

Beatriz Maria Simões Ramos da Silva

**Uso do indicador de eficácia global de equipamentos como
ferramenta de gestão: estudo de caso aplicado à produção
farmacêutica**

Rio de Janeiro

2012

Beatriz Maria Simões Ramos da Silva

Uso do indicador de eficácia global de equipamentos como ferramenta de gestão: estudo de caso aplicado à produção farmacêutica

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica, do Instituto de Tecnologia em Fármacos - FIOCRUZ

Orientador: Prof. Dr. Helvécio Vinícius Antunes Rocha

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Medina

Rio de Janeiro

2012

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Medicamentos e Fitomedicamentos/ Farmanguinhos / FIOCRUZ - RJ

S586u

Silva, Beatriz Maria Simões Ramos da

Uso do indicador de eficácia global de equipamentos como
ferramenta de gestão: estudo de caso aplicado à produção farmacêutica.
/ Beatriz Maria Simões Ramos da Silva. – Rio de Janeiro, 2012.

xvii, 193 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Instituto de Tecnologia em Fármacos-
Farmanguinhos, Pós-Graduação em Gestão, Pesquisa e
Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica, 2012.

Bibliografia: f. 130-139

1. Indústria farmacêutica. 2. Avaliação de desempenho. 3. Eficácia.
4. Equipamentos. 5. Melhoria de qualidade I. Título.

CDD 615.19

Beatriz Maria Simões Ramos da Silva

Uso do indicador de eficácia global de equipamentos como ferramenta de gestão: estudo de caso aplicado à produção farmacêutica

Dissertação apresentada como um dos requisitos para obtenção do título de Mestre ao Programa de Pós-graduação em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica, do Instituto de Tecnologia em Fármacos – Fundação Oswaldo Cruz

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jorge Costa
Vice-Presidência de Produção e Inovação em Saúde – FIOCRUZ
(Presidente da Banca)

Prof. Dr. Jorge Lima Magalhães
Instituto de Tecnologia em Fármacos – FIOCRUZ

Prof. Dr. André Ribeiro de Oliveira
Departamento de Engenharia Industrial – UERJ

Rio de Janeiro

2012

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter permitido que eu vencesse mais um desafio com saúde, ao lado da minha família e sob a Sua proteção.

A minha mãe pelo amor incondicional dedicado à mim e aos meus filhos. Amor este, muitas vezes, capaz de fazê-la abdicar de si a nosso favor. Agradeço por ouvir meus desabafos, dividindo preocupações e ansiedades. E ainda pelos ensinamentos de honestidade e dignidade, nos quais baseio minhas decisões e opções de vida. Ao meu pai por me transmitir uma de suas maiores paixões. Me lembro da sua mão segurando a minha no meio de máquinas que pareciam enormes e faziam muito barulho, vidros de ampolas, muitas pessoas uniformizadas, aromas que sinto até hoje. Criança, não sabia dizer o que mais me fascinava, mas hoje, tenho certeza que era o amor que ele dedicava à sua profissão.

A minha avó Dulce, a mulher mais forte que eu conheço, pelas orações e palavras sábias durante todas as fases da minha vida.

Ao meu querido irmão por estar sempre ao meu lado, por me socorrer nos momentos difíceis e por ser o melhor tio que meus filhos poderiam ter.

Ao meu esposo por todas as formas que encontrou de me ajudar: suprimindo minha ausência junto aos nossos filhos, formatando planilhas, gráficos e tabelas, me incentivando e acreditando em minha capacidade.

Aos meus filhos por me lembrarem sempre que Deus faz maravilhas e milagres, que a vida está em constante mudança, que só tenho a agradecer...

Aos superiores, pares e funcionários que trabalharam comigo na Merck Serono pelos inúmeros ensinamentos e oportunidades de crescimento que me proporcionaram. Aos grandes amigos que fiz naquela empresa pela certeza de que posso contar com eles sempre.

A Farmanguinhos por disponibilizar a estrutura da Instituição e permitir a realização deste trabalho.

Aos professores Helvécio Vinícius Antunes Rocha e Fernando Medina pelo incentivo, contribuições e orientações.

À vice diretora de operações Saíde Queiroz e a equipe da produção de Farmanguinhos. Aos gerentes Fábio Lagreca e Elda Falqueto e aos supervisores Júlio Bento, Rodrigo Ramos, Carlos Giraldeli e Émilia Fernandes pela amizade e pelo apoio à execução do trabalho. Aos operadores André Luiz Costa, Antonio Carlos dos Santos, Carlos Henrique Claudio, Joel Abreu, Evanil Borges, Pedro Silva, Eribaldo Barros, Jorge Diniz, José Carlos Campos, Robson Silva, Wilson Lima, Aracati Filho e André Luiz Marcelino pela realização dos apontamentos de dados e pelo interesse em contribuir e participar. A Rosane Tavares e Adelaide dos Santos pelo cuidado e dedicação na digitação dos registros. A Maria Miralva por me ajudar nos acompanhamentos dos *set ups* dos equipamentos e pelo laço de amizade que nos une.

