

MELINA TAKAHASHI GUEDES

REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* DE LINHA DE ENVASE EM
UMA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

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

São Paulo
2009

MELINA TAKAHASHI GUEDES

REDUÇÃO DO TEMPO DE *SETUP* DE LINHA DE ENVASE EM
UMA INDÚSTRIA DE COSMÉTICOS

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

Orientador:
Prof. Dr. Paulino Graciano Francischini

São Paulo
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Guedes, Melina Takahashi

Redução do tempo de setup de uma linha de envase em uma indústria de cosmético / M.T. Guedes. -- São Paulo, 2009.
154 p.

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

1. Métodos para melhoria de produtividade 2. Indústria de bens de consumo 3. Housekeeping I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II. t.

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus pais, Luiz Carlos Guedes
e Eunice Keiko Takahashi Guedes, ao meu irmão,
Luiz Carlos Takahashi Guedes, e a toda a minha família,
cujo apoio foi fundamental para manter acesa
a vontade de jamais desistir.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre ao meu lado.

Aos meus pais e ao meu irmão, pela companhia nos finais de semana infindáveis que passei focada neste trabalho, pelo amor que sempre me dedicaram e pelo imenso apoio em todos os momentos difíceis nestes cinco anos de POLI.

A toda a minha família, pelas palavras de carinho e de incentivo, as quais foram fundamentais para manter em mim a determinação e a vontade de fazer sempre o meu melhor.

Ao professor Paulino Graciano Francischini, pela orientação e atenção prestadas ao longo deste ano, e principalmente, pela sua serenidade e paciência, as quais me mantiveram calma e centrada na elaboração deste trabalho.

Aos meus superiores, Luis Galbe e Felipe Costa e a todas as pessoas da fábrica Rio São Francisco da Natura, pela colaboração ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus grandes amigos, politécnicos ou não, por compartilharem comigo tantas alegrias, tristezas e dúvidas. Pela mão estendida, pelo abraço apertado, pelas viagens, enfim, pelo companheirismo e pela certeza de que sempre terei com quem contar. Espero que o tempo jamais quebre os nossos laços.

"Que força é esta, eu não sei; tudo o que sei é que existe,
e está disponível apenas quando alguém está num estado
em que sabe exatamente o que quer, e está totalmente
determinado a não desistir até conseguir."

(Alexander Graham Bell)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo analisar o processo produtivo e desenvolver ações corretivas capazes de eliminar a principal causa do baixo nível de atendimento da linha de envase mais crítica da fábrica Rio São Francisco da Natura. O foco foi determinado a partir do desdobramento da estratégia de negócios definida pelo mapa estratégico da empresa para 2009-2013, que direcionou a área industrial para a redução de dois indicadores: INA (Índice de Não-atendimento) e NC (Notificações da Consultora). Para combater o INA, as fábricas começaram a controlar o nível de atendimento por SKU, enquanto que, para garantir baixos índices de NC's, foram traçados planos de ação para inspeção e controle da qualidade de processos e produtos. Considerando que a atuação para redução das NC's seria muito limitada, uma vez que as ações ficaram mais centralizadas na área de qualidade e no Picking, este estudo foi direcionado para investigar os baixos índices de NA da fábrica Rio São Francisco, inferiores à meta definida de 75%. A análise de dados do OEE de todas as linhas da fábrica mostrou que o tempo de *setup* da Linha 7 consistia no maior responsável pelos baixos valores de NA. Desse modo, este trabalho de formatura contou com a aplicação da metodologia SMED – *Single Minute Exchange of Die*, desenvolvida por Shingo (1985), aliada a outras técnicas e ferramentas pertencentes ao rol de disciplinas do curso de engenharia de produção, como cálculo do VPL, Programa 5S e algumas ferramentas da qualidade, para a resolução do problema. Os resultados do projeto indicaram uma redução de 40% a 60% do tempo de *setup* da Linha 7, de acordo com o tipo de *setup*, o que pode representar um aumento de produção de até 411.372 unidades de colônias por ano, considerando um cenário otimista.

Palavras-chaves: OEE; tempo de *setup*; indústria de cosméticos.

ABSTRACT

This study aimed to analyze the production process and to develop corrective actions, which could eliminate the main cause of the low attendance indicator (NA) of the more critical production line of the factory Rio São Francisco from Natura. The focus was determined from the deployment of business strategy defined by the company's strategic map for 2009-2013, which directed the industrial area to the reduction of two main indicators: INA Index (not attendance) and NC (Reports of the Consultants). In order to combat the increase of INA, the factories began to control the service level by SKU, while, to ensure low levels of NC's, actions plans were drawn for inspection and quality control of processes and products. Whereas the actions to reduce NC's would be very limited, since such actions were more centered on the area of quality and on Picking, this study was directed to investigate the low NA of the plant, below the target set of 75 %. Analysis of OEE data for all lines of the factory showed that the setup time of Line 7 was the most responsible for the low values of NA. Thus, this work focused on the application of SMED methodology - Single Minute Exchange of Die, developed by Shingo (1985), combined with other techniques and tools belonging to the list of subjects in the course of production engineering, such as NPV, 5S Program and some quality tools for the resolution of the problem. Project results indicated a reduction from 40% to 60% of the setup time of Line 7, according to the type of setup, which may represent an increase of up to 411,372 units of colonies per year, assuming an optimistic scenario.

Keywords: OEE; setup time; cosmetics industry.

SUMÁRIO

1. Introdução	19
1.1 Contextualização.....	19
1.2 Relevância do trabalho para a empresa	22
1.2.1 O novo mapa estratégico da Natura	22
1.2.2 As novas diretrizes das fábricas da Natura: foco em redução do Índice de Não-Atendimento (INA) e das Notificações da Consultora (NC).....	23
1.2.3 Fatores internos e externos do NA.....	25
1.3 Objetivo do trabalho	28
1.4 Situação atual do problema e dificuldades enfrentadas.....	28
1.5 Breve descrição da empresa e do estágio	31
1.5.1 Dados gerais da empresa.....	31
1.5.2 Breve histórico da empresa.....	32
1.5.3 Descrição do estágio	34
1.6 Estrutura do trabalho.....	34
2. Revisão Bibliográfica	37
2.1 Desdobramento das políticas	37
2.2 Objetivos de desempenho das operações de produção	40
2.3 Método de Análise e Solução de Problemas.....	42
2.4 Outras metodologias para análise e solução de problemas.....	44
2.4.1 Teoria das Restrições	44
2.4.2 Seis Sigma.....	46
2.5 Ferramentas da qualidade	49
2.6 Tempo de <i>setup</i> e o SMED.....	51
2.6.1 SMED	56
2.6.2 Estágio 1: Separar <i>setup</i> interno e externo.....	58

2.6.3	Estágio 2: Converter <i>setup</i> interno em externo	58
2.6.4	Estágio 3: Simplificar todos os aspectos das operações de <i>setup</i>	59
2.6.5	Outros fatores importantes	60
2.7	Estrutura de perdas e OEE – <i>Overall Equipment Effectiveness</i>	61
2.8	O Programa 5S	63
2.9	Evento <i>Kaizen</i>	65
2.10	Estimativas de parâmetros (Tamanho das Amostras)	67
2.11	Análise econômica de alternativas por Valor Presente Líquido (VPL)	68
2.12	Análise Crítica.....	69
3.	Análise e Resolução do Problema.....	73
3.1	Coleta e análise de dados	73
3.1.1	Descrição da linha mais crítica (Linha 7).....	78
3.1.2	Identificação do <i>setup</i> mais crítico.....	83
3.2	Observação do <i>setup</i> mais crítico.....	85
3.3	Análise do <i>setup</i> observado.....	89
3.3.1	Estágio 1: Separar as atividades do <i>setup</i> interno e externo.....	90
3.3.2	Estágio 2: Converter atividades do <i>setup</i> interno em externo.....	94
3.3.3	Simplificar as atividades de <i>setup</i> interno e externo	100
3.3	Melhorias no <i>setup</i> externo	117
3.4	Elaboração do novo procedimento de <i>setup</i>	120
3.5	Ações 5S.....	122
4.	Conclusão.....	127
4.1	Resumo do Trabalho	127
4.2	Principais resultados obtidos.....	128
4.3	Ganhos Potenciais	133
4.4	Desdobramentos e trabalhos futuros	135
5.	Referências Bibliográficas.....	137

ANEXO A..... 139

ANEXO B 154

ANEXO C 155

ANEXO D 159

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Como funciona o sistema de vendas diretas.....	19
Figura 1.2: Importância da manufatura para o bom posicionamento da Natura no mercado ..	22
Figura 1.3: Mapa estratégico da Natura (2009 - 2013).....	23
Figura 1.4: Fatores que podem afetar o INA	24
Figura 1.5: Fatores que geram NC's	25
Figura 1.6: Fatores internos e externos que afetam o NA.....	26
Figura 1.7: Fatores internos que afetam o nível de atendimento	27
Figura 1.8: Exemplo da planilha utilizada para apontar o nível de atendimento.....	31
Figura 1.9: Espaço Natura Cajamar, concluído em 2001.	33
Figura 2.1: Desdobramento da estratégia.....	38
Figura 2.2: <i>Hoshin Kanri</i> - ciclo de gestão estratégica	39
Figura 2.3: Ilustração dos cinco objetivos de desempenho (Slack et. al., 2008)	41
Figura 2.4: Etapas da Teoria das Restrições	46
Figura 2.5: Exemplo de um Diagrama de Pareto, elaborado em um <i>software</i> estatístico	50
Figura 2.6: Exemplo Diagrama de Ishikawa.....	51
Figura 2.7: Técnica dos 5 Porquês	51
Figura 2.8: Relação entre processos e operações na produção da manufatura	53
Figura 2.9: Lógica do tamanho do lote econômico.....	55
Figura 2.10: Estágios da metodologia SMED.....	58
Figura 2.11: Estrutura das perdas.....	62
Figura 2.12: Etapas de planejamento do evento <i>kaizen</i>	67
Figura 3.1: Desodorantes <i>spray</i> regulares (à esquerda) e refil (à direita)	77
Figura 3.2: Exemplos de colônias e perfumes envasados nas linhas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 9	78
Figura 3.3: <i>Layout</i> da Linha 7	83
Figura 3.4: Equipe preparada para iniciar a cronometragem do <i>setup</i>	86
Figura 3.5: Esboço do <i>layout</i> da fábrica	87
Figura 3.6: Exemplo de uma carta de análise de operações construída durante a observação do <i>setup</i>	88
Figura 3.7: <i>Travel chart</i> elaborado para o <i>setup</i>	88
Figura 3.8: Mesa de apoio da Linha 7 - falta de organização com as documentações	89

Figura 3.9: Carrinho de ferramental de <i>setup</i> do mecânico desorganizado e sem algumas ferramentas	89
Figura 3.10: Diagrama de Ishikawa elaborado com os colaboradores da operação e da manutenção	90
Figura 3.11: "Finger" retirando a tampa do trilho e colocando no frasco	103
Figura 3.12: Fluxo de caixa para o cálculo do VPL - Cenário 1	106
Figura 3.13: Fluxo de caixa para o cálculo do VPL - Cenário 2	107
Figura 3.14: Fluxo de caixa para o cálculo do VPL - Cenário 3	108
Figura 3.15: Exemplos de relógios (conta-giros) da encartuchadeira	109
Figura 3.16: Exemplo de <i>check list</i> de parâmetros da envasadora	110
Figura 3.17: Ponto de ajuste sem escala (à esquerda) e após a colocação da escala adesiva (à direita).....	113
Figura 3.18: Ponto de ajuste sem escala (à esquerda) e após a colocação de escala com marcação química (à direita)	113
Figura 3.19: Esboço do quadro de <i>setup</i> que será posicionado na entrada da sala de ferramental.....	119
Figura 3.20: Organização do carrinho de ferramentas	123
Figura 3.21: Algumas demarcações feitas no piso	124
Figura 3.22: Visão geral da linha.....	124

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Coleta de dados - nível de atendimento da fábrica Rio São Francisco (março a maio de 2009).....	29
Gráfico 2.1: Análise de produção das prensas feita por Shingo (Shingo, 1985)	57
Gráfico 3.1: Principais motivos do baixo nível de atendimento (março a maio de 2009).....	73
Gráfico 3.2: Estratificação dos índices do OEE (dados de março a maio de 2009)	75
Gráfico 3.3: Principais motivos da perda de disponibilidade dos equipamentos.....	76
Gráfico 3.4: Estratificação do tempo de <i>setup</i> por linha de envase (março a maio de 2009)..	77
Gráfico 3.5: Distribuição do tempo por tipo de operação de <i>setup</i>	92
Gráfico 3.6: tempo total de <i>setup</i> por colaborador.....	93
Gráfico 3.7: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (mecânico sênior)	95
Gráfico 3.8: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (operadora)	96
Gráfico 3.9: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (auxiliar 1)	96
Gráfico 3.10: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (auxiliar 2)	97
Gráfico 3.11: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (auxiliar 3)	98
Gráfico 3.12: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (auxiliar 4)	98
Gráfico 3.13: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (auxiliar 5)	99
Gráfico 3.14: Conversão de operações para o <i>setup</i> externo (mecânico jr.).....	99
Gráfico 3.15: Distribuição do tempo de <i>setup</i> de todos os colaboradores após o Estágio 2..	100
Gráfico 3.16: Diagrama de Pareto para os tempos de cada operação do Mecânico Sênior...	101
Gráfico 3.17: Distribuição dos tempos de <i>setup</i> por colaborador, após as melhorias aplicadas ao mecânico sênior.....	114
Gráfico 3.18: Distribuição do tempo de <i>setup</i> por colaborador, após as melhorias feitas no <i>setup</i> interno	117
Gráfico 3.19: Configuração final do tempo de <i>setup</i> total por colaborador	120
Gráfico 4.1: Comparação dos tempos de <i>setup</i> (antes e depois do SMED).....	130
Gráfico 4.2: Comparação do tempo de ajustes antes (março a maio 2009) e depois (set e out 2009) do SMED	131
Gráfico 4.3: Estratificação de perdas por <i>setup</i> (após o projeto).....	131
Gráfico 4.4: Evolução do OEE da Linha 7	132
Gráfico 4.5: Comparação do NA antes e depois do projeto.....	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1: Ranking dos SKU's com os menores NA's (março a maio 2009)	30
Tabela 2.1: Perspectivas do MASP com base em Hitoshi Kume e Juran (Mattos, 1998).....	43
Tabela 2.2: Comparação do ciclo PDCA com as oito etapas do MASP	44
Tabela 2.3: Grupo de ferramentas da qualidade	49
Tabela 2.4: Operações de <i>setup</i> e sua distribuição de tempo	53
Tabela 2.5: Exemplo de carta de análise de operações.....	61
Tabela 3.1: Tipos de perdas de disponibilidade dos equipamentos.....	75
Tabela 3.2: Divisão por famílias de produtos.....	79
Tabela 3.3: Portfólio de produtos da Linha 7	79
Tabela 3.4: Fluxo do processo produtivo de todas as famílias de produtos - Linha 7	81
Tabela 3.5: Dados gerais referentes ao <i>setup</i> da Linha 7	83
Tabela 3.6: Frequência de setups (Março a Maio 2009)	84
Tabela 3.7: Duração média do <i>setup</i> em minutos (Março a Maio 2009)	84
Tabela 3.8: Distribuição de tempo por tipo de operação apresentada por Shingo (1985).....	91
Tabela 3.9: Tempos totais por tipo de operação para cada colaborador.....	92
Tabela 3.10: Distribuição do tempo por operação para cada colaborador	93
Tabela 3.11: Trocas de ferramentas realizadas pelo mecânico sênior.....	102
Tabela 3.12: Tempo perdido com ajustes na colocação de tampa do Lua	104
Tabela 3.13: Preço e custo unitário do Lua	105
Tabela 3.14: Descrição dos desembolsos com a compra das peças novas.....	105
Tabela 3.15: Dados para cálculo do lucro anual - Cenário 1.....	106
Tabela 3.16: Dados para cálculo do lucro anual - Cenário 2.....	107
Tabela 3.17: Dados para cálculo do lucro anual - Cenário 3.....	108
Tabela 3.19: Ajustes que devem ser convertidos em regulagens com parâmetros numéricos	110
Tabela 3.20: Duração dos ajustes simulados.....	111
Tabela 3.21: Valor do erro (em segundos) para cada tipo de ajuste.....	112
Tabela 3.22: Redução de tempo do <i>setup</i> do mecânico sênior.....	114
Tabela 3.23: Principais atividades do <i>setup</i> interno dos colaboradores	116
Tabela 3.24: Parte do <i>check list</i> de ferramental.....	118
Tabela 3.25: Notas da primeira auditoria de 5S	123

Tabela 3.26: Notas da segunda auditoria - depois da aplicação do 5S	125
Tabela 4.1: <i>Setups</i> ocorridos em setembro e outubro de 2009.....	129
Tabela 4.2: Dados utilizados para cálculo do ganho mensal (em unidades).....	134
Tabela 4.3: Cálculo do lucro potencial mensal e anual com o projeto	134
Tabela 4.4: Investimentos realizados ao longo do projeto.....	134
Tabela 4.5: Ordem de prioridade para os próximos projetos de <i>setup</i>	135

LISTA DE SIGLAS

OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
NA	Nível de Atendimento
INA	Índice de Não-atendimento
NC	Notificação da consultora
PCL	Planejamento e Controle Logístico
PEA	Plano Estratégico de Área
POP	Plano Operacional
O&L	Operações & Logística

INTRODUÇÃO

1. Introdução

1.1 Contextualização

O mercado onde a Natura está inserida possui duas características principais. Em primeiro lugar, a empresa atua no setor de cosméticos, principalmente nacional (94% de suas receitas vêm do mercado interno), competindo fortemente com Avon e O Boticário. Em segundo lugar, trata-se do mercado de vendas diretas.

Dentre essas duas características, a segunda é aquela que mais interfere nas operações da empresa, em especial, na manufatura. Segundo definição da ABEVD – Associação Brasileira de Empresas de Vendas Diretas, a prática de venda direta ocorre quando produtos e serviços são apresentados diretamente ao consumidor por meio de explicações pessoais e demonstrações, sem a interferência de distribuidores, atacadistas ou varejistas. No caso da Natura, a apresentação dos produtos é realizada pelos consultores Natura, por meio de catálogos com fotos dos produtos. Assim como a Natura, as empresas norte-americanas Avon, *Tupperware* e *Herbalife* também atuam fortemente no mercado de vendas diretas.

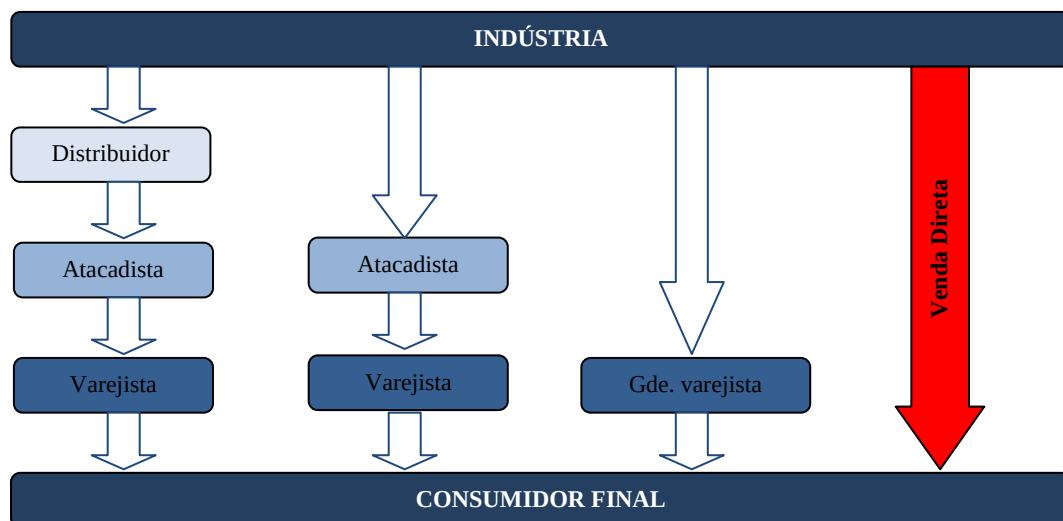


Figura 1.1: Como funciona o sistema de vendas diretas

Dessa forma, os motivos que fazem com que a prática de vendas diretas interfira substancialmente nas operações da manufatura da Natura são:

- Geralmente, as empresas que lidam com as vendas diretas apresentam intenso dinamismo em função da duração dos ciclos de pedidos. No caso da Natura, os ciclos

duram 21 dias, ou seja, a cada 21 dias um novo catálogo para vendas surge, com promoções e lançamentos diferentes do anterior, mas mantendo um portfólio de base de produtos.

- As empresas que praticam vendas diretas acreditam na necessidade de comercializar uma gama extensa de produtos, com o intuito de atrair consumidores diversos.
- O dinamismo também promove o desenvolvimento de inovações. Em 2008, a Natura lançou 123 novos produtos, o que representa cerca de 7 lançamentos por ciclo, ou seja, a cada 21 dias, 7 novos produtos eram incorporados ao catálogo, buscando atrair novos clientes e alavancar as vendas.
- Além disso, a Natura trabalha com cerca de 10 promoções por ciclo, o que altera de forma significativa a venda dos demais produtos. A tendência é que ocorra um aumento de vendas dos produtos complementares aos produtos promocionados e um decréscimo de vendas dos produtos similares.

Todas essas razões fazem com que a estratégia de produção da empresa sofra alterações a cada ciclo, já que as vendas por SKU tendem a sofrer constantes flutuações ao longo do ano, seja em função da variação do volume por SKU ou do próprio mix de produção. Os volumes variam muito em decorrência das diferentes épocas do ano, dos lançamentos e das promoções. Além disso, a produção deve contemplar um mix variado, dada a elevada quantidade de SKU's – 739 SKU's no final de 2008.

O planejamento de produção das fábricas visa sempre a atender, da maneira mais exata, as necessidades dos clientes, a fim de que não ocorram cortes de vendas. Contudo, por outro lado, nota-se um esforço para evitar a formação de elevados níveis de estoque. A programação das fábricas está vinculada à previsão de demanda, elaborada pelo setor de Planejamento e Controle Logístico (PCL) da Natura, que nem sempre consegue ser fiel ao cenário real, dadas todas as razões já mencionadas acima. Além da dificuldade de prever a aceitação das promoções, dos lançamentos e do consumo de mais de 700 SKU's, a previsão de vendas enfrenta outra grande dificuldade. A prática de vendas diretas impede que a empresa influencie diretamente os consumidores finais dos seus produtos, sendo a consultora Natura a ponte entre eles e a empresa. Isso implica dizer que, mesmo que a empresa se empenhe em lançar novos produtos e oferecer promoções atraentes, se a consultora não se empenhar em vendê-los, não haverá sucesso nas vendas. Essa característica torna a previsão de demanda ainda mais complexa.

Dessa forma, dadas todas as variáveis de mercado que influenciam a previsão de vendas, a manufatura deve garantir que suas funções sejam executadas da melhor forma possível, a fim de que os efeitos de uma previsão com pouca exatidão sejam minimizados. Isto é, a manufatura deve entregar os volumes exigidos pela área de PCL, partindo do pressuposto de que as previsões estão corretas. Caso os efeitos gerados por possíveis falhas na previsão de vendas unam-se aos efeitos gerados por um volume de produção inferior ao requerido, os resultados serão muito mais severos. Isso mostra que quando a manufatura cumpre com o volume de produção acordado, as chances de ocorrência de cortes de vendas e, portanto, de insatisfação dos consumidores são reduzidas.

Sendo assim, quando a manufatura é capaz de cumprir com os volumes de produção previstos, a probabilidade de ocorrência de corte de vendas diminui e a satisfação dos clientes aumenta, o que ajuda a fidelizá-los. Isso porque, como a estratégia das vendas diretas encontra-se bastante sustentada por promoções e lançamentos com período limitado, a indisponibilidade de um produto promocionado ou novo costuma causar grande impacto na satisfação dos consumidores, dado que as promoções e boa parte dos lançamentos tende a desaparecer no ciclo seguinte. A indisponibilidade destes produtos, que significa um corte de vendas, é sinônimo de oportunidade perdida para os consumidores, o que pode desmotivá-los em pedidos futuros.

Nota-se, portanto, que a manufatura deve estar preparada para executar suas funções da melhor forma possível, cumprindo com os volumes de produção exigidos, a fim de garantir que os clientes da Natura se mantenham fiéis aos seus produtos.

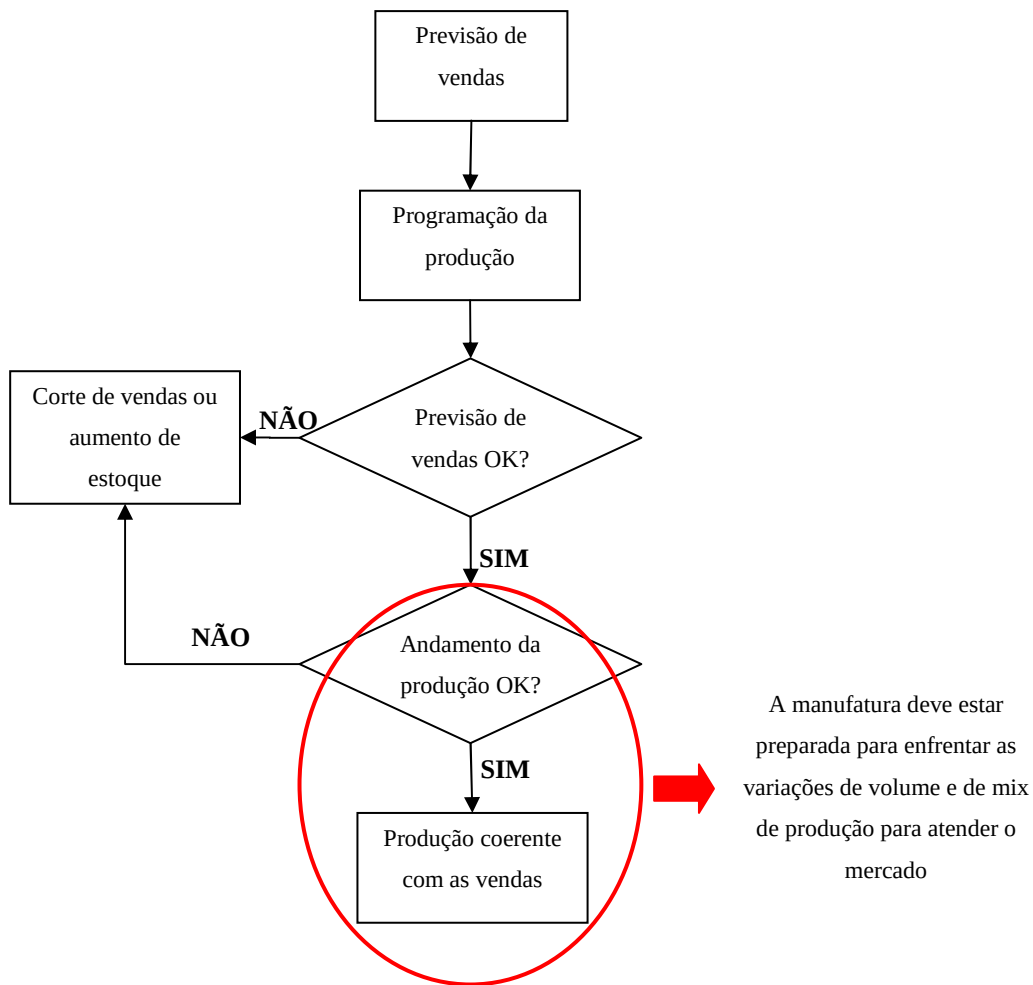


Figura 1.2: Importância da manufatura para o bom posicionamento da Natura no mercado

1.2 Relevância do trabalho para a empresa

1.2.1 O novo mapa estratégico da Natura

Em 2007, ano de maior euforia no consumo no Brasil da última década, a Natura perdeu rentabilidade e *market share*. No quarto trimestre daquele ano, a empresa cresceu apenas 9%, contra 40% da sua maior concorrente, a Avon. Acostumada sempre com perspectivas positivas, a Natura experimentou seu primeiro grande revés após a abertura de capital. Esse cenário forçou a empresa a suspender o plano de expansão internacional e dar início a uma grande e dolorosa reestruturação, cujo auge ocorreu em julho de 2008. Como um dos principais resultados deste processo de reestruturação, nasceu um novo mapa estratégico mais focado em desempenho e produtividade, exigindo mudanças das estratégias funcionais

de diversas áreas da empresa, na busca por um maior alinhamento com a nova estratégia de negócios definida.

Na Figura 1.3, é possível observar o novo mapa estratégico desenhado para a Natura para o período de 2009 a 2013. A indústria, foco deste trabalho, pertencente à vice-presidência de Operações & Logísticas, situa-se na perspectiva dos Processos Internos, cujo destaque é a menção de um **“novo patamar de desempenho”**. Como todo mapa estratégico, o novo mapa da Natura propõe questões bastante genéricas, cabendo a cada área o desenvolvimento de ações mais específicas, na busca por atingir as metas da empresa.



Figura 1.3: Mapa estratégico da Natura (2009 - 2013)

1.2.2 As novas diretrizes das fábricas da Natura: foco em redução do Índice de Não-Atendimento (INA) e das Notificações da Consultora (NC)

Sendo assim, partindo da necessidade de alcançar “um novo patamar de desempenho”, a área de Operações e Logísticas da Natura, na qual se inserem as fábricas, propôs seu Plano Estratégico de Área (PEA). A partir deste, as fábricas determinaram seu Plano Operacional (POP), como contribuição da unidade industrial para alcançar a estratégia de negócios.

O PEA definido por O&L determinou duas diretrizes principais

- i) **Redução do Índice de Não-atendimento (INA):** o indicador INA, criado no início de 2009, representa o número de produtos não atendidos nos pedidos realizados pelas consultoras Natura. O INA não avalia apenas o desempenho da fábrica e das áreas logística e comercial. É reflexo de desconformidades de toda a cadeia de processos da empresa. Como a pontuação mínima para fazer os pedidos é 80 pontos (cada produto possui uma pontuação, de acordo com seu preço), muitas vezes, o não atendimento de um único produto pode gerar o cancelamento de um pedido inteiro. Suponha que a consultora possua um pedido com exatos 80 pontos. Quando um dos produtos não está disponível, ela não pode efetuar o pedido, já que o mesmo não alcançou a pontuação mínima. Dessa forma, o não atendimento de um único produto, tende a impactar nas vendas de todos os produtos.

Há diversos fatores que podem interferir no INA, como mostra a Figura 1.4. Desse modo, todas as áreas de O&L devem mobilizar-se para cumprir seu objetivo, e evitar o não-atendimento dos produtos.

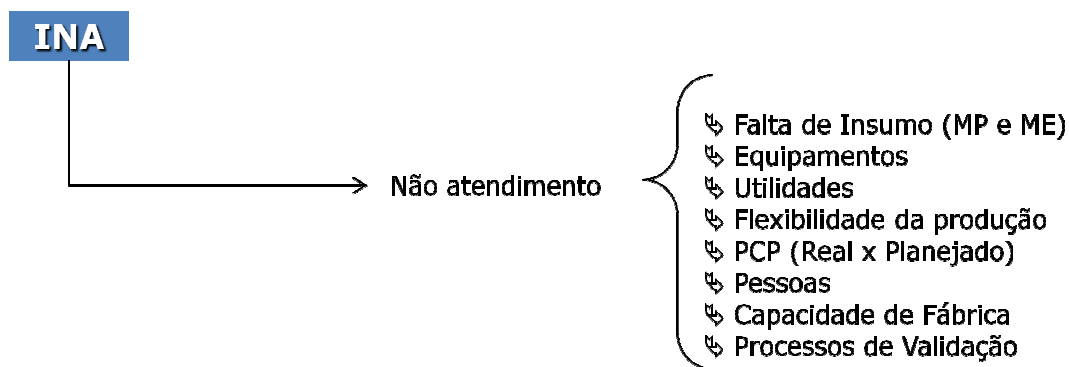


Figura 1.4: Fatores que podem afetar o INA

- ii) **Redução de Notificações da Consultora (NC):** as NC's representam um índice de reclamações feitas tanto pelas consultoras como pelos consumidores finais. Essas reclamações podem estar relacionadas a problemas de qualidade dos produtos, problemas com o transporte, com a falta ou o excesso de produtos nas caixas recebidas, entre outros.

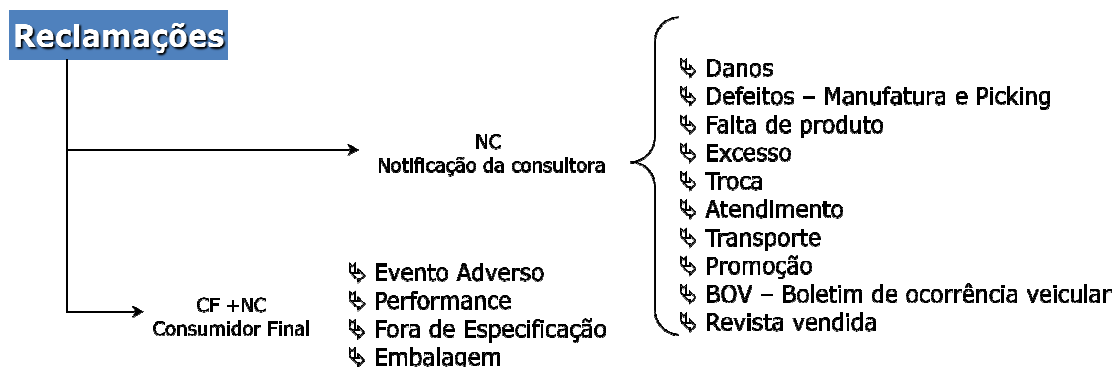


Figura 1.5: Fatores que geram NC's

Após a definição das diretrizes principais do PEA de O&L, as fábricas definiram seus planos operacionais, com o intuito de implementar sua estratégia funcional e contribuir para a estratégia de negócios da Natura.

Com foco na redução das NC's, as fábricas traçaram medidas voltadas para inspeção e controle de qualidade dos processos e dos produtos. No entanto, os principais fatores geradores de NC's estão relacionados principalmente às atividades da área de Qualidade e do Picking, com o apoio da área industrial.

Para combater o INA, as fábricas definiram o indicador de Nível de Atendimento (NA), que controla a relação entre o volume de produção e o volume exigido pelo PCL por SKU. O objetivo desse indicador vai além do INA, pois determina que o volume de produção por SKU seja exatamente igual ao volume exigido, com tolerância de 5% para mais e para menos. Isso quer dizer que a fábrica não deve produzir nem aquém do exigido (assim evitando os cortes de vendas) nem além (gerando elevados níveis de estoque). Como o NA funciona como o indicador OTIF (*on time, in full*), a perda ocorre tanto em situações em que a linha produz aquém do programado como em situações opostas. Por fim, o objetivo é que o NA cresça para que o INA caminhe em direção ao zero. Como as atividades de estágio da aluna geram mais impacto no indicador NA do que nas NC's, optou-se por focar este objetivo no trabalho em questão.

1.2.3 Fatores internos e externos do NA

Quando são analisados os fatores que podem contribuir para a redução do NA nas fábricas, é possível distinguir fatores internos e externos, ou seja, aqueles que estão sob o controle das fábricas e aqueles que não estão, respectivamente. Por isso, foi definido que os

fatores externos às fábricas seriam desconsiderados neste primeiro momento. Isso porque as fábricas não possuem poder de atuação nesses fatores e ainda não há confiabilidade nos processos da cadeia de suprimentos como um todo.

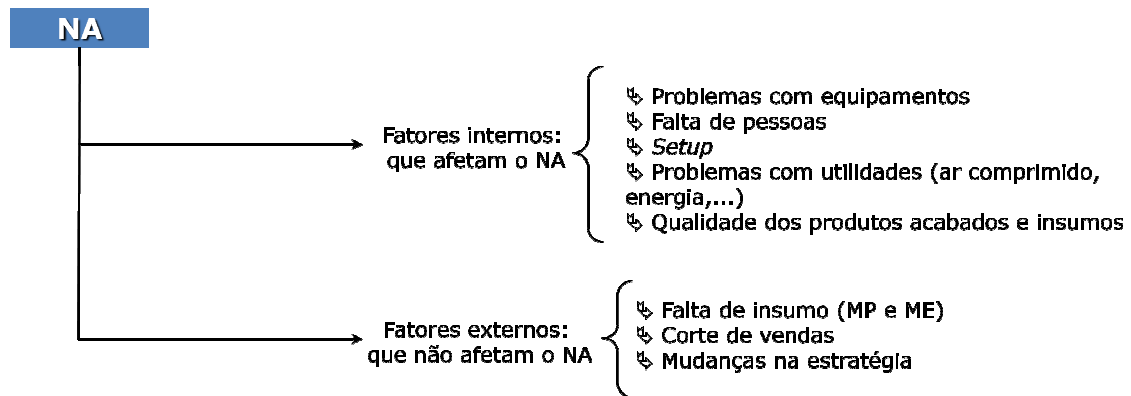


Figura 1.6: Fatores internos e externos que afetam o NA

- A **falta de matéria-prima (MP) e de material de embalagem (ME)** ainda não será considerada para o cálculo do nível de atendimento, uma vez que as fábricas não podem ser culpadas por suas ocorrências, já que a elaboração do MRP (*Material Planning Requirement*) não é responsabilidade das mesmas.
- A **mudança de prioridade de produção** de um determinado produto devido ao corte de vendas de outro também não deve interferir no cálculo do nível de atendimento, porque esse aspecto não se encontra sob o domínio das fábricas.
- **Mudanças na estratégia** da empresa também não devem influenciar o nível de atendimento, embora essa situação exija um horizonte de tempo que ainda não é compartilhado com a programação, ou seja, a programação é feita com uma semana de antecedência, tempo insuficiente para gerar mudanças radicais de estratégia.

Já os fatores internos às fábricas devem ser considerados para o cálculo do NA, por isso, devem ser gerenciados para que não ocorra redução no indicador. Esses fatores são representados pelas seguintes categorias:

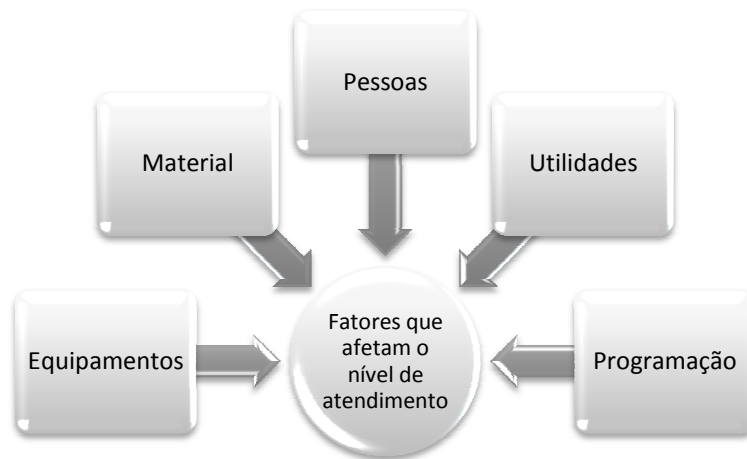


Figura 1.7: Fatores internos que afetam o nível de atendimento

- **Equipamentos:** problemas ligados à disponibilidade e *performance* dos equipamentos, como ocorrência de quebras, falhas, ajustes e problemas decorrentes ao *setup*. O tempo despendido com esses problemas impede que a linha atinja bons níveis de eficiência e reduz o tempo produtivo.
- **Material:** perdas na produção desencadeadas por não-conformidades ou ausência das matérias-primas e dos materiais de embalagens. É comum haver paradas nos equipamentos em função de problemas de qualidade no produto envasado ou problemas de material de embalagem fora de especificação, prejudicando as operações.
- **Pessoas:** ausência de colaboradores para tripular as linhas de produção, principalmente, devido aos elevados índices de absenteísmo, impedindo que as linhas funcionem.
- **Utilidades:** paradas na produção provocadas por falhas no fornecimento de energia elétrica, ar comprimido, água e do sistema SAP.
- **Programação:** há situações em que a produção supera o volume programado, pois a linha de produção superou sua eficiência histórica. Isto é, a programação das fábricas é baseada no valor médio de OEE por linha e na sua velocidade nominal, quando o OEE da linha supera o valor médio, a linha pode produzir além da quantidade esperada, o que afeta o nível de atendimento.

Desse modo, para a definição do tema de análise deste trabalho, foi necessário encontrar qual desses fatores representava a principal causa do baixo nível de atendimento de uma das fábricas da Natura.

1.3 Objetivo do trabalho

O objetivo deste trabalho é **analisar o processo produtivo e desenvolver ações corretivas capazes de eliminar a principal causa do baixo nível de atendimento da fábrica Rio São Francisco da Natura**, cujo volume de produção é o maior dentre as três fábricas. A metodologia utilizada na condução do projeto será definida após a coleta de dados.

Dada a relevância de manter elevados índices de NA, para que sejam garantidos valores de INA cada vez mais baixos, o foco deste trabalho esteve voltado para a atuação no indicador NA, em especial da fábrica denominado Bacia Rio São Francisco, local onde são desenvolvidas as atividades de estágio da aluna. Este foco foi definido depois que foram observados vários momentos em que a manufatura não foi capaz de entregar os volumes de produção por SKU exigidos pelo PCL, conduzindo ao corte de vendas e à frustração das consultoras e dos consumidores.

O trabalho em questão será desenvolvido na área de envase da fábrica, que conta com onze linhas de produção. Devido ao curto período de tempo, no qual será preciso analisar o cenário atual, traçar um plano de ação e implementar as ações, não será possível abranger todas as linhas de envase. Por isso, em primeiro lugar, deverão ser coletados dados sobre a situação do NA e da eficiência produtiva da fábrica, a fim de identificar a perda que mais contribui para os baixos valores de ambos. Essa etapa será fundamental para determinar a metodologia e as ferramentas a serem empregadas para a análise e solução do problema. Em seguida, deverá ser selecionada a linha que mais interfere na perda identificada. A partir daí, a aluna poderá definir as propostas de melhoria para então, implementá-las e verificar se as ações foram assertivas.

1.4 Situação atual do problema e dificuldades enfrentadas

Dada a relevância do indicador “Nível de Atendimento” para o mercado e para a empresa como um todo, partiu-se para a coleta de dados do indicador, visando encontrar a situação da fábrica Rio São Francisco. Com isso, coletou-se o nível de atendimento da fábrica para os meses de março, abril e maio, concluindo que os valores estavam bastante abaixo da

meta estipulada de 75%. Observando os valores semanais do NA, primeiro nível de consolidação do indicador, nota-se que os mesmos não apresentaram nenhuma tendência, mas sim, muitas oscilações ao longo dos meses, demonstrando que a fábrica ainda não possui controle sobre o indicador.

