e controlar, foi desenvolvido inicialmente pela *Motorola*® como evolução do ciclo PDCA (*Plan* - Planejar, *Do* - Executar, *Check* - Verificar, *Act* – Agir). Posteriormente, na *GE*®, estruturou-se a sequência de trabalho em cinco fases, adicionado a fase Definir, originando o modelo DMAIC de hoje (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*) , sem que nenhuma das etapas seja pulada e respeitando a ordem das mesmas. Estes modelos passaram a ser a base operacional

da ruptura Seis *Sigma* para empresas, como *Motorola®* e *GE®*, sendo fundamental para o sucesso que alcançaram (HARRY et al., 1998; PANDE et al., 1998; ECKES, 2001).

A Figura 2.1 mostra como a estrutura (completa, com uso estatístico) do DMAIC organiza o desenvolvimento de um projeto Seis *Sigma*.

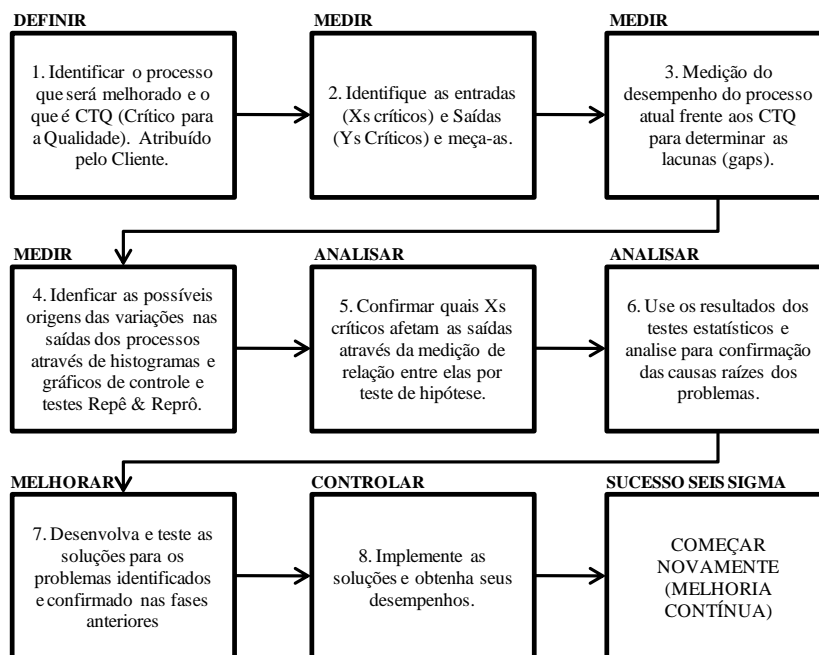


Figura 2.1 - Oito passos através do DMAIC para um projeto Seis *Sigma* de sucesso.

FONTE: (EHLICH, 2002)

Neste trabalho as etapas serão consideradas conforme a descrição de DMAIC abaixo, apresentada por Ehrlich (2002).

1. **Definir:** Esta primeira etapa consiste em definir claramente qual o “Efeito” indesejável de um processo que deve ser eliminado ou melhorado. Dentre suas ferramentas estão: dados da empresa, tais como objetivo e dados do cliente; Priorização de processos críticos do negócio; Desenho dos macro-processos prioritários (*SIPOC* – Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas, Clientes); Definição do problema; Definição do escopo do projeto;
2. **Medir:** Nesta etapa o fluxo do processo é desenhado de acordo com seus fatos e dados, e nele são medidas as variáveis principais. Suas principais ferramentas são: base estatística; análise do sistema de medição; ferramentas estatísticas básicas; Mapas de Processo; MFV;

3. **Analisar**: Consiste na análise dos dados coletados através de ferramentas da qualidade, ferramentas estatísticas e ferramentas *Lean* (do ponto de vista de diminuição do desperdício). Dentre as mais diversas perspectivas para análise estão: Análise de processo sob o ponto de vista de tarefas que agregam valor e tarefas que não agregam valor; Análise dos atrasos de processo;
4. **Melhorar**: Aqui é onde a equipe deve fazer e traçar as melhorias no processo. Deve-se modificar tecnicamente os elementos do processo, atuando sobre as causas raízes de seus problemas. É uma fase crítica, pois diz respeito à materialização das melhorias. As ferramentas que podem ser aplicadas são: ferramentas da manufatura enxuta em geral (nivelamento de produção, supermercados, *Kanban*, entre outros); Redesenho de Processo.
5. **Controlar**: Estabelecer e validar um sistema de medição que garanta a continuidade das melhorias implementadas. Os meios são: Elaboração dos novos procedimentos; padronizar os procedimentos; *Balanced Scorecard* para o Processo.

2.1.2 Mapeamento do fluxo de valor (MFV)

O Mapeamento do Fluxo de Valor (ou *Value Stream Mapping*) é uma ferramenta da metodologia *Toyota* (STP) para mapeamento do fluxo de informação e material na produção. Seus usos são a descrição e análise do Fluxo de Valor (*Value Stream Analysis*), desenvolvida por Rother e Shook (2003), que aprimoraram o uso desta técnica ao longo dos anos de experiência na Toyota. Este fluxo de valor pode ser descrito como todas as ações (que agregam valor ou não) realizadas desde a obtenção de matéria prima até a entrega do produto ao consumidor final, de maneira que contempla o fluxo de valor a ser mapeado de porta a porta (ROTHER; SHOOK, 2003).

A técnica é poderosa para sintetizar o estado atual do processo produtivo de forma simples e objetiva, utilizando simplesmente um papel e lápis. Além disto, também permite a partir deste estado, a formulação do estado futuro (o estado ideal, de como o fluxo deveria fluir de fato pela fábrica). Finalmente, este pode ser planejado considerando a obtenção de

um fluxo mais enxuto. As figuras utilizadas no desenho do fluxo de valor encontram-se no ANEXO A.

Desta maneira dentre as vantagens apresentadas pela ferramenta podemos citar:

- Ajuda a visualizar mais do que simplesmente os processos individuais, de maneira que permite enxergar o fluxo como um todo;
- Ajuda a identificar mais do que os desperdícios. Mapear ajuda a identificar as fontes dos desperdícios.
- Fornece uma linguagem comum (e de fácil entendimento) para tratar dos processos de manufatura;
- Torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de modo que os envolvidos possam discuti-las;
- Junta uma série de conceitos e técnicas enxutas, evitando a implementação de algumas técnicas isoladamente, somente em determinadas áreas e não no fluxo como um todo e nas interfaces entre áreas abrangidas;
- Forma a base de um plano de implementação, pois ao determinar e desenhar como o fluxo deveria operar, os mapas futuros do fluxo de valor tornam-se uma referência para a implementação da produção enxuta;
- Mostra a relação entre o fluxo de informação e de material (esta técnica propõe tanto o mapeamento do fluxo de materiais quanto o de informações, como evidencia a Figura 2.2). Muitas empresas acham e crêem que têm uma estrutura enxuta quando na verdade o fluxo nas interfaces é empurrado. Permitir ver a relação entre ambos os fluxos permite avaliar se o fluxo de comunicação entre áreas existe e se a demanda é ditada pelo próximo processo ou pela área de planejamento e controle da produção;
- Esta ferramenta é mais útil que outras ferramentas quantitativas e diagramas de layout, por descrever como e o que realmente você irá fazer para redução dos desperdícios. Por isto o importante é mapear e implementar o fluxo que agregue valor, pois caso contrário, a ferramenta possuirá a mesma efetividade

que a de outras técnicas.



Figura 2.2 - Figura com sentidos de mapeamento e fluxos a serem mapeados com a técnica.

Fonte: (ROTHER; SHOOK, 2003).

Como os princípios do MFV se baseiam na identificação e eliminação dos oito desperdícios, segundo o STP, é fundamental que o mapeamento do fluxo de valor seja um ciclo, de maneira que sempre haverá desperdícios a serem eliminados. As etapas básicas deste ciclo podem ser representadas através da Figura 2.3.

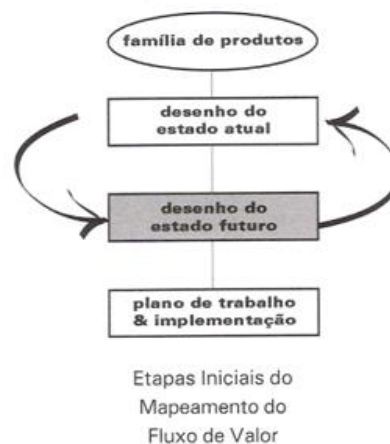


Figura 2.3 - Etapas do Mapeamento do Fluxo de Valor.

Fonte: (ROTHER; SHOOK, 2003).

Então vem à tona a importância da definição da família que será mapeada. Diferenciar famílias pode ser feito através dos processos de manufatura pelos quais os produtos passam. Para um *mix* de produtos complexo, é interessante criar uma matriz com as etapas/processos inerentes a cada item, colocando os produtos nas colunas e os equipamentos nas linhas.

Após a seleção da família de produtos, suas informações são coletadas no chão de fábrica, e a partir delas podemos desenhar o estado atual. As pessoas devem ser envolvidas no desenho, pois as equipes de implementação do estado futuro serão formadas por elas, de

maneira que haverá o *Kaizen* do fluxo. As pessoas envolvidas no mapeamento devem mapear todo o fluxo e não somente as áreas para depois costurá-las. Para melhoria do estado atual haverá oportunidades de redução do desperdício, os *Kaizen* (balões *Kaizen*). Estes *Kaizen* serão de dois tipos: os do fluxo e os do processo (como ilustrado na Figura 2.4. O de fluxo irá eliminar o desperdício no fluxo de material e produção, enquanto o outro procurará melhorar os processos. Desta maneira onde houver *muda* (desperdício segundo o STP) no processo haverá oportunidades *Kaizen*, isto é, atividades *Kaizen*, com redução dos tempos de troca no processo, sua padronização, estabilidade e re-equilíbrio no processo (DENISS, 2008). Os *Kaizen* de processo e oportunidade serão indicados no MFV através de “nuvens com pontas”, como apresentado nas simbologias do ANEXO A.



Figura 2.4 – Tipos de *Kaizen* no MFV.

Fonte: (ROTHER; SHOOK, 2003).

O MFV é composto por uma série de simbologias e caixas de dados, cada desenho com sua especificidade. Para iniciar o mapeamento é necessário o uso de caixa de dados padrão, onde as informações mais relevantes e básicas de cada processo são coletadas. Não há restrição dos tipos de informações que estarão na caixa de dados, contanto que elas tenham utilidade no MFV. Dentre algumas das informações que podem estar contidas nela são:

- ✓ **Tempo de ciclo (T/C):** Tempo entre a saída de um componente (peça, produto ou unidade apropriada adotada) e o próximo em um mesmo processo.
- ✓ **Número de variações de produto;**
- ✓ **Tempo de trocas (TR):** Tempo para a mudança na produção de um tipo de produto para outro. Envolve por exemplo, o tempo de troca de ferramentas e formatos, análogo ao *Setup*;
- ✓ **Disponibilidade (real de máquina):** Tempo disponível por dia, ou por turno

no processo descontando-se os tempos de parada e manutenção;

- ✓ **Tempo de Trabalho Disponível:** Por turno naquele processo (excluindo-se minutos de descanso, reuniões e tempo de limpeza);
- ✓ **Taxas de refugo:** índice que determina a quantidade de produtos defeituosos ou de refugo (no caso de matérias-prima) gerados pelo processo;
- ✓ **Campanha**³: Representada pelo número de lotes que compõem uma campanha;
- ✓ **Tempo de processo (TP)**⁴: Corresponde ao tempo de ciclo (T/C) somado ao *setup* parcial ou limpeza que há entre lotes sequenciais, por serem ações que ocorrem a todo lote;
- ✓ **Número de pessoas necessárias para operar o processo;**

Elaborando o estado atual, é necessário primeiro desenhar os clientes do processo, isto é, para quem o produto final é destinado, o *mix* dentro daquela família definida no estudo e as quantidades (demanda) de cada item deste *mix*. Após isto, mapeiam-se os processos do fluxo (por exemplo, corte, usinagem, montagem e acabamento). As caixas de dados funcionam com as informações definidas para cada processo, posicionadas abaixo dos mesmos.

A partir disto definem-se os estoques intermediários (estoques no processo), tanto em quantidade média de peças quanto em dias, tendo como base a quantidade de estoque dividida pelos pedidos diários do cliente.

O próximo passo é desenhar as setas do processo, que diferem quando o processo é puxado ou empurrado. A determinação do fluxo da informação entre os processos é fundamental. Um fluxo puxado ocorre quando o processo cliente determina a produção nos processos anteriores que o alimentam (peço quando preciso). Um fluxo empurrado acontece

³ Os autores Rother e Shook (2003) utilizam a sigla TPT (toda parte todo), porém, como a sigla já está sendo utilizada no estudo com outro propósito, e a definição apresentada na literatura não se aplica à situação da empresa farmacêutica considerada, foi inserida a notação de Campanha, que significa produzir lotes sequenciados do mesmo produto para redução de *setups* completos, nas quais ocorrem trocas de formatos ou peças, lavagem, entre outras situações.

⁴ Outra notação que não é abordada por Rother e Shook (2003), é a soma do Tempo de ciclo (T/C) com o *setup* parcial ou eventuais limpezas que existem entre todos lotes sequenciais.

quando os processos são controlados com base em uma programação, sem levar em conta as reais necessidades dos processos clientes. Geralmente as empresas guiam todos seus processos pela demanda dos clientes através do planejamento e controle da produção, mas ignoram que nem todos processos possuem o cliente final como seu cliente.

O fluxo contínuo ocorre quando uma peça vai diretamente de um processo ao outro sem que haja uma interrupção e nem estoques intermediários. Trocar a movimentação de materiais em lotes por um fluxo de uma peça (fluxo unitário ou *one-piece flow*) favorece a redução de estoques no processo, pois não há espera do lote para ir ao próximo processo. Para estes fluxos são desenhadas todas as estações compondo um único processo produtivo.

Uma das últimas etapas no desenho do estado futuro é o desenho do fluxo de informações, o qual inclui a programação dos processos, a frequência com que são realizados os pedidos, as previsões e as solicitações de material. Também existem diferenças para as setas do fluxo de informações e do fluxo eletrônico de informações.

Finalmente, calculamos o *lead time* do processo (tempo entre a entrada de matéria-prima e saída do produto) e o tempo de agregação de valor.

Para desenhar o mapa do estado futuro, isto é, um fluxo de valor enxuto, Rother e Shook (2003) propõem procedimentos com esta finalidade, que tornam o fluxo de valor enxuto. Dentre eles estão:

- **Produzir de acordo com seu o *takt time*:** o *takt time* pode ser obtido através da relação entre o tempo de trabalho disponível por turno e a demanda do cliente por turno, desta maneira teríamos a frequência com que a empresa deveria produzir um produto, para atender a demanda. Portanto, um ritmo de produção mais rápido gera estoque, enquanto um mais lento exige uma necessidade de acelerar o processo a fim de atender a demanda. Geralmente muitos dos processos não operam no ritmo do *takt time*, de maneira que alguns executam suas atividades rapidamente e outros nem tanto, gerando assim excesso de estoque intermediário entre eles, um desperdício no processo.

O objetivo do *takt time* é alinhar a produção à demanda, favorecendo um sistema de produção *lean*. O *Takt time* também é fundamental para definição

e desenvolvimento de fluxos contínuos;

- **Usar supermercado para controlar a produção onde o fluxo contínuo não se estende aos processos fluxo acima:** O principal objetivo é tornar o fluxo puxado, de maneira que o próximo processo determina o quanto será produzido (processo cliente dita o ritmo do fornecedor). Geralmente os supermercados funcionam por *Kanban*;
- **Tentar enviar a programação do cliente para somente um processo de produção:** Utilizando sistema puxado através de supermercados, geralmente haverá um processo que precisará ser programado. Este ponto é chamado de **processo puxador** (*pacemaker*), porque a maneira como você controla a produção neste processo define o ritmo para todos os outros. No mapa do estado futuro, o *processo puxador* será aquele controlado pelos pedidos dos clientes externos;
- **Distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente no decorrer do tempo no processo puxador (nivelar o *mix* de produção):** Nivelar o *mix* de produtos significa distribuir a produção de diferentes produtos uniformemente durante um período de tempo. Quanto mais nivelado o *mix* estiver no processo puxador, mais apto estará a fábrica para atender e responder às diferentes solicitações dos clientes com um pequeno *Lead Time*, mantendo para isto um pequeno estoque de produtos acabados;
- **Criar uma “puxada inicial” com a liberação e retirada de somente um pequeno e uniforme incremento de trabalho no processo puxador (nivelar o volume de produção):** Estabelecer um ritmo de produção consistente ou nivelado cria um fluxo de produção previsível, de tal modo que, frente a eventuais problemas, ações rápidas e corretivas podem ser tomadas. Ferramentas como o *Heijunka Box* permitem nivelar a carga de fabricação;
- **Desenvolver a habilidade de fazer “toda peça todo dia” nos processos de fabricação anteriores ao processo puxador:** Através da redução dos tempos de troca e produzindo lotes menores nos processos anteriores, esses processos serão capazes de responder às mudanças posteriores mais rapidamente.

As melhorias no processo e reduções de desperdícios podem ser feitas através de *Kaizen* nos processos, representados no mapa do fluxo de valor do estado atual, com planos de redução de *setup* e projetos de melhoria, por exemplo. Através da representação de balões *Kaizen*, como já descrito nesta subseção 2.1.2, fica fácil a identificação no mapa do estado atual os pontos que devemos melhorar para alcançar aquele estado.

Não basta somente desenhar o mapa de valor do estado futuro, utilizando o MFV somente como uma ferramenta de mapeamento. Para utilidade da técnica, o desenho tem de ser implementado e revisado constantemente. Por isto, com o desenho do mapa do estado futuro, traça-se um plano descrevendo o que e como fazê-lo. O mapa do estado futuro é a meta a ser perseguida, e mesmo após ter sido alcançado pode ser refeito na busca da melhoria contínua do fluxo de valor (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.1.3 Sistema Toyota de Produção ou Sistema *Lean Manufacturing* (STP) e suas ferramentas

O Sistema Toyota de Produção, também conhecido como Sistema *Lean* de manufatura ou manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*), é uma filosofia de negócios originalmente desenvolvida pela *Toyota Motor Company*®. O STP adveio da necessidade das empresas japonesas de se tornarem competitivas em relação às empresas americanas e também de se adaptarem às restrições do mercado. Estas necessidades deram origem, a partir da metade da década de 40, aos principais conceitos do STP (EHRlich, 2002) (OHNO, 1997).

Além de ter como objetivo produzir maior variedade de carros em pequenas quantidades, o período de baixo crescimento na época pós-guerra e também mais a frente na crise do petróleo, colocou a redução de custos, através da redução de desperdícios e a busca pela qualidade, como principal objetivo da metodologia *lean*. Outro princípio definido por Ohno (1997) era de que aumento da eficiência só faz sentido quando associado à redução de custos, ou seja, produzir o que necessitamos usando o mínimo necessário. Capacidade atual de uma empresa é uma soma do trabalho e do desperdício que há na fábrica, de maneira que reduzir o desperdício corresponde a melhorar a eficiência (OHNO, 1997).

O STP é sustentado por dois pilares, o do JIT (*Just-in-Time*), entrega de peças e produtos quando necessário, na quantidade correta com qualidade, e o do *Jidoka*, a automação com uma mente humana, que formam as bases de estabilidade e padronização do sistema *lean*. Outro foco importante dado ao sistema *lean* é o foco no cliente: maior qualidade possível, com menor custo e *lead time* menor através da eliminação de *muda* (desperdícios). A casa de produção *lean*, exposta na Figura 2.5, evidencia estes pilares e as atividades *lean* (DENNIS, 2008).

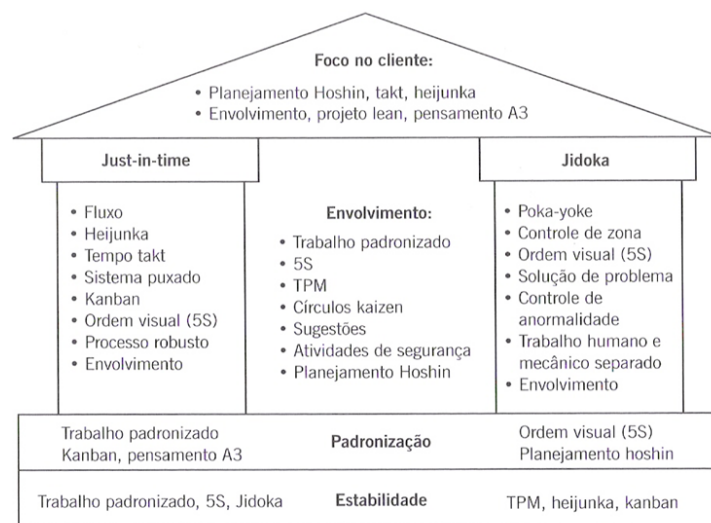


Figura 2.5 - Casa da Produção *lean* e as atividades *Lean*

FONTE: (DENNIS, 2008)

Os processos *lean* são mantidos e melhorados por esforços de padronização do trabalho, seguidos de ciclos PDCA para *Kaizen* (melhoria contínua) (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003).

Neste sistema, visando reduzir os desperdícios, definiram-se quais são os sete desperdícios na produção. Desperdícios são atividades que geram custo, não agregam valor e que devem ser eliminadas. Ohno (1997) classifica-os na produção como:

1. **Desperdício por superprodução:** Utilizar a produção e seus equipamentos além do necessário do que, de fato, é exigido pelos clientes. É a pior forma de desperdício por contribuir com todas as outras;
2. **Desperdício por espera:** tanto de máquinas quanto de operadores, quando ocorre espera por conta de um equipamento ou operador não disponível;

3. **Desperdício por transporte:** Movimentação desnecessária de produtos ou peças na fábrica;
4. **Desperdício no processamento devido à ineficiência ou processos mal-desenhados:** etapas desnecessárias ou incorretas;
5. **Desperdício por estoque excessivo:** Estoques intermediários ou estoques em processo (WIP) não necessários ou além de uma base normal para garantir o funcionamento do negócio (o mínimo necessário para que um sistema puxado controlado funcione precisamente);
6. **Desperdício por movimentação:** Operadores realizando movimentações desnecessárias ou deixando seus postos de trabalho para procurar por equipamentos, peças, documentos, entre outros;
7. **Desperdício por retrabalho devido a produtos defeituosos:** retrabalho e refugo.

Analisar o fluxo detalhadamente permite uma redução significativa de diversos destes desperdícios, através da redução da linha de tempo, tal como propõe Ohno (1997). Segundo este autor, olhar a linha do tempo é perceber o momento que o freguês nos entrega um pedido até o ponto em que recebemos o dinheiro. Reduzindo essa linha do tempo e removendo os desperdícios, trazemos mais rapidamente os lucros à empresa (OHNO, 1997). Uma das atividades *lean* propõe este estudo através do MFV, com o qual podemos analisar os desperdícios de porta a porta, da matéria-prima até sua transformação em produto acabado. O processo sistemático de identificação e eliminação dos desperdícios através da análise das operações, focando na identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor, é fundamental na empresa, na qual se realiza este trabalho.

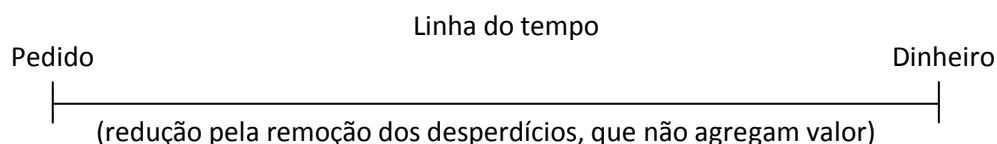


Figura 2.6 - Esquema de análise da linha de tempo para trazer recursos à empresa.

FONTE: (OHNO, 1997)

2.1.3.1 Sistema puxado: *Kanban* e Supermercado

O método de operação do Sistema *Toyota* de Produção é o *Kanban*, sendo uma forma para atingir o JIT (fabricar só quando necessário, isto é, quando o cliente exigir). O *Kanban* na verdade torna-se o nervo autônomo da linha de produção, iniciando o *start-up* (início) na produção de certo item. Sua forma mais comum é um pedaço de papel dentro de um envelope de vinil retangular, contendo informações em três categorias: (1) informação de coleta; (2) informação de transferência, e (3) informação de produção (OHNO, 1997).

A idéia surgiu da visita de Taiichi Ohno, criador do sistema *lean* de produção, a um supermercado, onde apenas a produção necessária é feita para repor aquele consumo. Esta idéia foi implantada pela primeira vez na fábrica da *Toyota*® por volta de 1953, listando o número de componentes de uma peça e outras informações relacionadas com o trabalho de usinagem necessário, e a isto, foi dado o nome de *Kanban*.

Normalmente a empresa traça os quatro parâmetros logísticos (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000) de o quê, quando e quanto são traçados pelo planejamento de produção, na forma de um plano de trabalho, ordem de produção ou pedido de entrega, e este é repassado à toda fábrica. Quando esse sistema é utilizado, o “quando” acaba sendo determinado arbitrariamente pelas pessoas, de modo que, contanto que ela produza a quantidade estipulada chegando a tempo ou até antes, está de acordo com o necessário. Contudo, esta produção prévia (sem demanda) acaba demandando o envolvimento de trabalhadores intermediários. Com as peças chegando antes o desperdício não pode ser eliminado.

No STP, o *Kanban* tem a função de impedir a superprodução, evitando os estoques extras e o controle da produção com uma série de papéis, indicando o lote e outras informações inerentes ao produto semi-acabado ou acabado. O sistema *Kanban* pode ter as seguintes funções (coluna esquerda) e as regras de utilização (coluna direita), dadas na Tabela 2.1 (OHNO, 1997).

Tabela 2.1 - Função e regras de utilização do sistema *Kanban* (Continua)

Função	Regra de Utilização
1. Fornecer informação sobre apanhar ou transportar.	1. O processo subsequente apanha o número de itens indicados pelo <i>kanban</i> no processo precedente.

Tabela 2.1 - Função e regras de utilização do sistema *Kanban* (Conclusão)

Função	Regra de Utilização
2. Fornecer informação sobre a produção.	2. O processo inicial produz itens na quantidade e seqüência indicadas pelo <i>kanban</i> .
3. Impedir a superprodução e o transporte excessivo.	3. Nenhum item é produzido ou transportado sem um <i>kanban</i> .
4. Servir como uma ordem de fabricação afixada às mercadorias.	4. Serve para afixar um <i>kanban</i> às mercadorias
5. Impedir produtos defeituosos pela identificação do processo que os produz.	5. Produtos defeituosos não são enviados para o processo seguinte. O resultado é mercadorias 100% livre de defeitos.
6. Revelar problemas existentes e mantém o controle de estoques.	6. Reduzir o número de <i>kanban</i> aumenta.

No entanto, apesar do *kanban* ser uma ferramenta *lean* muito poderosa por estimular o JIT e uma produção puxada, a mesma pode trazer péssimas conseqüências ao processo se usada incorretamente. O *kanban* precisa ser praticado sob rígidas regras, que se cumpridas, demonstram uma alta efetividade nos resultados da empresa. Para que funcione relativamente bem, os processos de produção devem ser administrados de forma a fluírem tanto quanto possível. Outras condições são nivelar a produção tanto quanto possível, e trabalhar de acordo com métodos padronizados de trabalho (OHNO, 1997).

Os supermercados, inspirados nos supermercados americanos e utilizados na fábrica, organizam os estoques intermediários entre os processos.

Também conhecida como lojas, um supermercado é este estoque intermediário controlado de peças usado para programar um processo de fluxo acima através de algum tipo de *Kanban* (DENNIS, 2008). A situação ideal é praticar a produção de uma única peça (*one-piece flow*), mas como nem sempre isto é possível, os supermercados em alinhamento com os *Kanbans* evitam a superprodução, como ilustra a Figura 2.7.

Outro fato relevante é que com os supermercados a situação da produção fica mais transparente, pois um número excessivo de itens pode denotar capacidade aumentada

excessivamente, enquanto, uma loja vazia pode significar capacidade inadequada e pode mostrar que está se sobrecarregando os membros de uma determinada equipe.

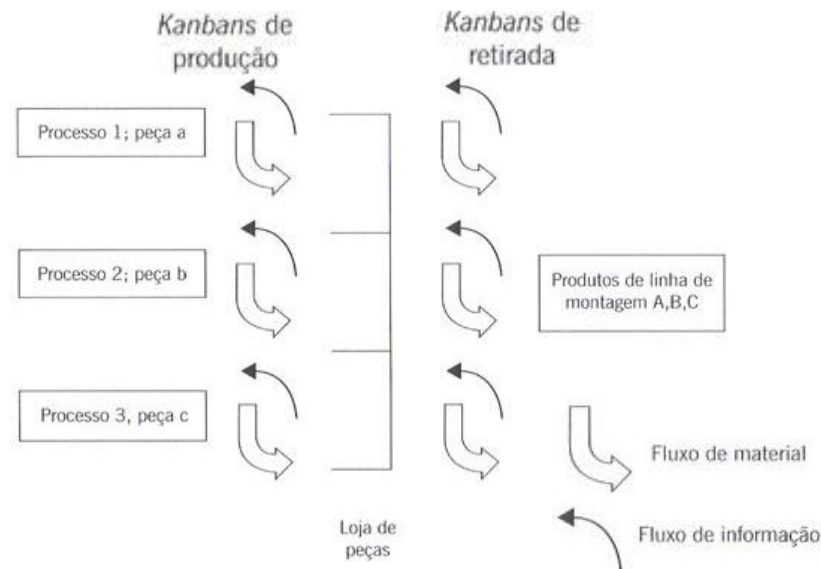


Figura 2.7 - Esquema ilustrativo da circulação de *kanban* em um supermercado

FONTE: (DENNIS, 2008)

2.1.3.2 *Kaizen e evento Kaizen*

Kaizen é a metodologia japonesa que enfatiza a melhoria contínua. *Kaizen* do japonês "*kai*" que significa "mudança" ou "ato de correção" e "*zen*" que significa "bom", convergindo então ao significado de mudança para melhor (EHRlich, 2002). O *kaizen* teve surgimento na década de 60 na *Toyota Motor Company*® como sendo uma metodologia de redução dos desperdícios na produção.

A padronização do trabalho é um processo cujo objetivo é *Kaizen*. É responsabilidade do líder manter boas condições nos processos e melhorá-los. As oportunidades de *Kaizen* são óbvias, o que inclui desperdícios evidentes, como por exemplo, defeitos recorrentes, avarias em máquinas ou até *WIP* em excesso. Assim também são como sobrecarga (do japonês *muri*) ou falta de regularidade (*mura*). Segundo Dennis (2008), as seguintes diretrizes podem ajudar na identificação destas oportunidades:

❖ **Diretrizes para a economia de movimento:**

- ✓ Movimentos devem ser simétricos e simultâneos;
- ✓ Movimentos com duas mãos devem ser compactos;
- ✓ O movimento deve fluir;

❖ **Diretrizes para o leiaute e equipamento:**

- ✓ Identificar os locais das ferramentas e materiais;
- ✓ Possibilitar a flexibilidade do leiaute para absorver mudanças na demanda;
- ✓ Utilizar a gravidade para mover peças;
- ✓ Usar cores e iluminação adequada, posicionando as ferramentas em local e de forma conveniente;
- ✓ Leiaute em U para que pontos iniciais e finais estejam lado a lado;

❖ **Diretrizes para ferramentas e gabaritos:**

- ✓ Criar gabaritos para não eliminar o uso manual de materiais;
- ✓ Combinar ferramentas quando possível;
- ✓ Facilitar acessos e tempos de *setup*.

Utilizando estas diretrizes de *Kaizen* no Mapeamento do fluxo de valor, através das simbologias adequadas, apresentadas no ANEXO A, pode-se melhorar muito os processos, melhorando também o fluxo de valor na empresa.

Para este estudo também se utilizou como meio de melhoria do estado atual, o evento *Kaizen*, prática adotada na empresa pela primeira vez em julho, sob a organização e promoção da área PMQ.

O evento *kaizen* foi promovido inicialmente na empresa para promover a melhoria rápida e focada. Existem várias maneiras de fazer um evento *kaizen*, mas a adotada na empresa foi o modelo com duração de apenas uma semana, sendo os dois primeiros dias

voltados ao mapeamento, e os outros dias voltados à análise e implementação das melhorias. Na empresa este modelo, que é um dos mais difundidos, foi denominado PMQ *Blitz*. Porém *kaizen* deve ser aplicado nos processos a todo momento e deve permanecer como filosofia. Os grupos formados são variados, contendo pessoas de todas as áreas de diversos cargos, e podem ser realizados periodicamente, conforme necessidade na fábrica. Nasceu inicialmente na empresa para melhorias com foco em OEE. O evento *kaizen* traz diversos benefícios para empresa, porém o principal ponto para sua aplicação na empresa é o fato de que o evento *Kaizen* permite mudanças significativas na área de uma forma rápida, com pequena perda de tempo produtivo, trazendo ganhos à empresa após o evento.

A elaboração do evento *kaizen* pode ser planejada da seguinte maneira, segundo o *Productivity Press Development Team* (2002):

- ✓ Seleção do centro de produção do evento, que seja interessante para a empresa, por ter grande impacto no que se quer melhorar (pode ser um centro de produção com recursos compartilhados, gargalo relevante a um processo, entre outros);
- ✓ Definição o foco de melhoria;
- ✓ Escolha do time de execução do evento *Kaizen*. Apesar de a teoria propor a definição de um líder, na empresa procuramos definir um coordenador e os membros que este acha fundamental para execução do trabalho (primeiro definem-se áreas e posteriormente as pessoas);
- ✓ Preparação do material necessário ao evento: na empresa utilizam-se fitas de demarcação, e fichas para mapeamento das principais paradas e problemas enfrentados pelos operadores no centro de produção;
- ✓ Por fim deve ser programado o evento (cronograma), que também deve possuir uma comunicação eficiente para informar as melhorias que estão sendo feitas e promover a cultura de melhoria dentro da empresa;

2.1.3.3 Cinco S's

O Cinco S's é uma ferramenta referente à produção enxuta, utilizada para criar um local de trabalho adequado e organizado, permitindo o controle visual e identificação rápida no local. Os S's são cinco palavras japonesas (cinco sentidos) que descrevem estas práticas. Em japonês, os cinco termos são (LEAN ENTERPRISE INSTITUTE, 2003):

1. **Seiri (Senso de utilização):** Separar os itens que mais usamos (necessários), daqueles que utilizamos eventualmente ou são desnecessários (eliminando estes últimos). Desta maneira, no local de trabalho devem permanecer apenas ferramentas, materiais e equipamentos que serão utilizados, reduzindo desperdícios (por busca das ferramentas) e uma melhor utilização dos espaços.
2. **Seiton (Senso de organização):** Organizar o que sobrou, um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar. Identificar as peças e ferramentas facilitando seu uso. Visa à melhoria na comunicação visual e rapidez na busca de algum material ou ferramenta.
3. **Seiso (Senso de limpeza):** Eliminação da sujeira, pontos de deposição, buscando e eliminando as fontes de sujeiras. A limpeza deve ser rotineira e trata-se de uma boa oportunidade de inspeção do local de trabalho. Ainda proporciona menores despesas de manutenção, em razão da descoberta de problemas ou parada devido ao acúmulo da sujeira, motivação para o trabalho e maior vida útil de ferramentas e equipamentos.
4. **Seiketsu (Senso de padronização):** Padronização dos sentidos de limpeza, organização e utilização, tendo o cuidado para que os três primeiros estágios citados não retrocedam. Para isto, padronização de hábitos, normas e procedimentos podem ser realizados.
5. **Shitsuke (Senso de autodisciplina):** Disciplina para manter em funcionamento os outros sentidos citados. A disciplina, além de desenvolver o espírito de equipe e maior envolvimento das pessoas, é um sinal de respeito ao próximo, que poderá fazer uso daquele local de trabalho.

2.1.3.4 Nivelamento de produção (*Heijunka*)

A idéia de nivelamento de produção com redução do tamanho do lote e minimização da produção em massa de alguns itens isolados, sempre foi uma idéia contraditória, de maneira a colocar uma demanda muito pesada como uma dificuldade enorme de ser realizada. Produzir os maiores lotes possíveis e produzir continuamente sempre foi um fato longamente aceito para diluir custos fixos altos e obter custos unitários menores.

Segundo Ohno (1997), a produção nivelada nos menores lotes possíveis, pode parecer contraditória à sabedoria convencional, mas se confrontada com a estonteante variedade de produtos, verifica-se que os procedimentos de troca de ferramentas devem ser os mais rápidos possíveis, atingindo assim a flexibilidade necessária à redução da superprodução.

Ainda segundo Ohno (1997), a imposição de uma produção com lotes menores e mais nivelados trouxe à tona a necessidade da redução significativa nos tempos de *setup* e troca de ferramental.

O nivelamento, no entanto, não deve ser feito de forma abrupta, pois o mercado e o nivelamento de produção não estarão alinhados desde o início. Estudando cada processo, pode-se manter a diversificação e o nivelamento da produção em harmonia e ainda atender aos pedidos dos clientes em tempo. À medida que as exigências do mercado se tornam mais diversificadas, mais ênfase deve ser colocada neste ponto (OHNO, 1997).

O sistema *lean* procura reduzir *mura*, que se refere à falta de regularidade ou flutuação no trabalho, geralmente causadas por planos de produção oscilantes, através de *heijunka*, que significa nivelamento de produção. É isto que a *Heijunka Box* (ou caixa de nivelamento) faz, dá suporte ao trabalho padronizado e ao *Kaizen*. A meta é produzir no mesmo ritmo todos os dias para minimizar os picos e vales na carga de trabalho. *Heijunka* também dá suporte para que haja rápida adaptação à demanda flutuante (DENNIS, 2008).

A *Heijunka Box* é uma ferramenta de programação de produção que indica visualmente quando, o quê e quanto produzir e funciona por meio de retiradas de *Kanbans* e com base nos pedidos daquele período. Geralmente, em um sistema puxado as linhas da *Heijunka Box* correspondem aos produtos e as colunas dela aos intervalos de tempos de

produção. *Kanban* diferentes podem ser utilizados na caixa para indicar maior tempo de produção (DENNIS, 2008). A Figura 2.8 ilustra uma *Heijunka Box*.

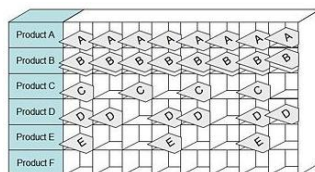


Figura 2.8 - Imagem ilustrativa de uma caixa de nivelamento

Fonte: (ROTHER; SHOOK, 2003).

2.1.3.5 Setup rápido

Para a aplicação do *setup* rápido é fundamental considerar alguns dos conceitos do SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) proposto por Shingo (1985).

O SMED é uma metodologia fundada em algumas técnicas que possibilitam executar um processo de troca de ferramental em menos de 10 minutos, isto é, em um tempo de apenas um dígito (advém disto o nome em inglês, onde *Single Minute* representa unidade, ou seja, inferior a uma dezena). No entanto, em razão da necessidade de altos investimentos, não é possível, em algumas situações, atingir este patamar de tempo de duração do *setup* (troca de ferramental). Mesmo assim, utilizando as três etapas propostas por Shingo (1985), é possível reclassificar as tarefas de um processo de troca de ferramental, reduzindo drasticamente este tempo de duração.

Segundo Shingo (1985), na época após a Segunda Guerra Mundial, muitas fábricas visitadas por ele tinham grande dificuldade para relizar uma produção diversificada em baixo volume individual. Então, percebendo esta deficiência, Shigeo Shingo criou esta técnica para aplicação em fábricas japonesas.

O conceito fundamental por trás desta metodologia é a classificação das atividades do processo de *setup* como descrito abaixo (SHINGO, 1985):

- ✓ **Setup Interno:** Todas as atividades que somente podem ser executadas com o processo e/ou equipamento parado;

- ✓ **Setup Externo:** Todas as atividades que podem ser executadas paralelamente com a produção, isto é, a atividade pode ser realizada sem que o processo e/ou equipamento esteja parado. Consideram-se aqui também as atividades que são classificadas como desnecessárias (como por exemplo, busca por ferramentas ou espera por dispositivos).

Segundo Shingo (1985), a metodologia SMED pode ser dividida em três etapas, como apresentado na Figura 2.9.

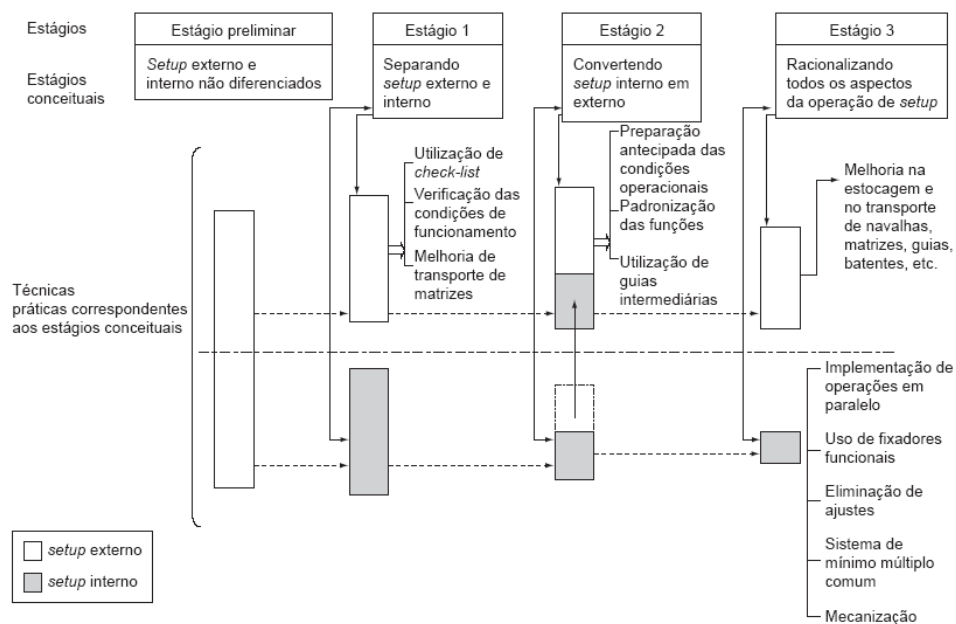


Figura 2.9 – Figura esquemática com as etapas do SMED (Fonte: Shingo, 2000)

1ª Etapa - Separação de *setup* interno e externo: Distinção das atividades segundo a classificação fundamental do SMED, isto é, aquelas que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento (*setup* externo), e aquelas que só podem ser executadas com o equipamento parado (*setup* interno). As ferramentas para auxílio nesta classificação são:

- **Utilização de *Checklist*:** O objetivo do *checklist* é auxiliar o desenvolvimento do processo de troca de produto, auxiliando a listagem das peças necessárias no *setup* e das atividades requeridas no *setup*. O objetivo é facilitar o trabalho e, portanto, a utilização de um *checklist* mal formulado pode tornar confuso o desenvolvimento das operações do *setup*, e acaba sendo ignorado pelos operadores;

- Checagem funcional: A checagem funcional tem o intuito de analisar se as peças e ferramentas necessárias para o desenvolvimento do *setup* estão em perfeitas condições. A checagem funcional deve ser executada antes do começo do *setup*. Desta forma, peças danificadas podem ser identificadas e reparadas antecipadamente.
- Melhoria do transporte de peças e ferramentas: Todas as peças (formatos, moldes, etc.) e ferramentas necessárias ao *setup* necessitam ser transportadas da área de estocagem de peças para o equipamento e, após o término do lote, de volta para área de estocagem. A movimentação das peças deve ser executada como *setup* externo e com os equipamentos ideais de transporte.

2ª Etapa – Conversão de *setup* interno em externo: Visa o estudo aprofundado das etapas do *setup* interno para verificar a possibilidade de realizá-las enquanto o equipamento estiver em operação.

Para tal, uma reavaliação das atividades é bem vinda, analisando novamente a classificação entre *setup* interno e externo, para identificar as atividades que podemos realizar como *setup* externo. Pode-se utilizar para isto a opinião de pessoas com novos pontos de vista que não estejam influenciadas pelo processo, o que pode facilitar a identificação de novas oportunidades de melhoria. Alguns procedimentos contribuem nesta etapa:

- Antecipação dos ajustes das condições operacionais: O objetivo desta medida é a preparação das peças, ferramentas e condições necessárias antes do início do *setup* interno. Se houverem pontos como temperatura, pressão e posicionamento do material, estes podem ser efetuados com o equipamento em operação. A utilização de dispositivos padrões que encaixam rapidamente na máquina também pode gerar um bom resultado.
- Padronização dos parâmetros: Quando as ferramentas ou as partes do equipamento em uma nova operação são diferentes da anterior, os operadores tendem a consumir mais tempo com ajustes durante o *setup* – geralmente com o equipamento parado. A padronização – manter condições semelhantes de uma operação para outra – ajudando a reduzir o tempo de *setup* interno.

3ª Etapa – Melhoria de cada operação básica do *setup* interno e externo: É a implementação de melhorias com o intuito de reduzir os tempos de execução das atividades de *setup* externo e interno. Seu principal objetivo é analisar detalhadamente todas as atividades do *setup*, visando sua execução no menor tempo possível. Na implementação desta última etapa, são recomendadas as seguintes táticas:

- Estreitamento do *setup* externo - A implementação de melhorias do *setup* externo inclui a estocagem e o transporte de peças do equipamento e ferramentas. Alguns exemplos de melhorias possíveis:
 - Recursos de armazenamento: utilização de estantes e salas climatizadas para possibilitar condições perfeitas de armazenamento das peças;
 - Gerenciamento de estoque: endereçar o local de armazenamento das peças e possuir um banco de dados. O objetivo é facilitar o acesso e armazenamento das peças.
- Estreitamento do *setup* interno - A implementação de melhorias do *setup* interno inclui adoção:
 - Operações em paralelo: dividir e alocar as tarefas do *setup* interno entre dois ou mais operadores. Deste modo, duas ou mais atividades independentes entre si podem ser executadas ao mesmo tempo, reduzindo a duração do *setup*;
 - Utilização de “fixação funcional”: é uma fixação que possibilita prender objetos no local necessário utilizando esforço mínimo. Desta forma, é possível eliminar porcas e parafusos que requerem menor esforço para serem afixados e se perdem facilmente.

3 FASE DEFINIR: O PROCESSO DE FABRICAÇÃO

Nesta fase de definição é interessante definir quais processos e etapas da fabricação fazem parte do projeto e quais não fazem (escopo do projeto, conforme metodologia DMAIC). Esta etapa, por mais redundante que pareça, ajuda na definição do que faz parte do escopo de análise e do que não faz.

O objetivo da aplicação do MFV será mapear a cadeia de valor dos produtos que têm algum processo produtivo na Fábrica de Itapecerica, com a finalidade de racionalizar o fluxo dos processos, e assim buscar a redução do *lead time*. Entende-se por este processo produtivo a sequência de atividades que vão de porta a porta, como proposto na literatura (Rother; Shook, 2003). Desta maneira fazem parte do processo de aplicação do MFV as áreas de Recebimento, Amostragem, Análise (estas três etapas compõem o TPT 1, que será apresentado no mapa do fluxo de valor do estado atual), a espera até alocação em alguma ordem de produção (este tempo compõe o TPT 2, e também será apresentado no mapa do fluxo de valor atual), os processos produtivos de Pesagem, Granulação e Secagem, Compressão e Embalagem (como também os estoques entre estes processos, denominados WIP 1, WIP 2 e WIP 3, respectivamente), além da Liberação Final e Expedição (TPT 7 e TPT 8, respectivamente), de maneira a abranger o fluxo completo de um produto, de porta a porta.