Entrega o teu caminho ao Senhor,
confia nele e o mais ele o fará

Salmos 37:5

RESUMO

SILVA, Beatriz. *Uso do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos como Ferramenta de Gestão: Estudo de Caso Aplicado à Produção Farmacêutica*. 2012. 193f. Dissertação Mestrado Profissional em Gestão, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Farmacêutica – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

Atualmente, a indústria farmacêutica encontra-se inserida em um cenário de acirrada competição, enfrenta custos crescentes de pesquisa e desenvolvimento e está submetida a maiores exigências regulatórias. Soma-se a este quadro, reduzida eficiência operacional. Neste contexto, torna-se importante que as empresas farmacêuticas busquem mensurar e melhorar o desempenho de suas operações e equipamentos. Mundialmente e em diversos segmentos industriais, o indicador de eficácia global de equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness*, OEE) é adotado como métrica do desempenho de máquinas e linhas produtivas.

Através de estudo de caso, aplicado à produção de Farmanguinhos, verificou-se que o emprego da OEE permite identificar e quantificar as perdas que afetam o funcionamento dos recursos produtivos, servindo de base para o desenvolvimento de ações de melhoria contínua. Na implantação do indicador é fundamental assegurar que os operadores responsáveis pela coleta dos dados assimilem os objetivos e conceitos da metodologia e sejam capacitados a classificar corretamente as perdas.

A análise dos resultados de OEE evidenciou que os processos de troca de máquina (*set ups*) representaram os desperdícios de maior impacto sobre a disponibilidade dos equipamentos em estudo. Foi verificado que princípios da troca rápida de ferramentas (*Single Minute Exchange of Dies*, SMED) podem ser utilizados para redução do tempo destas operações.

Palavras-chave: Indústria Farmacêutica. Indicadores. Eficácia Global de Equipamentos. Melhoria Contínua.

ABSTRACT

Currently, the pharmaceutical industry is inserted in a scenario of fierce competition, facing rising costs of research and development and is subjected to increased regulatory requirements. Reduced operational efficiency is added to this picture. In this context, it is important that pharmaceutical companies strive to measure and improve the performance of its operations and equipments. Worldwide and in several industrial sectors, Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicator is adopted as the performance metric of machines and production lines.

Through case study, applied to Farmanguinhos production, it was verified that the use of OEE enables identifying and quantifying the losses that affect productive resources operation, providing the basis for the development of continuous improvement actions. In the indicator's implantation it is fundamental to assure that operators responsible for data collection assimilate the purposes and concepts of the methodology and are able to classify the losses correctly.

The analysis of OEE results revealed that set up processes represented the waste of largest impact on the availability of the equipments under study. It was verified that principles of Single Minute Exchange of Dies (SMED) can be used to reduce the time of these operations.

Keywords: Pharmaceutical Industry. Indicators. Overall Equipment Effectiveness. Continuous Improvement.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	Tema	20
1.2.	Justificativa	20
1.3	Delimitações do trabalho	23
2	REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1	Indicadores de desempenho	24
2.2	Origem e cálculo da OEE (segundo Nakajima)	25
2.3	Perdas segundo o Sistema Toyota de Produção	32
2.4	Perdas do sistema produtivo e versões modificadas da OEE	35
2.5	Implantação da OEE	41
2.6	Melhoria contínua, benefícios e aplicações da OEE	44
2.7	OEE e finanças	49
2.8	<i>Benchmarking</i>	51
2.9	SMED	52
3	OBJETIVOS	62
4	METODOLOGIA	63
5	RESULTADOS E DISCUSÃO	65
5.1	Seleção dos equipamentos e descrição de processos de produção.	65
5.2	Descrição de atividades do revestimento e implantação do indicador	72
5.2.1	<u>Descrição de atividades do revestimento</u>	72
5.2.2	<u>Definição das perdas a serem apontadas e sistematização da coleta dos dados e dos cálculos da OEE</u>	73
5.2.3	<u>Treinamento, avaliação de dados iniciais e análise do processo de implantação</u>	78
5.3	Análise dos resultados do indicador	80
5.3.1	<u>Equipamentos de revestimento Eurovent</u>	80
5.3.1.1	Análise da OEE	80
5.3.1.2	Análise do índice de qualidade	81
5.3.1.3	Análise do índice de disponibilidade	84
5.3.1.4	Análise do índice de eficiência de desempenho	95
5.3.2	<u>Equipamento de revestimento GS</u>	97