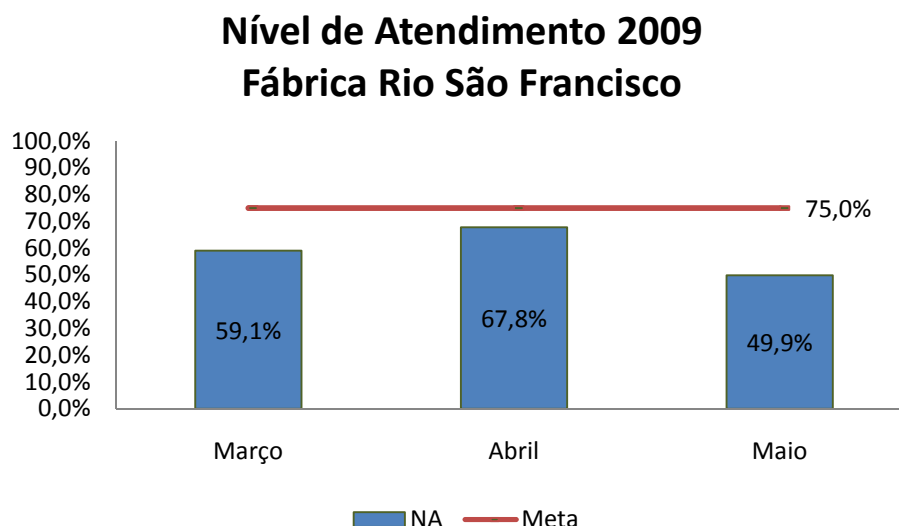


Gráfico 1.1: Coleta de dados - nível de atendimento da fábrica Rio São Francisco (março a maio de 2009)

Os dados apresentados no Gráfico 1.1 apontam para um grave problema presente nas fábricas: o indicador industrial NA, que assim como o OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), será em 2009, um indicador presente no contrato de desempenho de todos os colaboradores das fábricas e um dos fatores chaves para o ganho da PLR (Participação dos Lucros e Resultados), apresenta valores insatisfatórios, que podem gerar cortes de vendas ou elevar os níveis de estoque, impedindo que a área industrial dê sua contribuição para a estratégia global da Natura.

A partir da análise dos dados de NA por SKU, concluiu-se que os produtos que mais contribuíram no período para os baixos valores do NA consolidado da fábrica foram as colônias. Por outro lado, os desodorantes *spray* e regular apresentaram os maiores índices. No entanto, não é possível analisar as causas dos baixos índices de NA de cada SKU apenas por meio da planilha de nível de atendimento. Na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, é possível visualizar os dez menores índices de NA por SKU.

Tabela 1.1: Ranking dos SKU's com os menores NA's (março a maio 2009)

SKU		NA (Mar a Mai 2009)
1	Due Desodorante Colônia Masculino	32,3%
2	Essencial Desodorante Colônia Masculino	41,2%
3	Sol Desodorante Colônia	42,1%
4	Lua Desodorante Colônia	43,3%
5	Revelar de Natura Desodorante Colônia	45,6%
6	Natura Homem Desodorante Colônia	52,3%
7	Hoje Desodorante Colônia Feminino	54,3%
8	Faces Desodorante Colônia X	54,5%
9	Faces Desodorante Colônia Y	55,3%
10	Faces Desodorante Colônia Z	55,8%

Dessa forma, dados os valores de março, abril e maio do indicador NA abaixo da meta definida pela empresa, este trabalho de formatura tem como objetivo identificar a principal causa do baixo nível de atendimento e atuar para que a situação seja revertida, garantindo que tanto a companhia quanto os clientes sejam beneficiados.

Nesse momento, é interessante mencionar as dificuldades que vem sido enfrentadas durante a coleta de dados. Em primeiro lugar, a qualidade dos apontamentos do indicador nível de atendimento não é boa, uma vez que não existe uma forma sistematizada de apontá-los. Como o sistema de coleta de dados desse indicador começou a vigorar no início do mês de fevereiro de 2009, ainda não foram desenvolvidas planilhas robustas capazes de atender aos requisitos necessários para a estratificação dos dados. Na planilha atual, o planejador deve digitar o código do SKU, o volume programado e o volume produzido para o SKU, e assim, é calculado o NA do SKU. No final do dia, os níveis de atendimento por SKU são ponderados em função do volume não entregue ou em excesso, para, então, chegar ao nível de atendimento diário. Para cada nível de atendimento por SKU, abaixo da meta, o analista de manufatura do turno deve preencher a coluna de justificativas (ver exemplo da planilha na Figura 1.8). No entanto, cada analista preenche a planilha atual da maneira que lhe convém, de modo que as justificativas não se encontram padronizadas e nem sempre são apresentadas, como será percebido no item 3 deste trabalho.

Código	SKU	Março				
		Prog	Produz.	Dif	NS	JUSTIFICATIVA
50024069	Essencial Paris Desod. Col. Masc.	5,305	3,5	-1,8	66,0	Problema de equipamento
50031962	Faces Colonia X 65 ml ZENV	6	8,4	2,4	60,0	
50065165	SEVE AMENDOAS DOCE 200 ML	10,5	5,48	-5	52,2	Equipamento
50054055	Kriska Desod. Col. Cartucho	25	12,78	-12	51,1	Falta de material

Figura 1.8: Exemplo da planilha utilizada para apontar o nível de atendimento

Além disso, a planilha não possui nenhuma classificação, através da qual seja rápida a identificação do nível de atendimento abaixo da meta. Dessa forma, a tarefa de estratificar os valores do indicador por SKU, para identificar os seus motivos, foi bastante árdua. A aluna teve que separar os valores de nível de atendimento por SKU que se encontravam abaixo da meta e contabilizar a frequência de cada uma das justificativas. As justificativas, por sua vez, são extremamente abrangentes, e dificultam a identificação imediata das principais causas. Por exemplo, quando o analista aponta “problema de equipamento”, várias perdas estão implícitas nesta causa geral: perdas com ajustes, quebras e falhas de equipamentos, longo tempo de *setup*, ou seja, na verdade, “o problema de equipamento” refere-se às causas de perdas da disponibilidade dos equipamentos. Embora este seja apenas um exemplo da abrangência de uma das justificativas, as demais também possuem as mesmas deficiências.

1.5 Breve descrição da empresa e do estágio

A Natura é uma marca de origem brasileira, presente em sete países da América Latina e na França. No Brasil, trata-se da indústria líder no mercado de cosméticos, assim como no mercado de vendas diretas. Segundo uma pesquisa realizada pela Ipsos Insight Brasil em 2007, a Natura continua sendo a marca de cosméticos preferida dos consumidores brasileiros, com 42% da preferência, contra 18% da segunda colocada. Desde 2004, é uma companhia de capital aberto, com ações listadas no Novo Mercado, o mais alto nível de governança corporativa da Bolsa de Valores de São Paulo (Bovespa).

1.5.1 Dados gerais da empresa

- **Nome:** Indústria e Comércio de Cosméticos Natura Ltda.
- **Data de fundação:** 1969
- **Nacionalidade:** Brasileira

- **Número de funcionários:** 5900 (2007)
- **Faturamento anual aproximado:** R\$ 426 mi (2007)
- **Características principais:** Trata-se de uma empresa que pratica a venda direta e que busca em seus produtos traduzir os benefícios encontrados na flora brasileira, tão pouco explorada pelo país.
- **Estratégia:** inovação focada em cosméticos beneficiados por ativos da natureza brasileira. Dessa forma, a Natura é a empresa de cosméticos, na América Latina, que mais investe em inovação e em pesquisa e desenvolvimento de produtos. Em 2007, foram investidos cerca de R\$ 107 milhões.
- **Localização:** A Natura conta com 3 sites no estado de São Paulo: Cajamar, Itapeverica da Serra e Alphaville. Além de escritórios em alguns países da América Latina como México e Chile.

1.5.2 Breve histórico da empresa

Em **28 de agosto de 1969**, em sociedade com Jean Pierre Berjeaut, Luiz Seabra fundou a Indústria e Comércio de Cosméticos Berjeaut Ltda., que em janeiro de 1970 teria seu nome mudado para Natura. No início, a empresa contava apenas com uma loja na Rua Rego Freitas e a produção era realizada em um prédio nos fundos de um casarão, na Rua Domingos de Moraes, Vila Mariana (SP), onde também funcionou a sede da empresa de 1969 a 1973.

Em 1970, uma antiga borracharia na Rua Oscar Freire (SP) passou por uma ampla reforma para abrigar a segunda loja Natura. Com o crescimento do negócio, houve a necessidade de ampliar as instalações de produção e assim, em 1974, a fábrica mudou-se para o Valo Velho, bairro da Zona Sul de SP. Ainda em 1974, a Natura fez a opção pelo sistema de venda direta, que provocou o fechamento da loja da Oscar Freire e a criação da Pró-Estética, a distribuidora de produtos Natura em todo o Estado de São Paulo.

Em 1979, a Meridiana Comércio Administração e Participações Ltda. passou a ser responsável pela venda e divulgação dos produtos Natura em todo o país. Iniciando um novo ciclo de expansão, a Natura transferiu, em 1990, suas linhas de produção para a fábrica em Itapeverica da Serra, com 10 mil m² de área construída. Criou-se também um grande Centro de Distribuição em Santana, com área de estocagem de 3 mil m², onde as consultoras podiam retirar seus pedidos. Nesse momento, ocorre a fusão na Natura com a Pró-Estética, antiga distribuidora. Com a fusão, surgiu a necessidade de concentrar as atividades administrativas

em um único local. Desse modo, escolheu-se um prédio na Zonal Sul de São Paulo com 13 mil m², que, após profundas reformas, passou a abrigar toda área administrativa, armazenagem, expedição dos produtos e a Central de Atendimento.

No ano de 1996, a Natura inicia o projeto de construção do site em Cajamar, cujas obras foram concluídas em 2001. O projeto do Novo Espaço Natura priorizou a integração com a natureza. Com 12 edifícios e 70 mil m², o conjunto contempla três fábricas, os setores operacionais, um centro de pesquisa e desenvolvimento, área de treinamento e convenções, clube e bloco de apoio a funcionários com restaurante, banco, berçário e loja.



Figura 1.9: Espaço Natura Cajamar, concluído em 2001.

Como este trabalho será desenvolvido na área industrial, é importante descrever a área com maiores detalhes. A Natura possui três fábricas, localizadas no *site* de Cajamar.

- **Bacia Rio da Prata:** fábrica de cremes e maquiagem.
- **Bacia Rio São Francisco:** fábrica de colônias, desodorantes e óleos corporais.
- **Bacia Rio Amazonas:** fábrica de loções e produtos da linha infantil.

Todas as fábricas possuem uma área dedicada à fabricação dos produtos, no piso superior, onde estão localizados os reatores de fabricação e a área de pesagem das matérias-primas. Abaixo dessa área, encontra-se a área de envase, com as linhas de envase que recebem os produtos a serem envasados por meio de tubulações de aço inox oriundos da área de fabricação.

1.5.3 Descrição do estágio

As atividades de estágio estão sendo desenvolvidas na Natura, no *site* de Cajamar, mais especificamente nas linhas de envase da fábrica Rio São Francisco, que será o foco deste trabalho. No entanto, a aluna pertence à área denominada Engenharia industrial, responsável por apoiar as fábricas na busca pela otimização dos processos produtivos e na padronização dos postos de trabalho. Além disso, a Engenharia Industrial exerce a função do pilar de Melhoria Específica do TPM (*Total Productive Maintenance*), de modo que todas as atividades de melhoria também são coordenadas pela área.

Em se tratando das funções próprias do estagiário, o mesmo é responsável por monitorar a evolução do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), a fim de detectar as linhas de envase com os maiores *gaps* em relação à meta e traçar planos de ação para reverter o cenário. Nesse contexto, pode ser inserido o desenvolvimento deste trabalho de formatura. Dada a importância deste indicador para a companhia, um dos projetos da área, que acabou por envolver todos igualmente, consiste na instalação de coletores automáticos de paradas dos equipamentos, a fim de tornar o valor do OEE mais confiável e sem interferência de erros de apontamento. Acredita-se que com a conclusão deste projeto, haverá benefícios tanto em relação à clareza dos dados colhidos quanto à economia de tempo para a coleta de dados, que serão geridos por um *software*.

Vale destacar que, até o mês de setembro, a estagiária participou e liderou os eventos mensais de *Kaizen Blitz*, voltados para a padronização dos postos de trabalho e para o mapeamento dos parâmetros críticos dos equipamentos, cujo objetivo foi o de organizar as linhas de produção e garantir certa estabilidade ao processo produtivo.

Além disso, com a reestruturação de todos os pilares do TPM, a estagiária tornou-se responsável pelo desenvolvimento de um procedimento para elaboração dos ciclos de melhoria, pelo treinamento de todos os colaboradores da fábrica no tema e acompanhamento da execução das melhorias na fábrica Rio São Francisco.

1.6 Estrutura do trabalho

No capítulo 1, cujo fim se dá com este item, contou com a contextualização do tema a ser estudado no mercado em que a Natura atua, com a definição do objetivo do trabalho e da sua relevância para a empresa, com uma apresentação inicial sobre a situação atual do

problema a ser investigado e detalhado no item 3. Por fim, foram apresentados de forma breve a Natura (seu histórico e suas principais características) e as atividades desenvolvidas durante o estágio.

O capítulo 2 deste trabalho de formatura contemplará a elaboração de uma revisão de literatura sobre os principais temas abordados pelo trabalho, a fim de fornecer um bom arcabouço teórico ao estudo, buscando encontrar metodologias e ferramentas da engenharia de produção capazes de solucionar o problema aqui proposto. Toda a base teórica utilizada, seja para identificação do problema e delineamento do raciocínio seguido ou, seja para a solução do problema serão abordadas na revisão de literatura. Desse modo, temas como desdobramento de políticas, metodologia SMED, Programa 5S e evento *KAIZEN*, entre outros, foram percorridos.

Em seguida, no capítulo 3, a aluna partirá para a investigação mais detalhada do problema, identificando a principal perda e a linha de produção mais crítica neste aspecto, para posterior acompanhamento de uma situação real. Dessa forma, com a situação real em mãos, será possível analisar os principais motivos das perdas, seja em função da falta de organização, da falta de padronização das operações ou de qualquer outra razão que exija o estabelecimento de um plano de ação.

Por fim, dadas as causas raízes do problema, a aluna deverá propor possíveis soluções, apresentando sua viabilidade técnica e financeira para posterior implementação e monitoramento dos resultados, uma vez que este trabalho será implantado na empresa.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2. Revisão Bibliográfica

Para embasar teoricamente este trabalho, alguns temas-chave serão desenvolvidos, a fim de apresentar os principais aspectos inerentes aos temas propostos pela literatura. Desse modo, questões voltadas para indicador de nível de atendimento (também chamado de nível de serviço), para os projetos *Kaizen*, para definição do indicador de eficiência – OEE, para conceitos ligados ao tempo de *setup* e, principalmente, para a metodologia de redução de tempo de *setup* denominada SMED darão o tom ao trabalho. Embora no capítulo 1 não tenha sido mencionado o problema de *setup*, este surgirá como a principal perda da fábrica durante a análise realizada no capítulo 3.

Além disso, merecem destaque alguns tópicos que não estão diretamente relacionados ao tema principal do trabalho, mas que servirão como ferramenta para o desenvolvimento do trabalho, como o cálculo do VPL – Valor Presente Líquido e a determinação estatística do tamanho da amostra.

2.1 Desdobramento das políticas

Wheelwright (1984) apresentou o conceito de desdobramento da estratégia. Para o autor, são distinguidos três níveis de estratégia: a estratégia corporativa, que corresponde à visão do todo da organização, englobando as funções de cada unidade de negócios; a estratégia de negócios, inerente às unidades de negócios; e a estratégia funcional, oriunda das funções operacionais (manufatura, tecnologia, marketing, vendas, logística,...) de cada unidade de negócio. Pensando nesses três níveis, pode-se dizer que a implementação da estratégia segue um processo *top-down*, enquanto que a sua formulação é *bottom-up*. Embora exista o conceito da estratégia corporativa, ela faz mais sentido quando as unidades de negócios compartilham muitas semelhanças. Por isso, o uso do conceito da estratégia de negócios acaba sendo mais comum na literatura. Neste trabalho, a estratégia de negócios é aquela representada pelo mapa estratégico 2009 – 2013 (Figura 1.3). As várias estratégias funcionais devem sempre estar consonantes com a estratégia de negócios, a fim de que a organização esteja mobilizada para atingir um objetivo comum. Considerando o foco deste trabalho, a estratégia funcional da manufatura será abordada em detrimento das demais estratégias funcionais da Natura.

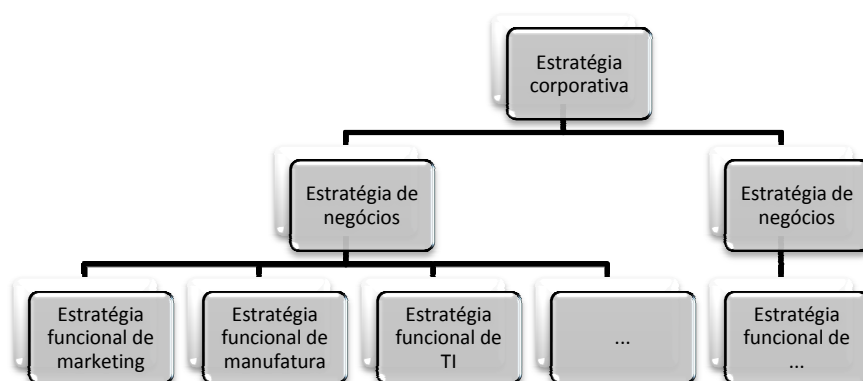


Figura 2.1: Desdobramento da estratégia

A estratégia de manufatura deve estar ligada à estratégia de negócios por meio das exigências do mercado (Hill, 1985). Dessa forma, as exigências do mercado são críticas para a estratégia de manufatura (Pagell e Krause, 1999). Quando a manufatura busca exigências inconsistentes do mercado, por não estar alinhada corretamente à estratégia de negócios da organização, seu desempenho é severamente afetado, pois, provavelmente, a fábrica não será capaz de atingir o que o mercado realmente deseja, seja por gastar energia onde não é necessário, seja por não possuir as capacidades adequadas.

Outra forma de explicar o desdobramento da estratégia (ou das políticas) consiste em um *framework* japonês utilizado pela gestão estratégica. Trata-se do *Hoshin Kanri*, que consiste na execução de quatro tarefas essenciais:

- i) Estabelecer anualmente poucas, porém vitais, prioridades estratégicas para a organização;
- ii) Alinhar as prioridades estratégicas corporativas com planos locais e programas para as áreas;
- iii) Integrar os planos e os programas à gestão diária;
- iv) Revisar de forma estruturada o progresso dos planos locais, bem como dos programas estabelecidos.

O *Hoshin Kanri* começou a ser utilizado na década de 60, quando os japoneses transformaram o controle estatístico da qualidade e a gestão pelos objetivos em uma forma integrativa para gerir as organizações, denominado Controle Total da Qualidade, que, em seguida, foi trazida ao Ocidente como Gestão Total da Qualidade (*Total Quality Management – TQM*). Dessa forma, o *framework* de *Hoshin Kanri* foi largamente utilizado pelas empresas japonesas, com o intuito de desenvolver capacidades chaves para a integração da estratégia

com a gestão diária das áreas (Witcher e Butterworth, 1999). No entanto, no Ocidente, a difusão de sua prática não ocorreu concomitantemente às terras orientais, de modo que até o início do ano 2000 pouco se conhecia sobre sua aplicação. Até essa época, apenas algumas empresa ocidentais haviam adotado o *Hoshin Kanri* para o desdobramento de suas políticas, sendo bons exemplos a *Hewlett-Packard*, *Texas Instruments* e *AT&T*.

De modo mais detalhado, *Hoshin Kanri* compreende um ciclo de gestão estratégica anual, cuja aplicação corresponde exatamente à do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*). Em primeiro lugar, a organização revisita as experiências vividas no decorrer do ano, a fim de descobrir quais alterações deverão ser feitas no seu foco estratégico para o ano seguinte, formalizando os seus poucos e vitais objetivos, bem como programas para suas unidades de negócio. Essa primeira fase pode ser considerada como o “agir” do ciclo PDCA. Com isso, os objetivos vitais são alinhados com os planos locais para cada área, marcando a fase “planejar” do ciclo. Com os objetivos vitais desdobrados para cada área de forma alinhada, é possível colocar em prática as ações a fim de que as metas sejam alcançadas, trazendo-as para a gestão diária. Nesse momento, a etapa “fazer” acontece. Por fim, é preciso verificar se os planos de ação foram cumpridos e se as metas foram alcançadas, a partir de uma revisão do desempenho anual de cada área e da organização, o que marca a fase “chechar” do ciclo PDCA. Os dados gerados nessa fase retroalimentarão a fase “agir”, com base nos *gaps* existentes, o que promove o início de um novo ciclo orientado para a gestão estratégica (Witcher e Butterworth, 1999).



Figura 2.2: *Hoshin Kanri* - ciclo de gestão estratégica

Na verdade, o raciocínio seguido durante a aplicação do ciclo do *Hoshin Kanri* é bastante similar às etapas propostas por muitos estudiosos para que o desdobramento da estratégia ocorra de forma alinhada às estratégias de negócios da organização. **Em particular, o alinhamento da estratégia funcional de manufatura com a estratégia de negócios pode ser considerado um fator decisivo para a garantia de uma boa vantagem competitiva.** Isso porque, a manufatura tende a concentrar a maior parte das pessoas e do ativo das empresas, além de gerar os produtos por ela comercializados, fonte de todo o seu faturamento.

2.2 Objetivos de desempenho das operações de produção

Antes de iniciar a revisão de literatura do tema central deste trabalho, é importante apresentar alguns conceitos mais genéricos sobre o ambiente de produção. É sabido que para as operações de produção, seja em serviços ou na manufatura, a gerência precisa perseguir alguns objetivos para obter a satisfação de todos os seus *stakeholders* (acionistas da empresa, trabalhadores operacionais, gerência, clientes, etc.). No âmbito operacional, estes objetivos são estritamente definidos e são conhecidos como os cinco objetivos de desempenho básicos (Slack et. al., 2008):

- **Objetivo qualidade:** fornecer produtos isentos de defeitos e problemas de qualidade, “adequados a seus propósitos” (Slack et. al., 2008);
- **Objetivo Rapidez:** reduzir, ao máximo, o *lead time*, ou seja, o tempo decorrido entre o pedido do cliente e a entrega do produto;
- **Objetivo Confiabilidade:** conseguir prever, de maneira confiável, o tempo de entrega dos produtos. Há uma diferença sutil entre a rapidez e a confiabilidade. Esta última não se atém à redução do tempo, mas sim à previsão deste tempo.
- **Objetivo Flexibilidade:** estar preparado para mudanças ou adaptações da produção para enfrentar circunstâncias inesperadas ou para atender bem os clientes;
- **Objetivo Custos:** reduzir o custo de produção, a fim de que seja possível fixar preços apropriados ao mercado e obter um retorno satisfatório para a organização.

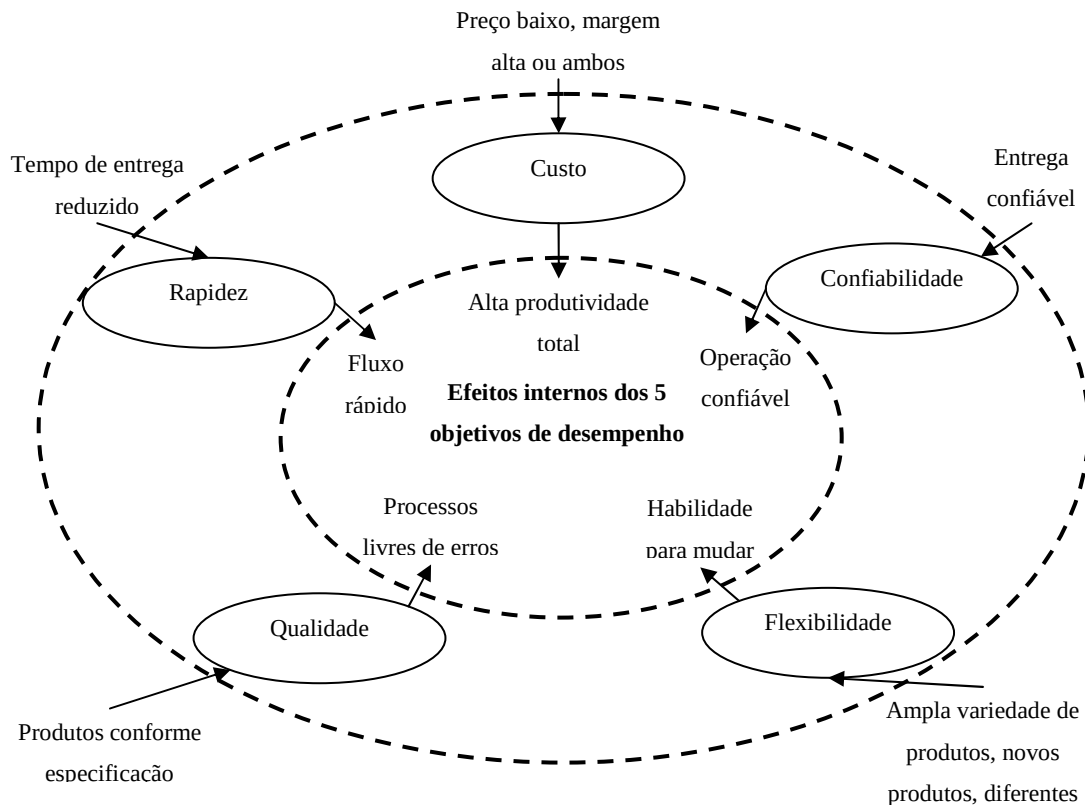


Figura 2.3: Ilustração dos cinco objetivos de desempenho (Slack et. al., 2008)

Como o foco deste trabalho será o *setup* de uma linha de produção, vale ressaltar que a redução do tempo despendido para as operações de *setup* afeta direta ou indiretamente todos os cinco objetivos de desempenho propostos acima. Isso porque, um *setup* longo e desorganizado:

- Aumenta os custos de produção, já que, durante o *setup*, a linha está parada, e, portanto, a fábrica está deixando de produzir, mas está consumindo hora-homem e hora-máquina;
- Pode prejudicar a qualidade dos produtos acabados, já que um *setup* despadronizado provoca diversos ajustes ao longo da produção, o que mostra que as máquinas não estavam preparadas para receber o produto, possibilitando a ocorrências de não-conformidades geradas pelos equipamentos;
- Impede a redução do tempo de entrega, já que aumenta o *lead time* de produção;

- Pode tornar a entrega não-confiável, visto que a fábrica não tem controle sob a duração do tempo de *setup*, fazendo com que os prazos de entrega não sejam cumpridos;
- Impede a flexibilização da produção, dado que, tempos longos de *setups* reduzem significativamente a eficiência das linhas de produção, dificultando a produção de lotes pequenos, bem como de um mix variado de SKU's.

Dessa forma, existem infinitas razões que mostram a importância de reduzir e padronizar as operações de *setup* das linhas de produção, especialmente, quando se trata de uma empresa cuja estratégia de negócios baseia-se na inovação, e cuja gama de produtos é tão extensa quanto o portfólio da Natura.

2.3 Método de Análise e Solução de Problemas

Considerando a necessidade de resolução de um problema específico neste trabalho de formatura, é importante apresentar ferramentas da qualidade que auxiliem esta tarefa. Dado o universo da disciplina de gestão da qualidade, uma das principais metodologias empregadas na análise e solução de problemas consiste no Método de Análise e Solução de Problemas, conhecido por MASP, cujo foco é a identificação dos problemas, seguida da elaboração de ações de caráter corretivo e preventivo para eliminar ou minimizar os problemas (Penteado et al., 2007).

Trata-se de um processo dinâmico e flexível, que prioriza o problema, divide o mesmo em partes analisáveis e verifica situações que requerem atenção. Na literatura pesquisada, a sequência de ações do MASP é definida com base na perspectiva de dois autores importantes da área de gestão da qualidade. Cada um dos autores define as fases da metodologia, porém, ambas as formas de encarar o MASP podem ser consideradas equivalentes. De acordo com Histoshi Kume, a execução do MASP segue oito etapas, partindo da identificação do problema até o planejamento de ações para o futuro, com base nas melhorias efetuadas. Já segundo Juran, a metodologia compreende quatro etapas: definir, diagnosticar, remediar e reter os benefícios (Tabela 2.1). No entanto, grande parte dos estudos para a solução de problemas baseia-se nas oito etapas defendidas por Hitoshi Kume, o que justifica a sua abordagem neste trabalho de formatura.

Tabela 2.1: Perspectivas do MASP com base em Hitoshi Kume e Juran (Mattos, 1998)

HITOSHI KUME	JURAN
1. Problema: identificar o problema	1. Definir e organizar o projeto
2. Observação: apreciar as características do problema	2. Diagnosticar as causas
3. Análise: determinar as causas principais	
4. Plano de ação: conceber um plano para eliminar as causas	3. Remediar o problema
5. Ação: agir para eliminar as causas	
6. Verificação: confirmar a eficácia da ação	4. Reter os benefícios
7. Padronização: eliminar definitivamente as causas	
8. Conclusão: recapitular as atividades desenvolvidas e planejar para o futuro.	

Na etapa 1 do MASP, deve-se definir claramente o problema a ser solucionado e reconhecer sua importância para o processo e para a empresa como um todo. Isso é necessário para justificar o projeto, e assegurar-se de que o mesmo possui relevância para a organização, com base na apresentação do histórico do problema, das perdas atuais e dos ganhos potenciais com a sua solução. A etapa 2 consiste em observar o problema para investigar suas características específicas, a partir de uma visão ampla. Nesta etapa, uma boa coleta de dados é fundamental para a definição das características do problema. Além disso, neste momento, define-se o cronograma do projeto, o orçamento (previsão) e as metas a serem alcançadas.

Na etapa 3, com base nos dados coletados, faz-se uma análise do problema, a fim de encontrar as possíveis causas raiz. Antes de encontrar as causas mais prováveis, é preciso definir as causas influentes do problema. Para a etapa seguinte (etapa 4), define-se o plano de ação para bloquear as causas fundamentais do problema, a partir da elaboração de uma estratégia de ação. Com um plano de ação melhor delineado, é possível revisar o cronograma e o orçamento previsto na etapa 2.

Em seguida, o MASP parte para colocar as ações definidas em prática, bloqueando as causas fundamentais do problema. Para isso, é preciso treinar todos os envolvidos com o problema, para, enfim, executar a ação. Na etapa 6, verifica-se a eficácia das ações executadas, comparando os resultados obtidos com a situação inicial. Além disso, o MASP exige a observação da nova situação, com o intuito de verificar a continuidade ou não do problema. Por fim, para prevenir a recorrência do problema, parte-se para a padronização das

condições atuais, com base em ações de educação e treinamento e comunicação à toda a organização. A última etapa da metodologia MASP, é a fase de reflexão do projeto, com o objetivo de recapitular todo o processo de solução do problema para futuros estudos, além do planejamento ao ataque de possíveis problemas remanescentes.

Assim como grande parte das metodologias de qualidade, o MASP pode ser comparado ao ciclo de melhoria PDCA. As etapas iniciais (etapas 1 a 4) podem ser consideradas como a etapa de planejamento do ciclo. Já a etapa 5, em que as ações são colocadas em prática, corresponde à fase “agir” do PDCA. A etapa de verificação é a fase “verificar” do ciclo. E, finalmente, as etapas de padronização e conclusão correspondem à fase “agir”.

Tabela 2.2: Comparação do ciclo PDCA com as oito etapas do MASP

PDCA	Etapa	Descrição
P	1	Identificação do problema
	2	Observação
	3	Análise
	4	Plano de ação
D	5	Ação
C	6	Verificação
	?	(Bloqueio foi efetivo?)
A	7	Padronização
	8	Conclusão

2.4 Outras metodologias para análise e solução de problemas

Além da metodologia MASP, a revisão de literatura resultou em mais duas alternativas de metodologias para a análise e solução de problemas freqüentemente utilizadas. Tratam-se da Teoria das Restrições e da metodologia Seis Sigma.

2.4.1 Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC – *Theory of Constraints*) foi desenvolvida na década de 70, depois que o físico Eliyahu Goldratt se envolveu com problemas de logística de produção.

Na verdade, Goldratt (1990) empregou todo o seu conhecimento de física para criar a TOC. Um dos conceitos básicos da ciência, responsável por motivar o físico no desenvolvimento desta teoria, é que muitos fenômenos (efeitos) vivenciados na realidade encontram-se interligados por uma quantidade pequena de causas. Fazendo essa analogia para o mundo empresarial, Goldratt (1990) notou que uma empresa só é capaz de detectar as causas de seu baixo desempenho, quando todos possuem uma visão sistêmica da mesma, permitindo que as áreas da empresa sejam contempladas em uma análise. Dessa forma, a TOC encara qualquer empresa como um sistema, ou seja, um conjunto de elementos entre os quais há alguma relação de interdependência, sendo que o desempenho global do sistema depende dos esforços conjuntos de todos os seus elementos.

Dada a relação de interdependência entre os elementos do sistema da empresa, é fundamental reconhecer o importante papel da restrição de qualquer sistema. Uma restrição é tudo aquilo que impede o sistema de alcançar um melhor desempenho para atingir a sua meta. Analogamente ao conceito científico levantado por Goldratt (1990), da mesma forma que os fenômenos vivenciados estão interligados por poucas causas, qualquer sistema também possui poucas restrições.

Baseado no raciocínio desenvolvido acima, a TOC apóia-se no processo de melhoria contínua, implementado ao longo de cinco etapas, sempre com foco na meta do sistema. As etapas da TOC são (Goldratt, 1990):

1. Identificar as restrições do sistema

Na primeira etapa, é preciso identificar quais são os recursos ou fatores limitantes na empresa, que a impedem de alcançar a meta.

2. Decidir como explorar as restrições do sistema

Após identificar os recursos que restringem o sistema, é preciso definir como administrá-los, ou seja, como torná-los menos escassos e menos limitantes.

3. Subordinar tudo o mais à decisão acima

O terceiro passo da TOC foca na administração dos recursos que não são limitantes. Dessa forma, é preciso que estes recursos caminhem junto com as restrições. Caso eles caminhem mais rápido que as restrições, ao invés da produção

aumentar, haverá aumento de estoque em processo. Caso contrário, a produção pararia, por falta de insumo.

4. Elevar as restrições do sistema

Neste momento, é preciso explorar ao máximo as restrições, de modo que seu desempenho melhore. Quando uma restrição é elevada (melhorada), esta deixa de ser uma restrição ao sistema.

5. Se no passo anterior uma restrição foi quebrada, voltar à etapa 1. Porém, não deixar que a inércia cause uma restrição no sistema.

Quando uma restrição deixa de existir, é preciso voltar ao passo 1, porque, certamente, outra restrição surgiu. Não se deve acreditar que o sistema atingiu a perfeição, e deixar a inércia tomar conta do sistema.

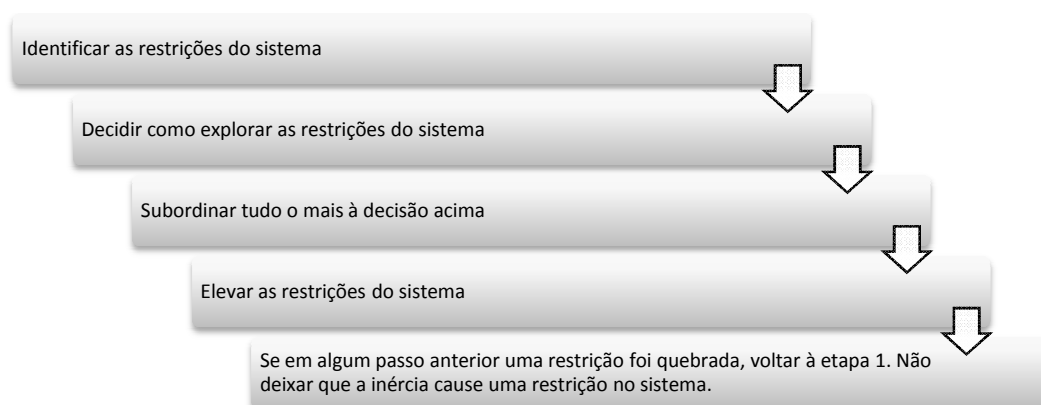


Figura 2.4: Etapas da Teoria das Restrições

Além disso, Goldratt (1990) apresenta três perguntas que podem ser feitas ao longo do processo de melhoria contínua da TOC, principalmente quando as principais restrições da empresa em estudo não são físicas. As perguntas indicadas são: “O que mudar?”, “Para o que mudar?” e “Como causar a mudança?”.

2.4.2 Seis Sigma

Seis Sigma é um modelo de Gestão da Qualidade, caracterizado por uma estratégia gerencial disciplinada, a partir de uma abordagem sistêmica e da utilização intensiva do pensamento estatístico, cujo objetivo é reduzir drasticamente a variabilidade dos processos críticos e aumentar a lucratividade das empresas, por meio da otimização de produtos e processos, buscando a máxima satisfação de clientes e consumidores (Carvalho & Rotondaro,

2005). A metodologia Seis Sigma utiliza dados e análise estatística para medir e melhorar a *performance* operacional das empresas por meio da identificação e eliminação dos defeitos de manufatura e serviços relacionados a processos. O alvo do programa é alcançar a meta de menos que 3,4 defeitos por milhão.

Quando se fala em Seis Sigma, é importante explicar o significado de “sigma”. O “sigma” descreve a variabilidade dos processos. O número de sigmas de um processo identifica seu nível de qualidade. Além disso, outro fator também deve ser considerado: a centralização do processo. O número de defeitos de um processo é função tanto do valor de sigma do processo quanto do valor de descentralização dele (Henderson & Evans, 2000). O valor real do nível de qualidade de um processo é o número de defeitos que ocorrem quando o processo está centralizado, o que no caso de um processo com nível de qualidade Seis Sigma significa 2 defeitos por milhão.

No entanto, o valor Seis Sigma adotado pela Motorola considera um deslocamento (*shift*) em relação à média de 1,5 sigma, o que na prática corresponde a um nível de qualidade de 4,5 sigma, ou 3,4 defeitos por milhão.

Na década de 80, o engenheiro William Smith desenvolveu com a Motorola o conceito de Seis Sigma, implementado pela empresa em 1987. Os ótimos resultados alcançados pela Motorola, contemplada com o prestigioso prêmio de Qualidade *Malcolm Baldrige*, incentivaram a *General Electric* (GE) a adotar o Seis Sigma em 1996. Estes dois casos foram os primeiros sucessos do programa e incentivaram diversas empresas pelo mundo a aderi-lo. Diferentemente dos outros modelos de Gestão de Qualidade já desenvolvidos, que sempre estiveram abaixo das expectativas das empresas, o Seis Sigma tem o poder de trazer benefícios definitivos e duradouros para as empresas. Entretanto, sua implementação exige um alto nível de organização tanto no que diz respeito aos funcionários responsáveis pela coordenação e implantação do programa quanto às etapas do projeto (Motorola, Inc., 1994).

No início, os benefícios trazidos pelo Seis Sigma eram basicamente operacionais e o programa focava-se na redução dos defeitos e na melhoria contínua. No entanto, atualmente, as empresas que empregam o Seis Sigma possuem objetivos que vão além dos iniciais, abrangendo também o aumento do mercado de ações, a retenção de clientes, o desenvolvimento de novos produtos e serviços e aceleração de inovações.

Na elaboração de um programa Seis Sigma, a formação de uma boa equipe constitui um fator fundamental para conduzi-lo ao sucesso. Resumidamente, a equipe Seis Sigma é formada por um executivo líder, o líder, principal responsável pela implantação do programa de qualidade; o Campeão, que organiza e guia todas as etapas do Seis Sigma; o Master Black Belt, cuja função é auxiliar o campeão na tarefa de implantar o Seis Sigma e coordenar os Black Belts, outra função dentro da equipe (Carvalho et. al., 2005).

Já no que tange à organização do programa em si, é essencial definir quais serão os projetos que receberão aporte dos recursos da organização. Para a seleção dos projetos, é necessário identificar as CTQs (Critical to Quality) – Características Críticas para a Qualidade – internas e externas, identificar as lacunas de desempenho (gaps), determinar se o escopo e a amplitude do projeto são gerenciáveis, e finalmente, verificar a viabilidade técnica, econômica e financeira do projeto. Uma característica interessante do Seis Sigma é o fato dele promover um alinhamento da área de qualidade com as estratégias de negócio da organização, uma vez que não basta simplesmente escolher um projeto para ser implantado por meio do Seis Sigma, mas é de extrema importância saber qual projeto escolher, contando com as estratégias da empresa (Carvalho & Rotondaro, 2005).

Além de saber como definir o projeto, é fundamental saber quando iniciar o programa de gestão de qualidade. Os fatos que sinalizam esse início podem ser tanto oportunidades de mercado como exigências de negócios, tais como uma demanda de mercado, uma necessidade de negócio, um pedido (ou exigência) do cliente, um avanço tecnológico ou uma exigência legal. Nessa etapa, cria-se um ambiente e uma linguagem comum dentro da equipe. Para isso, a equipe pode (e deve) fazer uso de uma série de ferramentas que auxiliam a definição e o planejamento do projeto.

Após definir o projeto e os funcionários nele envolvidos, a empresa deve-se ater à fase de implementação do programa, denominada DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*).

Na primeira etapa, definem-se os requisitos do Cliente (voz do cliente) e traduzem-se essas necessidades em CTQs. Existem diversas maneiras de captar a “voz do cliente”, como por exemplo, entrevistas, grupos focais (focus groups), pesquisas de mercado, além da observação direta e da simulação. Como será discutida no relatório final, nesse projeto de iniciação, a forma pela qual foi obtida a “voz do cliente” (no caso os médicos) foi a entrevista.

É uma fase fundamental tendo em vista que o grande objetivo do Seis Sigma é atingir a máxima satisfação do cliente (Carvalho & Rotondaro, 2005).

Na etapa seguinte, o processo é desenhado e são realizadas medições que geram dados por meio de um sistema que produza amostras representativas e aleatórias. Esses dados coletados são, então, analisados a partir de ferramentas tradicionais e estatísticas (*softwares* estatísticos) a fim de identificar as causas óbvias e não-óbvias. Na próxima etapa, a equipe deve agir, fazendo as melhorias necessárias ao projeto. Finalizado o projeto, é de extrema importância controlar o processo de forma a manter as alterações realizadas. Este é o ponto de chegada da equipe Seis Sigma, a partir de agora, cabe aos profissionais que trabalham no processo no dia-a-dia controlá-lo e mantê-lo, evitando que retorne ao estágio inicial.

2.5 Ferramentas da qualidade

As metodologias apresentadas acima compartilham um ponto importante: o uso de ferramentas da qualidade para a solução dos problemas. Embora sejam denominadas “ferramentas da qualidade”, elas podem ser aplicadas em uma gama variada de problemas, não apenas aos problemas de qualidade, propriamente ditos.

Existem três grupos principais de ferramentas da qualidade: ferramentas básicas, ferramentas gerenciais e outras ferramentas (Tabela 2.3). Entretanto, neste trabalho serão abordadas apenas as ferramentas consideradas mais importantes para a análise e solução do problema em questão. Dentre todas as ferramentas apresentadas, aquelas que costumam ser empregadas com mais frequência em qualquer projeto são o Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa (ou Causa-e-Efeito) e a técnica dos 5 Porquês.