Como restrições/premissas do projeto não serão considerados os seguintes fatores, no resultado do projeto: variação de custo dos materiais; mudanças de processos (por exemplo, por motivo de exigência legal); estoques estratégicos; grandes variações de demanda; problemas com equipamentos.

Faz parte das expectativas de contribuição para o negócio com este projeto: redução dos TPTs tratados neste projeto (TPT 1, TPT 2, TPT 7 e TPT 8), redução dos estoques em processo (WIP 1, WIP 2 e WIP3) e maior flexibilidade no fluxo.

Definida a técnica do MFV e o escopo do projeto, é necessário agora definir qual família de produtos será mapeada. Para isto tomar-se-á o volume de produção em lotes e importação (produtos que não são fabricados aqui ou que tenham apenas uma etapa feita aqui), obtendo assim o número absoluto de lotes de cada produto que será feito ou vendido na fábrica. Para considerar também o ganho com as melhorias que o MFV proporcionará no

futuro, a base contemplará a previsão de demanda (que corresponde ao volume de produção) para todos os itens (SKUs) em número de lotes de 2009 a 2013. Podemos perceber, conforme mostra a Figura 3.1, que as famílias de Micardis e Anador representam a maior quantidade em lotes. No entanto, o produto Micardis tem apenas a etapa de embalagem realizada na empresa, contando com 33 itens diferentes (entre apresentações e concentração do API). A consideração deste produto não permitiria abranger toda sua cadeia produtiva, como proposto por Rother e Shook (2003) e como foi estipulado no escopo do projeto (porta a porta).

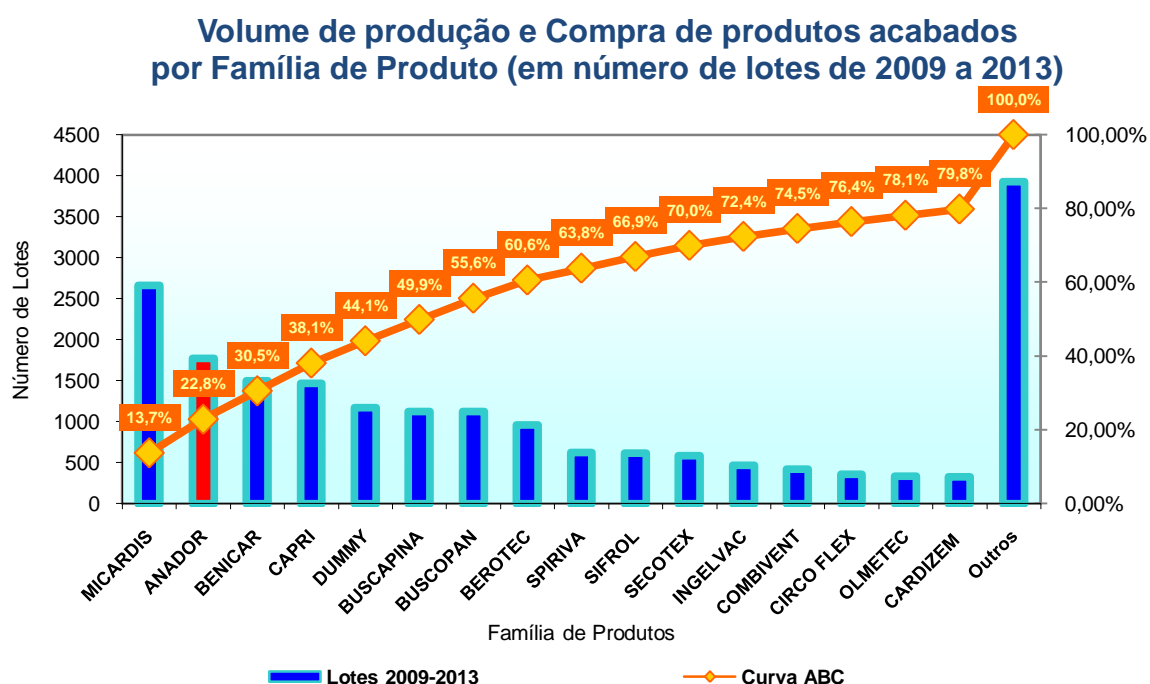


Figura 3.1 – Gráfico Pareto por família de produto (lotes de 2009 a 2013)

Tomando a segunda maior família em representatividade percebe-se ainda que a família Anador inclui o primeiro e terceiro maiores itens em quantidade de volume se analisarmos os itens separadamente, como pode ser observado na Figura 3.2 (em razão da diversidade de itens, o corte no gráfico de Pareto foi realizado no número acumulado de 300 lotes). Além disto, estes dois itens compartilham os mesmos recursos, causando, portanto, um impacto significativo no ritmo e no *lead time* de fabricação desta família, e também na produção de outros produtos que competem com eles nas etapas de Pesagem, de Granulação e Secagem (veja Tabela 3.1).

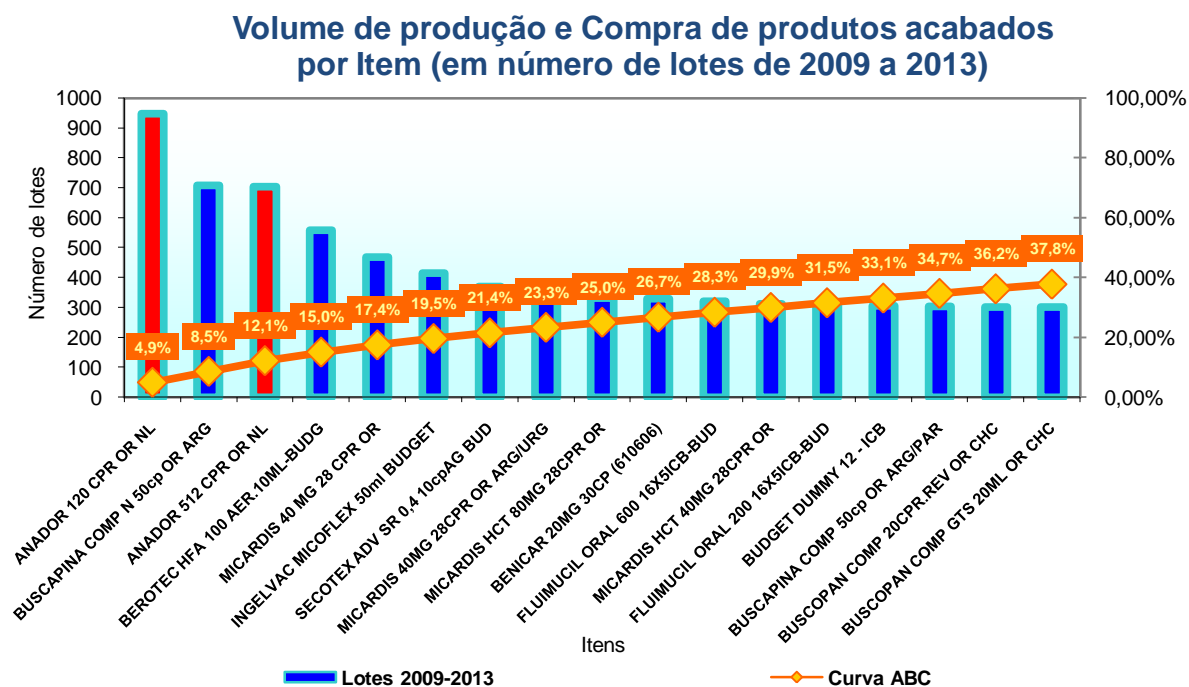


Figura 3.2 - Gráfico Pareto por item (lotes de 2009 a 2013)

Portanto, o estudo desta família surtirá efeito na produção de dois dentre os três itens mais representativos para a empresa.

Tabela 3.1 - Análise de compartilhamento de recursos

Item	ANADOR 120 CPR OR NL	ANADOR 512 CPR OR NL	BUSCOPAN COMP 20CPR.REV OR CHC	BUTAZONA CALCICA 100CPR REV OR
Centro de Produção				
Centro de Pesagem A (WC 1000)	X	X	X	X
Fluid Bed + High Shear - Granulação (WC 1526+1527)	X	X	X	X
Misturador Bin Mixer 1700L - Homogeneização (WC 1518)	X	X	X	X
Compressora Killian RX (WC 1514)	X	X		
Compressora Fette P2100 (WC 1599)			X	
Compressora Fette P2100 (WC 1599)				X
Accelacota - Revestimento (WC 1604)			X	X
Revisão de Drágeas (WC 1603)			X	X
Linha Bosch - Embalagem (WC 2341)	X	X		
Linha Gamma - Embalagem (WC 2301)			X	X

Os objetivos traçados inicialmente para o projeto são de reduzir o WIP (*Work in*

Process ou Estoque intermediário), o tempo de espera entre as etapas, TPT, e dar mais flexibilidade ao fluxo para redução do *lead time*. A principal justificativa é a busca de maior competitividade para a empresa, que até 2013 prevê um aumento de 50% no volume de vendas de todos seus produtos.

A partir deste ponto do trabalho, toda vez que for mencionado o nome Anador, ele irá se referir ao granel (produto semi-acabado) da substância. Quando um dos dois itens em específico tiver se ser mencionado, será denominado de maneira detalhada.

As seções seguintes apresentam uma descrição mais detalhada de todos os processos de fabricação dos itens da Família Anador.

3.1 Processo de Análise

O processo de Análise em farmacêuticas já foi muito crítico, mas hoje, para os APIs, materiais e insumos, existe um trabalho de Qualidade Assegurada entre fornecedores e a empresa. Esta imposição advém da RDC 210/03 (regulamentação GMP da ANVISA, a norma GMP), que cita no item 13.2.2 da regulamentação, que as matérias-primas e materiais de embalagem devem ser adquiridos somente dos fornecedores qualificados e incluídos na lista de fornecedores da empresa.

Desta maneira, a empresa possui apontamentos e controla apenas os APIs através dos TPTs⁵, até porque, outros materiais são comuns a diversos SKUs, como por exemplo, fitas seladoras de caixas, cola e PVC (policloreto de vinila, um termoplástico utilizado na conformação de blíster).

Para os APIs onde os fornecedores trabalham de maneira dedicada, os testes realizados são apenas para atestar a identidade do princípio ativo. No entanto, no caso de o fornecedor trabalhar com mais de uma matéria-prima, a amostragem deve ser de 100%, evitando riscos de contaminação cruzada. Para a Dipirona, princípio ativo do Anador, produto em estudo, as fábricas dos fornecedores não são exclusivas na produção deste insumo, sendo

⁵ No caso, o TPT 1 que diz respeito ao Recebimento, Amostragem e Análise do API, e o e TPT 2, tempo de demora até alocação em alguma ordem de produção.

necessária então a amostragem de 100% deles. Ao questionar o responsável pela exportação do material, foi informado que não há fornecedores exclusivos de Dipirona Sódica sólida no mercado.

O lote econômico, em razão da lotação de um container, visto que este produto é importado da China, é de 10 toneladas. Sendo a necessidade por lote de Dipirona de 600 quilogramas, este container consegue gerar uma produção de aproximadamente 16,5 lotes de Anador (considerando perdas).

No caso deste container, como o almoxarifado não pode estocar matéria-prima não amostrada, acontece o seguinte processo: por vezes há uma fila de outras matérias-primas em análise, que impede o recebimento da Dipirona. O container fica então do lado de fora aguardando para ser recebido, gerando assim o aluguel diário do container e do *Boogie*, onde o mesmo encontra-se apoiado, como mostra a Figura 3.3.



Figura 3.3 - Container aguardando recebimento, sala de amostragem de matérias-primas e sua esteira para movimentação paletes

No estudo do MFV retomaremos a este assunto em razão do seu tempo de análise.

Os outros materiais (materiais de embalagem) são analisados diretamente no almoxarifado, através de um laboratório instalado no local e as outras matérias-primas são amostradas e enviadas a outro laboratório. Materiais específicos como cartucho, bulas e laminados, que possuem uma impressão indicativa da apresentação final, são amostrados assim que entram no almoxarifado. Segundo o item 16.2.1.1 da mesma regulamentação da ANVISA sobre a norme GMP, antes que as matérias-primas e os materiais de embalagem sejam liberados para uso, o responsável pelo Controle de Qualidade deve garantir que os mesmos sejam testados quanto à conformidade com as especificações de identificação,

potência, pureza e outros parâmetros de qualidade.

Estes produtos não são críticos por possuírem boa entrega e níveis não muito altos de estoque, em razão do acordo e bom relacionamento com fornecedores. O padrão do tempo de Liberação para materiais de embalagem e outros insumos é de sete dias (procedimento normal informado pelos analistas e observado durante o mapeamento).

3.2 Processo de Pesagem

O processo de pesagem é o primeiro processo da produção de Anador, o qual é acionado através de uma ordem de pesagem, contida em uma ordem de produção. Esta ordem é deixada em papel numa caixa de metal que pode ser acessada tanto do Almoxarifado quanto da área da produção. Ela fica localizada próxima à Pesagem e fica instalada em uma parede entre ambas áreas citadas. É nesta caixa de metal que o operador de pesagem, todo início e final de turno, verifica a presença de ordens de produção para solicitar a separação do material necessário ao almoxarifado. Este pedido é feito via telefone (pedido de separação dos materiais necessários). Como o Anador é o mesmo para as duas apresentações do medicamento (tanto a de 512 quanto a de 120 comprimidos), o processo aqui é o mesmo.

A solicitação é processada e a separação dos insumos leva um turno (este tempo não faz parte de nenhum apontamento, mas foi acompanhado presencialmente e levou em conta a experiência e relato dos operadores de ambos os setores, isto é, tanto o almoxarifado, quanto a pesagem). O material de Anador corresponde a três paletes de material e uma barrica de lubrificante por lote.

A sala de pesagem do Anador, do Buscopan Composto e da Butazona é a mesma: a pesagem A. Existem quatro salas de pesagem, cada uma com suas especificações.

Estes produtos são pesados na sala A que possui dois andares e estes produtos são pesados nesta sala por utilizarem este estoque em *bins*. A pesagem de um lote de Anador é composta por quatro *bins* de 600 litros cada. Desta maneira estes *bins* são pesados um a um, sendo os insumos colocados no *bin* do segundo andar para o primeiro através de um funil, como pode ser visto na Figura 3.4.



Figura 3.4 – Imagens da sala de pesagem A

O *bin* é composto por dipirona sódica (o API do Anador), sacarose, amido e dióxido de silício, enquanto os outros insumos, tais como polvidona, hipromilose e quinolina (corante amarelo) são pesados na barrica junto aos lubrificantes.

Existem 12 *bins* dedicados a esta sala, e sua lavagem demora 1 hora, mas como a produção trabalha com campanhas de 10 lotes de Anador, não há necessidade de limpeza entre lotes do mesmo produto (somente lava-se os *bins* quando há troca de produto).

Desta maneira, quando há campanhas de Anador, há estoque intermediário entre a etapa de granulação e secagem e a pesagem, sendo que há trânsito de *bins* entre os processos (cada lote representa 4 *bins*). Este trânsito que foi referido é o movimento de ir e vir dos *bins* entre os processos de pesagem e granulação, quando ficam vazios por terem sido granulados, e voltam à Pesagem para que sejam pesados novamente.

Como o conceito de campanhas será abordado durante todo o documento, cabe aqui explicá-lo. Trata-se da produção seqüenciada de lotes, visando redução dos tempos de *setup* entre trocas de produtos. Como o tempo de *setup* entre produtos é maior que entre um mesmo produto, é mais eficiente (em termos de eficiência de máquina) trabalhar em campanhas. Todavia este conceito gera perdas de estoque e de superprodução, segundo os conceitos *Lean Production*.

Voltando à descrição da etapa de Pesagem do processo, atualmente são pesados oito *bins* inicialmente. Destes oito *bins*, 4 entram no processo seguinte (cabem quatro por vez neste processo), a Granulação e Secagem. Quando o primeiro conjunto de quatro *bins* é finalizado nesta etapa de granulação, o segundo conjunto entra no processo, enquanto os 4 primeiros voltam à pesagem. Lá já estão pesados mais quatro *bins* (pesados durante a

granulação e secagem do primeiro conjunto informado), com a finalidade de garantir um estoque de quatro *bins* entre os processos. Os quatro *bins* que retornaram do processo de granulação passam pelo processo de Pesagem novamente, enquanto este ciclo continua. Isto totaliza os doze *bins* disponíveis para esta sala de Pesagem (sala A).

Cabe citar aqui que os produtos concorrentes não possuem o mesmo tamanho de campanha, também em razão da previsão de vendas deles ser menor do que para Anador. A campanha do Buscopan Composto é de 5 lotes (porém cada lote é composto por cinco *bins* na Pesagem) e a da Butazona é de 4 lotes (sendo que cada lote também é composto por cinco *bins* também).

3.3 Processo de Granulação e Secagem

Existem dois tipos de granulação em uma indústria farmacêutica: a seca e a úmida. A úmida é aquela na qual não é necessário o processo de secagem após o processo de granulação. Esta granulação não será tratada neste trabalho.

A seca é composta por duas etapas: granulação e secagem. A sala destinada ao escopo deste trabalho é uma das mais recentes da empresa, sendo composta por dois leitos fluidizadores (dois *Fluid Bed*, o nome dos equipamentos secadores), um granulador (*High Shear*, o nome do equipamento granulador) e um moinho (Quadro *Comil*, uma espécie de funil que unifica os *bins* da pesagem em outro *bin* maior), conforme a Figura esquemática 3.5.

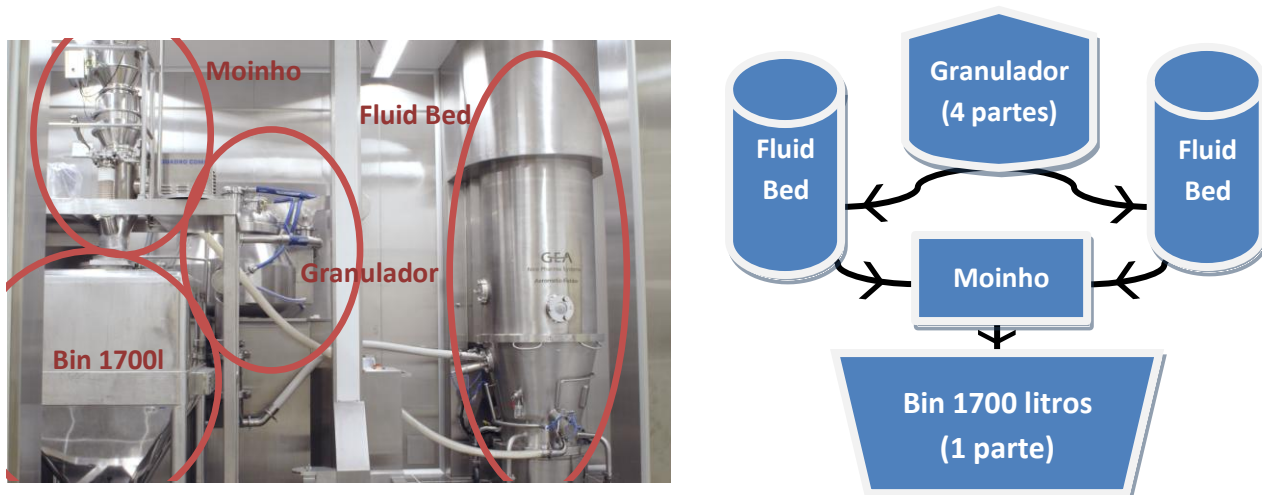


Figura 3.5 - Foto e desenho esquemático do processo de granulação e secagem

Desta maneira, o granulador suporta um *bin* de 600 litros por vez, direcionando após a granulação para um dos dois secadores. Assim que envia um, inicia-se a granulação de outro *bin*, direcionando este após a granulação para o outro leito fluidizador, e assim em diante. O quadro *Comil* (moinho) é o acumulador deste lote granulado e seco em outro *bin* maior, desta vez com capacidade para 1700 litros. Cada *bin* grande deste (1700 litros), comporta quatro *bins* da pesagem (pequenos, com 600 litros), e portanto, corresponde a um lote de Anador.

No caso do Buscopan Composto e da Butazona o procedimento é o mesmo na Granulação. A diferença é que seus lotes são composto por cinco *bins* pequenos (600 litros) ao invés dos quatro, como é para o Anador. Desta menria o *bin* grande (1700 litros) comporta cinco *bins* pequenos, para estes outros dois produtos (Butazona e Buscopan Composto).

Nesta etapa, o *setup* entre produtos é demorado e em razão disto o planejamento da produção procura organizar a produção em campanhas (não necessitam de *setup* entre mesmos produtos, considerando o limite de 10, 5 e 4 lotes para campanhas de Anador, Buscopan e Butazona, respectivamente), o que resulta em altos níveis de estoques intermediários.

3.4 Processo de Homogeneização

A homogeneização é feita após toda granulação e secagem e, portanto, é realizada diretamente no *bin* de 1700 litros. O processo é bastante simples e realizado em uma coluna que gira o *bin* para garantir a mistura homogênea de todo seu conteúdo interno (ver Figura 3.6).



Figura 3.6 - Homogeneização e estoque intermediário na produção de Anador

Este processo no estudo do mapa do fluxo de valor do estado atual será agregado à Granulação e Secagem, por ser um processo simples e com tempo padrão de 10 minutos, pois é o tempo que a coluna demora a girar o *bin*. Entre este processo e a Granulação não há estoque nem fila, pois imediatamente após sair da Granulação o *bin* já passa por esta etapa.

Após esta etapa, o *bin* fica estocado aguardando para ser comprimido e finalmente completar toda as etapas de produção.

3.5 Processo de Compressão

A Compressão é a última etapa da produção do Anador, e neste ponto, outras apresentações citadas que compartilhavam equipamentos não concorrem mais com o Anador, pois partem para outras compressoras mais modernas (da marca *Fette*, uma outra fornecedora de compressoras), assim como também, outras etapas de revestimento e conferência da drácea/comprimido revestido.

A *Killian*, máquina compressora do Anador, é uma das maiores dentre as compressoras, sendo que a sala onde está localizada possui maior altura entre o chão e o teto do que outras salas de compressora (“pé-direito mais alto”) em razão da disposição do *bin* de 1700 litros acima da compressora.



Figura 3.7 - Dispositivo de controle dos comprimidos e aranha para abastecimento das barricas

A etapa de Compressão é bastante automática também, sendo que o processo possui um sistema auto-corretivo de conferência do tamanho e altura do comprimido. O *bin* de 1700 litros é comprimido e gera 12 barricas com comprimidos prontos para embalagem. O enchimento das 12 barricas também é automático, cabendo ao operador apenas a montagem

da sala com seis barricas dispostas do lado direito, e seis do lado esquerdo, em dois paletes de alumínio. Como a máquina tem duas saídas, cada uma delas abastece seis barricas através de um equipamento denominado internamente de “aranha”, como pode ser visto na Figura 3.7.

Como a máquina é dedicada, não há grandes problemas para programar sua utilização no planejamento de produção, ficando o maior problema relacionado à velocidade da máquina, por ser antiga, não possui o mesmo desempenho em compressão das outras máquinas.

3.6 Processo de Embalagem

O processo de embalagem na empresa é bastante automatizado, de maneira que existem três máquinas interligadas em uma linha de produção (no caso, a linha possui tecnologia do fornecedor *Bosch*), que compõe as três fases da Embalagem. O processo é contínuo e seu arranjo físico é linear. Estas três fases são mais bem descritas abaixo:

- **Primeira fase:** fase de formação do blíster (como é denominada a cartela de medicamentos em uma indústria farmacêutica). No caso em estudo, o processo de formação do blíster é feito para comprimido (poderia ser para drágeas, ou comprimidos revestidos), o que dificulta em razão do mesmo ser mais quebradiço que drágeas (passa por processo de revestimento) ou cápsulas. O equipamento une o material PVC com o laminado (rolo de alumínio) conformando o blíster. O processo possui pouca interferência humana para evitar contato excessivo com os comprimidos, que se restringe à supervisão de um operador para completar bolhas vazias (bolha é o espaço destinado ao comprimido no blíster, isto é, é o PVC aquecido e conformado) ;
- **Segunda fase:** fase de colocação dos blísteres em pequenas caixas, denominadas de cartucho. Nesta linha o cartucho possui formação com 512 comprimidos ou 120 comprimidos (64 e 15 blísteres, respectivamente). Este processo é realizado por um braço-robô que une os blísteres, acumulados em calhas, e os encaixa em um cartucho, montado e colado na própria máquina.

A bula em algumas linhas é dobrada automaticamente. Nesta linha especificamente, o fornecedor já envia a bula dobrada, e esta também é colocada em um cartucho junto com os blísteres;

- **Terceira fase:** esta é a fase de encaixotamento, isto é, colocação dos cartuchos em caixas-padrão, que por sua vez, constituirão paletes. Para a apresentação do item Anador 512 comprimidos, cada palete possui vinte e sete caixas, e cada caixa-padrão contém vinte cartuchos. Para a outra apresentação, a do item Anador 120 comprimidos, cada palete possui vinte e cinco caixas, e cada caixa-padrão contém cem cartuchos;

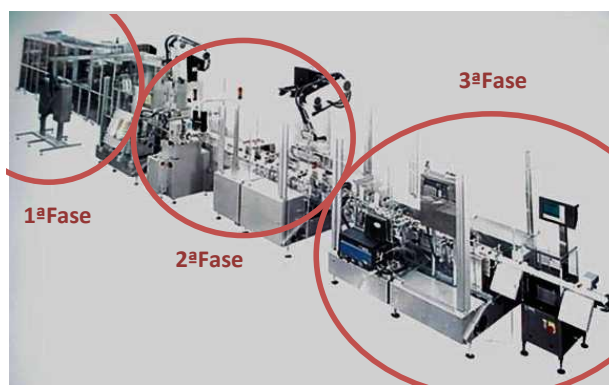


Figura 3.8 - Imagem ilustrativa da linha *Bosch*

Por fim, vale citar aqui a diferença entre os tipos de *setup* presentes na linha: no caso do estudo existem os tipos parcial e completo. O parcial é aquele entre lotes seqüenciais, que no caso significa limpeza da linha com ar comprimido, retirada de lixo e preenchimento de documentação, constituindo um *setup* mais simples.

Já o *setup* completo é aquele no qual há troca de formato, mas não de produto. O produto permanece o mesmo na linha *Bosch* (trabalha dedicada à Embalagem de Anador), mas há mudança dos formatos (no caso os braços mecânicos) em razão da apresentação diferenciada (512 comprimidos e 120 comprimidos).

Outro ponto relevante é a paletização automática do processo. Existe uma paletizadora no final da linha e um almoxarifado automatizado, que permite rápida estocagem e liberação do produto acabado após sua análise.

3.7 Processo de Liberação Final e Expedição

A Liberação Final e Expedição são os últimos processos antes da entrega aos clientes e remete à análise final da qualidade do produto acabado e separação para envio ao cliente, respectivamente. Atualmente a etapa da Liberação Final não é crítica no processo, uma vez que, enquanto o lote está sendo embalado, amostras já são retiradas para análise em laboratório pela Liberação Final. Outro fato que contribui muito aqui é o controle em processo, que já permite reprovações prévias ou retrabalho de lotes com problema. Caso algum dos “controles em processo” (testes de leitura de bula e cartucho rasurado; blíster sem comprimidos, isto é, com bolhas vazias; cartucho sem bula; e teste de balança) seja falho, o laboratório analisa o problema naquele lote mais profundamente, e caso seja constatado alguma falha, o mesmo é enviado para retrabalho ou descartado.

Por este motivo, apesar padrão de tempo estipulado pela fábrica seja de oito dias (no caso o TPT 7, que será apresentado no mapa do fluxo de valor do estado atual), sua liberação não chega a ultrapassar dois dias, ficando os registros arquivados na empresa (amostra do produto acabado e documentação de todo o processo), exigências da RDC 210.

A Expedição é rápida, sendo que a separação dos paletes não ultrapassa oito horas, que é o tempo normal para separação também dos insumos e materiais de embalagem no processo, mas os produtos permanecem um tempo estocados no almoxarifado, o TPT 8, que será apresentado no mapa do fluxo de valor do estado atual dentro deste processo.

3.8 Sistema de apontamento de horas

O apontamento de horas no processo é feito manualmente pelos operadores, em uma planilha de *Excel* (programa do pacote *Office* da *Microsoft*) que é disposta a eles.

Ao executar um processo produtivo, o operador preenche a ficha, conforme a Figura 3.9, que representa um apontamento de OE (Ordem de embalagem). O operador preenche as horas que foram levadas, o *setup* e informações de paradas referentes ao processo. No caso da

3.9 As boas práticas de fabricação (GMPs)

As Boas Práticas de Fabricação (GMP) são determinantes na indústria farmacêutica, tanto no que tece fabricar para si, tanto no que tece fabricar para terceiros. Esta regulamentação da ANVISA é fator indispensável às grandes empresas farmacêuticas atualmente.

Atualmente, a regulamentação vigente é a RDC 210, e o principal ponto a se relevar desta regulamentação é a necessidade de documentação, visando a rastreabilidade dos lotes e a garantia da qualidade dos mesmos. Incluem-se aqui as documentações de controle em processo (testes que garantem a qualidade do produto: teste *laectus* - teste de verificação dos sensores de leitura e sensores de balança-, tais como o dos sensores de bula rasurada, cartucho sem bula e cartucho rasurado; teste de vedação, verificando se o blíster foi mal vedado, realizado pelos analistas durante o processo), registro de desvios e validações de limpeza.

Dentre os principais fatos a se destacar estão:

- ✓ Reclamação: Qualquer reclamação referente a desvio de qualidade em determinado produto deve ser registrada, juntamente com todos os detalhes no registro do lote, para futuramente, ser completamente investigada. A pessoa responsável pelo Controle de Qualidade deve ser envolvida no estudo do desvio em questão.
- ✓ Registro de lote: Conjunto de documentos relacionados à fabricação de um determinado lote de produto acabado. Tais documentos descrevem os procedimentos de produção e registram todas as operações relacionadas à qualidade do lote. Os registros referentes à fabricação e distribuição, que possibilitam o rastreamento completo de um lote, devem ser arquivados de maneira organizada e de fácil acesso;
- ✓ Registros diários e dos equipamentos: Os livros de registros diários devem ser mantidos junto aos principais equipamentos, e devem registrar sua utilização, validação, calibração, manutenção, limpeza ou operações de reparo, inclusive as datas e a identificação da pessoa que os tenha realizado.

A fim de garantir a limpeza facilitada do ambiente, os materiais que entram em contato com o granel ou produto são sempre de aço 312L (aço cirúrgico) e as salas possuem cantos arredondados para evitar deposição de resíduos e materiais. Também existe diferenciação de zonas higiênicas (primária ou secundária), estipuladas de acordo com o contato com o material manipulado.



REGISTRO DE LIMPEZA

Equipamento: _____

LIMPEZA: 1ª limpeza 2ª limpeza*

Lavado Por: _____

Inspec. Por: _____

Inspec. C.P.: (p/ Embalagem) _____

Data: ____/____/____

Nº P.O. utilizado: _____

MATERIAL UTILIZADO:

☐ Água Fria ☐ Água Quente ☐ Água Desmineralizada

☐ Álcool ____% ☐ Detergente ☐ _____

ANTERIORMENTE USADO PARA:

Produto: _____

Lote Nº: _____ Data: ____/____/____

EM PROCESSO:

Produto: _____

Lote Nº: _____ Data: ____/____/____

Lote Sequencial: ☐ Sim ☐ Não

Última Limpeza: ____/____/____ Nº do lote na sequência: ____ de ____

■ A limpeza dos equipamentos deve ser efetuada imediatamente após seu uso.

■ Caso o equipamento não tenha sido usado dentro de três dias, limpá-lo novamente.

■ Juntar este documento à Ordem de Produção / Embalagem.

* Este campo somente será utilizado quando necessária nova limpeza do equipamento antes do início de um novo processo

COD. 0038



24/07/2007
Página: 03

ROTEIRO DE EMBALAGEM
L09PDR - PADRAO L09 IMA02
CÓPIA NÃO CONTROLADA

Prescrição de Fabricação: Qtde Teórica: 0,000 EA Versão: 3 Método: _____

Item	Processo de Embalagem	Dados Técnicos	Dados Processo	Visto
01	A Monitora ou o Líder da linha deve realizar a baixa do granel no sistema BPCS, programa INV 500 (transação I) O Inspetor do Controle em Processo deve conferir e assinar o relatório emitido pelo sistema BPCS referente a baixa do granel	DE ACORDO		
02	Realizar a limpeza da linha conforme o Procedimento Operacional, versão em vigor A monitora ou líder deve inspecionar e liberar a linha vazia respondendo as questões abaixo: DESEMBALADORA A máquina está limpa e em ordem ? SOPRADORA A máquina está limpa e em ordem ? ENCHEDORA A máquina está limpa e em ordem ? A mangueira está limpa e adequada ? O reservatório intermediário está limpo ? O recipiente de rejeito dos sensores de frasco vazio, presença de tampa e presença de gotejador estão vazios ? As calhas de gotejadores e tampas estão vazias ? POSICIONADORA DE COPOS A máquina está limpa e em ordem ? ROTULADEIRA A máquina está limpa e em ordem ? O recipiente de rejeito dos sensores de presença de rótulo e presença de carimbo no rótulo estão vazios ? A parte inferior do disco intermediário está vazia ? Existem rótulos carimbados de lotes anteriores ? ENCARTUCHADEIRA A máquina está limpa e em ordem ? O GUK está limpo e vazio ? A esteira de transferência do GUK está vazia ? Os casilhos estão limpos e vazios ? Os recipientes de rejeito dos sensores de detecção de bula, frasco, presença de cartucho e presença de bula no cartucho estão vazios ? A esteira de transporte e a calha de rejeito da bula estão limpas e vazias ? A parte interna e a base da máquina estão limpas e isenta de materiais e produto ? EMPACOTADORA A máquina está limpa e em ordem ? A parte interna e a base da máquina estão limpas e isenta de materiais e produto ?	DE ACORDO DPL/EMB - 018 DPL/EMB - 027 DPL/EMB - 032 data ____/____/____ horário ____:____:____ h		

Figura 3.10 – Registro de Limpeza e Roteiro de Embalagem (GMP)

A documentação de processo, relacionadas a norma GMP, não pode ser finalizada antes do fim da produção (relacionada às GMPs) e não se traz o material de próximo lote enquanto tiver alguma coisa do lote atual em linha. Estes procedimentos tomam por vezes tempos preciosos da produção, mas são necessários. Alguns destes documentos/registro podem ser observados na Figura 3.10.

O que se pode estudar é transformação de parte destes procedimentos de preenchimento dos registros e documentos em *setup* externo. Os documentos podem ser previamente preenchidos, com informações que já tenhamos (lote, produto, hora de início, entre outros) ou até postergada para o após o fim do *setup*, no início da produção do próximo produto. Esta hipótese será analisada mais profundamente da na condução da fase Melhorar.

Existem alguns outros procedimentos a cumprir na troca de lotes:

- Controle em processo: os dados dos testes de leitura e vedação, já citados, sendo todos eles documentados de meia em meia hora no processo de Embalagem;

- Perdas de materiais durante a embalagem ou produção (há informações do peso da barrica antes da Embalagem – pesados após a Compressão -, e através de cálculos, pode-se estimar quanto deveria ter sido embalado e qual foi a quantidade que de fato foi embalada);

- Quantidade produzida (número de caixas de produto acabado produzidas e número de paletes completos);





- Quantidade dos materiais de embalagem que foram utilizados (rolos de PVC/Laminado). Para linhas que não são dedicadas como na Embalagem do Anador, estas partes (PVC e Laminado) que não foram utilizadas são devolvidas ao almoxarifado.

No caso do Anador, entre lotes da mesma apresentação a devolução dos materiais não é necessária, podendo ser aproveitada entre diferentes lotes.

No início dos lotes também é necessário amostrar os materiais de embalagem, indicando o lote ao qual pertence o material e sua quantidade, no entanto, estas etapas não apresentam oportunidade de ganho por já serem realizadas com a máquina em funcionamento.





4 FASE MEDIR: ESTUDO DO ESTADO ATUAL MFV ATRAVÉS DO MFV

Para o estudo do MFV foram considerados os tempos baseados no JUMP, os dados apontados para TPT e as observações *in loco* do processo realizadas para este mapeamento. Finalmente então, chega-se às sete etapas e suas características, além do tempo para Expedição (item 8 da sequência), como mostra o Quadro 4.1 (ver APÊNDICE A).

Sequência	Etapa do Processo / Máquina	Tempo de Ciclo (T/C)	Tempo de setup e limpeza	Nº. de Operadores	Estoque médio observado (após processo)	Disponibilidade
1 Análise de API		48 Horas ⁶	-	1	7,4 dias ⁷	2 turnos de 9 horas com uma hora de almoço (sem final de semana)
2 Pesagem		3,6 Horas	TR Parcial = 0,85 Horas TR Completo = 3,7 Horas	1 ou 2 (auxílio na movimentação)	1,5 Lotes	2 turnos de 9 horas com 1 hora de almoço (sábados 1 turno)
3 Granulação e Secagem		4,9 Horas	TR Completo = 8 Horas TR Parcial (Limpeza entre lotes) = 20 minutos	3 (1 dedicado à movimentação dos "bins")	5 Lotes	2 turnos de 9 horas com 1 hora de almoço (sábados 1 turno)
4 Homogeneização		10 Minutos	-	1	-	2 turnos de 9 horas com 1 hora de almoço (sábados 1 turno)

⁶ Parcela do TPT 1, referente à Amostragem e Análise. O restante do TPT 1 (Recebimento e espera) pode ser observado no APÊNDICE A (Tabelas 8.3 a 8.5).

⁷ Refere-se ao TPT 2, o tempo que o lote de API demora para ser alocado em uma ordem de produção.

5		4,1 Horas	TR = 4,7 Horas Limpeza entre lotes = 10 minutos	1	5 Lotes	2 turnos de 9 horas com 1 hora de almoço (sábados 1 turno)
6		10,56 Horas	TR Parcial = 1,2 Horas TR Completo = 5,0 Horas	4	1,24 dias em análise pela Liberação Final (19,9 horas) e 1,25 dias em estoque no almoxarifado	2 turnos de 9 horas com 1 hora de almoço + Turno estendido de 2 horas (sábados 1 turno)
7		1,24 dias ⁸	-	1	-	2 turnos de 9 horas com 1 hora de almoço (sem final de semana)
8		-	-	1	1,25 dias ⁹	3 turnos de 8 horas com 1 hora de almoço (sábados 1 turno)

Quadro 4.1 - Tempo de ciclos e dados gerais dos processos (APÊNDICE A)

Para entender os pontos de estocagem, optou-se também por traçar um mapafluxograma, que permite estudar e analisar o fluxo como um todo. Como o estoque de material para pesagem é separado em um dia e pesado imediatamente depois, não há grande quantidade de estoque ali, mas em outros três pontos é possível notar que a programação em campanha tem suas vantagens, por reduzir a quantidade de *setups*, mas também tem suas desvantagens por implicar num excesso de estoque intermediário. A Figura 4.1 mostra um

⁸ Refere-se ao TPT 7, que é o tempo do final de produção do item até sua liberação pelo Controle da Qualidade.

⁹ Refere-se ao TPT 8, o tempo de estoque até ser enviado ao cliente.

mapafluxograma com a sequência e as áreas de atividade para a produção do Anador.

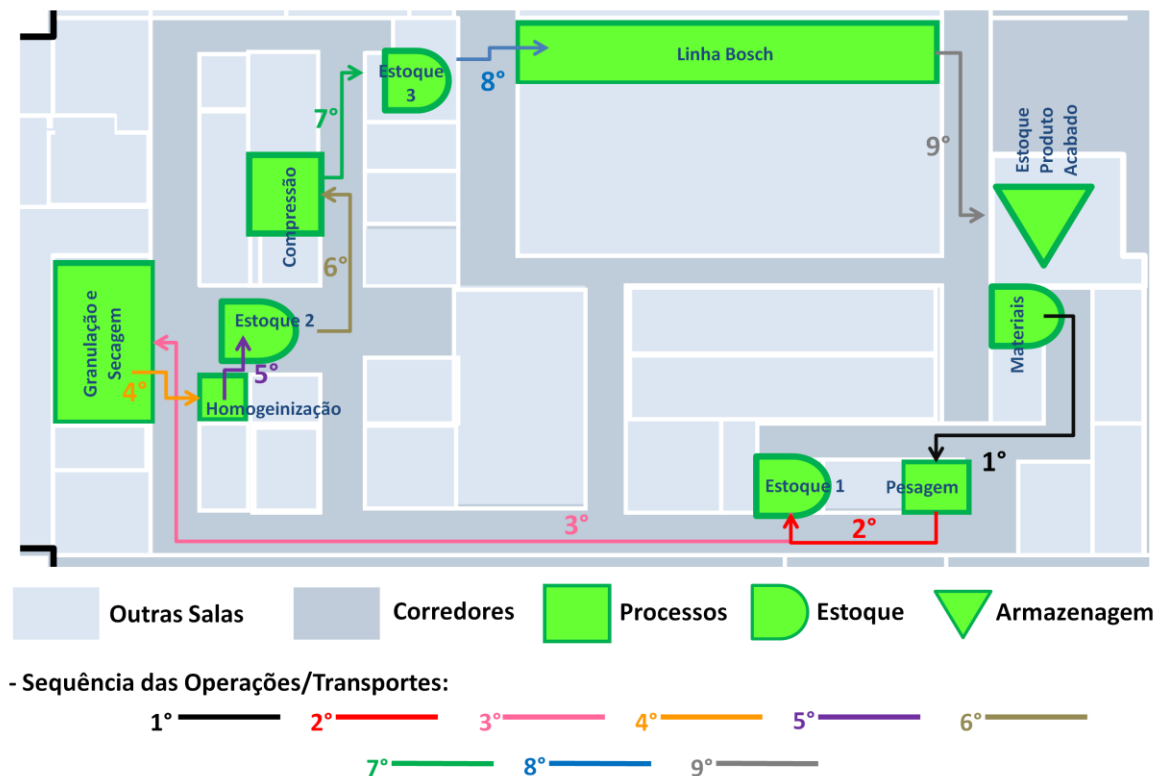


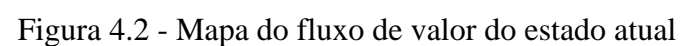
Figura 4.1 - Mapafluxograma e sequência das operações da produção do Anador

Um dos fatos que se percebe é que, apesar de haver uma previsão de vendas puxada pelo cliente e uma programação da produção, os processos não são puxados uns pelos outros, possuindo grande quantidade de estoque intermediário, evidenciando que o fluxo é empurrado.

Também em razão das campanhas com muitos lotes e da utilização dos *bins* em razão da capacidade das máquinas (que somente trabalham com sua capacidade máxima, o *batch*), o estoque intermediário se torna alto. O problema não seria tão grande se a linha puxasse (*processo puxador*) o restante da produção através de *kanban* ou supermercado e a programação controlasse o nivelamento da produção.

Para melhor visualização, o mapa do fluxo de valor atual do processo foi desenhado em folha A3 e é mostrado na Figura 4.2. As OPMs (Oportunidades Para Melhoria) traçadas no mapa do fluxo do estado atual encontram-se detalhadas na seção 5.2 do capítulo cinco, e foram elaboradas com base na análise do fluxo, também exposta no capítulo cinco.

Estado Atual



Nesta familiarização com o processo de fabricação de comprimidos, os primeiros esforços foram mapear o fluxo de materiais e informações que acontecem na fábrica, desde a chegada das matérias-primas à venda do produto e sua saída da fábrica para entrega ao cliente (escopo do projeto). O estado atual reflete todo o fluxo e a situação atual dos recursos disponíveis à empresa. Uma utilidade deste mapa é justamente evidenciar que em boa parte de seu fluxo o material permanece em estoque, ou seja, em espera sem agregação de valor (48,6 dias em estoque dentre 52,8 dias de *Lead Time*, isto é, 92,0 % do tempo total sem agregação de valor).

Como a produção é de acordo com a previsão de vendas do cliente e suas revisões (*forecast*), a empresa produz para estoque na Expedição. Percebe-se ainda que os processos não são puxados pelo clientes internos, ou seja, não são os processos fluxo abaixo que puxam os processos fluxo acima, sendo o material empurrado fluxo abaixo, através de ordens de produção enviadas pela área de PCP da fábrica.

Outro ponto importante é perceber o crescimento de estoque intermediário que ocorre da Pesagem à Embalagem, uma pista de que esta última etapa deveria ser considerada como o processo puxador da produção.

Além disto, o uso de recursos compartilhados estimula o trabalho em campanhas, porém diminui muito a flexibilidade do fluxo para mudar e atender outros clientes (requer grandes tempos de *setup* entre trocas completas).

No mapa do fluxo apresentado, a parte superior é o fluxo de informações na empresa, a parte intermediária são os processos de fabricação, estando indicado acima destes, o fluxo de informação que ocorre entre processos. Na parte mais inferior encontram-se fluxos paralelos (por ocorrerem em paralelo, não influem nas horas de processamento indicadas, com exceção da Liberação Final, que se encontra apresentada no fluxo, com 19,9 horas de processo) e acima dele estão os tempos de cada processo, TP (como já exposto na subseção 2.1.2, que correspondem em alguns casos ao tempo de ciclo somado ao tempo de *setup* parcial, que ocorre a todo lote, como, por exemplo, na Embalagem, o T/C é de 10,56 horas, que somadas às 1,2 horas de *setup* parcial totalizam as 11,76 horas do tempo de processo), e o tempo de estoque/espera entre eles. As melhorias propostas, através dos balões de *Kaizen* (OPMs) foram definidas com base na observação dos processos durante o mapeamento e também nos estudos desenvolvidos e apresentados detalhadamente no quinto capítulo.

5 FASE ANALISAR: IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES PARA REDUÇÃO DO *LEAD TIME*

Neste capítulo são apontadas as principais causas que tornam o fluxo longo, com grande *lead time* e estoque intermediários elevados.

Segundo Rother e Shook (2003) é necessário nesta etapa avaliar qual a necessidade real do cliente e em que ritmo é preciso atendê-lo. Para isto considera-se o *takt time*, discutido na subseção 2.1.2 do segundo capítulo. A partir do tempo de trabalho disponível e da demanda média do cliente, conseguimos encontrar este tempo.

Considerando que o tempo disponível nos equipamentos por qual o fluxo de Anador passa, desconsiderando-se as horas extras da Embalagem, realizadas hoje para suprimento da demanda, chegamos ao total de horas disponíveis de 16 horas/dia. Uma vez que a demanda média no estudo foi definida como sendo de 1,6 lotes ao dia, tem-se que o *takt time* é de 1 lote a cada 10 horas.

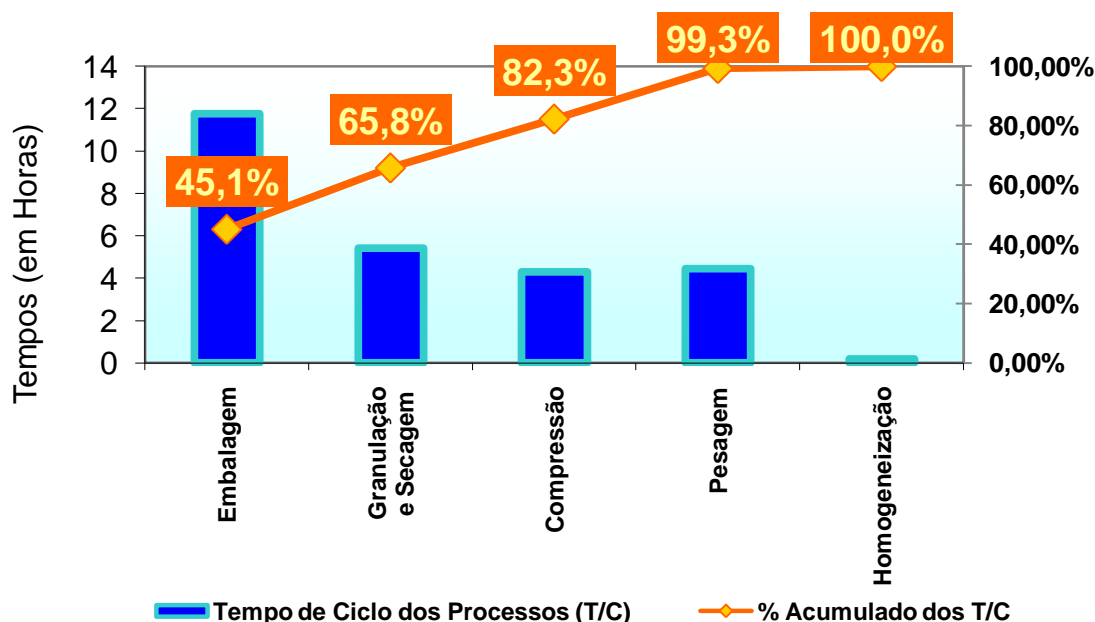


Figura 5.1 - Gráfico Pareto dos tempos de ciclo

A Figura 5.1 evidencia todas as etapas em que há agregação de valor ao produto ou que são necessárias ao processo (seja ao cliente, seja à ANVISA, que também é cliente do processo) em ordem decrescente de sua duração de tempo de ciclo.