5.3.2.1	Análise da OEE	97
5.3.2.2	Análise do índice de qualidade	97
5.3.2.3	Análise do índice de disponibilidade	99
5.3.2.4	Análise do índice de eficiência de desempenho	107
5.4	Avaliação dos set ups do Eurovent e GS, utilizando princípios da SMED	107
5.4.1	<u>Descrição dos procedimentos de limpeza do equipamento Eurovent</u>	111
5.4.2	<u>Análise das atividades dos set ups do Eurovent</u>	114
5.4.3	<u>Descrição dos procedimentos de limpeza do equipamento GS</u>	117
5.4.4	<u>Análise das atividades dos set ups do GS</u>	119
5.4.5	<u>Oportunidades de melhoria nas trocas do Eurovent e do GS</u>	122
6	CONCLUSÃO	127
6.1	Conclusões	127
6.2	Perspectivas	128
	REFERÊNCIAS	130
	APÊNDICE A – FOLHA DE APONTAMENTO DE HORAS	140
	APÊNDICE B – PROVA OEE	141
	APÊNDICE C – PLANILHAS DE CÁLCULO DA OEE - EQUIPAMENTO DE REVESTIMENTO EUROVENT	142
	APÊNDICE D – PLANILHAS DE CÁLCULO DA OEE – EQUIPAMENTO DE REVESTIMENTO GS	149
	APÊNDICE E – DESCRIÇÃO DO GRÁFICO <i>BOX PLOT</i>	160
	APÊNDICE F – PLANTA DO PRIMEIRO PAVIMENTO DO PRÉDIO 70.	161
	APÊNDICE G – ATIVIDADES DOS <i>SET UPS</i> PARCIAL E TOTAL DO EUROVENT	162
	APÊNDICE H – ATIVIDADES DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO EUROVENT	165
	APÊNDICE I – GRÁFICOS HOMEM-MÁQUINA DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO EUROVENT	168
	APÊNDICE J – TEMPOS DE TROCA PARCIAL E TOTAL – EQUIPAMENTO EUROVENT	176
	APÊNDICE K – GRÁFICOS <i>BOX PLOT</i> DAS TROCAS DOS EQUIPAMENTOS EUROVENT E GS	178

APÊNDICE L – ATIVIDADES DOS SET UPS PARCIAL E TOTAL DO GS.....	179
APÊNDICE M – ATIVIDADES DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO GS.....	181
APÊNDICE N – GRÁFICOS HOMEM-MÁQUINA DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO GS	185
APÊNDICE O – TEMPOS DE TROCA PARCIAL E TOTAL - EQUIPAMENTO GS.....	190

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	OEE - índices e perdas	28
Figura 2 -	OEE - tempos e perdas	29
Figura 3 -	Integração da OEE ao ciclo PDCA	45
Figura 4 -	Possíveis benefícios alcançados com a utilização da OEE	47
Figura 5 -	Estágios da metodologia SMED	56
Figura 6 -	Fluxograma da metodologia	64
Figura 7 -	Fluxogramas de produção	67
Figura 8 -	Equipamento GS SPOR 300	68
Figura 9 -	Equipamento Eurovent DC 200	68
Figura 10 -	Parte interna de um equipamento de revestimento com tacho perfurado, ressaltando a pistola de aspersão	69
Figura 11 -	Tempo entre o recebimento e o início da operação do Eurovent	70
Figura 12 -	Braço com <i>spray ball</i> utilizado para limpeza interna do tambor do Eurovent	112
Figura 13 -	Localização da coifa de exaustão do Eurovent	113
Figura 14 -	Braço de CIP contendo <i>spray balls</i> para limpeza interna do tambor do GS	118
Figura 15 -	Pá de exaustão do GS	118
Figura 16 -	Partes I e II do braço permitem ajuste da posição das pistolas em relação ao leito de comprimidos	123
Figura 17 -	Marcas de referência para ajuste da posição da parte II do braço	124
Figura 18 -	Régua com letras permite ajuste da distância das pistolas ao leito de comprimidos	124
Figura 19 -	Círculo numerado para ajuste das pistolas em posição que permita a pulverização da suspensão sobre a metade superior do leito de comprimidos	125
Figura 20 -	Folha de apontamento de horas	140
Figura 21 -	Prova OEE	141
Figura 22 -	Descrição do gráfico <i>box plot</i>	160
Figura 23 -	Planta do primeiro pavimento do prédio 70	161

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Evolução do indicador OEE para o equipamento Eurovent	81
Gráfico 2 -	Evolução do índice de qualidade para o equipamento Eurovent	81
Gráfico 3 -	Evolução do índice de disponibilidade para o equipamento Eurovent	85
Gráfico 4 -	Percentual do tempo operacional e das paradas de produção em relação ao tempo de carga – Eurovent – julho/2010 a julho/2011	85
Gráfico 5 -	Pareto das paradas de produção – Eurovent – julho/2010 a julho/2011	86
Gráfico 6 -	Pareto das paradas de produção – Eurovent – julho/2010 a setembro/2010	87
Gráfico 7 -	Evolução do percentual de troca em relação ao tempo de carga para o equipamento Eurovent	89
Gráfico 8 -	Evolução do percentual da manutenção em relação ao tempo de carga para o equipamento Eurovent	90
Gráfico 9 -	Evolução do percentual de “outras paradas” em relação ao tempo de carga para o equipamento Eurovent	92
Gráfico 10 -	Evolução do índice de eficiência de desempenho para o equipamento Eurovent	95
Gráfico 11 -	Evolução do indicador OEE para o equipamento GS	97
Gráfico 12 -	Evolução do índice de qualidade para o equipamento GS	98
Gráfico 13 -	Evolução do índice de disponibilidade para o equipamento GS	99
Gráfico 14 -	Percentual do tempo operacional e das paradas de produção em relação ao tempo de carga – GS – julho/2010 a julho/2011	99
Gráfico 15 -	Pareto das paradas de produção – GS – julho/2010 a setembro/2010	101
Gráfico 16 -	Pareto das paradas de produção – GS – julho/2010 a julho/2011	102
Gráfico 17 -	Evolução do percentual de troca em relação ao tempo de carga para o equipamento GS	103
Gráfico 18 -	Evolução do percentual de “outras paradas” em relação ao tempo de carga para o equipamento GS	104
Gráfico 19 -	Evolução do percentual de manutenção em relação ao tempo de carga para o equipamento GS	105