Tabela 2.3: Grupo de ferramentas da qualidade

Ferramentas básicas	Ferramentas gerenciais	Outras ferramentas
Diagrama de Pareto	Diagrama de afinidades	5 Porquês
Diagrama de Causa-e-efeito (Ishikawa)	Diagrama de relações	5W e 2H
Lista de verificação	Diagrama sistemático (ou tipo árvore)	DOE
Histograma	Diagrama matricial	FMEA
Diagrama de Dispersão	Análise dos dados da matriz	QFD
Gráfico Linear	Análise PDPC	
Gráfico (Carta) de controle	Diagrama em setas	

O Diagrama de Pareto é uma representação gráfica dos itens (ou causas) responsáveis pelo problema em estudo, que permite visualizar a parcela de contribuição para o problema de

cada um dos itens. O objetivo desta ferramenta é identificar quais os itens mais contribuem para o problema, ressaltando a importância relativa entre as várias causas. Para construir o diagrama, deve-se (Ramos, 2003):

1. Determinar como os dados são classificados
2. Construir uma tabela com os dados em ordem decrescente
3. Calcular a porcentagem de cada item sobre o total, bem como a porcentagem acumulada
4. Traçar o diagrama e a porcentagem acumulada

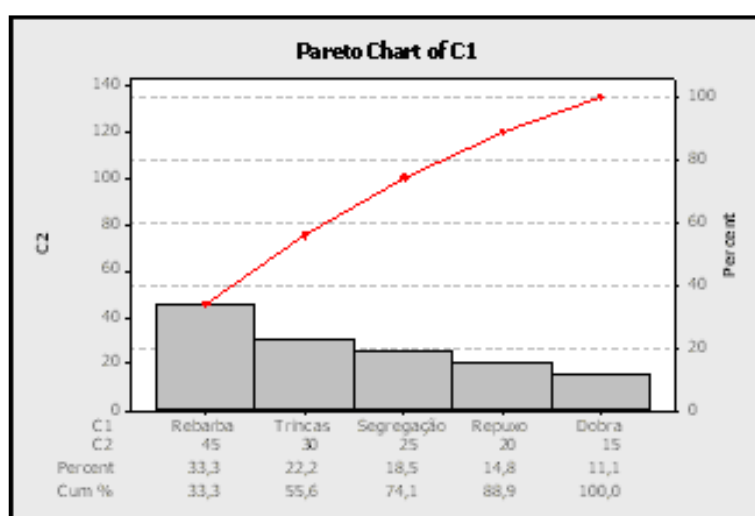


Figura 2.5: Exemplo de um Diagrama de Pareto, elaborado em um *software* estatístico

O Diagrama de Ishikawa e a técnica dos 5 Porquês são utilizados com o intuito de identificar a causa raiz do problema. O primeiro permite identificar uma relação significativa entre o efeito (problema) e suas possíveis causas, divididas em seis grupos principais (denominados 6 M's) – mão-de-obra, materiais, máquinas, métodos, meio ambiente e medição. Para construir o diagrama, também conhecido por Espinha de Peixe, é preciso:

1. Definir claramente o problema (efeito);
2. Por meio de um *brainstorming* envolvendo todo o grupo do projeto, levantar as principais causas geradoras do problema definido;
3. Construir o diagrama e posicionar todas as causas levantadas em seu respectivo grupo (mão-de-obra, material, métodos, medição, meio ambiente e máquinas);
4. Eliminar do diagrama as causas que o grupo considera menos prováveis;

5. Investigar as causas restantes, que possuem maior probabilidade de estarem relacionadas ao efeito, para, então, identificar as causas mais frequentes para selecionar a(s) causa(s) mais importante(s);

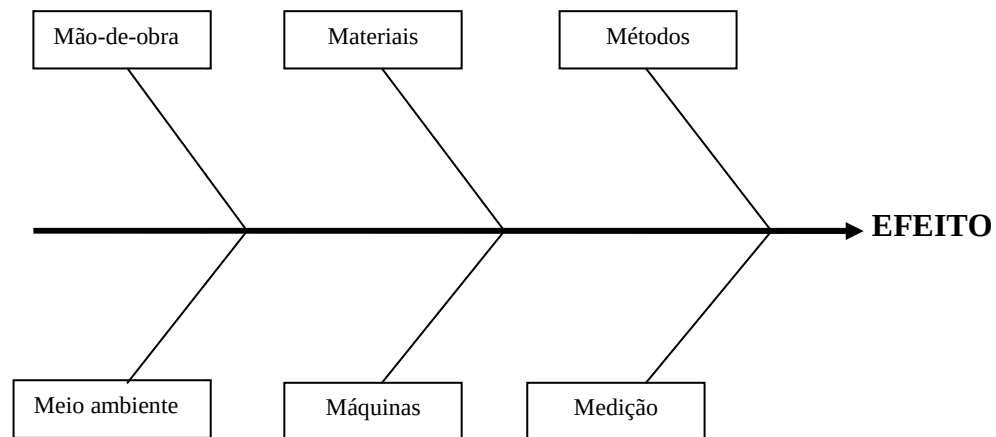


Figura 2.6: Exemplo Diagrama de Ishikawa

A técnica dos 5 Porquês teve origem na Toyota, e até hoje é muito utilizada na tentativa de identificar a causa raiz do problema em estudo. É considerada uma ferramenta mais avançada que o Diagrama de Ishikawa. E, diferentemente deste, pode ser realizada tanto em grupos quanto de forma individual. Nessa técnica, deve-se seguir uma seqüência de 5 “porquês” da ocorrência da anomalia, quando, então, se obtém a sua causa raiz. Para que a técnica seja eficaz, as respostas dos porquês devem ser bem formuladas e embasadas, a fim de evitar que a ferramenta se torne muito superficial, mascarando a causa raiz real (Ramos, 2003).

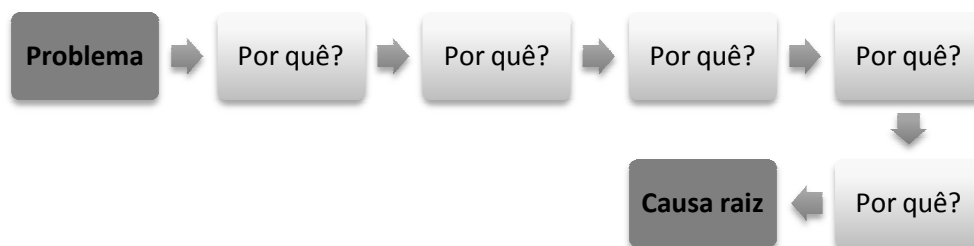


Figura 2.7: Técnica dos 5 Porquês

2.6 Tempo de *setup* e o SMED

A preocupação com as operações de *setup* é bastante antiga na literatura. O primeiro grande trabalho realizado na área iniciou-se em 1950, por Shigeo Shingo nas indústrias Toyo.

A partir de então, Shingo passou a desenvolver estudos em outras empresas, como a Mitsubishi e a Toyota, culminando com a criação de um novo sistema para execução do *setup*, denominado SMED.

Antes de apresentar a metodologia SMED propriamente dita, é importante colocar alguns conceitos inerentes às operações de *setup*. Para isso, deve-se compreender a distinção entre processos e operações, ambos presentes nas atividades produtivas. Um processo é um fluxo contínuo, pelo qual as matérias-primas são transformadas em produto acabado (Shingo, 1985). Já uma operação compreende uma ação desempenhada por um indivíduo, uma máquina ou um equipamento tanto nas matérias-primas, quanto nos produtos intermediários e acabados (Shingo, 1985). Na verdade, dadas as definições, nota-se que um processo contempla uma série de operações. Em uma fábrica, o processo, de modo genérico, compreende as seguintes operações:

1. Estocagem de matérias-primas;
2. Transporte das matérias-primas até os equipamentos;
3. Processamento das matérias-primas em produto acabado;
4. Inspeção do produto acabado;
5. Estocagem de produto acabado;

Cada uma dessas operações, por sua vez, possui quatro subcategorias:

1. Operações de *setup*: preparação que ocorre antes e depois da operação principal;
2. Operações essenciais: a transformação dos materiais, propriamente dita;
3. Operações auxiliares: fazer alterações nas máquinas, para que elas tenham melhor desempenho;
4. “Operações marginais” (*margin allowances*): são ações que estão fora da atividade prescrita, como beber água, ir ao banheiro, solucionar falhas das máquinas, etc.

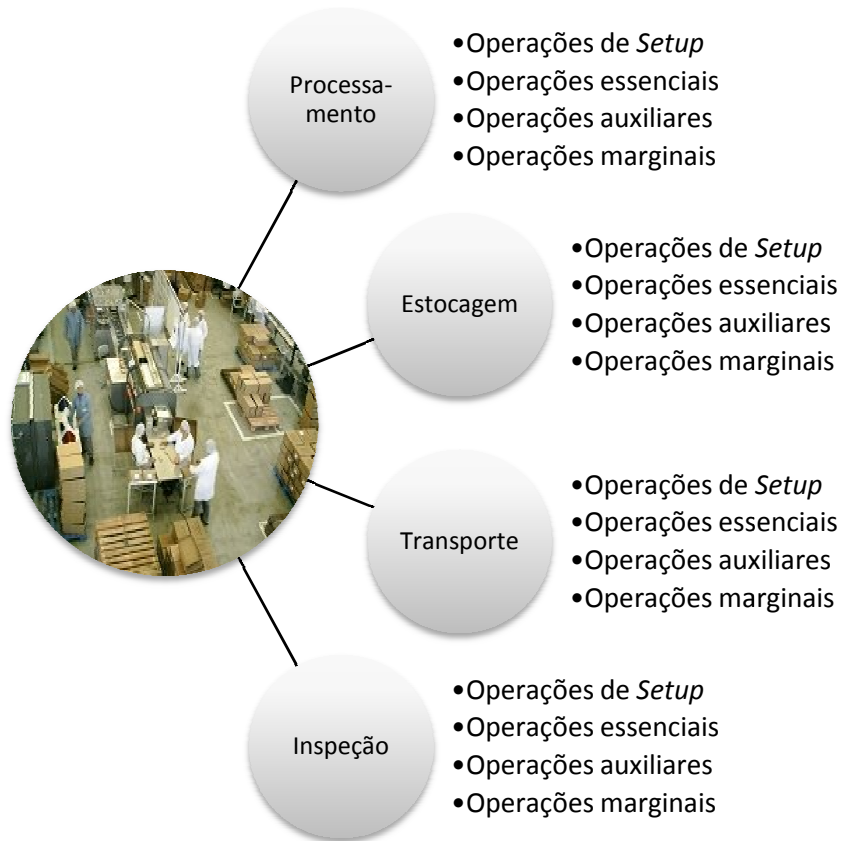


Figura 2.8: Relação entre processos e operações na produção da manufatura

Neste trabalho, o foco será as operações de *setup* do processamento, ou seja, das atividades que participam da transformação das matérias-primas em produto acabado, sem considerar as fases de estocagem, transporte e inspeção.

Por definição, o tempo de *setup* representa o período de tempo desde o último produto produzido pela máquina até o início da produção boa do produto seguinte, abrangendo as operações de troca de ferramentais e ajustes para o novo SKU, bem como o tempo que a máquina leva para estabilizar a produção do produto seguinte (Sekine e Arai, 1992). Isto é, não basta trocar os ferramentais e ajustar os parâmetros necessários, é preciso garantir que o próximo produto terá uma produção estável. Em um *setup* tradicional, a distribuição de tempo por operação costuma seguir àquela mostrada na Tabela 2.4.

Operação	Proporção de tempo
Preparação da máquina para receber o novo produto e checagem de insumos, ferramentais, parafusos, ...	30%
Remoção e montagem de ferramentais	5%
Colocação de novos parâmetros e execução de calibrações	15%
Testes e ajustes	50%

Tabela 2.4: Operações de *setup* e sua distribuição de tempo

Para Flynn (1987), o tempo necessário para realização do *setup* possui relação direta com o grau de similaridade entre duas tarefas processadas sucessivamente em uma mesma máquina. Sendo assim, quando duas tarefas processadas em seqüência apresentam características similares, o tempo requerido para o *setup* será relativamente pequeno. Entretanto, quando o produto anterior é totalmente diferente do próximo, de modo que as tarefas processadas sejam completamente diferentes, o tempo será proporcionalmente maior. Similar à relação apresentada anteriormente entre o tempo de *setup* e os cinco objetivos de desempenho propostos por Slack et. al. (2008), Kim & Bobrowski (1994) definem assim a importância do tempo de *setup*:

- a) O tempo de *setup* constitui parte do tempo de fluxo que afeta diretamente a taxa de saída do sistema de produção;
- b) O custo da unidade do tempo de *setup* usualmente é mais alto que o custo unitário do tempo de processamento, uma vez que envolve o custo da máquina parada e o custo da mão-de-obra de um técnico especializado;
- c) O *setup* pode, com freqüência, precisar ser executado por um técnico com alto nível de especialização, o qual é um recurso limitado e nem sempre disponível nas fábricas.

Desde os estudos iniciais realizados por Shingo (1985), o *setup* já era considerado um problema para as indústrias. De acordo com Shingo (1985), durante suas visitas a algumas fábricas, as maiores dificuldades encontradas relacionavam-se à produção diversificada e com baixo volume. Além disso, quando o autor questionava a razão das dificuldades causadas por uma produção com essas duas características, o principal problema apontado pelos gerentes industriais eram justamente as operações de *setup* freqüentes requeridas.

Com o objetivo de vencer as dificuldades geradas por um portfólio variado de produtos, algumas indústrias chegaram a limitar a sua gama de produtos, e então, estimular uma demanda suficiente para os mesmos. Um bom exemplo desta “estratégia” é a Volkswagen, que durante um longo período de tempo, produziu apenas um único tipo de automóvel: o fusca. No entanto, atualmente, esta estratégia não é a mais adequada para o mercado, já que o lançamento de novos produtos consiste em uma das principais formas de atrair mais clientes. As empresas apostam em diversificar seu portfólio e, conseqüentemente, os volumes por SKU reduzem-se, conduzindo-as ao mesmo cenário apresentado por Shingo

em 1985: produção diversificada e com baixo volume. Isto mostra que o problema foi e ainda é pertinente aos ambientes da manufatura.

No entanto, antes dos estudos de Shingo (1985), as estratégias adotadas para melhorar as operações de *setup* focavam duas ações principais:

- Intensificação das habilidades dos indivíduos responsáveis pelo *setup*, com especial atenção para o desenvolvimento das habilidades dos engenheiros de *setup* (*setup engineer*);
- Produção de lotes grandes, que reduzem os custos associados ao tempo de *setup*, mas aumentam os custos gerados pelo estoque;

No que tange à segunda alternativa, os acadêmicos apontavam a existência de uma curva que relaciona os custos de *setup* com os custos de estoque, denominando o cruzamento de ambas as curvas como o tamanho do lote econômico (Figura 2.9). Contudo, até então, a redução drástica do tempo de *setup* era impossível. Além disso, para o caso de um *setup* com duração de menos de 10 minutos (como propõe o SMED), observou-se que a interferência do aumento do tamanho do lote era insignificante para a fração homem-hora.

Sendo assim, com o desenvolvimento da metodologia SMED (Shingo, 1985), o conceito de lote econômico torna-se pouco relevante frente à diminuição do tempo de *setup* oferecida pela metodologia. Da mesma forma, o SMED é capaz de reduzir substancialmente o nível de habilidades exigido durante o *setup*, o que desqualifica a primeira ação apresentada anteriormente.

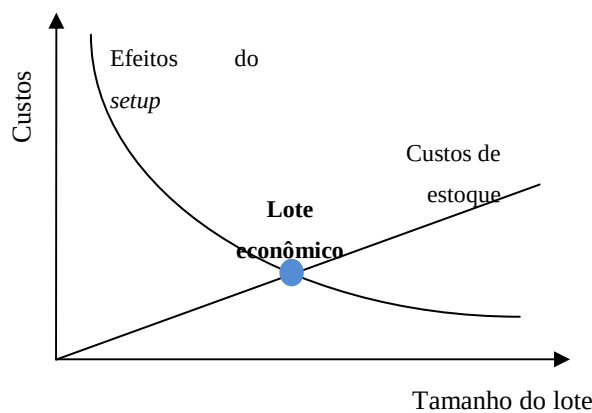


Figura 2.9: Lógica do tamanho do lote econômico

Isto posto, nas situações de produção diversificada e com baixo volume, Shingo (1985) afirma que, embora a quantidade de *setups* não possa ser reduzida, em função da variabilidade dos produtos, **o tempo de cada *setup*, sim, pode ser reduzido, resultando em menores perdas para a fábrica e mais flexibilidade para a produção. Além disso, quando a produção em lotes pequenos se torna viável, os níveis de estoque são reduzidos severamente.**

2.6.1 SMED

O SMED nasceu no ano de 1950, quando Shigeo Shingo conduziu uma eficiente pesquisa na planta industrial de Toyo Kogyo Mazda, fabricante de veículos de três rodas em Hiroshima, Japão. Mazda recorreu a Shingo com o intuito de eliminar os gargalos gerados por três grandes prensas, que, segundo Mazda, já estavam no limite de sua capacidade. Dessa forma, a proposta era comprar mais prensas para reduzir o estresse na cadeia produtiva. Shingo, porém, relutante em comprar novas máquinas, decidiu por acompanhar a produção com a ajuda de um cronômetro, durante uma semana. No terceiro dia de observação, houve uma troca de ferramental em uma das prensas, e foi quando, Shingo começou a desenvolver sua teoria para o SMED. Durante a troca de ferramental, Shingo notou várias deficiências, como por exemplo, um operador que demorou mais de uma hora para encontrar o parafuso correto e que, mal-sucedido, foi obrigado a adaptar o ferramental de outra máquina para aquela que estava em *setup*. Além dessas situações, ao cronometrar todas as operações de processamento do produto acabado, Shingo notou que as operações de *setup* consumiam mais de 40% do tempo total de processamento, enquanto que as operações essenciais, as quais, de fato, agregavam valor ao produto, representavam, em média, apenas 5% do tempo total (Gráfico 2.1). Lembrando que a transformação dos insumos em produto acabado compreende quatro etapas: *setup*, operações essenciais, operações auxiliares e as operações marginais (ver Figura 2.8).

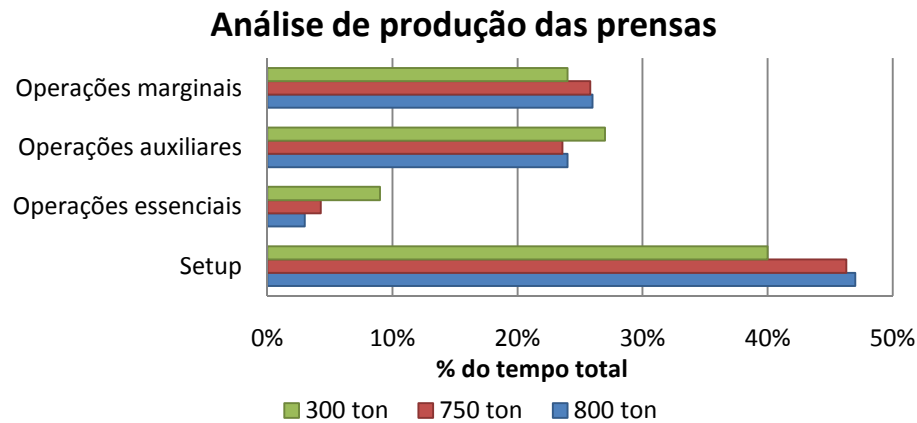


Gráfico 2.1: Análise de produção das prensas feita por Shingo (Shingo, 1985)

A partir da análise de produção das três prensas, Shingo comprovou que não havia necessidade de aquisição de novas prensas, mas sim, que havia urgência na reestruturação das operações de *setup* para liberação de tempo produtivo. Outras duas visitas importantes também contribuíram para o desenvolvimento da metodologia SMED. Uma delas ocorreu em 1957, quando Shingo foi chamado para a realização de um estudo na fábrica da Mitsubishi. A outra, e talvez a mais decisiva, se deu em 1969, à principal planta industrial da Toyota Motor Company. Nessa ocasião, após 6 meses de estudo, Shingo conseguiu primeiramente reduzir o tempo de *setup* de quatro horas para uma hora e meia. Em seguida, após mais três meses de trabalho, ele foi capaz de atingir a meta de um *setup* de 3 minutos, dando origem ao nome do conceito (ou metodologia) “*single-minute exchange of die*”, em que a palavra “*single*” indica que o *setup* deve ter duração inferior a 10 minutos (apenas um dígito). Com a evolução do conceito, ele tornou-se um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção, difundindo-se no Japão e no mundo inteiro.

Uma das principais descobertas de Shingo durante as visitas consistiu na existência de dois tipos fundamentais de *setup*:

- **Setup interno:** operações que só podem ser executadas quando a máquina está parada, como montar ou remover ferramentais;
- **Setup externo:** operações que podem ser conduzidas enquanto a máquina está funcionando, como transporte de ferramentais.

Agora que os principais conceitos básicos a respeito do tempo de *setup* foram abordados, esta revisão de literatura encarrega-se de apresentar os três estágios da metodologia SMED.



Figura 2.10: Estágios da metodologia SMED

2.6.2 Estágio 1: Separar *setup* interno e externo

A distinção entre as operações de *setup* interno e externo consiste no principal passo da metodologia SMED. Shingo (1985) propõe algumas técnicas efetivas para assegurar que as operações capazes de serem conduzidas no *setup* externo sejam, de fato, realizadas enquanto a máquina está funcionando.

Em primeiro lugar, Shingo (1985) recomenda o uso de um *checklist* com todas as ferramentas e operações necessárias para um bom *setup*, compreendendo os nomes dos ferramentais, as especificações de todos os parâmetros que serão calibrados e a quantidade de parafusos e outras ferramentas essenciais. Aliado ao *checklist*, Shingo (1985) também propõe o uso de uma mesa de conferência (*check table*), em que são desenhadas em uma mesa as partes e as ferramentas necessárias para o *setup*, de modo que é possível identificar rapidamente a ausência delas, já que o respectivo espaço não estará preenchido. Trata-se de uma técnica de controle visual bastante efetiva. Porém, ela não abrange a verificação das operações, apenas das ferramentas, o que justifica seu uso concomitante ao uso do *checklist*. É fundamental que cada máquina da fábrica tenha seu próprio *checklist* e sua mesa, do contrário, os operadores tenderão a ficar confusos e não deixarão de perder tempo com as operações de *setup* externo.

Além do *checklist*, é necessário verificar se todas as partes e ferramentas que serão utilizadas durante o *setup* interno estão funcionando apropriadamente. Caso haja necessidade de consertos e reparos, os operadores e mecânicos devem agir com rapidez para que as peças e ferramentas estejam em boas condições antes do início do *setup* interno. Por fim, Shingo (1985) salienta a importância de realizar as atividades de transporte das ferramentas, de outras peças e de insumos de produção durante o *setup* externo.

2.6.3 Estágio 2: Converter *setup* interno em externo

No estágio anterior, Shingo (1985) apresentou todas as atividades que sempre devem ser realizadas durante o *setup* externo, independente do tipo de planta industrial. Neste

estágio, as demais operações do *setup* interno devem ser analisadas a fim de verificar a possibilidade de transformá-las em atividades do *setup* externo. Para isso, Shingo (1985) apresenta uma série de exemplos em que foi possível converter ainda mais operações para o *setup* externo, otimizando o tempo de produção.

Em um de seus exemplos, Shingo (1985) apresenta a possibilidade de pré-aquecer um molde com um aquecedor elétrico antes de conectá-lo à máquina. Isso faz com que o molde já esteja devidamente aquecido ao ser colocado na máquina, permitindo a produção de boa qualidade desde o início do lote. Desse modo, não é mais preciso perder tempo com a espera pelo aquecimento do molde, reduzindo o tempo de *setup*, bem como os custos com sucata e retrabalho.

2.6.4 Estágio 3: Simplificar todos os aspectos das operações de *setup*

Após enfrentar os estágios 1 e 2 da metodologia SMED, ainda é possível realizar outras melhorias nas operações de *setup*. Primeiramente, devem-se buscar melhorias radicais para as operações de *setup* externo, como, por exemplo, realizar mudanças nos estoques de insumos e de peças/ferramentas para melhorar a organização dos locais e otimizar a forma de transporte dos mesmos, reduzindo o tempo de deslocamento (Shingo, 1985).

Além disso, de acordo com Shingo (1985) algumas ações podem ser tomadas para melhorar as operações do *setup* interno.

- **Implementar operações paralelas:** são envolvidas mais de uma pessoa para a realização do *setup* interno, a fim de tornar o processo mais rápido, devido à economia de movimentos gerada. Quando apenas uma pessoa é responsável pelo *setup*, ela perde muito tempo deslocando-se de uma máquina para a outra, enquanto que, quando há mais pessoas, cada uma pode permanecer em uma máquina, reduzindo o deslocamento. Após os estágios 1 e 2 do SMED terem sido cumpridos, grande parte das tarefas já foram simplificadas, permitindo que, até mesmo, os trabalhadores menos habilidosos sejam capazes de auxiliar o operador durante o *setup*.
- **Utilizar braçadeiras funcionais:** uma braçadeira funcional consiste em um dispositivo que fixa objetos em um determinado local, sem a necessidade de rosquear diversas vezes como ocorre com parafusos. Com o uso de um parafuso com 15 passos, por exemplo, é preciso rosqueá-lo 15 vezes até que o ferramental

esteja firmemente preso à máquina. Com o uso de uma braçadeira funcional, só haveria necessidade de dar uma volta para a completa fixação, economizando tempo.

- **Eliminar os ajustes:** Como já mencionado, os testes e ajustes consomem cerca de 50% do tempo de *setup*. Eles são comumente gerados devido a centralizações imprecisas, erros de dimensionamento de ferramentais, desvios de calibração, entre outras razões. Para eliminá-los, é preciso fixar parâmetros numéricos, a partir da colocação de graduações, seja com escala linear, com relógios, com conta-giros, evitando, assim, utilizar a intuição para efetuar os ajustes. Além disso, é importante definir as linhas de centro e os planos de referência para melhorar o desempenho de um *setup*. Depois que todas essas medidas foram colocadas em prática, se desejado, pode-se partir para a mecanização do *setup*.

2.6.5 Outros fatores importantes

Além de cumprir com os três estágios da metodologia SMED, algumas outras ações podem auxiliar na redução do tempo de *setup*. Em primeiro lugar, é preciso persuadir os gestores e executivos da área sobre a necessidade de efetuar melhorias no *setup*, a partir de dados que comprovem as perdas decorrentes de operações ineficientes. Isso porque os esforços não terão sucesso caso não haja o apoio da empresa como um todo (Sekine e Arai, 1992). Outro fator que favorece a implantação de projetos de melhoria de *setup* é a formação de um grupo de estudo dedicado à análise das operações de *setup*, composto por pessoas que estejam envolvidas com a execução do *setup*, como manutentores, operadores de máquina e técnicos (Sekine e Arai, 1992).

O grupo formado deve, então, decidir a forma como proceder às observações do *setup* da máquina. Para isso, os principais métodos de observação e análise são (Sekine e Arai, 1992):

- **Carta de análise de operações:** trata-se de uma tabela em que são colocados todos os elementos de trabalho do operador, os tempos de cada um deles, a classificação dos elementos em operações internas, externas ou perdas, e as possíveis ações de melhoria.

Tabela 2.5: Exemplo de carta de análise de operações

No.	Elemento de trabalho	Tempo acumulado	Tempo individual	Categoria			Ações de melhoria
				Interno	Externo	Perda	

- **Observação por meio de filmagem do *setup*:** com base em uma filmagem, é possível estudar detalhadamente as condições atuais do *setup*, facilitando a identificação das perdas e a proposição de ações de melhoria. A vantagem deste recurso está na possibilidade de todo o grupo poder analisar o *setup* junto e com base em uma mesma perspectiva.

2.7 Estrutura de perdas e OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

A estrutura de perdas de um equipamento e/ou planta industrial considera quatro tipos gerais de perdas: paradas programadas, paradas não-programadas, perdas por *performance* e perdas de qualidade. Para isso, ela considera diferentes tipos de tempo:

- **Tempo de Calendário:** trata-se do tempo total disponível de um equipamento e/ou planta industrial. Por exemplo, uma unidade produtiva que trabalha com 3 turnos possui um tempo de calendário mensal de:

$$30 \text{ dias} \times 3 \frac{\text{turnos}}{\text{dia}} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} = 720 \text{ horas}$$

- **Tempo de Carga (TC):** corresponde ao tempo total em horas que a empresa pretende operar durante um determinado período (Suzuki, 1994).
- **Tempo de Operação (TO):** trata-se do tempo em que a planta industrial está realmente produzindo (Suzuki, 1994).
- **Tempo Efetivo de Operação (TEO):** é o tempo durante o qual a planta opera com a vazão real (Suzuki, 1994).
- **Tempo Efetivo de Produção (TEP):** é o tempo líquido durante o qual a planta industrial esteve produzindo produtos conformes (Suzuki, 1994).

A elaboração da estrutura de perdas possibilita a visualização e a quantificação das perdas que diminuem a eficiência produtiva da planta, calculada por meio do OEE (Kanzawa,

2006). O cálculo do indicador OEE tem como intuito medir a eficiência produtiva dos equipamentos e/ou da planta industrial, sendo constituído de três parcelas:

- **ITO (Índice de tempo operacional):** mede a disponibilidade do equipamento e/ou linha, com base nas paradas não-programadas que ocorrem durante a produção, tais como perdas com *setup*, quebras e falhas de equipamentos e trocas de insumo;
- **IDO (Índice de desempenho operacional):** mede a *performance* do equipamento e/ou linha, de acordo com as perdas com pequenas paradas e com diferença de velocidade (em relação à velocidade nominal da linha);
- **IQ (Índice de qualidade):** mede a qualidade dos produtos acabados, ou seja, a quantidade de produtos bons, excluindo sucata e retrabalho, em relação à quantidade total produzida.

As perdas descritas acima podem ser visualizadas na Figura 2.11, tendo como base o tempo perdido em cada uma das parcelas do OEE, que contribuem para a redução da eficiência produtiva. Vale salientar que o indicador não é afetado pelas paradas programadas, cuja definição varia de empresa para empresa. Por exemplo, há empresas que consideram como paradas programadas os finais de semana e feriados, testes de produção e manutenção preventiva, enquanto que outras empresas não admitem nenhum tipo de parada programada.

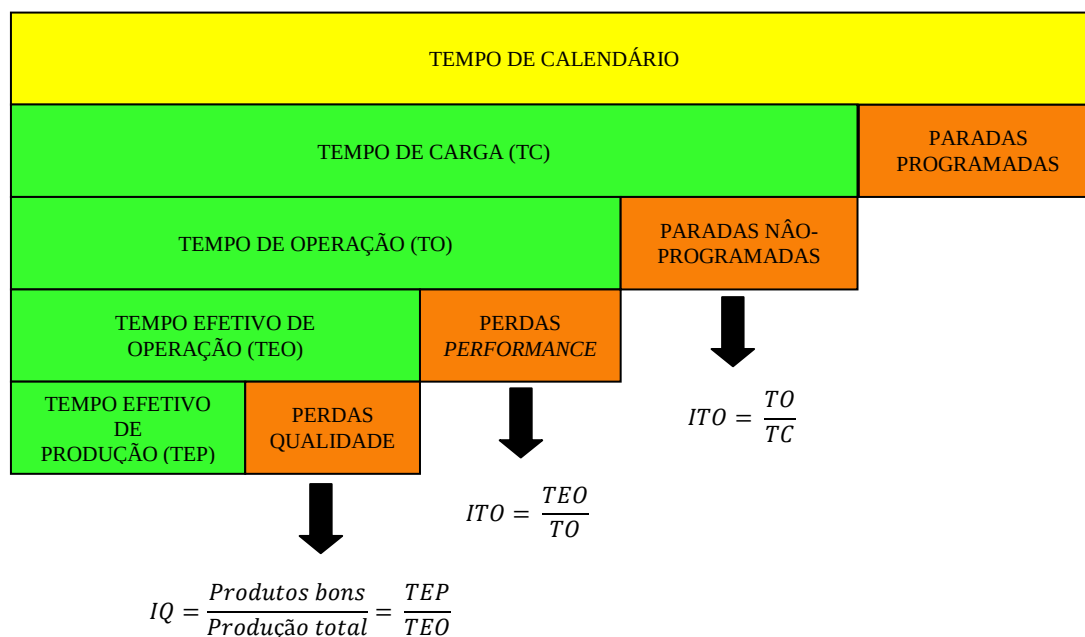


Figura 2.11: Estrutura das perdas

O OEE é obtido através do produto das três parcelas do indicador, como mostra a fórmula abaixo:

$$OEE = ITO \times IDO \times IQ$$

2.8 O Programa 5S

O conceito do Programa 5S nasceu no Japão, o que explica o fato de os cinco sentidos serem denotados por palavras de origem japonesa, que começam com a letra S (*seiri*, *seiton*, *seiso*, *seiketsu*, *shitsuke*). Seu nascimento ocorreu durante o “milagre econômico” japonês, após a II Guerra Mundial, nas décadas de 50 e 60, no mesmo período em que grande parte das metodologias e sistemas de gestão da qualidade foram desenvolvidas. Nessa época, como resultado da guerra, todos os locais do Japão estavam muito sujos e desorganizados, o que fez surgir a necessidade de uma grande limpeza e reestruturação, motivando, assim, o desenvolvimento do programa 5S por Kaoru Ishikawa. O programa, logo em seguida, foi trazido ao Ocidente, onde assumiu diferentes nomes, embora sempre preservando a idéia de apoio ao sistema de qualidade total. Na Espanha e na Inglaterra, a metodologia assumiu os nomes de “*Teoria da Escova*” e “*Housekeeping*”, respectivamente. No Brasil, o programa foi introduzido em 1991, pela Fundação Cristiano Ottoni.

O Programa 5S costuma ser uma das metas do time durante o evento *Kaizen*. Isso porque o programa representa o requisito inicial para o controle da qualidade do local, para a redução de desperdícios e de tempo com atividades que não agregam valor. Todos os cinco sentidos (5S) juntos são considerados fundamentais para a produtividade de qualquer empresa. **No entanto, vale salientar que sua aplicação isolada de demais medidas de qualidade e de redução de desperdícios não assegura o aumento de produtividade, sendo necessário o comprometimento com a melhoria contínua, aliado a treinamentos e conscientização de todos.**

A vantagem do programa 5S é sua simplicidade de implementação, que permite a todos os níveis hierárquicos aplicá-lo no ambiente de trabalho. Desse modo, mais especificamente no Brasil, onde as diferenças culturais e educacionais são grandes, o programa vem sendo aplicado com sucesso (Ribeiro, 1994).

De modo detalhado, os cinco sentidos são:

- **1º Senso: SEIRI – Senso de utilização**

Neste senso, é preciso separar as coisas que são úteis daquelas que são inúteis, para eliminar o que é desnecessário. Segundo Ribeiro (1994), “Organizar é separar as coisas necessárias das que são desnecessárias, dando um destino para aquelas coisas que deixarem de ser úteis para aquele ambiente.”

- **2º Senso: SEITON – Senso de ordenação**

Neste senso, é preciso identificar e arrumar aquilo que foi considerado útil, para que qualquer pessoa possa localizar os objetos facilmente. Segundo Ribeiro (1994), “Ordenar é guardar as coisas necessárias, de acordo com a facilidade de acessá-las, levando em conta a frequência de utilização, o tipo e o peso do objeto, como também uma sequência lógica já praticada, ou fácil assimilação. Quando se tenta ordenar as coisas, necessariamente o ambiente fica mais arrumado, mais agradável para o trabalho e, conseqüentemente, mais produtivo.”

- **3º Senso: SEISO – Senso de limpeza**

Neste senso, deve-se efetuar uma limpeza com foco na inspeção, para manter um ambiente sempre limpo e eliminar as causas da sujeira. De acordo com Ribeiro (1994), “Limpar é eliminar a sujeira, inspecionando para descobrir e atacar as fontes de problemas. A limpeza deve ser encarada como uma oportunidade de inspeção e de reconhecimento do ambiente. Para tanto, é fundamental importância que a limpeza seja feita pelo próprio usuário do ambiente, ou pelo operador da máquina ou equipamento.”

- **4º Senso: SEIKETSU – Senso de saúde e higiene ou Padronização**

Neste senso, busca-se manter um ambiente de trabalho sempre favorável à saúde e higiene. Segundo Ribeiro (1994), “Manter o asseio é conservar a higiene, tendo o cuidado para que os estágios de organização, ordem e limpeza, já alcançados, não retrocedam. Isto é executado através da padronização de hábitos, normas e procedimentos.”

- **5º Senso: SHITSUKE – Senso de auto-disciplina**

Este senso tem o objetivo de fazer com que as atitudes dos quatro sentidos se tornem um hábito, um modo de vida. Segundo Ribeiro (1994), Shitsuke é “Ser disciplinado e cumprir rigorosamente as normas e tudo o que for estabelecido pelo grupo. A disciplina é um sinal de respeito ao próximo.”

Cada uma dessas fases do Programa 5S consiste em um pré-requisito para a etapa seguinte, de modo que não é possível ordenar, sem antes eliminar aquilo que não é útil; não é

possível limpar e inspecionar, sem ter as coisas organizadas; e, por fim, não é possível padronizar e manter um ambiente saudável e com higiene, sem antes limpar todo o local.

2.9 Evento *Kaizen*

Para este trabalho de formatura, a otimização das operações de *setup* ocorreu com base em um grupo *kaizen*, muito comum em todos os projetos da Natura. Segundo Imai (1994), o conceito de *kaizen* era um dos fundamentos que explicava a grande diferença entre a administração japonesa e a ocidental, embora atualmente o conceito já se encontre bastante difundido no mundo ocidental. A essência do *Kaizen* é simples: significa melhoramento contínuo em todas as perspectivas da vida (pessoal, profissional, social). Mais ainda, significa sempre tentar fazer melhor (buscar melhorar continuamente), envolvendo todos, inclusive gerentes e operários (Imai, 1994). Em japonês, “kai” significa “separar em partes diferentes”, enquanto “zen” significa “fazer bem” (*Kaizen for the shopfloor*). Juntas, estas duas palavras carregam o significado de considerar algo com o intuito de fazê-lo melhor. Trata-se de uma forma de analisar (separar) os elementos de um processo ou sistema a fim de entender seu funcionamento, e então, descobrir como influenciá-lo ou melhorá-lo (*Kaizen for the shopfloor*).

O *kaizen* pode ser considerado como o grande responsável pelo “milagre econômico” ocorrido no Japão após a II Guerra Mundial, que se encontra por trás dos famosos “movimentos” japoneses do controle total da qualidade (TQC), das atividades em pequenos grupos, do sistema de sugestões, da automação, dos robôs industriais, das relações com a mão-de-obra e do sistema *kanban*. Isto é, a essência das práticas, até então, exclusivamente japonesas, de administração pode ser definida com uma palavra: *kaizen* (Imai, 1994).

Geralmente, o *kaizen* ocorre na forma de um “projeto”, com tempo determinado para sua conclusão. Há vários formatos para um evento *kaizen*, sendo os mais difundidos aqueles que duram apenas uma semana (*kaizen blitz*) e aqueles que possuem duração superior a uma semana (*kaizen*). O primeiro (e fundamental) passo para iniciar um evento *kaizen* é a criação de um time comprometido com os objetivos de melhoria, geralmente multidisciplinar e multi-hierárquico, para que cada um possa emprestar um pouco de sua perspectiva para o time. Uma vez desenvolvido o comprometimento da empresa com o *kaizen*, os eventos podem ser realizados periodicamente ou de acordo com as necessidades da mesma.

Embora o comprometimento da empresa com os eventos *kaizen* seja fundamental, antes de sua execução, é importante realizar um planejamento minucioso. Para isso, a empresa deve realizar as seguintes atividades:

1. **Selecionar uma área para a realização do evento.** Trata-se de uma célula, de uma linha de produção ou de uma área determinada dentro da fábrica. Para que o impacto do *kaizen* seja grande, recomenda-se escolher uma área que possua WIP (work-in-process), que contemple atividades compartilhadas com toda a planta, que tenha um gargalo relevante ou que prejudique o fluxo de produção, ou ainda, onde tudo é uma grande bagunça.
2. **Definir o problema a ser atacado durante o evento.** Devem-se investigar as principais necessidades da área escolhida, examinando as condições do local (incluindo a necessidade de realizar 5S) e o processo. Como o *Kaizen* possui foco na eliminação de desperdícios, geralmente os principais problemas referem-se à eliminação de gargalos, redução de tempo de *setup*, implementação de *design* celular quando apropriado, balanceamento de linha e implantação de *kanban*.
3. **Escolher o time.** Nesta etapa, deve-se definir o líder e os membros do time. O líder do time escolhe os seus membros, prepara a área do evento, cria os cronogramas, providencia os materiais e as ferramentas necessárias e conduz todas as atividades no evento. Já os membros do time são as pessoas que realmente atuam durante o evento. O time deve conter entre seis e doze pessoas, sendo que dois devem ser operadores da área em estudo, e metade da equipe pode ser de fora da área. Manutentores podem somar muito conhecimento à equipe, de modo que costumam também participar do evento. Todos os membros do time devem ser escolhidos com base em sua habilidade em trabalhar em equipe e no comprometimento com o evento *kaizen*.
4. **Preparar a área do evento.** A área do evento do *kaizen* deve estar preparada para receber os materiais, os equipamentos e os recursos humanos necessários para a realização do *kaizen*. É recomendável utilizar checklists para as atividades, os materiais e os equipamentos.
5. **Programar o evento.** Agora que todas as etapas foram concluídas, o líder do time deve concentrar-se na programação das atividades que acontecerão ao longo do evento. Em primeiro lugar, o líder deve verificar se todos os envolvidos

programaram-se para participar do evento. Em seguida, é preciso criar uma agenda para todos os dias do evento, a fim de acompanhar o desempenho do projeto.

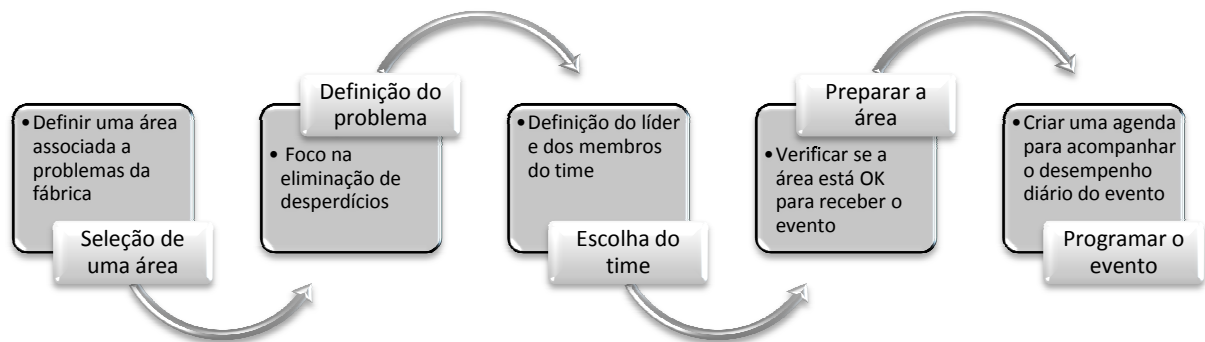


Figura 2.12: Etapas de planejamento do evento *kaizen*

Segundo The Productivity Press Development Team, o evento *kaizen* pode beneficiar uma empresa de várias maneiras:

- *Kaizen* elimina os custos escondidos resultantes dos sete tipos de desperdícios que podem existir no processo produtivo;
- *Kaizen* melhora as operações que agregam valor no processo produtivo, de modo que o produto acabado entregue ao cliente possui a mais alta qualidade, o menor custo e o menor tempo de entrega possível.
- Um evento *kaizen* possibilita a ocorrência de grandes mudanças em determinadas áreas de forma rápida e com a mínima perda de tempo produtivo.