Na Figura 5.2, encontramos estes tempos representados em comparação ao *takt time*. O processo de Análise Inicial e o de Liberação Final, que levam 48 horas para aproximadamente três lotes (lembrando que cada container tem de 4 a 6 lotes de API, mas como cada lote de Anador leva 600 quilogramas de API, um lote de API é equivale a aproximadamente 3 lotes de Anador) e 19,9 horas, respectivamente, não foram representados nas Figuras 5.1 e 5.2 devido ao fato de suas etapas internas terem de seguir processos com tempo determinado (análises com tempo padrão em alguns equipamentos) e revisão de documentação (exigências da ANVISA), o que restringe significativamente as possibilidades de mudanças em seus tempos de execução. Por este motivo, eles não serão considerados nesta análise.

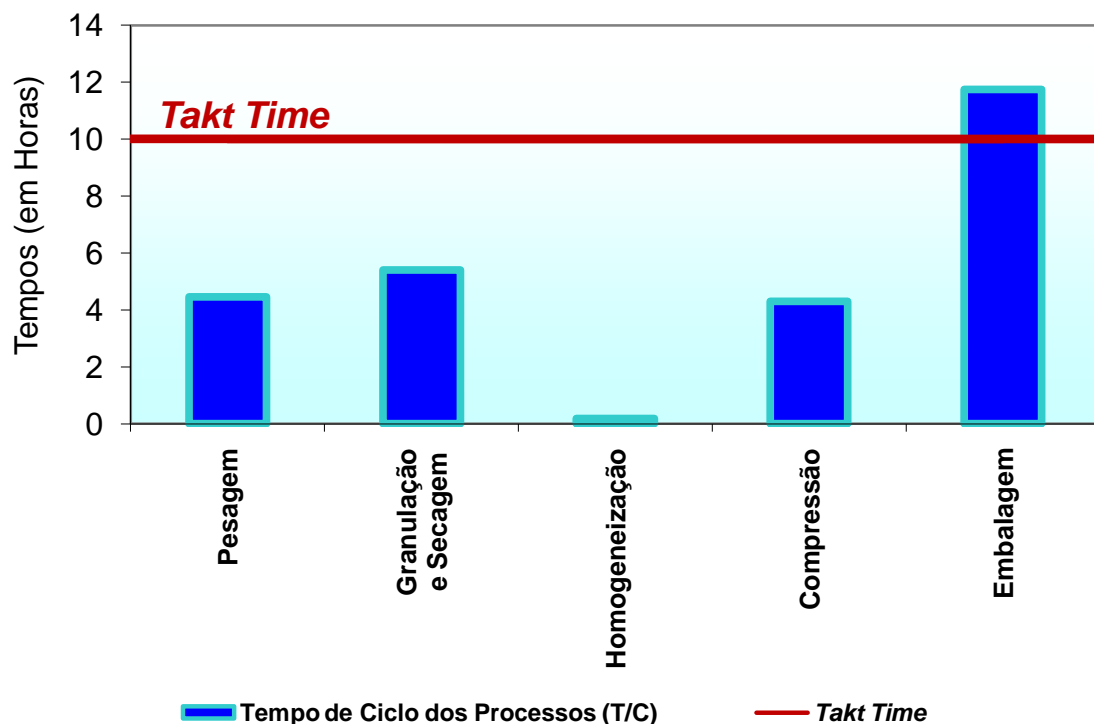


Figura 5.2 - Confrontação dos tempos de ciclo dos processos com o *Takt Time*

Como não há a possibilidade de transformar este fluxo em um fluxo contínuo, tanto devido ao fato do uso de recursos compartilhados quanto ao fato de que a produção em lotes dificulta esta transformação, temos que analisar os processos individualmente.

Nota-se de imediato que o tempo de processo da Embalagem é o único superior ao *takt time*. Por este motivo é neste centro de produção que se utilizam as horas extras estendidas. Para atacar este ponto, este tempo de processo terá de ser estudado a fundo,

levando em consideração que nesta etapa o nível de eficiência de máquina tem sido baixa (OEE = 43,4%).

Outro ponto importante é a identificação das principais causas do excesso de produção (estoque elevado) fluxo acima, típico de fluxos empurrados. Para tal, é importante identificar os tempos de estoque no processo. A Figura 5.3 evidencia os principais estoques mapeados (em dias).

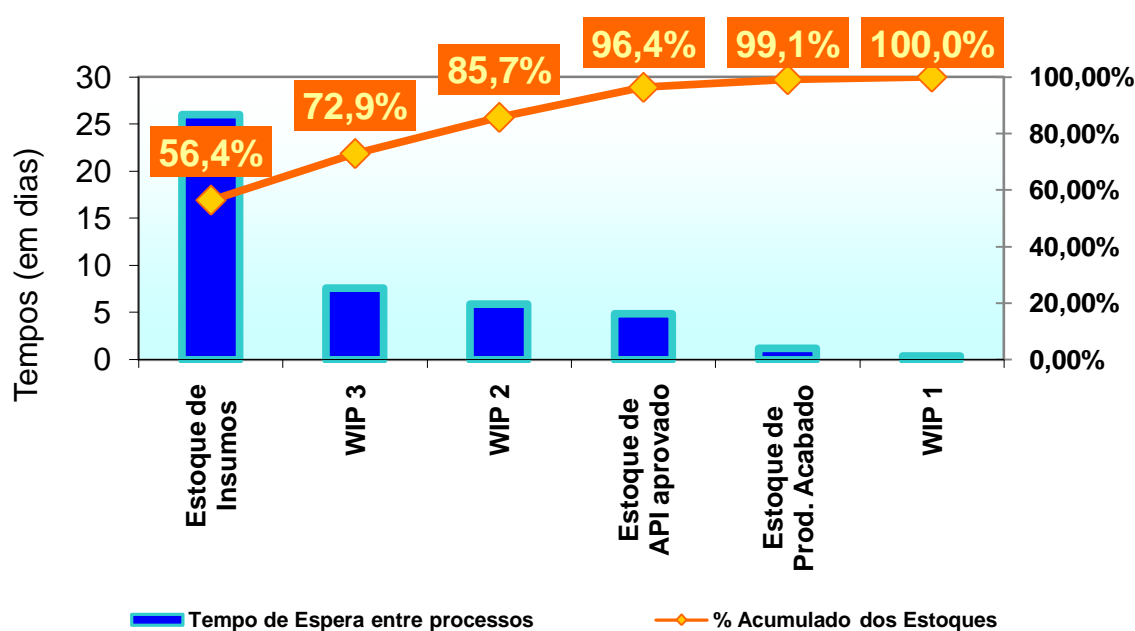


Figura 5.3 - Gráfico Pareto do tempo médio de duração do estoque

O maior estoque é o de APIs a analisar, e suas principais causas possíveis são o gargalo que se forma no recebimento de material na empresa, além do grande tamanho de lote econômico em container, recebido de 10 em 10 toneladas. Afetado por estas causas também está o estoque aprovado de API, que em razão deste acúmulo de API para analisar, possui um alto estoque de segurança, acumulado devido à incerteza da Análise (processo anterior). Outro ponto que chama a atenção são os estoques intermediários 2 e 3 (WIP 2 e 3), resultantes do processo ser empurrado.

É preciso analisar quais as razões para este fluxo possuir um estoque crescente do WIP 1 ao WIP 3. Ao confrontarmos o gráfico Pareto de dias em estoque com o gráfico Pareto dos tempos de processo, percebe-se que há uma correlação entre o aumento do tempo de processo e o aumento do estoque intermediário observado. Desta maneira, tem-se que uma das causas do WIP 2 e WIP 3 altos é a elevação dos tempos de processo fluxo abaixo, sendo a principal causa deste acúmulo entre processos a Embalagem, o único processo com tempo de

processo acima do *takt time*. A outra causa do acúmulo é o trabalho em campanhas para se obter ganho de eficiência de máquina. No entanto, trabalhar em campanhas em um fluxo no qual não há gerenciamento do estoque (fluxo empurrado) acaba resultando em nível alto de estoque entre processos (perda por superprodução).

Para se entender então porque se trabalha com campanhas com muitos lotes, foi preciso analisar todos os processos, e entender o real motivo do uso de campanhas ao invés do uso nivelado dos centros de produção. Como alguns dos centros de produção são dedicados, não há sentido em julgar a campanha neles.

Ao analisar a Granulação e Secagem (maior tempo de processo dentre os centros de produção que não são dedicados) notou-se que há um grande tempo de *setup* completo entre campanhas, devido à necessidade de lavagem do granulador e dos dois secadores. Em razão deste tempo, é feito o uso de grandes campanhas, tomando o limite de dez lotes (para Anador) por ser o tempo que os testes químicos atestam a ausência de contaminação (acima disto não é seguro fabricar em campanhas por conta de contaminações cruzadas). Desta maneira o *setup* apresenta-se como o grande motivador de campanhas longas na Granulação e Pesagem.

O último ponto desta análise tratará do nivelamento do *mix* de produção que está sendo imposto, pois, de uma maneira ou outra, isso pressupõe esta questão permite flexibilizar o fluxo (permitindo trocas rápidas de produtos e atendimento às flutuações de demanda e do fluxo abaixo).

Examinando a disponibilidade nota-se que atualmente ainda há folga de tempo em relação ao tempo disponível, tanto na Pesagem, quanto na Granulação e Secagem (confrontação das horas disponíveis no mês com as que são efetivamente utilizadas nos centros de produção). No entanto, mesmo assim não se aplica o nivelamento da produção, e as principais causas de não nivelar o *mix* de produção, além do *setup* longo na Granulação e Secagem, já discutido aqui como causa chave, é a mentalidade de programação para otimização dos recursos, isto é, dos centros de produção.

Ter este tempo extra na Granulação e Secagem e na Pesagem é positivo, pois permite que sejam feitas campanhas menores (número de lotes reduzidos), mesmo sendo mantido o *setup* completo atual (8 horas para Granulação e Secagem). Em razão de os maiores tempos de processo e de *setup* ocorrerem na etapa de Granulação e Secagem, é preferível aplicar o nivelamento de produção neste centro de produção, atacando as principais causas expostas

aqui, o elevado tempo de *setup* e a falta de mentalidade para a exploração do *Heijunka*.

5.1 Análise de oportunidades na Embalagem

Como a Embalagem mostrou-se como a etapa mais crítica de todo o fluxo, faz-se necessário um estudo das causas de perda de eficiência neste processo.

Com base na métrica do OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que é medida na empresa, podemos identificar as diretrizes mais importantes a fim de reduzir este tempo de processo. Com base nos dados da fabricação e dos apontamentos de horas traçados, chega-se à composição do OEE, apresentada, em ordem crescente, pela Figura 5.4.

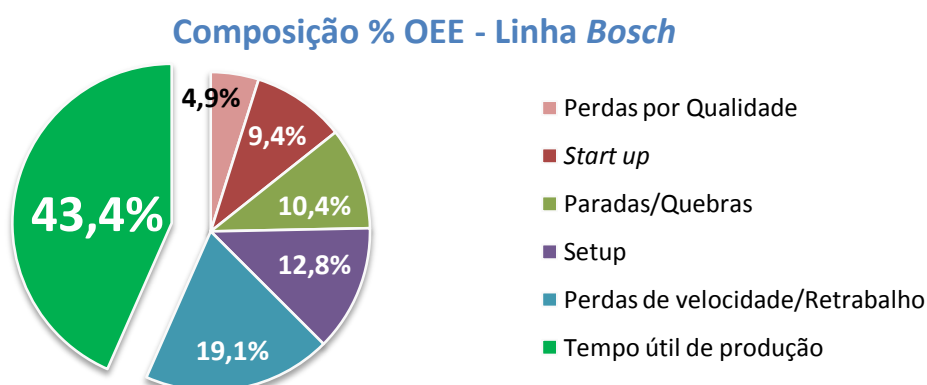


Figura 5.4 - Composição percentual do OEE da linha *Bosch*

Com base nestes pontos, através de uma priorização dos estudos fica evidente que é necessário focar o *setup* e também as perdas de velocidade que a linha está sofrendo, entendendo qual o real motivo desta perda de velocidade ou excesso de retrabalho (principais causas de perda de eficiência).

Através do acompanhamento *in loco*, realizado em um evento *Kaizen* organizado, chegamos à composição do gráfico da Figura 5.5, que evidencia as principais causas para perdas de velocidade.

Causas das perdas de velocidade - Linha Bosch

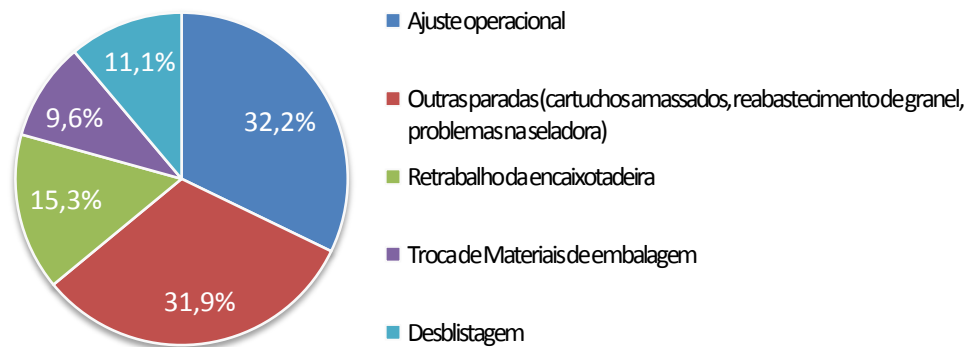


Figura 5.5 - Levantamento de perdas de velocidade realizado em evento Kaizen

O ideal seria ter um estudo das micro-paradas através de uma investigação das condições de operação. No entanto, isto não foi possível devido à ausência de sistema que evidência as pequenas paradas. No mapeamento, percebeu-se que a encaixotadeira travava diversas vezes, o que fazia com que cartuchos bons fossem se acumulando em um recipiente coletor. Geralmente, quando a máquina está rodando bem ou ao término de um lote, caixas abertas são montadas com estes cartuchos, que não possuem nenhum defeito e foram expulsos da linha para evitar outras paradas. Quando isto é feito ao final do lote, é evidente a perda de tempo, pois ao invés de iniciar o *setup* completam-se caixas padrão.

Havia inclusive o acúmulo de cartuchos em cima como apresentado na Figura 5.6, e por este motivo, esta é uma das principais causas de perdas por velocidade no processo.



Figura 5.6 - Acúmulo de cartuchos acima da linha

5.2 Método de seleção das oportunidades de melhoria

Através de melhorias focadas nas principais causas traçadas na fase de Análise, é

possível obter um fluxo mais enxuto. Melhorar os *setups* da Granulação e Secagem e da Embalagem é um destes pontos. Outro ponto é racionalizar o gerenciamento de estoques entre os processos, com a finalidade de evitar desperdícios por superprodução.

Outro ponto fundamental é evitar o gargalo que se forma no Recebimento de insumos, utilizando ou outra sala de Amostragem e Análise, ou outros analistas (trabalhando em outros turnos). Reduzir o tamanho do lote econômico seria outra possibilidade, mas é inviável devido ao preço do insumo vindo da China ser o mais barato do mundo, e, como não é possível uma relação mais próxima (geograficamente falando) entre fornecedor e cliente para viabilizar entregas menores com maior frequência, esta possibilidade de melhoria não será tratada.

Utilizando *Heijunka* na Granulação e Secagem teríamos um fluxo mais *lean*, e a Granulação funcionaria como processo puxador da Pesagem, tanto que podemos reparar que o estoque intermediário entre estas duas etapas de processo já se encontra num nível reduzido (estoque mais baixo do processo). Este fato ocorre porque os *bins* de 600 litros funcionam como um bom meio de puxar a produção (ele é enchido quando esvaziado).

Como oportunidade de melhoria neste processo (Granulação e Secagem) há o *setup*, demasiado alto para flexibilizar a produção. No mapeamento do fluxo foi identificada neste *setup* uma possibilidade de melhoria dando autonomia para os componentes deste centro de produção na lavagem (permitir que as duas partes do processo possam ser lavadas individualmente).

Com base nos estudos e análises realizadas, e nas propostas de estudo do MFV, conforme propõem Rother e Shook (2003), chegamos às OPMs indicadas na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Oportunidades de melhoria traçadas (Continua)

Código OPM	OBJETIVOS	AÇÃO DE MELHORIA
OPM1	Reduzir estoque inicial de insumos entre Recebimento e Análise	Estudo da contratação de outro analista de amostragem para reduzir o impacto do “funil” (menor tempo disponível de trabalho nos centros de produção subsequentes) que ocorre no recebimento de materiais
OPM2	Reduzir tamanho das campanhas no <i>Fluid Bed</i> (Granulação)	Reduzir tempo de <i>setup</i> entre diferentes produtos que são processados no <i>Fluid Bed</i> (Granulação) para permitir maior flexibilidade à produção

Tabela 5.1 - Oportunidades de melhoria traçadas (Conclusão)

Código OPM	OBJETIVOS	AÇÃO DE MELHORIA
OPM3	Reduzir estoque entre Granulação e outros processos flexibilizando a produção	Estudo de programação no centro de produção através do <i>Heijunka Box</i> , tornando a produção mais flexível e reduzindo estoques resultantes das campanhas.
OPM4	Reduzir estoque entre Granulação e Compressão e entre Compressão e Embalagem	Aplicação de <i>Kanban</i> e supermercado para nivelamento do estoque e gestão visual do mesmo.
OPM5	Reduzir tempo de ciclo da embalagem	Melhoria dos <i>setups</i> parcial e completo na linha de embalagem, através da aplicação da técnica SMED e 5S.
OPM6	Reduzir tempo de ciclo da embalagem e aumentar eficiência	Melhoria do OEE da máquina através de redução do retrabalho devido à paradas na encaixotadeira

Estas OPMs encontram-se no mapa do fluxo de valor do estado atual, na Figura 4.2 do quarto capítulo, através de balões *kaizen*, símbolo utilizado para melhorias no uso do MFV, como pode ser observado no ANEXO A.

Para a definição das OPMs a serem desenvolvidas, será utilizada a ferramenta da metodologia *Lean Seis sigma* denominada matriz Esforço *versus* Impacto. A razão desta escolha é priorizar as ações que proporcionam mais efetividade com menor esforço, sendo este esforço composto principalmente pelo parâmetro investimento, além é claro da mão-de-obra e tempo necessário para implementação da ação (no caso, as OPMs).

Esta escolha em detrimento da matriz GUTI, outra ferramenta que possibilita priorizar e selecionar as ações a serem desenvolvidas, se deve ao fato de a matriz GUTI contemplar alguns parâmetros que não possuem relevância ao presente estudo e não se aplicam ao mesmo. A ferramenta GUTI é composta pelos parâmetros Gravidade, Urgência e Tendência, e algumas versões mais modernas também contemplam o Investimento necessário. O parâmetro gravidade tornaria difícil o julgamento, em um fluxo com diversos tipos de problemas (tempos altos, estoques altos, diversas perdas). Além disso, quanto à Urgência, não há problema contra lei ou que estejam impedindo a produção operar, são apenas desperdícios no processo. Além disto, a avaliação da Tendência do potencial problema levaria ao estudo de possível sobrecarregamento das linhas, mas isto está longe de acontecer devido à

possibilidade de estabelecer mais um turno de trabalho (noturno). Por estes motivos, a aplicação da matriz Esforço *versus* Impacto se adéqua melhor à situação aqui considerada.

Com base nesta ferramenta, obtém-se o Quadro 5.1, que apresenta as notas e as justificativas para cada avaliação de esforço e/ou impacto.

MATRIZ CAUSA & EFEITO							
10 - 9 - 8: Forte Correlação		7 - 6 - 5 - 4: Média Correlação		3 - 2 - 1: Baixa Correlação		0: Não há correlação	
Índice de Importância		9	7	7	TOTAL	Esforço de Eliminação da Variável de Entrada	Comentário
X's do Processo		Estoque parado	Tempo do Processo	Lead Time			
OPM1	Reduzir estoque inicial de insumos entre Recebimento e Análise	10	8	8	8,8	10	Apresenta melhor impacto por atacar o ponto mais crítico de todo o fluxo. Porém sua implementação e sua avaliação é muito difícil em razão da cultura na empresa e falta de dados para um estudo aprofundado.
OPM2	Reduzir tamanho das campanhas no <i>Fluid Bed</i> (Granulação)	6	3	5	4,8	10	A redução do tamanho das campanhas tem relação direta com redução de estoque e <i>lead time</i> do processo. O esforço é alto pois o investimento para melhoria do <i>setup</i> é alto em razão da necessidade de nova tubulação de água e detergente, além de mudança no <i>software</i> de lavagem atual.
OPM3	Reduzir estoque entre Granulação e outros processos flexibilizando a produção	9	2	6	6,0	7	Tem relação direta com atender quando o cliente precisar. Porém sua aplicação é difícil em relação à mentalidade da empresa e a dificuldade em coordenar as ações da programação de produção da fábrica.
OPM4	Reduzir estoque entre Granulação e Compressão e entre Compressão e Embalagem	8	3	7	6,2	2	Tem grande impacto no processo por permitir a gestão visual do estoque. Implementação mais fácil, mas deve haver conscientização dos operadores.
OPM5	Reduzir tempo de ciclo da embalagem	6	10	4	6,6	2	Tem relação direta com o estoque criado nos processos antes, e por isto atacar este processo é necessário.
OPM6	Reduzir tempo de ciclo da embalagem e aumentar eficiência	6	10	4	6,6	3	Tem relação direta com o estoque criado nos processos antes, e por isto atacar este processo é necessário.

Quadro 5.1 - Quadro com avaliação Esforço x Impacto

Cruzando as informações levantadas na matriz Esforço *versus* Impacto, tem-se o gráfico apresentado na Figura 5.7, obtido do *Minitab*.

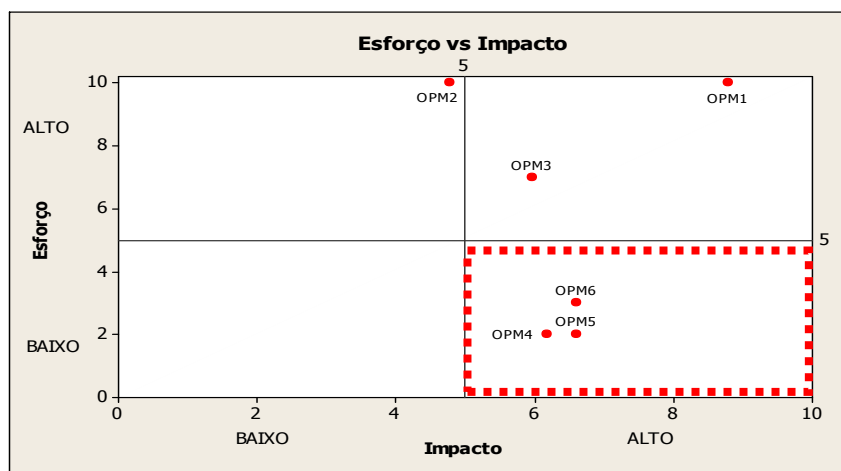


Figura 5.7 - Gráfico cruzado entre esforço e impacto

6 FASE MELHORAR: DESENVOLVIMENTO DE MELHORIAS

6.1 Redução do *lead time*

O propósito da técnica do MFV é fazer com que o fluxo flua sem paradas, esperas ou filas, fazendo com que a remuneração pelo serviço venha mais rápido, com *lead time* menor. Analisando a composição do mapa do fluxo e valor do estado atual traçado, percebe-se que há interrupções no processo, principalmente no recebimento de matérias primas, que evidencia o desperdício por excesso de estoque (50% das atividades que não agregam valor). A composição do tempo em que há agregação de valor com o tempo que não há, evidencia que há muito que melhorar no fluxo, como mostra a Figura 6.1. Portanto, trabalhar a redução dos estoques traçados na fase de análise será um dos pontos deste trabalho. As atividades que são necessárias, porém não agregam valor, são aquelas exigidas pela ANVISA, isto é, a Análise e Liberação Final.

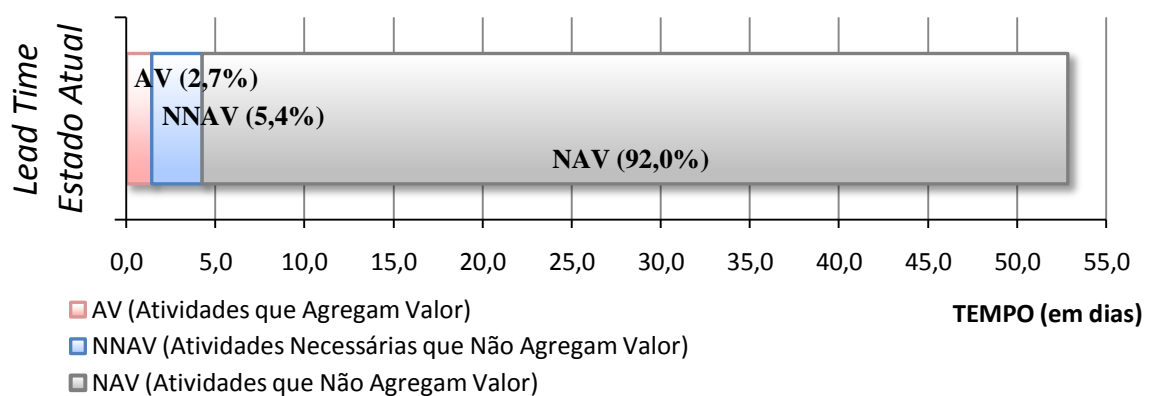


Figura 6.1 - Composição do *lead time* do mapa do fluxo de valor do estado atual

É devido a este alto nível percentual das atividades que não agregam valor na composição do *lead time* atual que se faz necessária a aplicação de melhorias que tenham impacto no fluxo com baixo esforço, os denominados ganhos rápidos. Dentre estas ações está a criação de uma adaptação do *kanban*/supermercado para controlar o WIP 2 e WIP 3, a OPM 4, a melhoria das condições de trabalho na linha (gerenciamento visual) e criação de procedimentos de *setup*, a OPM 5, e a melhoria da confiabilidade através de dispositivos para minimizar o retrabalho na encaixotadeira, a OPM 6. Estas três OPMs são tratadas a seguir.

6.1.1 OPM 4: Reduzir estoque entre Granulação e Compressão e entre Compressão e Embalagem

Hoje, em razão do longo tempo de processo na embalagem do Anador, percebe-se que há acúmulo de estoque das etapas da Granulação para Compressão e da Compressão para a Embalagem. Este fato se deve hoje, parte ao grande tempo de demora no embalo de um lote e parte à produção em campanhas, que empurra lotes fluxo abaixo, que não são consumidos na mesma velocidade em que são empurrados. Isto resulta em uma fila e no excesso de estoque, fato percebido através das análises dos WIP (*Work In Process*) entre processos.

Para delimitar este estoque, seria ideal que a Embalagem fosse o processo puxador enquanto os outros funcionariam em função dele (a embalagem puxaria a Compressão e Granulação, e esta última por sua vez puxaria a Pesagem).

No entanto, em razão das campanhas e do longo tempo de *setup* e campanha dos produtos concorrentes, esta implementação fica dificultada.

Todavia, vamos analisar a situação do estoque necessário para suprimento da demanda, considerando a demanda atual hoje.

Para o cálculo do estoque que deve haver antes da Embalagem, é necessário estipularmos de quanto em quanto tempo a Compressão deve suprir o estoque para que não haja excesso entre Compressão e Embalagem.

O tempo de processo encontrado para a Compressão foi de 4,3 horas/lote (4,1 horas de T/C somadas aos 10 minutos de limpeza da sala entre lotes), como é mostrado no gráfico da Figura 8.15 do APÊNDICE A. Porém, a demanda média diária é de 1,6 lotes (aproximadamente 2 lotes/dia) e, portanto, como o TP (tempo de processo) da Compressão e o desvio padrão de 0,8 horas foram encontrados para um lote. Como a demanda aproximada é de 2 lotes, devem ser encontradas a soma dos desvios padrão e a soma das médias, baseados nos conceitos da estatística básica.

$$S_{LTR} = \sqrt{\sigma_{processo}^2 + \sigma_{processo}^2} \cong \sqrt{0,8^2 + 0,8^2} = 1,2 \text{ horas} \text{ e } \bar{X}_{LTR} = \bar{x}_{processo} + \bar{x}_{processo} \cong 4,3 + 4,3 = 8,6 \text{ horas}$$

Chegamos então na Tabela 6.1, com as informações do processo.

Tabela 6.1 - Dados para cálculo do estoque de segurança

FS (99 %) =	2,325
D =	1,6 lotes/dia (equivale a 0,1 lotes/hora - <i>takt time</i>)
\bar{X}_{LTR}	8,6 horas
S_{LTR}	1,2 horas

O nível de segurança admitido foi de 99%, que segundo a área de programação e controle da fábrica é mais do que suficiente para garantia de confiabilidade do fluxo como um todo. Utilizando a equação (1) apresentada no APÊNDICE B, que diz respeito aos fundamentos teóricos da gestão de estoques, chegamos ao estoque de segurança de 1 lote entre a Compressão e Embalagem.

$$E_{seg} = FS \times S_{LTR} \times D = 2,325 \times 1,2 \text{ horas} \times 0,1 \text{ lotes/hora} = 0,279 \text{ lotes} \sim 1 \text{ lote}$$

Como este nível de estoque de segurança somado ao pedido diário de aproximadamente 2 lotes, chegamos ao estoque necessário de 3 lotes para que o processo abasteça as necessidades do cliente sem excesso de estoque. Todavia, ainda é necessário calcular o ponto de ressuprimento. Este seria quando se atingisse o nível de 2 lotes (com base na equação (2) do APÊNDICE B).

$$PR = D \times \bar{X}_{LTR} + E_{seg} = 0,1 \text{ lotes/hora} \times 8,6 \text{ horas} + 0,279 \text{ lotes} = 1,1 \text{ lotes} \sim 2 \text{ lotes}$$

No entanto, os equipamentos anteriores à Compressão não são dedicados (Granulação e Pesagem), e quando em outras campanhas, se reduzido o nível de estoque como proposto neste estudo, pode haver falta de lotes para embalar no momento em que estes estejam trabalhando em outras campanhas de produtos conflitantes. Desta maneira deve haver um estoque suficiente entre Granulação e Compressão quando a Granulação estiver em campanha, para garantir que não falem *bins* de 1700 litros para a Compressão. Para evitar este problema, verificar-se-á o tempo máximo em que o processo de Granulação não fica disponível para produzir o Anador para Compressão. Se estiver no início desta campanha (de um produto concorrente), a programação poderá ser mudada para Anador após ela, e ainda

assim, não faltarão comprimidos, pois este tempo foi estudado e garante que não faltem lotes à Compressão.

Com base no estudo feito para a Granulação (Tabela 8.7 e 8.8 do APÊNDICE A, referentes ao cálculo da disponibilidade da Granulação para Anador), chegamos aos seguintes tempos máximos de não disponibilidade dos processos anteriores, como na Tabela 6.2. A pesagem não foi considerada por já apresentar menor tempo de processo e de *setup* que a Granulação (ver Figuras 8.11 e 8.13 do APÊNDICE A). Nota-se que a campanha de Buscopan é a mais demorada (a campanha de Butazona leva menos tempo), e, portanto, será a utilizada no estudo (situação mais crítica de espera entre campanhas de Anador).

Tabela 6.2 - Informações para cálculo do tempo máximo de espera entre campanhas de Anador, quando há uso compartilhado de equipamentos

Demanda Mensal	Tempo Máximo de <i>Lead time</i> da Campanha (com <i>Setup</i>) – em Horas	Tempo por campanha – em horas	Desvio Padrão por campanha – em horas	Tempo de processo por Lote – em horas	Desvio padrão do tempo de Processo por lote – em horas	Horas de <i>Setup</i>	Lotes por campanha
Buscopan	54,1	44,5	1,6	8,9	0,8	8,0	5
Butazona	38,3	28,3	2,0	7,1	1,0	8,0	4

Dado que no processo subsequente à Compressão a velocidade de consumo é de 10,56 horas com 1,2 horas de *setup* entre lotes (tempos de processo da Embalagem, como apresentado na Figura 8.17 do APÊNDICE A), podemos dimensionar quanto tempo durará este estoque em termos de lotes necessários à Embalagem, e este valor será somado ao estoque necessário sem arredondamento que foi encontrado na Compressão (apesar de ter arredondado o valor do estoque necessário na Compressão para 3 lotes, o WIP 3, consideraremos para o cálculo do WIP 2 o valor de 1,879 lotes, que corresponde à soma das parcelas 0,279 lotes e 1,6 lotes. Isto será feito devido a este estudo corresponder ao estoque após o processo da Granulação e Secagem, que já será maior devido às campanhas e a não disponibilidade do equipamento todo o tempo, e desta maneira, para permitir que este estoque seja o menor possível, não estamos arredondando os valores nas etapas de cálculo, mas somente o valor final encontrado. Assim encontramos a redução máxima do WIP 2).

Abaixo encontramos o estoque necessário para suprir o tempo de campanha de Buscopan, em razão do consumo no processo puxador, a Embalagem.

Estoque necessário(campanha)_{seg}

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tempo não disponível para produção de Anador na Granulação} \\
 &\div \text{Tempo de Processo da Embalagem (Tempo de consumo dos lotes)} \\
 &= 54,1 \text{ horas} \div (10,56 + 1,20) \text{ horas/ lote} = 4,6 \text{ lotes}
 \end{aligned}$$

Portanto o nível de estoque necessário quando não estiver ocorrendo campanha de Anador é de aproximadamente 7 lotes (4,6 lotes somados aos 1,6 lotes da demanda média diária e ao 0,279 lotes do estoque de segurança da Compressão).

Para regular esta situação, foi elaborado uma espécie de *Kanban* adaptado, por não funcionar exatamente como um *kanban* convencional, mas que auxilia na gestão visual e racional do estoque entre processos e, desta maneira, os operadores percebem quando estão processando mais do que o necessário.

A opção pela não utilização de um *Kanban* convencional se deve ao fato de que o *kanban* se aplica geralmente à peças ou à componentes, o que não é o caso aqui, por se tratar de um *bin* que leva o granel de Anador, e vai e volta dentro dos processos entre Granulação e Embalagem, assim que é esvaziado, e principalmente à não existência de uma cultura *lean* dentre os operadores, pois o sistema com o uso de cartões poderia se tornar confuso dentro da produção. Outro ponto considerado é que um *kanban* convencional não possibilitaria um claro entendimento da situação da campanha. A explicação detalhada do funcionamento deste *kanban* adaptado e destes pontos encontram-se no APÊNDICE C.

O *Kanban* adaptado é composto de duas partes como representada pela Figura 6.2:

1. A primeira parte diz respeito aos lotes que foram processados na Granulação e Secagem (sigla FB/HSM, de *Fluid Bed* e *High Shear Mix*, respectivamente) e admite um máximo de 7 lotes (estoque máximo estudado para a situação em campanhas). Quando estiver ao fim de uma série de campanhas de Anador, dever-se-á acumular o máximo de 7 lotes (7 espaços para os lotes), que serão consumidos gradativamente na Compressão. Esta primeira parte mantém um pulmão de 4 lotes ao invés de 3 como na Compressão, devido ao seu tempo de processo ser maior do que na Compressão (5,4 horas ante 4,3 horas na compressão), e isto foi considerado no desenvolvimento do quadro para maior confiabilidade do processo;

2. A segunda parte representa o nível de estoque entre Compressão e Embalagem e foi idealizado com 3 lotes na parte verde, por corresponder à demanda de 1,6 lotes (aproximadamente 2 lotes) somado ao estoque de segurança encontrado de 0,279 lote (aproximadamente 1 lote). Também apresenta o espaço para 7 lotes, mas que só deverá ser totalmente ocupado em caso de emergência ou necessidade de maior processamento (por exemplo: picos de demanda de um outro produto; necessidade do uso do operador em outro processo; remanejado de acordo com ordens da supervisão). O pulmão de até sete lotes deve ser formado na Granulação e Secagem (centro de produção não dedicado) e consumido na Compressão (dedicado). Ou seja, o acúmulo deve somente ser feito da Granulação para Compressão e evitado entre Compressão e Embalagem.

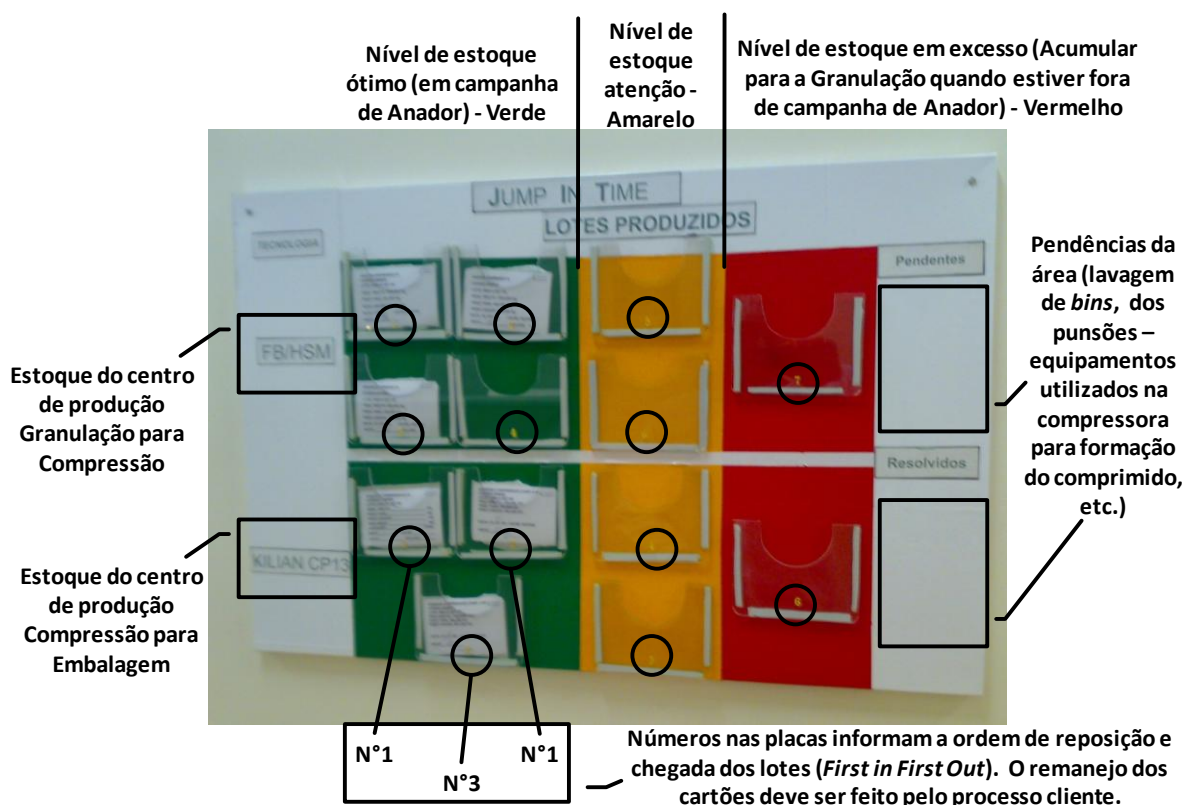


Figura 6.2 – Kanban/supermercado adaptado desenvolvido para o gerenciamento visual do estoque

Os operadores foram treinados neste *Kanban* adaptado, que é uma novidade na fábrica, por ser o primeiro, em termos de gestão de estoque na produção. Por isto eles estão cientes que somente acumulam lotes quando em situação de uso compartilhado de equipamentos. Quem puxa a produção da Compressão agora é a Embalagem, que remaneja os cartões no quadro, localizado próximo ao Estoque 3 (veja mapafluxograma da Figura 4.1 no

quarto capítulo) e também fica próximo à Compressão. Sempre é o cliente que remaneja os cartões (no caso do *Fluid Bed/High Shear Mix* é a Compressão).

As Figuras 6.3 e 6.4 representam o comportamento dos estoques de Anador na situação quando estiver ocorrendo a produção em campanhas e na situação quando estiver fora de campanha, respectivamente.

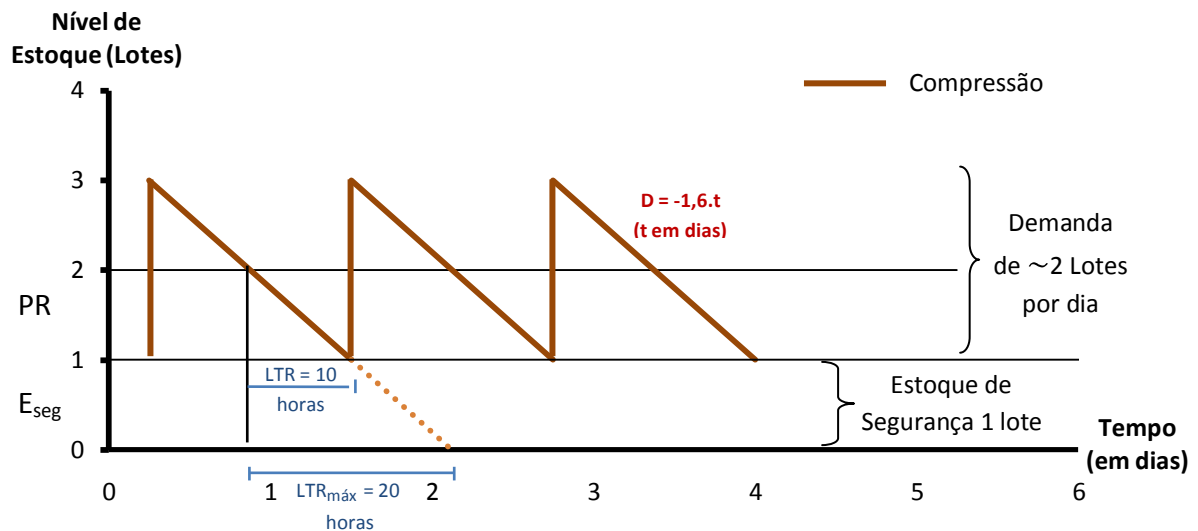


Figura 6.3 - Estoque proposto em campanha de Anador

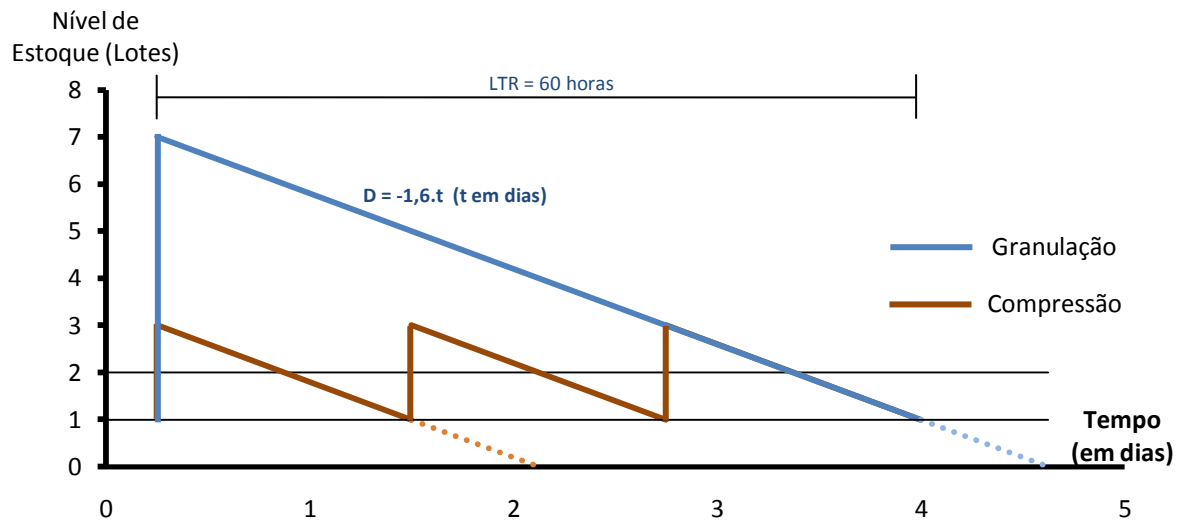


Figura 6.4 -Estoque proposto fora de campanha (deve ser acumulado ao fim de uma série de campanhas de Anador)

6.1.2 OPM 5: Reduzir tempo de ciclo da Embalagem

O tempo de processo na Embalagem é o único acima do *takt time*, e até por isto, trabalha com horas extras em turno estendido. É necessário melhorar a eficiência deste centro de produção, dado ao baixo valor de seu OEE e sua composição.

O trabalho para reduzir este tempo foi feito em três etapas como seguem: Melhoria da sinalização na linha de Embalagem através dos cinco S's e do gerenciamento visual; estudo do *setup* parcial; e estudo do *setup* completo.

6.1.2.1 Gerenciamento visual e 5S na linha de Embalagem

A linha não possuía nenhuma forma de gerenciamento visual, sinalização e separação das ferramentas e itens mais utilizados, deixando-os mais próximos do seu local de uso, questões fundamentais em ambientes dinâmicos tal como é a Embalagem. A indústria farmacêutica não possui o hábito de sinalizar através de diversas cores as diferentes etapas do processo, ou até, as indicações textuais na linha. A aplicação de ferramentas como 5S e gerenciamento visual proporcionam portanto uma grande oportunidade de melhoria para Embalagem, por melhorar a organização do time da linha e contribuir para motivá-lo com a preocupação demonstrada pela supervisão.

As melhorias foram estabelecidas em evento *Kaizen* realizado na linha, e contou com um time de implementação das melhorias. O primeiro ponto foi delimitar as áreas dos lixos, dos paletes e das mesas onde é feito o retrabalho (separação de blísteres descartados na linha). Estas mudanças são evidenciadas na Figura 6.5.

Esta identificação contou com a colaboração de todos envolvidos no evento *Kaizen*. A confecção de mesas com suporte e possibilidade de identificação com adesivos de diversas cores e delimitação no chão, torna o trabalho mais ágil e de fácil identificação, tanto para os operadores, quanto para os analistas que retiram as amostras durante o processo. Também foram confeccionadas mesas, que antes não existiam, fazendo com que os operadores

preenchessem os documentos necessários à norma GMP longe de sua posição de trabalho na linha de Embalagem (realizado pelo operador especializado da linha, uma função diferenciada dada ao operador que possui mais conhecimento sobre ela e possui treinamento para realizar inspeção de validação de limpeza da mesma). Estas mesas também viabilizaram a melhor organização dos itens utilizados durante o processo.



Figura 6.5 - Utilização de 5S na linha Bosch

Outro ponto notado durante o evento *Kaizen* foi a necessidade de tornar mais próxima a reposição de cartuchos e bulas, que anteriormente ficavam acumulados no lado oposto da linha. O antigo processo de reposição era bastante complicado, pois as caixas dos fornecedores que continham os cartuchos e bulas tinham de ser buscadas por meio de um carrinho no outro lado da linha para reposição, e eram reabastecidos nos pontos indicados pelas setas vermelhas da Figura 6.6.