Gráfico 20 -	Evolução do percentual de falta de intermediário/matéria-prima em relação ao tempo de carga para o equipamento GS	106
Gráfico 21 -	Evolução do índice de eficiência de desempenho para o equipamento GS	107
Gráfico 22 -	Gráfico homem –máquina – Eurovent – troca parcial	169
Gráfico 23 -	Gráfico homem – máquina – Eurovent – troca total	171
Gráfico 24 -	<i>Box plot</i> – trocas dos equipamentos Eurovent e GS	178
Gráfico 25 -	Gráfico homem-máquina – GS – troca parcial	186
Gráfico 26 -	Gráfico homem-máquina – GS – troca total	187

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Exemplos de operações essenciais e auxiliares	34
Tabela 2 -	Dados necessários para os cálculos dos índices e dos indicadores .	39
Tabela 3 -	Comparativo de índices e resultados da OEE e da TEEP	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -	Fórmula ilustrativo de apontamento de horas produtivas	38
Quadro 2 -	Participação de Farmanguinhos em programas do Ministério da Saúde – alocação em unidades farmacêuticas e recursos financeiros – 2010 e 2011	66
Quadro 3 -	Farmanguinhos – demanda e recurso financeiro alocado por medicamento antirretroviral – 2010 e 2011	66
Quadro 4 –	Farmanguinhos – demanda do Ministério da Saúde e de vendas diretas de medicamentos sólidos orais revestidos, cuja produção é realizada externamente – 2009, 2010 e 2011	71
Quadro 5 -	Planilha de cálculo dos índices e da OEE – Eurovent – mês julho/2010	76
Quadro 6 –	Planilha de cálculo dos índices e da OEE – GS – mês julho/2010	77
Quadro 7 –	Ocorrências de falhas do equipamento Eurovent	89
Quadro 8 –	Ocorrências de falhas do equipamento GS.....	104
Quadro 9 –	Eurovent - comparativo dos tempos médios de <i>set up</i> com os tempos de execução das propostas	117
Quadro 10 –	GS - comparativo dos tempos médios de <i>set up</i> com os tempos de execução das propostas	121
Quadro 11 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês julho/2010	142
Quadro 12 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês agosto/2010	143
Quadro 13 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês setembro/2010	143
Quadro 14 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês outubro/2010	144
Quadro 15 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês novembro/2010	144
Quadro 16 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês dezembro/2010	144
Quadro 17 -	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento	

	Eurovent – mês janeiro/2011	145
Quadro 18 -	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês fevereiro/2011	145
Quadro 19 -	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês março/2011	146
Quadro 20 -	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês abril/2011	146
Quadro 21 -	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês maio/2011	147
Quadro 22 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês junho/2011	147
Quadro 23 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês julho/2011	148
Quadro 24 -	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês julho/2010	149
Quadro 25 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês agosto/2010	150
Quadro 26 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês setembro/2010	152
Quadro 27 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês outubro/2010	152
Quadro 28 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês novembro/2010	154
Quadro 29 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês dezembro/2010	154
Quadro 30 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês janeiro/2011	155
Quadro 31 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês fevereiro/2011	155
Quadro 32 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês março/2011	156
Quadro 33 –	Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês abril/2011	157

Quadro 34 – Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês maio/2011	158
Quadro 35 – Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês junho/2011	159
Quadro 36 – Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês julho/2011	159
Quadro 37 – Atividades do <i>set up</i> parcial do Eurovent	162
Quadro 38 – Atividades do <i>set up</i> total do Eurovent	163
Quadro 39 – Atividades da proposta de troca parcial do Eurovent	165
Quadro 40 – Atividades da proposta de troca total do Eurovent	166
Quadro 41 – Tempos de troca parcial entre lotes do produto C – equipamento Eurovent (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – 07/2010 a 07/2011)	176
Quadro 42 – Tempos de troca total entre lotes do produto C – equipamento Eurovent (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – 07/2010 a 07/2011)	177
Quadro 43 – Dados de construção dos gráficos <i>box plot</i>	178
Quadro 44 – <i>Outliers</i>	178
Quadro 45 – Média dos <i>set ups</i> dos equipamentos Eurovent e GS após exclusão dos <i>outliers</i>	178
Quadro 46 – Atividades do <i>set up</i> parcial do GS	179
Quadro 47 – Atividades do <i>set up</i> total do GS	180
Quadro 48 – Atividades da proposta de troca parcial do GS	181
Quadro 49 – Atividades da proposta de troca total do GS	183
Quadro 50 – Tempos de troca parcial entre lotes do produto A ou B - equipamento GS (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – 07/2010 a 07/2011)	190
Quadro 51 – Tempos de troca total entre lotes do produto A ou B - equipamento GS (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – 07/2010 a 07/2011)	193