2.10 Estimativas de parâmetros (Tamanho das Amostras)

Segundo Costa Neto (1977), a declaração de um nível de confiança desejado é premissa inicial para obtenção do tamanho da amostra. O nível de confiança deve ser fixado de acordo com a probabilidade de acerto que se deseja obter na estimação por intervalo. De modo conveniente, o nível de confiança pode ser aumentado até tão próximo de 100%, por outro lado isso resultará em intervalos de amplitude cada vez maiores, acarretando em perda de precisão (Kanzawa, 2006).

A estimação do tamanho da amostra exige pequena probabilidade de erro e grande precisão (Costa Neto, 1977). No entanto, isso requer amostras relativamente grandes, pois, para n fixo, confiança e precisão variam em sentidos opostos (Kanzawa, 2006). O intervalo de confiança ($1 - \alpha =$ nível de confiança) para a média μ da população quando σ é conhecido tem semi-amplitude dada pela expressão:

Equação 1: Semi-amplitude do intervalo de confiança (α conhecido)

$$e_0 = z_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Dessa forma, isolando o n , é possível conhecer o tamanho da amostra:

Equação 2: Tamanho da amostra, quando α é conhecido

$$n = \left(\frac{z_{\alpha/2}}{e_0} \right)^2$$

A expressão acima é utilizada para a determinação do tamanho da amostra necessária, se σ for conhecido. Entretanto, quando o desvio-padrão não é conhecido, é necessário substituí-lo por sua estimativa s e usar a distribuição *t de Student* na Equação 2 (Costa Neto, 1977). Se não for conhecida, ao menos, uma limitação superior para o desvio-padrão, a única solução será colher uma amostra-piloto de n' elementos para (com base nela) obter uma estimativa s (Kanzawa, 2006).

Assim, é possível utilizar a seguinte equação:

Equação 3: Tamanho da amostra, quando α é desconhecido

$$n = \left(\frac{t_{n'-1; \frac{\alpha}{2}} \cdot S}{e_0} \right)^2$$

2.11 Análise econômica de alternativas por Valor Presente Líquido (VPL)

Sempre que surge a oportunidade de investir em algum projeto, é preciso medir a sua “desejabilidade”. Isso porque empreender um projeto implica alocar recursos que poderiam ser alocados em outra atividade, considerando, portanto, a presença de um custo de oportunidade. A oportunidade alternativa pode ser a de não fazer nada (sempre é melhor do que perder dinheiro) ou então, aplicar no mercado financeiro e aceitar sua rentabilidade, cuja base mínima é a caderneta de poupança. Caso o projeto seja mais vantajoso que a alternativa de referência, mesmo enfrentando o custo de oportunidade (ou custo do capital), ele é considerado desejável. Caso contrário, a oportunidade de referencia é mais desejável, de modo que o projeto deve ser abandonado (Erllich, 2005).

Há duas maneiras básicas e suas variantes empregadas na comparação e medição da rentabilidade dos projetos:

- Valor Presente Líquido (VPL);
- Taxa Interna de Retorno (TIR);

Nesse trabalho, **será empregado o método do VPL**, que consiste em colapsar todos os valores do fluxo de caixa para o presente, ou seja, para o ponto $t = 0$ (Erlich, 2005). Nesse caso, uma alternativa é considerada desejável quando VPL é positivo, o que significa dizer que ela é mais rentável do que a alternativa de referência, cujo rendimento se dá pelo custo do capital.

De modo geral, tem-se que:

Equação 4: Fórmula geral para o cálculo do VPL (Erlich, 2005)

$$VPL = \sum_{n=1}^t \frac{A_n}{(1 + r)^n}$$

- A = entradas e saídas do fluxo de caixa
- r = custo do capital (custo de oportunidade)
- t = quantidade de períodos

2.12 Análise Crítica

Neste item do trabalho, serão apresentadas as justificativas pela escolha dos temas percorridos na revisão de literatura, os quais servirão de ferramenta para identificação do problema identificado ou como base para a execução das ações práticas a fim de solucionar o problema.

Inicialmente, realizou-se uma abordagem sobre o desdobramento da estratégia, já que o raciocínio que guiou a identificação do problema partiu do mapa estratégico 2009 – 2013 da Natura. Além de abordar o desdobramento da estratégia com a apresentação da distinção entre estratégia corporativa, de negócios e funcional, este tópico da teoria também abordou o desdobramento de políticas, conhecido por *Hoshin Kanri*. Trata-se de uma técnica desenvolvida pelos japoneses, na década de 60, cuja aplicação se dá na forma do ciclo de melhoria contínua PDCA, em que os *gaps* de desempenho da organização são anualmente revistos, exigindo ações capazes de reverter a situação de cada área e assim, melhorar o desempenho global da empresa. Optou-se por iniciar o raciocínio de identificação do problema a partir do desdobramento de políticas, já que a própria empresa também seguiu esta linha para a implantação das mudanças de foco, com a definição dos indicadores nível de

atendimento e notificações da consultora como metas da área industrial. Além disso, partindo dessa abordagem, fica muito clara a relevância deste trabalho para a companhia.

Em se tratando da metodologia para análise e solução de problemas, aquela selecionada para guiar o desenvolvimento deste trabalho foi o MASP. Embora as três alternativas apresentadas na revisão de literatura (MASP, TOC e Seis Sigma) estejam voltadas para a melhoria contínua, alguns fatores favoreceram a aplicação do MASP. Em primeiro lugar, compara-se o MASP com a metodologia Seis Sigma. Esta se justifica principalmente quando o problema é de grandes proporções, ou seja, envolve diversas áreas da empresa e a participação de vários níveis hierárquicos, o que não é o caso do problema abordado neste trabalho (redução de tempo de *setup*), cujo foco será mais operacional, mesmo que seus resultados sejam de interesse de toda a empresa. Além disso, trata-se de um programa muito extenso e oneroso. Por fim, o Seis Sigma exige uma organização complexa, tanto em relação às pessoas responsáveis pela coordenação do projeto quanto às suas etapas.

Em se tratando da Teoria das Restrições, nota-se claramente que, embora ela esteja voltada para qualquer tipo de problema da empresa, o seu foco principal são os recursos limitantes para o fluxo de material, que devem estar alinhadas aos demais recursos, a fim de evitar formação de estoques em processo ou interrupção do fluxo de produção. Dessa forma, dado que o problema identificado se relaciona ao aumento do volume de produção por meio da redução do tempo de *setup*, o MASP é a metodologia mais indicada, já que este não é específico para nenhum tipo de problema, segue a lógica natural do raciocínio e não é deveras oneroso e complexo.

Para identificar a principal perda da fábrica, utilizou-se a estratificação do indicador de eficiência – OEE, por meio da apresentação e decomposição das suas três parcelas: ITO, IPO e IQ, o que justifica o tratamento deste tópico nesta revisão bibliográfica.

Por fim, para atacar diretamente o problema do elevado tempo de *setup* (que será identificada como a principal perda), optou-se por empregar a metodologia SMED – *Single Minute Exchange of Die*, desenvolvida por Shingo (1983). Essa escolha se deu em função da relevância deste método, reconhecida por diversos autores na literatura. Trata-se de uma metodologia simples, de fácil aplicação e capaz de gerar bons resultados para a produção. A aplicação do SMED ocorrerá durante um evento *kaizen*, com o apoio principalmente de trabalhadores do nível operacional. Isso porque são eles quem estão envolvidos diariamente com os processos, de modo que serão capazes de contribuir com as melhorias e serão

responsáveis por incorporá-las à rotina de trabalho. Além disso, como o próprio Imai (1994) aponta, “uma das coisas maravilhosas em relação ao kaizen, é que ele não exige necessariamente técnicas sofisticadas, nem técnicas avançadas” para a sua aplicação. O Programa 5S complementarà a organização da linha exigida pelo novo padrão de *setup*, envolvendo ainda mais a operação, criando o sentimento de “senso de propriedade”. Todas essas ferramentas permitem que os esforços de melhoria sejam orientados por pessoas.

ANÁLISE E RESOLUÇÃO DO PROBLEMA

3. Análise e Resolução do Problema

3.1 Coleta e análise de dados

As causas do baixo nível de atendimento da fábrica Rio São Francisco nos meses de março, abril e maio de 2009, apresentado pelo Gráfico 3.1, foram pesquisadas, com o intuito de definir o foco de estudo deste trabalho. Para isso, coletaram-se todas as justificativas apresentadas pelos analistas de manufatura da fábrica de perfumes, por SKU. Isso porque, embora o nível de atendimento consolidado por semana seja mais relevante para a tomada de decisão, para uma visão mais analítica, é preciso obter o nível de atendimento por SKU, para que possam ser identificados os motivos destes valores abaixo da meta.

As justificativas apontadas pelos analistas seguem grosseiramente a classificação de fatores internos que afetam o nível de atendimento apresentados na Figura 1.7. Em sua maioria, as justificativas tendem a ser um pouco mais detalhadas do que simplesmente a indicação do fator que causou perdas no volume de produção. Entretanto, todas elas encaixam-se em um dos fatores apresentados: baixa disponibilidade dos equipamentos, ausência de pessoas, problemas/falta de material, falha de utilidades e erros de programação, detalhados no item 1.2.2.

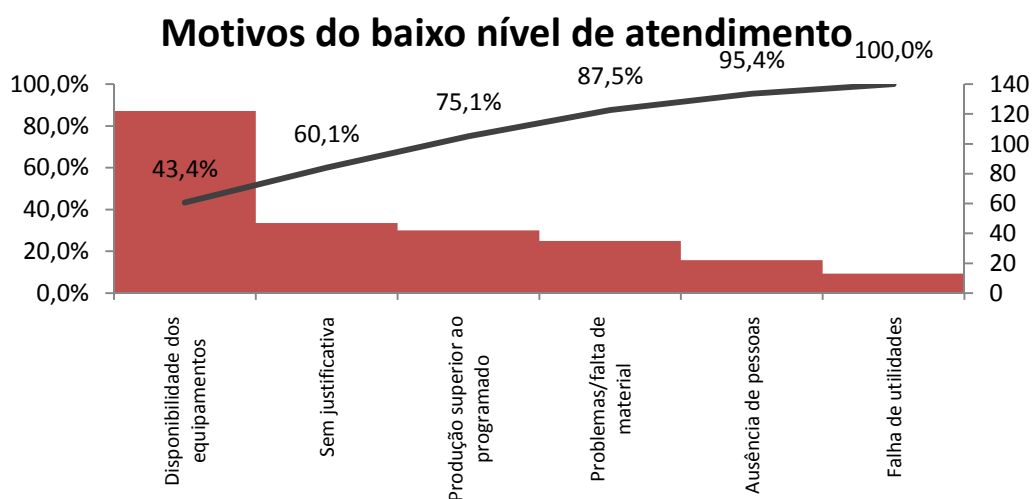


Gráfico 3.1: Principais motivos do baixo nível de atendimento (março a maio de 2009)

A partir do Diagrama de Pareto apresentado pelo Gráfico 3.1, é fácil notar que as perdas no volume de produção causadas pela baixa disponibilidade dos equipamentos representam a principal causa do baixo nível de atendimento da fábrica nos meses de março a

maio de 2009. Isso significa que o tempo perdido com as quebras, os ajustes, as falhas e o *setup* dos equipamentos são os principais fatores responsáveis pelo não-atendimento aos volumes de produção por SKU acordados com a área de PCL. Observando o Gráfico 3.1, nota-se que cerca de 20% das ocorrências não possuem justificativas. No entanto, mesmo que todas essas ocorrências fossem causadas pelo segundo maior motivo (Produção superior ao programado), ainda assim, a “baixa disponibilidade dos equipamentos” não deixaria de ser o principal motivo.

Entretanto, o motivo “baixa disponibilidade dos equipamentos” contempla diversos subproblemas (falhas, quebras, ajustes, *setup*), que devem ser estratificados, para que a causa raiz seja descoberta e assim, o objetivo deste trabalho seja atingido.

A investigação dos motivos que levam a baixa disponibilidade dos equipamentos a ocupar o primeiro lugar no *ranking* das causas do baixo nível de atendimento não foi tão simples. Isso porque os apontamentos das justificativas do indicador nível de atendimento não englobam motivos muito específicos, como já havia sido mencionado nas dificuldades enfrentadas durante a coleta de dados. Os analistas apenas indicam o motivo global das perdas de produção, sem detalhá-lo. Dessa forma, partiu-se para a coleta de dados na planilha de OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), a qual está bem estruturada, dado que vigora desde 2005 nas fábricas da Natura.

Como a coleta de dados para o indicador nível de atendimento contemplou os meses de março, abril e maio de 2009, o mesmo procedimento se deu para a coleta de dados relativos ao OEE da fábrica do Rio São Francisco. O indicador OEE engloba três índices:

- Disponibilidade dos equipamentos (todas as paradas não-programadas que reduzem o tempo disponível para a produção);
- *Performance* (tempo perdido com velocidade reduzida e pequenas paradas);
- Qualidade da produção (sucata e retrabalho).

Como os dados referentes ao nível de atendimento ainda não estão devidamente estruturados e, portanto, podem gerar dúvidas, optou-se por verificar os três índices do OEE, a fim de se certificar de que o índice disponibilidade é mesmo o mais baixo dentre os três (Gráfico 3.2).

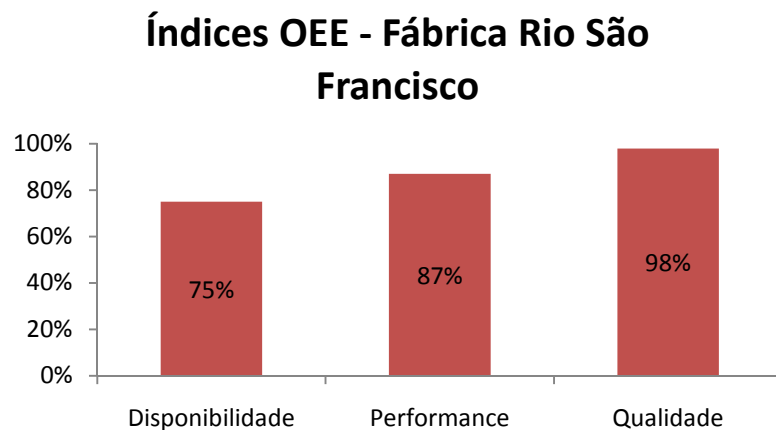


Gráfico 3.2: Estratificação dos índices do OEE (dados de março a maio de 2009)

Após constatar que as perdas de disponibilidade dos equipamentos são, de fato, a principal perda da fábrica Rio São Francisco, o trabalho seguiu para uma segunda estratificação dos dados, agora, com foco na disponibilidade. A planilha de OEE das fábricas da Natura define alguns tipos de perdas para esse índice, que compreendem as chamadas paradas não-programadas, como mostra a Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Tipos de perdas de disponibilidade dos equipamentos (continua)

Tipo de perda	Descrição
Quebra/falha	A quebra/falha ocorre quando o equipamento pára e um técnico (manutentor) tem que realizar alguma intervenção para que o equipamento volte a funcionar.
Setup	Tempo total utilizado (incluindo ajustes) para mudar do último produto, até o primeiro produto da próxima produção rodando a velocidade nominal e qualidade normais por 5 minutos. Há o <i>setup</i> ferramental (quando há troca de produtos de formatos diferentes) e <i>setup</i> químico (quando o formato do produto permanece igual, e só há mudança de processo químico).
Troca de insumo	Perda por substituição de insumos durante o processo produtivo. Nesses casos, a máquina de envase deve parar para efetuar a troca do insumo.
Ajustes	Paradas para ajustes do equipamento, em sua maioria, decorrentes de <i>setup</i> ferramental mal feito.
Gerenciamento	Perdas geradas por problemas de gerenciamento (falta de material, espera por instruções, etc.).
Logística interna	Tempo perdido em entregas ineficientes de matéria-prima ou material de embalagem e produto para a linha, bem como demora na remoção do produto acabado da linha (entre Gestão de Materiais; Picking e Fábricas).
Início/Fim de produção	Início: tempo total utilizado após uma parada programada (incluindo ajustes e sanitização) para atingir velocidade e qualidade normais. Fim: tempo para parar a linha e estabelecer condições apropriadas para o início de produção.

Tipo de perda	Descrição
Falha operacional	Inclui perdas geradas devido a diferenças de habilidade entre os operadores de máquina, desconhecimento dos procedimentos, etc. Todos os problemas são gerados pelos próprios trabalhadores.

(conclusão)

Com base nas paradas não-programadas descritas acima, partiu-se para a investigação da participação de cada uma delas na perda de disponibilidade dos equipamentos.

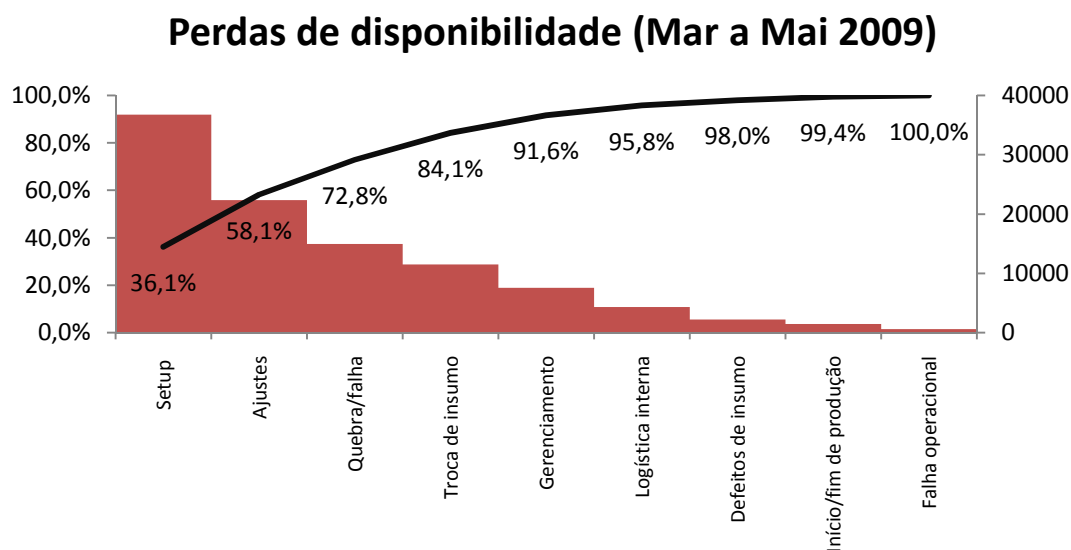


Gráfico 3.3: Principais motivos da perda de disponibilidade dos equipamentos

Por meio do Gráfico 3.3, observa-se claramente que as perdas decorrentes do *setup* das linhas de produção são as principais causas da baixa disponibilidade dos equipamentos, geradora do baixo nível de atendimento da fábrica, abaixo da meta estipulada pela companhia. No caso da Natura, esse fato pode ser atribuído tanto à demora do *setup* propriamente dita, como também ao elevado número de *setups*, em virtude da mix variado de produção, já mencionado como uma das características de empresas praticantes da venda direta.

Como a maior perda da disponibilidade dos equipamentos já foi identificada, deu-se início à estratificação do tempo de *setup* em relação às linhas de envase da fábrica, a fim de descobrir qual delas mais contribui com o elevado tempo de *setup* total. A partir da planilha de OEE, foi possível estratificar apenas as perdas com tempo de *setup*, em que se identifica a linha cujo tempo perdido com *setup* é maior.

Estratificação do tempo de setup por linha de envase (Mar a Mai 2009)

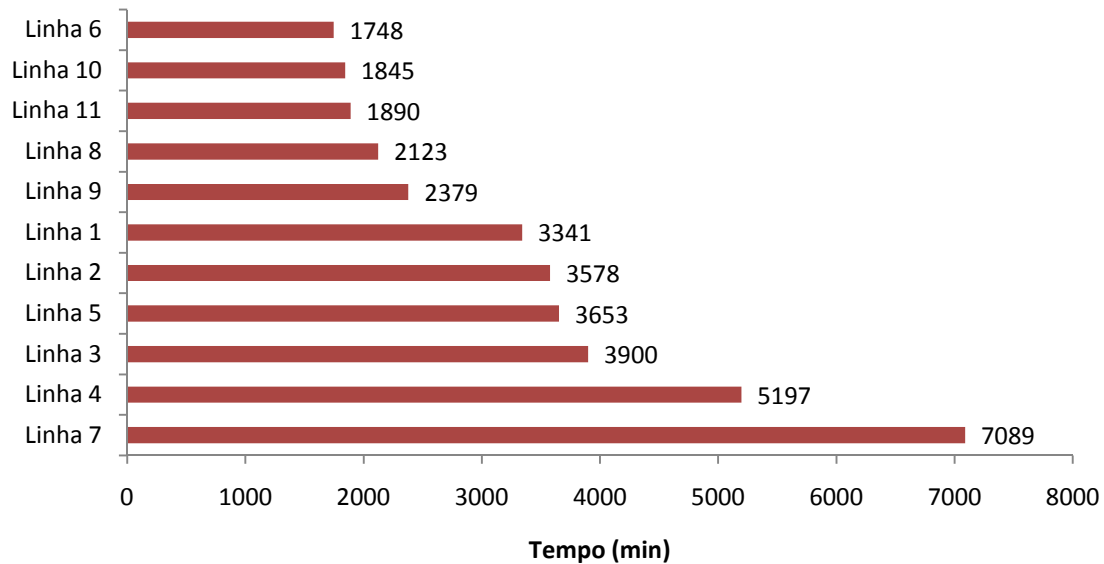


Gráfico 3.4: Estratificação do tempo de *setup* por linha de envase (março a maio de 2009)

Os resultados apresentados pelo Gráfico 3.4 podem ser explicados com base nas características de produção de cada linha. Isso porque:

- as linhas 6 e 10, cujos tempos totais de *setup* foram identificados como os mais baixos da fábrica, são linhas dedicadas à produção de desodorante *spray* regular e refil respectivamente, de forma que não sofrem *setup* ferramental, apenas *setup* de limpeza e sanitização na troca dos produtos, já que todos os não há variação do formato. O *setup* de limpeza e sanitização dura em média, 20 minutos, e corresponde a um procedimento simples. Ao contrário do *setup* ferramental, que compreende trocas de ferramentais e ajustes mais complexos.



Figura 3.1: Desodorantes *spray* regulares (à esquerda) e refil (à direita)

- as linhas 8 e 11 são dedicadas à produção de óleos de banhos regulares e refis, cujo volume de produção não é tão elevado quanto o volume produzido de desodorante e

colônias. Dessa forma, embora ambas as linhas passem por *setup* ferramental, uma vez que os formatos de óleos de banho variam entre si, os lotes de produção são maiores e os *setups* não são tão freqüentes nem tão complexos. Isto é, o fato do mix de produção das linhas ser reduzido impacta tanto na freqüência quanto na duração dos *setups*.

- as demais linhas são produtoras de colônias e perfumes, que correspondem a mais de 200 SKU's. Esse fato justifica o tempo elevado de *setup* das linhas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 9. Como pode ser observado no Gráfico 3.4, a partir da linha 1, especialmente, há um aumento significativo do tempo de *setup* em relação às linhas 6, 10, 11, 8 e 9. Embora a linha 9 também pertença ao grupo de linhas dedicadas à produção de colônias, no primeiro semestre de 2009, essa linha esteve dedicada à produção de apenas dois formatos de produtos diferentes, contribuindo para a redução do tempo de *setup*. A produção de colônias resulta em *setups* longos e freqüentes, pois, além de representar uma das principais categorias para a Natura, também contempla uma gama muito extensa de formatos diferentes (veja exemplos na Figura 3.2). Isso acaba por dificultar a troca de ferramental, e principalmente, os ajustes durante os *setups*, contribuindo para o aumento do tempo improdutivo.



Figura 3.2: Exemplos de colônias e perfumes envasados nas linhas 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 9

Vale salientar que a maioria dos SKU's identificados com os menores valores de NA (Tabela 1.1 **Erro! Fonte de referência não encontrada.**), exceto pelo Revelar de Natura Desodorante Colônia, correspondem aos produtos pertencentes ao mix da Linha 7, justamente aquela que apresentou a maior perda com *setup*, confirmando a necessidade de atuar nesta linha.

3.1.1 Descrição da linha mais crítica (Linha 7)

A linha mais crítica quanto ao tempo perdido com o *setup* no período de março a maio de 2009 é a linha 7. Trata-se de uma linha responsável pelo envase de 23 SKU's distintos, agrupados em 5 famílias. A definição das famílias ocorreu em função das similaridades

apresentadas no processo de envase, dado que produtos da mesma família compartilham as mesmas operações.

Tabela 3.2: Divisão por famílias de produtos

Família	Produto	Descrição
ROSQUEADOS COM VÁLVULA	BIOGRAFIA	Biografia Desodorante Colônia Masculino
		Biografia Desodorante Colônia Feminino
		Biografia Volume 2 Desodorante Colônia Masculino
		Biografia Volume 2 Desodorante Colônia Feminino
	HOJE	Hoje Desodorante Colônia Masculino
		Hoje Desodorante Colônia Feminino
	FACES	Faces Colonia Y 65 ml
		Faces Colonia Ilimitada 65 ml
		Faces Colonia Superstilo 65 ml
		Faces Colonia Z 65 ml
		Faces Colonia X 65 ml
	NATURA HOMEM	Natura Homem Desodorante Colônia
		Natura Homem Desodorante Colônia CROMO
		Natura Homem Desodorante Colônia ACQUA
		Natura Homem Desodorante Colônia NITRO
ROSQUEADO COM TAMPA	HORUS	Horus Desodorante Colônia
RECRAVADO 1	DUE	Due Desodorante Colônia Masculino
RECRAVADO 2	SOL E LUA	Sol Desodorante Colônia
		Lua Desodorante Colônia
RECRAVADO 3	ESSENCIAL	Essencial Desodorante Colônia Masculino

Tabela 3.3: Portfólio de produtos da Linha 7 (continua)

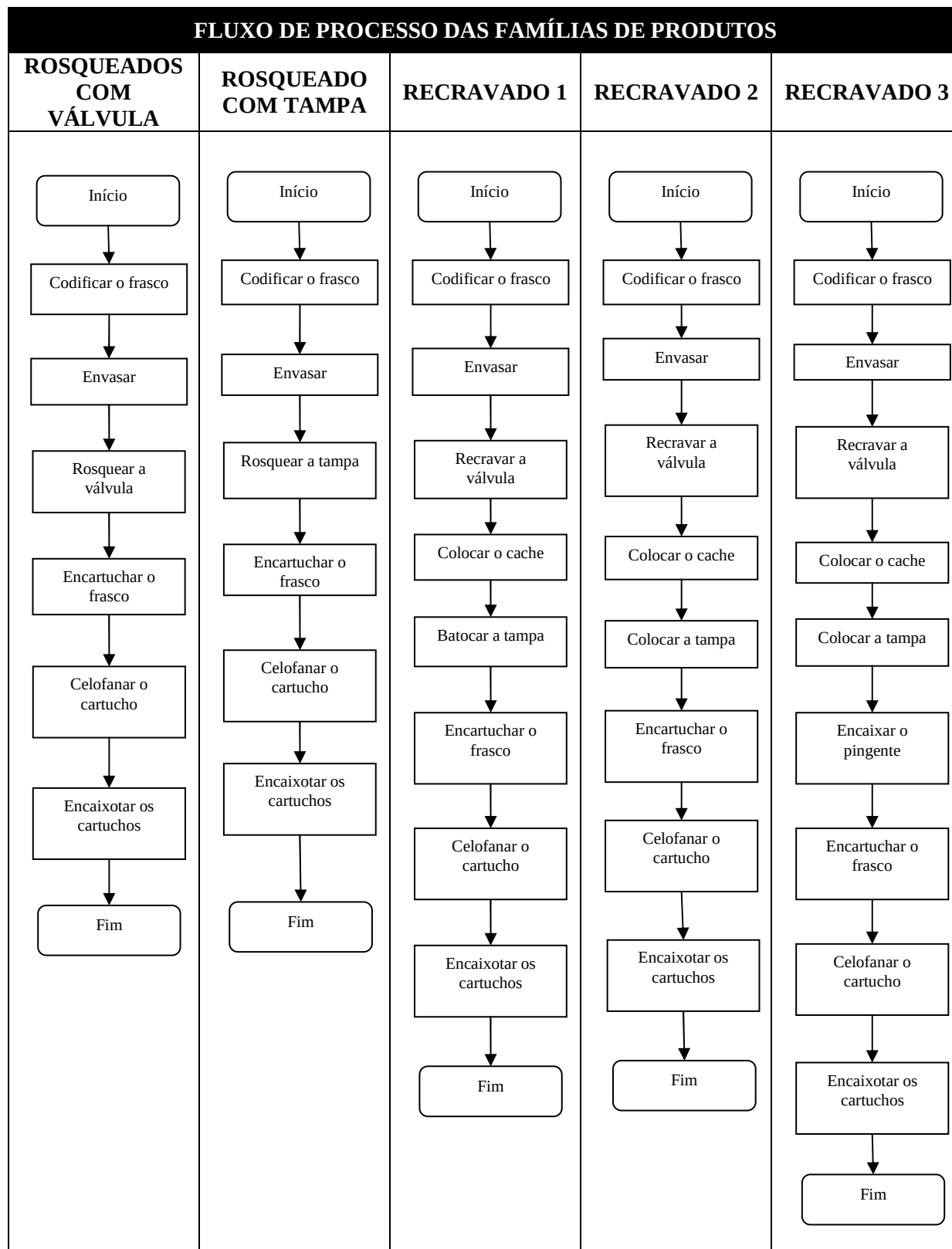
Família	Produtos			
ROSQUEADOS COM VÁLVULA				
	Faces	Hoje	Natura Homem	Biografia

ROSQUEADO COM TAMPA	 Horus
RECRAVADO 1	 Due
RECRAVADO 2	 Essencial
RECRAVADO 3	 Sol e Lua

(conclusão)

Para facilitar o entendimento do fluxo do processo, segue uma tabela com a definição do fluxo de cada uma das famílias de produtos, seguida da descrição de todas as etapas do processo produtivo.

Tabela 3.4: Fluxo do processo produtivo de todas as famílias de produtos - Linha 7



- **Codificação do frasco:** nesta etapa, o fundo dos frascos é codificado com o número do lote e a data de validade, por meio de *laser*.

- **Envase:** a colônia (denominada *bulk*) é envasada do frasco, a partir de 3 bicos.
- **Rosqueamento da válvula:** a válvula é rosqueada nos frascos.
- **Recravagem da válvula:** em alguns casos, a fixação da válvula no frasco se dá por meio da recravagem, que consiste em “amassar” a base na válvula no frasco, prendendo-o.
- **Colocação de cache:** Alguns produtos recebem o cache, que corresponde a uma proteção da válvula.
- **Colocação de tampa:** após a válvula e o cache (quando existem), ocorre a colocação da tampa, que pode ser rosqueada ou apenas encaixada.
- **Batocagem da tampa:** no caso do Due Desodorante Colônia, como a tampa é mais robusta, ela é batocada no frasco, ou seja, recebe uma pressão para que seja encaixada.
- **Encaixe do pingente:** no caso das colônias Sol e Lua, após a colocação da tampa, um pingente é encaixado manualmente no pescoço do frasco.
- **Encartuchamento:** o frasco é colocado dentro de um cartucho.
- **Celofanagem:** o cartucho recebe a proteção de celofane, conferindo um acabamento melhor ao produto.
- **Encaixotamento:** os produtos são colocados manualmente dentro das caixas padrão, que são enviadas para o Armazém Vertical.

Como pode ser observado na Tabela 3.4, a grande variedade de produtos implica em diversas etapas do processo produtivo, que variam entre as famílias apresentadas. Para que o entendimento do fluxo do processo seja mais fácil, pode-se observar o layout da linha 7, mostrado na figura abaixo.

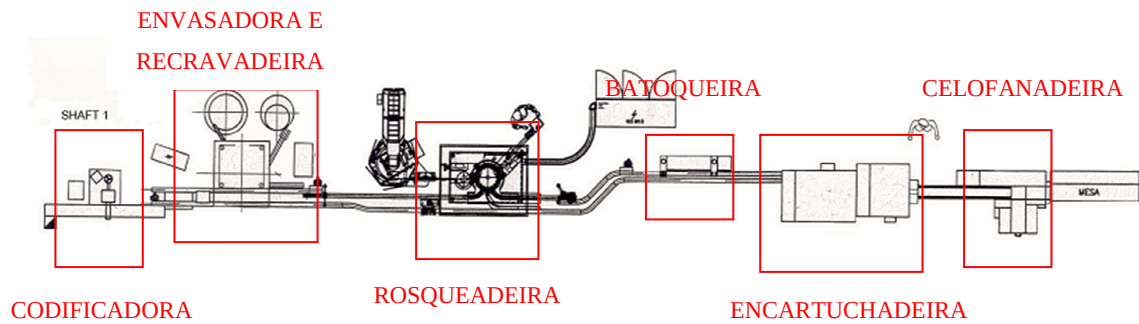


Figura 3.3: Layout da Linha 7

A linha 7, assim como as demais linhas da fábrica, é responsável apenas pelo envase dos produtos. O produto desce para as linhas através de tubulações de aço, oriundo do piso superior da fábrica, onde os produtos são pesados e fabricados em bateladas. A linha 7 não possui uma tripulação fixa, já que produtos diferentes exigem quantidades diferentes de pessoas, de modo que o número de pessoas varia de 8 a 12, como mostra a tabela abaixo.

3.1.2 Identificação do *setup* mais crítico

Como a linha 7 contempla o envase de 5 famílias de produtos, é preciso identificar qual é o *setup* mais crítico, uma vez que não será possível analisar todos os *setups* ao longo deste trabalho de formatura. O *setup* mais crítico tende a ser também o mais complexo, ou seja, aquele que envolve as operações mais complexas e demoradas, características que se refletem na duração média dos *setups*.

Com base no mesmo histórico utilizado anteriormente para a estratificação do OEE e das perdas de disponibilidade dos equipamentos – período de março a maio de 2009, coletaram-se os dados referentes aos *setups* ocorridos na linha 7. Em primeiro lugar, foram obtidas informações sobre as características gerais do *setup*:

Tabela 3.5: Dados gerais referentes ao *setup* da Linha 7

DADOS GERAIS DO SETUP	
Tempo médio total mensal	2.363 minutos
Frequência mensal de <i>setups</i>	12
Tempo médio por <i>setup</i>	204 minutos
Desvio padrão	118 minutos

Pelo elevado valor do desvio padrão, notou-se que os tempos individuais de cada *setup* variam muito, exigindo um maior detalhamento dos dados. Isso porque é preciso identificar onde estão estas as maiores variações para que o projeto ataque, de fato, o *setup* mais crítico. Além disso, como a linha contempla diversos tipos de *setup*, em função do seu mix de SKU's,

é fundamental priorizar o *setup* que mais contribui com as perdas da linha, como já mencionado anteriormente. Dessa forma, para a identificação do *setup* mais crítico, foi elaborada uma matriz DE – PARA com a frequência e a duração média do *setup* de uma determinada família para outra.

Tabela 3.6: Frequência de setups (Março a Maio 2009)

FREQUÊNCIA DE SETUPS					
PARA DE	ROSQUEADOS COM VÁLVULA	ROSQUEADO COM TAMPA	RECRAVADO 1	RECRAVADO 2	RECRAVADO 3
ROSQUEADOS COM VÁLVULA	5	2	1	2	3
ROSQUEADO COM TAMPA	2	0	1	0	0
RECRAVADO 1	2	2	0	1	1
RECRAVADO 2	2	1	1	0	0
RECRAVADO 3	2	0	1	0	0

A partir da Tabela 3.6, é possível notar que, no período em estudo, houve uma predominância do *setup* entre os produtos rosqueados com válvula (5 ocorrências), embora sua frequência não seja muito discrepante das demais. Os outros tipos de *setup* ocorreram com uma frequência bastante similar.

Tabela 3.7: Duração média do *setup* em minutos (Março a Maio 2009)

DURAÇÃO MÉDIA DE SETUP (MINUTOS)					
PARA DE	ROSQUEADOS COM VÁLVULA	ROSQUEADO COM TAMPA	RECRAVADO 1	RECRAVADO 2	RECRAVADO 3
ROSQUEADOS COM VÁLVULA	70	55	375	511	595
ROSQUEADO COM TAMPA	138,5	0	270	0	0
RECRAVADO 1	142	285	0	120	225
RECRAVADO 2	168	203	165	0	149
RECRAVADO 3	125	0	230	0	0

Já em relação à Tabela 3.7, pode-se observar claramente a presença de uma discrepância entre a duração média de cada *setup*. Os valores utilizados para o cálculo dessas médias estão disponibilizados no anexo B. **Os dados apresentados apontam os setups de produtos rosqueados para produtos recravados como os mais longos.** Dessa forma, embora a frequência de *setups* entre produtos rosqueados com válvula tenha sido superior aos demais tipos de *setup*, a sua duração média é muito inferior quando comparada aos *setups*

ocorridos de produtos rosqueados com válvula para recravados, apontando para estes últimos como os *setups* mais críticos para a linha 7.

Como o objetivo deste trabalho é a redução do tempo de *setup* da linha 7, o *setup* que será estudado e analisado será o *setup* de um produto rosqueado com válvula para o produto recravado 3 (Sol Desodorante Colônia ou Lua Desodorante Colônia), já que:

- É o *setup* com a maior duração média (595 minutos = 9 horas e 55 minutos);
- No período observado, foi o *setup* com a segunda maior frequência (3 ocorrências);
- Dada a frequência e a duração média do *setup*, no período de Março a Maio de 2009, foram perdidos 1785 minutos (29 horas e 45 minutos), o que corresponde a uma produção de 47.909 unidades, dada a velocidade nominal da linha de 40 unidades/minuto e um OEE médio no período de 67,1%.
- As melhorias que serão propostas para este tipo de *setup* podem ser replicadas para os demais *setups*, uma vez que, por se tratar de um dos *changeovers* mais complexos, abrange diversas atividades comuns a todos os outros.

3.2 Observação do *setup* mais crítico

Agora que o *setup* mais crítico já foi definido, partiu-se para a observação de um *setup* real. O *setup* observado foi do Biografia Desodorante Colônia (família Rosqueado com Válvula) para o Lua Desodorante Colônia (família Recravado 3). Para isso, foi preciso contar com a ajuda de mais sete pessoas da fábrica, que seguiram os passos de todas as pessoas da linha 7 envolvidas nas atividades do *setup*. Desse modo, a aluna e outras sete pessoas cronometraram e monitoraram todas as ações e movimentações realizadas pelas pessoas que executaram o *setup*. A equipe formada continha:

- 1 operador de máquina
- 5 auxiliares de produção
- 1 Mecânico Sênior
- 1 Mecânico Júnior

Como foi observado o *setup* de todos os equipamentos da linha 7, que, assim como as demais linhas da fábrica, é bastante extensa, não foi possível filmar o *setup*, já que, para isso,

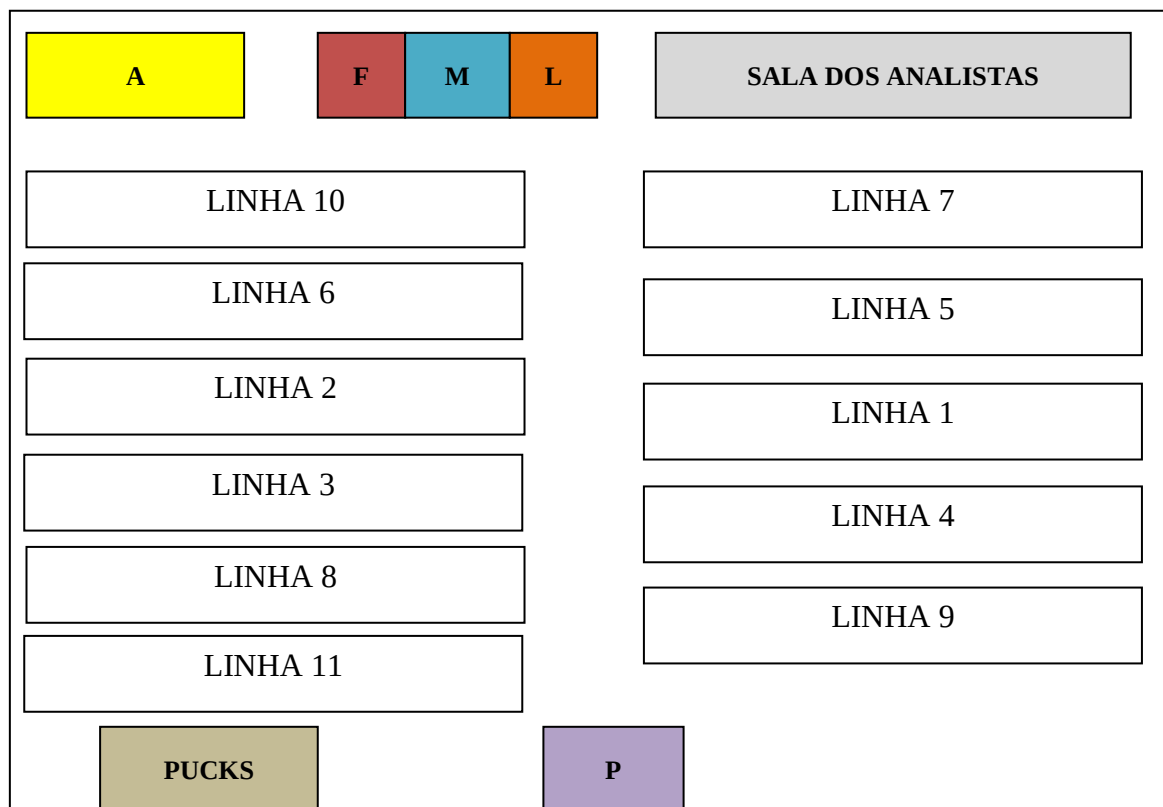
seriam necessárias 8 filmadoras para acompanhar os passos de todos os colaboradores participantes do setup. Por isso, optou-se por utilizar a carta de análise de operações.



Figura 3.4: Equipe preparada para iniciar a cronometragem do setup

Em termos de localização, as atividades observadas durante o *setup* abrangeram os seguintes locais (Figura 3.5):

- Todos os equipamentos da Linha 7, apresentados anteriormente na Figura 3.3;
- **Almoxarifado (A)**, onde ficam os insumos que são puxados do Armazém Vertical, sempre que uma ordem de produção é aberta;
- A **sala de manutenção (M)**, onde ficam as ferramentas dos mecânicos (martelos, parafusos, morsa, serras, instrumentos de medição, ...);
- A **sala de ferramental (F)**, onde se localizam os ferramentais dos equipamentos próprios para cada SKU;
- O **laboratório de análise (L)**, onde são realizadas as análises dos primeiros produtos envasados pelas linhas, a título de liberação da produção;
- O **armário de produtos padrão (P)**, onde estão expostos os padrões de todos os SKU's produzidos na fábrica. Nesse caso, "padrão" significa o produto que deve ser seguido como exemplo pela linha, em relação à condição da codificação da data de validade e número do lote, da embalagem, do celofane.
- **Prateleira de pucks (PUCKS)**, onde são armazenados os pucks de todos os SKU's da fábrica. Os *pucks* funcionam como uma base de encaixe dos frascos, para que os mesmos percorram todos os equipamentos e esteiras ao longo da linha de produção.