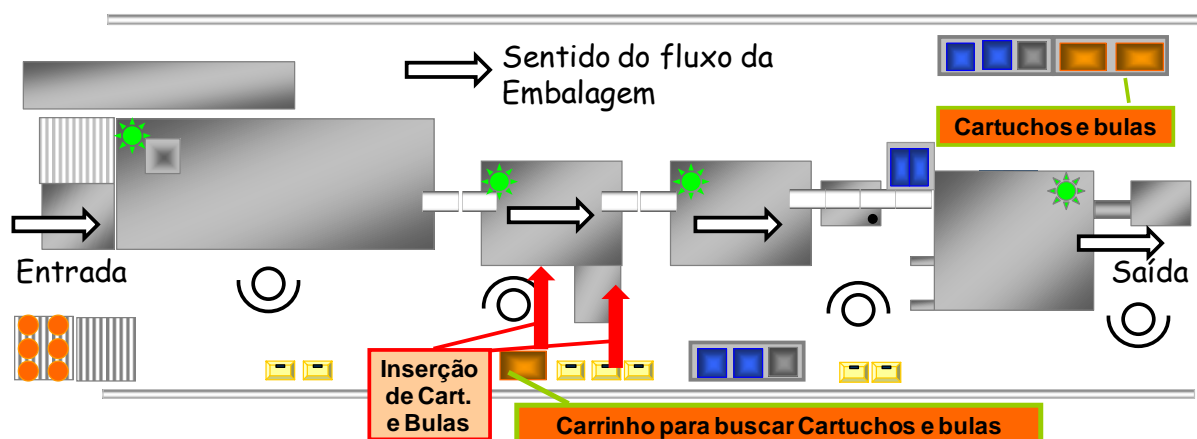


Figura 6.6 - Disposição antiga dos cartuchos e bulas e local de inserção

A inserção ficava muito distante do local onde os cartuchos e bulas seriam usados, também em razão do espaço estreito do corredor do lado onde ficam os operadores. No entanto, a busca por cartuchos e bulas gera desatenção no processo e desperdício de tempo por transporte, realizado através do carrinho exposto na Figura 6.7. A disposição de caixas inadequada acima dos lixos inviabilizava o acesso aos mesmos, como ilustrado na Figura 6.7. Outro fato pertinente às questões ergonômicas dos trabalhadores é que, algumas vezes, os operadores elevavam as caixas de cartuchos e bulas e as passavam por cima da linha, realizando um esforço desnecessário, que até poderia provocar um acidente na linha.

**Carrinho para buscar
cartuchos e bulas**



**Disposição inadequada das
bulas em cima dos lixos**



**Disposição dos materiais do
lado oposto da linha**



Figura 6.7 - Disposição dos materiais problemática antes da aplicação do 5S

Para racionalizar o fluxo de materiais na linha, evitando acidentes ou transporte desnecessário na busca de materiais, foram confeccionados mesas e suportes como apresentados na Figura 6.8, os quais são abastecidos no *setup* parcial realizado na linha, e desta maneira, possibilitam que mais atenção seja dedicada à máquina para redução de perdas de velocidade na linha (pequenas paradas).

**Mesa para suporte de
bulas**



**Suporte para caixas de
cartucho**



**Limite máximo de
empilhamento
das caixas de cartucho**



Figura 6.8 – Local para disposição de materiais após aplicação de 5S

Também foi confeccionado um carrinho que possibilita o acúmulo das caixas de papelão que protegem os cartuchos e bulas, para seu futuro descarte de maneira organizada. Anteriormente eles eram dispostos em cima da gaiola (que pode ser observada próxima aos lixos na Figura 6.5) obstruindo o acesso às ferramentas dentro da mesma. Esta sim, por não ter a mesma frequência de uso, foi colocada na parte oposta da linha (parte de trás). A Figura 6.9 apresenta o carrinho de acúmulo de caixas de papelão.



Figura 6.9 - Carrinho para acúmulo de caixas de papelão que serão futuramente descartadas

Por fim, o último trabalho de gerenciamento visual aplicado na linha foi a identificação através de cores (verde é “liberado”, vermelho é “descarte” ou “incineração” e amarelo é “revisão”) dos lixos e descartes de cartuchos por balança, ausência de bula, rasura e bolha vazia (ausência de comprimido no blíster) que ocorrem durante o processo. A descrição visual dos pontos na linha pode ser vista no APÊNDICE D, e os adesivos são mostrados na Figura 6.10.



Figura 6.10 - Identificação "estilo semáforo" da linha *Bosch*

Este processo separa o descarte da encaixotadeira (produto bom e, portanto, verde) de outros descartes (de balança, por exemplo, onde é preciso ver se há blísteres sem comprimidos, ou bulas a mais, entre outros fatores que precisam de revisão). O fluxo possibilita a separação dos blísteres bons, daqueles que precisam ser revisados, e daqueles que precisam ser descartados. Um blíster bom pode voltar ao processo através de um equipamento

denotado na indústria como “GUK” (acumulador de blísteres que os repõe em processo, quando houve alguma falha e não há blíster na calha). Desta maneira o trabalho já realizado pelos operadores fica muito mais visual, minimizando erros, que futuramente geram retrabalhos (situações em que a Liberação Final encontra em sua amostragem produtos sem qualidade).

6.1.2.2 Melhoria do setup parcial

O *setup* parcial é aquele que ocorre entre lotes de uma mesma apresentação de produto, e desta maneira, é mais simples por não ter troca de formatos na máquina. Também é o mais freqüente, devido à sua ocorrência a cada lote embalado, e por este motivo, também foi somado ao tempo de ciclo, para obtenção do tempo de processo, como exibido no mapa do fluxo do estado atual (Figura 4.2). A linha conta hoje com quatro operadores, que trabalham em diferentes setores da máquina: o primeiro na formação de blísteres; o segundo (o especializado) que tem maior conhecimento da linha cuida do encartuchamento e documentação; o terceiro ajuda o especializado e cuida da balança e dos outros testes de leitura na máquina; e o quarto e último cuida da encaixotadeira, que posiciona os cartuchos em caixas-padrão.

Como todos têm papel ativo no *setup*, este foi mapeado durante um evento *Kaizen* realizado na linha, onde cada colaborador envolvido no evento ficou responsável por observar um operador no mapeamento.

Este *setup* acompanhado está representado no Quadro 8.3 do APÊNDICE F, onde as atividades em vermelho representam atraso, retrabalho ou possibilidade de execução como externo, e as azuis são as que não se enquadram nesta classificação. Com base neste acompanhamento foi percebido que não há um procedimento formal adotado pelos operadores durante o *setup*, que decidem o que fazer no decorrer do trabalho. Desta maneira, não há atividades específicas de cada operador e o trabalho não é padronizado, o que pode aumentar o tempo de *setup*. Para melhorar esta aparente causa do *setup* mais lento, foi utilizada a ferramenta do gráfico de atividades múltiplas (ver descrição no APÊNDICE E), por permitir olhar no tempo a inter-relação das atividades exercidas pelos operadores, além de possibilitar

o mapeamento de quem faz o que, para definir então um procedimento de trabalho mais racional. Antes de realizar este estudo é necessário mapear as atividades, como também, sua duração, suas particularidades e precedências, como apresentado na Tabela 6.3. Um ponto a citar é que apenas o Especialista pode fazer a liberação da linha vazia e, quem faz liberação, não pode limpar a linha com ar comprimido. A Tabela 6.3 também indica o que é possível ser feito externamente, para redução do *setup*, como propõe Shingo (1985).

Tabela 6.3 – Tabela das atividades do *setup* parcial da linha *Bosch* mapeado (Continua)

Seqüência	Atividades	Duração	Operador	Atividade poderia ser executada externamente?	Precedentes
1	Quebra de lacres dos lixos na linha	4 minutos	Especializado	Não, os lacres só devem ser quebrados ao final do lote	Após término do lote
2	Retirada de lixo/refugo	7 minutos	Operador 1	Não	Após passagem do retrabalho
3	Abertura das partes da linha	6 minutos	Operador 2	Sim. A abertura da blistadeira pode ocorrer enquanto ocorre retrabalho nas outras partes, resultando em uma breve economia	Após término do processo (partes podem ser tratadas individualmente)
4	Limpeza da linha com ar comprimido	8 minutos	Operador 2	Não, a limpeza só pode ser feita com a linha parada, mas a linha pode ser dividida em setores	3
5	Buscar água purificada (PW), água quente e álcool	3 minutos	Operador 3	Sim, o operador pode buscar antes do término do lote	-
6	Limpeza da linha com água purificada (PW), água quente e álcool	8 minutos	Especializado	Não	5;4
7	Chamar <i>Side</i> (terceiros da limpeza)	2 minutos	Operador 3	Não	2
8	Limpeza (varrer) da linha por terceiros (<i>Side</i>)	5 minutos	Terceiro	Não	7;2
9	Troca de tipo da blistadeira	5 minutos	Operador 2	Não	3;4
10	Troca de tipo da encartuchadeira	5 minutos	Operador 2	Não	3;4
11	Troca de tipo da encaixotadeira	5 minutos	Operador 2	Não	3
12	Conferência do carimbo nos blísteres	4 minutos	Especializado	Não	9
13	Conferência do carimbo do lote no cartucho	4 minutos	Especializado	Não	10
14	Liberação da linha vazia pelo especializado	13 minutos	Especializado	Não	4;6;8;9;10;11
15	Buscar e conferir granel	8 minutos	Operador 3	Sim, esta busca pode ser adiantada, mas como o depósito de granel é em frente à linha, não é ponto crítico (mesmo que fosse pego antes, deveria ficar em algum lugar fora da linha)	-

Tabela 6.3 – Tabela das atividades do *setup* parcial da linha *Bosch* mapeado (Conclusão)

Seqüência	Atividades	Duração	Operador	Atividade poderia ser executada externamente?	Precedentes
16	Buscar cartuchos e bulas para preenchimento da linha	10 minutos	Operador 3	Sim, e deve ser <i>setup</i> externo por ser mais demorada	-
17	Buscar PVC e laminado	5 minutos	Operador 1	Sim, e deve ser <i>setup</i> externo por ser mais demorada	-
18	Preencher registro de limpeza	12 minutos	Operador 2	Sim. O registro pode ser preenchido antes e somente assinado pelos responsáveis durante o processo	4;6;14
19	Preenchimento da linha	11 minutos	Operador 1	Não, a linha deve ser liberada antes pelo Especializado	14
20	Chamar inspetor da qualidade	4 minutos	Operador 3	Não, ele deve ser chamado com a linha cheia	19
21	Liberação da linha Cheia (pelo inspetor da qualidade)	12 minutos	Inspetor da qualidade	Não	19;20
22	Visto no registro de limpeza (pelo inspetor)	2 minutos	Inspetor da qualidade	Não	21
23	Colocação dos registros de limpeza na linha	5 minutos	Operador 2	Não	22
24	Colocação de novos lixos e lacres	8 minutos	Operador 1	Não	2

Para melhorar o *setup* parcial da linha, foi necessário identificar as atividades que podem ser feitas como *setup* externo e as atividades que realmente são predecessoras umas das outras (por exemplo, poderia iniciar a limpeza da blistadeira, enquanto estiver embalando e encaixotando o fim de um lote ou o retrabalho). Outro ponto é dividir atividades complexas, como a abertura da máquina inteira, em mais de uma atividade, para que algumas precedências sejam minizadas (por exemplo, faço a abertura de todas as máquinas individualmente, para agilizar o trabalho dos outros operadores naquela parte específica da máquina).

As candidatas à execução em paralelo com a Embalagem (*setup* externo) são:

1. Busca dos materiais de embalagem antecipadamente (PVC, laminado, bulas, cartuchos e caixas padrão): é fundamental trazer estes materiais para perto da linha antes do *setup* iniciar, evitando perdas de tempo com a procura destes materiais

(ficam em uma sala no final da Embalagem de líquidos). Esta atividade foi possibilitada por meio do seguinte procedimento:

- Solicitar uma hora antes os materiais de embalagem, que serão trazidos do local onde ficam (final da Embalagem de líquidos) e são colocados em frente à linha (devido à norma GMP, que cita que nenhum material do próximo lote deve permanecer na linha de produção antes do encerramento do lote em processo). Desta maneira, estes materiais são dispostos em frente à linha e são devidamente identificados conforme Figura 6.11.



Figura 6.11 – Colocação do material de Embalagem do próximo lote de maneira segregada e identificada

2. Buscar água purifica (PW), água quente e álcool imediatamente antes do início do *setup*: apesar de poder ser executada como *setup* externo, não é uma das atividades críticas do *setup* e em razão do tempo disponível de alguns operadores durante o *setup*, pode ser executada durante o mesmo. Além disto, a temperatura da água quente por mais tempo permite uma limpeza mais eficaz;
3. Preenchimento do registro de limpeza: Os registros de limpeza são preenchidos em quatro vias, e presos em locais específicos da linha, como exibido na Figura 6.12. Existem espaços para vistos de quem efetivamente limpou com ar comprimido cada local (blistadeira e encartuchadeira), além dos vistos do especializado que liberou a linha e do inspetor da qualidade. O documento pode ter seu preenchimento adiantado, deixando em branco só o espaço para os vistos;
4. Postergar o fechamento da documentação (referente à baixa do lote anterior): A norma GMP RDC 210 estabelece ser necessário ao fim da produção constar na documentação do lote: os testes e amostras realizados durante o processo (controle em processo); perdas de materiais ocorridas durante o processo; quantidade

produzida (em cartuchos e em paletes); a quantidade de material de embalagem utilizado, uma amostra física deste material e seu lote, para registro de qual lote de material foi utilizado em qual lote de produção (Embalagem). No processo atual, o preenchimento da documentação ocorre durante o *setup*, mas isto só continuará em momentos no qual o especializado ou Operador 2 estiverem em espera, devendo ser completado até o início do processo subsequente;

5. Materiais para devolução: de modo análogo ao procedimento anterior mesma maneira os materiais para devolução devem ser dispostos ao final da linha e devolvidos se houver tempo ao final do *setup*, e caso contrário, até o início do próximo lote.



Figura 6.12 - Registro de limpeza da linha Bosch

Por fim, percebe-se que algumas das atividades podem ser separadas e executadas como se fossem duas atividades diferentes. Dentre elas estão:

- 1) Permissão da limpeza da blistadeira enquanto ocorre retrabalho e processamento no final da linha (encartuchadeira e encaixotadeira). Assim, teríamos o ganho de já poder abrir a blistadeira e executar sua limpeza com ar comprimido paralelamente à resolução do retrabalho. A Figura 6.13 exibe a limpeza de maneira parcial das etapas do processo.
- 2) Liberação da linha vazia: a liberação da linha vazia acaba sendo atividade precedente para preenchimento da mesma com granel, bulas e cartuchos. Desta maneira é interessante separar a liberação da linha vazia em duas partes: a liberação da blistadeira vazia e a liberação da encartuchadeira e encaixotadeira vazia. O objetivo desta separação é permitir, ao liberar a blistadeira, o preenchimento de granel na linha, que é demorado em razão de o mesmo ser executado através de um braço

mecânico que vira o tonel em uma esteira com elevador, que leva os comprimidos de Anador para o funil existente na blistadeira. Apesar de este processo parecer ser propício a alguma forma de contaminação, ele não é, uma vez que as partes da linha de Embalagem são bem isoladas uma das outras e podem ter o ar comprimido só naquela parte. A intenção é permitir a aprovação de parte da máquina que já está pronta mais rapidamente.

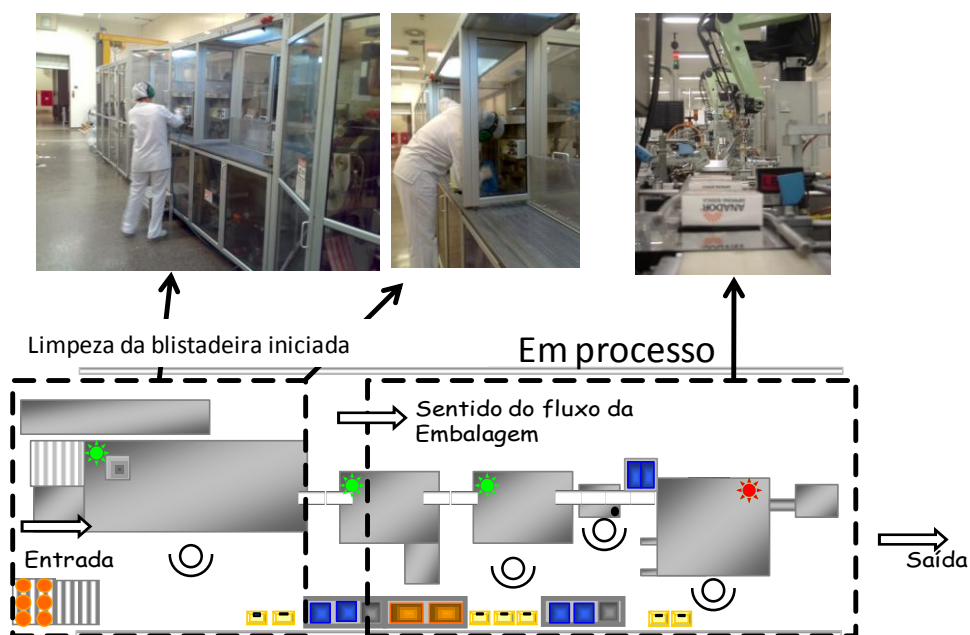


Figura 6.13 - Início da limpeza no *setup* parcial

Traçados estes pontos de oportunidade no *setup* parcial, partimos para a definição do gráfico de atividades múltiplas de um processo de *setup* parcial melhorado. Para traçá-lo houve uma reunião com o Especializado da linha, que ajudou a enumerar todas as situações, cooperando no desenho do gráfico de atividades do novo processo, o qual é apresentado no Quadro 8.4 do APÊNDICE F.

Outro ponto para aplicação do *setup* rápido é a necessidade de melhorar as atividades de *setup* interno. Como a atividade de liberação da linha corresponde a 24 minutos do *setup* mapeado (soma do tempo de liberação pelo Especializado e do tempo da liberação pelo inspetor da qualidade, como pode ser observado no Quadro 8.3 do APÊNDICE F), foi implantado um esquema já aplicado em outras linhas do departamento de sólidos. Neste esquema, setas indicam os locais nos quais há maior possibilidade de acúmulo de resíduos e dejetos (pedaços de cartucho ou comprimidos). Deste modo, o especialista e inspetor da qualidade podem executar a tarefa de liberação de maneira mais rápida, se atentando aos

pontos indicados. A Figura 6.14 apresenta esta melhoria aplicada na linha. Com esta melhoria estima-se uma redução de tempo de 12 minutos para 8 minutos.

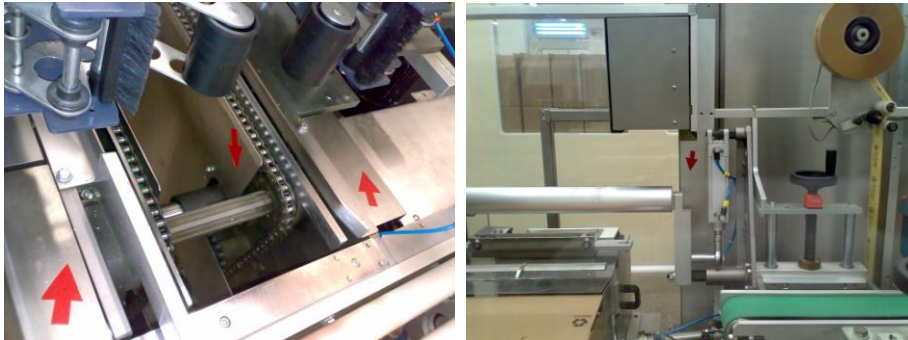


Figura 6.14 - Setas para facilitar a identificação dos locais de deposição de resíduos

O último passo proposto nesta melhoria do *setup* parcial diz respeito à utilização de *checklist*, com objetivo de auxiliar o desenvolvimento do processo de troca de produto, principalmente no cumprimento das atividades por cada operador. Normalmente o *checklist* é uma folha onde há uma checagem dos pontos que deve m ser seguidos. Com a finalidade de evitar que haja mais um documento que exige a atenção e preenchimento pelos operadores, adotou-se outro tipo de checagem funcional: cartões de atividades. Para cada operador foi feito um cartão com a ordem cronológica das atividades, como também, os pontos no quais ele deve parar e verificar se o outro operador já cumpriu suas tarefas. A intenção é tornar o fluxo bastante acessível aos operadores, que receberam os cartões cortados e plastificados, guardando-os no bolso, e acredita-se, que com o tempo, o procedimento a ser seguido seja plenamente assimilado na rotina do operador. Os cartões fornecidos aos operadores são apresentados na Figura 8.29 do APÊNDICE F.

6.1.2.3 Melhoria do *setup* completo

Este *setup* completo é bem menos freqüente que o parcial, até porque a área de PCP procura estabelecer campanhas no mês de um produto e depois do outro. Por este motivo a freqüência deste *setup* é bem menor, mas nem por isto ele é menos importante. Sua ocorrência é de no máximo 2 vezes ao mês (a média é de 1 vez ao mês), devido ao critério de programação do PCP de minimizar as execuções de *setup* do tipo completo. No entanto,

mesmo com a baixa frequência, ela toma um tempo demasiado grande da produção em razão da necessidade de troca dos braços mecânicos e outras peças menores.

Hoje o *setup* completo na linha *Bosch*, realizado pelos operadores, poderia ser descrito como sendo o *setup* parcial, com a troca dos cartuchos e caixas padrão, mudanças na encaixotadeira e uma limpeza mais profunda da esteira do elevador que leva o granel ao funil da blistadeira, exibida na Figura 6.15. A outra parte do *setup* completo, com a troca dos braços mecânicos e calhas, não é feita pelos operadores, mas sim pelos manutentores da fábrica. Como são as mudanças nos braços mecânicos que levam mais tempo, e como também, as atividades do *setup* parcial já foram tratadas, na subseção anterior (6.1.2.2). A análise do *setup* completo se restringirá às melhorias visando o ajuste mais rápido e funcional, por meio de propostas que tornem o trabalho dos manutentores (e do operador 3 no ajuste da encaixotadeira), principais responsáveis por este *setup*, mais fácil.



Figura 6.15 - Limpeza da esteira do elevador

Para isto foi realizado um mapeamento deste *setup* que acompanhou o trabalho dos manutentores numa troca das ferramentas da linha *Bosch*. Estas atividades e o tempo detalhado são apresentadas na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 – Atividades da troca de braços mecânicos e calhas do *setup* completo da linha *Bosch* (Continua)

Atividade	Classificação	Duração	Operador	Pode ser <i>setup</i> externo?	Permite Checklist?	Observações
Ligando encartuchadeira (sistema eletrônico)	<i>Start up</i>	00:22	Manutentor mecatrônico			Start up e correções
Aguardando aquecer bico da cola	<i>Start up</i>	00:40	Manutentor mecatrônico			Para atingir set point demora 40 minutos (ligar equipamento antes)
Busca de peças e formatos do novo <i>setup</i>	Peças	00:15	Operador da Sala de peças	Sim	Sim	
Faltaram peças	Peças	00:20	Operadora da Sala de peças	Sim	Sim	

Tabela 6.4 – Atividades da troca de braços mecânicos e calhas do *setup* completo da linha *Bosch* (Conclusão)

Atividade	Classificação	Duração	Operador	Pode ser <i>setup</i> externo?	Permite <i>Checklist</i> ?	Observações
Retirada da guia da encaixotadeira	Montagem	00:09	Manutentor mecatrônico			
Desmonte da guia de montagem de cartuchos	Montagem	00:07	Manutentor mecatrônico			
Desmonte de braço da encartuchadeira	Montagem	00:06	Manutentor mecatrônico			
Encaixe do novo braço da encartuchadeira	Montagem	00:06	Manutentor mecatrônico			
Desmonte da guia suporte para alimentação de cartuchos	Montagem	00:08	Manutentor mecatrônico			Falta de operador para ajudar a levar a peça (parou para trazer braço acumulador de blísteres para perto)
Retirou ventosas que puxam a caixa	Montagem	00:08	Manutentor mecatrônico			
Encaixe do novo suporte para alimentação de cartuchos	Montagem	00:09	Manutentor mecatrônico			
Desmonte do acumulador de blíster	Montagem	00:14	Manutentor mecatrônico			
Troca das ventosas	Montagem	00:06	Manutentor mecatrônico			
Colocação de novo acumulador de blísteres (braço)	Montagem	00:05	Manutentor mecatrônico			
Colocação/Retirada de calhas para acúmulo de blísteres (de acordo com a apresentação)	Montagem	00:16	Manutentor mecatrônico			Cor diferente nas calhas para saber quantas tirar/colocar
Troca da calha guia de cartucho para encaixotadeira	Montagem	00:08	Manutentor mecatrônico			
Busca de braço da encartuchadeira	Busca	00:05	Manutentor mecatrônico			
Busca das ventosas	Busca	00:07	Manutentor mecatrônico			
Busca do novo acumulador de blísteres (braço)	Busca	00:04	Manutentor mecatrônico			
Busca de calhas	Busca	00:05	Manutentor mecatrônico			
Mudanças (relógio) na calha	Ajuste máquina	00:10	Manutentor mecatrônico			
Mudanças (relógio) para fechar cartucho	Ajuste máquina	00:09	Manutentor mecatrônico			
Ajuste encaixotadeira (regulagens)	Ajuste encaixotadeira	01:00	Operador 3	Não	Sim	Dificuldade para encontrar pontos/utiliza manual em outra língua em estado lastimável

A partir da classificação das atividades de troca e ajuste de peças, podemos traçar quais são os tempos mais representativos dentro do *setup* completo, como mostra a Figura 6.16.

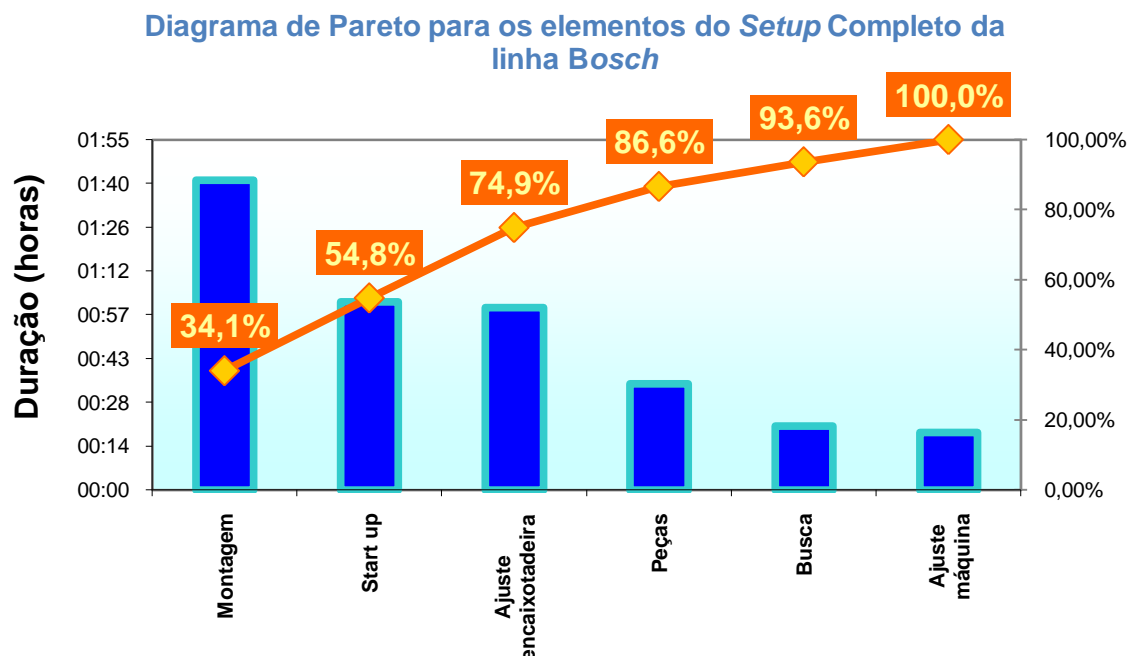


Figura 6.16 - Gráfico Pareto das atividades do *setup* completo

A montagem é a atividade do *setup* completo que mais consome tempo, mas dificilmente pode ser melhorada sem grandes investimentos em peças e ferramental novos, pois os braços mecânicos e calhas da linha fazem com que a mesma seja muito inflexível para outros produtos. Dentro do *Start up* da linha, notou-se uma espera de 40 minutos pelo aquecimento da cola. Este fato poderia ser evitado se houvesse uma checagem em *checklist* feito para este *setup*, que garantisse que o manutentor ligasse o aquecimento no mínimo 40 minutos antes do final do processo de *setup*.

Com base nestes tempos foram feitas duas propostas, visando reduzir os tempos das atividades do *setup* completo da linha *Bosch*:

1. A primeira proposta visa melhorar as condições de ajuste na encaixotadeira, realizado pelo Operador 3 da linha. Na situação mapeada, o operador utilizava um manual (em italiano, inglês e alemão) que prescreve os ajustes das réguas presentes na encaixotadeira, indicada através de números sequenciais pintados na linha (com caneta), alguns dos quais, já apagados, como mostra a Figura 6.17. Estes pontos dificultavam muito a execução dos ajustes, sendo

que o operador não os encontrava rapidamente na linha, devido a sua má localização ou por não compreender o manual da máquina. Havia números inclusive que não existiam, como o número 8, que demorou 15 minutos para ser encontrado, com ajuda do manutentor.



Figura 6.17 - Situação antiga para ajuste da encaixotadeira, com lista antiga e numeração deficiente

Para melhor atuação no ajuste da encaixotadeira e também para evitar que o operador possua mais um *checklist* em papel, foram mapeados os pontos de ajuste na máquina, e o *checklist* foi traduzido e colocado na porta da mesma, para evitar extravio, necessidade de uso do manual e fácil localização dos pontos. Estas melhorias são apresentadas na Figura 6.18 e encontram-se em maior escala apresentadas no APÊNDICE G (Figuras 8.30 e 8.31).



Figura 6.18 - Nova disposição de *checklist* e identificação dos pontos de ajuste

2. A segunda proposta visa melhorar a separação das peças e seu transporte na linha, evitando desperdícios de movimentação com a busca das mesmas no início da linha. Atualmente não há uma maneira que permita conferir quais são as peças da linha *Bosch*, além do local separado na sala de formatos – “formato” é o nome adotado para ferramental e peças voltadas ao *setups* entre diferentes produtos na fábrica - (Figura 6.19). No entanto, esta segregação das peças não garante que não haja falta de peças quando as mesmas são levadas à linha, pois pode haver mistura das peças na sala de formatos. Desta maneira, quando o palete com as peças é levado à linha, eventualmente há falta de peças, como ocorreu durante o *setup* completo mapeado. Aplicar uma checagem (*checklist*) de peças faz-se necessário neste ponto, para corrigir erros na separação para *setup*. Na Embalagem de líquidos há um trabalho através

de imagens, no entanto, é difícil a replicação deste projeto à linha *Bosch*, devido ao tamanho das peças serem maiores do que para as linhas de líquido, conforme é mostrado na Figura 6.20.



Figura 6.19 - Local reservado na Sala de Formatos às peças da linha *Bosch* na sala de formatos



Figura 6.20 - Técnica de checagem visual já aplicada à linha de líquidos e situação atual na *Bosch*

Para enfrentar este problema na checagem das peças, foi necessária a elaboração de um *checklist* que contém a conferência das peças com imagem. No entanto, esta checagem não reduziria o processo de busca das peças que ocorre na linha, que por serem pesadas, são trazidas uma a uma pelo manutentor.



Figura 6.21 - Carrinho feito para transporte das peças do *setup*

Desta maneira foi desenvolvido um carrinho, conforme exhibe a Figura 6.21, que possibilita o manutentor a levar consigo as peças necessárias para troca na linha, reduzindo movimentações desnecessárias. O *checklist* elaborado, tanto para separação de peças, quanto para troca em linha, encontra-se disponível no APÊNDICE G (Figuras 8.32 a 8.40).

6.1.3 OPM 6: Reduzir tempo de ciclo da embalagem e aumentar eficiência

Outro ponto a focar é a redução das perdas de velocidade na linha. Existem diversas oportunidades, como pode ser visto na composição das paradas observadas durante evento *Kaizen* na linha. No entanto, o estudo resolveu focar o retrabalho advindo de falhas na encaixotadeira.

Atualmente, no momento no qual a encaixotadeira para, os operadores mais próximos focam sua atenção nela e, enquanto isso, há o descarte de cartuchos, em perfeitas condições, em um recipiente (abre-se a esteira por onde passam os cartuchos, e estes caem neste recipiente). Todos os cartuchos que passam pela esteira naquele momento de parada são descartados neste recipiente, localizado abaixo da esteira, para evitar parada nos processos anteriores à encaixotadeira. O problema está no fato, que, depois de todo o processamento normal, torna-se necessário fazer caixas-padrão (a última configuração de caixa, composta por cartuchos) de maneira manual, com aqueles cartuchos bons descartados no processo devido à parada na encaixotadeira, o que implica em desperdício de tempo.

Para acabar com este problema foi proposta uma melhoria que exige o trabalho em equipe do time. O botão que permite desligar o alarme foi mudado para frente (ponto preto na Figura 6.22) e um suporte, para que o operador faça o retrabalho no mesmo momento em que há parada na encaixotadeira, foi instalado. Com esta nova situação, assim que o alarme toca, o operador 2 (o mais próximo à esteira) se vira e aperta o botão de desligamento, que viabiliza o fechamento da esteira. Como os cartuchos são relativamente grandes e a cadência da linha é baixa (em razão do grande número de blíster por cartucho), o operador 2 consegue ir preenchendo as caixas padrão e, enquanto isso, o operador 3 resolve o problema na encaixotadeira, como é mostrado na Figura 6.22, através da situação no momento do alarme e situação depois do alarme. Quando o problema é resolvido, tudo volta à situação inicial, como

se não tivesse ocorrido parada. Desta maneira, minimiza-se o retrabalho resultante destas paradas.



Figura 6.22 – Alarme, sinalização e suporte de caixa padrão para desenvolvimento do trabalho em equipe na parada da encaixotadeira

Apesar de não focar diretamente o real problema da encaixotadeira (emperramento de caixas, alguma falha mecânica na abertura ou falha no acumulador de cartuchos que os empurra a caixa), esta foi a solução prática encontrada para a situação. Além disto, a instalação do suporte também ajuda na organização da linha, que agora possui local para disposição das caixas onde está sendo feito o retrabalho.

6.2 Propostas para o estado futuro

Na condução da fase Analisar do DMAIC, outras ações de melhoria foram enumeradas, mas não implementadas devido à sua complexidade (financeira e técnica) ou por envolver dados sigilosos dos produtos da empresa que não foram revelados pelo departamento financeiro. Estas ações têm talvez mais impacto no mapa do fluxo de valor do estado atual traçado, por tratarem dos pontos mais críticos do estoque (como a espera por Análise, que representa mais de 50% do *lead time* total encontrado), bem como da inflexibilidade para mudança na fabricação de medicamentos. As propostas apresentadas a seguir representam um breve guia para implementação futura destas outras propostas de melhoria.

6.2.1 OPM 1: Reduzir estoque inicial de insumos entre recebimento e análise

O estoque inicial de insumos tem uma duração média até a Análise de 26 dias, em decorrência da grande fila que há no processo de amostragem e análise em laboratório. Também por conta deste estoque, há uma grande espera deste material até que o mesmo seja alocado em alguma OP (ordem de produção), pois para que a área do PCP tenha segurança de que não faltarão insumos, há um estoque grande dos mesmos. Este processo é mais bem descrito como apresenta a Figura 6.23.

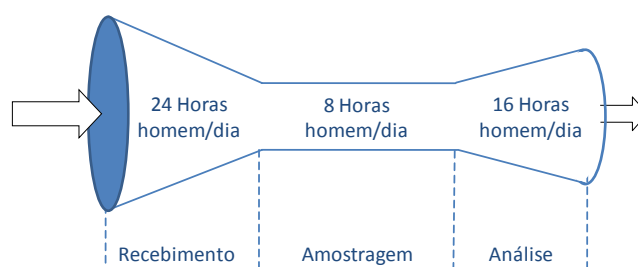


Figura 6.23 - Funil no processo de recebimento, amostragem e análise que gera estoque

Hoje o que ocorre é que o volume de materiais para Amostragem não é consumido na mesma velocidade de chegada, e na Análise, mesmo com o aumento de um turno, o tempo também é demorado. O analista da amostragem trabalha, hoje, cerca de duas a três horas extras ao dia, o que incorre em gastos ainda maiores à empresa com o pagamento de horas extras.

A proposta seria aumentar em um turno o trabalho na Amostragem, contratando outro analista para exercer a função, reduzindo assim o “funil” que ocorre no recebimento de materiais no almoxarifado. No entanto, este aumento da Amostragem impactaria na Análise em laboratório, que não exerce somente as funções de Análise do Recebimento, mas também a de Liberação dos produtos acabados. Desta maneira, neste estudo, também será considerada a alocação de outro analista de laboratório.

Com a contratação destes novos dois analistas a situação do tempo de percurso atual e do futuro, ficaria como indica a Tabela 6.5.

Tabela 6.5 - Informações consideradas no cálculo do tempo de percurso da situação atual e futura

Tempo necessário		Amostragem	Análise
		16 horas	28,75 horas
Situação Atual	Tempo disponível	8 horas	16 horas
	Tempo de percurso	2 dias	1,8 dias
Situação Futura	Tempo disponível	16 horas	24 horas
	Tempo de percurso	1 dia	1,2 dias

Alguns dados inviabilizarão o estudo mais aprofundado, pois não foram disponibilizados os preços de todos os insumos no estoque, o salário dos analistas e tão pouco, se haveria a necessidade de outros equipamentos devido à presença destes 2 analistas a mais no processo, um na Amostragem e um na Análise. O departamento financeiro não liberou estas informações (dados dos valores dos demais insumos, que não a Dipirona sódica), para não revelar a avaliação do almoxarifado da fábrica.. Deste modo, os valores que foram informados são o atual estoque utilizado para dipirona sódica (17480 quilogramas, o equivalente a 29 lotes de Anador, ou seja, aproximadamente um mês de demanda) e o valor do quilograma da dipirona (R\$ 29,80/quilograma).

Para estimar então o valor do restante dos itens em estoque, foi requisitado a quantidade de estoque com o qual se trabalha nos outros insumos. Também foram cedidos os tempos de Análise para cada um destes insumos, pelo departamento de *supply chain*, pois desta maneira, podemos verificar quanto este tempo será reduzido com a contratação destes dois funcionários extras, chegando finalmente no capital de giro referente ao estoque liberado destes outros insumos. Para efeito de cálculo deste inventário, como não foi revelado o valor em reais do quilograma e nem sua representatividade na composição dos custos dos itens que compõem, será utilizada uma taxa arbitrária de R\$ 10,00 o quilograma. Trata-se de um valor subestimado, mas que possibilita um estudo mais próximo à realidade.

Para efeitos de cálculo, será considerado o salário médio para os dois analistas em R\$ 2500,00. Para estimativa da economia do não pagamento de horas extras de trabalho, será considerado que a CLT (Consolidação das Leis do Trabalho) em seu Artigo 64 cita:

“O salário-hora normal, no caso do empregado mensalista, será obtido dividindo-se o salário mensal correspondente à duração do trabalho, a que se refere o art. 58, (art. 58. A duração normal do trabalho, para os empregados em qualquer atividade privada, não excederá

de oito horas diárias, desde que não seja fixado expressamente outro limite), por 30 vezes o número de horas dessa duração”

Portanto, para o analista em questão, que trabalha normalmente 8 horas de segunda a sexta e 4 horas no sábado (sábado sim e sábado não), chega-se a um total de 44 horas trabalhadas semanalmente, isto é, uma duração média do trabalho é de 7,33 horas (44 horas/semana ÷ 6 dias, que são os dias úteis da semana). Tomando o mês comercial de 30 dias, teríamos no mês (30 [dias] x 7,33 horas = 220 horas). Finalmente, tomando a hora extra como sendo igual ao salário-hora (salário de R\$ 2.500,00 ÷ 220 horas) acrescida de 50% do valor, chegamos ao valor de hora extra de R\$ 17,05/hora. A economia mensal seria de R\$ 750,00/mês (considerados 22 dias com 2 horas extras trabalhadas cada). Chega-se então na Tabela 6.6.

Tabela 6.6 - Estimativas de ganho com novo analista de amostragem e novo analista de laboratório

Item	Valor
Aumento da capacidade produtiva da amostragem	60%
Aumento da capacidade produtiva da análise	50%
Tempo de percurso atual (da Dipirona Sódica sólida, API do Anador)	~3,8 dias
Tempo de percurso proposto com aumento da capacidade da (Dipirona Sódica sólida, API do Anador)	~2,2 dias
Aluguel do <i>Container</i> e do <i>Boogie</i>	R\$ 216,00/dia
Custo do quilograma de Dipirona Sódica sólida	R\$ 29,80/kg
Salário médio estipulado para cada analista com encargos	R\$ 5.000,00 / mês
Estoque atual	17480,077 kg
Tempo de estoque atual	26 dias
Taxa mínima de atratividade da empresa (considerada)	9% a.a. (0,72% a.m.)
Economia mensal (horas extras)	R\$ 750,00
Custos mensais (salário dos 2 analistas)	$2 \text{ operadores} \times R\$2.500,00 \times 2 \text{ (fator de custos à empresa)} =$ R\$ 10.000,00

Para o cálculo do aumento de capacidade na amostragem, utilizou-se 10 horas ao invés de 8 horas, por considerar que o operador realiza horas extras no processo atual. Este resultaria num aumento de capacidade na Amostragem de 60% (relação de 16 horas sobre 10 horas) e na a Análise seria 50% (relação de 24 horas sobre as 16 horas atuais). Analisando os dias que são utilizados hoje, conforme Tabela 6.5, o tempo de percurso atual é de 3,8 dias. Com este aumento de capacidade, acréscimo de um segundo turno na Amostragem e de um

terceiro turno na Análise, é possível realizar este processo em 2,2 dias (Amostragem realizada em 1 dia e Análise realizada em 1,2 dias).

Desta maneira, assumindo o custo de oportunidade que a empresa adota, segundo o responsável financeiro da empresa, que é de 9% ao ano, como visto na Tabela 6.6, e também assumindo o valor do salário de um analista em R\$ 2.500,00 (valor dobrado, isto é, fator de custos para empresa igual a 2, devido aos encargos que a empresa está sujeita, tais como impostos, décimo terceiro e benefícios), é preciso verificar a viabilidade econômica deste aumento de capacidade.

Segundo Little (1992), o fluxo dos materiais na produção pode ser comparado ao fluxo de líquidos em tubagens, e esta hipótese é conhecida como Lei de Little. Segundo esta analogia se diminuirmos a seção das tubagens, a velocidade deve aumentar para que seja mantida a mesma saída. Para Little, o comportamento dos materiais na produção é semelhante, ou seja, se reduzirmos o estoque haverá uma redução no tempo de percurso (tempo de demora para atravessar o processo em análise) e vice-versa. A equação (3) evidencia a Lei de Little.

$$WIP = Taxa\ de\ Produção \times Tempo\ de\ Percurso \quad (3)$$

Para estipular o estoque após a melhoria, será considerada uma taxa de produção constante, para ambas situações (atual e proposta). Como não há dados para estipular o tempo de disponibilidade para análise de dipirona (há a fila decorrente de outros produtos), esta taxa de produção será o parâmetro fixo que permitirá definir o novo estoque em processo (WIP). É prudente considerar este parâmetro fixo, uma vez que não houve mudanças no processo e em seu modo de execução, mas sim na quantidade de MOD (mão de obra direta) envolvida no processo em outros turnos, que acaba diminuindo o tempo de percurso.

Utilizando a Lei de Little para estipular a redução do estoque com a redução do tempo de percurso, tem-se:

$$\begin{aligned} Taxa\ de\ Produção &= \frac{WIP_{atual}}{Tempo\ de\ Percurso_{atual}} = \frac{17480\ quilogramas}{3,8\ dias} \\ &= \sim 4605,3\ Quilogramas/dias \end{aligned}$$

E portanto, obtemos o novo WIP proposto:

$$WIP_{proposto} = Taxa\ de\ Produção \times Tempo\ de\ Percurso_{proposto}$$

$$= 4605,3\ quilogramas/dia \times 2,2\ dias = \sim 10122\ Quilogramas$$

Com este novo nível de estoque deve-se também analisar qual o tempo médio em dias deste estoque. Como não há informações sobre qual a disponibilidade para análise da dipirona, será feito o mesmo estudo, mas utilizando o WIP em dias ao invés de quilogramas. Desta maneira, o tempo médio em dias deste estoque é de 15 dias (uma redução de 11 dias em relação aos 26 dias iniciais).

Para os outros itens considerou-se o mesmo pensamento, contudo o valor do estoque utilizado foi de R\$ 10,00. Desta maneira, o capital de giro economizado com a redução destes estoques encontra-se apresentado no APÊNDICE H, com valor de R\$ 682.645,10.

A Tabela 6.7 apresenta os dados que foram considerados no estudo de viabilidade econômica de forma consolidada.

Tabela 6.7 – Dados para análise de viabilidade econômica

Item	Valor
Taxa mínima de atratividade da empresa	9% a.a.
Economia mensal (horas extras)	R\$ 750,00
Custos mensais (salário de analistas)	$2\ operadores \times R\$2.500,00 \times 2\ (fator\ de\ custos\ à\ empresa) =$ R\$ 10.000,00
Economia com aluguel do <i>Container</i> e do <i>Boogie</i>	$11\ dias \times R\$216,00/dia =$ R\$ 2.376,00
Capital de giro referente ao estoque liberado de Dipirona Sódica	$(WIP_{atual} - WIP_{futuro}) \times$ $Valor\ da\ Dipirona =$ $(17480 - 10122)Quilogramas \times$ $R\$29,80/Quilograma =$ R\$ 219.268,40
Capital de giro referente ao estoque liberado dos outros insumos em estoque, conforme APÊNDICE H	R\$ 682.645,10
Capital de giro total referente ao estoque liberado	$R\$ 219.268,40 +$ $R\$ 682.645,10 =$ R\$ 902.154,70

Na análise econômica, se considerado um investimento no qual o valor dos juros é usado todo mês para quitação do valor do salário, o investimento não é viável economicamente.