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP -	<i>Analytical hierarquical process</i>
AIDS -	<i>Acquired imune deficiency syndrome</i>
BMS -	<i>Building management system</i>
BPM -	<i>Business process management</i>
CIP -	<i>Cleaning in place</i>
CPI -	Comissão parlamentar de inquérito
DST -	Doenças sexualmente transmissíveis
DMAIC -	<i>Define, measure, analyse, improve and control</i>
ERP -	<i>Enterprise resource planning</i>
FDA -	<i>Food and Drug Administration</i>
FMEA -	<i>Failure and mode effect analysis</i>
HVAC -	<i>Heating, ventilation and air conditioning</i>
ITEM -	<i>Institute of Technology Management</i>
JIPE -	<i>Japanese Institute of Plant Engineering</i>
JIT -	<i>Just in time</i>
MOD -	Mão de obra direta
OEE -	<i>Overall equipment effectiveness</i>
PDCA -	<i>Plan, do, check and act</i>
P&D -	Pesquisa e desenvolvimento
PEE -	<i>Production equipment effectiveness</i>
PLC -	<i>Programmable logic controller</i>
SMED -	<i>Single minute exchange of dies</i>
RDC -	Resolução da diretoria colegiada
ROA -	<i>Return over assets</i>

RPN -	<i>Risk priority number</i>
TE -	Tempo excluído
TEEP -	<i>Total effective equipment productivity</i>
TIO -	Tempo de inatividade operacional
TIQ -	Tempo de inatividade de qualidade
TIT-	Tempo de inatividade técnica
TOC -	<i>Theory of constraints</i>
TPI -	Tempo de parada induzida
TPM -	<i>Total productive maintenance</i>
TPO -	Tempo de parada operacional
TQM -	<i>Total quality management</i>

1 INTRODUÇÃO

A indústria farmacêutica mundial é composta por mais de dez mil empresas. Apenas algumas multinacionais, no entanto, detêm o controle do mercado: oito empresas respondem por 40% do faturamento mundial (CAPANEMA e PALMEIRA FILHO, 2007). Devido à complexidade dos processos e conhecimentos envolvidos, as empresas farmacêuticas não fabricam todas as variedades de medicamentos, especializando-se em certas classes terapêuticas. Em função destas características, o setor farmacêutico é considerado um oligopólio diferenciado. A diferenciação de produtos, baseada em elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), é o principal fator de competitividade entre os medicamentos patenteados, enquanto no segmento de genéricos, a competição se baseia em preços e custos de produção (GADELHA *et al.*, 2003).

O Brasil é um dos maiores mercados consumidores de produtos farmacêuticos do mundo. Em 2009, o país ocupou a décima posição no ranking internacional de vendas globais da indústria farmacêutica (VARGAS *et al.*, 2009). Nos últimos anos, o mercado nacional foi significativamente alterado. Apesar do predomínio das empresas multinacionais em diferentes segmentos e classes terapêuticas verificou-se um aumento considerável da participação de empresas nacionais no mercado. Este fato deve-se particularmente ao crescimento do consumo de genéricos no país. Pesquisas realizadas pelo *Intercontinental Marketing Services Health Inc*, no ano de 2010, apontaram que os genéricos representaram 20,6% das unidades farmacêuticas vendidas no Brasil. Na Espanha, França, Alemanha e Estados Unidos, a participação dos genéricos no mercado foi de 30%, 35%, 60% e 60%, respectivamente (PROGENERICOS, 2012).

Durante as duas últimas décadas, a indústria farmacêutica apresentou um crescimento significativo, originado, entre outros aspectos, por concentração industrial, lucros elevados, e combinação de crescimento no consumo de medicamentos com aumento de preços. Recentemente, no entanto, esta indústria tem enfrentado vários desafios, dentre os quais:

- A expiração de patentes de produtos líderes de vendas do setor e consequente concorrência com o mercado de genéricos;
- A adoção, pelas agências regulatórias, de critérios mais rigorosos para comprovação da segurança e eficácia dos medicamentos;

- As críticas de pacientes, imprensa e governo em função dos elevados preços dos medicamentos;
- Um processo de pesquisa e desenvolvimento longo, custoso e com alta taxa de incerteza.

Em 2009, dados da European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations revelaram que o tempo de desenvolvimento de um novo medicamento com base em uma nova substância oscila entre 12 e 13 anos. Em 2006, o custo médio de pesquisa e desenvolvimento de uma nova molécula química ou biológica foi estimado em US\$ 1.318 milhões (GRONAUER e FRIEDLI, 2010).

Além das dificuldades citadas acima, o custo de manufatura das indústrias farmacêuticas é reconhecidamente alto. Representa uma parte significativa do custo total das empresas. Para indústrias de medicamentos de marca, oscila entre 27 e 30% das vendas. Para as empresas de genéricos e de biotecnologia, estas estimativas não estão disponíveis (BASU *et al.*, 2008). O custo de manufatura é uma dimensão do desempenho operacional, que é afetada por todas as outras dimensões do desempenho: qualidade, velocidade, flexibilidade e confiabilidade (SLACK *et al.*, 2002). Estudos de *benchmarking* revelaram que o desempenho do processo produtivo da indústria farmacêutica é inferior ao de outras indústrias (BENSON e McCABE, 2004; IBM BUSINESS CONSULTING SERVICES, 2005).