Figura 3.5: Esboço do *layout* da fábrica

Vale observar que, na Natura, os operadores e auxiliares de produção não são totalmente capacitados para a execução completa do *setup* dos equipamentos. Dessa forma, é imprescindível a presença de manutentores, cujo conhecimento de cunho técnico permite a execução de operações de ajustes mais complexas. Geralmente, os *setups* contam com a participação de um mecânico sênior, mais experiente, que executa as operações mais difíceis, e um mecânico júnior, cuja função é auxiliar o operador de máquina nas atividades mais complexas. Em se tratando dos auxiliares de produção, nem todos são capacitados para realizar trocas de ferramentais, por isso, eles executam atividades de apoio tanto aos mecânicos quanto ao operador de máquina.

Todas as ações e movimentações observadas foram anotadas em uma carta de análise de operações, recomendada por Shingo (1985). Optou-se por elaborar uma carta de análise de operações por pessoa, e não por equipamento, já que os auxiliares não se focaram em atividades relacionadas apenas aos equipamentos, mas também atividades de apoio, como abastecimento e retirada de insumos e de *pucks* da linha. Além disso, algumas pessoas focaram-se em mais de um equipamento. Todas as cartas de análise de operações detalhadas

por pessoa observada constam no anexo A. No entanto, na Figura 3.6, é possível observar um exemplo de uma das cartas de análise de operações elaborada durante a observação do *setup*.

Número	ELEMENTOS	Pessoa	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)
1	Tirar setrola e colocar a queia do pack	SH	R	00:01:40	00:01:40
2	Procurar mecânico	SH	O	00:00:55	00:02:35
3	Trocar formato	SH	R	00:02:25	00:05:00
4	Chamar o mecânico	SH	O	00:01:28	00:06:28
5	Procurar o padrão do LUA	SH	Armário do padrão	00:01:02	00:07:30
6	Aguardar peça da groninger	SH	E	00:02:50	00:10:20
7	Trocar porta de válvula	SH	E	00:00:25	00:10:45
8	Trocar controlador de válvulas	SH	E	00:00:20	00:11:05
9	Trocar funil de válvulas	SH	E	00:00:14	00:11:19
10	Colocar o flange	SH	E	00:00:25	00:11:44
11	Colocar o portal de tampas	SH	E	00:00:48	00:12:32
12	Colocar o bocal de tampas	SH	E	00:00:30	00:13:02
13	Procurar pinça de roscagem	SH	K	00:01:15	00:14:17
14	Procurar pinça de roscagem	SH	Sala	00:00:40	00:14:57
15	Procurar o mecânico (Diego)	SH	Fábrica	00:04:43	00:20:00
16	Procurar válvula	SH	GI	00:01:30	00:21:30
17	Procurar válvula	SH	Amoventado	00:02:07	00:23:37
18	Pegar panela de válvula	SH	Sala	00:01:33	00:25:10
19	Procurar a panela de válvula	SH	Ferramental	00:00:42	00:25:52

Figura 3.6: Exemplo de uma carta de análise de operações construída durante a observação do *setup*

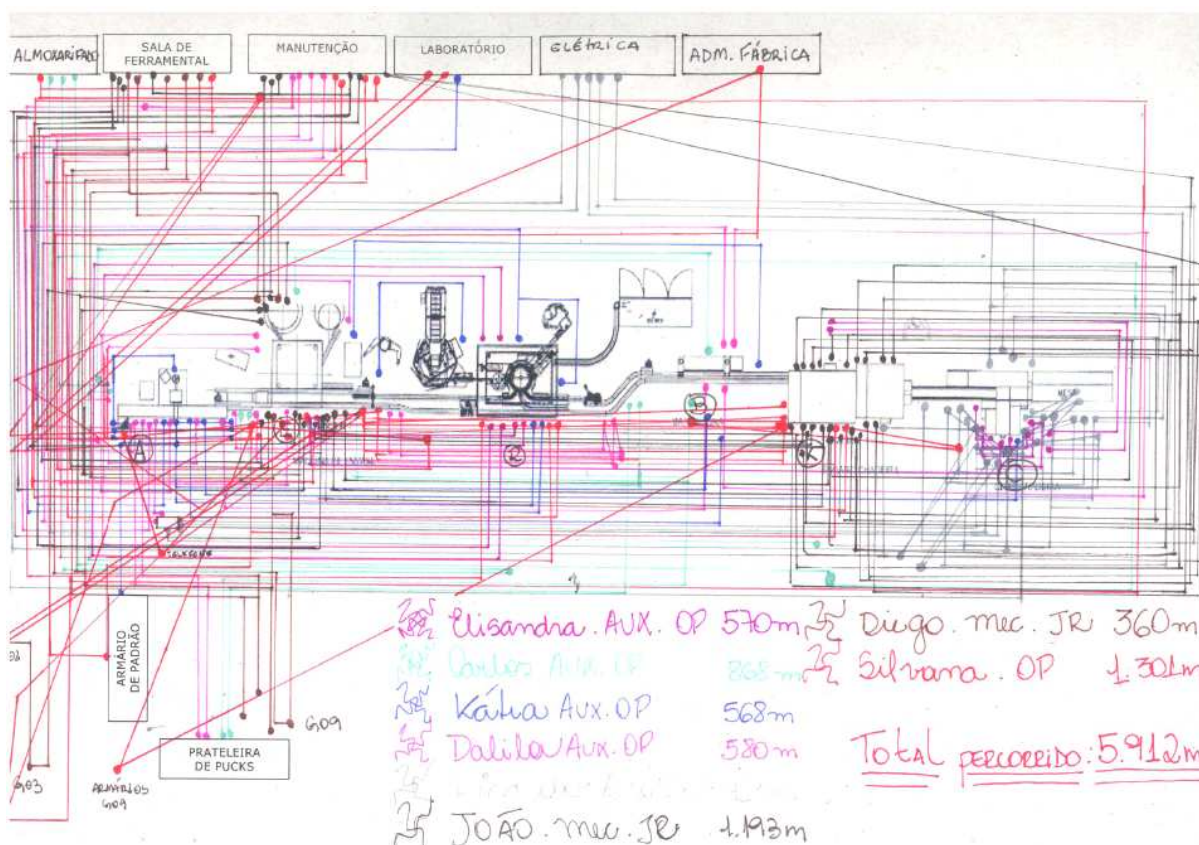


Figura 3.7: Travel chart elaborado para o *setup*

O *setup* real acompanhado teve duração de 8 horas e 50 minutos (530 minutos), sendo que o grupo percorreu 5.912 metros, no decorrer das atividades, como mostra o *travel chart* da Figura 3.7.

Um dos grandes problemas observados durante o *setup*, que interfere diretamente no tempo gasto pelos colaboradores para a realização das atividades, foi a falta de organização geral, tanto dos ferramentais dos equipamentos e das ferramentas dos mecânicos, quanto dos objetos e documentos da própria linha, que será tratada com a aplicação do Programa 5S.



Figura 3.8: Mesa de apoio da Linha 7 - falta de organização com as documentações



Figura 3.9: Carrinho de ferramental de *setup* do mecânico desorganizado e sem algumas ferramentas

3.3 Análise do *setup* observado

Para analisar a carta de análise de operações, foi fundamental contar com a ajuda de todos os integrantes da equipe que monitorou o *setup*, a fim de que a proposta das melhorias do *setup* estivesse alinhada com a realidade e com as necessidades da operação.

Após a observação do *setup*, a equipe foi reunida em uma sala, a fim de realizar um *brainstorming* sobre as possíveis causas do longo tempo de duração do *setup*. Embora os pontos levantados durante essa reunião tenham sido apenas um complemento às ações levantadas durante a aplicação do SMED, estes foram úteis para despertar na operação e nos manutentores a consciência quanto a aspectos que, à primeira vista, parecem simples, mas que podem impactar de forma significativa no tempo de *setup*, como, por exemplo, a falta de organização na linha.

Todos os pontos levantados no Diagrama de Ishikawa foram analisados com a equipe e serão considerados para a elaboração das propostas de melhoria.

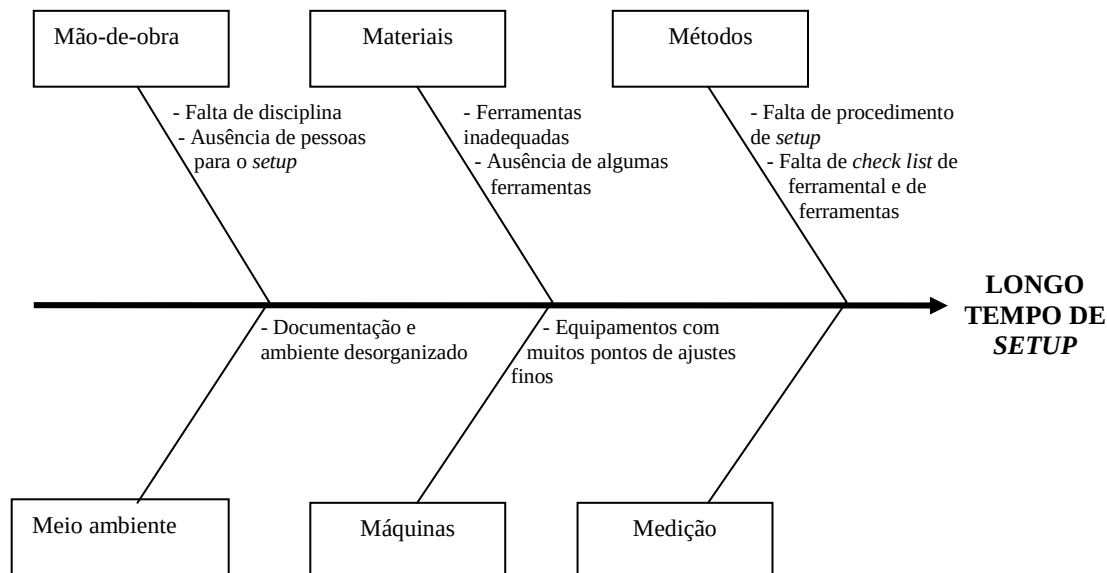


Figura 3.10: Diagrama de Ishikawa elaborado com os colaboradores da operação e da manutenção participantes do *setup*

Para realizar a análise do *setup* observado, este trabalho seguiu os três estágios da metodologia SMED:

- Separação de atividades do *setup* externo e interno, com base nas atividades observadas;
- Tentar converter o maior número possível de atividades do *setup* interno em externo;
- Simplificar ao máximo todas as atividades de *setup* interno e externo

3.3.1 Estágio 1: Separar as atividades do *setup* interno e externo

Esta etapa é considerada a mais importante para a metodologia SMED, pois consiste na identificação das atividades que devem ser realizadas enquanto a máquina ainda está produzindo (*setup* externo), representando economia de tempo gasto com o *setup* propriamente dito. Shingo (1985) recomenda utilizar *checklists* e focar nas atividades de transporte de ferramentas, de peças e de insumos de produção como atividades realizadas durante o *setup* externo.

No caso do *setup* observado da Linha 7, nenhuma das atividades foi realizada enquanto a máquina ainda estava em funcionamento, ou seja, não houve *setup* externo, fato que contribuiu significativamente para o aumento do tempo despendido com a troca de produto. Dessa forma, todas as atividades devem ser analisadas, a fim de identificar as oportunidades de redução do tempo de *setup* interno.

Antes de iniciar a análise das atividades, foram calculadas as porcentagens de tempo gasto para os quatro tipos de operações gerais, definidas por Shingo (1985), retomadas na tabela abaixo. O autor identifica as atividades de preparação da linha e checagem como as principais candidatas a comporem o *setup* externo, já que podem perfeitamente ser realizadas enquanto a máquina ainda está produzindo.

Tabela 3.8: Distribuição de tempo por tipo de operação apresentada por Shingo (1985)

Operação	Proporção de tempo
Preparação da máquina para receber o novo produto e checagem de insumos, ferramentais, parafusos, ... (P)	30%
Remoção e montagem de ferramentais (F)	5%
Colocação de novos parâmetros e execução de calibrações (C)	15%
Testes e ajustes (T)	50%

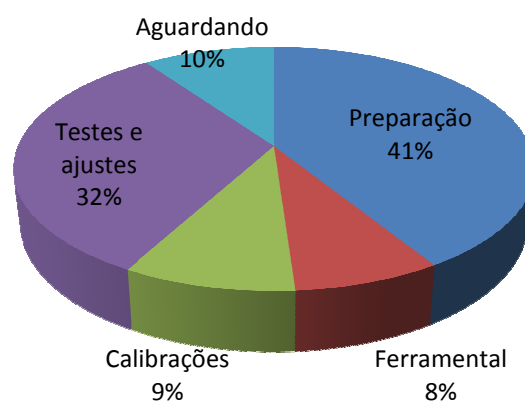
Para isso, as atividades de todas as cartas de análise de operações foram classificadas conforme a divisão de operações acima, de acordo com as legendas definidas entre parênteses, e podem ser encontradas na coluna “Tipo de atividade” no anexo A. Na Tabela 3.9, é possível observar a distribuição do tempo gasto por cada tipo de operação para as atividades realizadas por cada colaborador. A operação designada “Aguardando” foi criada em função da existência de momentos em que os colaboradores aguardavam a liberação de outras máquinas para prosseguir com o *setup*, bem como de reuniões com os analistas das fábricas e com a área de manutenção. Isso porque a autora acredita que essas ocorrências não devem ser classificadas em nenhum dos quatro tipos de operações definidas por Shingo (1985) na Tabela 3.8.

Tabela 3.9: Tempos totais por tipo de operação para cada colaborador

	Tempo total por operação					Total
	Preparação	Ferramental	Calibrações	Testes e ajustes	Aguardando	
Operadora	1:25:15	0:30:30	0:36:21	2:04:17	0:40:08	5:16:31
Auxiliar 1	0:32:11	0:00:00	0:19:19	0:05:12	0:00:00	0:56:42
Auxiliar 2	1:03:54	0:00:00	0:25:06	0:00:00	0:00:00	1:29:00
Auxiliar 3	0:15:50	0:19:30	0:03:24	0:12:33	0:04:33	0:55:50
Auxiliar 4	2:05:46	0:00:00	0:46:40	0:30:35	0:00:00	3:23:01
Auxiliar 5	0:24:53	0:11:34	0:24:39	0:16:27	0:04:39	1:22:12
Mecânico Jr	0:55:20	0:09:30	0:00:00	0:00:00	0:06:10	1:11:00
Mecânico Sr	1:39:58	0:32:54	0:18:07	4:07:32	1:15:46	7:54:17

Para calcular as proporções de tempo de cada tipo de operação, entendeu-se que a soma dos tempos de cada operação de cada colaborador corresponde ao tempo total gasto no *setup* pelas operações, como mostra o Gráfico 3.5. Nota-se que os valores encontrados apresentam-se um pouco discrepantes em relação ao padrão mostrado por Shingo (1985). No caso do *setup* mais crítico da Linha 7, o tempo despendido com as tarefas de preparação encontram-se mais de 10% acima do mesmo valor da Tabela 3.8, enquanto que os testes e ajustes consumiram menos tempo. Esses dados apontam para a necessidade de analisar as atividades de preparação, potenciais candidatas ao *setup* externo, com o intuito de reduzir drasticamente o tempo total de *setup*.

Proporção de tempo por operação

Gráfico 3.5: Distribuição do tempo por tipo de operação de *setup*

É interessante também observar a distribuição de tempo por colaborador, na tentativa de direcionar as ações de melhoria. Observando a Tabela 3.10, nota-se rapidamente que o auxiliar 2 executa apenas operações de preparação, que podem ser executadas no *setup* externo. O auxiliar 4 e o mecânico júnior executam, em mais de 70% do seu tempo, operações

de preparação, representando também alvos para a redução do *setup*. Entretanto, o mecânico sênior é aquele que representa o “gargalo” do *setup*, pois, mesmo que os demais colaboradores tivessem os tempos de suas atividades reduzidos, o efeito da redução do tempo total do *setup* só será obtido com a redução do tempo de *setup* do mecânico sênior, como mostra o Gráfico 3.6.

Tabela 3.10: Distribuição do tempo por operação para cada colaborador

	Proporção de tempo				
	Preparação	Ferramental	Calibrações	Testes e ajustes	Aguardando
Operadora	26,9%	9,6%	11,5%	39,3%	12,7%
Auxiliar 1	56,8%	0,0%	34,1%	9,2%	0,0%
Auxiliar 2	71,8%	0,0%	28,2%	0,0%	0,0%
Auxiliar 3	28,4%	34,9%	6,1%	22,5%	8,1%
Auxiliar 4	61,9%	0,0%	23,0%	15,1%	0,0%
Auxiliar 5	30,3%	14,1%	30,0%	20,0%	5,7%
Mecânico Jr	77,9%	13,4%	0,0%	0,0%	8,7%
Mecânico Sr	21,1%	6,9%	3,8%	52,2%	16,0%

Tempo total de setup por colaborador

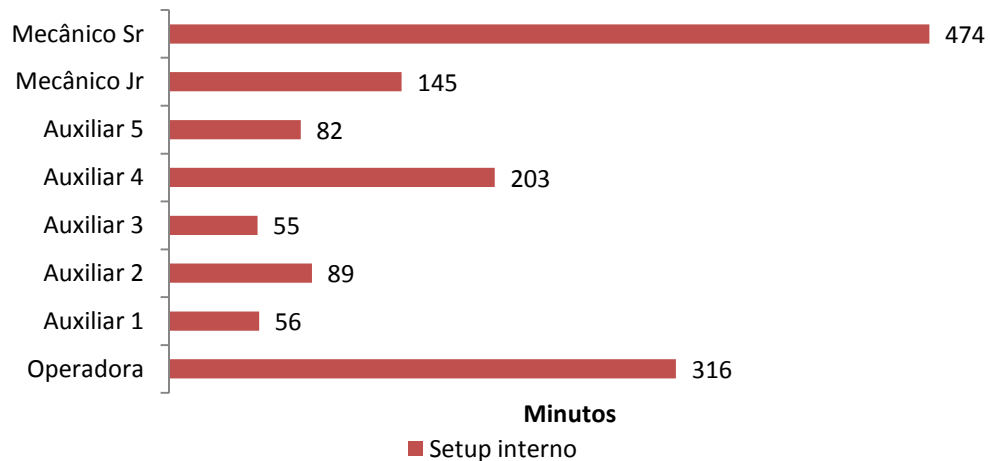


Gráfico 3.6: tempo total de *setup* por colaborador

A discrepância entre os tempos de *setup* dos colaboradores reflete a falta de padronização das atividades de *setup*, além da diferença de capacitação técnica entre o mecânico sênior e os demais. Caso houvesse um padrão de *setup*, a melhor distribuição e organização das atividades não permitiriam a concentração das atividades apenas no mecânico

sênior, que só seria responsável, de fato, pelas ações que exigem conhecimento técnico sobre o equipamento.

Dessa forma, a etapa 1 da metodologia SMED, nesse caso, teve o objetivo de demonstrar com dados reais, que não há atividades referentes ao *setup* externo.

3.3.2 Estágio 2: Converter atividades do *setup* interno em externo

As primeiras ações do estágio 2 estiveram concentradas na análise das atividades do mecânico sênior, uma vez que ele é o “gargalo” do *setup*. Para isso, foram estudadas todas as suas operações, com o intuito de identificar aquelas que poderiam ser executadas durante o *setup* externo. As atividades assim identificadas foram:

- Espera do mecânico sênior para iniciar o *setup* na estação de recravagem do envase;
- Atividades relacionadas à busca de ferramentas e ferramentais para o formato do produto;
- Ida ao banheiro (o mecânico deveria ter ido ao banheiro antes do início do *setup*);
- Reuniões durante o *setup*;
- Atividades relacionadas ao abastecimento de insumos na linha (cartucho, ondulado e frascos);

A eliminação das operações citadas acima, que passarão a ser executadas durante o *setup* externo da linha, refletiu na **redução de 2 horas e 34 minutos do tempo de *setup* do mecânico sênior (Gráfico 3.7) e, portanto, do tempo de *setup* total da Linha 7.** Com isso, os tempos de *setup* do mecânico sênior (320 minutos) e da operadora (316 minutos) praticamente igualaram-se. Porém, o tempo de *setup* da operadora, bem como dos demais colaboradores, também sofrerá alterações após a conversão de operações para o *setup* externo, de modo que permanecerá inferior ao tempo do mecânico sênior.

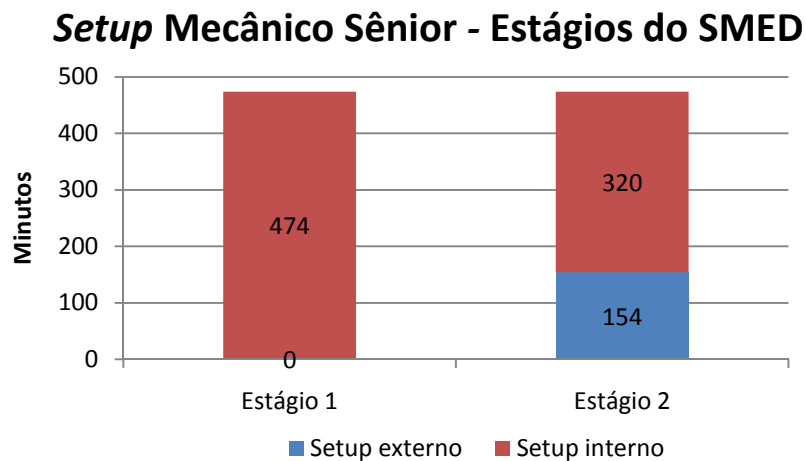


Gráfico 3.7: Conversão de operações para o *setup* externo (mecânico sênior)

Embora as demais operações não possam ser executadas durante o *setup* externo, algumas delas podem ser simplificadas ou realizadas de modo paralelo às outras, reduzindo ainda mais o tempo total de *setup* do mecânico sênior. No entanto, essas ações só serão expostas no estágio 3 do SMED.

Ainda que a conversão das atividades do *setup* interno para o externo dos demais colaboradores não reflita na redução do tempo total de *setup* da Linha 7, já que o mecânico sênior é o colaborador mais crítico, é fundamental realizá-la para que seja criado um padrão de *setup* para todos os colaboradores participantes. Desse modo, retomando a Tabela 3.10, nota-se claramente que grande parte das operações executadas durante o *setup* por todos referem-se a atividades de preparação, as quais podem ser realizadas com as máquinas em funcionamento (Shingo, 1985), caracterizando atividades do *setup* externo.

Dessa forma, é possível observar nos gráficos apresentados abaixo que todos os colaboradores tiveram parte de suas atividades convertidas para o *setup* externo. No caso da operadora, as seguintes operações foram transferidas para o *setup* externo:

- Atividades relacionadas à procura pelo mecânico para auxiliar nas trocas de ferramentais e ajustes, e pelo preparador, responsável pela sanitização do equipamento de envase;
- Atividades relacionadas ao abastecimento de insumos na linha;
- Busca de ferramentais;
- Busca por colaboradores para tripular a linha de produção;

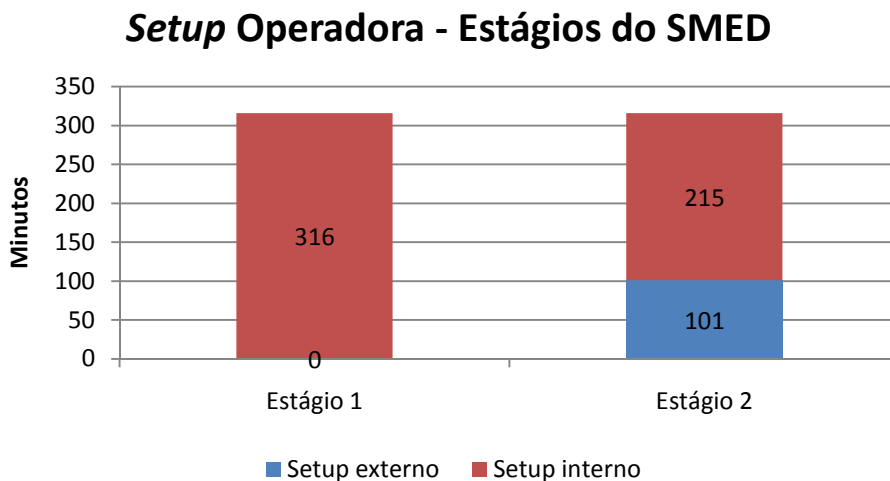


Gráfico 3.8: Conversão de operações para o setup externo (operadora)

No caso do Auxiliar 1, mais de 50% do seu tempo de *setup* interno foi convertido para atividades de *setup* externo. Notou-se que o Auxiliar 1, embora tenha contribuído com operações de *setup* da codificadora e com a limpeza dos equipamentos, realizou muitas atividades dispensáveis, as quais foram convertidas para o *setup* externo. Isso será levado em consideração no estágio 3 do SMED. As atividades transferidas para o *setup* externo foram:

- Limpeza de materiais de apoio (balança, torquímetro, suporte de baldes, ...)
- Organização geral da linha (mesa de vácuo, documentação, gavetas, ...)

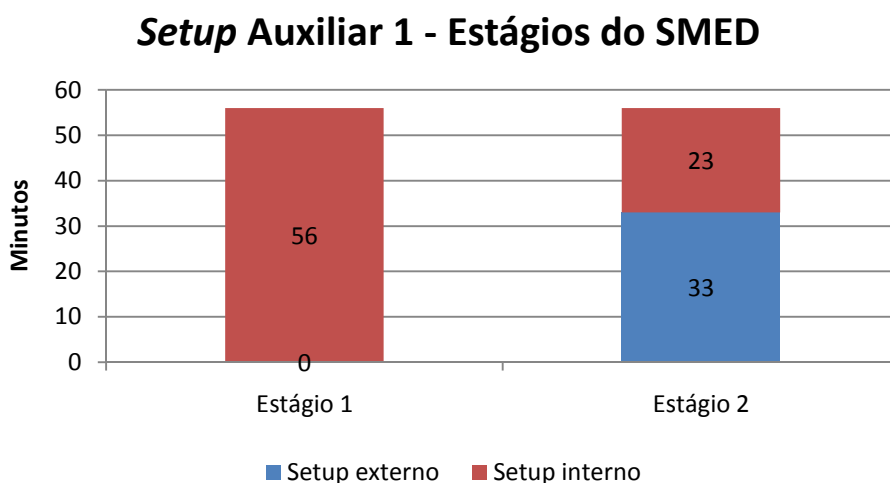


Gráfico 3.9: Conversão de operações para o setup externo (auxiliar 1)

Em se tratando do Auxiliar 2, novamente mais de 50% do tempo do *setup* interno foi convertido para o *setup* externo. Nesse caso, isso ocorreu devido ao fato das suas atividades

estarem, de fato, relacionadas à preparação da linha para a chegada do novo produto. Os vinte e seis minutos de atividades executadas durante o *setup* interno devem-se à realização de retirada de pucks do produto anterior e colocação de novos pucks.

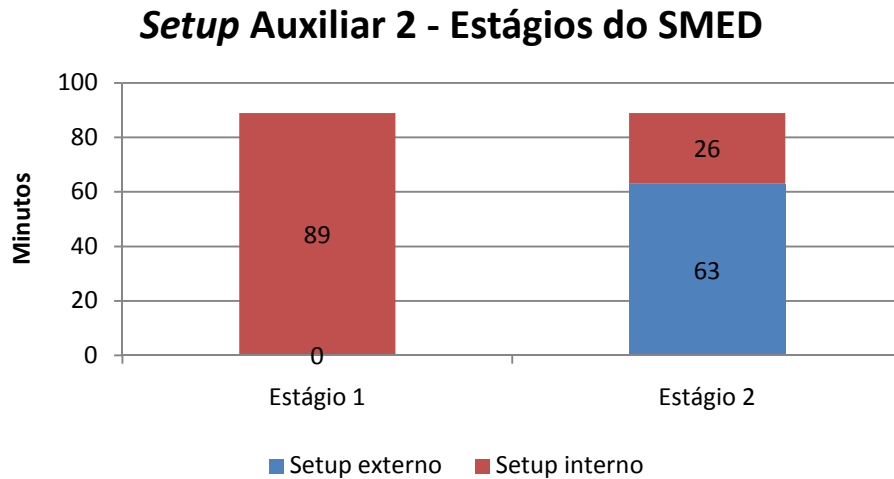


Gráfico 3.10: Conversão de operações para o setup externo (auxiliar 2)

No caso do Auxiliar 3, a redução de *setup* interno não foi tão significativa quanto dos auxiliares 1 e 2, uma vez que grande parte de suas atividades estiveram relacionadas a operações de troca de ferramentais e de colocação de parâmetros para o novo produto. Desse modo, o tempo convertido para *setup* externo foi de apenas 14 minutos, ligados a atividades de:

- Espera de ferramentais na linha;
- Separação de ferramentais;
- Espera de insumos para a realização dos testes iniciais;

Setup Auxiliar 3 - Estágios do SMED

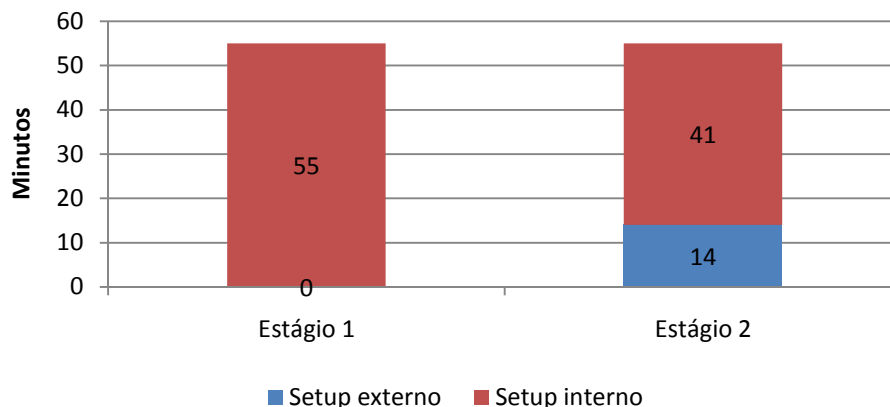


Gráfico 3.11: Conversão de operações para o setup externo (auxiliar 3)

Em relação à ao tempo de *setup* interno do Auxiliar 4, notou-se que este foi justificado pelo longo tempo despendido aguardando o preparador para sanitizar a máquina de envase, bem como o mecânico júnior. Caso o *setup* estivesse, ao menos, padronizado, não haveria desperdícios de tempo com atividades de espera, o que reduziria imediatamente cerca de 120 minutos o tempo de *setup* do colaborador.

Setup Auxiliar 4 - Estágios do SMED

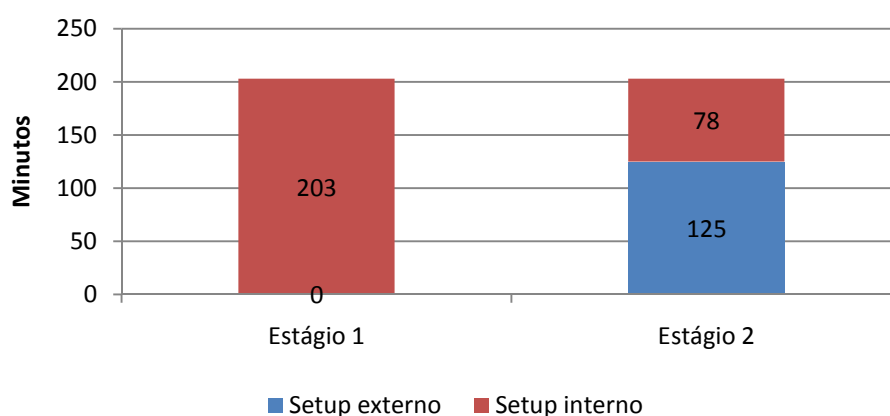


Gráfico 3.12: Conversão de operações para o setup externo (auxiliar 4)

No caso dos auxiliares, o Auxiliar 5 é aquele que sofreu a menor redução em seu tempo de *setup* interno. Isso ocorreu porque o mesmo executou um grande número de operações de troca de ferramentais e calibrações na celofanadeira, diferentemente dos demais, que executaram mais operações de preparação e de apoio à operadora e aos mecânicos. Ainda

assim, seria possível eliminar as perdas com a espera de cartucho e de celofane, bem como, com a busca de ferramentais na sala de manutenção.

Setup Auxiliar 5 - Estágios do SMED

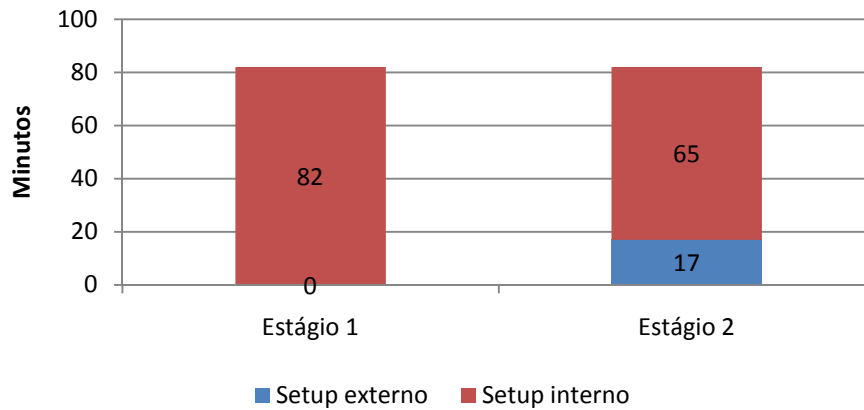


Gráfico 3.13: Conversão de operações para o setup externo (auxiliar 5)

Por fim, ao contrário do Auxiliar 5, o tempo de *setup* interno do mecânico júnior sofreu a maior redução de todas. Isso porque 86% do tempo observado foi dedicado a atividades de busca de ferramentais pela fábrica, que pode ser facilmente eliminado com a aplicação da metodologia SMED. As únicas atividades que se mantiveram no *setup* interno foram de remoção e colocação de ferramental na envasadora.

Setup Mecânico Jr. - Estágios do SMED

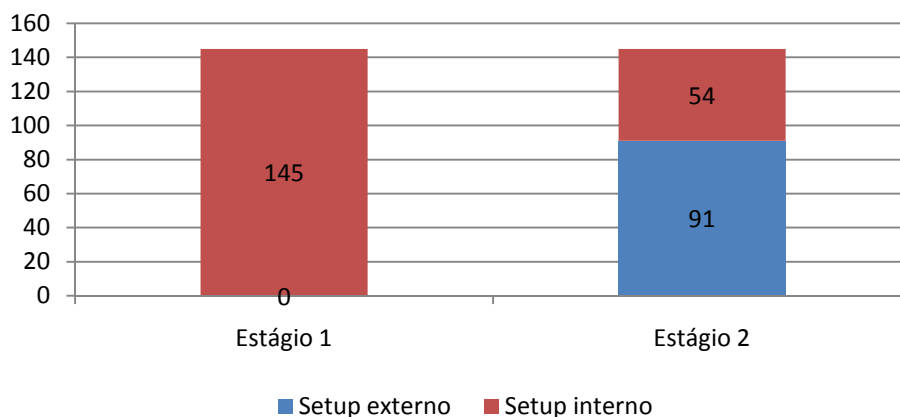


Gráfico 3.14: Conversão de operações para o setup externo (mecânico jr.)

Após a conversão de atividades de todos os colaboradores para o *setup* externo, nota-se claramente que a participação de alguns deles não é necessária, dada a enorme ociosidade.

No entanto, antes de recombinar as atividades com o intuito de reduzir o número de participantes do *setup*, é preciso insistir na análise do tempo de *setup* interno do mecânico sênior, que ainda representa o “gargalo”.

Tempo total de *setup* por colaborador

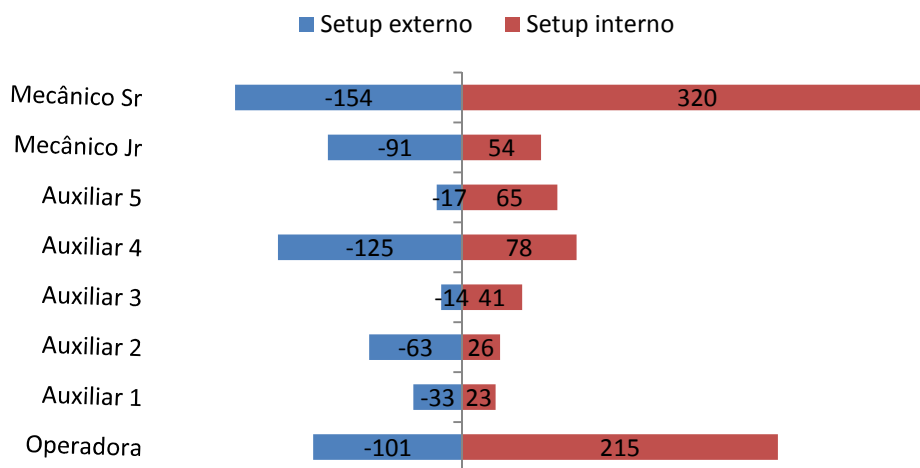


Gráfico 3.15: Distribuição do tempo de *setup* de todos os colaboradores após o Estágio 2

Apenas com a separação das atividades entre *setup* interno e externo, obteve-se uma redução de 32% do tempo inicial. Agora que todas as atividades possíveis já foram convertidas para o *setup* externo, o foco será simplificar as operações tanto do *setup* interno quanto externo.

3.3.3 Simplificar as atividades de *setup* interno e externo

Embora o objetivo do último estágio da metodologia SMED seja a simplificação das atividades de ambos os tipos de *setup*, o alvo principal dessa etapa será as atividades de *setup* do mecânico sênior, que ainda representa o responsável pelo elevado tempo total de *setup* da linha. Além disso, os demais colaboradores participantes do *setup* não executaram tantas atividades com oportunidades de melhoria quanto o mecânico sênior.

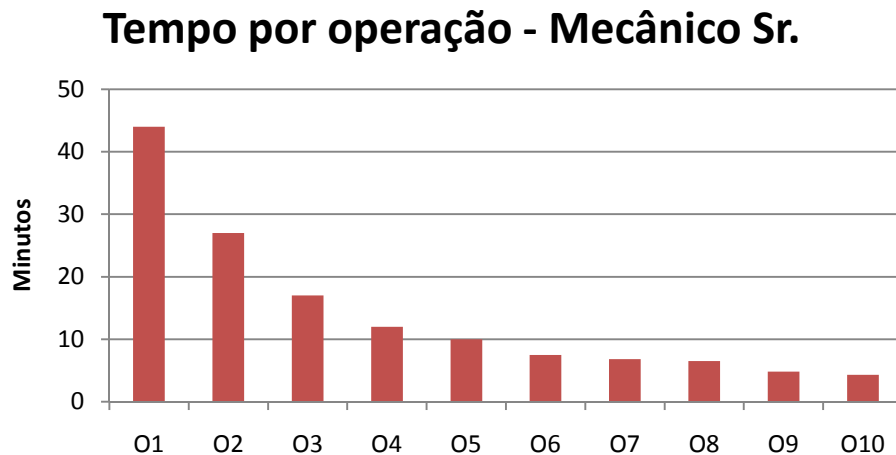


Gráfico 3.16: Diagrama de Pareto para os tempos de cada operação do Mecânico Sênior

A partir do tempo consumido em todas as atividades realizadas pelo mecânico sênior, foi possível montar um Diagrama de Pareto (Gráfico 3.16), capaz de direcionar os esforços para as operações mais demoradas, uma vez que não haverá tempo suficiente atacar todas elas. No Diagrama de Pareto encontram-se representadas apenas as 10 operações mais longas, a saber:

- O1: Retirar e colocar ferramental na encartuchadeira e na envasadora
- O2: Ajustar a colocação de tampa na recravadeira
- O3: Colocar os parâmetros nos manípulos da encartuchadeira
- O4: Trocar a mola da unha do cartucho no magazine de cartuchos
- O5: Ajustar a pega do frasco na encartuchadeira
- O6: Ajustar o dobrador da aba posterior do cartucho
- O7: Ajustar a correia taliscada
- O8: Ajustar o suporte do “finger” do cache da recravadeira
- O9: Soltar parafusos na encartuchadeira
- O10: Ajustar o empurrador do frasco

3.3.3.1 Análise da Operação O1

A partir do Gráfico 3.16, nota-se que a operação O1 é a mais demorada. A operação O1 representa a soma de todas as operações de retirada e colocação de ferramental nos equipamentos, as quais não envolvem ajustes e testes mais complexos, a fim de tornar a análise mais simples e clara. Dessa forma, a operação O1 contempla diversas trocas de ferramentais, como apresentadas na Tabela 3.11.

Tabela 3.11: Trocas de ferramentais realizadas pelo mecânico sênior

Elemento	Local	Tempo do elemento (minutos)
Trocar túnel de introdução	Encartuchadeira	00:06:14
Trocar empurrador de frasco 1	Encartuchadeira	00:04:18
Trocar empurrador de frasco 2	Encartuchadeira	00:03:44
Trocar empurrador de frasco 3	Encartuchadeira	00:05:40
Retirar braço de introdução	Encartuchadeira	00:04:05
Trocar flauta 1	Encartuchadeira	00:05:50
Trocar flauta 2	Encartuchadeira	00:03:05
Colocar mangueira na flauta 1	Encartuchadeira	00:01:01
Colocar mangueira na flauta 2	Encartuchadeira	00:00:45
Colocar flauta do ondulado	Encartuchadeira	00:01:58
Colocar pegador de frasco	Encartuchadeira	00:01:22
Trocar o berço	Encartuchadeira	00:02:03
Trocar o pegador de frascos	Encartuchadeira	00:00:50
Colocar guia do ondulado	Encartuchadeira	00:00:49
Trocar o bocal	Envase	00:02:00
Colocar orientador de tampa	Recravadeira	00:00:48
Total		00:44:32

Como essas operações não exigem elevado nível de conhecimento técnico, já que envolvem apenas a retirada do ferramental utilizado no produto anterior e a colocação de um novo para o produto seguinte, acredita-se que essas atividades não requerem a participação do mecânico sênior. Assim, dado que o mecânico júnior já realiza algumas operações similares de troca de ferramental na envasadora, optou-se por transferir a operação O1 para o mesmo, que poderá realizar em paralelo às demais atividades do mecânico sênior. Dessa forma, o mecânico sênior poderá concentrar sua atenção nas atividades de ajustes e testes mais específicos e complexos.

3.3.1.1 Análise da Operação O2

A operação O2 consiste nos ajustes no bocal de colocação de tampa, oriundos do alinhamento entre o braço, que suporta o “finger” da recravadeira, com o trilho de tampas. Neste caso, o “finger” é uma peça responsável por transportar a tampa desde o trilho, onde elas se encontram armazenadas, até o bocal do frasco. Como o produto tem sua válvula recravada, e não rosqueada, todas as operações de colocação de válvula, de cache e de tampa ocorrem na estação de recravagem, localizada na envasadora. No entanto, esta é uma máquina muito antiga, cujo *setup* e ajustes tendem a ser muito mais demorados quando comparados aos mesmos de uma máquina mais moderna. Dessa forma, observando o processo e suas

dificuldades, entendeu-se que seria possível transferir a colocação de tampa para a rosqueadeira.

Quando a linha produz produtos recravados, a rosqueadeira acaba sendo inutilizada, uma vez que os produtos são recravados e tampados na própria estação de recravagem. Entretanto, a rosqueadeira também é capaz de colocar a tampa (ela só não é capaz de recravar a válvula, já que sua função é rosqueá-la e não recravá-la). Além disso, por se tratar de um equipamento bem mais moderno, as formas de ajustes são feitas todas pela Interface Homem-Máquina (IHM), ou seja, por meio do painel elétrico da máquina, na forma de parâmetros numéricos, reduzindo significativamente o tempo com os ajustes e o *setup*.