No entanto, considerando o investimento que possibilita a ocorrência de juros sobre juros, temos um ponto de equivalência no 28º mês, como evidencia a Tabela 6.8. Para cálculo do *payback* os valores foram trazidos ao VPL. Os juros foram calculados mensalmente, considerando a aplicação do capital de giro liberado com a redução do estoque em um plano de juros compostos. Os custos mensais foram considerados como sendo:

$$\begin{aligned} \text{Custo} &= \text{Salário dos Analistas} + \text{Economia de horas extras} \\ &+ \text{Economia com aluguel do Container e do Boogie} \\ &= -R\$ 10.000,00 + R\$ 750,00 + R\$ 2.376,00 = -R\$ 6.874,00 \text{ por mês} \end{aligned}$$

Tabela 6.8 - Análise da viabilidade econômica e ponto de equivalência

Período (meses)	Custos		Juros mensais		Diferença (entre custos e juros) trazida a VPL	Valor acumulado somado (para ponto de equivalência)	
0	R\$	(6.874,00)	R\$	-	R\$ (6.874,00)	R\$	(6.874,00)
1	R\$	(6.874,00)	R\$	6.502,12	R\$ (369,22)	R\$	(7.243,22)
2	R\$	(6.874,00)	R\$	6.548,98	R\$ (320,38)	R\$	(7.563,60)
3	R\$	(6.874,00)	R\$	6.596,18	R\$ (271,89)	R\$	(7.835,49)
4	R\$	(6.874,00)	R\$	6.643,72	R\$ (223,75)	R\$	(8.059,25)
5	R\$	(6.874,00)	R\$	6.691,61	R\$ (175,96)	R\$	(8.235,21)
6	R\$	(6.874,00)	R\$	6.739,84	R\$ (128,50)	R\$	(8.363,71)
7	R\$	(6.874,00)	R\$	6.788,41	R\$ (81,39)	R\$	(8.445,10)
8	R\$	(6.874,00)	R\$	6.837,34	R\$ (34,61)	R\$	(8.479,72)
9	R\$	(6.874,00)	R\$	6.886,62	R\$ 11,83	R\$	(8.467,89)
10	R\$	(6.874,00)	R\$	6.936,25	R\$ 57,94	R\$	(8.409,95)
11	R\$	(6.874,00)	R\$	6.986,24	R\$ 103,72	R\$	(8.306,23)
12	R\$	(6.874,00)	R\$	7.036,60	R\$ 149,17	R\$	(8.157,06)
13	R\$	(6.874,00)	R\$	7.087,31	R\$ 194,30	R\$	(7.962,76)
14	R\$	(6.874,00)	R\$	7.138,39	R\$ 239,10	R\$	(7.723,66)
15	R\$	(6.874,00)	R\$	7.189,84	R\$ 283,59	R\$	(7.440,07)
16	R\$	(6.874,00)	R\$	7.241,66	R\$ 327,75	R\$	(7.112,32)
17	R\$	(6.874,00)	R\$	7.293,85	R\$ 371,60	R\$	(6.740,72)
18	R\$	(6.874,00)	R\$	7.346,42	R\$ 415,14	R\$	(6.325,58)
19	R\$	(6.874,00)	R\$	7.399,37	R\$ 458,36	R\$	(5.867,22)
20	R\$	(6.874,00)	R\$	7.452,70	R\$ 501,27	R\$	(5.365,95)
21	R\$	(6.874,00)	R\$	7.506,41	R\$ 543,88	R\$	(4.822,07)
22	R\$	(6.874,00)	R\$	7.560,52	R\$ 586,19	R\$	(4.235,88)
23	R\$	(6.874,00)	R\$	7.615,01	R\$ 628,19	R\$	(3.607,70)
24	R\$	(6.874,00)	R\$	7.669,89	R\$ 669,88	R\$	(2.937,81)
25	R\$	(6.874,00)	R\$	7.725,17	R\$ 711,29	R\$	(2.226,53)
26	R\$	(6.874,00)	R\$	7.780,85	R\$ 752,39	R\$	(1.474,13)
27	R\$	(6.874,00)	R\$	7.836,93	R\$ 793,20	R\$	(680,93)
28	R\$	(6.874,00)	R\$	7.893,41	R\$ 833,72	R\$	152,79

Segundo o departamento financeiro da fábrica, esta opera com uma política de *payback* que depende do projeto em questão, no entanto, o valor considerado apropriado pela empresa é de 3 anos ou 36 meses. Neste caso o valor de equivalência está dentro do estipulado (28 meses) e o projeto mostra-se atraente à fábrica. Porém nesta análise, considera-se apenas um item do almoxarifado com seu valor correto, sendo que também haveria outras reduções referentes aos outros APIs da fábrica, mas que por falta de acesso a dados reais, foram subestimados. Também deve ser considerado, que esta proposta liberaria um valor substancial de capital de giro que pode ser investido em aplicações mais rentáveis à empresa (compra de novos equipamentos para produção de outros medicamentos, entre outros projetos).

De qualquer maneira, este é um estudo preliminar que deve ser refeito pelo departamento financeiro na empresa, e que se mostrou digno de atenção e avaliação.

6.2.2 OPM 2: Reduzir tamanho das campanhas no *Fluid Bed* (Granulação)

A redução do tamanho das campanhas adotado hoje na empresa (10 lotes para o Anador, 5 lotes para Buscopan e 4 lotes para Butazona) deveria ser uma meta para a empresa. Atualmente, em razão do grande tempo de *setup* é que são adotados estes tamanhos de campanha, trazendo eficiência à máquina. Tais tamanhos de campanha vão contra os princípios do *lean manufacturing*, pelos quais só se deve produzir quando o próximo processo necessitasse.

De maneira a tornar o fluxo mais *lean*, foi realizado um estudo no tempo de *setup* da granulação, visando sua redução. Por se tratarem de máquinas grandes e bastante automatizadas, toda a lavagem feita nelas é automática, utilizando sabão e água, depois de uma rápida limpeza feita pelo operador, que desmonta as estruturas e utiliza uma mangueira para retirada do excesso de material, que se acumulou durante o processo.

Tendo em vista que, ora a própria máquina faz o serviço de lavagem e ora o operador atua na limpeza, será utilizada a ferramenta do gráfico homem-máquina apresentada no APÊNDICE E. Além disso, há o fato de ainda não haver um procedimento padrão de *setup* para este processo também, sendo que os operadores realizam suas ações conforme as

necessidades que vão identificando no decorrer do *setup*. A análise do gráfico homem-máquina possibilita eliminar os tempos em que não há utilização do recurso e aumentar sua taxa de aproveitamento. A Tabela 6.9 apresenta as atividades atualmente encontradas neste *setup*, seus executores e as atividades precedentes. A documentação não foi considerada neste *setup*, pois ela já é feita como *setup* externo, como propõe Shingo (1985).

Tabela 6.9 - Atividade necessárias durante o *setup* (Continua)

Sequência	Atividades	Duração	Operador	Atividade poderia ser executada externamente?	(Sequência) Precedentes
1	Desmonte do moinho e separação de suas peças	01:00	1	Não. O moinho é utilizado até o final do processo	
2	Desmonte do Secador 1	00:30	2	Não. Apesar de não estar sendo usado (revezamento de secadores), pode haver contaminação, e em razão das GMPs, não pode ser externalizado.	
3	Lavando Secador 1 com Mangueira	00:45	2		2
4	Colocação das peças do Moinho em carrinho para levar à sala de lavagem	00:15	1		1
5	Desmonte do Secador 2	00:30	2		
6	Leva peças à sala de lavagem	00:15	3		4
7	Lavagem da sala com água	00:30	1		
8	Lavagem das peças do moinho na sala de lavagem	02:00	3		6
9	Lavando Secador 2 com Mangueira	00:45	2		5
10	Remontagem do Secador 1	00:15	2		2;3
11	Chamar responsáveis da limpeza	00:15	1		
12	Remontagem do Secador 2	00:15	2		5;9
13	Lavagem do Granulador e Secador 1 (Parte 1 do sistema de lavagem)	03:00	Máquina		10;12
14	Limpeza da sala por terceiros da empresa responsável pela limpeza	00:30	Limpeza		10;11;12
15	Lavagem do Secador 2 (Parte 2 do sistema de lavagem)	01:30	Máquina		10;12;13
16	Verificação da lavagem 1	00:15	2		13
17	Lavagem de um <i>Bin</i> grande	01:00	3	Sim, mas em razão do processo de <i>setup</i> ser longo e a validade de limpeza nem tanto, é preferível fazer em paralelo às máquinas, durante o processo.	

Tabela 6.9 - Atividade necessárias durante o *setup* (Conclusão)

Sequência	Atividades	Duração	Operador	Atividade poderia ser executada externamente?	(Sequência) Precedentes
18	Montagem do Moinho	00:30	1		13;15
19	Verificação da lavagem 2	00:15	2		15

Partindo para a diagramação das atividades acompanhadas, chegamos ao gráfico homem-máquina, apresentado no Quadro 8.5 no APÊNDICE I, que mostra a maneira como são feitas atualmente. A Figura 6.24 mostra o desmonte do moinho e do granulador.



Figura 6.24 - Etapas do desmonte dos equipamentos da Granulação

No gráfico homem-máquina atual, pode-se notar que já há várias oportunidades de melhoria encadeando melhor as atividades. Vale destacar que a lavagem das duas partes da máquina individualmente, tem impacto significativo no tempo total do processo de *setup*. Outro ponto que chama atenção é a subutilização do Operador 3.

Conversando com os manutentores e operadores notou-se que há uma oportunidade de melhoria, visto que a lavagem é dividida em duas partes, e elas não podem ser realizadas conjuntamente, devido ao fato de que há apenas uma alimentação de água e uma alimentação de sabão, direcionada aos tanques através de válvulas borboleta automáticas (válvulas que permitem ou não a passagem do líquido).

Desta maneira, instalando uma nova alimentação e as novas estruturas sanitárias (tais como tubulações e válvulas borboletas) na máquina e recorrendo a um técnico especializado (consultoria) para destravamento do *software* de lavagem, que hoje não permite a lavagem de uma parte enquanto a outra estiver acontecendo, podemos chegar ao estado futuro de *setup* como apresentado no Quadro 8.6, do APÊNDICE I. Com estas melhorias é possível ainda

liberar o Operador 3, que é subutilizado atualmente. Ele poderia estar envolvido em outros processo, de outros produtos, enquanto que, os recursos utilizados neste novo *setup* seriam muito bem utilizados, participando ativamente do *setup*, como pode ser observado na taxa de aproveitamento dos Quadros 8.5 e 8.6.

Este estudo é apenas uma proposta, dado que não há dados técnicos e tão pouco, os dados estimados dos ganhos financeiros quanto à redução de estoque (os valores dos produtos não foram disponibilizados).

A modificação do equipamento requereria um investimento estimado de R\$ 500 mil nas instalações sanitárias. Isto seria recompensado pelo aumento da utilização dos recursos, redução de um operador durante o *setup* e diminuição de estoque parado advindo das campanhas (redução do tempo de *setup* de 8 horas para 5 horas e 45 minutos).

Para encontrarmos a redução de estoque que teríamos com a melhoria, será necessário retomarmos o tempo máximo entre campanhas de Anador, exposto na Tabela 6.2 da subseção 6.1.1. Este valor máximo é de 54,1 horas (campanha de Buscopan) e devido a ele, deve haver um aumento de 4,6 lotes no estoque de segurança, como calculado na subseção 6.1.1. Porém, com o novo *setup* (de 5,75 horas), é possível reduzirmos este tempo máximo a 17,8 horas como mostrado na Tabela 6.15, da subseção 6.2.3. Estas horas equivalem a aproximadamente 2 lotes de Anador (equivale à divisão de 17,8 horas pelo Tempo de Processamento da Embalagem, de 11,76 horas, que deve existir como estoque para suprir a demanda média). Portanto haveria uma redução de 4,6 lotes para 2 lotes, um redução de aproximadamente 3 lotes de estoque parado de Anador (situação com campanha de produto conflitante).

Para estimativa do valor do lote de Anador, será utilizada a base de medicamentos de consumo fornecida pelo IMS (*Intercontinental Marketing Services*), um instituto de pesquisa e empresa de consultoria que fornece informações globais sobre inteligência de mercado no setor farmacêutico. Esta base é a ferramenta com a mais completa base de dados de medicamentos de consumo (vendidos em farmácias convencionais) e é usada como referência do mercado farmacêutico para medicamentos populares. Ela contém informações sobre o volume de vendas dos últimos cinco anos e o preço médio praticado por medicamento. Este preço se refere ao praticado na venda das farmacêuticas às farmácias e, portanto, não contém a margem que as farmácias praticam com os consumidores. Diz respeito exatamente o valor

arrecadado por uma farmacêutica (valor bruto), quando este é vendido para uma farmácia ou distribuidora de medicamentos. Desta maneira é uma boa estimativa do valor que um lote representa para a empresa. A Tabela 6.10 apresenta os valores encontrados para as duas apresentações de Anador no mercado.

Tabela 6.10 – Dados da base do IMS referente aos produtos Anador

Família	Descrição do produto	Blister por cartucho	Cartuchos por lote	Classificação nível 1	Classificação nível 2	Preço Lista (janeiro/09)	Valor estimado do lote
ANADOR	ANADOR CPR 500 MG x 120	120	9702	Sólida Oral Normal	Comprimidos	R\$ 43,07	R\$ 417.865,14
ANADOR	ANADOR CPR 500 MG x 512	512	2273	Sólida Oral Normal	Comprimidos	R\$ 183,86	R\$ 417.913,78

Finalmente chegamos à Tabela 6.11, que mostra as estimativas do projeto.

Tabela 6.11 - Estimativas de investimento e tempo para implementação do projeto

Item	Valor
Investimento estipulado em infraestrutura	R\$ (500.000,00)
Investimento em consultoria técnica para mudança de software	R\$ (100.000,00)
Redução de estoque estimada com melhoria de <i>setup</i> / mês	3 lotes de Anador
Valor do lote – referente aos dados da base do IMS (capital de giro referente ao estoque liberado)	R\$ 417.900,00
Horizonte de implementação do projeto incluindo as modificações nas instalações necessárias (estipulado)	6 meses
Taxa mínima de atratividade da empresa	9% a.a. (0,72% a.m.)

Como seriam reduzidos três lotes, teríamos uma liberação de capital de giro de R\$ 1.253.700,00 e é sobre este valor que está sendo considerada a aplicação em um fundo com juros compostos. Finalmente, traçando a análise econômica e o custo de oportunidade que a empresa tem, chega-se ao *payback* (ponto de equivalência) de 73 meses (6 meses de implementação somados aos 67 meses para recuperação do investimento, ou 5 anos e 7 meses) para valores trazidos ao VPL, como indica a Tabela 6.12.

Tabela 6.12- Análise da viabilidade econômica e ponto de equivalência (Continua)

Período (meses)	Investimentos	Juros mensais	Diferença (entre investimento e juros) trazida a VPL	Valor acumulado somado (para ponto de equivalência)
6	R\$ (600.000,00)	R\$ -	R\$ (600.000,00)	R\$ (600.000,00)
7	-	R\$ 9.035,82	R\$ 8.971,16	R\$ (591.028,84)
8	-	R\$ 9.100,95	R\$ 8.971,16	R\$ (582.057,67)
9	-	R\$ 9.166,54	R\$ 8.971,16	R\$ (573.086,51)
10	-	R\$ 9.232,60	R\$ 8.971,16	R\$ (564.115,35)

Tabela 6.12 - Análise da viabilidade econômica e ponto de equivalência (Continuação)

Período (meses)	Investimentos	Juros mensais	Diferença (entre investimento e juros) trazida a VPL		Valor acumulado somado (para ponto de equivalência)	
11	-	R\$ 9.299,15	R\$	8.971,16	R\$	(555.144,18)
12	-	R\$ 9.366,17	R\$	8.971,16	R\$	(546.173,02)
13	-	R\$ 9.433,67	R\$	8.971,16	R\$	(537.201,86)
14	-	R\$ 9.501,67	R\$	8.971,16	R\$	(528.230,69)
15	-	R\$ 9.570,15	R\$	8.971,16	R\$	(519.259,53)
16	-	R\$ 9.639,12	R\$	8.971,16	R\$	(510.288,37)
17	-	R\$ 9.708,59	R\$	8.971,16	R\$	(501.317,21)
18	-	R\$ 9.778,57	R\$	8.971,16	R\$	(492.346,04)
19	-	R\$ 9.849,05	R\$	8.971,16	R\$	(483.374,88)
20	-	R\$ 9.920,03	R\$	8.971,16	R\$	(474.403,72)
21	-	R\$ 9.991,53	R\$	8.971,16	R\$	(465.432,55)
22	-	R\$ 10.063,54	R\$	8.971,16	R\$	(456.461,39)
23	-	R\$ 10.136,07	R\$	8.971,16	R\$	(447.490,23)
24	-	R\$ 10.209,12	R\$	8.971,16	R\$	(438.519,06)
25	-	R\$ 10.282,71	R\$	8.971,16	R\$	(429.547,90)
26	-	R\$ 10.356,82	R\$	8.971,16	R\$	(420.576,74)
27	-	R\$ 10.431,46	R\$	8.971,16	R\$	(411.605,57)
28	-	R\$ 10.506,64	R\$	8.971,16	R\$	(402.634,41)
29	-	R\$ 10.582,37	R\$	8.971,16	R\$	(393.663,25)
30	-	R\$ 10.658,64	R\$	8.971,16	R\$	(384.692,08)
31	-	R\$ 10.735,46	R\$	8.971,16	R\$	(375.720,92)
32	-	R\$ 10.812,83	R\$	8.971,16	R\$	(366.749,76)
33	-	R\$ 10.890,76	R\$	8.971,16	R\$	(357.778,59)
34	-	R\$ 10.969,26	R\$	8.971,16	R\$	(348.807,43)
35	-	R\$ 11.048,32	R\$	8.971,16	R\$	(339.836,27)
36	-	R\$ 11.127,95	R\$	8.971,16	R\$	(330.865,10)
37	-	R\$ 11.208,15	R\$	8.971,16	R\$	(321.893,94)
38	-	R\$ 11.288,93	R\$	8.971,16	R\$	(312.922,78)
39	-	R\$ 11.370,29	R\$	8.971,16	R\$	(303.951,62)
40	-	R\$ 11.452,24	R\$	8.971,16	R\$	(294.980,45)
41	-	R\$ 11.534,78	R\$	8.971,16	R\$	(286.009,29)
42	-	R\$ 11.617,92	R\$	8.971,16	R\$	(277.038,13)
43	-	R\$ 11.701,65	R\$	8.971,16	R\$	(268.066,96)
44	-	R\$ 11.785,99	R\$	8.971,16	R\$	(259.095,80)
45	-	R\$ 11.870,93	R\$	8.971,16	R\$	(250.124,64)
46	-	R\$ 11.956,49	R\$	8.971,16	R\$	(241.153,47)
47	-	R\$ 12.042,67	R\$	8.971,16	R\$	(232.182,31)
48	-	R\$ 12.129,46	R\$	8.971,16	R\$	(223.211,15)
49	-	R\$ 12.216,88	R\$	8.971,16	R\$	(214.239,98)
50	-	R\$ 12.304,93	R\$	8.971,16	R\$	(205.268,82)
51	-	R\$ 12.393,62	R\$	8.971,16	R\$	(196.297,66)
52	-	R\$ 12.482,94	R\$	8.971,16	R\$	(187.326,49)

Tabela 6.12 - Análise da viabilidade econômica e ponto de equivalência (Conclusão)

Período (meses)	Investimentos	Juros mensais	Diferença (entre investimento e juros) trazida a VPL		Valor acumulado somado (para ponto de equivalência)	
53	-	R\$ 12.572,91	R\$	8.971,16	R\$	(178.355,33)
54	-	R\$ 12.663,53	R\$	8.971,16	R\$	(169.384,17)
55	-	R\$ 12.754,80	R\$	8.971,16	R\$	(160.413,00)
56	-	R\$ 12.846,73	R\$	8.971,16	R\$	(151.441,84)
57	-	R\$ 12.939,32	R\$	8.971,16	R\$	(142.470,68)
58	-	R\$ 13.032,58	R\$	8.971,16	R\$	(133.499,52)
59	-	R\$ 13.126,51	R\$	8.971,16	R\$	(124.528,35)
60	-	R\$ 13.221,11	R\$	8.971,16	R\$	(115.557,19)
61	-	R\$ 13.316,40	R\$	8.971,16	R\$	(106.586,03)
62	-	R\$ 13.412,38	R\$	8.971,16	R\$	(97.614,86)
63	-	R\$ 13.509,04	R\$	8.971,16	R\$	(88.643,70)
64	-	R\$ 13.606,41	R\$	8.971,16	R\$	(79.672,54)
65	-	R\$ 13.704,47	R\$	8.971,16	R\$	(70.701,37)
66	-	R\$ 13.803,25	R\$	8.971,16	R\$	(61.730,21)
67	-	R\$ 13.902,73	R\$	8.971,16	R\$	(52.759,05)
68	-	R\$ 14.002,93	R\$	8.971,16	R\$	(43.787,88)
69	-	R\$ 14.103,86	R\$	8.971,16	R\$	(34.816,72)
70	-	R\$ 14.205,51	R\$	8.971,16	R\$	(25.845,56)
71	-	R\$ 14.307,89	R\$	8.971,16	R\$	(16.874,39)
72	-	R\$ 14.411,01	R\$	8.971,16	R\$	(7.903,23)
73	-	R\$ 14.514,88	R\$	8.971,16	R\$	1.067,93

Portanto, nesta análise financeira, o período para recuperar o investimento é bastante longo superando os 3 anos estipulados pela empresa para aprovação de investimento, porém deve-se considerar que esta proposta aumenta a flexibilidade do centro de produção, tornando possível atender flutuações da demanda com maior facilidade. Novamente, vale ressaltar que além de haver a melhoria no processo de fabricação e ganho de eficiência na máquina, é possível investir o valor do capital de giro liberado em novos projetos na fábrica, conforme a estratégia da empresa.

6.2.3 OPM 3: Reduzir estoque entre Granulação e outros processos e flexibilizar a produção

A redução do tempo de *setup*, como proposta na subseção 6.2.2, pode trazer não só benefícios da redução de campanhas, mas também propiciar melhor nivelamento do *mix* da produção dos produtos conflitantes deste centro de produção.

O fato é que, com um *setup* menor, é possível reduzir também o tamanho das campanhas e permite-se que se trabalhe conforme as necessidades na Compressão e na Embalagem (processos fluxo abaixo).

Para o estudo da aplicação do *Heijunka Box*, que se apresenta viável através da análise de horas, esta redução de *setup* será considerada. O que seria necessário para aplicação deste nivelamento seria a mudança de mentalidade dos operadores, e principalmente, dos programadores de produção, que deveriam trabalhar sobre uma condição “vá ver” o nivelamento, para que este funcione. Esta condição “vá ver” é utilizada na literatura do MFV (ROTHER; SHOOK, 2003) para denotar uma situação em que PCP deve verificar *in loco* o funcionamento de *Heijunka* na produção. Aqui no caso, como a prática nem sempre funciona como o planejado, é preciso de tempos em tempos ir à produção (*go to gemba*) para verificar o atendimento à produção e ao nivelamento proposto.

A Tabela 6.13 mostra quanto tempo temos disponíveis a cada mês.

Tabela 6.13 - Horas disponíveis por mês na Granulação e Secagem

Horas Disponíveis no mês	352
Horas disponíveis por dia	16
Número de dias	20
Número de sábados	4
Horas disponíveis no Sábado	8

Considerando a demanda média por mês e o tempo de 5,75 horas para o *setup* completo, chega-se à Tabela 6.14, que contém as horas médias no mês e em quais períodos devemos programar as campanhas.

Tabela 6.14 - Horas médias por mês com novo *setup* (situação atual)

Situação Atual com melhoria do <i>SETUP</i>									
Demanda Mensal	Número de lotes por mês	Tempo total de processo mês	Tempo de demora (Campanha) em horas	Horas Totais de <i>Setup</i>	Horas de <i>Setup</i>	Campanhas por período	Campanhas a cada mês	Número de campanhas por ano	Lotes por campanha atual
Anador	35,2	189,0	54,0	20,1	5,75	3 Campanhas por mês + 1 a cada 2 meses	3,5	42,2	10,0
Buscopan	6,0	53,3	44,4	6,9	5,75	1 toda mês + 1 a cada 5 meses	1,2	14,4	5,0
Butazona	2,0	14,2	28,3	2,9	5,75	1 a cada 2 meses	0,5	6,0	4,0
Horas de processamento médias / mês		256,4	Horas totais <i>Setup</i> médias / mês		29,9				
Horas totais médias / mês				286,3					

Baseado nisto, há 65,7 horas disponíveis no mês, em média, (352 horas totais disponíveis no mês, como apresentado na Tabela 6.13, subtraídas as 286,3 horas de uso médio, encontrada na Tabela 6.14) para execução de mais *setups* e assim, reduzir o tamanho das campanhas. Estas horas a mais permitiriam executar 11 *setups* no mês, sem considerarmos o desvio padrão dos processos. A Figura 6.25 ilustra o padrão de programação das campanhas considerando seus atuais tamanhos de campanha. A produção somente segue o tamanho padrão das campanhas, de modo que, por exemplo, para o Buscopan, ao invés de ser feito um lote a mais por mês (campanha de 5 lotes, mas a demanda mensal é de 6 lotes), seria feita uma campanha a cada 5 meses (que corresponde a um lote por mês), de modo a gerar um estoque desnecessário à fábrica. Foi baseado nisto que foi definido as campanhas por período, que também estão ilustradas na Figura 6.25.

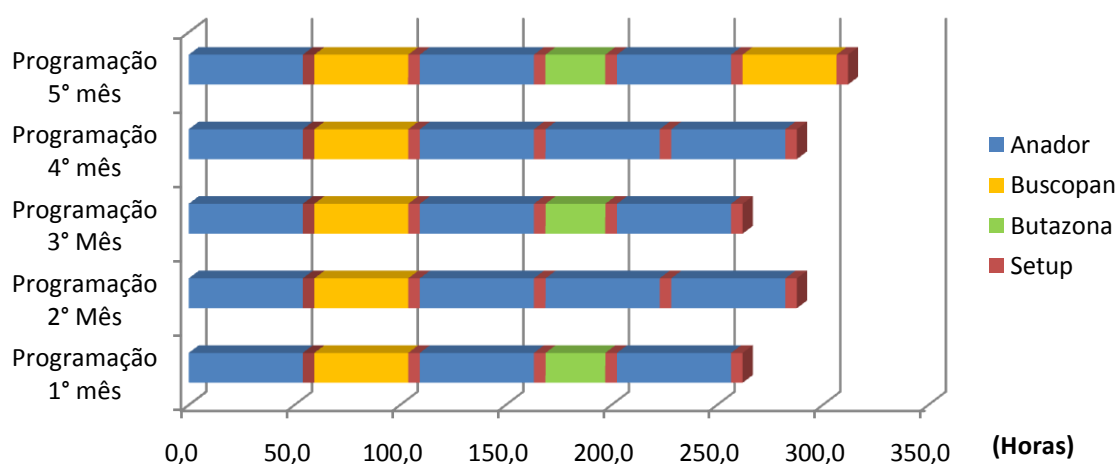


Figura 6.25 - Nivelamento da produção no horizonte de 5 meses, com tamanho de campanha atual

Para nivelar melhor a produção é preciso buscar um tamanho de campanha, que seja menor e ainda assim possibilite à fábrica atender à demanda. Como procuramos fazer todos os produtos em certo período, o ideal é que este período seja o mais curto e assim propõe-se que todo produto seja feito todo mês. É disto que trata o *Heijunka* (nivelamento). Assim, chega-se à tabela 6.15 e a Figura 6.26, com tal proposta de nivelamento através do *Heijunka Box*.

Tabela 6.15 – Horas médias da situação futura com nivelamento de produção

Situação Futura com melhoria do <i>SETUP</i> e redução de tamanho de campanha									
Demanda Mensal	Número de lotes por mês	Tempo total de processo mês	Tempo de demora (Campanha) em horas	Horas Totais de <i>Setup</i>	Horas de <i>Setup</i>	Campanhas por período	Campanhas a cada mês	Número de campanhas por ano	Lotes por campanha atual
Anador	35,2	190,1	37,8	28,9	5,8	3 Campanhas por mês + 1 a cada 2 meses	5,0	60,3	7,0
Buscopan	6,0	53,3	17,8	17,3	5,8	3 a cada mês	3,0	36,0	2,0
Butazona	2,0	14,2	14,2	5,8	5,8	1 a cada mês	1,0	12,0	2,0
Horas de processamento médias / mês		257,5	Horas totais <i>Setup</i> médias / mês	51,9					
Horas totais médias / mês				309,4					

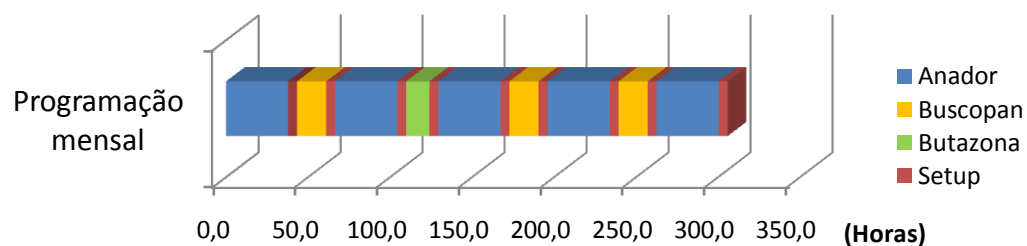


Figura 6.26 - Nivelamento da produção mensal, com novo tamanho de campanha

Esta nova programação ainda permite uma folga de 43,8 horas (352 horas totais disponíveis no mês, de acordo com a Tabela 6.13, subtraídas as 309,4 horas de uso do centro de produção, encontradas na Tabela 6.15). Elas poderão ser utilizadas em novas campanhas para absorver flutuações de demanda ou até mesmo para processar campanhas menores que as atuais (campanhas de apenas um lote, inclusive, se assim for necessário para o atendimento da demanda). Além disso, esta melhoria torna o fluxo muito mais *lean* e ainda dá a flexibilidade de mudanças entre campanhas (tempo mais curto), dispensando a necessidade de acumular estoques como é realizado atualmente.

Quanto aos parâmetros do mapa do fluxo de valor do estado atual, isso implicaria numa redução estimada de 5,66% no OEE da Granulação e Secagem, mapeado no mapa do fluxo do estado atual (22 horas a mais de *setup* com a redução das campanhas) e a nova disponibilidade para Anador seria de 85,04% (190,1 horas de processo somadas às 28,9 horas

de *setup*, dentre 257,5 horas). Para a Pesagem, também haveria uma perda estimada de 5,04% no OEE (14,1 horas a mais de *setup* com redução das campanhas) e a nova disponibilidade para Anador seria de 73,42% (155,8 horas de processo somadas às 18,5 horas de *setup*, dentre 237,4 horas).

Para desenvolvimento do *Heijunka Box* poderia ser adotado o período de 2 horas como tamanho padrão do cartão, como proposto em quadro esquemático apresentado no APÊNDICE J.

6.2.4 Mapa do fluxo de valor futuro

Traçadas estas melhorias, seria possível atingir as melhorias apresentadas na Tabela 6.16, compostas pelas OPMs 4, 5 e 6, implementadas, e pela estimativa das melhorias com as OPMs 1, 2 e 3.

Tabela 6.16 - Melhorias com o estado futuro

	ATUAL	FUTURO (OPMs 4, 5 e 6, somadas às estimativas de melhoria das OPMs 1, 2 e 3)	Ganhos
<i>Lead Time</i>	52,8 dias	36,73 dias	Redução de 30,4%
Tempo de processamento	101,86 horas	100,96 horas	Redução de 0,8%
Redução no volume de estoque (Tempo de duração do estoque)	11,5 lotes (~13,93 dias)	7, lotes (~8,88 dias)	Redução de 31,9%
OEE da Embalagem	43,4%	50,8%	Aumento de 17,1%
Operadores no processo	13 Operadores	15 Operadores	Aumento de 2 operadores

O mapa do fluxo do estado futuro deve ser seguido como diretriz para empresa, que em posse deste documento, deve fazer o máximo para implementá-lo e, no momento em que este estiver em prática, redesenhá-lo para que se encontre mais e novas oportunidades, conforme propõem Rother e Shook (2003). O desenho de mapas através do MFV deve ser uma rotina na empresa para que se tenham cada vez menos desperdícios no processo. O mapa do fluxo de valor do estado futuro proposto é apresentado em tamanho A3 para melhor

visualização na Figura 6.27. Neste mapa do fluxo de valor do estado futuro estão consideradas todas as melhorias geradas através das OPMs apresentadas na Tabela 5.1 da subseção 5.1 do quinto capítulo. As oportunidades de melhoria 1, 2 e 3, mostram-se viáveis economicamente e bastante interessantes para um estudo mais aprofundado na empresa, apesar do *payback* alto. Além disso, elas trazem os benefícios da metodologia *lean* para a empresa. A única ressalva é quanto a OPM 2, apresentada na subseção 6.2.2, cujo *payback* é de 73 meses. Apesar de este horizonte ser bem longo para projetos numa farmacêutica, representaria um grande avanço para a racionalização do fluxo e, portanto, sua implementação seria relevante à empresa.

Mapa do Fluxo de Valor do Produto Anador Estado Futuro

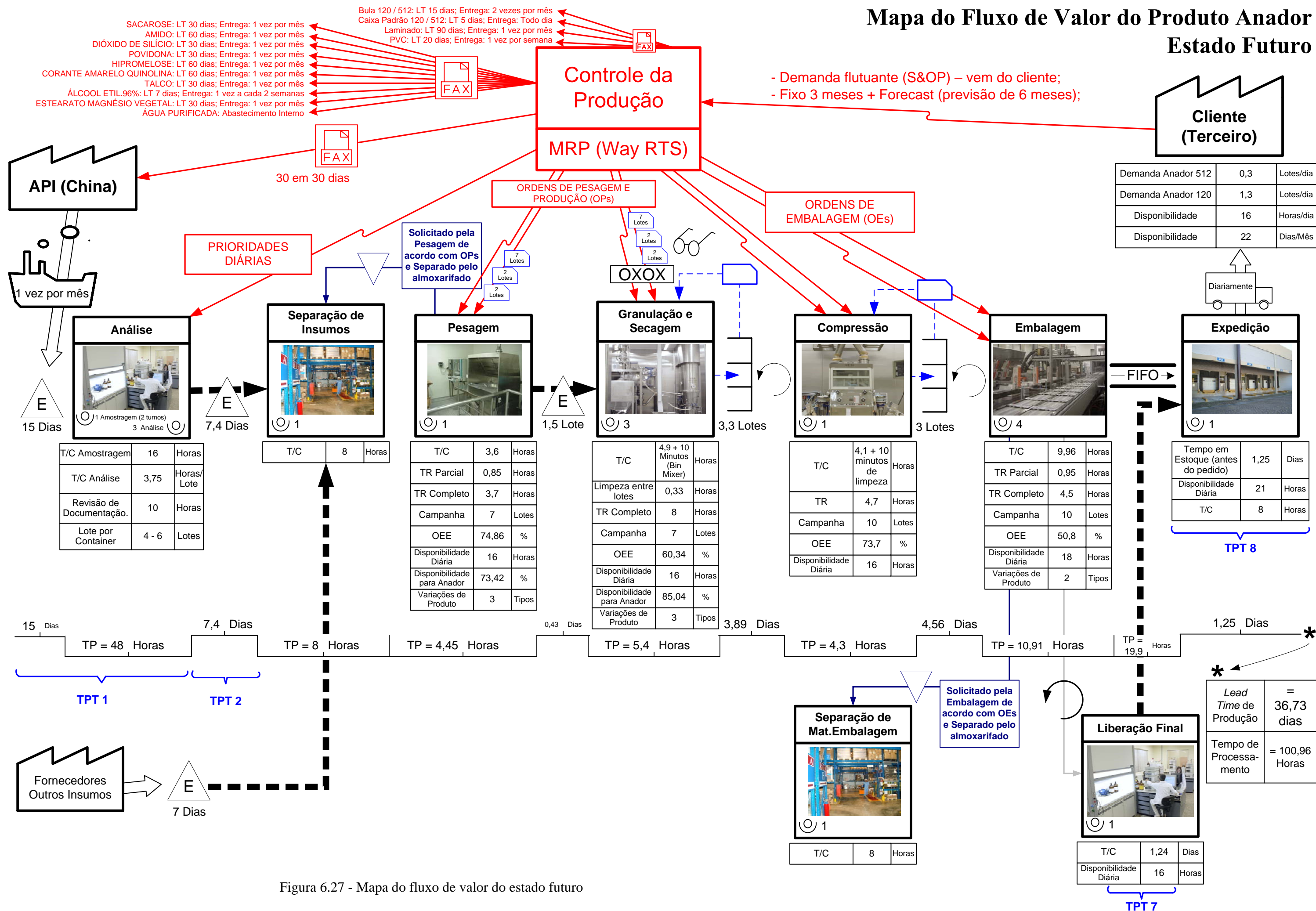


Figura 6.27 - Mapa do fluxo de valor do estado futuro

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O objetivo inicial deste trabalho era propor ações que viabilizassem um fluxo mais enxuto, com menos estoque e mais flexibilidade, resultando em um *lead time* de entrega menor.

O mapa do fluxo de valor do estado futuro traçado, deve ser mais profundamente estudado, para que se analise a viabilidade econômica das ações propostas, a fim de que se continue a busca de um fluxo mais enxuto e com menos desperdícios.

Nas subseções seguintes, são apresentados os ganhos com as OPMs que foram implementadas.

7.1 Resultado da oportunidade de melhoria OPM 4

Para avaliação da melhoria da OPM 4, será considerado o controle do *Kanban* adaptado que foi aplicado aos operadores, como apresentado no Quadro 7.1.

Ferramenta <i>Kanban</i> - Lista de Inspeção						
Mês	Semana	Lotes Produzidos FB	Lotes Produzidos CP13	Documentação para Encerrar	Bin para Limpar	Jogo de Punção para Limpar/Aferir
Setembro	3	4	3	5	7	8
Setembro	3	5	3	0	7	0
Setembro	3	6	3	5	9	2
Setembro	3	6	4	8	7	3
Setembro	3	7	4	6	7	4
Setembro	4	7	4	5	7	4
Setembro	4	5	3	9	9	4
Setembro	4	4	3	3	10	2
Setembro	4	3	3	3	9	2
Outubro	1	3	3	3	8	2
Outubro	1	4	3	7	8	2
Outubro	2	3	3	1	14	2
Outubro	2	5	3	1	13	2
Outubro	2	6	3	6	13	5
Outubro	2	7	3	4	6	5
Outubro	3	7	4	2	6	6
Outubro	3	5	4	2	6	6
Outubro	3	3	2	4	8	7
Outubro	3	3	2	4	10	9
Outubro	3	3	2	9	8	4
Outubro	4	3	2	9	8	4
Outubro	4	3	2	9	8	4
Outubro	4	4	3	9	8	4

Quadro 7.1 - Inspeção *Kanban*

Segundo este Quadro, desconsiderando os períodos nos quais há campanha na Granulação (FB - *Fluid Bed*), aumento do estoque para 7 lotes, a média em lotes no WIP 2 e WIP 3 é de 3,3 lotes e 3 lotes respectivamente.

Os dados precisam ser validados com o passar do tempo, pois o Quadro deve estar na cultura dos operadores, que devem respeitá-lo. Apesar do pequeno período para validação do ganho, nota-se que houve uma aparentemente redução nos níveis de estoque intermediário, o que poderá ser validado através dos TPTs que forem medidos (reportados na planilha TPT) ao final de novembro.

Para este novo nível de lotes precisamos estimar qual a duração do mesmo em dias. Retomando a Lei de Little, já apresentada neste trabalho, chegamos aos seguintes valores:

$$\text{Taxa de Produção} = \frac{\text{WIP2}}{\text{Tempo de Percurso}} = \frac{5 \text{ lotes}}{5,9 \text{ dias}} = \sim 0,8474 \text{ lotes/dia}$$

$$\text{Taxa de Produção} = \frac{\text{WIP3}}{\text{Tempo de Percurso}} = \frac{5 \text{ lotes}}{7,6 \text{ dias}} = \sim 0,6756 \text{ lotes/dia}$$

E portanto, estimando que o novo Tempo de Percurso em dias será para WIP 2 e WIP 3, respectivamente:

$$\text{Tempo de Percurso} = \frac{\text{WIP2}}{\text{Taxa de Produção}} = \frac{3,3 \text{ lotes}}{0,8474 \text{ lotes/dia}} = \sim 3,89 \text{ dias}$$

$$\text{Tempo de Percurso} = \frac{\text{WIP3}}{\text{Taxa de Produção}} = \frac{3 \text{ lotes}}{0,6756 \text{ lotes/dia}} = \sim 4,56 \text{ dias}$$

7.2 Resultado das oportunidades de melhoria na Embalagem

Para avaliação das melhorias aplicadas à Embalagem, utilizar-se-á novamente os apontamentos para cálculo do OEE na fábrica. Como o evento *Kaizen* ocorreu ao final de setembro, serão avaliados os dados de outubro até o dia 15, último dado digitado pelos operadores no processo, pois a atualização é quinzenal.

Desta maneira na Figura 7.1, são apresentadas as variações entre os lotes antes da melhoria e após a melhoria, para o Tempo de Ciclo. A avaliação semelhante para o *setup* parcial é apresentada na Figura 7.2.

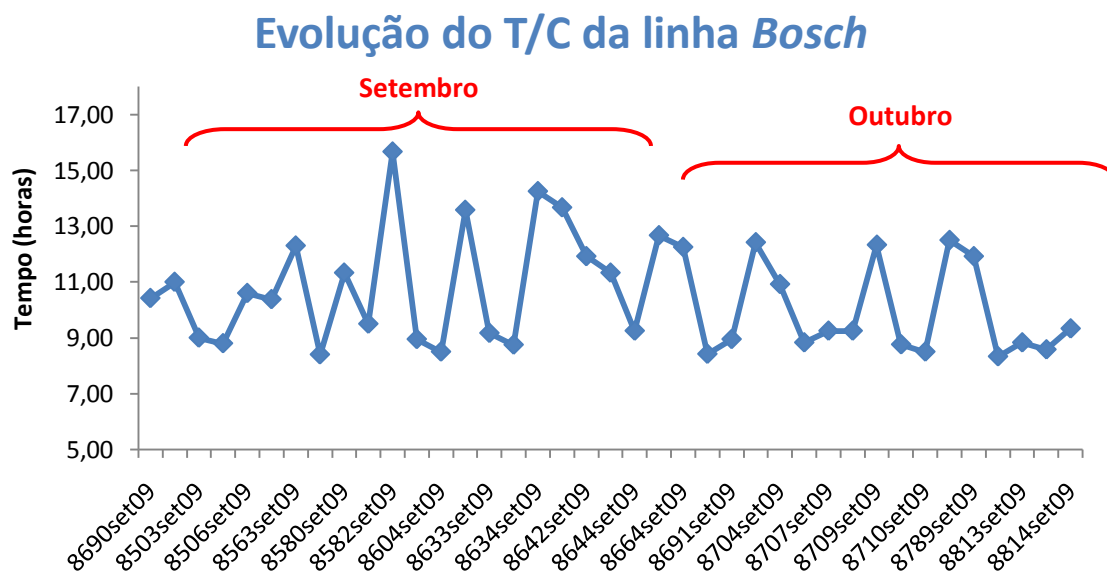


Figura 7.1 - Evolução do T/C da linha *Bosch*

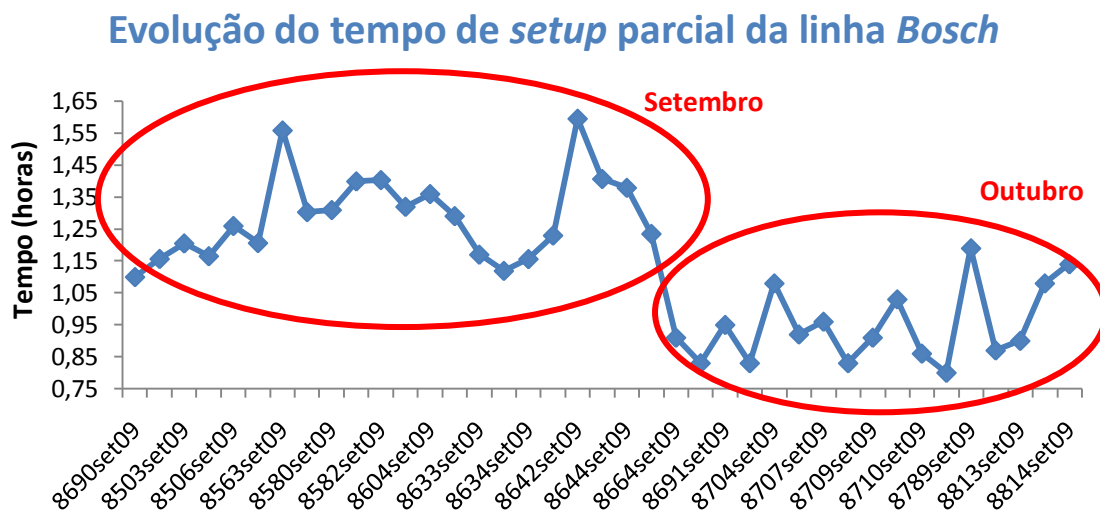


Figura 7.2 - Evolução do tempo de *setup* parcial da linha *Bosch*

Para o T/C o tempo médio diminuiu para 9,95, porém há grande variação de um lote para outro, como observado na Figura 7.1. É preciso validar se os apontamentos estão sendo bem preenchidos e o que está trazendo esta variação lote a lote (grande variação que não permitem confiabilidade nos dados).

A matriz do OEE informado pela produção para esta quinzena de mês foi de 50,8%, como apresentado na Figura 7.3. No entanto no mês de setembro já houve uma evolução do OEE para 46,3%, e nesta primeira quinzena, ainda não houve *setup* externo, que impactará no valor final do OEE do mês. Porém percebe-se que de fato houve uma melhora na parcela do *setup* (melhoria do *setup* parcial com tempo médio de 57 minutos) na composição do OEE, o que sugere que houve ganhos no processo com a aplicação do evento *Kaizen*. Para garantir a efetividade dos dados e dos ganhos é preciso continuar com a análise das melhorias e controle das mesmas, como propõe a metodologia DMAIC na fase controlar, que não foi contemplada neste trabalho.

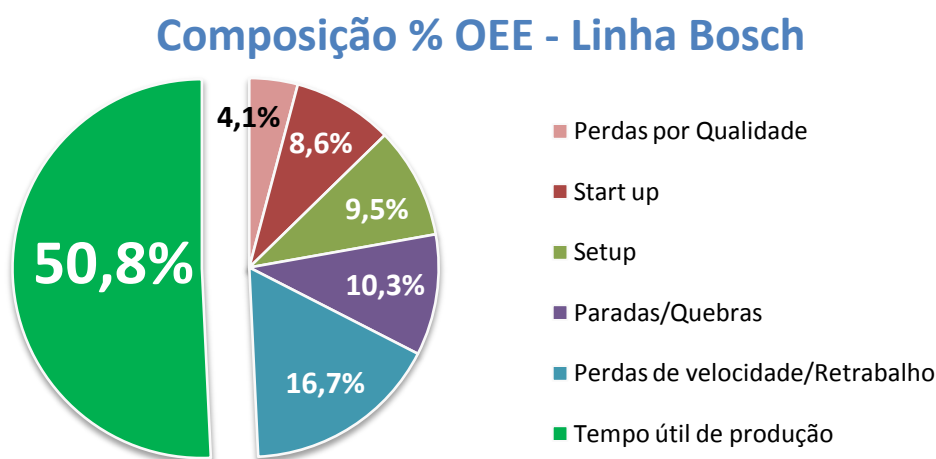


Figura 7.3 - Composição percentual do OEE da linha *Bosch* na primeira quinzena de outubro

Para avaliar as melhorias para o *setup* completo ainda será necessária a aplicação do *checklist*, pois o mesmo ainda se encontra em aprovação e revisão pelo Departamento da Produção para aplicação e avaliação da melhoria. Não houve *setups* do tipo completo nesta primeira quinzena de outubro, de maneira que não será possível avaliar se houve melhoria no tempo de ajuste da encaixotadeira (checagem já implementada). Tendo em vista então os tempos de busca e ajuste na encaixotadeira, os pontos que as propostas de melhoria pretendem melhorar, estima-se uma redução de 30 minutos no *setup* completo (o tempo de “buscas” é atualmente de 28 minutos e estima-se ainda um ganho pequeno nos ajustes da encaixotadeira).

7.3 Melhorias com o mapeamento do fluxo de valor

Como resultado global da aplicação das técnicas *lean* já implementadas (OPM 4, 5 e 6) na empresa, chegamos a Tabela 7.1, que resume os principais indicadores do estudo do fluxo de valor, comparando a situação atual com a melhorada (mapa do fluxo de valor atual com o mapa do fluxo de valor do estado atual melhorado).