No documento “Innovation and Continuous Improvement in Pharmaceutical Manufacturing – Pharmaceutical CGMPs for the 21st Century“, o FDA (*Food and Drug Administration*) reconheceu que a indústria farmacêutica carece de tecnologias de manufatura mais modernas que otimizem o processo produtivo (FDA, 2005).

Um estudo de *benchmarking* internacional denominado “Operational Excellence in the Pharmaceutical Industry” avalia a implementação de técnicas de gestão operacional na indústria farmacêutica: *Just in Time* (JIT), Gestão da Qualidade Total (*Total Quality Management*, TQM), Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*, TPM). O projeto é conduzido pelo Institute of Technology Management (ITEM) da Universidade de St Gallen, na Suíça. A pesquisa é independente e totalmente financiada pelos participantes. Os resultados das duas edições realizadas em 2004 e 2008 indicaram que a maioria das empresas multinacionais iniciaram programas de melhoria contínua e eficiência, mas que apenas as empresas com os melhores desempenhos implementaram todas as técnicas de gestão básicas. Baseado na experiência das empresas mais eficientes, a pesquisa aponta que o

primeiro passo para atingir a excelência operacional é o funcionamento padronizado e estável dos equipamentos. A segunda etapa é a obtenção de processos robustos, seguida da redução dos estoques (FRIEDLI e GOETZFRIED, 2010). Não é possível melhorar um processo sem que antes este seja padronizado. A padronização conduz à estabilização dos processos, possibilitando que ações de melhoria contínua sejam implementadas. Entretanto, padronização não refere-se apenas aos processos, mas também ao funcionamento dos equipamentos. É recomendável aumentar a confiabilidade das máquinas antes de reduzir outras fontes de variabilidade nos processos. A robustez dos equipamentos apresenta pronunciada correlação com indicadores de desempenho da qualidade (como, índices de refugo e de reclamações). Tempos elevados de manutenção corretiva (não planejada) estão relacionados com aumento do número de lotes reprovados e incremento de estoque em processo (FRIEDLI e GOETZFRIED, 2010).

O desempenho dos equipamentos afeta a habilidade da manufatura de fornecer produtos com qualidade no tempo requerido pelos clientes, tem influência sobre a produtividade e os custos operacionais, impactando o desempenho e a competitividade das organizações (MUCHIRI *et al.*, 2010).

1.1 Tema

O tema deste trabalho é o estudo e a avaliação do indicador de Eficácia Global de Equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness*, OEE) aplicado à produção farmacêutica. O estudo aborda o uso do indicador como métrica de desempenho, ferramenta de identificação de perdas de eficácia e base para o desenvolvimento de ações de melhoria contínua.

1.2 Justificativa

O Complexo Tecnológico de Medicamentos (Farmanguinhos) é um dos dezoito laboratórios que integram a rede brasileira de produção pública de medicamentos. A principal função dos laboratórios públicos é atender aos programas nacionais de promoção do acesso da população aos medicamentos. Segundo Gomes *et al.*

(2008) somente 13,6% da população brasileira tem condições de pagar a maioria de suas despesas com medicamentos. Garantir o acesso da população aos medicamentos, principalmente os de alto custo, é um desafio para o sistema público de saúde brasileiro.

Um estudo realizado em 2007 avaliou os gastos do Ministério da Saúde com medicamentos. De 2002 a 2006, os gastos totais com saúde aumentaram 9,6%, enquanto os gastos com medicamentos aumentaram 123,9% (VIEIRA, 2009). A produção pública de medicamentos contribui para a redução dos custos dos programas de saúde, através do fornecimento de medicamentos a preços mais baixos e, também, pelo efeito indutor e regulatório do mercado. Um exemplo deste efeito foi a redução dos custos do Programa Nacional de DST/AIDS e Hepatites Virais, após o início da produção de antirretrovirais por laboratórios públicos. Farmanguinhos exerce um papel de destaque neste programa, que é referência mundial entre as políticas públicas em saúde. Em 2004, Farmanguinhos produziu 37% da demanda de antirretrovirais do programa, propiciando uma economia de R\$ 215 milhões para o Ministério da Saúde (FARMANGUINHOS, 2005).

O relatório da CPI (Comissão Parlamentar de Inquérito) dos medicamentos é considerado um documento fundamental no diagnóstico da pesquisa, produção, controle e consumo de medicamentos. O título V deste relatório destaca a importância dos laboratórios oficiais assumirem um papel de referência de custos e qualidade de produção. O documento salienta que os laboratórios devem funcionar com agilidade e nos mesmos padrões de eficiência das empresas privadas, de modo a aumentar a competitividade no ramo farmacêutico (OLIVEIRA *et al.*, 2006). O Ministério da Saúde, ciente da necessidade de fortalecimento e modernização dos laboratórios públicos, instituiu o Programa Nacional de Fomento à Produção Pública e Inovação no Complexo Industrial da Saúde. Uma das diretrizes desta política é estimular os produtores públicos a adotar modelos de gestão, capazes de provê-los de maior agilidade, flexibilidade e eficiência, aumentando seus potenciais competitivos (BRASIL, 2008).

Sob gestão adequada, a OEE é um indicador que promove a melhoria do desempenho dos equipamentos e permite a eliminação das perdas de eficácia, reduzindo custos. Desta forma, a metodologia contribui para o alcance de objetivos dos laboratórios públicos: redução de custos dos programas de saúde e melhoria do acesso da população aos medicamentos.