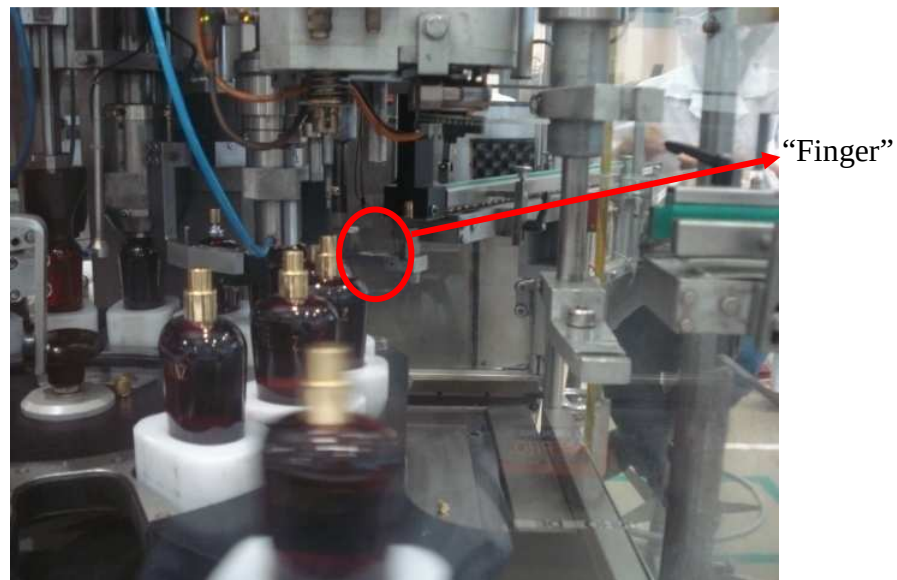


Figura 3.11: "Finger" retirando a tampa do trilho e colocando no frasco

Porém, essa transferência para a rosqueadeira requer a compra de um novo portal de tampas, de um novo mandril, de um novo "finger" e de um novo centralizador de frascos, com base no formato da tampa do Lua Desodorante Colônia. **Dessa forma, identificou-se a necessidade de analisar a viabilidade econômica desta medida, já que seria importante comparar o lucro potencial com o investimento necessário.** Para isso, foram considerados vários cenários, com base em diferentes premissas adotadas. Os dados coletados que viabilizaram a análise foram:

- Tempo de ajustes na colocação de tampa na recravadeira durante o *setup*, bem como, durante a produção;
- OEE mensal da linha, utilizado para calcular o volume "perdido" com o tempo de ajustes;

- Velocidade nominal da linha;
- Investimento necessário na compra dos novos ferramentais;

Conversando com o analista de planejamento da fábrica em estudo, foi possível saber que, embora os volumes de produção de qualquer SKU apresentem muitas flutuações ao longo do ano, os volumes do primeiro e do segundo semestre, para um mesmo SKU, são semelhantes, uma vez que em ambos os períodos há estratégias fortes, como Dia das Mães (1º semestre) e Natal (2º semestre). Além disso, como o estudo de volumes será focado em uma colônia, os volumes podem indubitavelmente ser equiparados, já que esta consiste em uma das categorias de produtos mais vendidas da Natura ao longo do ano todo. No entanto, como serão considerados vários cenários, essa questão do volume anual será diferenciada em cada um deles.

Coletaram-se as perdas decorrentes de ajustes na colocação de tampa do Lua Desodorante Colônia, ao longo da produção, durante o primeiro semestre de 2009. As perdas por *setup* foram estimadas com base no valor encontrado durante a observação realizada neste trabalho, de modo que foi convencionado adotar 28 minutos de perda por *setup* para regulagem e ajustes da colocação de tampa na recravadeira.

Tabela 3.12: Tempo perdido com ajustes na colocação de tampa do Lua

	Perdas em minutos						
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
Ajustes no <i>setup</i>	28	28	0	0	28	28	0
Ajustes na colocação de tampa	208	20	0	0	70	120	0
OEE real	54,2%	65,3%	0,0%	0,0%	69,2%	74,6%	0,0%
Volume perdido (unidades)	4093	1003	0	0	2170	3533	0

A partir da soma do tempo decorrente dos ajustes e do *setup*, bem como, do valor do OEE real do mês da Linha 7 e da sua velocidade nominal (40 unidades/minuto), foi possível obter o volume de produção perdido mensalmente, com base na Equação 5. Vale lembrar que, embora o tempo de ajustes seja reduzido substancialmente, não se pode afirmar que a redução será de 100%, de modo que foi adotado um índice de 80% de redução.

Equação 5: Expressão empregada no cálculo do volume de produção "perdido"

$$Volume = (Tempo de Setup + Tempo de Ajustes) \times OEE \text{ real} \times 40 \times 0,80$$

Como não está no escopo deste projeto o cálculo do custo unitário de produção, utilizou-se a informação obtida diretamente com a área Financeira que apóia as fábricas (GFA). Lembrando que o preço de venda do produto para a consultora equivale a 70% do preço que consta no catálogo de produtos, o que significa que a Natura recebe 70% do valor final do produto e a consultora 30%.

Tabela 3.13: Preço e custo unitário do Lua

Lua Desodorante Colônia	
Preço de venda (unidade)	R\$ 58,10
Custo unitário de produção	R\$ 8,85

Após a coleta de dados das perdas decorrentes da colocação de tampa na estação de recravagem, partiu-se para a análise do investimento, considerando os custos de aquisição e de manutenção dos novos ferramentais para a rosqueadeira, bem como, a sua vida útil e seu valor residual. O contato com o fornecedor e as informações coletadas com os manutentores, com base nos mesmos ferramentais adquiridos para outros produtos, resultou nos seguintes valores:

Tabela 3.14: Descrição dos desembolsos com a compra das peças novas

Peças Novas	Custo de aquisição	Custo de Manutenção (anual)	Vida útil (anos)	Valor residual
Portal de tampas	R\$ 2.393,00	R\$ 400,00	5	R\$ 0,00
"Finger"	R\$ 446,00	R\$ 0,00	5	R\$ 0,00
Mandril	R\$ 4.950,00	R\$ 600,00	5	R\$ 0,00
Centralizador de frascos	R\$ 904,00	R\$ 400,00	5	R\$ 0,00
Total	R\$ 8.693,00	R\$ 1.400,00		

Segundo os manutentores, os custos de manutenção desses ferramentais decorrem da troca da borracha existente tanto no portal quanto no mandril. Para este último, os custos anuais são maiores, pois a borracha é responsável pela pega da tampa para colocação no frasco, sofrendo contínuo desgaste. O tempo de vida útil também foi fornecido pelos mecânicos, com base em experiências passadas. E, como os ferramentais são descartados após 5 anos, não há valor residual para a empresa.

Por fim, vale destacar que o custo do capital adotado foi de 13%. Como a área financeira negou-se a informar o custo de capital considerado para todos os projetos da Natura, o mesmo foi calculado com base na taxa básica de juros – SELIC, utilizada como

referência na política monetária geral. Nos anos de 2007 e 2008, de acordo com dados fornecidos pelo site do Banco Central do Brasil, a taxa SELIC apurada foi de 11,18% e 13,67%, respectivamente. Entretanto, o valor apurado para o exercício de 2009, até o dia 24 de setembro, foi de 8,65%. **Sendo assim, dada a flutuação observada nos últimos três anos, optou-se por considerar um valor de 13% para essa análise, já que o uso de valores mais baixos poderia prejudicar a avaliação no horizonte de cinco anos.**

Agora que todos os dados relevantes para a análise foram apresentados, serão expostos os valores do Valor Presente Líquido – VPL para três cenários diferentes, lembrando que os dados referentes ao custo de produção, ao preço de venda, ao tempo total perdido e aos custos gerais do investimento mantêm-se constantes, independente do cenário.

- **Cenário 1**

Trata-se do cenário mais otimista. Nesse caso, considerou-se que a produção anual perdida seria exatamente o dobro daquela mostrada para o 1º Semestre de 2009. Isso implica dizer que o mercado estaria aquecido e absorveria toda a produção nos próximos cinco anos.

Tabela 3.15: Dados para cálculo do lucro anual - Cenário 1

Dados anuais	
Volume perdido (unidades)	21598,7
Faturamento	R\$ 1.254.885,63
Custo de produção	R\$ 191.148,67
Lucro total	R\$ 1.063.736,96

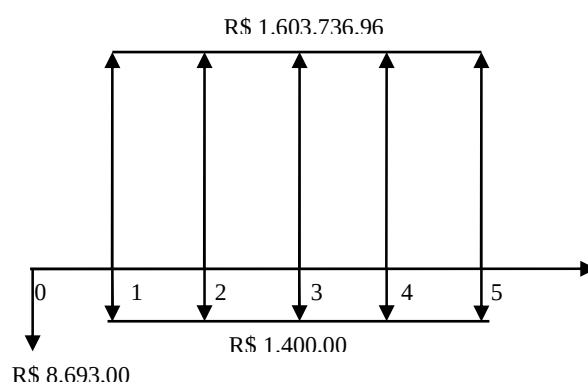


Figura 3.12: Fluxo de caixa para o cálculo do VPL - Cenário 1

Com base no fluxo de caixa apresentado na Figura 3.12, tem-se que:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 3.727.791,77$$

A partir do valor calculado para o VPL ($\text{VPL} \gg 0$), conclui-se facilmente que é vantajoso transferir a colocação de tampa para a rosqueadeira, já que o lucro obtido com a redução das perdas por ajustes e *setup* compensa os custos de aquisição e de manutenção dos novos ferramentais.

- **Cenário 2**

Nesse caso, considerou-se que a produção anual perdida seria exatamente aquela mostrada para o 1º Semestre de 2009. Isso implica dizer que o mercado não estaria tão aquecido quanto no cenário 1 e, portanto, absorveria apenas 50% da produção anual nos próximos cinco anos.

Tabela 3.16: Dados para cálculo do lucro anual - Cenário 2

Dados Anuais	
Volume perdido (unidades)	10799,4
Faturamento	R\$ 627.442,82
Custo de produção	R\$ 95.574,34
Lucro total	R\$ 531.868,48

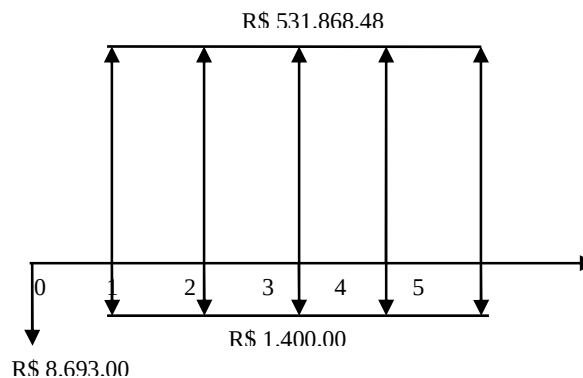


Figura 3.13: Fluxo de caixa para o cálculo do VPL - Cenário 2

Com base no fluxo de caixa apresentado na Figura 3.13, tem-se que:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 1.857.087,32$$

Dessa forma, mesmo com um mercado menos aquecido do que aquele suposto no cenário 1, o investimento permanece bastante atraente ($\text{VPL} \gg 0$), tendo que o custo do capital e os custos de manutenção seriam inalterados.

- **Cenário 3**

Trata-se do cenário mais pessimista. Nesse caso, considerou-se que a produção anual perdida seria a menor possível, em uma tentativa de encontrar a porcentagem mínima de vendas capaz de tornar o investimento vantajoso. Para isso, a partir de 50%, foram testados vários níveis até encontrar o valor mínimo. **O resultado mostrou que, caso apenas 0,75% do volume total pudesse ser absorvido pelo mercado anualmente, ainda assim seria vantajoso adquirir os novos ferramentais.**

Tabela 3.17: Dados para cálculo do lucro anual - Cenário 3

Dados anuais	
Volume perdido (unidades)	81,0
Faturamento	R\$ 4.705,82
Custo de produção	R\$ 716,81
Lucro total	R\$ 3.989,01

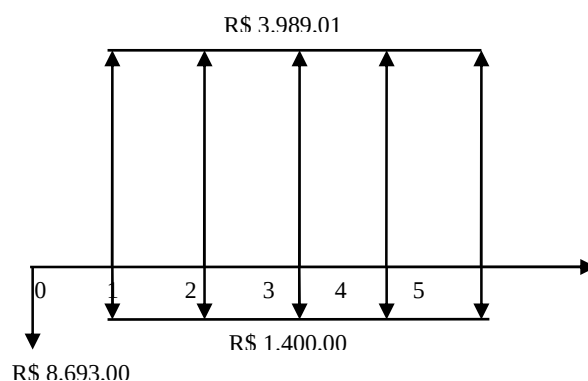


Figura 3.14: Fluxo de caixa para o cálculo do VPL - Cenário 3

Calculando o VPL para o cenário 3, tem-se que:

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 413,16$$

O cenário 3 foi admitido como forma de estressar ao máximo o modelo e identificar a situação de maior risco. **Com isso, notou-se claramente que a porcentagem de vendas mínima é tão baixa (0,75%) que seria muito difícil tornar esse investimento desvantajoso para a Natura.** Além disso, os valores de VPL elevados, mostrados nos cenários 1 e 2, admitem uma variação razoável dos custos de manutenção e do custo do capital, difíceis de serem previstos com total precisão. Essa análise prova que o investimento é vantajoso.

3.3.1.2 Análise da Operação 03

A operação O3 contempla a colocação de parâmetros numéricos em todos os relógios (conta-giros) das máquinas. Novamente, assim como a operação O1, esta também não exige capacidade técnica, podendo ser realizada por qualquer um dos auxiliares da linha. Entretanto, para que a operação seja bem-sucedida, é fundamental que haja uma lista com a identificação dos parâmetros e de seus valores por SKU, evitando erros e confusões. Como essa operação, até então, era executada pelo próprio mecânico sênior, o mesmo não contava com nenhum *check list* para os parâmetros, pois, acreditava em sua memória e experiência para determiná-los. Além disso, conversando com o pessoal da linha, eles informaram que há uma folha de consulta com alguns dos valores dos parâmetros, mas que se encontra desatualizada e incompleta.



Figura 3.15: Exemplos de relógios (conta-giros) da encartuchadeira

Sendo assim, com o intuito de conferir maior assertividade, elaborou-se um *check list* com todos os parâmetros numéricos dos equipamentos. **Com isso, a operação O2 também pôde ser transferida para outro colaborador, reduzindo ainda mais o tempo de *setup* interno do mecânico sênior.**

PLANO DE CONTROLE - Linha 07

PRODUTO: TODOS		Nº. REVISÃO: 0		DATA EMISSÃO: 20-08-2003				
EMISSÃO: Eng. Industrial		APROVAÇÃO:		REVISÃO: 0				
Descrição da Sequência	Característica ou Parâmetro do Processo / Produto	Métodos						Plano de Reação
		Especificação/ Tolerância de Produto/ Processo	Técnica de Avaliação/ Medição	Tamanho da Amostra	Frequência de Amostragem	Método de Controle	Documento Referência	
Envasar produto no frasco	Altura do cabeçote	Escala BIOGRAFIA: 110 BIOGRAFIA 50ML: 87 HOJE: 120 FACES: 170 DUE: 122 NATURA HOMEM: 120 ESSENCIAL: 130 HORUS: 120 SOL E LUA: 180	Visual	-	Início de turno / troca do produto	Liberação de linha	-	
	Regulagem do anel de recrave (pressão no recrave)	BIOGRAFIA: N/A BIOGRAFIA 50ML: N/A HOJE: N/A FACES: N/A DUE: 34 NATURA HOMEM: N/A ESSENCIAL: 32 HORUS: N/A SOL E LUA: 34	Visual	-	Início de turno / troca do produto	Liberação de linha	-	
	Suporte do portal de cache	BIOGRAFIA: N/A BIOGRAFIA 50ML: N/A HOJE: N/A FACES: N/A DUE: 28 NATURA HOMEM: N/A ESSENCIAL: 21 HORUS: N/A SOL E LUA: 24	Visual	-	Início de turno / troca do produto	Liberação de linha	-	

Figura 3.16: Exemplo de check list de parâmetros da envasadora

3.3.1.3 Análise de algumas operações de ajustes

Além de tratar das três operações mais longas do mecânico sênior (O1, O2 e O3), optou-se também por atacar as operações de ajustes de algumas partes das máquinas. Isso porque, durante a observação do *setup* mais crítico, notou-se que alguns pontos de ajustes podem ser convertidos em regulagem de parâmetros numéricos, caso seja possível colocar escalas. Embora nem todos os tipos de ajustes possam ser eliminados, alguns deles foram apontados como pontos de melhoria, como apresentado na tabela abaixo.

Tabela 3.18: Ajustes que devem ser convertidos em regulagens com parâmetros numéricos (continua)

Elemento de ajuste		Local	Tempo do elemento (minutos)
A1	Ajustar a largura do trilho	Encartuchadeira	00:00:57
A2	Ajustar a altura do sensor de válvulas	Recravadeira	00:00:40
A3	Ajustar a altura do sensor de presença de ondulado	Encartuchadeira	00:01:30
A4	Ajustar o magazine de cartucho	Encartuchadeira	00:04:55
A5	Ajustar a abertura da correia taliscada	Encartuchadeira	00:08:17
A6	Ajustar a altura da guia superior do ondulado	Encartuchadeira	00:00:50
A7	Ajustar a altura da flauta	Encartuchadeira	00:03:30

Elemento de ajuste		Local	Tempo do elemento (minutos)
A8	Ajustar o avanço da flauta	Encartuchadeira	00:00:34
A9	Ajustar a altura do “pega” de frasco	Encartuchadeira	00:12:30
A10	Ajustar o dobrador superior e inferior do ondulado	Encartuchadeira	00:07:30
Total			00:41:13

(conclusão)

Todos os pontos de ajustes mostrados na Tabela 3.18 podem ser convertidos em pontos de regulagens com parâmetros numéricos facilmente, basta acrescentar uma escala na peça e parametrizar para todos os SKU's da Linha 7. Por exemplo, durante a observação do *setup* mais crítico, o dobrador das abas superiores e inferiores do ondulado era ajustado a partir do “*feeling*” dos mecânicos. No entanto, com a colocação de uma escala nos dobradores, o *setup* passaria a contar apenas com a colocação de parâmetros para cada ondulado, uma ação mais assertiva e menos demorada da que as atividades de ajustes. Acredita-se que, com a colocação das escalas, o tempo de todos os ajustes apresentados na Tabela 3.18 pode ser reduzido consideravelmente. Para verificar a redução média dos tempos de ajustes, optou-se por simular e cronometrar os tempos de todos os ajustes mencionados. Além disso, para garantir a confiabilidade dos dados e da redução total provocada no tempo de *setup*, calculou-se o tamanho da amostra, dado um nível de confiança de 90% ($\alpha = 10\%$). Para os cálculos, foi utilizada a distribuição *t de Student*, já que o valor do desvio padrão não é conhecido. O valor do erro variou de acordo com cada amostra. Dessa forma, para todas as amostras:

- Tamanho inicial da amostra (n') = 10
- $\alpha = 10\%$
- $t_{n'-1; \alpha/2} = 1,83$
- S estimado = apresentado na Tabela 3.19 para cada tipo de ajuste
- e_0 = apresentado na Tabela 3.20 para cada tipo de ajuste

Tabela 3.19: Duração dos ajustes simulados (continua)

Simulações	Ajustes									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
1	00:00:30	00:00:20	00:00:55	00:01:50	00:03:18	00:00:25	00:01:35	00:00:20	00:03:35	00:04:00
2	00:00:35	00:00:25	00:00:43	00:01:45	00:03:50	00:00:36	00:01:29	00:00:14	00:03:56	00:03:35
3	00:00:25	00:00:17	00:00:47	00:01:55	00:04:01	00:00:27	00:01:40	00:00:17	00:04:00	00:03:30
4	00:00:29	00:00:26	00:00:53	00:01:49	00:03:50	00:00:26	00:01:50	00:00:16	00:03:55	00:03:29
5	00:00:31	00:00:21	00:00:50	00:01:45	00:03:55	00:00:32	00:01:45	00:00:14	00:04:10	00:04:01
6	00:00:32	00:00:23	00:00:49	00:01:47	00:04:10	00:00:31	00:01:29	00:00:16	00:03:56	00:03:45
7	00:00:30	00:00:19	00:00:46	00:01:51	00:03:45	00:00:30	00:01:27	00:00:15	00:03:57	00:03:36

Simulações	Ajustes									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
8	00:00:28	00:00:20	00:00:49	00:01:47	00:04:00	00:00:29	00:01:32	00:00:16	00:04:10	00:03:38
9	00:00:29	00:00:21	00:00:50	00:01:42	00:04:05	00:00:25	00:01:27	00:00:17	00:03:55	00:03:37
10	00:00:37	00:00:22	00:00:47	00:01:44	00:03:43	00:00:26	00:01:30	00:00:18	00:03:59	00:03:42
Média	00:00:31	00:00:21	00:00:49	00:01:47	00:03:52	00:00:29	00:01:34	00:00:16	00:03:57	00:03:41
Desvio padrão	00:00:03	00:00:03	00:00:03	00:00:04	00:00:15	00:00:04	00:00:08	00:00:02	00:00:10	00:00:11

(conclusão)

Tabela 3.20: Valor do erro (em segundos) para cada tipo de ajuste

Ajustes	e_0
A1	1,8
A2	1,8
A3	2,4
A4	1,8
A5	8,7
A6	2,4
A7	4,7
A8	1,2
A9	5,8
A10	6,5

Equação 6: Cálculo do tamanho da amostra com α desconhecido

$$n = \left(\frac{t_{n'-1; \frac{\alpha}{2}} \cdot S}{e_0} \right)^2$$

Sendo assim, aplicando a equação acima para todos os ajustes (A1 até A10), com os dados descritos acima, concluiu-se que a quantidade de amostras coletadas era suficiente para garantir um nível de confiança de 90%, com erros e_0 , já que os erros apresentadas são muito baixos. Dessa forma, a média encontrada para cada ajuste pode ser considerada uma média que reflete de maneira confiável os novos tempos de ajustes após a colocação das escalas, **totalizando uma redução de 24 minutos.**

Foram utilizadas duas formas de colocação de escala nas peças:

- Escala adesiva;
- Escala com marcação química, no caso de peças que são impossibilitadas de receber o adesivo. Por exemplo, em peças que possuem contato com óleos lubrificantes. Nesse caso, a escala é marcada na peça por meio de eletrólise.

As figuras abaixo exemplificam as adaptações para colocação de escalas que foram feitas em algumas peças dos equipamentos. Na Figura 3.17, pode-se observar a colocação de escala adesiva junto com a construção de um ponto de referência para a tomada de medida nos dobradores superiores e inferiores do ondulado. Já na Figura 3.18, é possível observar a colocação de escala com marcação química para indicar a altura do sensor de válvulas na estação de recravagem. Nesse caso, devido tanto ao formato circular da peça quanto ao tipo de material, optou-se pelo uso da marcação química, a fim de conferir maior durabilidade à escala.

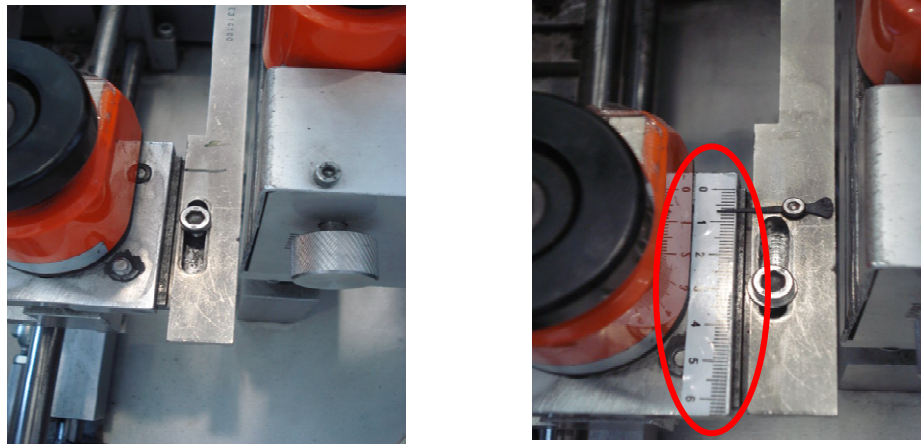


Figura 3.17: Ponto de ajuste sem escala (à esquerda) e após a colocação da escala adesiva (à direita)

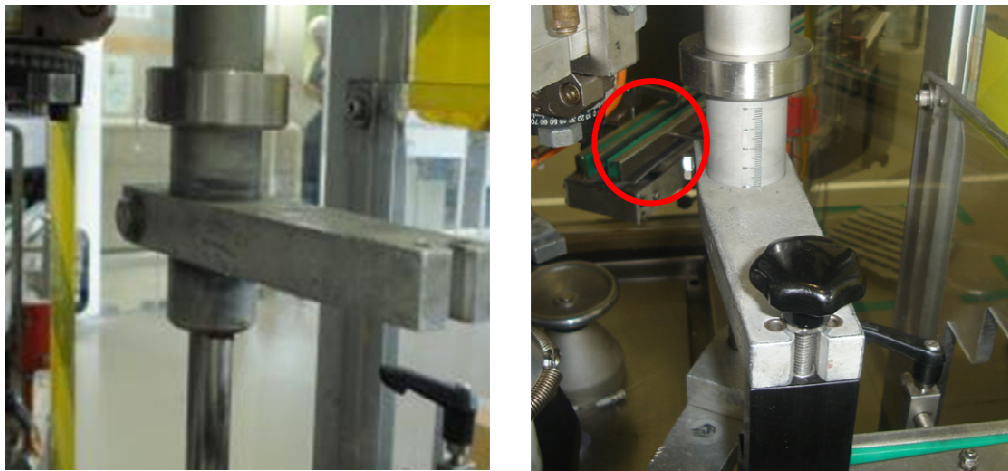


Figura 3.18: Ponto de ajuste sem escala (à esquerda) e após a colocação de escala com marcação química (à direita)

Com a adoção das medidas apresentadas no estágio 3 para este *setup* crítico, o tempo de *setup* interno do mecânico sênior foi reduzido em 108 minutos, justificados na tabela abaixo. Em contrapartida, houve um aumento do tempo de *setup* interno do mecânico júnior,

devido à transferência de algumas atividades. O tempo total de *setup* da Linha 7 foi reduzido para 217 minutos, agora, praticamente, com a equiparação dos tempos de *setup* interno da operadora e do mecânico sênior.

Tabela 3.21: Redução de tempo do *setup* do mecânico sênior

Operação	Descrição	Tempo reduzido	Justificativa
O1	Retirar e colocar ferramental	45	Transferência da atividade para o mecânico júnior
O2	Ajuste do finger de tampa	22	Transferência da colocação de tampa para a rosqueadeira, com redução de 80% do tempo inicial
O3	Colocar parâmetros nos relógios da encartuchadeira	17	Transferência da atividade para o mecânico júnior
	Ajustes diversos	24	Redução do tempo inicial, com a colocação de escala adesiva e química
	Total	108	

Analizando tanto as atividades da operadora quanto do mecânico sênior, notou-se que ainda havia algumas oportunidades de redução de ambos os colaboradores, já que os mesmos permanecem sendo os gargalos do *setup*, respectivamente com duração de 215 e 212 minutos.

Tempo total de *setup* por colaborador

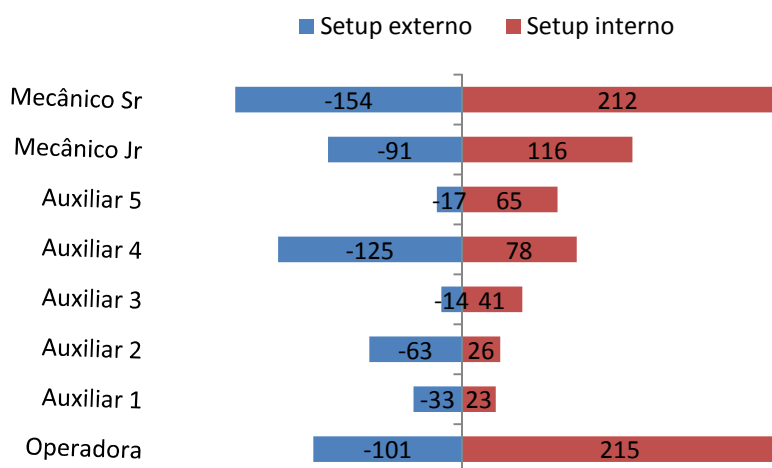


Gráfico 3.17: Distribuição dos tempos de *setup* por colaborador, após as melhorias aplicadas ao mecânico sênior

Em se tratando das atividades do mecânico sênior, notou-se que as operações de *setup* focadas em pontos simples do envase e da recravadeira poderiam ser transferidas para o mecânico júnior, o qual detém o conhecimento necessário para sua execução e já está habituado a realizá-las em outras linhas de produção da fábrica. Dessa forma, o mecânico

júnior agregou às suas funções as seguintes atividades, **reduzindo o tempo de *setup* do mecânico sênior em 23 minutos:**

- Ajustar a régua superior do trilho de válvulas e de tampas;
- Ligar e regular a panela vibratória de válvulas;
- Ajustar o portal de válvulas;
- Ajustar a altura do funil da recravadeira;
- Ajustar o trilho de válvulas;

No caso da operadora de máquina, foi possível observar que algumas de suas atividades, as quais não estavam relacionadas aos equipamentos propriamente ditos, poderiam ser transferidas aos auxiliares. Por exemplo, atividades de retrabalho para os testes iniciais de produção, que consistem no retrabalho de insumos fora da condição aceitável, como um cartucho amassado, uma válvula mal recravada ou uma tampa amassada, podem facilmente ser absorvidas por algum auxiliar, uma vez que nenhuma habilidade específica é exigida. Isso também ocorre com a realização do Controle de Volume, denominado CEP, em que são retiradas 5 amostras de frascos envasados a fim de verificar se há variação de volume, por meio da pesagem dos frascos, com sua devida tara. **Com a transferência de todas as atividades listadas abaixo, haverá uma redução de praticamente 32 minutos no tempo de *setup* da operadora:**

- Realizar retrabalho dos produtos;
- Trocar o texto da codificadora;
- Realizar Controle de Volume;
- Realizar teste de vácuo (para verificar se há vazamento);
- Coletar amostras para a área da qualidade;

Agora que as atividades do mecânico sênior e da operadora foram finalmente redistribuídas, foi fundamental rever as atividades dos demais colaboradores, com o intuito de eliminar o elevado nível de ociosidade presente. Para isso, a carta de operações de cada um foi revisitada, a fim de apresentar de maneira resumida as atividades por eles executadas:

Tabela 3.22: Principais atividades do *setup* interno dos colaboradores

Colaborador	Principais atividades do <i>setup</i> interno
Auxiliar 1	• Limpeza dos equipamentos • <i>Setup</i> da codificadora
Auxiliar 2	• Retirada e colocação de “pucks”
Auxiliar 3	• Troca de ferramental na estação de recravagem • Troca de ferramental na celofanadeira
Auxiliar 4	• Suporte no <i>setup</i> da encartuchadeira • Retirada e colocação de “pucks”
Auxiliar 5	• <i>Setup</i> da celofanadeira
Mecânico júnior	• Troca de ferramental da envasadora • Ajustes e regulagens de pontos simples da envasadora e recravadeira

Observando a Tabela 3.22, é fácil notar que alguns colaboradores executam atividades similares, de modo que seria possível agrupar operações semelhantes em um mesmo colaborador, reduzindo o grupo participante e possibilitando um ambiente mais organizado durante o *setup*, com os papéis individualmente bem definidos.

Buscando essa definição clara de papéis, deu-se início à reorganização das tarefas. Em primeiro lugar, nota-se que o Auxiliar 2 e o Auxiliar 4 compartilham a mesma atividade de retirar e colocar os “pucks” na linha, fato que aponta para a eliminação de um dos dois participantes. Como o Auxiliar 4 também apóia o *setup* na encartuchadeira, decidiu-se por mantê-lo, e assim, tornou-se desnecessária a participação do Auxiliar 2. Observou-se ainda a oportunidade de agregar as atividades do Auxiliar 1, que são simples, às do Auxiliar 4, eliminando mais um participante. Por fim, o Auxiliar 4 será quem absorverá as atividades oriundas da operadora. Sendo assim, o **Auxiliar 4 passará a executar as seguintes atividades:**

- Retirar os “pucks” da linha do produto anterior;
- Abastecer a linha com os “pucks” do produto seguinte;
- Limpar os equipamentos com álcool;
- Realizar o *setup* da codificadora;
- Suportar o *setup* da encartuchadeira, quando necessário;
- Realizar retrabalho dos produtos;
- Realizar controle de volume e teste de vácuo, necessários para liberar a linha para o início da produção;
- Coletar amostras para a área da qualidade;

Em segundo lugar, observa-se que o Auxiliar 3 executa atividades que também são executadas pelo Auxiliar 5 e pelo mecânico júnior. Dessa forma, as operações referentes à troca de ferramental da estação de recravagem podem ser transferidas para o mecânico júnior, enquanto que as atividades de troca de ferramental da celofanadeira podem ser absorvidas pelo Auxiliar 5, eliminando a participação do Auxiliar 3.

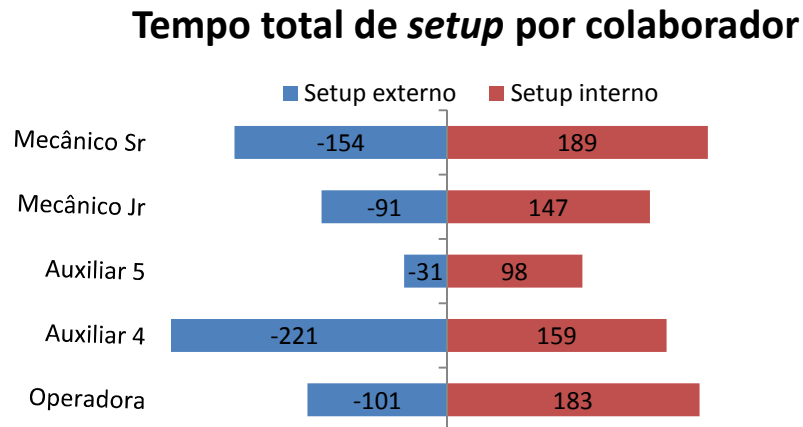


Gráfico 3.18: Distribuição do tempo de *setup* por colaborador, após as melhorias feitas no *setup* interno

3.3 Melhorias no *setup* externo

Além das ações de melhoria implantadas no *setup* interno, também é importante analisar as atividades do *setup* externo, garantindo, assim, um *changeover* enxuto e eficiente.

No Gráfico 3.18, é possível notar que os tempos de *setup* externo por colaborador tornaram-se muito elevados com a concentração de atividades em apenas cinco participantes. Por exemplo, no caso do Auxiliar 4, o qual absorveu atividades das Auxiliares 1 e 2, o seu tempo de *setup* externo saltou de 125 minutos para 221 minutos. Os números mostram que também será necessário atacar o *setup* externo.

Segundo Shingo (1985), uma das ferramentas mais eficazes e úteis na busca por um *setup* externo eficaz consiste na utilização de *check lists*. Neste trabalho, foram identificadas duas oportunidades para o uso de *check list*:

- O mecânico sênior poderá utilizar um *check list* na **separação das ferramentas** necessárias para a realização do *setup*;

- O mecânico júnior poderá utilizar um *check list* na **separação dos ferramentais necessários para a realização do *setup*, os quais variam com o tipo de produto (anexo D)**;

Tabela 3.23: Parte do *check list* de ferramental

Check list de Ferramental

Envasadora		Encartuchadeira	
Pinça/ Batorel		Flauta do Protetor Ondulado	
Pré Clipping		Berço de Frasco	
Portal de Válvula		Garra do Pega de Frasco	
Garra da Válvula		Empurrador do Frasco	
Centralizador de Gargalo		Empurrador do Ondulado	
Trilho Vibratório de Tampa		Caneta de Vácuo 1	
Portal do Cache		Caneta de Vácuo 2	
Finger do Cache		Empurrador de Introdução	
Aplicador do Cache		Túnel de Introdução	
Centralizador de Cache		Régua de Apoio do Ondulado	
Esteira de cache		Apoio da Tampa	
Bocal de Rosqueamento			
Dispositivo Presença de Cache			
Portal da Tampa			
Castanha da Tampa			
Pistão do acionador			
Esteira de tampa			

Em se tratando de outras melhorias no *setup* externo, notou-se que algumas das atividades do mecânico sênior não deverão mais ocorrer durante o *setup* externo, tais como reuniões com os manutentores e idas ao banheiro, resultando em uma redução de 55 minutos. Além disso, a operação mais longa, com duração de uma hora e doze minutos, consistiu na demora que o mecânico sênior enfrentou até ser notificado sobre o *setup* na Linha 7, causando um grande atraso nas atividades seguintes. Essa perda motivou o desenvolvimento de um quadro de *setup*, que será posicionado na entrada da sala de ferramentais e servirá como a principal fonte de comunicação entre a operação e os mecânicos quanto à ocorrência dos *setups*. Os operadores de máquina, assim que receberem a programação da linha, no início do turno, e estiverem cientes dos *setups* que ocorrerão, devem anotar no quadro o nome da linha, o horário aproximado do *setup*, bem como o nome do produto que sairá de linha e daquele que o seguirá. Trata-se de uma ação, cujo investimento será irrisório (cerca de R\$300,00), mas que certamente trará bons resultados para o tempo de *setup* de todas as linhas da fábrica,

visto que a falta de organização e de comunicação entre a manufatura e a manutenção é comum.

QUADRO DE SET UP			
MÁQUINA	HORA	DE:	
		PARA:	
MÁQUINA	HORA	DE:	
		PARA:	
MÁQUINA	HORA	DE:	
		PARA:	
MÁQUINA	HORA	DE:	
		PARA:	
MÁQUINA	HORA	DE:	
		PARA:	

Figura 3.19: Esboço do quadro de *setup* que será posicionado na entrada da sala de ferramental

Já no caso do Auxiliar 5, cujas atividades contemplam também as do Auxiliar 3, pôde-se observar que todas as atividades do *setup* externo deixarão de existir, uma vez que já serão executadas por outro colaborador. Tratam-se basicamente de operações de espera de materiais e de ferramental.

Em se tratando do Auxiliar 4, a redução do tempo de *setup* externo ocorreu devido à eliminação de atividades como a de procurar a panela de válvulas pela fábrica (função do mecânico júnior), aguardar preparador para sanitizar o envase, além de alguns minutos de ociosidade, em que aguardava a definição das próximas atividades, dado que não havia um procedimento a ser seguido. Dessa forma, observou-se uma redução de 162 minutos.

Por fim, analisando as operações do *setup* externo da operadora, notou-se que mais de 90% delas deveriam ser executadas por outros colaboradores ou não deveriam existir. Desse modo, as atividades relacionadas à procura pela panela de válvulas serão repassadas ao mecânico júnior (6 minutos); as atividades referentes ao abastecimento da linha, à limpeza da panela de válvulas e aos testes de codificação dos frascos serão transferidas ao Auxiliar 4 (aproximadamente 15 minutos); e o tempo despendido com a procura pelo preparador deverá ser quase que totalmente eliminado (10 minutos).

Com o novo cenário, o *setup* necessitará de 5 pessoas, ao invés de 8 pessoas, resultando na distribuição de tempo de *setup* interno e externo, por colaborador, mostrada no Gráfico 3.19. Contudo, ainda assim, nota-se a presença de certo grau de

ociosidade para o mecânico júnior e para os Auxiliares 4 e 5. **Sendo assim**, tendo em vista as ações empregadas tanto para a redução do tempo de *setup* interno quanto externo **o tempo total do *setup* mais crítico da linha foi reduzido para 189 minutos, contra 474 minutos do cenário inicial, o que representa uma redução de 59,8%.**

Vale destacar que a aplicação do SMED foi baseada no *setup* mais crítico da linha, ou seja, naquele que, embora não apresentasse a maior frequência, era o que mais consumia tempo. Isso porque, como já mencionado, a linha contempla um mix de produtos formado por 5 famílias de produtos e seria inviável avaliar os 11 tipos distintos de *setup*. No entanto, como a situação analisada consiste no *setup* mais complexo e mais longo, todas as atividades foram contempladas, de modo que os demais tipos de *setup* também serão beneficiados.

É importante enfatizar que a redução obtida foi resultado de uma primeira análise detalhada das atividades de *setup* da Linha 7, em que a metodologia SMED foi aplicada de forma rigorosa. Certamente, no futuro, mais melhorias serão identificadas e poderão ser implementadas, aumentando ainda mais os ganhos.

Tempo total de *setup* por colaborador

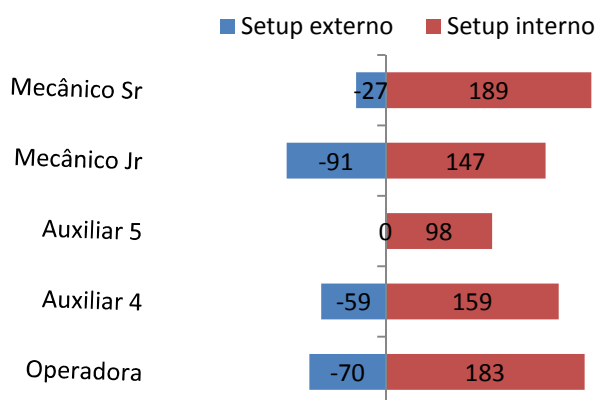


Gráfico 3.19: Configuração final do tempo de *setup* total por colaborador

3.4 Elaboração do novo procedimento de *setup*

Agora que todas as melhorias identificadas nessa primeira análise foram implementadas, é possível elaborar o novo procedimento de *setup* da Linha 7, com a quantidade de pessoas e seus papéis bem definidos. A partir do Gráfico 3.19, nota-se que, para a nova configuração do *setup*, serão necessários 5 pessoas para a execução das atividades. A

fim de facilitar a identificação, os auxiliares 4 e 5 serão denominados “A” e “B”, respectivamente. No procedimento, serão apresentadas as atividades por colaborador para os *setups* interno e externo.

Para não tornar esta seção muito extensa, os procedimentos de *setup* por colaborador constam no anexo C. Porém, segue um exemplo do Procedimento de *setup* do Mecânico Sênior. Com o intuito de tornar o documento mais prático, optou-se por incluir o valor dos parâmetros, quando se tratar de uma regulagem com escala ou conta-giros, bem como, o *layout* da linha, para tornar a movimentação do colaborador mais eficiente durante o *setup* interno.