Tabela 7.1 - Comparação entre mapa atual com mapa atual melhorado

	ATUAL	ATUAL JÁ MELHORADO (OPMs 4,5 e 6)	Ganhos
<i>Lead Time</i>	52,8	47,7	Redução de 9,6%
Tempo de processamento	101,86 horas	100,96 horas	Redução de 0,8%
Redução no volume de estoque intermediário WIP , WIP 2 e WIP 3 (Tempo de duração do estoque)	11,5 lotes (~13,93 dias)	7,83 lotes (~8,88 dias)	Redução de 31,9%
OEE da Embalagem	43,4%	50,8%	Aumento de 17,1%

Dentre todas as ferramentas utilizadas neste trabalho, o estudo através do MFV contribuiu de forma decisiva para a aplicação das outras técnicas, por delinear quais são os pontos mais críticos de todo o processo, e não somente de um ou outro equipamento, permitindo então a intervenções de modo sistêmico. Este diagnóstico para a eliminação dos desperdícios, principalmente por utilizar notações simples e que podem ser compreendidas por todos, simplifica o entendimento do fluxo de materiais e informações que ocorre na fábrica.

O desenho do fluxo indicou que havia um superdimensionamento de estoques imediatamente antes do gargalo da produção, a Embalagem.

De acordo com o tempo de processo e a sua variação, atingimos um nível de estoque médio necessário de 3 lotes menor que os 5 lotes, como ocorria quando não havia gestão visual do estoque. Sem uma melhoria nos processos anteriores e a redução das campanhas, somente o painel de *Kanban* adaptado (gestão do estoque visual), com o passar do tempo, não limitará o estoque (caso não haja uma reciclagem de mentalidade). Contudo, a sua implementação pode ser considerado como uma evidência de que a mentalidade *lean* aos

poucos vem crescendo na empresa.

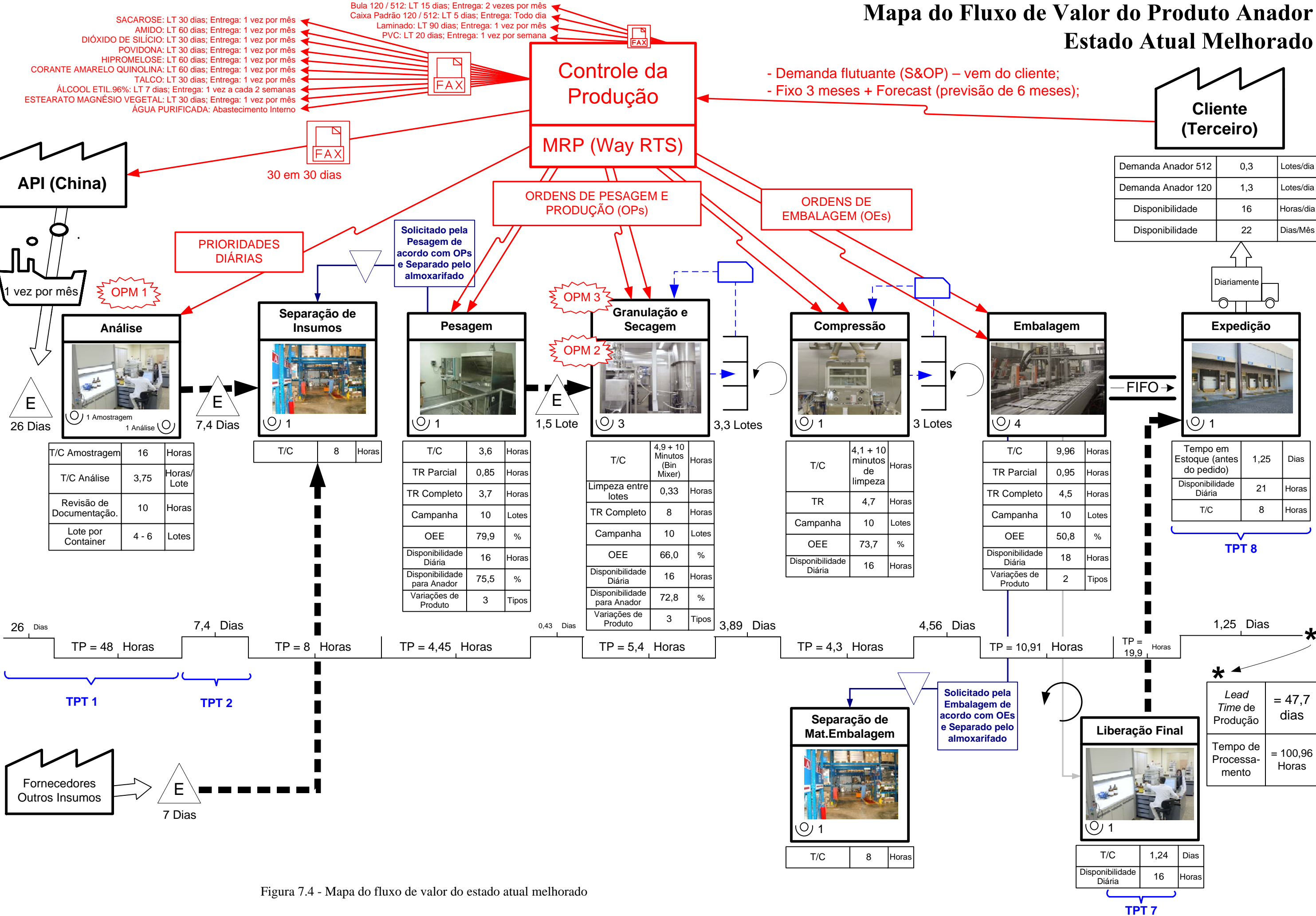
A proposta de termos procedimentos e cartões com as atividades de cada operador durante o *setup* parcial, além da melhor sinalização da linha, possibilitou esta maior rapidez na Embalagem do produto, reduzindo o estoque anterior e tornando o fluxo mais contínuo. Além disto, ambos os processos de melhoria aplicados neste estudo foram feitos com investimentos baixos e reduziram em 15 minutos o tempo do *setup* parcial e em 51 minutos o tempo de processo, pelo menos no primeiro levantamento das melhorias, como apresentado nas Figuras 7.1 e 7.2.

Nesta nova situação, o *lead time* é de 9,6% menor e desta maneira, os produtos fluem mais rapidamente para o cliente, proporcionando uma redução no prazo de entrega e fazendo com que se diminuam eventuais atrasos. Além disso, isso diminui a necessidade de manter um estoque de produtos acabados elevado para garantir o nível de serviço de 95%, meta estipulada à fábrica.

A aplicação do conceito 5S's e do gerenciamento visual em linha racionaliza o fluxo de materiais, com melhor identificação de refugos, retrabalho e pontos de ajuste no processo, além de melhorar a ergonomia dos operadores (não há necessidade de passar ou buscar caixas de cartuchos e de bulas para reabastecimento na linha). Consequentemente, o T/C (Tempo de Ciclo) da Embalagem diminui, como pode ser notado no tempo de processamento total do fluxo apresentado na Tabela 7.1.

Por fim, as outras propostas de melhoria delineadas servem como bons direcionadores de novos investimentos para redução significativa do *lead time* neste fluxo, principalmente para a redução do estoque no Recebimento, responsável por mais de 50% do tempo de *lead time*.

O mapa do fluxo de valor do estado atual já melhorado é apresentado em tamanho A3 para melhor visualização na Figura 7.4.



8 CONCLUSÃO

Os fundamentos teóricos do MFV são bastante simples, mas sua aplicação na indústria farmacêutica mostrou-se muito complexa, devido aos diversos insumos e materiais que existem ao longo do fluxo, diferentemente das aplicações convencionais, que costumam abordar o fluxo de peças discretas que fluem ao longo de um processo, com aplicação em indústrias metalúrgicas, automobilísticas entre outras. Esta complexidade exigiu a aplicação de diversas ferramentas de Engenharia de Produção nos diferentes centros de produção que compõem o sistema de fabricação estudado. As melhorias traçadas ou executadas mostram-se promissoras para ajudar a empresa a reduzir o tempo entre a chegada do insumo e a remuneração pelo cliente (*lead time*).

O MFV possibilitou não só o entendimento do principal gargalo para o produto em estudo, como também a série de oportunidades que ainda existem no mercado farmacêutico. Este mercado vem se tornando cada vez mais competitivo e com o crescimento dos fabricantes de medicamentos genéricos, estes começam a ameaçar as principais indústrias farmacêuticas, que antes lidavam com complexidade menor de produtos sem precisar gerenciar seus fluxos da maneira mais enxuta possível.

Este mapeamento foi fundamental para compreender as diversas etapas, o que é crítico e superdimensionado, ajudando a definir em quais pontos as melhorias deveriam ser traçadas. Revelou que há muito que se evoluir em eficiência de equipamentos, uma realidade que ainda não recebe a atenção devida, mas que agora está sendo enfrentada mais efetivamente com a criação de uma área de engenharia dentro da unidade de produção farmacêutica da empresa. A não existência de procedimentos para qualquer tipo de *setup* evidenciou o quanto o processo ainda não estava maduro. Por isto, faz-se necessária a aplicação da ferramenta do MFV em outras famílias de produtos e outras linhas críticas ao sucesso da empresa.

Algumas propostas possuem suas limitações, devido às particularidades referentes ao compartilhamento dos recursos e variações da demanda, que trazem instabilidade à produção. Realizar manutenções preventivas de maneira mais eficaz pode reduzir em parte esta instabilidade dos processos (as principais paradas que reduzem a eficiência dos mesmos). Outro fato que limitou algumas propostas foi a restrição de acesso a dados, o que impediu a

elaboração de um estudo mais aprofundado. Em razão da sigilo do negócio, o departamento financeiro não informou os valores dos insumos no almoxarifado, e tão pouco, o valor de um lote do Anador, que teve de ser estimado através da base do instituto IMS.

Outro ponto, é a melhoria significativa alcançada no tempo de processamento da linha de Embalagem estudada. Ela não é uma boa máquina (*Bosch* não é um bom fornecedor de linhas com tecnologia de para comprimidos), com baixa flexibilidade inclusive para absorção de outros produtos, pois seus braços mecânicos não são flexíveis, o que torna difícil uma adequação na linha sem algum investimento bastante significativo. Além disto, o tempo de *start up* da linha é grande em decorrência de problemas mecatrônicos e eletrônicos dos equipamentos utilizados na linha. Este tempo precisa ser reduzido para tornar o fluxo mais dinâmico, sem tantos estoques intermediários. Talvez fosse interessante utilizar uma nova tecnologia para embalar mais rápido (outro fornecedor) diferentes produtos, com maior flexibilidade e menor esforço de *setup*.

Para a fabricação em campanhas, é preciso rever os conceitos que a fábrica utiliza atualmente. Esta forma de fabricação gera estoques em excesso e deveria só ser aplicada em centros de produção dedicados para melhoria do OEE. Para reduzir esta forma de fabricação é preciso o envolvimento tanto da produção quanto do PCP, que hoje ainda não estão familiarizados com a aplicação de *Heijunka*.

A aplicação dos conceitos da produção enxuta mostrou-se promissora para a melhoria de todo o processo de fabricação da indústria farmacêutica considerada, pois a eliminação de desperdícios deve ser um aprendizado contínuo em qualquer empresa que queira ser mais competitiva em custos e velocidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, J.; RIGBY, D.. **Clarify strategy: choose where and how to win**. Harvard Business Press. Boston, Massachusetts, 2009.

Brown, S. L. and Eisenhardt, K. M., '**Product development: past research, present findings, and future directions**'. *Academy of Management Review*, 20, 2, 343–79. 1995.

Brown, S., **Manufacturing seniority, strategy and innovation**. *Technovation*. Vol. 18. No. 3. 149 – 162. 1998.

Brown; Blackmon. **Aligning Manufacturing Strategy and Business - Level Competitive Strategy in New Competitive Environments: The Case for Strategic Resonance**. *Journal of Management Studies* 42:4. 2005.

Carvalho, M. M., Laurindo, F. J. B., **Estratégia para competitividade**. São Paulo. Editora Futura. 2003.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON M. **Planejamento, Programação e Controle da Produção**. São Paulo, 2000.

DENNIS, P. **Produção Lean Simplificada**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2008.

ECKES, G. **A revolução Seis Sigma**. São Paulo: Campus, 2001

EHRLICH, B. H., **Transactional Seis sigma and Lean Servicing (Leveraging Manufacturing Concepts to Achieve World-Class Service)**. St. Lucie Press, 2002.

HARRY, M. J.; SCHROEDER, R. **Seis sigma: a breakthrough strategy for profitability**. New York: Quality Progress, May 1998.

Hayes, R.H., Wheelwright, S.C., **Restoring our Competitive Edge: Competing Through Manufacturing**. Wiley, New York. 1984.

Hayes, R.H., Wheelwright, S.C., The dynamics of process–product life cycles. *Harvard Business Review*, 127–136. 1979.

HENDERSON, Bruce D. **As origens da estratégia**. 1989.

KAIZEN INSTITUTE BRAZIL <http://br.kaizen.com/>. Acesso em 18 de abril de 2009.

KAMEDA, E. M.; CAVENAGHI, V. **Mapeamento do Fluxo de Produção: diagnóstico em uma empresa de transformação de materiais plásticos**. São Paulo: UNESP, 2000.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.. **A Estratégia em Ação: Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro, Campus, 1997.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P.. **STRATEGIC FINANCE: Strategy Maps**. Strategic Finance, March, 2004.

LANCRY, O.; RIGBY, D.. **Price for today and tomorrow**. Harvard Business Press. Boston, Massachusetts, 2009.

LEAN INTERPRISE INSTITUTE. **Léxico Lean – Glossário ilustrado para praticantes do Lean**. São Paulo: v. 1, 2003.

LEAN INSTITUTE BRAZIL <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em 18 de abril de 2009.

Little, J. D. C.. “**Tautologies, Models and Theories: Can we find ‘Laws’ of manufacturing?**”. IIE Transactions, Vol. 24, No. 3, pp. 7-13, 1992

MARTINS , Petrônio G; LAUGENI, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MONDEN Y. **Sistema Toyota de Produção**. IMAM, São Paulo, 1984.

MOOD, ALEXANDER; GRAYBILL, FRANKLIN A.; BOES, D. **Introduction To The Theory Of Statistics**. OPEN UNIVERSITY PRES M., 1974

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 2004.

NAYLOR, J. B.; MOHAMED, M. N.; DANNY, B.. **Leagility: Integrating the lean and agile manufacturing paradigms in the total supply chain**. International Journal of Production Economics 62 107-118, 1999.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Ed. Bookman, 1997.

PANDE, S. P.; NEUAN P. R.; CAVENAGH, R. **Estratégia seis sigma**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

PELEGRINO, L. P. **Redução de Lead Time e Aumento da Capacidade na Produção de Rolos Guias para Máquina de Papel**. São Paulo: EPUSP, 2007.

Porter, M., **What is strategy?** Harvard Business Review. 1996.

RIGBY, D. **Winning in turbulence**. Harvard Business Press. Boston, Massachusetts, 2009.

ROTANDARO, R. G.; RAMOS, A.; RIBEIRO, C.; MIYAKE, D.; NAKANO, D.; LAURINDO, F.; HO, L. L.; CARVALHO, M. M.; BRAZ, M.; BALESTRASSI, P.; **Seis Sigma: Estratégia Gerencial para a Melhoria de Processos, Produtos e Serviços**. São Paulo. Ed. Atlas S.A., 2006.

ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a Enxergar (Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício)**. São Paulo: v. 1.3, 2003.

SHINGO, SHIGEO. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Tradução de Andrew P. Dillon. Cambridge, Productivity, Inc, 1985.

SHINGO, SHIGEO. **O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

Skinner, W., Harvard Business Review 47, 136–145. 1969.

Slack, N., **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo. Editora Atlas. 1993

SLACK, N. et al. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

The Productivity Press Development Team. **Kaizen For The Shop Floor**. New York: Productivity Press, 2002.

Thun, J., **Empirical analysis of manufacturing strategy implementation**. International Journal of Production Economics 113, 370 – 382. 2008.

WILSON, P. M.; **Seis sigma: understanding the concept, implications and challenges**. Advanced Systems Consultants, 1999.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. **A Mentalidade Enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscilla Martins Celeste. 5. Ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

APÊNDICE A – INFORMAÇÕES PARA O MFV

A primeira etapa para traçar o MFV é estabelecer qual a demanda média do produto, isto é, tomar a visão do cliente para definir a periodicidade da produção (quando e quanto devo fazer). Para esta definição serão utilizadas as bases históricas de vendas de 2001 a 2009.

Com base nos conceitos adquiridos referentes ao planejamento e controle da produção, geralmente uma base de vendas de certo produto pode ser descrita através de uma equação. Esta equação representa o seu crescimento médio anual. Analisando os valores anuais de vendas, percebe-se que não houve evolução na demanda do produto, como pode ser observado nas Figuras 8.1 (para configuração de 512 comprimidos) e 8.2 (para configuração de 120 comprimidos). Apesar da linha de tendência apresentar decrescimento, as previsões do produto para 2009 mantêm-se no mesmo patamar que em 2008, e por isto, ela não será considerada no cálculo da demanda média. Para a configuração de 512 comprimidos o fato se repete, sendo esta queda de demanda acentuada principalmente pelas vendas de 2001 e 2002, atingindo um patamar mais constante após este período.

Este decrescimento pode ser interpretado através da grande concorrência no qual o produto está inserido (categoria de analgésico) e também ao fato de que há uma série de outros produtos substitutos, que absorveram parte de seu *market share* (remédios para dor de cabeça ao invés de analgésicos). Outro fato importante para o decrescimento nos últimos anos é a menor distribuição deste medicamento, pois antigamente sua distribuição era grande através de canais indiretos (por ser um medicamento sem prescrição médica), canal que foi coibido nos últimos anos pela ANVISA.

Para suprir estes problemas, o cliente focou em campanhas publicitárias no ano de 2009, que mantiveram o nível da demanda no mesmo patamar de 2008.

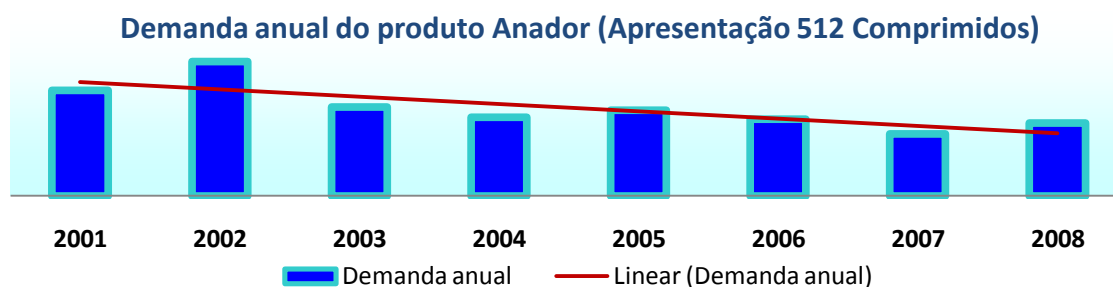


Figura 8.1 - Análise da demanda anual de Anador 512

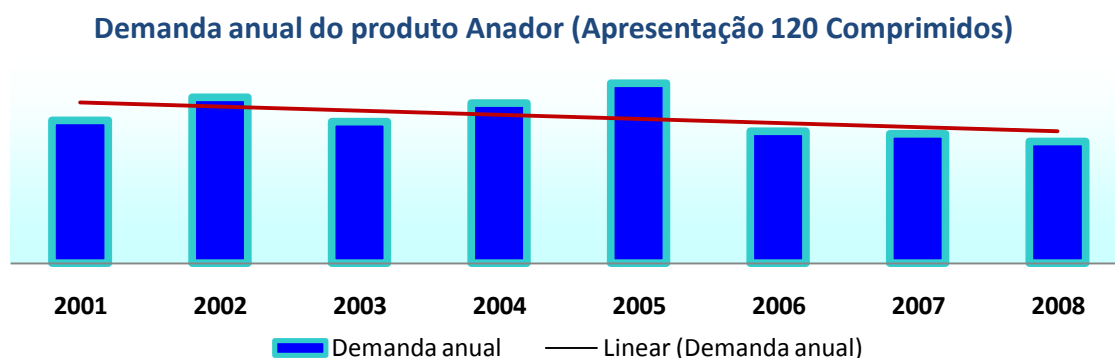


Figura 8.2 - Análise da demanda anual de Anador 120

Vamos partir então para demanda média, analisando mês a mês. Em razão da sigilosidade o eixo das ordenadas foi retirado dos gráficos (Figuras 8.2 e 8.3).

Primeiramente vamos analisar a demanda pela apresentação com 120 comprimidos. Percebe-se, nas Figuras 8.3 e 8.4, aparentemente duas fases: de janeiro a abril e de maio a dezembro. Outro fato é que 2003 possui diferenças com relação aos demais valores e não foi considerado. Para a análise da demanda média, utilizou-se o teste de mediana de Mood, um método para análise de mediana onde a hipótese é:

- H_0 as amostras possuem médias iguais (Aceito H_0 se $p \geq 0,05$);
- H_1 pelo menos uma das médias é diferente (Rejeito H_0 e aceito H_1 para $p < 0,05$);

O método foi utilizado em razão da amostra possuir tamanho pequeno ($N=8$) e devido a amostra não ter distribuição normal (MOOD, 1974). O método ANOVA para testes de médias impõe a normalidade dos dados, isto é, os dados seguem uma curva normal, e por este motivo não foi utilizada.

Através do *Minitab* temos o Quadro 8.1.

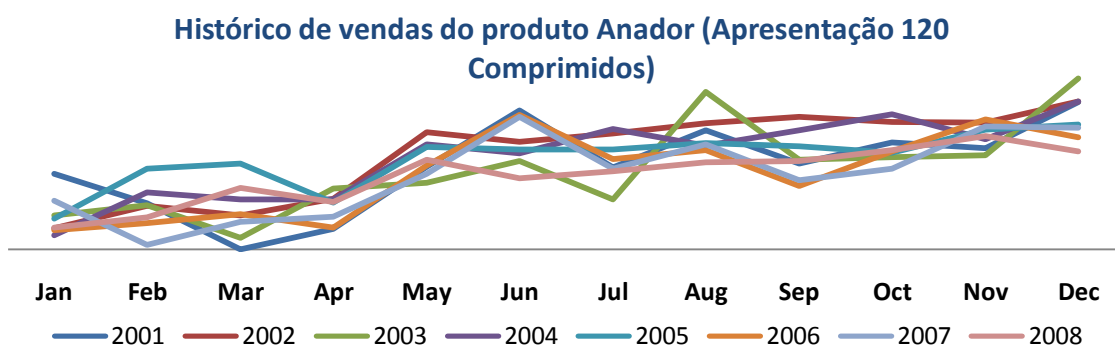


Figura 8.3 - Histórico de Vendas do Anador 120

Histórico de vendas do produto Anador (Apresentação 120 Comprimidos) - Sem 2003

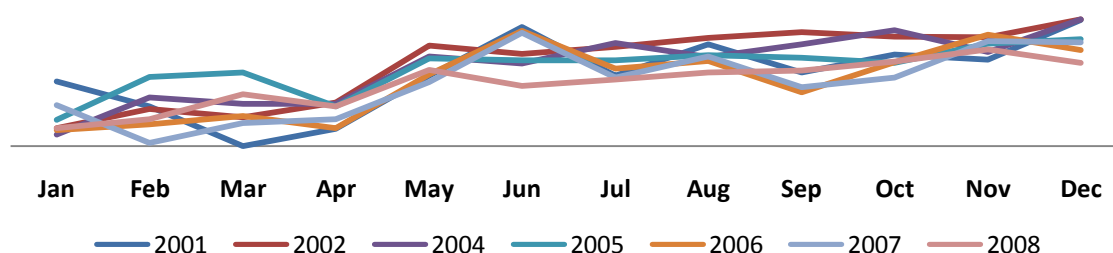


Figura 8.4 - Histórico de vendas do Anador 120 (sem ano 2003)

Mood Median Test: Demanda versus Mês

Mood median test for Demanda

Chi-Square = 53,14 DF = 11 P = 0,000

Mês	N<=	N>	Median	Q3-Q1	Individual 95,0% CIs
Jan	7	0	56595	76134	(*-----)
Feb	7	0	114972	81344	(-----*-----)
Mar	7	0	93342	88127	(---*-----)
Apr	7	0	122886	74447	(-----*)
May	4	3	235770	60406	(--*-----)
Jun	1	6	283435	100152	(---*-----)
Jul	3	4	238064	94869	(--*-----)
Aug	1	6	276060	51408	(-----*-----)
Sep	4	3	233072	132209	(---*-----)
Oct	1	6	261065	80927	(-*-----)
Nov	0	7	315807	42800	(-----*)
Dec	0	7	329132	94117	(-----*-----)

Overall median = 236917

Mood Median Test: Demanda versus Mês

Mood median test for Demanda 2

Chi-Square = 1,71 DF = 3 P = 0,634

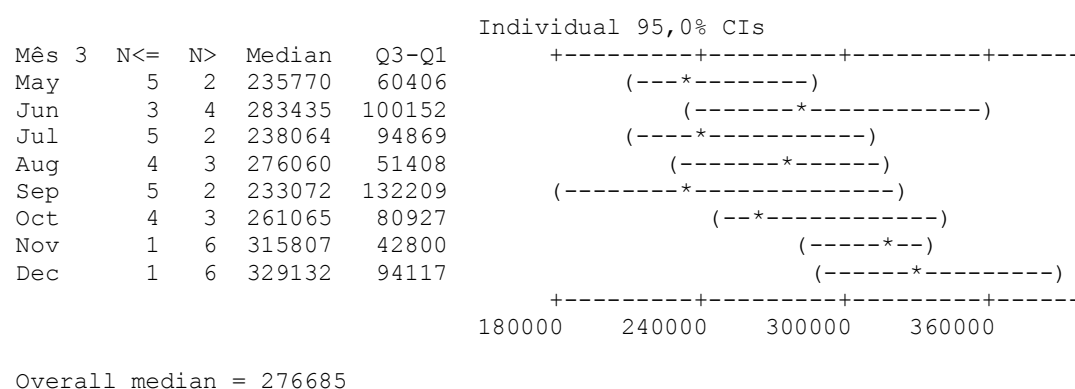
Mês 2	N<=	N>	Median	Q3-Q1	Individual 95,0% CIs
Jan	5	2	56595	76134	(-*-----)
Feb	3	4	114972	81344	(-----*-----)
Mar	3	4	93342	88127	(-----*-----)
Apr	3	4	122886	74447	(-----*-----)

Overall median = 91122

Mood Median Test: Demanda versus Mês

Mood median test for Demanda 3

Chi-Square = 11,43 DF = 7 P = 0,121



Quadro 8.1 – Análise de Mood para demanda de Anador 120

Analizando agora a demanda para a apresentação de 512 comprimidos, as vendas parecem ser mais constantes ao longo de todo o ano. No entanto, percebe-se uma diferença dos dois primeiros anos (2001 e 2002) com relação aos demais e, por este motivo, eles não foram considerados no cálculo da demanda média, como pode ser observado nas Figuras 8.5 e 8.6. Realizando então o teste de média de Mood, novamente concluímos que podemos aceitar H_0 , de que as médias dos meses são iguais, como pode demonstrado no Quadro 8.2.

Histórico de vendas do produto Anador (Apresentação 512 Comprimidos)

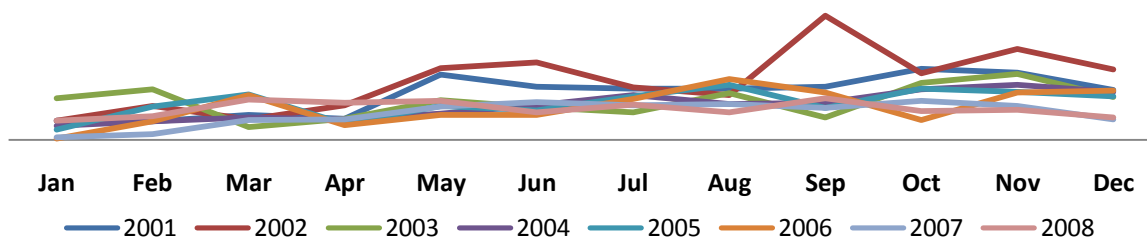


Figura 8.5 - Histórico de Vendas do Anador 512

Histórico de vendas do produto Anador (Apresentação 512 Comprimidos) - Sem 2001 e 2002

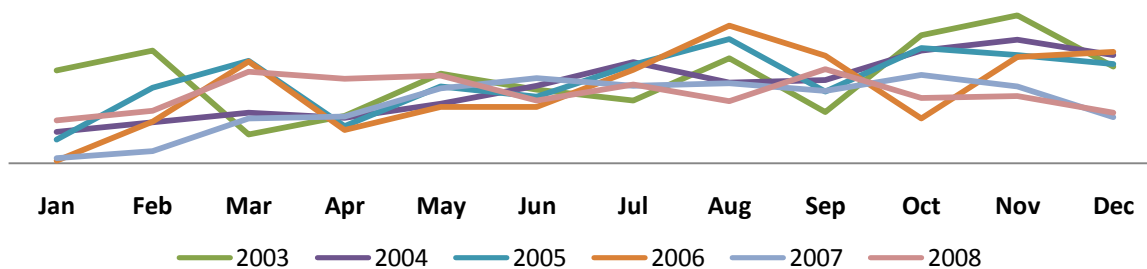
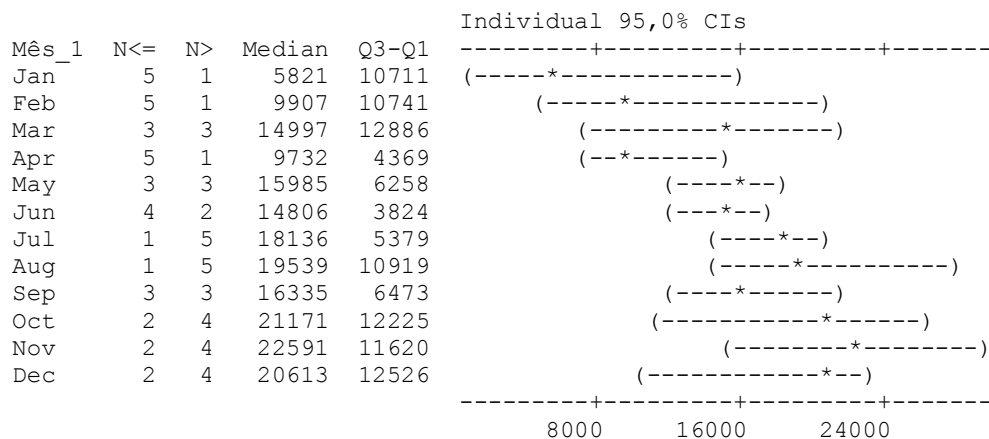


Figura 8.6 - Histórico de vendas do Anador 512 (sem anos 2001 e 2002)

Mood Median Test: Demanda versus Mês

Mood median test for Demanda 4

Chi-Square = 16,00 DF = 11 P = 0,141



Overall median = 16223

Quadro 8.2 - Análise de Mood para demanda de Anador 512

Definida a demanda média que será utilizada, é preciso definir qual a unidade será utilizada para esta demanda, com o objetivo de avaliar o estoque intermediário em processo com relação a esta unidade.

Para isto, foi considerada a quantidade de material trabalhada por centro de produção. Em razão de a maioria deles (três em quatro) trabalhar em *batches*, isto é, em lotes, utilizou-se esta unidade de medida para denotar a quantidade demandada pelo cliente em um determinado período. Portanto, apesar das diferenças de apresentação (utilização de mais comprimidos em uma apresentação do que na outra) com a denotação por lote, é possível ter uma melhor idéia de quantos lotes de produção são necessários para uma certa demanda mensal ou diária. Esta quantidade é apresentada na Tabela 8.1 abaixo:

Tabela 8.1 - Demanda média por configuração a cada mês

	Demanda em Cartuchos/Mês	Demanda em Lotes/Mês	Demanda em Lotes/Dia
Anador 120 (Jan-Abr)	91.122	9,4	0,4
Anador 120 (Mai-Dez)	276.685	28,5	1,3
Anador 512	16.223	7,1	0,3

Todavia, o estudo levará em conta as maiores demandas para Anador 120 e para

Anador 512 (neste segundo caso só há uma demanda média).

A segunda etapa é avaliar os processos e estoques intermediários, bem como seu tempo de espera. Para avaliar os tempos em processos foram considerados os apontamentos e, a partir deles, foi traçado um *Boxplot*, com intenção de visualizar todo o processo, e também, seus *Outliers*.

Através do *Minitab*, baseado na Equação (3), mostrada abaixo, para o cálculo dos limites superior e inferior na identificação dos *outliers* (ROTANDARO et Al., 2006), foi possível retirar estes pontos que eventualmente distorceriam os tempos de ciclo encontrados. A intenção em retirar os *outliers* é justamente evitar a contaminação dos dados de outros apontamentos, devido alguma possível incoerência naquele apontamento.

$$Limite_{superior} = Q3 + (1,5 \times H) \quad e \quad Limite_{inferior} = Q3 - (1,5 \times H) \quad (3)$$

Em que:

Q3 = Terceiro quartil;

H = Amplitude dado pela diferença entre o primeiro e terceiro quartis;

A Figura 8.7 evidencia os tempos para os processos (em horas) e para os estoques, TPT7 e TPT8 (em dias) e os lotes *outliers*. O tamanho desta amostra é $N_1=100$ lotes, exceto para o TPT7 e TPT8, nos quais o tamanho é de 35 lotes. Já a Figura 8.8 possui a mesma função, porém trata do TPT1 e TPT2 (em dias), pois a identificação não se dá pelo lote do Anador, mas sim pelo lote do API, e por este motivo o tamanho da amostra também é menor sendo $N_2=30$ lotes.

Observando a Figura 8.7 pode-se notar que o WIP cresce de 1 para 2 e de 2 para 3. Isto também pode ser notado com os tempos de ciclo da Granulação e Secagem para Compressão e da Compressão para Embalagem, um indício de que há acúmulo de estoque em decorrência do maior tempo de processamento do lote na Embalagem, podendo este centro de produção ser o processo puxador.

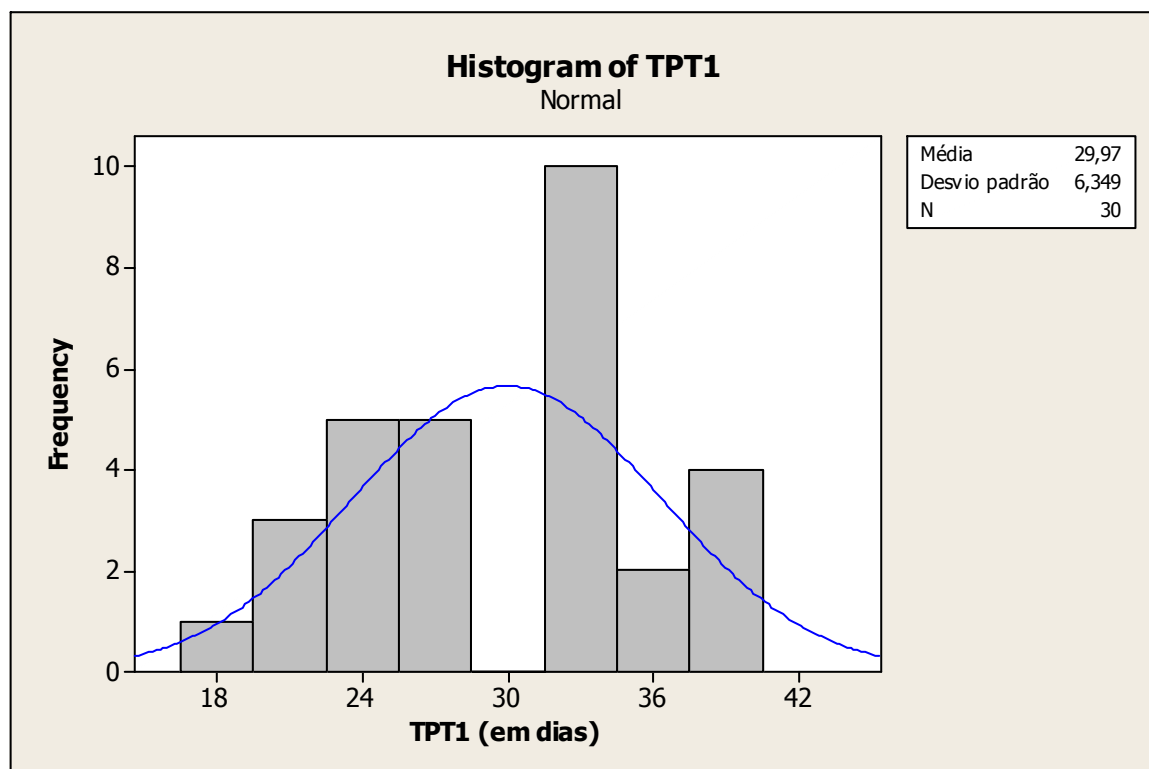


Figura 8.9 - Tempo de ciclo do Estoque e Análise (TPT1 - dados do sistema de TPTs)

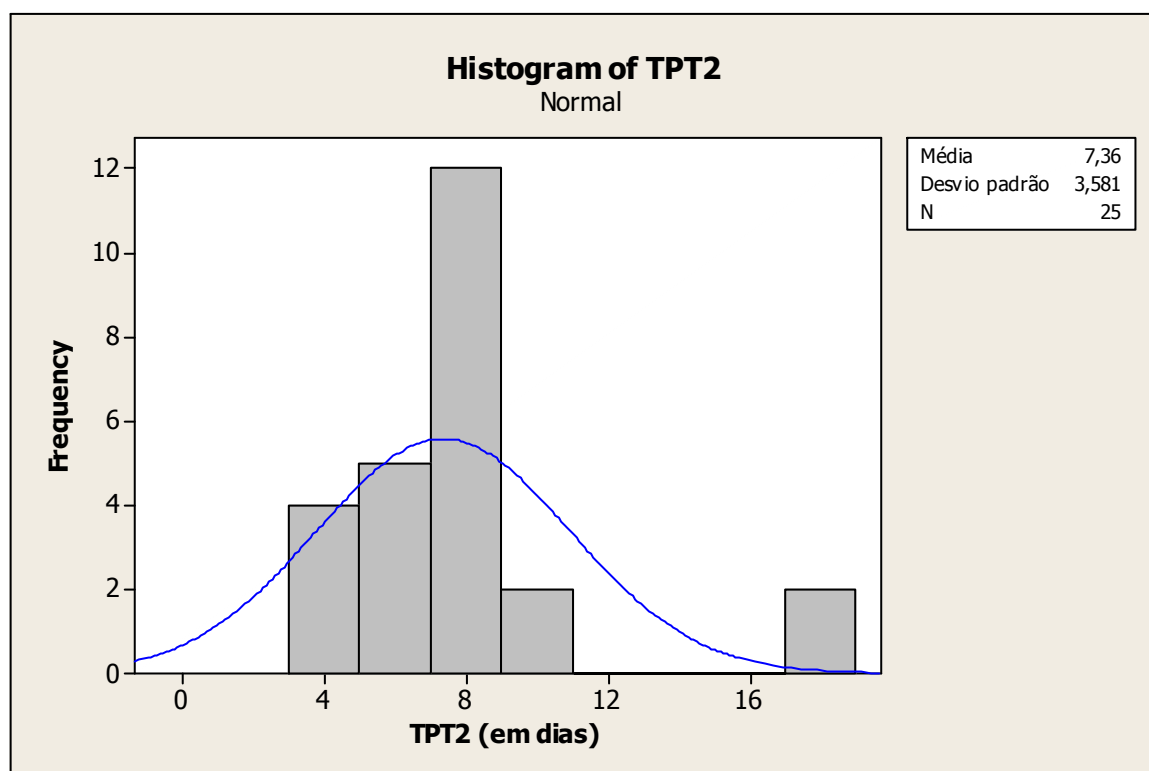


Figura 8.10 - Tempo de estoque até alocação em alguma Ordem de Pesagem (TPT2 - dados do sistema de TPTs)

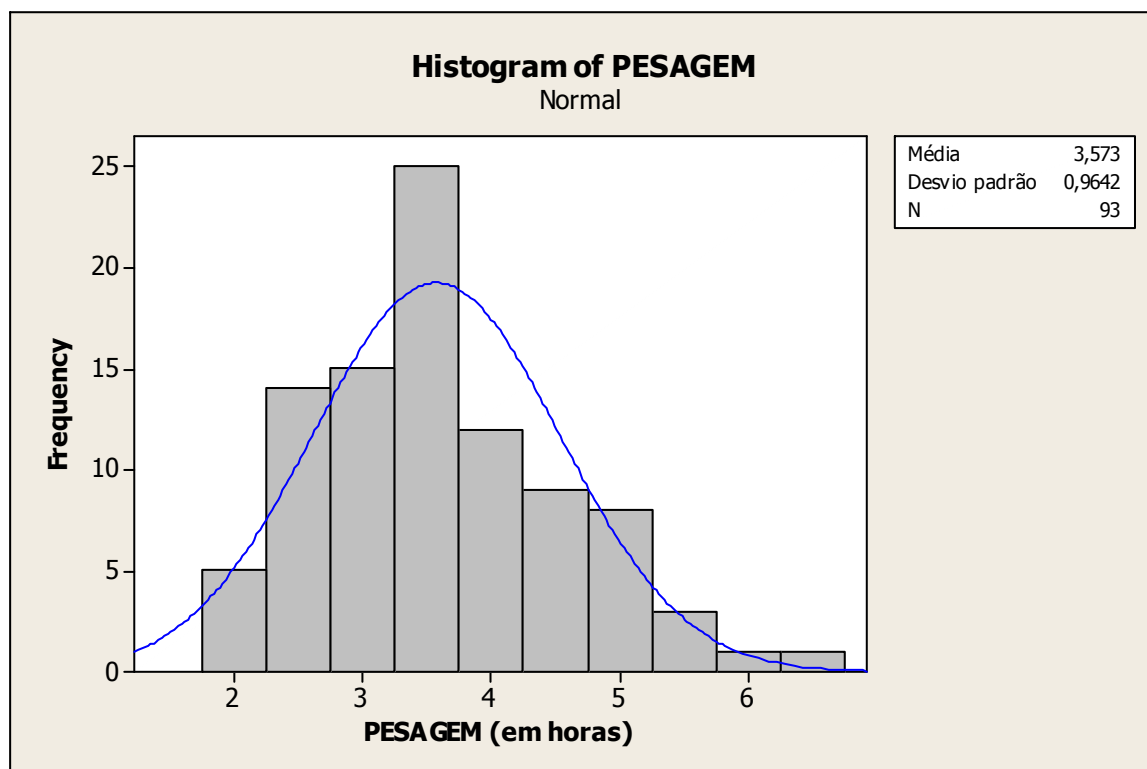


Figura 8.11 - Tempo de ciclo da Pesagem (dados do sistema de apontamento JUMP)

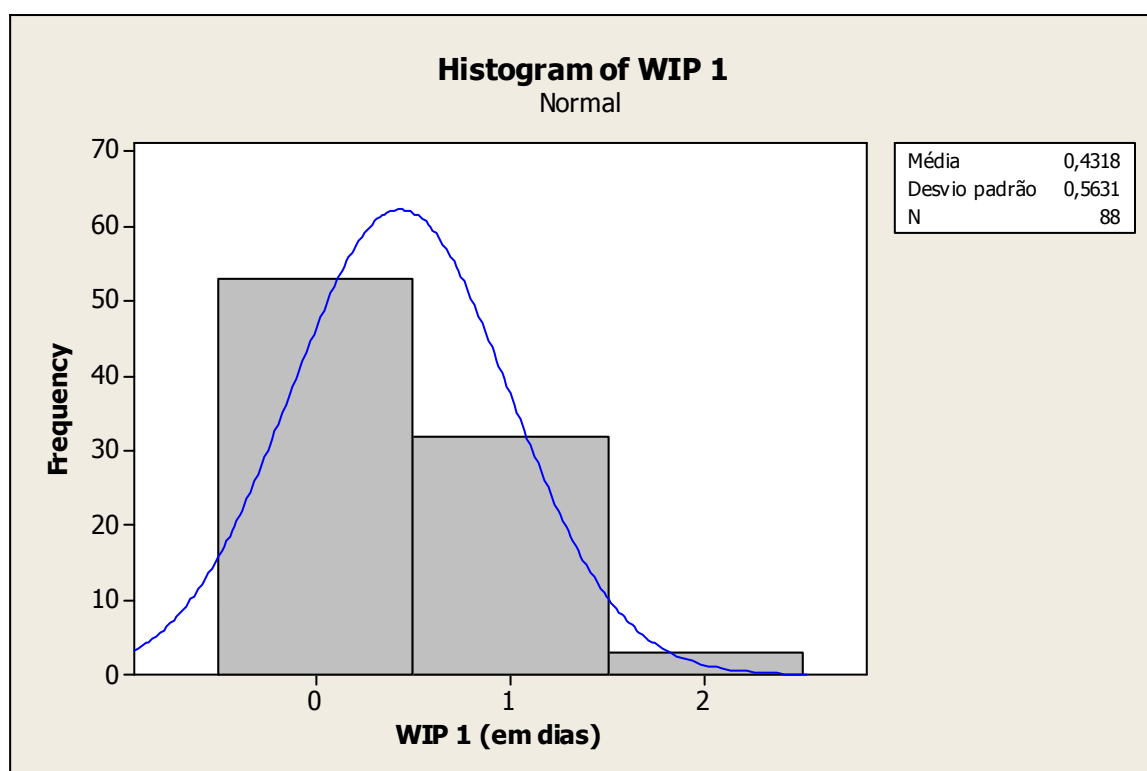


Figura 8.12 - Tempo médio do WIP 1 (dados do sistema de apontamento JUMP)

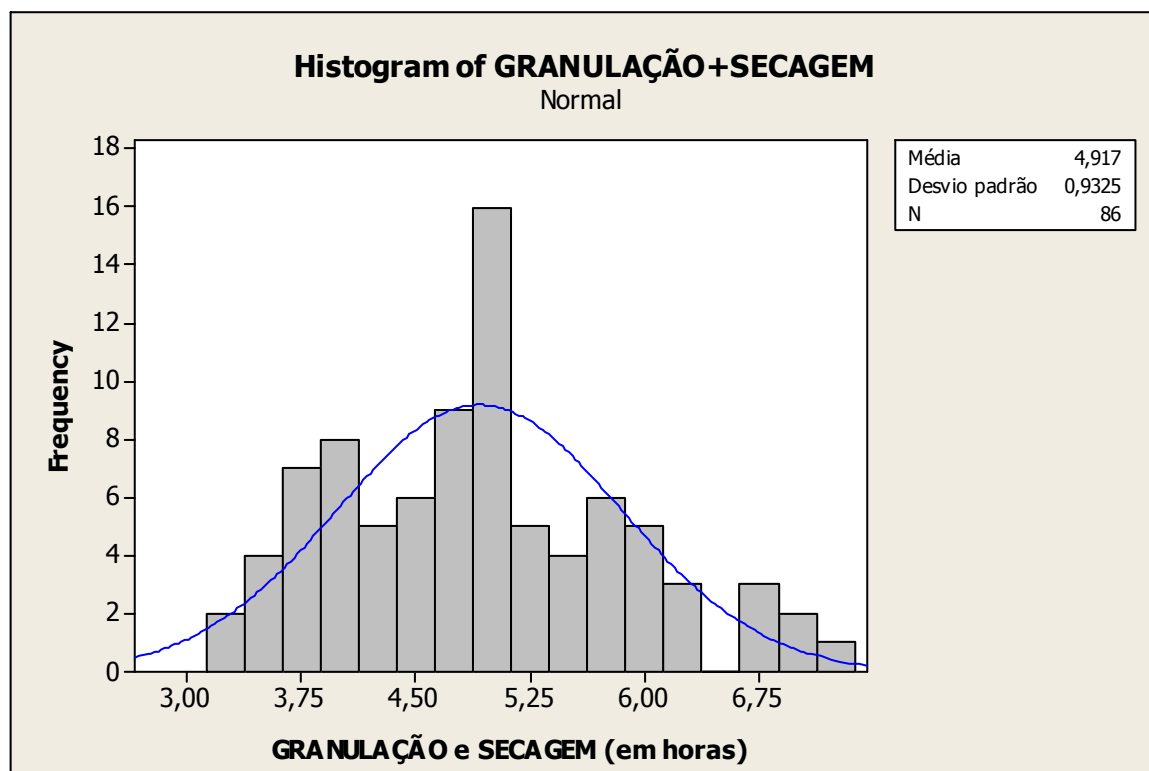


Figura 8.13 - Tempo de ciclo da Granulação e Secagem (dados do sistema de apontamento JUMP)