O desempenho dos equipamentos impacta diretamente nas operações de manufatura, através dos efeitos sobre a capacidade, os custos, a qualidade e a confiabilidade destas operações. Equipamentos eficazes apresentam um reduzido número de interrupções de funcionamento, aumentando o volume de produção real. Nestas condições, é reduzida a necessidade de estoque em processo para proteger a operação do próximo recurso produtivo. Por sua vez, a redução do estoque em processo diminui o tempo de atravessamento (*lead time*), já que não se formam filas para processamento. Como consequência, é possível entregar diferentes produtos mais rapidamente, aumentando a flexibilidade da manufatura. Equipamentos que produzem com taxas de qualidade e velocidade satisfatórias contribuem para o aumento da produtividade e a redução dos custos das operações. Torna-se, então, essencial medir o desempenho de máquinas e linhas produtivas (SHARMA, 2006).

O indicador de eficácia global dos equipamentos é adotado mundialmente para mensurar de forma uniforme e consistente os fatores que afetam diretamente o desempenho dos equipamentos (AHUJA e KHAMBA, 2008). A OEE é o produto de três índices: disponibilidade, eficiência de desempenho e qualidade. É a mensuração destas três dimensões em um único número que diferencia a OEE de outros indicadores. Tradicionalmente, a disponibilidade era o indicador padrão adotado para medir a utilização de equipamentos, principalmente devido à simplicidade do cálculo. Como resultado, a capacidade era super estimada já que aspectos pertinentes, como qualidade e eficiência de desempenho, não eram considerados (CHIARADIA, 2004).

Além de fornecer o nível de desempenho de um equipamento ou de uma linha de produção, a OEE é utilizada como ferramenta de identificação das perdas que impactam o funcionamento das máquinas. Perdas ou desperdícios são definidos como atividades que absorvem recursos, mas não criam valor, como por exemplo, retrabalhos, uso de velocidade menor que a projetada e falhas nos equipamentos (BADIGER e GANDHINATHAN, 2008; BAMBER *et al.*, 2003). Para o cálculo da OEE, é necessário o registro destes desperdícios. A compilação dos registros permite identificar e quantificar as perdas que apresentam maior impacto sobre os equipamentos e que se constituem fontes potenciais de melhoria de desempenho. Uma vez que as ineficácias tenham sido detectadas, suas causas raízes devem ser identificadas. Na sequência, são adotadas ações de melhoria, cuja efetividade é acompanhada através dos próximos valores de OEE. Logo, o indicador contribui

para melhoria contínua do desempenho dos equipamentos e, em última instância, das operações de manufatura. A OEE não é um indicador passivo, de controle e monitoramento de resultados. Pelo contrário, é dinâmico, permitindo identificar e gerar melhorias contínuas (JONSSON e LESSHAMMAR, 1999).

1.3 Delimitações do trabalho

O estudo de caso foi aplicado a dois equipamentos utilizados na produção de medicamentos antirretrovirais em Farmanguinhos.

Por não existir um método sistemático de implantação da OEE, foram objetos de análise os aspectos práticos, dificuldades e fatores críticos observados durante a implantação do indicador.

Foram avaliadas as perdas originalmente propostas por Nakajima (BADIGER e GANDHINATHAN, 2008), idealizador da ferramenta, e as perdas provenientes do sistema produtivo que tiveram impacto sobre o funcionamento dos equipamentos.

Com a utilização da OEE, o trabalho contemplou a identificação de perdas, a detecção de suas causas raízes e o desenvolvimento de ações de melhoria do desempenho dos equipamentos. A implantação das ações de melhoria identificadas esteve condicionada à viabilidade técnica e econômica e ao prazo de execução do trabalho.

Os desempenhos dos equipamentos em estudo foram comparados, mas não foram objeto de *benchmarking* externo, ou seja, não foram avaliados perante equipamentos semelhantes de outras organizações.

O cálculo de ganhos ou projeções financeiras decorrentes de melhorias da OEE não foi foco deste trabalho e, por isso, não foi contemplado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Indicadores de desempenho

Durante a década de 80, a competição entre as organizações tornou-se intensa em função da globalização, das constantes inovações tecnológicas e de um mercado consumidor mais exigente. Atualmente, a competitividade continua crescente e as empresas aprimoram-se para satisfazer às demandas dos clientes: produtos diferenciados, de alta qualidade e com preços mais baixos (LUCAS e KIRILLOVA, 2011). Neste cenário, as estratégias de manufatura exercem um papel fundamental na criação e sustentação de vantagem competitiva para a empresa. A função manufatura fornece capacidades que permitem a organização competir mais eficientemente no mercado. Estas capacidades¹ incluem: qualidade, agilidade, confiabilidade, flexibilidade e custo. A estratégia de manufatura traduz as prioridades competitivas da organização em requerimentos de desempenho para o nível operacional. Para o desdobramento da estratégia em ações é essencial a adoção de indicadores de desempenho. A medição é um processo de quantificação, mas o efeito é estimular ações e somente através da consistência das ações é que a estratégia é executada (NEELY *et al.*, 1995). Indicadores de desempenho proporcionam conexão entre a estratégia e as ações, suportando a implementação e a execução de iniciativas de melhoria (MUCHIRI *et al.*, 2010).