Tabela 3.24: Procedimento de *setup* - Mecânico Sênior (continua)



Procedimento de *setup* - Linha 7

Colaborador: Mecânico Sênior

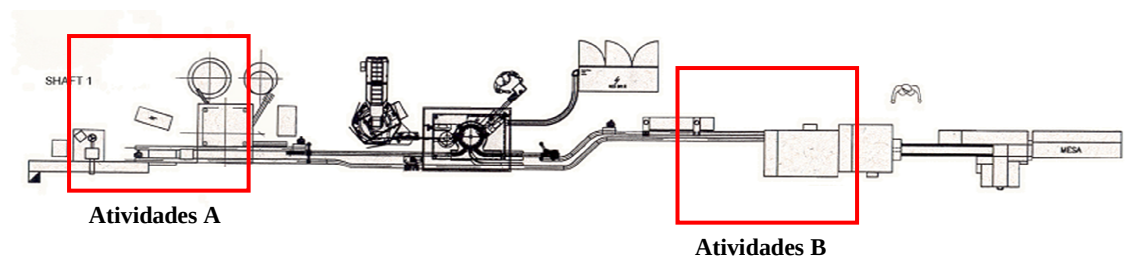
Setup Externo

#	Atividade
1	Assim que iniciar o turno, verificar quais <i>setups</i> ocorrerão e seu horário aproximado
2	Separar as chaves e ferramentas necessárias, de acordo com o <i>check list</i>
3	Separar ferramental, de acordo com o produto que entrará em linha

Setup Interno

A	Encartuchadeira	Parâmetro
1	Fixar guia superior do ondulado	
2	Colocar o empurrador 3	
3	Ajustar a altura da correia	
4	Regular a abertura da correia taliscada	34,2
5	Regular a altura do sensor de presença de ondulado	75,6
6	Regular o magazine de cartucho	66,3
7	Regular a altura dos pegos frontal e traseiro	1120
8	Ajustar a centralização do pega	
9	Ajustar o apoio do ondulado	
10	Ajustar a altura da talisca	
11	Ajustar a inclinação da talisca	
12	Regular a altura da guia superior do ondulado	56,8
13	Ajustar a altura do túnel de introdução	
14	Ajustar a armação do cartucho	
15	Regular a altura da flauta	0134,7
16	Regular o avanço da flauta	076,8
17	Ajustar o sincronismo da flauta	
18	Ajustar a montagem do cartucho feita pela flauta	

19	Ajustar a unha	
20	Ajustar a flauta que empurra o cartucho	
21	Regular o dobrador superior e inferior do ondulado	32,4/76,5
22	Ajustar a mola do magazine	
23	Ajustar a guia lateral da dobra do ondulado	
24	Testes em automático	
B Envasadora e Recravadeira		Parâmetro
25	Verificar altura da esteira de tampa em relação ao portal	
26	Ajustar as guias laterais da esteira de tampas	
27	Ajustar a esteira de tampa	
28	Ajustar pressão da pinça de recravagem (anel de recravagem)	
29	Verificar recravagem	
30	Ajustar a envasadora	



(conclusão)

3.5 Ações 5S

Além das ações voltadas diretamente para otimização do tempo do *setup* mais crítico da Linha 7, foram também implementadas ações ligadas à organização geral do ambiente de trabalho, um dos problemas observados durante o *setup* e levantados do Diagrama de Ishikawa. Como já mencionado anteriormente, os cinco sentidos (5S) juntos são considerados fundamentais para a produtividade de qualquer empresa, sempre que aliados a medidas de qualidade e de redução de desperdícios.

A fim de buscar resultados mais satisfatórios com a aplicação dos cinco sentidos, foi desenvolvida uma auditoria, considerando os aspectos mais relevantes para a linha de envase. Dessa forma, no mesmo dia em que o *setup* mais crítico foi observado, a aluna auditou a Linha 7, com base nos cinco sentidos, com o intuito de verificar os pontos fracos e os pontos fortes do ambiente de trabalho. Na auditoria, cada sentido é avaliado através de algumas perguntas, cuja média das notas das perguntas corresponde à nota dos sentidos. As notas variam em uma escala de 0 a 5, ou seja, de ruim a ótimo. As notas obtidas com a primeira auditoria podem ser observadas na Tabela 3.25, que aponta para uma situação geral boa, porém, com

alguns pontos regulares, como é o caso da organização e da disciplina. Na verdade, garantir a disciplina das pessoas frente às ações do 5S representa o grande desafio do programa, uma vez que exige a mudança de hábitos e de cultura no ambiente de trabalho.

Tabela 3.25: Notas da primeira auditoria de 5S

Senso	Nota
Seiri (Utilização)	4,4
Seiton (Organização)	2,8
Seiso (Limpeza)	3,8
Seiketsu (Asseio e Padronização)	3,6
Shitsuke (Disciplina)	2,5
Média Geral	3,4

Tendo em vista os pontos fracos da Linha, que certamente prejudicaram o desempenho da equipe durante a execução do *setup*, algumas ações foram tomadas paralelamente àquelas apresentadas durante a aplicação da metodologia SMED. Vale citar a organização feita no carrinho de ferramentas da linha, que não continha todas as ferramentas necessárias, prejudicando algumas atividades durante o *setup*.



Figura 3.20: Organização do carrinho de ferramentas

Além disso, é possível observar a aplicação de fitas no chão, de cores diferentes, responsáveis pela demarcação de diversas áreas, tais como pallets com insumos, postos de trabalho, lixos, pallets com caixas vazias para serem descartadas. Essa ação contribuiu com as atividades do Auxiliar 4 no momento de abastecer a linha e retirar insumos, uma vez que todos os locais estão demarcados, evitando confusão e erros.

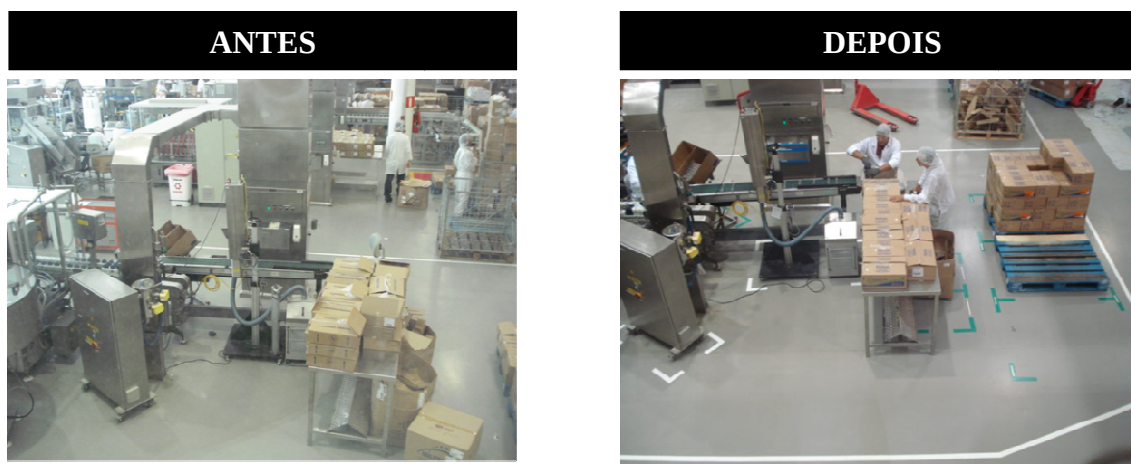


Figura 3.21: Algumas demarcações feitas no piso

Na Figura 3.22, tem-se uma visão geral da linha, por meio da qual é possível notar a mudança obtida com a aplicação da metodologia 5S.

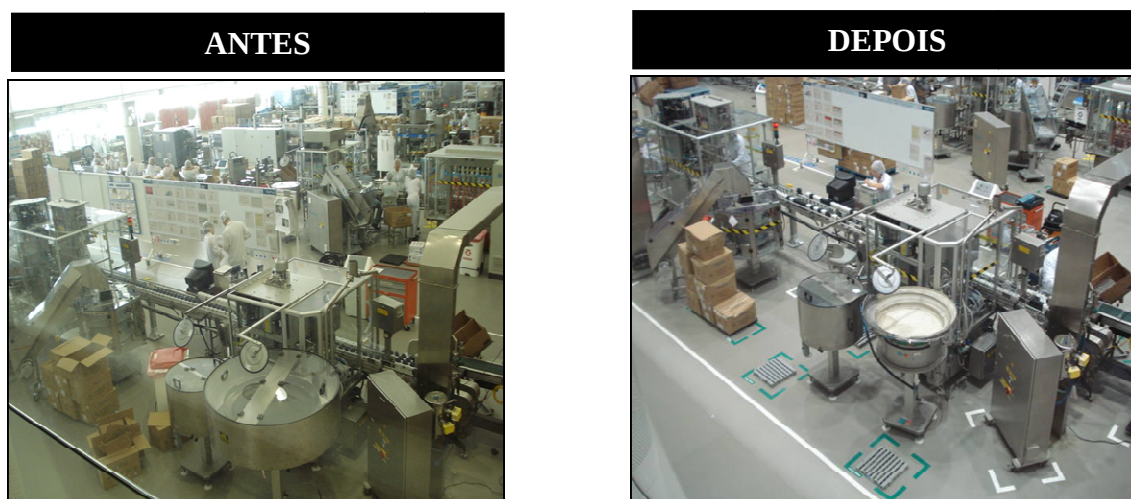


Figura 3.22: Visão geral da linha

Dois meses após a primeira auditoria, foi realizada uma nova auditoria, a fim de conferir a evolução da equipe em relação aos cinco sentidos. Comparando as notas da primeira auditoria com as apresentadas na Tabela 3.26, nota-se que a Linha 7 evoluiu significativamente em três sentidos: organização, asseio/padronização e disciplina, tendo sua média geral elevada em mais de 1 ponto.

Vale salientar que, embora as ações implantadas no Programa 5S não tenham relação direta com a aplicação do SMED, a deficiência de alguns itens auditados só foi percebida durante o acompanhamento do *setup*, o que ajudou a conscientizar a equipe da linha a respeito

da importância e da necessidade de manter os cinco sentidos sempre vivos na rotina de trabalho.

Tabela 3.26: Notas da segunda auditoria - depois da aplicação do 5S

Senso	Nota
Seiri (Utilização)	4,9
Seiton (Organização)	4,3
Seiso (Limpeza)	4,3
Seiketsu (Asseio e Padronização)	5,0
Shitsuke (Disciplina)	4,0
Média Geral	4,5

CONCLUSÃO

4. Conclusão

4.1 Resumo do Trabalho

Inicialmente, com base no mapa estratégico da Natura traçado para o período de 2009 a 2013, notou-se que a vice-presidência de Operações & Logística deveria estar preparada para alcançar um novo patamar de desempenho. Dessa forma, voltou-se para o plano estratégico da área de O&L e para o plano operacional das fábricas, local onde é desenvolvida a atividade de estágio da aluna, em que foram identificadas as principais ações adotadas para promover um alinhamento coerente com a estratégia de negócios da empresa.

O foco dessas ações estava direcionado para dois indicadores criados pela companhia em 2009, denominados INA (Índice de Não-Atendimento) e NC (Notificação da Consultora). Ambos encontravam-se diretamente relacionados às atividades das fábricas. O INA consiste em uma medida da não disponibilidade dos produtos, sempre que requeridos pelas consultoras Natura, ou seja, contempla situações em que a demanda não foi corretamente prevista ou em que as fábricas não atingiram os níveis de produção exigidos. Enquanto que o NC trata principalmente de problemas provocados pela falta de qualidade dos produtos, tais como distúrbios de odor, aparência e funcionalidade, bem como, vazamentos. Como a área de atuação da aluna, denominada Engenharia Industrial, estava mais focada em ações que poderiam ajudar a reduzir o INA, quando gerado por baixa produção das fábricas, optou-se por identificar o ponto mais crítico e atuar nessa direção.

A fábrica explorada durante este trabalho de formatura foi a fábrica Bacia do Rio São Francisco, responsável pela fabricação e pelo envase de colônias, desodorantes e óleos corporais. Além de ser a fábrica que contribui com a maior parcela do volume total produzido pela Natura, também é exatamente o local de estágio da aluna, o que facilitou a coleta de dados e a implementação das ações.

A fim de aumentar o NA – Nível de Atendimento da fábrica Rio São Francisco, foram identificadas as suas principais perdas, responsáveis pela baixa eficiência das linhas de envase. Com foco no indicador OEE consolidado para os meses de março, abril e maio de 2009, notou-se que o ideal seria aumentar o índice referente à disponibilidade dos equipamentos, já que era o menor dos três índices. Em seguida, estratificando as perdas contempladas pela disponibilidade, identificou-se que longos tempos de *setup* representavam quase 53% do total das perdas de disponibilidade, o que definiu o alvo deste trabalho de

formatura. Partiu-se, então, para a análise do tempo de *setup* total por linha de envase para o mesmo período de 2009, resultando na identificação da Linha 7 como aquela que mais contribui com as perdas por *setup* da fábrica em estudo. Sendo assim, o desenvolvimento deste trabalho de formatura apoiou-se na aplicação rigorosa dos três estágios da metodologia SMED, juntamente com o uso de ferramentas básicas da qualidade e do Programa 5S, com o objetivo de padronizar e reduzir o tempo médio de *setup* da Linha 7, a fim de alavancar o indicador NA da fábrica.

Além dos resultados alcançados com a redução e a padronização do *setup*, há outro grande benefício gerado por este trabalho. Dentre todas as perdas já citadas, o tempo de *setup* é a única perda que exige previsibilidade. Isto é, certamente, a situação ideal seria uma fábrica com produção ininterrupta, sem perdas de qualquer natureza. Contudo, esse cenário utópico não existe; as perdas ocorrem sim, e a produção é extremamente afetada. Considerando todas as perdas, a fábrica não consegue prever a duração de um ajuste ou de uma quebra, mas deveria ter capacidade de prever o tempo de *setup* de um produto para o outro, uma vez que este deve contemplar operações padronizadas e organizadas para que não haja flutuações de duração. Por isso, com a redução do tempo de *setup* e, por conseguinte, sua padronização, a fábrica passará a ter um tempo padrão para os *setups*, de modo a garantir maior confiabilidade na programação da produção.

4.2 Principais resultados obtidos

A aplicação do SMED ao *setup* mais crítico da Linha 7 resultou em uma redução de 59,8% do tempo total inicial de 474 minutos. Esse resultado foi alcançado por meio das seguintes medidas adotadas:

- Padronização das atividades de *setup* interno e externo por colaborador;
- Organização dos materiais e do espaço físico da Linha 7 com o emprego do Programa 5S;
- Definição de *check list* de ferramentas e de ferramental;
- Transferência da colocação de tampa de produtos recravados para a rosqueadeira, eliminando o tempo perdido com ajustes na estação de recravagem;
- Emprego de escalas adesivas e químicas em alguns pontos dos equipamentos com o intuito de facilitar o *setup*, a partir da definição de parâmetros numéricos;

A fim de comprovar os resultados obtidos no tempo de todos os tipos de *setup* da Linha 7, com a aplicação do SMED e do Programa 5S, coletaram-se os dados do mês de setembro e outubro de 2009 da planilha de OEE. O período de coleta de dados justifica-se pelo fato de a finalização das ações do projeto ter ocorrido em agosto. Os valores apresentados na média inicial referem-se à média por tipo de *setup* calculada na Tabela 3.7.

Tabela 4.1: Setups ocorridos em setembro e outubro de 2009

Mês	#	DE	PARA	Tempo de <i>setup</i> (depois do projeto)	Média inicial	Redução
Set	1	Rosqueados com válvula	Recravados 2	255	511	50,1%
	2	Recravados 3	Rosqueados com válvula	85	125	32,0%
	3	Recravados 3	Rosqueados com válvula	99	125	20,8%
	4	Rosqueados com válvula	Recravados 3	210	595	64,7%
	5	Rosqueados com válvula	Rosqueados com válvula	58	70	17,1%
	6	Rosqueados com válvula	Rosqueados com válvula	46	70	34,3%
	7	Rosqueados com válvula	Recravados 1	189	375	49,6%
	8	Recravados 1	Rosqueados com válvula	81	142	43,0%
	9	Rosqueados com válvula	Recravados 1	212	375	43,5%
Out	10	Recravados 1	Rosqueados com válvula	82	142	42,3%
	11	Rosqueados com válvula	Recravado 2	235	511	54,0%
	12	Recravados 2	Rosqueados com válvula	102	168	39,3%
	13	Rosqueados com válvula	Recravados 1	124	375	66,9%
	14	Recravados 2	Recravados 3	79	149	47,0%
	15	Recravados 3	Rosqueados com válvula	98	125	21,6%
	16	Rosqueados com válvula	Rosqueados com válvula	43	70	38,6%
	17	Rosqueado com tampa	Recravados 1	164	270	39,3%
	18	Recravados 1	Recravados 2	69	120	42,5%
	19	Recravados 2	Rosqueados com válvula	101	168	39,9%
	20	Rosqueados com válvula	Rosqueados com válvula	46	70	34,3%

Os tempos de duração dos *setups* coletados mostram que, embora nem todos os tipos de *setup* tenham sofrido redução em torno de 60%, houve uma queda média de 40% do

tempo, em relação à média inicial, apresentada na Tabela 4.1. Isso prova que muitas das atividades padronizadas durante o *setup* da família de Rosqueados com válvula para a família de Recravados 3 são compartilhadas pelos demais *setups*.

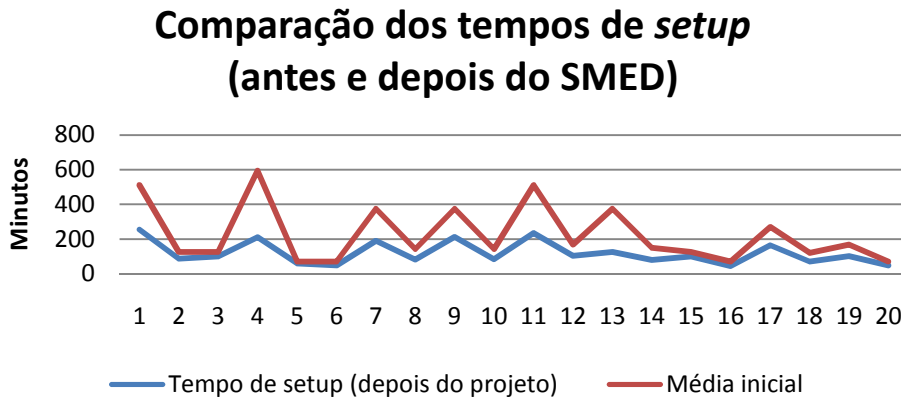


Gráfico 4.1: Comparação dos tempos de *setup* (antes e depois do SMED)

Na situação inicial, os dados indicavam que a média mensal do tempo total de *setup* girava em torno de 2363 minutos. Após a conclusão do projeto, esse número caiu para 1189 minutos. Observando o tempo de *setup* de todas as linhas de envase da fábrica, nota-se que a Linha 7, posicionada inicialmente em primeiro lugar quanto às perdas de *setup*, agora passa a ocupar o 5^o lugar no *ranking*. Além desse resultado, notou-se que as paradas com ajustes da Linha 7 apresentaram um decréscimo significativo. Isso pode ser explicado pelo fato de que parte dos ajustes deve-se a um *setup* despadronizado. No caso da Linha 7, em comparando a média mensal de ajustes para o período de março a maio de 2009 com a média mensal para setembro e outubro do mesmo ano, houve uma redução de 27,9%. Essa redução também contribuiu com o aumento do OEE da linha.

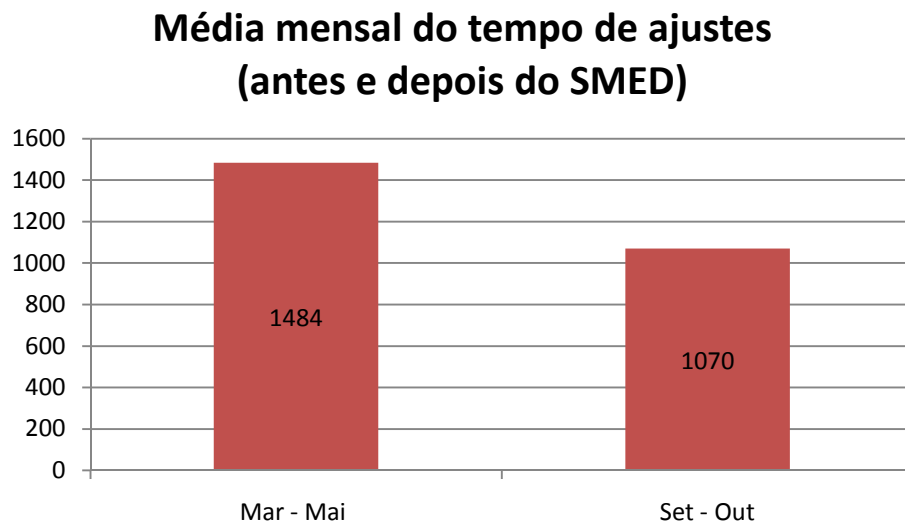


Gráfico 4.2: Comparação do tempo de ajustes antes (março a maio 2009) e depois (set e out 2009) do SMED

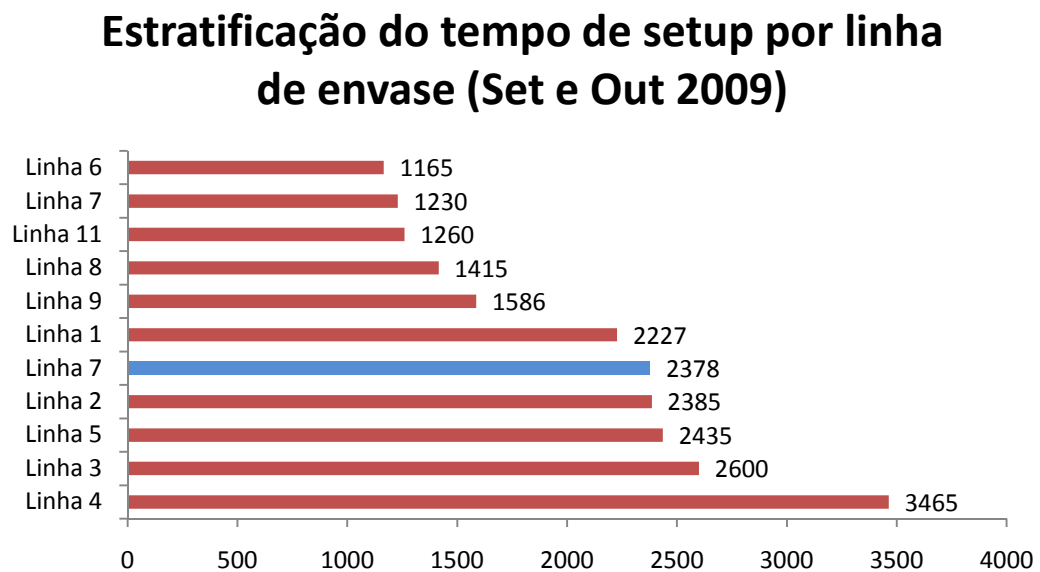


Gráfico 4.3: Estratificação de perdas por *setup* (após o projeto)

O efeito da redução no tempo de *setup* e no tempo perdido com ajustes pode ser sentido na evolução do OEE da linha, como mostra o Gráfico 4.4.

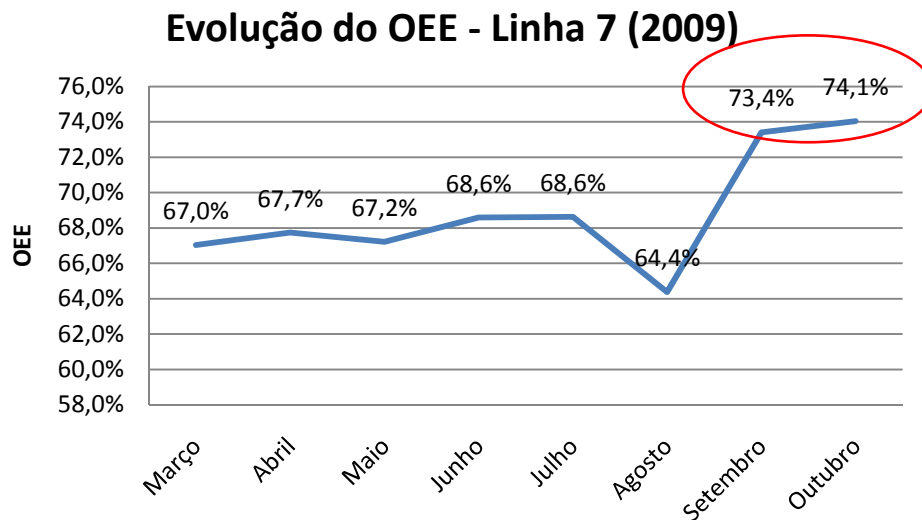


Gráfico 4.4: Evolução do OEE da Linha 7

Como houve um aumento significativo no OEE da linha, no Gráfico 4.5 é possível notar a melhora do Nível de Atendimento dos grupos de produtos envasados na Linha 7. Isso ocorreu devido ao aumento da disponibilidade do equipamento, que passa a ter mais tempo disponível para produção. Mesmo assim, o aumento observado por grupos de produtos ainda não foi suficiente para atingir a meta de 75% de NA definida para a fábrica, uma vez que o valor do indicador antes do projeto era muito inferior à meta.

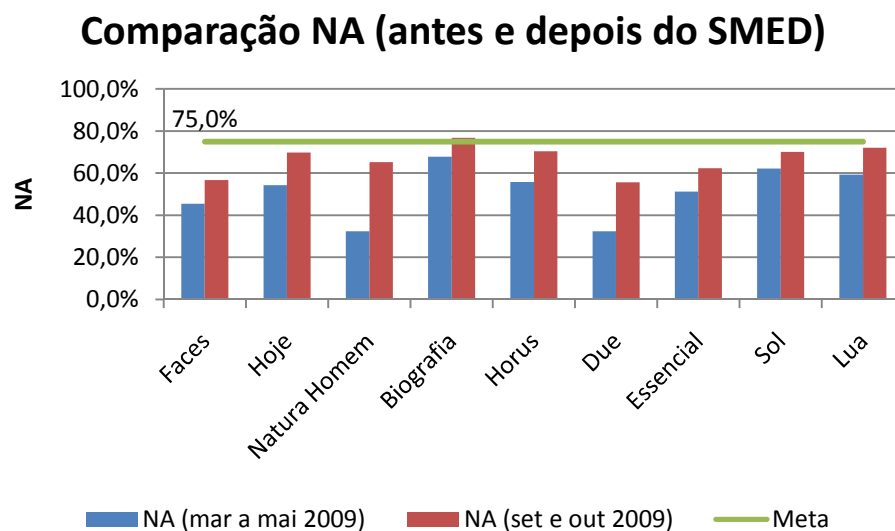


Gráfico 4.5: Comparação do NA antes e depois do projeto

Embora tenha ocorrido uma redução significativa no tempo de *setup* da Linha 7 e um aumento do OEE da linha e no NA dos seus SKU's, o seu efeito no OEE e no NA da fábrica é

difícil de ser percebido, uma vez que as outras 10 linhas de envase da fábrica não foram contempladas neste projeto, de modo que os vários problemas ocorridos em setembro e outubro afetaram ambos os indicadores, e inibiram os efeitos positivos deste trabalho.

Dessa forma, não serão apresentados os valores do OEE e do NA para a fábrica neste momento. O ideal é replicar o projeto em questão para as demais linhas de envase. Mesmo assim, dado que o projeto conseguiu aumentar o valor do OEE da Linha 7, isso mostra que a eficiência da linha aumentou, em especial, sua disponibilidade. Isto é, agora a linha ganhou de 40% a 60% do tempo de cada *setup* para aumentar sua produção, ganhando mais flexibilidade e mais volume de produção, reduzindo a possibilidade de corte de vendas.

4.3 Ganhos Potenciais

A Natura enfrenta um bom momento, com volumes de vendas elevados e previsões de demanda muito otimistas. Dessa forma, a gestão da fábrica aposta que o volume de produção ganho com a redução do tempo de *setup* da Linha 7 será absorvido pelo mercado, de modo que será convertido em ganhos para a companhia. Além disso, os produtos envasados na Linha 7 representam um dos grupos mais vendidos e mais antigos de colônias, o que tende a reforçar a idéia de que a produção não será perdida ou estocada. Mesmo assim, é importante pensar em cenários mais pessimistas no momento de elaborar a previsão de ganhos para a empresa.

Para calcular os ganhos potenciais com a implementação deste trabalho, será preciso trabalhar com o mix de produtos envasados na linha. Como houve variação da porcentagem de tempo reduzida do *setup* de acordo com a família de produtos, será adotada a redução observada sobre o tempo médio mensal de *setup* (média mensal caiu de 2.363 minutos para 1.189 minutos – valor médio do tempo total em setembro e outubro). Caso contrário, seria necessário identificar o percentual de redução por tipo de *setup*, exigindo que este trabalho fosse estritamente estendido para todas as famílias de produtos.

Outra dificuldade encontrada para o cálculo dos ganhos potenciais é o mix de produtos. Isso porque, não é possível saber, com um horizonte superior a 1 mês, qual será o mix de produtos e seu volume de produção nas linhas de envase. Dessa forma, decidiu-se por dividir igualmente a produção ganha entre os nove diferentes produtos. O tempo médio mensal ganho com a redução do *setup* ($2.363 \text{ min} - 1.189 \text{ min} = 1.174 \text{ min}$) foi transformado em volume de produção, com base no novo OEE médio da linha (73%, após o aumento da

disponibilidade do equipamento) e na velocidade nominal de 40 unidades/minuto. Considerou-se, então, que as 34.281 unidades ganhas com a redução média do tempo de *setup* foram divididas igualmente entre os produtos, resultando em 3.809 unidades por produto.

Tabela 4.2: Dados utilizados para cálculo do ganho mensal (em unidades)

Ganhos mensais	
Tempo mensal ganho (minutos)	1174
OEE médio	73%
Velocidade nominal	40/min
Volume ganho (unidades)	34.281

Tabela 4.3: Cálculo do lucro potencial mensal e anual com o projeto

Produtos	Preço de venda	Custo	Volume ganho	Faturamento total	Custo total	Lucro potencial
Faces	R\$ 38,85	R\$ 5,83	3809	R\$ 147.978,79	R\$ 22.196,82	R\$ 125.781,97
Hoje	R\$ 56,63	R\$ 8,49	3809	R\$ 215.702,41	R\$ 32.355,36	R\$ 183.347,05
Natura						
Homem	R\$ 56,63	R\$ 8,49	3809	R\$ 215.702,41	R\$ 32.355,36	R\$ 183.347,05
Biografia	R\$ 45,71	R\$ 6,86	3809	R\$ 174.108,37	R\$ 26.116,26	R\$ 147.992,12
Horus	R\$ 38,43	R\$ 5,76	3809	R\$ 146.379,02	R\$ 21.956,85	R\$ 124.422,16
Due	R\$ 60,97	R\$ 9,15	3809	R\$ 232.233,38	R\$ 34.835,01	R\$ 197.398,37
Essencial	R\$ 82,25	R\$ 12,34	3809	R\$ 313.288,42	R\$ 46.993,26	R\$ 266.295,16
Sol	R\$ 58,10	R\$ 8,85	3809	R\$ 221.301,61	R\$ 33.709,45	R\$ 187.592,16
Lua	R\$ 58,10	R\$ 8,85	3809	R\$ 221.301,61	R\$ 33.709,45	R\$ 187.592,16
TOTAL MENSAL				R\$ 1.887.996,02	R\$ 284.227,83	R\$ 1.603.768,19
TOTAL ANUAL				R\$ 22.655.952,18	R\$ 3.410.733,92	R\$ 19.245.218,27

Para o cálculo do VPL do projeto, devem ser considerados também os investimentos para sua implantação:

- Ferramental novo para a transferência da colocação de tampa para a rosqueadeira;
- Quadro de *setup*;

Tabela 4.4: Investimentos realizados ao longo do projeto

Investimentos	Custo de aquisição	Custo de Manutenção (anual)	Vida útil (anos)	Valor residual
Ferramental novo para rosqueadeira	R\$ 8.693,00	R\$ 1.400,00	5	R\$ 0,00
Quadro para <i>setup</i>	R\$ 300,00	R\$ 0,00	5	R\$ 0,00

Como os ganhos potenciais anuais são muito maiores do que os investimentos e os gastos anuais, o valor do VPL do projeto (VPL = R\$ 67.675.966,21), calculado com um custo

de capital de 13%, assim como apresentado no capítulo 3, foi extremamente elevado. Sendo assim, nota-se que os ganhos obtidos com o projeto serão ainda muito relevantes em cenários mais pessimistas, em que o mercado não absorvesse toda a produção. Supondo que o mercado absorvesse mensalmente apenas 11 unidades do Faces Desodorante Colônia, que se trata de um dos produtos mais baratos, ainda assim o VPL seria positivo (VPL = R\$ 2.008,32).

Para finalizar, vale destacar que durante a realização deste trabalho, notou-se que grande parte dos resultados obtidos decorreu apenas da separação do *setup* interno e externo, da padronização das atividades por colaborador e do uso do Programa 5S, não sendo necessários altos investimentos. “Separando as tarefas e executando-as como *setup* externo, é possível reduzir entre 30% a 50% o tempo de *changeover*” (Shingo, Shigueo).

4.4 Desdobramentos e trabalhos futuros

Como próximos passos, é importante destacar a replicação deste estudo para as outras 10 linhas de envase da fábrica, respeitando a ordem de criticidade em termos de tempo de *setup*. Caso possam ser formadas várias equipes, alguns projetos poderão ser executados em paralelo, a fim de acelerar os efeitos da redução do tempo de *setup* no OEE e no NA da fábrica.

Tabela 4.5: Ordem de prioridade para os próximos projetos de *setup*

Prioridade	Linha
1	Linha 4
2	Linha 3
3	Linha 5
4	Linha 2
5	Linha 1
6	Linha 9
7	Linha 8
8	Linha 11
9	Linha 7
10	Linha 6

Durante a implantação das ações do SMED, notou-se que as atividades mais técnicas, relacionadas principalmente aos ajustes finos de alguns pontos dos equipamentos, estão concentradas nos manutentores, uma vez que a operação ainda não se encontra capacitada para sua execução. Desse modo, acredita-se ser necessário buscar um treinamento focado nas

atividades realizadas durante o *setup*, para que os operadores de máquina alcancem mais rapidamente a autonomia durante o *setup*. O ideal seria que a equipe de manutenção estivesse voltada apenas para situações críticas de quebras de equipamentos, manutenções preventivas e melhorias de *performance* da linha.

Além disso, para que a replicação do projeto atinja resultados satisfatórios em toda a fábrica, é fundamental que todos os colaboradores estejam envolvidos com a metodologia SMED e com as demais ferramentas empregadas. Para isso, treinamentos focados no assunto devem ser ministrados, estimulando todos a adotar um olhar mais crítico e voltado para a detecção de potenciais melhorias.

5. Referências Bibliográficas

- ARAI, K., SEKINE, K. **Kaizen for Quick Changeover: Going beyond SMED**. Cambridge, MA. Productivity Press Inc. 1992
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE VENDAS DIRETAS (ABEVD). Disponível em <<http://www.abevd.org.br/htdocs/index.php>>. Acesso em: 10 de abril de 2009.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. Disponível em:<<http://www.bcb.gov.br/?SELICTAXA>>. Acesso em: 10 de setembro de 2009.
- CARVALHO, M. M. **Gestão da Qualidade - Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Elsevier.. p.2-6; p.125-151, 2005.
- CARVALHO, M. M., ROTONDARO, R. G. **Seis Sigma**. 2006.
- COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**, São Paulo, Edgard Blucher, 1977.
- ERLICH, P. J., MORAES, E. A. **Engenharia Econômica: Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento**. 6. ed. Editora Atlas. São Paulo. 2005
- FLYNN, B. B. **The effects of setup time on output capacity in cellular manufacturing**. International Journal of Production Research, v. 25, n. 12, 1987.
- GOLDRATT, E. M. **What is this thing called Theory of Constraints, and how can it be implemented?** Hammond, USA. Owls Books. 1990
- HENDERSON, M. H., EVANS, J.R. **Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company**. Benchmarking An International Journal, v. 7, n. 4 p. 260-281, 2000.
- HILL, T. **Manufacturing Strategy**. London : MacMillan, 1985
- IMAI, M. **Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo**. 5 ed. São Paulo: IMAM, 1994.
- KANZAWA, C. T. **Aplicação do Single Minute Exchange of Dies em uma Indústria Farmacêutica**. São Paulo, 2006.
- KIM, S. C.; BOBROWSKI, P. M. Impact of sequence-dependent setup time on job shop scheduling performance. International Journal of Production Research, v. 32, n. 7, 1994.

MATTOS, R. **Análise crítica de uma metodologia de solução de problemas na prestação de serviços**. Disponível em <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/mattos/index.html>>. Acesso em: 03 de junho de 2009.

MOTOROLA, INC. Disponível em <<http://www.motorola.com/motorolauniversity.jsp>> Acesso em: 30 de maio de 2009.

PAGELL, M., KRAUSE, D. R. **A multiple-method study of environmental uncertainty and the manufacturing environment**. Journal of Operations Management, 17(2), 307-325, 1999.

PENTEADO, F. A.; KAUTZMANN, A. S. S.; SILVEIRA, N. C.; SANTOS, E. K.; MADRUGA, N. B. **Aplicação do método de análise e solução de problemas – MASP**. 2007

RAMOS, A. W. **Ferramentas gerenciais da qualidade**. São Paulo, USP, 2003

RIBEIRO, H. **5S: A base para a qualidade total**. Salvador: Casa da Qualidade, 1994.

SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. – English translation. Tokyo, Japan Management Association. 1985

SLACK, N., CHAMBERS, S., JOHNSTON, R. **Administração da Produção** Segunda Edição. Editora Atlas, São Paulo. 2008

SUZUKI, T. **TPM in Process Industries**. Publicado por Norman Bodek. Portland, Productivity Press, 1994.

THE PRODUCTIVITY PRESS DEVELOPMENT TEAM. **Kaizen for the shop floor: A Zero-Waste Environment with Process Automation**. Nova Iorque, 2002.

WHEELWRIGHT, S. C. **Manufacturing strategy: defining the missing link**. Strategic Management Journal, v. 5, p. 77-91, 1984.

WITCHER, B., BUTTERWORTH, R. **Hoshin Kanri: Hoe Xerox Manages**. Long Range Planning. Vol. 32. No. 3, pp. 323 – 332, 1999.