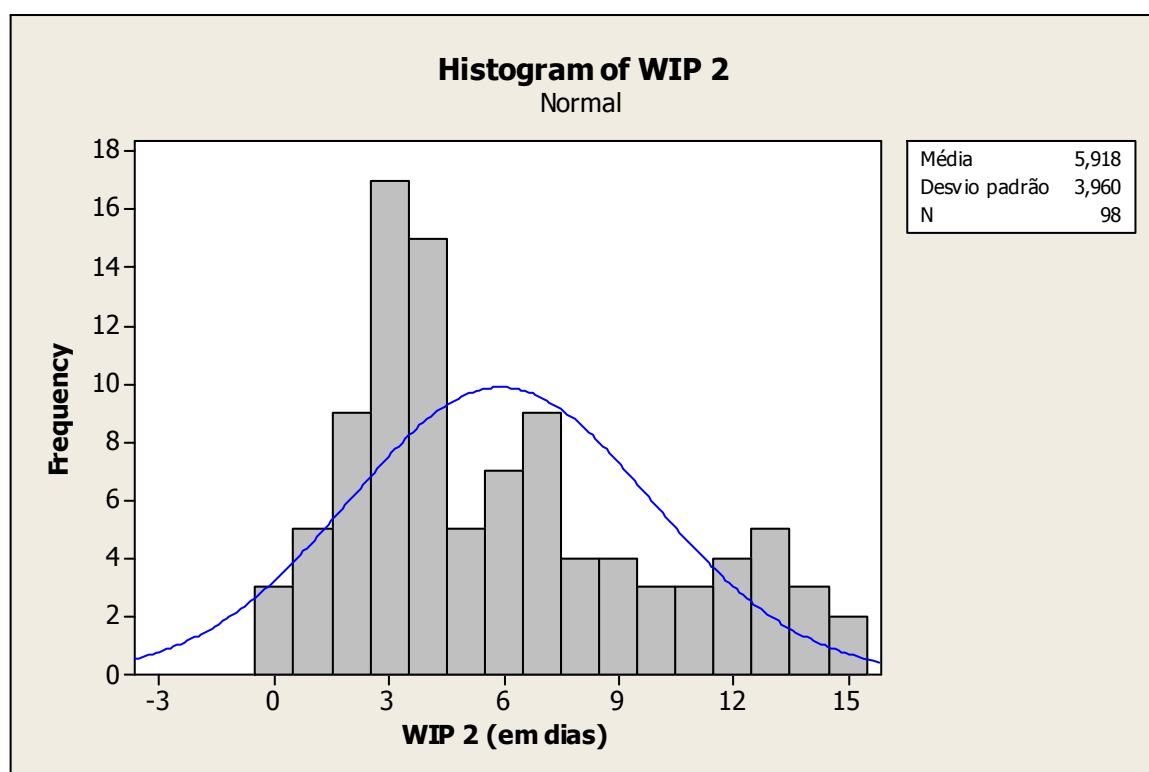


Figura 8.14 - Tempo médio do WIP 2 (dados do sistema de apontamento JUMP)

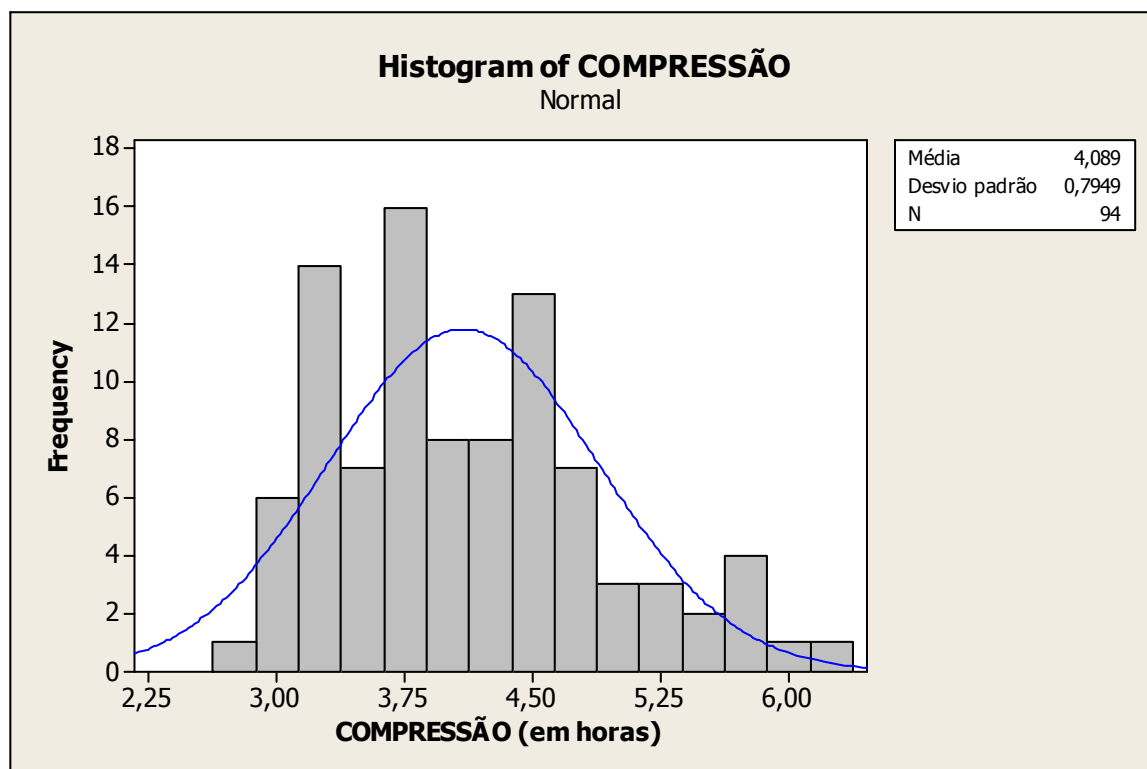


Figura 8.15 - Tempo de ciclo da Compressão (dados do sistema de apontamento JUMP)

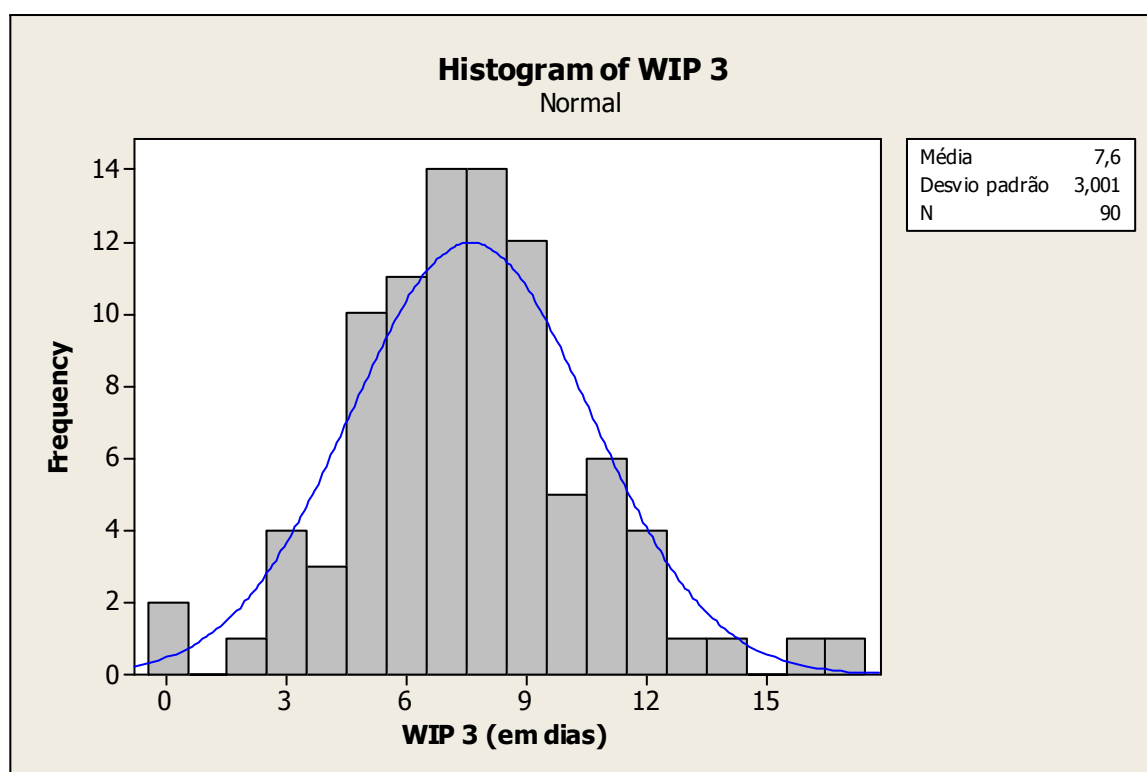


Figura 8.16 - Tempo médio do WIP 3 (dados do sistema de apontamento JUMP)

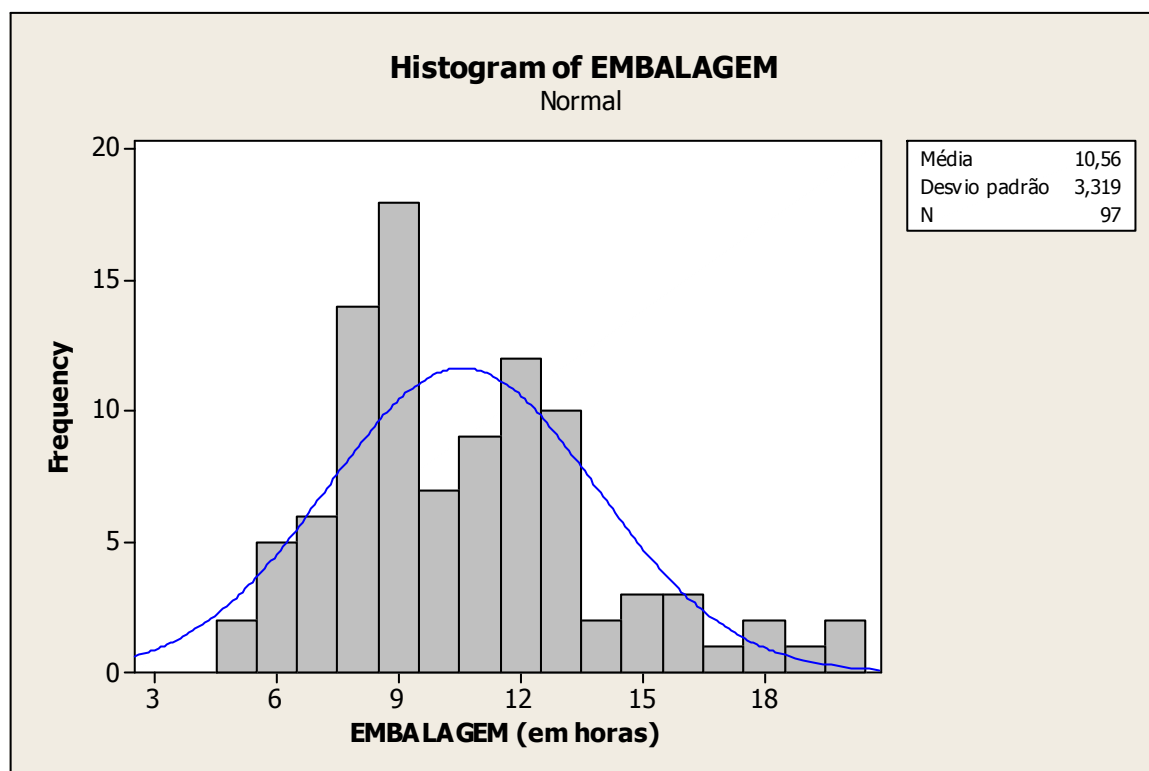


Figura 8.17 - Tempo de ciclo da Embalagem (dados do sistema de apontamento JUMP)

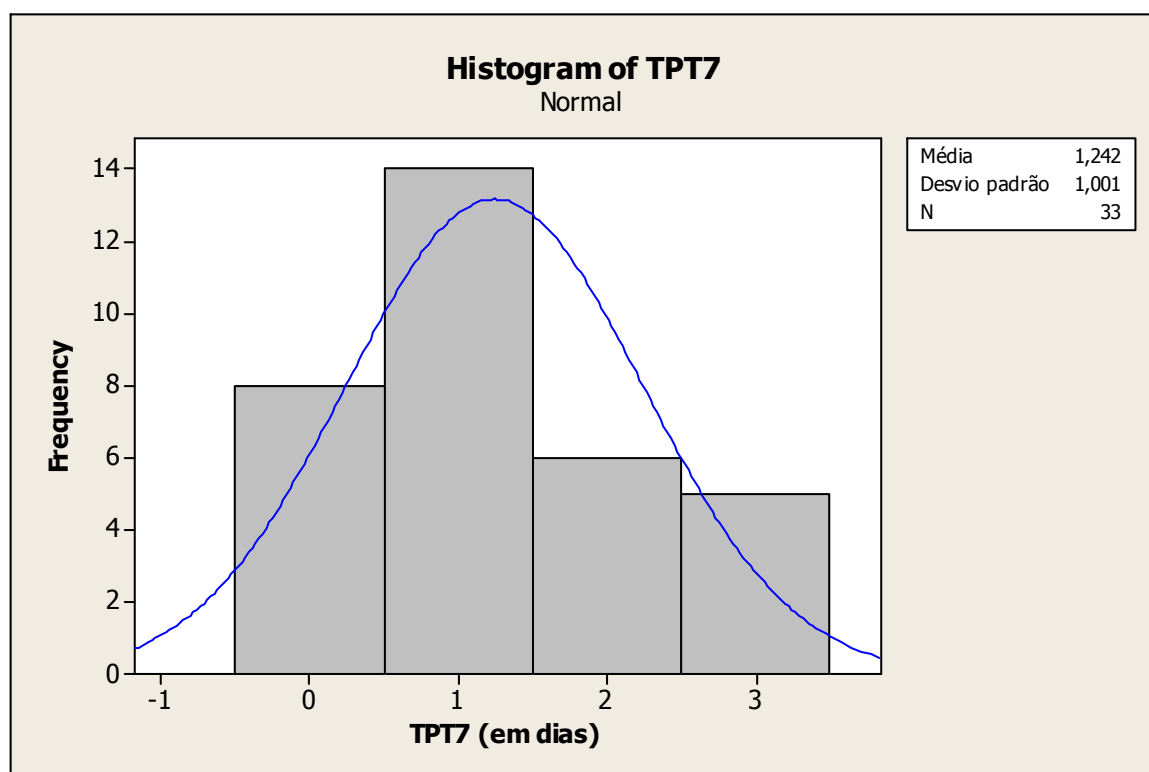


Figura 8.18 - Tempo médio da Liberação Final pelo Controle de Qualidade (TPT7 - dados do sistema de TPTs)

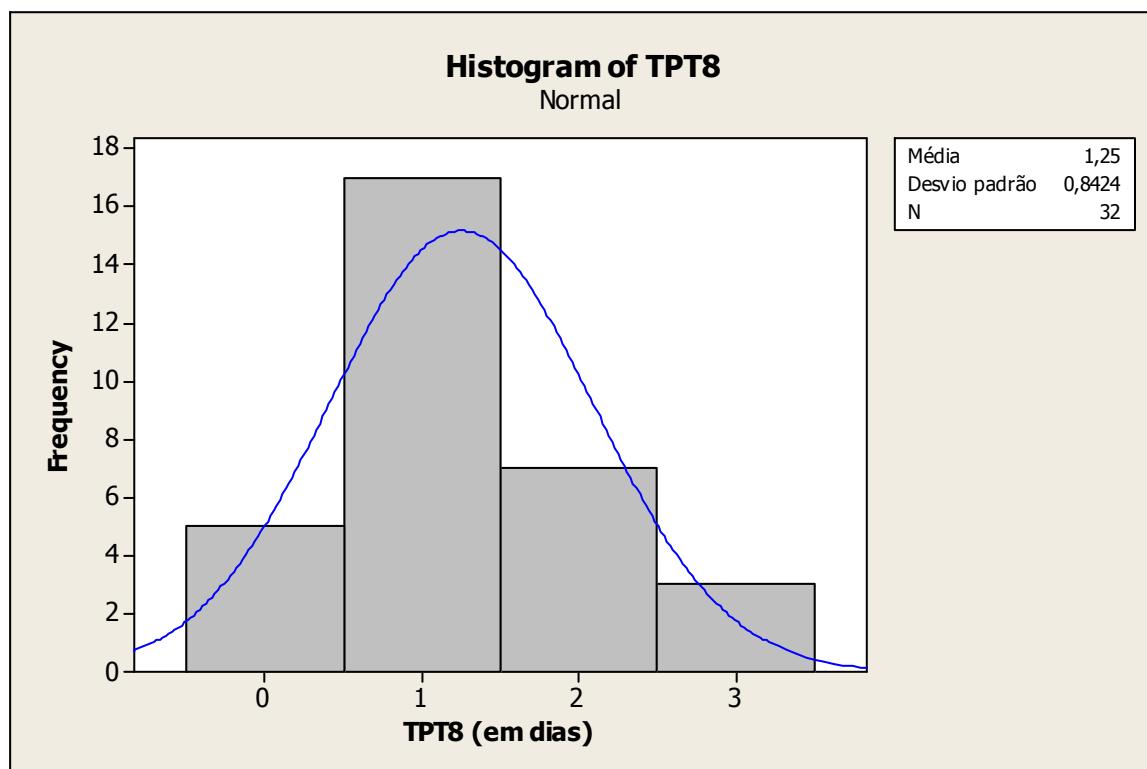


Figura 8.19 - Tempo de estoque até entrega para cliente (TPT8 - dados do sistema de TPTs)

Os dados de estoque intermediário foram obtidos através de uma amostragem durante o processo, verificando a média descritiva do WIP 1, WIP 2 e WIP 3, durante uma campanha de Anador. As informações constam na Tabela 8.2.

Tabela 8.2 - Estoque intermediário médio observado

	WIP1	WIP2	WIP3
Qtde. de lotes (x-barra)	1,5	5,0	5,0

Através do sistema de apontamento conseguimos extrair o tempo total TPT1, que engloba duas etapas: estoque do API e tempo de Análise. Como os dados de Análise não são apontados dentro deste tempo, mas são relevantes ao mapa do fluxo de valor do estado atual, o mesmo foi acompanhado e sua divisão de tempo tomou como base o conhecimento dos analistas de laboratório. Esta Análise pode ser dividida em três etapas: Amostragem, Análise e Conferência de documentação.

1ª Etapa) Amostragem: nesta etapa o analista toma os paletes do API para Amostragem, sendo que por lote (cada lote econômico de 10 toneladas, transportado em container, contém de 4 a 6 lotes de API) é feita uma amostra principal (que será utilizada para

análises de qualidade do material) e o restante das amostras é menor, sendo utilizadas apenas para verificação se são ou não o API indicado. Em razão de a Amostragem ser realizada em uma sala fechada, os paletes chegam à sala através de uma esteira automática. Os dados deste processo encontram-se na Tabela 8.3.

Tabela 8.3 - Tempo de ciclo para Amostragem

Amostragem	Horas
Tempo de Ciclo	16
Disponibilidade diária	8

2^a Etapa) Análise: nesta etapa é realizada a Análise de todos produtos amostrados na primeira etapa, liberando então no sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da fábrica, o API para utilização. A Tabela 8.4 mostra dos dados desta etapa.

Tabela 8.4 - Tempo de ciclo para Análise

Análise	Horas
Tempo de Ciclo	3,75 por lote (cada Container contém de 4 a 6 lotes)
Disponibilidade diária	16

3^a Etapa) Conferência de Documentação: nesta etapa é realizada conferência e arquivamento da documentação, requisitada pela ANVISA (através da norma GMP). A Tabela 8.5 contém os dados da etapa.

Tabela 8.5 - Tempo de ciclo para Conferência da Documentação

Conferência de Documentação	Horas
Tempo de Ciclo	10
Disponibilidade diária	16

Tendo estes tempos, conseguimos estimar o tempo que de fato há estoque parado dentro do TPT 1. A subtração dos valores, em razão da disponibilidade de turno dos analistas

do laboratório (para análise são 16 horas, pois são dois turnos de oito horas cada, enquanto na Amostragem é apenas um analista trabalhando em um turno de oito horas). Como são 16 horas para Amostragem, são necessários 2 dias de trabalho na Amostragem. Na Análise, tomando como base que em um container há 6 lotes, seriam necessárias 22,5 horas de análise, que somadas às 10 horas necessárias na análise da documentação totalizam, aproximadamente, 2 dias de trabalho na Análise do recebimento. Desta maneira, o tempo de processo considerado foi de 48 horas (16 horas de amostragem, 22 horas de análise e 10 horas para documentação). Todo este raciocínio permite chegar a um estoque no recebimento de 26 dias (4 dias de processo subtraídos dos 30 dias do TPT 1).

Para definição dos tempos de *setup* foram também utilizados os apontamentos. A Figura 8.20 com um *boxplot* apresenta este estudo.

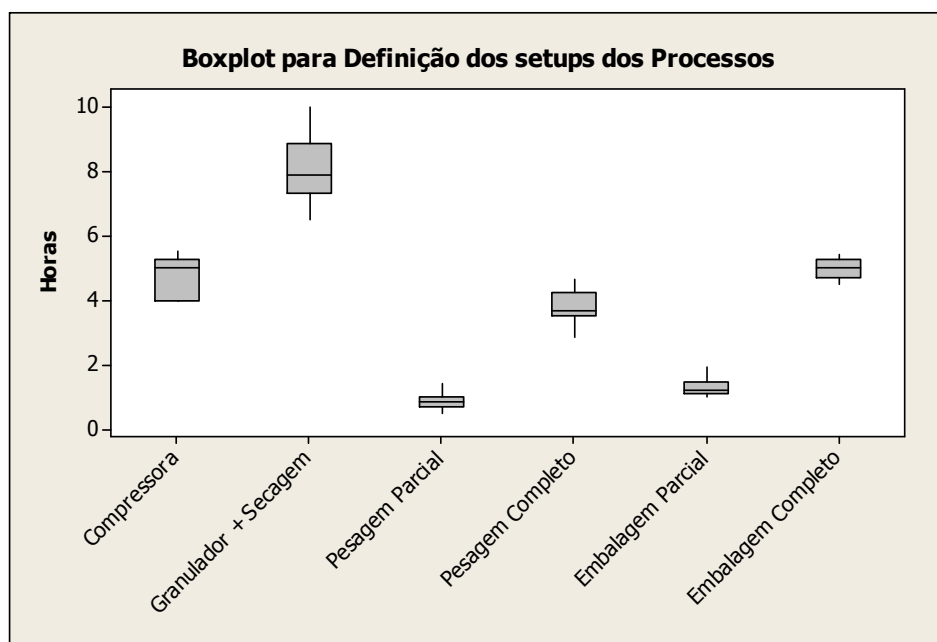


Figura 8.20 - *Boxplot* para definição dos tempos de *Setup*

Para alguns dos *setups* parciais foi adotado o tempo observado durante o mapeamento, que foi de 20 minutos para a Granulação e 10 minutos para Compressão.

Por fim, como alguns dos equipamentos possuem uso compartilhado, será feita uma análise para encontrarmos o percentual de tempo que de fato é utilizado para a produção de Anador. Considerando os produtos conflitantes, o primeiro ponto a fazer é encontrar sua demanda média no ano (em lotes) para que possamos definir quantos lotes são feitos e quanto tempo das máquinas eles ocupam. Na Tabela 8.6, são apresentados os dados de vendas para o

Buscopan e a Butazona. Para o Buscopan nota-se um crescimento de 2006 para 2007, mas como o valor de 2008 foi o mesmo de 2007, não será considerado crescimento. Para a Butazona, o produto só foi fabricado a partir de 2008 e não há base de dados para avaliação do crescimento. Em razão da sigilosidade, os cartuchos são apresentados em milhares e os lotes foram calculados com base no número de cartuchos por lote.

Tabela 8.6 - Demanda dos produtos conflitantes com Anador

Ano	2006		2007		2008		2008	
Produto	Buscopan Composto (20 comprimidos revestidos)		Buscopan Composto (20 comprimidos revestidos)		Buscopan Composto (20 comprimidos revestidos)		Butazona (100 comprimidos revestidos)	
	Demanda (em Milhares de Cartuchos)	Demanda (em lotes)	Demanda (em Milhares de Cartuchos)	Demanda (em lotes)	Demanda (em Milhares de Cartuchos)	Demanda (em lotes)	Demanda (em Milhares de Cartuchos)	Demanda (em lotes)
Jan	59	1	293	3	340		4	10
Feb	324	4	469	5	712		8	30
Mar	581	6	575	6	687		7	36
Apr	130	1	447	5	485		5	29
May	368	4	517	6	390		4	23
Jun	287	3	426	5	461		5	33
Jul	562	6	427	5	407		4	26
Aug	596	6	513	6	490		5	41
Sep	390	4	492	5	459		5	29
Oct	414	5	601	7	557		6	37
Nov	525	6	629	7	546		6	39
Dec	691	8	658	7	568		6	36
Total	4.926	54	6.048	66	6.104	66	368	24
					Demanda mensal média de Buscopan		Demanda mensal média de Butazona	
					6,0		2,0	

Após isto precisamos definir os tempos de ciclo de Pesagem e Granulação e Secagem para estes dois itens, afinal eles não os mesmos do Anador, visto que ao invés de quatro são utilizados cinco *bins* para estes produtos. Novamente através de um *boxplot*, a Figura 8.21 apresenta os tempos médios de ciclo.

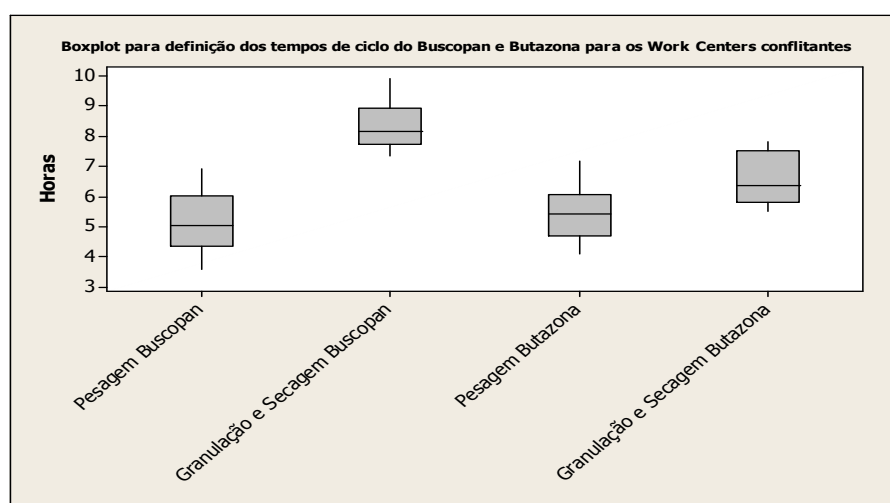


Figura 8.21 - Boxplot para definição dos T/C de Buscopan e Butazona

Com base nestes dados temos os seguintes tempos de processo, como mostrado na Tabela 8.7.

Tabela 8.7 - Tempos dos processos conflitantes consolidados (em horas)

		Tempo total	T/C	Tempo Mixer	Setup Parcial / Limpeza (a cada lote)
Anador	Pesagem	4,6	3,6	-	0,85
	Granulação	5,4	4,9	0,17	0,33
Buscopan	Pesagem	6,0	5,1	-	0,85
	Granulação	8,9	8,4	0,17	0,33
Butazona	Pesagem	6,3	5,4	-	0,85
	Granulação	7,1	6,6	0,17	0,33

Por fim, com base nas horas disponíveis e nos tempos de processo, através da demanda média de lotes por mês, conseguimos ter o percentual que equivale à disponibilidade dos equipamentos para Pesagem e Granulação e Secagem do Anador. O estudo de disponibilidade encontra-se na Tabela 8.8.

Tabela 8.8 - Cálculo da disponibilidade para o Anador nos centros de produção compartilhados

DISPONIBILIDADE ATUAL							
Pesagem							
Demanda Mensal	Número de lotes por mês	Tempo Total de Processo (mês)	Tempo por campanha em horas	Tempo total de Setup (Mês)	Horas de Setup em horas	Média de campanhas por mês	Lotes por campanha
Anador	35,2	155,8	44,5	13,0	3,7	3,5	10
Buscopan	6	35,8	29,9	4,4	3,7	1,2	5
Butazona	2	12,5	25,0	1,9	3,7	0,5	4
Horas Totais (Processo+Setup)	223,3	Disponibilidade para Anador (Pesagem)				75,5%	
Granulação							
Demanda Mensal	Número de lotes por mês	Tempo Total de Processo (mês)	Tempo por campanha em horas	Tempo total de Setup (Mês)	Horas de Setup em horas	Média de campanhas por mês	Lotes por campanha
Anador	35,2	189,0	54,0	28,0	8	3,5	10
Buscopan	6	53,4	44,5	9,6	8	1,2	5
Butazona	2	14,2	28,3	4,0	8	0,5	4
Horas Totais (Processo+Setup)	298,2	Disponibilidade para Anador (Granulação)				72,8%	

APÊNDICE B - GESTÃO DE ESTOQUE

Para nos referirmos à gestão do estoque e todas às questões relacionadas a esta temática, devemos primeiramente tomar o conceitos relativos aos sistemas de administração e produção. Podemos chamar genericamente Sistemas de Administração da Produção os sistemas de informação para apoio à tomada de decisões, táticas e operacionais, tomando às seguintes questões logísticas (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000):

- O que produzir e comprar?
- Quanto produzir e comprar?
- Quando produzir e comprar?
- Com que recursos produzir?

Existem, no uso extenso do MFV, questões bastante relacionadas à gestão do estoque e também relativo a estas informações logísticas (referentes ao planejamento, programação e controle da produção). Como este trabalho pretende estudar, principalmente, a redução do *Lead time* de um processo e também a redução de *muda* (DENNIS, 2008), tais como excesso de estoque, é necessário um estudo relativo a estoques de segurança e seu uso nos supermercados entre os processos.

Ainda segundo Corrêa, Gianesi e Caon (200), há uma grande importância estratégica do sistema de administração da produção, dentre as principais funções, posso citar: i) Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização; ii) Planejar os materiais comprados; iii) Programar atividade de produção (com os recursos produtivos certos na hora certa); iv) Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais nos pontos certos.

Este último item destaca-se no estudo deste trabalho. Os estoques devem ser reduzidos aos níveis mínimos necessários a atender às necessidades estratégicas da organização, mas muitas destas situações não permitem os níveis de “estoque zero” (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

Estas questões estratégicas encontram-se relacionadas à produção e a

competitividade. Ser competitivo é ser capaz de superar a concorrência naqueles aspectos de desempenho que os nichos de mercado pretendidos valorizam. Alguns itens podem exemplificar estes valores na empresa:

- ✓ **Custo Percebido pelo Cliente:** A forma mais genérica de visualizar estes custos é através do preço, porém há outros fatores, como o custo da não-qualidade;
- ✓ **Velocidade e Confiabilidade na Entrega:** Um diz respeito ao tempo que decorre desde o pedido de compra até a disponibilização do material para uso do cliente, enquanto outro diz respeito a cumprir suas promessas de entrega;
- ✓ **Flexibilidade nas Saídas:** Reflete a capacidade de um sistema produtivo mudar o que faz;
- ✓ **Qualidade dos produtos:** Capacidade do sistema produtivo oferecer produtos livre de defeitos e em conformidade absoluta às especificações do produto;
- ✓ **Serviços Prestados ao Cliente:** Refere-se aos serviços prestados ao cliente que não são tangíveis.

Partindo finalmente para a gestão do estoque, devemos primeiro definir o que é um estoque e sua função. Os estoques são acúmulos de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação, regulando variações nas taxas de suprimento e consumo entre processos e proporcionando independência às fases do processo de transformação entre as quais se encontram (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000). Os estoques advêm das seguintes questões:

- **Falta de Coordenação:** Dificuldade em coordenar as fases de um processo de transformação de forma a atender suas curvas de suprimento e consumo para que estas se equiparem;
- **Incerteza:** Estoques criados para minimizá-la nas previsões de suprimento e/ou demanda (aumento do consumo de determinado produto ou quebra de uma máquina, por exemplo);

- **Especulação:** Não ocorre onde há casos de problemas de coordenação ou incerteza, mas sim em casos com a intenção de criação de valor e correspondente realização de lucro. Isto é, há uma especulação de que o preço de determinado produto irá aumentar em razão de escassez, de maneira que, com um excedente acumulado vendido pelo preço aumentado, gera bons lucros;
- **Disponibilidade no canal de distribuição:** Para que continuamente os consumidores encontrem produtos nos pontos de vendas, o canal de distribuição precisa estar preenchido.

Dentre os modelos de gestão de estoque está o modelo básico de gestão de estoques pelo ponto de reposição. Este modelo será adotado neste trabalho em analogia ao modelo de revisão periódica e curva ABC, devido ao fato de que esta ferramenta pretende ser utilizada entre os processos, de maneira que não haverá sentido em garantir a produção e disponibilidade de produtos com maior valor, sendo que estamos nos referindo às etapas do processo de fabricação.

O sistema propõe, que, todas as vezes na qual um determinado item é retirado do estoque, o mesmo é reavaliado, verificando a quantidade predeterminada (denominada “ponto de reposição”), sendo que compramos ou fabricamos uma determinada quantidade (“lote de ressuprimento”), de maneira que o tempo para repor o estoque será o *Lead time* do processo (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000). As Figuras 8.22 e 8.23 mostram o modelo do ponto de reposição, utilizando uma demanda mais ou menos estável e constante.

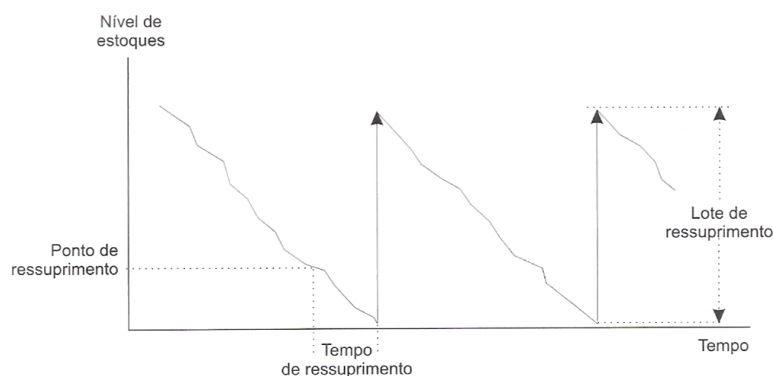


Figura 8.22 - Modelo de Ponto de Reposição

Fonte: (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

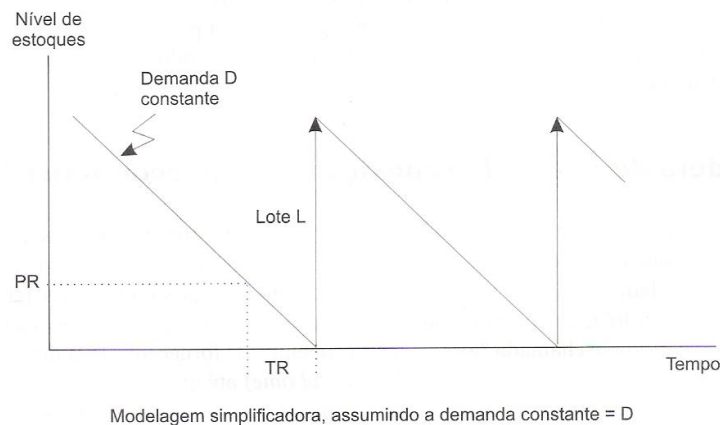


Figura 8.23 - Modelagem para determinação dos parâmetros do Modelo de Ponto de Reposição (Demanda constante)

Fonte: (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

Como o ponto é dar segurança ao processo, são definidos dois parâmetros principais neste modelo: I) O tamanho do lote de ressuprimento; II) Ponto de reposição. O lote pode ser definido no processo e o ponto de reposição, para uma demanda constante é obtido através de uma multiplicação simples entre tempo de ressuprimento (TR, geralmente o *Lead time* do processo) e a demanda (D).

Infelizmente a demanda não é uma taxa constante, estando sujeita ao conceito de incerteza já apresentados. Para isto existe o conceito de estoques de segurança, estoques que objetivam fazer frente à incerteza em processo de transformação. As razões para seu uso são: primeiramente partir do pressuposto de que aquele item não pode faltar; o segundo fato são incertezas maiores (demanda representada por distribuições com alta dispersão, ou seja, alto grau de incerteza).

O fato é que os estoques de segurança podem funcionar bem tanto para variações no *Lead time* de ressuprimento, quanto na variação da demanda. Como se nas Figuras 8.24 e 8.25, a primeira representa uma variação do *Lead time*, onde o estoque de segurança visa suprir uma variação no processo de ressuprimento, enquanto a segunda representa a consideração de estoque que supri uma demanda máxima prevista ou a qual se deseja suprir.

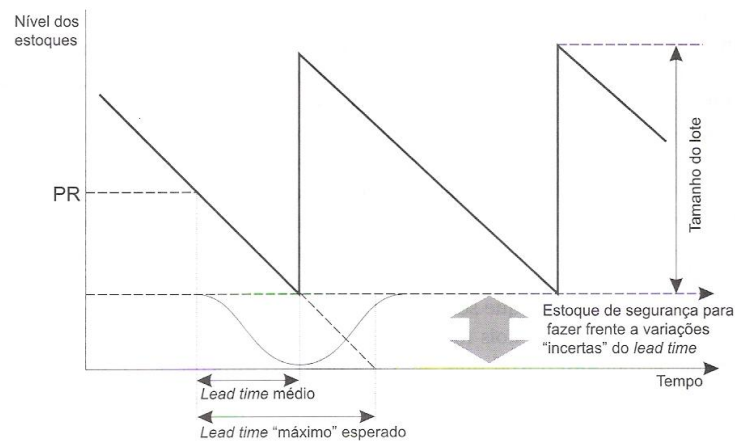


Figura 8.24 - Efeito das distribuições estatísticas nos tempos de ressuprimento e o Estoque de Segurança para supri-lo.

Fonte: (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

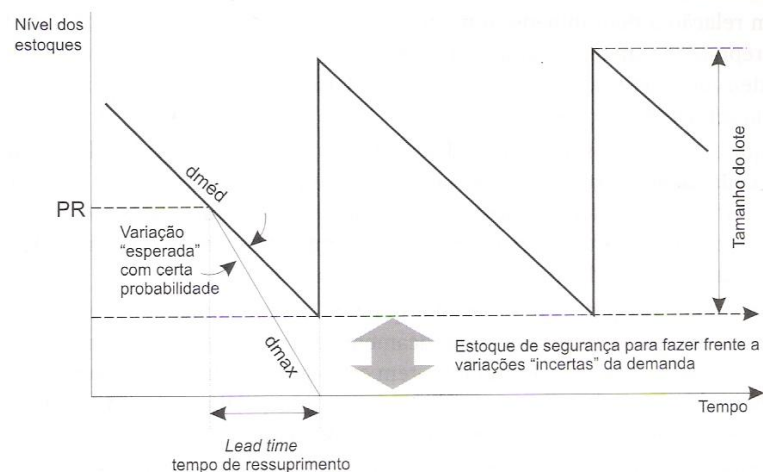


Figura 8.25 - Relação entre incertezas de demanda e níveis de estoque de segurança.

Fonte: (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

Partindo do pressuposto que a demanda apresenta uma distribuição normal, é possível chegarmos a uma relação entre o nível de serviço desejado e a dimensão do estoque de segurança. Quando as incertezas advêm de variação nos tempos de ressuprimento, o desvio padrão da distribuição do *lead time* é o que impacta no dimensionamento do estoque de segurança, como pode ser visto na equação (1):

$$E_{segurança} = FS \times \sigma_{LTR} \times D \quad (1)$$

Em que:

FS = fator de segurança, determinado em função do nível de serviço requerido;

σLTR = desvio-padrão da distribuição do *lead time* de ressuprimento;

D = demanda (neste caso, considerada constante e conhecida).

As relações entre nível de serviço e fator de segurança podem ser obtidas através da Tabela 8.9, onde um nível de serviço (relacionado à confiabilidade), denota um fator de segurança, que como pode ser visto na equação (1), é fator na multiplicação, então quanto maior o nível requerido, maior também o estoque de segurança que garanta este serviço.

Tabela 8.9 - Fatores de Segurança

Fonte: (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

Fatores de Segurança	
Nível de Serviço	Fator de Serviço
50%	0
60%	0,254
70%	0,525
80%	0,842
85%	1,037
90%	1,282
95%	1,645
96%	1,751
97%	1,880
98%	2,055
99%	2,325
99,9%	3,100
99,99%	3,620

Já o ponto de ressuprimento seria dado pela equação convencional, isto é, onde a demanda multiplicada pelo *lead time* resulta no estoque necessário para que a reta da Figura 8.23 chegasse à zero, somado ao estoque de segurança (que deve ser preservado e usado somente em situações de emergência). A equação (2) apresenta o ponto de ressuprimento.

$$PR = D \times LT + E_{segurança} \quad (2)$$

Como dentro dos conceitos do STP e redução de *muda* (desperdício), este estoque de

segurança deve sofrer constantes revisões de maneira a reduzir os desperdícios de um estoque de segurança superestimado. A Figura 8.26 evidencia o desperdício.

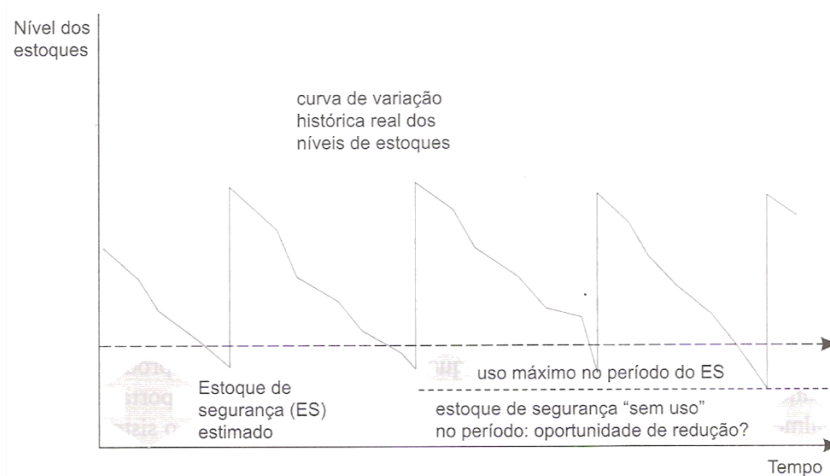


Figura 8.26 - Enfoque evolutivo na definição dos estoques de segurança através da redução de seus desperdícios

Fonte: (CORRÊA; GIANESI; CAON, 2000).

Neste trabalho pretende-se a minimização destes estoques que ainda mantenham os níveis de serviço e atendimento.

APÊNDICE C – EXPLICAÇÃO DO KANBAN ADAPTADO PARA OBTENÇÃO DE ESTOQUE RACIONALIZADO NA PRODUÇÃO DE ANADOR

A utilização deste *kanban* é diferenciada por funcionar exatamente ao contrário de um *Kanban* convencional, no qual o operador deve produzir quando há cartões no espaço vermelho do quadro *Kanban*. Em um *kanban* convencional a peça é acompanhada de um cartão, e quando esta é retirada, o mesmo deposita o cartão no quadro *kanban*, de maneira que o operador do processo fornecedor percebe quando há excesso de cartões no quadro e passa a produzir.

No caso do Anador, a intenção também, assim como no *Kanban* convencional, é controlar o nível de estoque entre os processos. Porém a situação de produção em campanhas traz uma restrição ao uso do sistema convencional. A utilização do *kanban* convencional não faria sentido nesta situação, pois o operador deveria produzir na Granulação e Secagem quando houvesse cartões no espaço verde, o que não tem sentido para o operador, pois verde significaria que não há necessidade de fabricar. Este pensamento seria confuso para o operador.

Então, foi pensado não da maneira convencional do *Kanban*, mas em um quadro que permitisse a gestão racionalizada do estoque WIP 2 e WIP 3 através da gestão visual do mesmo. Para isto, o quadro foi designado de maneira contrária ao *kanban*, no qual os espaços verdes devem estar todos completos para que o processo em campanha esteja *ok* (se estiverem aqueles espaços completos, significa que o processo serão abastecidos). Espaços verdes no *kanban* convencional não significam produzir mais, mas no quadro aplicado no estudo, se houver um espaço verde vazio significa que ele deve ser preenchido, pois assim o processo subsequente estará em uma situação de ter lotes para embalar ou comprimir, dependendo em qual das duas partes do *kanban* adaptado estivermos nos referindo.

A sinalização em amarelo significa que o estoque está além do estoque estipulado, então é necessária atenção, isto é, pensar se é necessária a produção daquele lote (por acúmulo necessário decorrente de outras tarefas do operador em outros centros de produção, por ordem da supervisão, por exemplo), enquanto a sinalização em vermelho significa parar de fabricar, pois o nível do estoque está em excesso. Em um *kanban* convencional isto significaria

urgência para produzir, mas aqui significa urgência para parar. Desta maneira, quando há campanhas, os operadores percebem e visualizam claramente, através do quadro, o *kanban*/supermercado adaptado, que estão fabricando lotes a mais que o necessário, por uma situação de campanha, que impedirá uma produção nos próximos dias (conseguem visualizar a situação ruim, nível em vermelho).

Com um *kanban* convencional o operador em campanha deveria produzir mais até esgotar os cartões do quadro (mesmo que estivessem no nível verde), mas isso não é facilmente percebido como uma situação ruim, como é no quadro modificado, pois não se chega a uma denotação de uma situação ruim (no caso do quadro aplicado no estudo, a de excesso de estoque), mas sim a uma situação positiva (não é mais necessário fabricar este produto). Na elaboração isto foi levado em conta como possível confusão ao operadores, e por isto foi utilizado esta maneira modificada de denotar os níveis de estoque.

Da maneira como foi feita, o quadro se encaixa melhor nas situações particulares de campanhas já apresentadas, pois representa se aquele nível de estoque está bom ou não (se está no verde está bom, se estivesse no vermelho é excesso).

Outro ponto muito importante é a não necessidade de movimentações de cartões que não no quadro, pois isto não faz parte da cultura dos operadores, que poderiam confundir os cartões e os diversos *bins* presentes no processo (outros *bins* destinados à outras compressoras e outros produtos).

Desta maneira os operadores estão instruídos sobre o funcionamento do *kanban* adaptado, que deve produzir quando o verde estiver vazio, e em situações de campanha devem produzir até o vermelho, para a Granulação e Secagem.

A movimentação dos cartões de Anador é feita pelo cliente daquele processo, ou seja, quando o processo fluxo abaixo puxa o lote, deve remanejar os outros dois ou três cartões, para que o processo fluxo acima produza o lote que preencha aquela lacuna vazia. Assim os lotes seguem a linha *first in first out*.

APÊNDICE D – GERENCIAMENTO VISUAL NA LINHA BOSCH

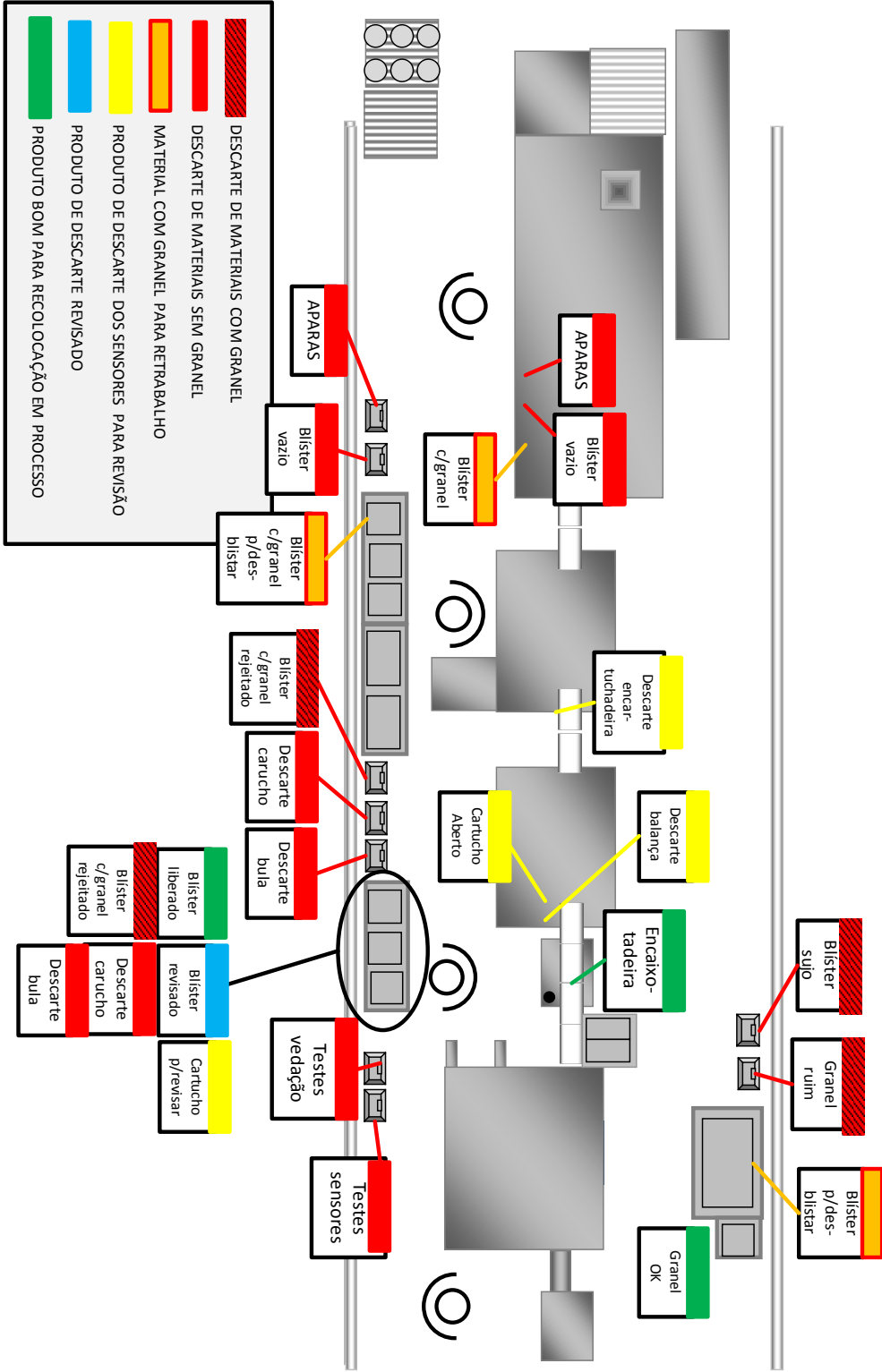


Figura 8.27 - Gerenciamento visual na linha Bosch

APÊNDICE E - GRÁFICO DE ATIVIDADES MÚLTIPLAS

Segundo Slack (1996), os gráficos de atividades múltiplas são ferramentas utilizadas para registrar as atividades em função do tempo, representando as atividades de todos os recursos em função um dos outros. No caso do gráfico pode haver três tipos:

1. Somente homens;
2. Somente máquina;
3. Homem-máquina.

Segundo Moreira (2004), “O gráfico homem-máquina é uma representação gráfica que envolve um ou mais operadores, trabalhando em uma ou mais máquinas”.

É possível separar, através deste gráfico, tanto as atividades dos homens como as das máquinas envolvidas no processo, ou bem como, as esperas de um ao outro e seus trabalhos em conjuntos. A partir do mapeamento das atividades podemos perceber qual a proporção do tempo em que homem e máquina estão trabalhando ou esperando, sendo possível propor melhorias que aumentem o tempo útil de trabalho, e desta maneira a produtividade da operação. O uso desta ferramenta pode ter tanto propósito de melhoria do processo como um todo, ou aplicação em uma atividade particular do processo.

Ainda segundo Martins e Laugeni (2005), as atividades podem ser descritas da seguinte maneira:

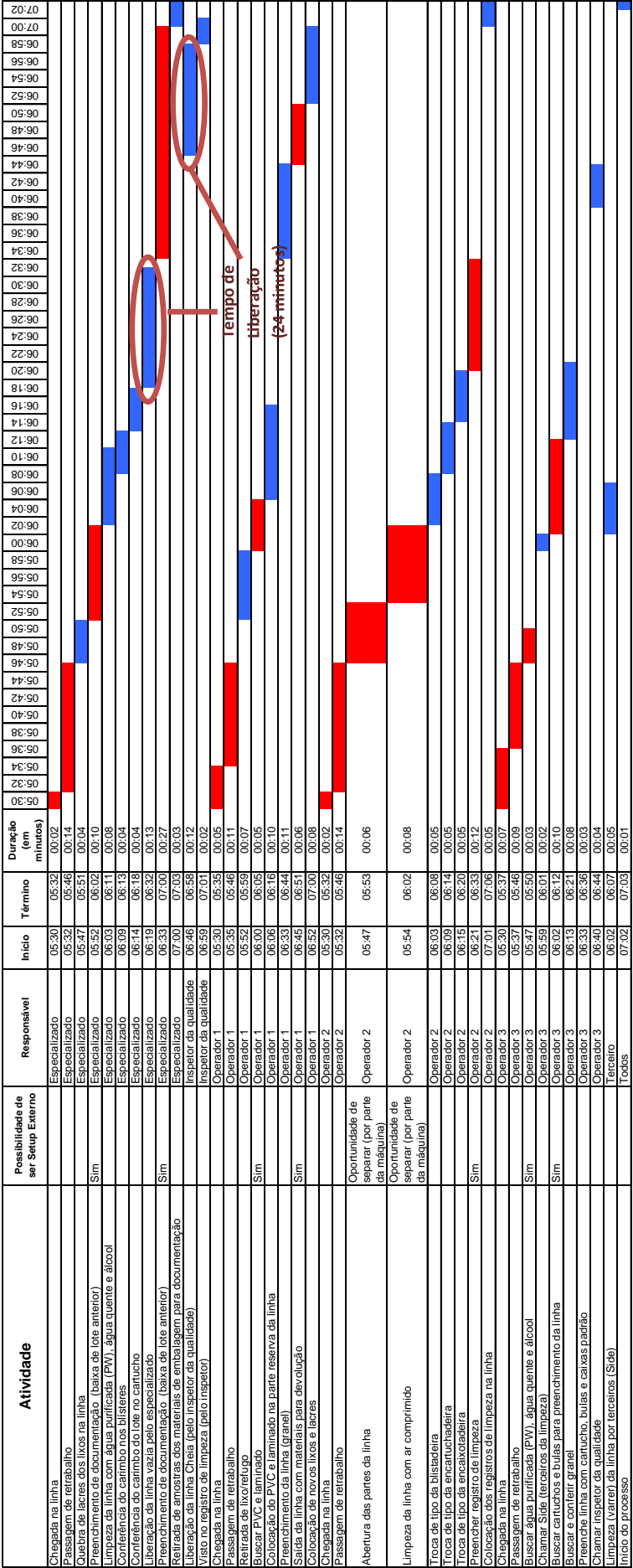
- **Atividade independente:** atividade executada pelo operador sem necessidade da máquina ou vice e versa;
- **Atividade combinada:** neste tipo de atividade há interação e execução tanto de máquina quanto homem para sua realização;
- **Espera:** ou operado ou máquina encontram-se parados aguardando o término do processo.

OPERAÇÃO		Operador: M.J.S.		Data/...../.....	
Pesagem de legumes e frutas		Analista: P.R.			
EVENTO	EMPREGADO		MÁQUINA		
	SÍMBOLO	TEMPO(S)	SÍMBOLO	TEMPO(S)	
Recebe os produtos escolhidos pelo cliente, já embalados		1		1	
		2		2	
Coloca embalagem na balança		3		3	
Digita o preço por quilograma		4		4	
		5		5	
Calcula e exibe preço total		6		6	
Imprime etiqueta		7		7	
Retira etiqueta e cola-a na embalagem		8		8	
		9		9	
Devolve produtos ao cliente		10		10	
RESUMO:					
	Empregado	Máquina			
Ativo	8s (80%)	2s (20%)			
Esperando	2s (20%)	8s (20%)			

Figura 8.28 - Gráfico homem-máquina

Fonte: MOREIRA (2004)

APÊNDICE F – FERRAMENTAS UTILIZADAS NA MELHORIA DO SETUP PARCIAL DA LINHA BOSCH



Quadro 8.3 - Mapeamento do setup parcial na linha Bosch durante evento Kaizen

Tempo	Operador 1	Operador 2	Especializado	Operador 3	Inspetor da Qualidade	Terceiros (limpeza)						
Atividades												
00:00	Abertura da Blistadeira	Passagem de Retrabalho no final da Linha	Quebra de lacres dos lixos na linha	Fechamento de paletes (final do retrabalho)		Em outras funções						
00:02	Limpeza com ar comprimido da blistadeira											
00:04	Visto do registro de limpeza											
00:06	Limpeza com ar comprimido na encartuchadeira											
00:08	Troca de tipo da blistadeira	Visto do registro de limpeza	Limpeza com água quente, PV e álcool da blistadeira e do funil de comprimidos	Retirar lixos e refugos para o final da linha		Em outras funções						
00:10												
00:12	Retirada inicial de blisters para conferência carimbo lote	Troca de tipo da encartuchadeira	Preparar documentos de baixa de granel	Trocar tipo da Encaxotadeira		Limpeza da linha pela Side						
00:14												
00:16	Buscar e cartuchos e bulas e abastecer suportes de cartuchos e bulas	Colocação de novos lixos e lacres	Liberação da blistadeira vazia	Buscar e conferir granel								
00:18												
00:20												
00:22												
00:24	Preenchimento da linha com granel (tonéis virados no elevador através de máquina - 3 tonéis)	Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior	Retirada de amostras dos próximos materiais de embalagem	Retirada dos lixos do final da linha e devolução de materiais (caixas e rolos que não serão mais utilizados na linha)	Liberação da linha cheia							
00:26												
00:28												
00:30												
00:32	Posicionamento do PVC e do Laminado (próximos rolos, em compartimento no início da linha)	Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior	Retirada de amostras dos próximos materiais de embalagem	Retirada dos lixos do final da linha e devolução de materiais (caixas e rolos que não serão mais utilizados na linha)	Liberação da linha cheia							
00:34												
00:36												
00:38												
00:40	Espera	Colocação dos registros de limpeza na linha	Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior	Preenchimento de caixas-padrão, cartuchos e bulas na linha caso haja necessidade	Em outras funções							
00:42												
00:44												
00:46												
00:48	Espera	Colocação dos registros de limpeza na linha	Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior	Preenchimento de caixas-padrão, cartuchos e bulas na linha caso haja necessidade	Em outras funções							
00:50												
00:52												
00:54												
00:56	Espera	Colocação dos registros de limpeza na linha	Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior	Preenchimento de caixas-padrão, cartuchos e bulas na linha caso haja necessidade	Em outras funções							
Início de novo processo												
Taxa de Aproveitamento												
88%												
100%												
100%												
91%												
21%												
11%												

Quadro 8.4 - Gráfico de atividades múltiplas aplicado ao setup parcial da linha Bosch

Cartão da Posição 1

Aguardar fim do processo da blistadeira e iniciar sua limpeza
1. Abertura da Blistadeira
2. Limpeza com ar comprimido da blistadeira (funil e calha)
3. Visto do registro de limpeza
4. Troca de tipo da blistadeira
5. Retirada inicial de blisters para conferência carimbo lote (mostrar ao especializado)
6. Buscar (na frente da linha) cartuchos e bulas e abastecer suportes de cartuchos e bulas
Aguardar busca de granel e sua conferência pela Posição 3 além da liberação da blistadeira vazia pelo Especialista
7. Preenchimento da linha com granel (tonéis virados no elevador através de máquina - 3 tonéis)
8. Posicionamento do PVC e do Laminado (próximos rolos, em compartimento no início da linha)

Cartão da Posição 2

Iniciar <u>meia hora antes do término do lote</u> o preenchimento antecipado do registro de limpeza
1. Passagem de Retrabalho no final da Linha
2. Abertura da Encartuchadeira
Aguardar mangueira de ar comprimido liberada pela Posição 1
3. Limpeza com ar comprimido na encartuchadeira
4. Visto do registro de limpeza
5. Troca de tipo da encartuchadeira
6. Conferência do carimbo do lote no cartucho (mostrar ao especializado)
7. Colocação de novos lixos e lacres
Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior até a validação da linha cheia pelo Inspetor da qualidade
8. Colocação dos registros de limpeza na linha

- Atividade para execução externa
- Atividade para conferência de status (relação de dependência entre atividades)
- Atividades do *setup* parcial

Cartão do Especializado

Solicitar <u>uma hora antes do término do lote</u> os materiais de embalagem (cartucho, bula, PVC e laminado) para colocação em frente à linha (local segregado com identificação)
1. Quebra de lacres dos lixos na linha
2. Retirada de lixo/refugo (fechar sacos)
Aguardar águas e álcool para limpeza trazidos pela Posição 3
5. Limpeza com água quente, PW e álcool da blistadeira e do funil de comprimidos
6. Preparar documentos de baixa de granel
Aguardar limpeza da blistadeira pela Posição 1
7. Liberação da blistadeira vazia
Aguardar limpeza da encartuchadeira pela Posição 2
8. Liberação da encartuchadeira e encaixotadeira vazia
9. Visto do registro de limpeza
10. Retirada de amostras dos próximos materiais de embalagem
Verificar a necessidade de ajuda em algumas das Posições . Caso esteja de acordo continuar com o preenchimento de documentos
Continuar com o preenchimento dos documentos de baixa do lote anterior (assim que finalizar as tarefas acima)

Cartão da Posição 3

1. Fechamento de caixas padrão e paletes (Retrabalho / Fechar produção)
2. Busca da água PW, água quente e álcool
Verificar se os lixos foram retirados pelo Especialista
3. Chamar Side
4. Retirar lixos e refugos para o final da linha
5. Abertura da encaixotadeira
6. Trocar tipo da Encaixotadeira
7. Buscar e conferir granel (lote número 1 do <i>kanban</i> diferenciado)
8. Remanejar lotes no Kanban diferenciado
Aguardar o momento final para chamar o inspetor da qualidade (avaliará a linha cheia) quando a Posição 1 estiver terminando de preencher a linha com a segunda barrica de granel e o Especialista tenha feito a liberação de toda linha vazia.
9. Chamar inspetor da qualidade
10. Retirada dos lixos do final da linha e devolução de materiais (caixas e rolos que não serão mais utilizados na linha)
Preenchimento de caixas-padrão, cartuchos e bulas na linha caso haja necessidade

Figura 8.29 – Cartões para checagem (*check list*) das atividades e pendências no *setup* parcial da linha *Bosch*

APÊNDICE G – CHECAGEM FUNCIONAL DO *SETUP* COMPLETO DA LINHA *BOSCH*

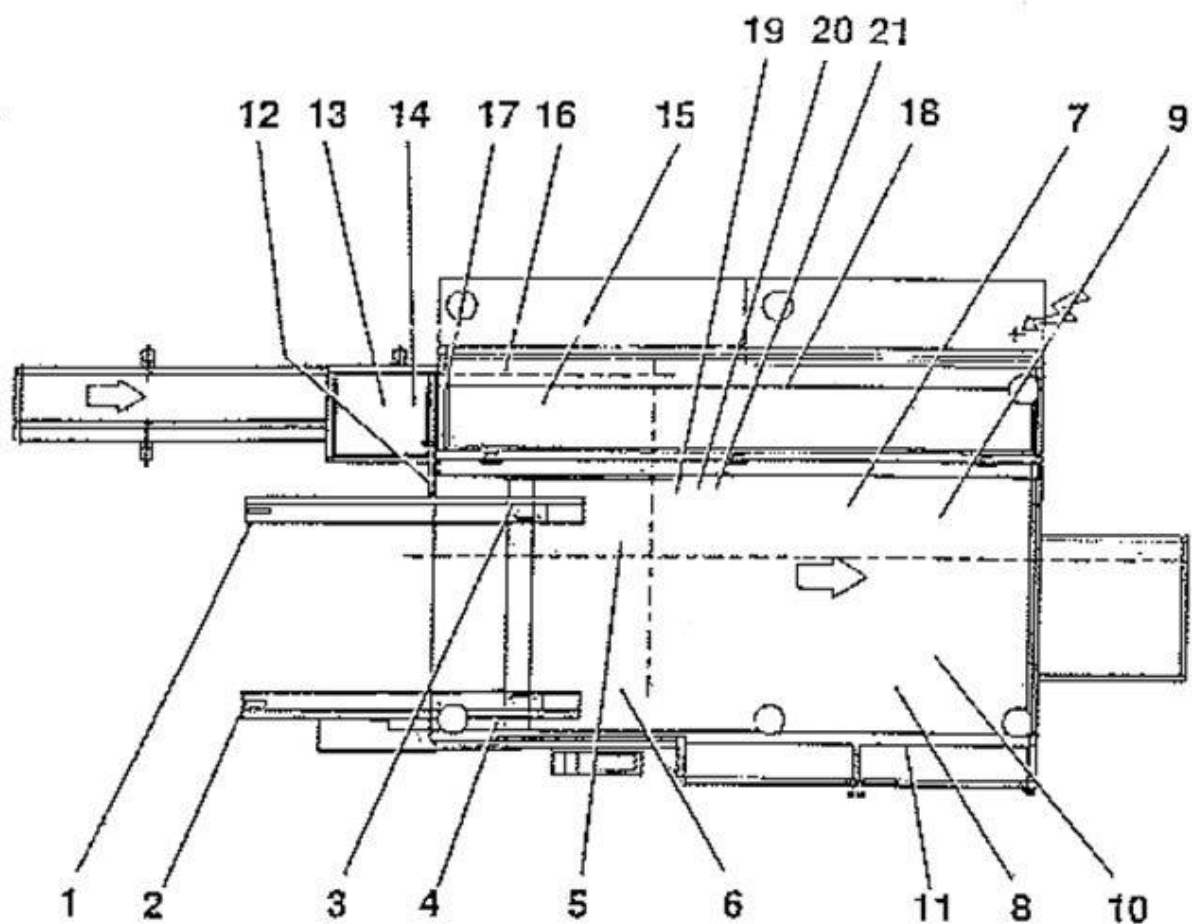


Figura 8.30 - Identificação dos pontos de ajuste da encaixotadeira

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO LOCAL	REGULAGEM DOS PARÂMETROS DE MUDANÇA	
		15 Blísteres (Anador 120)	64 Blísteres (Anador 512)
1	Ajuste do Magazine de Introdução de caixas padrão	125	188
2	Ajuste do Magazine de Introdução de caixas padrão (lado oposto)	518	378
3	Altura da guia de Introdução de caixas padrão	697	820
4	Altura da guia de Introdução de caixas padrão (lado oposto)	697	813
5	Ajuste vertical do dobrador de abas (lado superior de Introdução)	128	Máximo
6	Ajuste vertical do dobrador de abas (lado oposto)	128	Máximo
7	Ajuste longitudinal do dobrador de abas (parte de trás da encaixotadeira)	505	530
8	Ajuste longitudinal do dobrador de abas (lado oposto)	515	520
9	Ajuste do grupo de aplicação de fita	225	350
10	Ajuste vertical da altrua da caixa e do grupo de aplicação de fita	225	350
11	Ajuste do prato de introdução do lado oposto de alimentação	474,6	674,6
12	Ajuste da parede de introdução dos cartuchos	107,5	198
13A	Ajuste da altura de entrada de Cartuchos	56	96
13B	Ajuste da altura de entrada de Cartuchos	56	96
14	Posição do separador de cartuchos	98	138
15	Ajuste do estratificador de contraste de grupo	15	60
16	Ajuste do comprimento de cartucho	545	540
17	Posição das barras de traslado	85	145

Lado oposto = Lado oposto de introdução de cartuchos na caixa padrão

Figura 8.31 - Checklist das medidas de ajuste da encaixotadeira para *setup* completo e descrição da localização dos pontos de ajuste

	CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH	Emissão: 15/09/2009 <hr/> Revisão:
---	--	--

1.0 OBJETIVO

O objetivo deste documento é padronizar a conferência das peças no Setup tipo 3 da linha BOSCH:

- Tomar a conferência das peças necessárias ao setup externa ao processo de setup;
- Facilidade na hora de identificar as peças necessárias a cada parte da máquina;
- Aumento de produtividade de processos;
- Melhoria na segurança do trabalho, saúde ocupacional dos operadores no manuseio das peças (muito pesadas);

2.0 INÍCIO DO SETUP TIPO 3

Os operadores de linha devem solicitar com antecedência de no mínimo uma hora as peças para troca de formato. Estas peças serão separadas pelo responsável da sala de formatos, e todas peças são encontradas catalogadas, através de imagens, neste documento.

3.1 LOCALIZAÇÃO DOS FORMATOS

Todos os formatos da linha BOSCH se encontram na sala de formatos localizada no corredor frontal à embalagem de líquidos e estão localizados conforme evidenciam as figuras 1 e 2 abaixo.




Figura 1 - Sala de formatos e local das peças da linha BOSCH

Figura 2 - Prateleira da Linha BOSCH

Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:	Aprovado por:	Página: 1
--	---------------	-----------

Figura 8.32 - Procedimento para *setup* completo linha *Bosch*

	CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH	Emissão: 15/09/2009 Revisão:
--	--	------------------------------------

3.2 A CHECAGEM DAS PEÇAS

PARA SEPARAÇÃO DAS PEÇAS:

Para evitar que faltem peças durante o setup o processo de separação deve ter este documento, que divide a peça em setores, como base para separação. A separação deverá ser feita no carrinho disponível em linha, como na figura 3. Será solicitado 1 hora antes do setup.

Para o setup é necessário montar em cada prateleira as peças para cada trecho do equipamento.

**3.2.1 FORMADORA
DE CARTUCHOS**

→



←

**3.2.2
ENCARTUCHADEIRA**

**3.2.3
ENCAIXOTADEIRA**

→

Figura 3 - Carrinho para minimizar perdas por transporte durante Setup

Dentro da caixa estão os seguintes itens: Conforme Figura 4 abaixo:



Figura 4 – Caixa com peças pequenas

 8 x Calhas Acumuladoras (Encartuchadeira)	 1 x Abridor Caixas (encaixotadeira)
 1 x Chapa para colagem de cartuchos (encartuchadeira)	 1 x Separadora de cartuchos (calha encaixotadeira)
 2x Fechadoras de cartuchos (encartuchadeira)	 1 x Puxadora de cartuchos para montagem (encartuchadeira)

Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:	Aprovado por:	Página: 2
--	---------------	-----------

Figura 8.33 - Checklist para separação de materiais no setup completo (parte 1)







	CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH	Emissão: 15/09/2009 <hr/> Revisão:	
3.2.1 FORMADORA DE CARTUCHOS (TRECHO SUPERIOR DO CARRINHO)			
Nome da peça	Imagem	Quantidade	STATUS
Suporte para depósito de cartuchos		1	()
Puxadora de cartuchos		1	()
Guia para formação do cartucho		1	()
Braço mecânico para formação do cartucho		1	()
Calha para dobragem do cartucho		1	()
Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:		Aprovado por: _____ <div style="text-align: right;">Página: 3</div>	

Figura 8.34 - Checklist para separação de materiais no setup completo (parte 2)







<div style="border: 2px solid blue; width: 150px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">  </div> <div style="text-align: center;"> CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH </div>		Emissão: 15/09/2009 Revisão:	
3.2.2 ENCARTUCHADEIRA (TRECHO INTERMEDIÁRIO DO CARRINHO)			
Nome da peça	Imagem	Quantidade	STATUS
Braço mecânico acumulador de Blister		1	()
Calha para fechar cartuchos		1	()
Calhas para acúmulo de blister		8 (mas pode não estar na caixa devido a seu uso em linha, pois se acrescenta ou tira esta peça no setup)	()
Chapa para colagem de cartuchos		1	()
Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:		Aprovado por:	Página: 4

Figura 8.35 - Checklist para separação de materiais no setup completo (parte 3)

<div style="border: 2px solid blue; width: 150px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">  </div> <div style="text-align: center;"> CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH </div>		Emissão: 15/09/2009 Revisão:	
3.2.3 ENCAIXOTADEIRA (TRECHO INFERIOR DO CARRINHO)			
Nome da peça	Imagem	Quantidade	STATUS
Calha guia para cartuchos entrarem na encaixotadeira		1	()
Separadora de cartuchos (calha encaixotadeira)		1	()
Guia para inserção de cartuchos em caixa padrão		1	()
Placa empurradora dos cartuchos em caixa		1	()
Ventosa para abrir caixas		1	()
Ventosa lateral da montagem de caixas		1	()
Emissor: Filipe Batista/ Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:		Aprovado por:	Página: 5

Figura 8.36 - Checklist para separação de materiais no *setup* completo (última e quarta parte)

	CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Emissão: 16/08/2008</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Revisão:</td> </tr> </table>	Emissão: 16/08/2008	Revisão:
Emissão: 16/08/2008				
Revisão:				

1.0 OBJETIVO

O objetivo deste documento é padronizar a conferência das peças no Setup tipo 3 da linha BOSCH:

- Tomar a conferência das peças necessárias ao *setup* externa ao processo de *setup*;
- Facilidade na hora de identificar as peças necessárias a cada parte da máquina;
- Aumento de produtividade de processos;
- Melhoria na segurança do trabalho, saúde ocupacional dos operadores no manuseio das peças (muito pesadas);

2.0 INICIO DO SETUP TIPO 3


Os operadores de linha devem solicitar com antecedência de no mínimo uma hora as peças para troca de formato. Estas peças serão separadas pelo responsável da sala de formatos, e todas peças são encontradas catalogadas, através de imagens, neste documento.

3.0 A CHECAGEM DAS PEÇAS

PARA PROCEDIMENTO DO SETUP:

Para o *setup* é necessário saber que em cada prateleira há peças para cada trecho do equipamento.

**3.2.1 FORMADORA
DE CARTUCHOS**



**3.2.2
ENCARTUCHADEIRA**

**3.2.3
ENCAIXOTADEIRA**

Figura 1 - Carrinho para minimizar perdas por transporte durante *Setup*

Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:	Aprovado por:	Página: 1
--	---------------	-----------

Figura 8.37 - Checklist para manutentores durante montagem no *setup* completo (parte 1)

<div style="border: 2px solid blue; width: 150px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 10px;">  </div> <div style="text-align: center;"> CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH </div>		Emissão: 15/08/2009	
		Revisão:	
3.2.1 FORMADORA DE CARTUCHOS (TRECHO SUPERIOR DO CARRINHO)			
Nome da peça	Imagem	Local de inserção	STATUS
Suporte para depósito de cartuchos			()
Puxadora de cartuchos			
Guia para formação do cartucho			()
Braco mecânico para formação do cartucho			()
Calha para dobragem do cartucho			()
Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:		Aprovado por: <div style="border: 1px solid black; width: 150px; height: 40px; margin-top: 10px;"></div>	
		Página: 2	

Figura 8.38 - Checklist para manutentores durante montagem no *setup* completo (parte 2)

CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH		Emissão: 15/08/2009
		Revisão:
3.2.2 ENCARTUCHADEIRA (TRECHO INTERMEDIÁRIO DO CARRINHO)		
Nome da peça	Imagem	Local de inserção
Braço mecânico acumulador de Blister		
Calha para fechar cartuchos		
Calhas para acúmulo de blister		
Chapa para colagem de cartuchos		
<p>APÓS MONTAGEM DA ENCARTUCHADEIRA LIGAR O AQUECIMENTO DA COLA PARA EVITAR ESPERAS FUTURAS</p>		
Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:	Aprovado por:	Página: 3

Figura 8.39 - Checklist para manutentores durante montagem no *setup* completo (parte 3)

<div style="border: 2px solid blue; width: 150px; height: 60px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">  </div> <div style="text-align: center;"> CHECK LIST DAS PEÇAS PARA CONFERÊNCIA E MONTAGEM NO SETUP TIPO 3 NA LINHA BOSCH </div>		Emissão: 15/08/2009 Revisão:	
3.2.3 ENCAIXOTADEIRA (TRECHO INFERIOR DO CARRINHO)			
Nome da peça	Imagem	Local de inserção	STATUS
Calha guia para cartuchos entrarem na encaixotadeira			()
Separadora de cartuchos (calha encaixotadeira)			()
Guia para inserção de cartuchos em caixa padrão			()
Placa empurradora dos cartuchos em caixa			()
Ventosa para abrir caixas			()
Ventosa lateral da montagem de caixas			()
INICIAR START UP E AJUSTES DA MÁQUINA			
Emissor: Filipe Batista Diretoria: PMQ – Processo para Melhoria da Qualidade Revisão:		Aprovado por:	Página: 4

 Figura 8.40 - Checklist para manutentores durante montagem no *setup* completo (última e quarta parte)

Tabela 8.10 – Capital de giro estimado liberado com a redução de estoque

Insumo	WIP atual (kg)	Lotes	Tempo de percurso atual (dias)	Tempo de percurso futuro (dias)	Taxa de produção (constante)	WIP futuro (kg)	Redução de estoque (kg)	Valor estimado/ kg	Valor de estoque reduzido
LECITINA DE SOJA 09542	40000	24,00	4,13	2,75	9696,97	26666,67	13333,33	R\$ 10,00	R\$ 133.333,33
SORBITOL 70% NAO CRIS 08061	66000	39,60	1,86	1,24	35555,56	44000,00	22000,00	R\$ 10,00	R\$ 220.000,00
GLICEROL (VEG PHARMA) 04469	13761,981	8,26	0,39	0,26	35555,56	9174,65	4587,33	R\$ 10,00	R\$ 45.873,27
MIST.GAS PR(11 12 114)HONEYWEL	20000	12,00	0,56	0,38	35555,56	13333,33	6666,67	R\$ 10,00	R\$ 66.666,67
SULFATO SALBUTAMOL MICR. 07867	17800	10,68	1,00	0,67	17777,78	11866,67	5933,33	R\$ 10,00	R\$ 59.333,33
DIPIRONA SODICA GRAU INJ.03121	8000	4,80	1,13	0,75	7111,11	5333,33	2666,67	R\$ 10,00	R\$ 26.666,67
BROM. IPRATROPIO MICR. 01415	4000	2,40	0,30	0,20	13333,33	2666,67	1333,33	R\$ 10,00	R\$ 13.333,33
PARACETAMOL COMPAP L MaLinkrod	2950	1,77	0,14	0,09	21333,33	1966,67	983,33	R\$ 10,00	R\$ 9.833,33
ALCOOL ETIL.96% GRANEL 00475	1800	1,08	0,22	0,15	8205,13	1200,00	600,00	R\$ 10,00	R\$ 6.000,00
AMIDO (MILHO) 00657	1685	1,01	0,19	0,13	8888,89	1123,33	561,67	R\$ 10,00	R\$ 5.616,67
SACAROSE (BIG BAG) 07854	4306	2,58	0,69	0,46	6274,51	2870,67	1435,33	R\$ 10,00	R\$ 14.353,33
SACAROSE GRANULADO 07854 ICB	1624,885	0,97	0,26	0,17	6274,51	1083,26	541,63	R\$ 10,00	R\$ 5.416,28
SACAROSE MICRONIZADO 07854 ICB	4826,885	2,90	0,91	0,60	5333,33	3217,92	1608,96	R\$ 10,00	R\$ 16.089,62
DIOXIDO DE SILICIO 200 09428	1375	0,83	0,21	0,14	6666,67	916,67	458,33	R\$ 10,00	R\$ 4.583,33
CICLAMATO DE SODIO 011995	1461,887	0,88	0,23	0,16	6274,51	974,59	487,30	R\$ 10,00	R\$ 4.872,96
PROPILENOGLICOL 07455	1000	0,60	0,23	0,15	4444,44	666,67	333,33	R\$ 10,00	R\$ 3.333,33
CLORIDRATO DE CLONIDINA 02303	1000	0,60	0,03	0,02	35555,56	666,67	333,33	R\$ 10,00	R\$ 3.333,33
SACAROSE 07854	1258,92	0,76	0,20	0,13	6274,51	839,28	419,64	R\$ 10,00	R\$ 4.196,40
CLORETO DE SODIO P.OSMOSE REV.	900	0,54	0,22	0,15	4102,56	600,00	300,00	R\$ 10,00	R\$ 3.000,00
FOSFATO de CALCIO DIBASICO 00201	2270	1,36	0,49	0,33	4637,68	1513,33	756,67	R\$ 10,00	R\$ 7.566,67
CELULOSE MICROCR. PH101 09371	625	0,38	0,11	0,07	5614,04	416,67	208,33	R\$ 10,00	R\$ 2.083,33
SACAROSE BIG BAG 07854 ICB	3311,84	1,99	0,62	0,41	5333,33	2207,89	1103,95	R\$ 10,00	R\$ 11.039,47
LACTOSE de SODIO GRAUparente 02421	430	0,26	0,10	0,07	4102,56	286,67	143,33	R\$ 10,00	R\$ 1.433,33
CLORETO MONOIDR.FINA 05146 ICB	782,088	0,47	0,15	0,10	5333,33	521,39	260,70	R\$ 10,00	R\$ 2.606,96
ESTEARATO MAGNESIO VEGET.03577	258,92	0,16	0,06	0,04	4266,67	172,61	86,31	R\$ 10,00	R\$ 863,07
SUCRALFATO 08078	258,92	0,16	0,08	0,05	3232,32	172,61	86,31	R\$ 10,00	R\$ 863,07
GLICEROL 04469 ICB	250	0,15	0,04	0,03	5925,93	166,67	83,33	R\$ 10,00	R\$ 833,33
CELULOSE MICROC.AviPH102 09371	250	0,15	0,04	0,03	5614,04	166,67	83,33	R\$ 10,00	R\$ 833,33
TRIMETOPRIMA 08921	219,8	0,13	0,02	0,01	10666,67	146,53	73,27	R\$ 10,00	R\$ 732,67
AMIDOGLICOLATO DE SODIO 00658	199,24	0,12	0,03	0,02	6274,51	132,83	66,41	R\$ 10,00	R\$ 664,13
MONOFLUOROTRICLOROMETANO FR.11	301,92	0,18	0,02	0,02	13333,33	201,28	100,64	R\$ 10,00	R\$ 1.006,40
CELULOSE MICROCR.(RC 581)09371	150	0,09	0,02	0,02	6274,51	100,00	50,00	R\$ 10,00	R\$ 500,00
PROPILENOGLICOL 07455 ICB	178,538	0,11	0,02	0,01	8205,13	119,03	59,51	R\$ 10,00	R\$ 595,13
BUTILBROMETO ESCOPOLAMINA03517	160,92	0,10	0,00	0,00	35555,56	107,28	53,64	R\$ 10,00	R\$ 536,40
POLISSORBATO 80 VEG. 07275	100	0,06	0,02	0,02	4102,56	66,67	33,33	R\$ 10,00	R\$ 333,33
CARMELOSE SODICA(Z SB 10)01777	251,34	0,15	0,05	0,03	4848,48	167,56	83,78	R\$ 10,00	R\$ 837,80
POVIDONA (K 25) 07289	100	0,06	0,01	0,00	17777,78	66,67	33,33	R\$ 10,00	R\$ 333,33
FRUTOSE 04321 ICB	84	0,05	0,01	0,01	7619,05	56,00	28,00	R\$ 10,00	R\$ 280,00
CELULOSE MICRO 200 VIVAPUR	65,8	0,04	0,01	0,01	5333,33	43,87	21,93	R\$ 10,00	R\$ 219,33
ACIDO TARTARICO PA 00350	60	0,04	0,01	0,01	5614,04	40,00	20,00	R\$ 10,00	R\$ 200,00
N BUTILBROMETO HIOSCINA MICRON	60	0,04	0,01	0,00	10666,67	40,00	20,00	R\$ 10,00	R\$ 200,00
BENZOATO DE SODIO 01157 ZAMBON	58,779	0,04	0,01	0,01	4848,48	39,19	19,59	R\$ 10,00	R\$ 195,93
ACETONA 00078	100	0,06	0,01	0,01	7111,11	66,67	33,33	R\$ 10,00	R\$ 333,33
SACARINA SODICA DIIDRAT. 07853	50	0,03	0,01	0,00	7619,05	33,33	16,67	R\$ 10,00	R\$ 166,67
HIPROMELOSE (E 15 PR) 04736	50	0,03	0,01	0,01	5614,04	33,33	16,67	R\$ 10,00	R\$ 166,67
TRIMETOPRIMA MICRONIZADA	50	0,03	0,00	0,00	10666,67	33,33	16,67	R\$ 10,00	R\$ 166,67
CARMELOSE SOD CELULOSEMICROICB	54,7	0,03	0,01	0,01	5333,33	36,47	18,23	R\$ 10,00	R\$ 182,33
AMIDO (MILHO SOL) 00657	43,05	0,03	0,01	0,00	7619,05	28,70	14,35	R\$ 10,00	R\$ 143,50
FOSFATO de SODIO DIBASICO 00207	25	0,02	0,00	0,00	5925,93	16,67	8,33	R\$ 10,00	R\$ 83,33
OPADRY II YELLOW 40 L 12903	25	0,02	0,00	0,00	17777,78	16,67	8,33	R\$ 10,00	R\$ 83,33
ACIDO BENZOICO 00115	27,82	0,02	0,00	0,00	7619,05	18,55	9,27	R\$ 10,00	R\$ 92,73
HIPROMELOSE (E 5 PR) 04736	29,5	0,02	0,01	0,00	5333,33	19,67	9,83	R\$ 10,00	R\$ 98,33
ESSENC.LICOR DE ABADIA 6 00405	25	0,02	0,00	0,00	17777,78	16,67	8,33	R\$ 10,00	R\$ 83,33
CLORIDRATO DE AMBROXOL 00632	69,705	0,04	0,00	0,00	35555,56	46,47	23,24	R\$ 10,00	R\$ 232,35
AMIDO PRE GELATINIZADO ICB	20,12	0,01	0,00	0,00	5333,33	13,41	6,71	R\$ 10,00	R\$ 67,07
CARMELOSE SODICA (7HOF) 01777	4,8	0,00	0,00	0,00	5079,37	3,20	1,60	R\$ 10,00	R\$ 16,00
GRANULADO DE LARANJA ICB	12,5	0,01	0,00	0,00	4102,56	8,33	4,17	R\$ 10,00	R\$ 41,67
ESSENCIA FRAMBOESA A 9599	4	0,00	0,00	0,00	9696,97	2,67	1,33	R\$ 10,00	R\$ 13,33
CLORIDRATO DE DILTIAZEN 03038	8,284	0,00	0,00	0,00	35555,56	5,52	2,76	R\$ 10,00	R\$ 27,61
HIPROMELOSE (E 4 MPR) 04736	1,984	0,00	0,00	0,00	5333,33	1,32	0,66	R\$ 10,00	R\$ 6,61
ESSENCIA DE FRAMBOESA BR 3921	1,44	0,00	0,00	0,00	17777,78	0,96	0,48	R\$ 10,00	R\$ 4,80
CLORETO SODIO PA2421 ICBZAMBON	1,44	0,00	0,00	0,00	4637,68	0,96	0,48	R\$ 10,00	R\$ 4,80
FOSFATO DE CALCIO DI 04278 ICB	1,49	0,00	0,00	0,00	5333,33	0,99	0,50	R\$ 10,00	R\$ 4,97
CICLAMATO DE SODIO 01995 ICB	1,44	0,00	0,00	0,00	5333,33	0,96	0,48	R\$ 10,00	R\$ 4,80
POVIDONA (K30) 07289 ICB	1,44	0,00	0,00	0,00	3555,56	0,96	0,48	R\$ 10,00	R\$ 4,80
SILICATO ALUM.MAGNESIO79931cb	1,44	0,00	0,00	0,00	5925,93	0,96	0,48	R\$ 10,00	R\$ 4,80
AROMA DE CEREJA 9 460007	1,44	0,00	0,00	0,00	10666,67	0,96	0,48	R\$ 10,00	R\$ 4,80
ESSENCIA MENTOL 425414 14376L	1,045	0,00	0,00	0,00	2735,04	0,70	0,35	R\$ 10,00	R\$ 3,48
POVIDONA (INSOLUVEL) 07289	1	0,00	0,00	0,00	17777,78	0,67	0,33	R\$ 10,00	R\$ 3,33
CORANTE VERMELHO ERITROSINAicb	0,654	0,00	0,00	0,00	5925,93	0,44	0,22	R\$ 10,00	R\$ 2,18
HETELLOSE (250 HG) 04723	1,06	0,00	0,00	0,00	5614,04	0,71	0,35	R\$ 10,00	R\$ 3,53
EDTA DissodicoDiidratado 00173	0,24	0,00	0,00	0,00	7619,05	0,16	0,08	R\$ 10,00	R\$ 0,80
AROMA HORTELA 206523	0,12	0,00	0,00	0,00	17777,78	0,08	0,04	R\$ 10,00	R\$ 0,40
OPADRY CLEAR VS 1 7006	0,12	0,00	0,00	0,00	3809,52	0,08	0,04	R\$ 10,00	R\$ 0,40
METILPARABENO SODICO 09516	0,035	0,00	0,00	0,00	8888,89	0,02	0,01	R\$ 10,00	R\$ 0,12
VALOR TOTAL ESTIMADO DO ESTOQUE									R\$ 682.645,11

APÊNDICE I – GRÁFICO DE ATIVIDADES HOMEM-MÁQUINA

Tempo	Operador 1	Operador 2	Operador 3	Terceiros	Máquina
	Atividades				
00:00	Desmonte do moinho e separação de peças	Desmonte do Secador 1	Em outras tarefas		
00:15		Lavando Secador 1 com Mangueira			
00:30					
00:45					
01:00	Peças do Moinho à sala de lavagem				
01:15	Em outras tarefas	Desmonte do Secador 2	Leva peças à sala de lavagem	Em outras tarefas	Parada
01:30		Lavando Secador 2 com Mangueira	Lavagem das peças do moinho na sala de lavagem		
01:45					
02:00					
02:15	Lavagem da sala com água	Remontagem do Secador 1			
02:30					
02:45	Chama responsáveis da limpeza	Remontagem do Secador 2			
03:00	Em outras tarefas	Em outras tarefas		Limpeza da sala por terceiros da empresa responsável pela limpeza	Lançada lavagem do Granulador e Secador 1 (Parte 1 do sistema de lavagem)
03:15					
03:30					
03:45					
04:00					
04:15					
04:30					
04:45					
05:00					
05:15					
05:30					
05:45					
06:00					
06:15		Verificação da lavagem 1			
06:30		Em outras tarefas	Lavagem de um Bin 1700L		Lança lavagem do Secador 2 (Parte 2 do sistema de lavagem)
06:45					
07:00					
07:15					
07:30	Montagem do Moinho	Verificação da lavagem 2			
07:45		Em outras tarefas	Leva Bin 1700 L à sala		
08:00	Início de novo processo				
Taxa de Aproveita-mento	31%	44%	17%	6%	56%

Quadro 8.5 – Gráfico de atividades homem-máquina atual

Tempo	Operador 1	Operador 2	Terceiros	Máquina	Máquina'
Atividades					
00:00	Desmonte do Secador 2	Desmonte do Secador 1	Em outras tarefas	Parada	Parada
00:15					
00:30	Remontagem do Secador 1	Lavando Secador 1 com Mangueira			
00:45	Desmonte do moinho e separação de peças	Lavando Secador 2 com Mangueira			
01:00					
01:15					
01:30			Em outras tarefas	Parada	Parada
01:45	Peças do Moinho à sala de lavagem				
02:00	Chama responsáveis da limpeza	Remontagem do Secador 2			
02:15	Lavagem das peças do moinho na sala de lavagem	Em outras tarefas			
02:30					
02:45					
03:00					
03:15			Limpeza da sala por terceiros da empresa responsável pela limpeza	Lançada lavagem do Granulador e Secador 1 (Parte 1 do sistema de lavagem)	Lança lavagem do Secador 2 (Parte 2 do sistema de lavagem)
03:30					
03:45		Verificação da lavagem 2	Em outras tarefas	Espera	Espera
04:00					
04:15	Em outras tarefas	Lavagem de um Bin 1700L			
04:30					
04:45					
05:00		Leva Bin 1700 L à sala	Em outras tarefas	Espera	Espera
05:15	Montagem do Moinho	Verificação da lavagem 1			
05:30					
05:45	Início de novo processo				
Taxa de Aproveitamento	87%	70%	17%	52%	26%

Quadro 8.6 – Gráfico de atividades homem-máquina futuro

APÊNDICE J – PROPOSTA DE HEIJUNKA BOX NA GRANULAÇÃO

1º Turno						2º Turno						PRÓXIMA CAMPANHA
	05:30 - 7:30	07:30 - 9:30	09:30 - 11:30	11:30 - 12:30	12:30 - 14:30	14:30 - 16:30	16:30 - 18:30	18:30 - 19:30	19:30 - 21:30	21:30 - 23:30		
ANADOR												
BUSCOPAN												
BUTAZONA												

SETUP = 3 Cartões

ANADOR = 18 Cartões = 7 LOTES

BUSCOPAN = 9 Cartões = 2 LOTES

BUTAZONA = 7 Cartões = 2 LOTES

OBSERVAÇÕES:

- CADA CARTÃO EQUIVALE A 2 HORAS

- A PROGRAMAÇÃO DEVERÁ SEGUIR O PADRÃO DE CAMPANHA, SALVO ORDEM DO PCP

Figura 8.41 - Quadro esquemático proposto para o Heijunka Box

ANEXO A – ÍCONES PADRÃO NA REPRESENTAÇÃO DO MFV

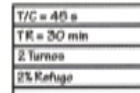
ÍCONES DO FLUXO DE MATERIAL



Processo



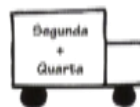
Fontes Externas



Caixa de Dados



Estoque



Entrega via Caminhão



Seta Empurrado



Produtos acabados para cliente



Fluxo Sequencial
Primeiro a Entrar,
Primeiro a Sair

ÍCONES GERAIS



Necessidade de Kaizen



Pulmão ou Estoque de Segurança



Operador



Supermercado



Retirada

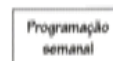
ÍCONES DO FLUXO DE INFORMAÇÃO



Fluxo de Informação Manual



Fluxo de Informação Eletrônica



Informação



Nivelamento de Carga



Kanban de Retirada



Kanban de Produção



Kanban de Sinalização



Posto de Kanban



Kanban Chegando em Lotes



Bola para Puxada Sequenciada



Programação "vá ver"

Figura 8.42 - Ícones utilizados na representação do mapeamento do fluxo de valor.

FONTE: ROTHER M.; SHOOK J. **Aprendendo a Enxergar (Mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício)**. São Paulo: v. 1.3, 2003.