ANEXO A**CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES POR COLABORADOR**

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – MECÂNICO SÊNIOR					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Aguardado mecânico após o início do <i>setup</i> na linha	R	01:12:00	01:12:00	P
2	Pegar chave L10	Oficina	00:00:35	01:12:35	P
3	Ajustar largura do trilho	R	00:00:57	01:13:32	T
4	Soltar parafusos	R	00:01:13	01:14:45	F
5	Ajuste na régua superior trilho	R	00:01:14	01:15:59	T
6	Apertar parafusos	R	00:02:26	01:18:25	F
7	Ligou panela vibratória	R	00:00:34	01:18:59	F
8	Soltar parafusos	R	00:00:33	01:19:32	F
9	Apertar parafusos	R	00:00:28	01:20:00	F
10	Ajustes do portal de válvulas	R	00:01:01	01:21:01	T
11	Soltar parafusos	R	00:04:49	01:25:50	F
12	Apertar parafusos	R	00:02:41	01:28:31	F
13	Ligou panela vibratória	R	00:01:00	01:29:31	F
14	Reapertou todos os parafusos	R	00:00:09	01:29:40	F
15	Passou máquina para manual e iniciou testes com frascos	R	00:00:51	01:30:31	T
16	Pegou chave fixa 17 para ajustar altura do sensor de presença de válvula	R	00:00:11	01:30:42	T
17	Ajustes na introdução	R	00:00:01	01:30:43	T
18	Procurar chave L 2,5	Oficina	00:01:17	01:32:00	P
19	Ajuste da altura do sensor	R	00:00:40	01:32:40	T
20	Frasco para testar recravagem e presença de válvula	R	00:01:10	01:33:50	T
21	Testando colocação de tampa	R	00:00:13	01:34:03	T
22	Pegou chave de fenda para desenroscar tampa da castanha	R	00:00:24	01:34:27	T
23	Desenroscar tampa	R	00:00:13	01:34:40	T
24	Teste com frascos (manual)	R	00:00:09	01:34:49	T
25	Verificando altura da esteira de tampa em relação ao portal	R	00:01:07	01:35:56	T

26	Soltou cabecote com a chave L8 para ajustar ângulo da tampa em relação ao frasco	R	00:01:19	01:37:15	C
27	Com a chave fica 17 soltou o suporte finger para ajustar tampa em relação a castanha	R	00:01:10	01:38:25	C
28	Procurar alicate para desenroscar válvula da pinça	R	00:00:25	01:38:50	P
29	Testes com frascos (manual)	R	00:00:50	01:39:40	T
30	Aguardando frasco	R	00:02:20	01:42:00	P
31	Iniciou novamente o teste	R	00:00:39	01:42:39	T
32	Ajustando pressão da pinça de recravagem (anel de recravagem)	R	00:01:23	01:44:02	T
33	Término do ajuste da pressão	R	00:00:28	01:44:30	T
34	Verificar recravagem	R	00:00:30	01:45:00	T
35	Ajuste da altura do funil - chave fixa 13	R	00:01:12	01:46:12	T
36	Iniciou novamente o teste	R	00:00:41	01:46:53	T
37	Ajuste da esteira de tampa	R	00:00:07	01:47:00	T
38	Iniciou teste	R	00:00:25	01:47:25	T
39	Ajustou guia lateral estrela - chave fixa 17	R	00:00:33	01:47:58	T
40	Iniciou teste novamente	R	00:00:44	01:48:42	T
41	Ajuste das guias lateral da esteira de TP - L 3 e 4 - altura e largura	R	00:03:18	01:52:00	T
42	Iniciou teste novamente	R	00:00:32	01:52:32	T
43	Ajustando ângulo do cabecote de tampa - L 8 - conferência do reaperto do finger de tampa e cabecote tampa	R	00:02:10	01:54:42	T
44	Colocando orientador de tampa	R	00:00:48	01:55:30	F
45	Foi para o café e banheiro	R	00:06:30	02:02:00	
46	Reunião de manutentores	R	00:38:00	02:40:00	
47	Ajuste do finger de tampa	R	00:12:00	02:52:00	T
48	Retornou a kalix para buscar o carrinho	R	00:04:00	02:56:00	P
49	Início do ajuste envasadora	E	00:00:30	02:56:30	T
50	Ajustando suporte de finger	E	00:06:30	03:03:00	T
51	Pegar outro bocal de tampa na oficina setup	Oficina	00:02:00	03:05:00	P
52	Procurando chave do armário	F	00:07:00	03:12:00	P
53	Procurando chave do armário	Oficina	00:03:00	03:15:00	P
54	Troca de bocal	E	00:02:00	03:17:00	F
55	Desenroscando válvula	E	00:01:00	03:18:00	T
56	Início Automático	E	00:03:00	03:21:00	T
57	Ajustes na colocação de tampa	E	00:04:00	03:25:00	T
58	Início em automático	E	00:01:00	03:26:00	T
59	Ajuste no trilho de válvula	E	00:00:30	03:26:30	T
60	Ajuste na régua superior trilho	E	00:00:18	03:26:48	T
61	Reinício automático	E	00:01:12	03:28:00	T
62	Ajuste na régua superior do trilho L 3	E	00:00:35	03:28:35	T
63	Reinício automático	E	00:00:15	03:28:50	T
64	Reunião na manutenção	O	0:10:01	03:38:51	
65	Buscar ferramental	O	0:00:51	03:39:42	P
66	Retirar túnel de introdução	K-F	0:04:48	03:44:30	F
67	Retirar flauta 1	K-F	0:02:30	03:47:00	F
68	Retirar flauta 2	K-F	0:00:50	03:47:50	F
69	Retirar empurrador de frasco 1	K-F	0:03:05	03:50:55	F
70	Retirar pegador de frascos	K-F	0:00:50	03:51:45	F
71	Retirar berço	K-F	0:00:49	03:52:34	F
72	Colocar túnel	K-F	0:01:26	03:54:00	F

73	Fixar 04 parafusos do túnel (auxílio da chave allen 5mm)	K-F	0:01:20	03:55:20	F
74	Procurando parafusos	K-F	0:01:00	03:56:20	P
75	Fixar guia superior do ondulado	K-F	0:00:30	03:56:50	F
76	Colocar flauta 01	K-F	0:01:40	03:58:30	F
77	Fixar flauta 01 (auxílio de chave combinada de 10mm)	K-F	0:01:40	04:00:10	F
78	Colocar mangueira na flauta 01	K-F	0:01:01	04:01:11	F
79	Colocar flauta 02	K-F	0:01:10	04:02:21	F
80	Fixar flauta 02 (auxílio de chave combinada de 10mm)	K-F	0:01:05	04:03:26	F
81	Colocar mangueira na flauta 02	K-F	0:00:45	04:04:11	F
82	Girar manivela para colocação do empurrador 3	K-F	0:00:10	04:04:21	C
83	Colocar empurrador 3	K-F	0:04:10	04:08:31	F
84	Retirar braço de introdução	K-F	0:04:05	04:12:36	F
85	Colocar empurrador 3	K-F	0:01:30	04:14:06	F
86	Buscar parafuso na oficina	O	0:01:58	04:16:04	P
87	Fixar empurrador 2 (auxílio de chave allen 5mm)	K-F	0:03:44	04:19:48	F
88	Colocar guia do ondulado	K-F	0:00:49	04:20:37	F
89	Colocar berço	K-F	0:01:14	04:21:51	F
90	Colocar pegador de frasco	K-F	0:01:22	04:23:13	F
91	Colocar flauta do ondulado	K-F	0:01:58	04:25:11	F
92	Colocar empurrador 1	K-F	0:01:13	04:26:24	F
93	Colocar parâmetros nos relógios da encartuchadeira	K-F	0:07:18	04:33:42	C
94	Alinhando empurrador	K-F	0:01:39	04:35:21	T
95	Colocar parâmetros nos relógios da encartuchadeira	K-F	0:03:23	04:38:44	C
96	Soltar empurrador de puck	K-A	0:01:27	04:40:11	C
97	Colocar parâmetros nos relógios	K-F	0:03:30	04:43:41	C
98	JANTAR		1:00:00	05:43:41	
99	Girar manivela, pegar cartucho e montar manualmente	K-F	0:00:50	05:44:31	C
100	Ajustar altura da correia girando manípulo	K-F	0:01:54	05:46:25	T
101	Colocar um cartucho no magazine para verificação.	K-F	0:00:31	05:46:56	P
102	Encher magazine de cartucho	K-F	0:00:45	05:47:41	P
103	Colocar um ondulado no magazine para verificação.	K-F	0:00:30	05:48:11	P
104	Apertar flauta	K-F	0:00:35	05:48:46	C
105	Colocar parâmetros nos relógios	K-F	0:02:25	05:51:11	C
106	Encher magazine de ondulado	K-F	0:00:40	05:51:51	P
107	Ajustar abertura da esteira taliscada	K-F	0:01:20	05:53:11	T
108	Girar manivela para verificar se não há conjuntos "trombando" (ciclo de segurança)	K-F	0:02:00	05:55:11	T
109	Ajustes na altura do sensor de presença de ondulado	K-F	0:01:30	05:56:41	T
110	Fechando a porta traseira	K-A	0:00:50	05:57:31	T
111	Ajustar magazine de cartucho	K-F	0:01:35	05:59:06	T
112	Ajustando a correia taliscada	K-A	0:06:47	06:05:53	T
113	Ajustando o rejeito	K-F	0:00:58	06:06:51	T
114	Passando os cartuchos	K-F	0:06:45	06:13:36	T
115	Buscando chave no envase	A	0:00:45	06:14:21	P

116	Verificar problemas no envase	K-F	0:04:02	06:18:23	T
117	Ajustar o pega frontal	K-F	0:01:07	06:19:30	T
118	Ajustar o pega traseiro	K-A	0:04:20	06:23:50	T
119	Ajustar a centralização do pega	K-F	0:01:50	06:25:40	T
120	Ajustar o apoio do ondulado	K-F	0:01:24	06:27:04	T
121	Ajustar o pega frontal	K-F	0:01:56	06:29:00	T
122	Ajustar a inclinação da talisca	K-A	0:01:50	06:30:50	T
123	Ajustar a altura da guia superior do ondulado	K-F	0:00:50	06:31:40	T
124	Ajustar a talisca	K-F	0:01:30	06:33:10	T
125	Ajuste no altura do túnel de introdução	K-F	0:01:40	06:34:50	T
126	Ajuste armação do cartucho	K-F	0:01:10	06:36:00	T
127	Ajuste no alinhamento do túnel	K-F	0:02:48	06:38:48	T
128	Ajuste na altura da flauta	K-A	0:02:02	06:40:50	T
129	Ajuste na armação	K-F	0:01:20	06:42:10	T
130	Ajuste na inclinação da flauta	K-A	0:01:40	06:43:50	T
131	Passando produto na máquina	K-F	0:03:31	06:47:21	T
132	Regulando altura do pega	K-F	0:02:30	06:49:51	T
133	Passando produto na máquina	K-F	0:02:27	06:52:18	T
134	Ajustando altura da flauta	K-F	0:01:28	06:53:46	T
135	Passando produto na máquina	K-F	0:01:25	06:55:11	T
136	Ajustando altura da talisca	K-F	0:01:03	06:56:14	T
137	Ajustando a altura da flauta	K-F	0:00:51	06:57:05	T
138	Passando produto na máquina	K-F	0:02:46	06:59:51	T
139	Passando produto na máquina	K-F	0:00:52	07:00:43	T
140	Ajustando o avanço da flauta	K-F	0:00:34	07:01:17	T
141	Passando produto na máquina	K-F	0:02:39	07:03:56	T
142	Ajustando o sincronismo da flauta	K-F	0:02:00	07:05:56	T
143	Reunião com o Analista (Manutenção)	K-F	0:00:17	07:06:13	
144	Ajustando a montagem do cartucho (Flauta)	K-F	0:03:00	07:09:13	T
145	Ajustando a unha	K-F	0:03:00	07:12:13	T
146	Passando produto na máquina	K-F	0:02:30	07:14:43	T
147	Ajustando a flauta que empurra o cartucho	K-F	0:01:25	07:16:08	T
148	Término do ajuste manual	K-F	0:00:35	07:16:43	T
149	Colocando proteção lateral da máquina	E	0:01:00	07:17:43	T
150	Atendendo o envase	E	0:01:00	07:18:43	T
151	Aguardando o término do envase	K-F	0:03:58	07:22:41	
152	Retrabalhando o cartucho	K-F	0:02:47	07:25:28	T
153	Passando produto na máquina	O	0:02:15	07:27:43	T
154	Teste em automático	K	0:08:00	07:35:43	T
155	Teste em automático	E	0:00:00	07:35:43	T
156	Ajuste na pega de frasco	E	0:10:00	07:45:43	T
157	Teste em automático	E	0:04:00	07:49:43	T
158	Ajustes no dobrador superior e inferior do ondulado	E	0:07:30	07:57:13	T
159	Teste em automático	E	0:03:10	08:00:23	T
160	Enrosco do ondulado	E	0:00:58	08:01:21	T
161	Teste em automático	E	0:01:42	08:03:03	T
162	Queda de frascos na pega (fixação da pega)	E	0:01:00	08:04:03	T
163	Teste em automático	E	0:03:30	08:07:33	T
164	Erro de montagem do cartucho	E	0:03:00	08:10:33	T
165	Troca da mola da unha do cartucho do magazine	E	0:12:00	08:22:33	T
166	Enrosco da dobra frontal do ondulado	E	0:02:00	08:24:33	T

167	Ajuste do magazine de cartucho	E	0:03:20	08:27:53	T
168	Ajuste da mola do magazine	E	0:02:40	08:30:33	T
169	Início do automático	E	0:02:00	08:32:33	T
170	Ajustes na introdução	E	0:01:30	08:34:03	T
171	Início do automático	E	0:01:30	08:35:33	T
172	Ajuste na aba do ondulado frontal e ajuste na dobra - guia lateral	E	0:01:45	08:37:18	T
173	Início do automático	E	0:04:10	08:41:28	T
174	Ondulado frontal com anomalia (amassado e rasgado)	E	0:01:00	08:42:28	T
175	Início do automático	E	0:03:00	08:45:28	T
176	Debreagem	E	0:02:09	08:47:37	T
177	Início do automático	E	0:03:21	08:50:58	T
178	Ondulado (distribuição)	E	0:00:16	08:51:14	T
179	Início do automático	E	0:02:14	08:53:28	T
180	Ondulado (distribuição)	E	0:00:28	08:53:56	T
181	Início do automático	E	0:00:07	08:54:03	T
182	Final do setup	E		08:54:03	T

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – MECÂNICO JÚNIOR					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Aguardando mecânico em reunião	E	00:06:10	00:06:10	A
2	Pegar ferramental	E	00:01:20	00:07:30	P
3	Foi para linha saber qual produto entrará	E	00:02:30	00:10:00	P
4	Chegada na linha pra o setup	E	00:00:30	00:10:30	P
5	Removendo ferramental	E	00:00:30	00:11:00	F
6	Colocando ferramental	E	00:09:00	00:20:00	F
7	Almoxarife procurando válvula para achar pinça de recrave	E	00:04:00	00:24:00	P
8	Pegar o padrão de embalagem para conferência da pinça na oficina de setup	E	00:02:00	00:26:00	P
9	Procurando panela de válvula	E	00:02:13	00:28:13	P
10	Ida à G 09 para procurar panela (devido a falta de válvula)	E	00:30:49	00:59:02	P
11	Trouxe a pinça de recrave (cx pinça)	E	00:11:58	01:11:00	P
12	Ajustar o trilho de válvulas	R	00:18:04	01:29:04	A
13	Ajustar a recravagem	R	00:01:35	01:30:39	T
14	Ajustar a pega de tampas	R	00:09:09	01:39:48	T
15	Executar regulagens no envase	E	00:06:19	01:46:07	C
16	O mecânico teve que verificar um problema em outra linha	Fábrica	01:06:53	02:53:00	
17	Executar regulagens no envase	E	00:04:00	02:57:00	C
18	Procurar chave	M e Fábrica	00:30:00	03:27:00	P
19	Executar regulagens no envase	E	00:04:00	03:31:00	C

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – AUXILIAR 1					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Pegar padrão do produto no armário	A	0:00:27	0:00:27	P
2	Encaixar kit	A	0:00:23	0:00:50	P
3	Lançar lote (lançar dados laser)	A	0:02:53	0:03:43	C
4	Conferir e passar frasco na laser	A	0:01:06	0:04:49	T
5	Centralizar lote no frasco (via manivela)	A	0:01:03	0:05:52	T
6	Desligar esteira e verificar lote	A	0:00:35	0:06:27	T
7	Fixar padrão no ponte de verificação	A	0:00:35	0:07:02	P
8	Aguardando definição da próxima atividade	A	0:00:48	0:07:50	P
9	Acertando mensagem na laser (não estava imprimindo)	A	0:02:23	0:10:13	C
10	Passando frasco na laser para reserva	A	0:02:28	0:12:41	T
11	Aguardando definição da próxima atividade	A	0:03:36	0:16:17	P
12	Pegar álcool para limpeza	A	0:01:00	0:17:17	C
13	Limpeza da rosqueadeira (frente)	R	0:01:35	0:18:52	C
14	Limpeza da rosqueadeira (estrela)	R	0:00:36	0:19:28	C
15	Limpeza da rosqueadeira (parte inferior)	R	0:00:53	0:20:21	C
16	Limpeza da rosqueadeira (atrás)	R	0:01:59	0:22:20	C
17	Limpeza da rosqueadeira estrela (atrás)	R	0:00:13	0:22:33	C
18	limpeza da rosqueadeira (parte inferior atrás)	R	0:02:23	0:24:56	C
19	Organização do posto de tampa (puxar cadeira e suporte)	R	0:02:22	0:27:18	C
20	Organização do posto de pingente (puxar cadeira e suporte)	R	0:00:56	0:28:14	C
21	Limpeza da batoqueira	B	0:00:18	0:28:32	C
22	Fixar estrado próximo ao posto	B	0:00:11	0:28:43	C
23	Descarte de resíduo (válvula)	E	0:00:40	0:29:23	C
24	Aguardando definição da próxima atividade	E	0:00:55	0:30:18	P
25	Limpeza da balança	E	0:00:58	0:31:16	P
26	Limpeza do suporte de baldes para sucata	E	0:00:42	0:31:58	P
27	Organização da mesa do operador	E	0:00:44	0:32:42	P
28	Aguardando definição da próxima atividade	E	0:01:40	0:34:22	P
29	Organizando posto de atraso antes da kalix	K	0:00:57	0:35:19	C
30	Organizando mesa de vácuo	B	0:01:13	0:36:32	P
31	Organizando pastas no suporte	B	0:00:40	0:37:12	P
32	Limpeza da mesa com álcool	B	0:01:34	0:38:46	P
33	Recolocando torquímetro	B	0:00:35	0:39:21	P
34	Organizando gavetas	B	0:02:07	0:41:28	P
35	Descarte de material (jornal tpm)	B	0:01:51	0:43:19	P
36	Aguardando definição da próxima atividade	K	0:13:23	0:56:42	P

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – AUXILIAR 2					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Abastecedor vai buscar os puck's para troca	Armário de puck	0:10:12	00:10:12	P
2	Início da retirada dos puck's	B	0:05:21	00:15:33	C
3	Termina a retirada dos puck's	E	0:05:07	00:20:40	C
4	Início da colocação dos puck's (Lua)	E	0:04:15	00:24:55	C
5	Término da colocação dos puck's (lua)	B	0:04:16	00:29:11	C
6	Guardando os puck's na estante	Armário de puck	0:06:07	00:35:18	C
7	Aguardando material chegar	E	0:01:47	00:37:05	P
8	Conferir se o material chegou no material no almoxarifado	A	0:08:12	00:45:17	P
9	Continua aguardando material na linha	K	0:05:19	00:50:36	P
10	Chegada do material	K	0:07:24	00:58:00	P
11	Início do abastecimento da linha	K	0:02:25	1:00:25	P
12	Início do abastecimento da linha de cartucho	K	0:03:25	1:03:50	P
13	Início do abastecimento da linha de frasco	A	0:06:20	1:10:10	P
14	Início do abastecimento da linha de pingente	B	0:07:30	1:17:40	P
15	Início do abastecimento da linha de válvula	E	0:02:31	1:20:11	P
16	Início do abastecimento da linha de protetor	Q	0:07:54	1:28:05	P
17	Organização da linha	R	0:00:55	1:29:00	P

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – AUXILIAR 3					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Retirando partes móveis rosqueados	R	00:00:46	00:00:46	F
2	Colocando parte s móveis da recravadeira	R	00:00:24	00:01:10	F
3	Retirando estrela	R	00:00:20	00:01:30	F
4	Colocando parte móvel	R	00:00:27	00:01:57	F
5	Aguardando partes móveis da rosqueadeira	R	00:00:26	00:02:23	P
6	Retirando braço do pega válvula	R	00:00:33	00:02:56	F
7	Retirou o braço que segura o frasco	R	00:00:35	00:03:31	F
8	Guardando braço do pega	R	00:00:40	00:04:11	F
9	Mudando parâmetros e formato	R	00:00:50	00:05:01	C
10	Aguardando troca do formato	R	00:02:54	00:07:55	F
11	Contato com operador	R	00:00:04	00:07:59	P
12	Auxílio na troca de ferramental da celofanadeira	C	00:00:12	00:08:11	F
13	Aguardando ferramental da celofanadeira	C	00:02:37	00:10:48	P
14	Separação do ferramental	C	00:01:10	00:11:58	P
15	Tirou parafuso da garra uso da chave 10	C	00:00:29	00:12:27	F
16	Apertou a garra chave 10	C	00:01:33	00:14:00	F
17	Colocou ferramental	C	00:04:01	00:18:01	F
18	Aguardando outra pessoa utilizar a chave	C	00:00:35	00:18:36	P
19	Uso do volante para alinhar elevador	C	00:00:32	00:19:08	C
20	Aguardando cartucho	C	00:01:24	00:20:32	P
21	Chegada do cartucho	C	00:08:08	00:28:40	P
22	Pegou cartucho para montar	C	00:00:31	00:29:11	P
23	Regulando altura da guia do cartucho	C	00:00:00	00:29:11	C
24	Auxiliando no ajuste do empurrador	C	00:00:42	00:29:53	T
25	Auxiliando no ajuste do filme	C	00:04:13	00:34:06	T
26	Regulando régua	C	00:01:00	00:35:06	C
27	Regulando guia do cartucho	C	00:01:02	00:36:08	C
28	Montando cartucho	C	00:00:59	00:37:07	P
29	Continua a regulagem do filme	C	00:04:37	00:41:44	T
30	Resistência não está ligando	C	00:03:01	00:44:45	T
31	Chamou eletricista	C	00:00:18	00:45:03	T
32	Chegada do eletricista	C	00:04:11	00:49:14	T
33	Troca da resistência	C	00:06:05	00:55:19	F
34	Aguardando aquecimento da resistência	C	00:00:31	00:55:50	F

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – AUXILIAR 4					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Buscar pucks do DUE (na verdade, a Dalila foi conferir se já haviam retirado os pucks)	Armário de puck	00:01:10	00:01:10	P
2	Voltar	A	00:01:00	00:02:10	P
3	Como não ia entrar o DUE, a Dalila descobriu que os pucks do SOL já haviam sido retirados das prateleiras.	A	00:00:25	00:02:35	P
4	Foi de encontro ao abastecedor e esperou liberação do corredor para passagem do carrinho com os pucks. O corredor estava obstruído devido à ginástica.	Próximo à oficina	00:02:54	00:05:29	P
5	Buscou o carrinho para auxiliar a retirada dos pucks do Faces da linha.	O	00:00:11	00:05:40	P
6	Levou o carrinho para a linha.	E	00:00:28	00:06:08	P
7	Retirou pucks vazios da esteira	R	00:01:02	00:07:10	C
8	Foi ao abastecimento para ligar a esteira a fim de descarregar os pucks da linha	A	00:00:10	00:07:20	C
9	Voltou	R	00:00:20	00:07:40	C
10	Retirou pucks vazios da esteira e colocou-os na caixa no pallet	R	00:01:32	00:09:12	C
11	Foi para a envasadora continuar a retirar os pucks da linha	E	00:01:14	00:10:26	C
12	Pegar os pucks do SOL do pallet	R	00:00:42	00:11:08	C
13	Abastecer os pucks do SOL na linha	R	00:01:46	00:12:54	C
14	Guardar o carrinho	O	00:00:38	00:13:32	C
15	Abrir o carrinho de setup para pegar uma luva	R	00:00:18	00:13:50	C
16	Verificar regulagem da laser, comparando a marcação do lote com o padrão.	L	00:01:04	00:14:54	C
17	Aguardar preparador para sanitização do envase	A	00:07:49	00:22:43	P
18	Já que a sanitização do envase não havia sido feita, Dalila começou a limpar equipamento com álcool por fora.	E	00:02:48	00:25:31	C
19	Limpar parte traseira do envase	E	00:00:59	00:26:30	C
20	Aguardar preparador para sanitização do envase	B	00:01:58	00:28:28	P
21	Arrumar os postos de colocação do pingente	B	00:01:01	00:29:29	P
22	Aguardar preparador para sanitização do envase	A	00:28:40	00:58:09	P
23	Regular a tampa no trilho da recravagem	E	00:01:11	00:59:20	C
24	Aguardar preparador para sanitização do envase	E	00:33:37	01:32:57	P
25	Ligar esteira para liberar envase	R	00:03:06	01:36:03	C
26	Aguardar preparador para sanitização do envase	R	00:17:47	01:53:50	P

27	Andar até abastecimento de tampas para abastecer o trilho para testes iniciais do envase	E	00:01:21	01:55:11	C
28	Levar os frascos na Kalix	K	00:02:20	01:57:31	P
29	Aguardar mecânico júnior para testes iniciais	K	00:07:36	02:05:07	P
30	Colocar frascos nos pucks da esteira na Kalix para fazer os ajustes iniciais	K	00:01:45	02:06:52	C
31	Aguardar preparador para sanitização do envase	K	00:13:05	02:19:57	P
32	Ligar o sensor para não parar de liberar puck na esteira da Kalix	K	00:00:20	02:20:17	C
33	Retirar frascos da Kalix	K	00:09:05	02:29:22	C
34	Aguardar preparador para sanitização do envase	K	00:05:45	02:35:07	P
35	Retirar frascos da Kalix	K	00:04:51	02:39:58	C
36	Esvaziar frascos com volume baixo e retirar válvulas recravadas	E	00:14:14	02:54:12	T
37	Colocar tampas no trilho da recravadeira	E	00:03:55	02:58:07	C
38	Aguardar ajustes do mecânico júnior (recravadeira)	E	00:07:19	03:05:26	T
39	Colocar tampas no trilho da recravadeira	E	00:06:28	03:11:54	C
40	Aguardar ajustes do mecânico júnior (recravadeira)	E	00:09:02	03:20:56	T
41	Colocar tampas no trilho da recravadeira	E	00:02:05	03:23:01	C

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES – AUXILIAR 5					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Retirada do ferramental	C	00:00:30	00:00:30	F
2	Retirada do Eletrodo	C	00:00:10	00:00:40	F
3	Retirada do Eletrodo lateral	C	00:00:40	00:01:20	F
4	Retirada do ferramental	C	00:01:40	00:03:00	F
5	Aguardando ferramental chegar	C	00:01:50	00:04:50	P
6	Colocando engrenagem da regulagem do filme	C	00:01:00	00:05:50	F
7	Troca de resistência	C	00:06:10	00:12:00	F
8	Acrílico que apóia o produto junto com elevador	C	00:01:24	00:13:24	F
9	Regulagem das réguas	C	00:02:37	00:16:01	C
10	Regulagem dos eletrodos	C	00:02:00	00:18:01	C
11	Aguardando cartucho e filme	C	00:06:59	00:25:00	P
12	Ajustando produto na entrada do ferramental	C	00:03:47	00:28:47	T
13	Tirando filme antigo	C	00:03:30	00:32:17	C
14	Colocando filme novo	C	00:01:03	00:33:20	C
15	Pegando trena	C	00:01:00	00:34:20	P
16	Regulando filme	C	00:00:40	00:35:00	C
17	Regulando guia	C	00:02:20	00:37:20	C
18	Regulando filme	C	00:02:20	00:39:40	C
19	Ligando intermitente	C	00:01:20	00:41:00	C
20	Chamando mecânico	C	00:03:17	00:44:17	P
21	Chamando eletricista	C	00:00:03	00:44:20	T
22	Aguardando eletricista	O	00:01:48	00:46:08	T
23	Aguardando conserto elétrico	C	00:02:48	00:48:56	T
24	Regulagem das guias da esteira da PRB	C	00:06:04	00:55:00	C
25	Regulagem do filme	C	00:02:45	00:57:45	C
26	Procurando chave	C	00:06:15	01:04:00	P
27	Ajustando filme	C	00:01:37	01:05:37	T
28	Ajustando eletrodos laterais	C	00:06:51	01:12:28	T
29	Buscando ferramenta	Of	00:05:32	01:18:00	P
30	Ajuste dos eletrodos laterais	C	00:00:27	01:18:27	T
31	Fim de ajuste e setup	C	00:03:45	01:22:12	T

CARTA DE ANÁLISE DE OPERAÇÕES - OPERADORA					
Linha 7					
Número	ELEMENTOS	Local	Tempo do elemento (Minutos)	Tempo Corrido (Minutos)	Tipo de atividade
1	Tirar estrela e colocar a guia de puck	R	00:01:40	00:01:40	F
2	Procurar mecânico	O	00:00:55	00:02:35	P
3	Trocar formato	R	00:02:25	00:05:00	F
4	Chamar o mecânico	O	00:01:28	00:06:28	P
5	Procurar o padrão do LUA	Armário de padrão	00:01:02	00:07:30	P
6	Aguardar ferramental da envasadora	E	00:02:50	00:10:20	P
7	Trocar ferramental de válvulas e tampas	E	00:03:15	00:13:35	F
8	Procurar pinça de recravagem	K	00:01:15	00:14:50	P
9	Procurar pinça de recravagem	Sala Ferramental	00:00:40	00:15:30	P
10	Procurar o mecânico (Diego)	Fábrica	00:04:43	00:20:13	P
11	Procurar pallet com válvula	Linha 1	00:01:30	00:21:43	P
12	Procurar pallet com válvula	Almoxarifado	00:02:07	00:23:50	P
13	Procurar a panela de válvula	Sala Ferramental	00:02:15	00:26:05	P
14	Pegar chave no carrinho	E	00:01:58	00:28:03	F
15	Retirar a panela de válvula anterior	E	00:05:32	00:33:35	F
16	Levar a panela para a sala de ferramental	E	00:01:15	00:34:50	F
17	Procurar a outra panela	Linha 2	00:01:10	00:36:00	P
18	Desparafusar a panela	Linha 2	00:02:01	00:38:01	F
19	Levar a panela para a linha	E	00:00:59	00:39:00	F
20	Instalar a panela e travar sua altura	E	00:06:18	00:45:18	F
21	Pegar perfex para limpar a panela	E	00:00:52	00:46:10	P
22	Limpar a panela de válvula	E	00:01:29	00:47:39	P
23	Pegar mais perfex	E	00:00:29	00:48:08	P
24	Limpar a panela de válvula	E	00:02:22	00:50:30	P
25	Abastecer a panela	E	00:00:26	00:50:56	P
26	Ajustar a posição do trilho da tampa	E	00:00:40	00:51:36	T
27	Procurar preparador	Fabricação	00:03:09	00:54:45	P
28	Ligar para preparador na fabricação	E	00:00:32	00:55:17	P
29	Guardar chave de boca no carrinho de ferramental	E	00:01:33	00:56:50	F
30	Aguardar mecânico jr. e preparador	E	00:02:30	00:59:20	P
31	Colocar pinça de recravagem	E	00:00:39	00:59:59	F
32	Procurar allen 6	K	00:02:06	01:02:05	P
33	Fixar a pinça de recravagem	E	00:00:25	01:02:30	F
34	Devolver a chave Allen	E	00:00:31	01:03:01	F
35	Recolocar bocal de tampa	E	00:00:28	01:03:29	F

36	Ajustar trilho de tampa	E	00:03:25	01:06:54	T
37	Testar entrada de válvula	E	00:04:02	01:10:56	T
38	Aguardar ajustes do mecânico júnior no trilho de válvulas	E	00:01:26	01:12:22	T
39	Observar ajustes do mecânico júnior	E	00:09:33	01:21:55	T
40	Ajudar mecânico júnior no ajuste do trilho de válvula	E	00:07:05	01:29:00	T
41	Recolocar bocal de tampa	E	00:00:29	01:29:29	F
42	Acompanhar ajustes do mecânico júnior da recravagem	E	00:01:06	01:30:35	T
43	Abastecer máquina de frascos	E	00:02:45	01:33:20	P
44	Ligar a esteira da rosqueadeira	E	00:00:30	01:33:50	T
45	Acompanhar ajustes do mecânico júnior na pega de tampas	E	00:01:03	01:34:53	T
46	Colocar mais frascos na máquina	E	00:03:07	01:38:00	P
47	Acompanhar ajustes do mecânico júnior na pega de tampas	E	00:04:10	01:42:10	T
48	Abastecer máquina de tampas	E	00:00:31	01:42:41	P
49	Acompanhar o mecânico jr.	E	00:03:26	01:46:07	T
50	Codificar frasco	A	00:02:01	01:48:08	C
51	Ligar para preparador	G1	00:07:13	01:55:21	P
52	Procurar o preparador	Fabricação	00:00:32	01:55:53	P
53	Aguardar preparador	Linha 1	00:02:03	01:57:56	P
54	Conferir quantidade de material no SAP	A	00:10:43	02:08:39	P
55	Conferir quantidade de produção com Emerson	Sala da gerência	00:07:24	02:16:03	P
56	Aguardar o preparador	Linha 1	00:05:05	02:21:08	P
57	Chegada do preparador - Limpar bico de envase	O	00:01:15	02:22:23	C
58	Retirar álcool da máquina	E	00:13:17	02:35:40	C
59	Regular o volume de envase	E	00:12:42	02:48:22	C
60	Envasar primeiras unidades	E	00:04:38	02:53:00	T
61	Acompanhar mecânico jr.	E	00:04:00	02:57:00	T
62	Liberar bulk	L	00:04:55	03:01:55	T
63	Acompanhar produção	E	00:03:05	03:05:00	T
64	Aguardar pessoas para montar a linha	E	00:05:48	03:10:48	P
65	Realizar retrabalho	E	00:02:07	03:12:55	T
66	Preencher documentação de linha	E	00:01:55	03:14:50	T
67	Aguardar mecânico realizar intervenção no envase	E	00:01:30	03:16:20	T
68	Buscar tipo na G9 para Kalix	Linha 9	00:01:40	03:18:00	P
69	Trocar tipo de codificação	K	00:05:57	03:23:57	C
70	Montar o tipo na máquina	K	00:01:09	03:25:06	C
71	Esperar	E	00:01:22	03:26:28	
72	Realizar retrabalho	E	00:00:52	03:27:20	T
73	Aguardar mecânico júnior fazer regulagens	E	00:04:00	03:31:20	T
74	Realizar CEP	E	00:04:40	03:36:00	T
75	Realizar teste de vácuo	E	00:04:23	03:40:23	T
76	Realizar retrabalho de frascos	E	00:02:46	03:43:09	T
77	Passar alguns frascos na envase	E	00:01:08	03:44:17	T
78	Aguardar ajustes da Kalix	E	00:04:43	03:49:00	T
79	Conferir codificação	E	00:01:00	03:50:00	T
80	Aguardar ajustes da Kalix	E	00:06:43	03:56:43	T
81	Abastecer Kalix com cartuchos	K	00:00:12	03:56:55	P
82	Abastecer Kalix com protetor	K	00:00:43	03:57:38	P

83	Colocar proteção do envase	E	00:01:02	03:58:40	F
84	Aguardar ajustes da Kalix	E	00:13:52	04:12:32	T
85	Jantar	Restaurante	01:03:29	05:16:01	J
86	Aguardar mecânico voltar do jantar	Restaurante	00:04:31	05:20:32	A
87	Procurar pessoas para montar a linha	Fábrica	00:03:39	05:24:11	P
88	Desenroscar válvulas	E	00:00:49	05:25:00	T
89	Realizar retrabalho	E	00:05:31	05:30:31	T
90	Check list qualidade manual	E	00:01:47	05:32:18	T
91	Check list qualidade SAP	E	00:05:07	05:37:25	T
92	Verificar cartuchos na saída da Kalix	K	00:01:25	05:38:50	T
93	Aguardar liberação na Kalix	K	00:02:40	05:41:30	A
94	Tirar atraso antes da Kalix	K	00:01:05	05:42:35	T
95	Retirar amostras para qualidade	C	00:00:50	05:43:25	T
96	Analisar as 5 amostras	B	00:05:00	05:48:25	T
97	Aguardar Kalix	B	00:22:00	06:10:25	A
98	Fim do setup	K	00:09:35	06:20:00	

Legendas – Locais:

E – Envasadora
 R – Recravadeira
 K – Encartuchadeira Kalix (nome do fabricante)
 K-F – Encartuchadeira (parte frontal)
 K-T – Encartuchadeira (parte traseira)
 C – Celofanadeira
 A – Almoxarifado
 L – Laboratório de Análises
 O – Oficina da manutenção
 B - Batoqueira

Legenda – Tipo de atividade:

P – Atividades de preparação da linha
 F – Atividades de troca de ferramental
 C – Atividades de calibrações
 T – Testes e ajustes finais
 A - Aguardando

ANEXO B**TEMPOS REAIS POR TIPO DE *SETUP***

Tempo individual de <i>setup</i>									
PARA DE		ROSQUEADOS COM VÁLVULA				ROSQUEADO COM TAMPA	REC 1*	REC 2*	REC 3*
		BIOGRAFIA	HOJE	FACES	NATURA HOMEM	HORUS	DUE	ESSENCIAL	SOL E LUA
ROSQUEADOS COM VÁLVULA	BIOGRAFIA				67	60		455	634
	HOJE			73					
	FACES		70		65		375		598
	NATURA HOMEM	75				50		567	552
ROSQUEADO COM TAMPA	HORUS		14 2		13 5		270		
RECRAVADO 1	DUE	16 7		13 0		206 365		120	225
RECRAVADO 2	ESSENCIAL		18 0	15 6		203	165		149
RECRAVADO 3	SOL E LUA			13 5	11 5		230		

*REC 1 = RECRAVADO 1

*REC 2 = RECRAVADO 2

*REC 3 = RECRAVADO 3

ANEXO C

Procedimento de *setup* - Linha 7

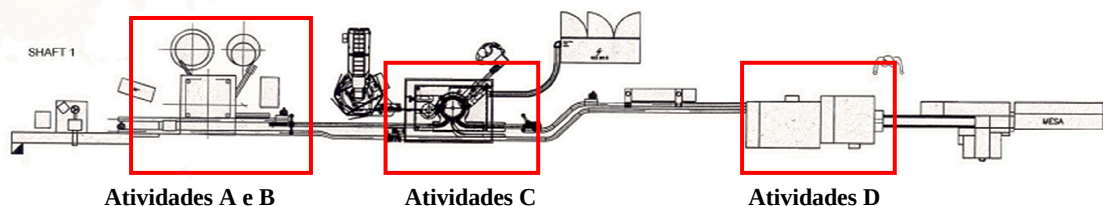
Colaborador: Mecânico Júnior

Setup Externo

#	Atividade
1	Assim que iniciar o turno, verificar quais <i>setups</i> ocorrerão e seu horário aproximado
2	Separar ferramental, de acordo com o produto que entrará em linha
3	Separar a panela de válvulas (item crítico para o início do <i>setup</i> da recravadeira)

Setup Interno

A	Recravadeira	Parâmetro
1	Trocar partes móveis	
2	Retirar estrela	
3	Retirar braço do pega da válvula	
4	Trocar parâmetros e formatos na IHM	Check list
5	Ajustar a régua superior trilho	
6	Ligar panela vibratória	
7	Ajustar o trilho de válvulas	
8	Ajustar o portal de válvulas	
9	Realizar testes com frascos	
10	Ajustar a altura do sensor de presença de válvula	X
11	Ajustar a recravagem	
12	Realizar teste com frascos para testar a recravagem e o sensor de presença de válvula	
13	Ajustar a altura do funil com chave fixa 13	X
14	Ajustou guia lateral estrela com chave fixa 17	
B	Envasadora	Parâmetro
15	Trocar ferramental	
16	Executar regulagens	
C	Rosqueadeira	Parâmetro
17	Retirar partes móveis	
18	Colocar parâmetros na IHM para regular a colocação de tampas	
19	Regular o trilho e o portal de tampas	
D	Encartuchadeira	Parâmetro
20	Colocar parâmetros nos relógios	Check list



Atividades A e B

Atividades C

Atividades D



Procedimento de *setup* - Linha 7

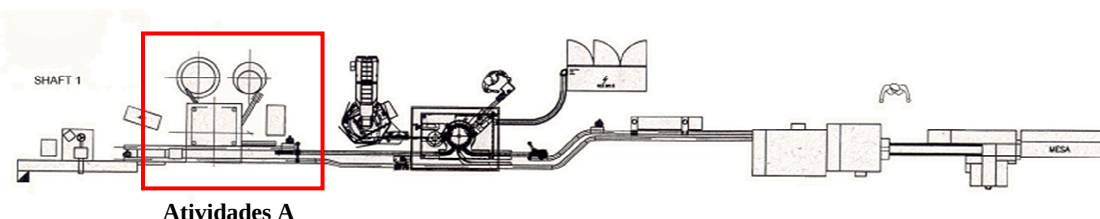
Colaborador: Operador de máquina

Setup Externo

#	Atividade
1	Assim que iniciar o turno, checar a programação da produção. Caso algum <i>setup</i> programado, anotar no quadro de <i>setup</i> as informações várias.
2	Ligar para o preparador e comunicá-lo sobre o horário aproximado do <i>setup</i>
3	Checar se o carrinho de ferramentas está completo e organizado.
4	Conferir quantidade de insumos disponível no SAP
5	Conferir volume de produção com o analista de planejamento

Setup Interno

A	Envasadora	Parâmetro
1	Trocar ferramental de válvulas	
2	Retirar a panela de válvula anterior	
3	Instalar a panela nova e travar sua altura	
4	Colocar pinça de recravagem	
5	Testar a entrada de válvula	
6	Ligar a esteira da rosqueadeira	
7	Auxiliar o preparador na sanitização do equipamento	
8	Retirar álcool da máquina	
9	Regular o volume de envase	
10	Envasar primeiras unidades	
11	Liberar o bulk	
B	Tarefas gerais	
15	Preencher documentação de linha	
16	Conferir codificação	
29	Check list qualidade manual	
30	Check list qualidade SAP	





Procedimento de *setup* - Linha 7

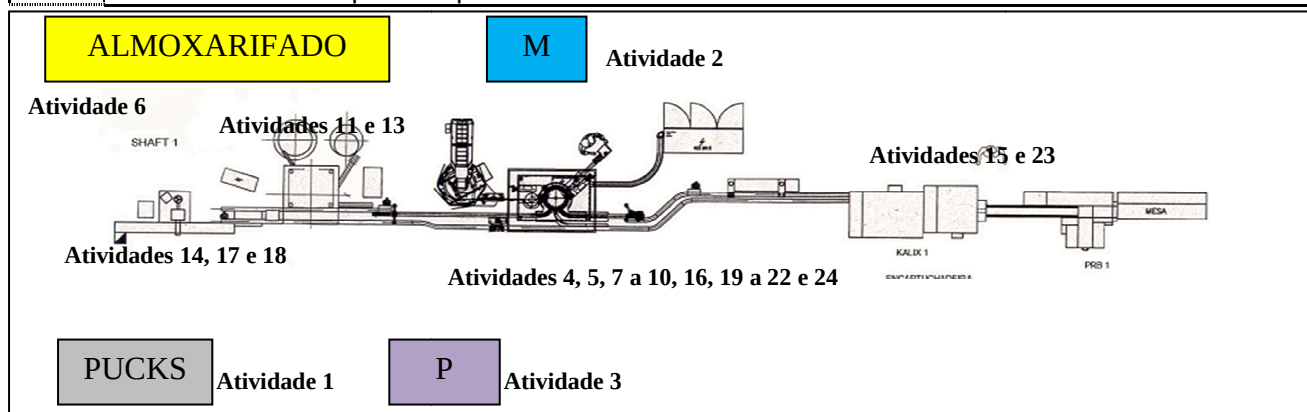
Colaborador: Auxiliar A

Setup Externo

#	Atividade
1	Buscar os pucks do produto que entrará em linha
2	Buscar carrinho para auxiliar a retirada dos pucks do produto em produção
3	Buscar produto padrão no armário de padrão
4	Providenciar álcool para a limpeza dos equipamentos
5	Limpar e organizar a mesa, onde são realizados os testes de vácuo e de torque
6	Aguardar a chegada dos novos insumos na linha (caso o material demore a chegar, verificar os motivos da demora no Almoxarifado)
7	Conferir os insumos novos
8	Disponibilizar os insumos próximos aos seus locais corretos, para facilitar o abastecimento da linha

Setup Interno

A	Tarefas Gerais
9	Retirar os pucks da linha
10	Abastecer a linha com os pucks do produto seguinte
11	Limpar a panela de válvulas
12	Abastecer a panela com válvulas
13	Abastecer o trilho com tampas
14	Abastecer a linha com frascos para teste
15	Abastecer a encartuchadeira com cartuchos e protetores
16	Organizar os postos de trabalho ao longo da linha
17	Carregar a codificadora com a mensagem correta
18	Testar a codificação com frascos
19	Limpar as máquinas com álcool (portas, proteções, partes internas)
20	Realizar retrabalho dos produtos, sempre que necessário
21	Realizar teste de vácuo
22	Realizar Controle de Volume
23	Auxiliar o <i>setup</i> da encartuchadeira, quando necessário
24	Coletar amostras para a qualidade



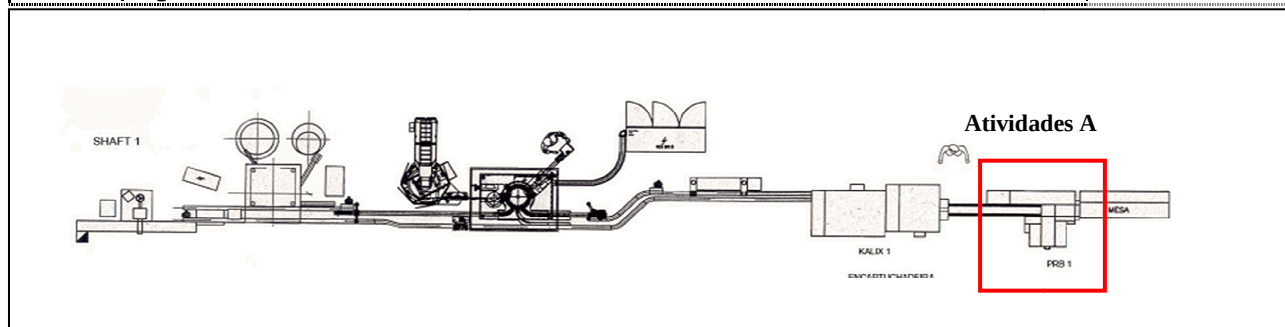


Procedimento de *setup* - Linha 7

Colaborador: Auxiliar B

Setup Interno

A	Celofanadeira	Parâmetro
1	Retirar ferramental, incluindo o eletrodo	
2	Colocar ferramental	
3	Alinhar o elevador com o uso do volante	
4	Regular a altura da guia do cartucho	X
5	Retirar o filme	
6	Colocar o novo filme	
7	Ajustar o filme	
8	Regular a régua	
9	Regular o guia do cartucho	
10	Regular os eletrodos	
11	Ajustar o produto na entrada do ferramental	
12	Ligar o intermitente	



ANEXO D**Check list de Ferramental**

Envasadora		Encartuchadeira	
Pinça/ Batorel		Flauta do Protetor Ondulado	
Pré Climping		Berço de Frasco	
Portal de Válvula		Garra do Pega de Frasco	
Garra da Válvula		Empurrador do Frasco	
Centralizador de Gargalo		Empurrador do Ondulado	
Trilho Vibratório de Tampa		Caneta de Vácuo 1	
Portal do Cache		Caneta de Vácuo 2	
Finger do Cache		Empurrador de Introdução	
Aplicador do Cache		Túnel de Introdução	
Centralizador de Cache		Régua de Apoio do Ondulado	
Esteira de cache		Apoio da Tampa	
Bocal de Rosqueamento			
Dispositivo Presença de Cache			
Portal da Tampa			
Castanha da Tampa			
Motor posicionador Tampa			
Bico de Envase			
Centralizador de tampa			
Panela de cache			
Panela de Válvula			
Finger da Tampa			
Dispositivo de abertura de tampa			
Pistão do acionador			
Esteira de tampa			
Rosqueadeira		Celofanadeira	
Estrela		Ferramental	
Guias de puck		Chapa de transferência de entrada do Elevador	
Pinça de alinhamento		Régua de Entrada	
Bocal 1		Eletrodo Transversal	
Centrador de rosqueamento		Eletrodos Laterais	
Bocal 2		Empurradores	
Centrador de torque		Elevador	
		Engrenagem do Filme	
		Placa de Apoio	