Uma medida ou um indicador de desempenho único não é capaz de quantificar todos os aspectos envolvidos em todas as dimensões do desempenho: internos, externos, financeiros e não financeiros. Por exemplo, a qualidade envolve um fator externo, que é o grau de satisfação do consumidor e um fator interno que é redução de custos em função do menor número de produtos não conformes. São adotados, então, sistemas de mensuração de desempenho compostos por vários tipos de indicadores, de forma a proporcionar uma visão completa das operações (SLACK *et al.*, 2002).

¹ Capacidades ou competências são habilidades que diferenciam a empresa de manufatura ou de serviços de seus concorrentes. Em geral, os termos capacidade e competência são utilizados de modo intercambiável. No passado, competência referia-se às tecnologias de produção e às habilidades dos trabalhadores. O conceito de capacidade abrangeu características do desempenho de negócios e processos, como satisfação do cliente, responsividade e tempo de ciclo de entrega (MORASH *et al.*, 1996).

Indicadores de desempenho são definidos como métricas usadas para quantificar a eficiência e/ou a eficácia de uma ação (NEELY *et al.*, 1995). A eficácia determina o grau em que o resultado da ação conforma com os requerimentos (indica se o resultado da ação está correto). A eficiência avalia se a ação produz os resultados requeridos a um custo mínimo dos recursos (determina se a ação está sendo realizada corretamente) (US DEPARTMENT OF ENERGY, 1995). A OEE mede a eficácia dos equipamentos (BADIGER e GANDHINATHAN, 2006; MUCHIRI e PINTELON, 2008), no entanto, comumente na literatura é adotada a denominação “Eficiência Global de Equipamentos” (CHIARADIA, 2004; HANSEN, 2006).

Algumas vezes, a OEE é adotada em sistemas de medição de desempenho de manufatura (JONSSON e LESSHAMMAR, 1999; TANGEN, 2003; AHMADA e DHAFRB, 2002); outras vezes, em sistemas de mensuração de desempenho de manutenção (CHOLASUKE *et al.*, 2004; MUCHIRI *et al.*, 2010). Os indicadores de desempenho de manutenção auxiliam o direcionamento de recursos e ações para a manutenção de equipamentos, instalações e outros ativos físicos nas condições operacionais adequadas (MUCHIRI *et al.*, 2010).

2.2 Origem e cálculo da OEE (segundo Nakajima)

O indicador foi originalmente proposto por Seiki Nakajima para acompanhar o progresso da Manutenção Produtiva Total (*Total Productive Maintenance*, TPM). A TPM é uma metodologia japonesa que foi adotada pela primeira vez na empresa Nippon Denso Co, um dos fornecedores de componentes elétricos da *Toyota Car Company*. Foi desenvolvida pelo Instituto Japonês de Engenharia de Fábrica (*Japanese Institute of Plant Engineering*, JIPE), do qual fazia parte Seiichi Nakajima. O objetivo da TPM é alcançar a eficácia máxima dos equipamentos, resultando em eliminação de falhas, redução das interrupções de funcionamento, aumento de produtividade e melhoria de qualidade. Enquanto tradicionalmente os setores de manutenção são os centros de programas de manutenção preventiva, a TPM busca envolver funcionários de todos os departamentos e níveis, desde o chão de fábrica até executivos, para garantir a operação eficiente dos equipamentos. Os operadores exercem no programa uma função essencial, denominada manutenção autônoma. Eles são treinados para realizar atividades rotineiras de manutenção, como limpeza,

lubrificação e inspeção. O intuito é estimular os funcionários a proteger e preservar as máquinas que operam. Um dos princípios da TPM é a perda zero: falha zero, defeito zero, acidente zero. Na medida em que a OEE permite a detecção e quantificação das perdas, ela atua como base para o planejamento e a execução das atividades de TPM na busca da eficácia máxima dos equipamentos (AHUJA e KHAMBA, 2008).

Apesar da OEE ter sido proposta originalmente para funcionar como indicador da implantação da filosofia TPM, não é necessário que a empresa adote a TPM para utilizar a OEE (BADIGER e GANDHINATHAN, 2008). FRIEDLI e GOETZFRIED (2010) recomendam que a OEE seja implementada antes de um programa de TPM. Segundo os autores, a OEE permite quantificar o tempo das atividades de manutenção corretiva, o que possibilita avaliar o nível de implementação da TPM que será requerido pela empresa.

As perdas produtivas devem-se aos distúrbios que ocorrem na manufatura e que são classificados como esporádicos ou crônicos. Os distúrbios esporádicos ocorrem ocasionalmente, mas são facilmente perceptíveis porque geram efeitos grandes e graves. Os distúrbios crônicos são de pequena magnitude e, por ocorrerem repetidamente, são as principais causas de reduzida utilização de equipamentos e altos custos. Muitas vezes, os distúrbios crônicos passam despercebidos por serem considerados parte normal do processo (BAMBER *et al.*, 2003; DAL *et al.*, 2000).

Nakajima identificou seis grandes perdas que afetam o tempo efetivo de operação dos equipamentos:

1. Quebras e falhas: perdas da função de um equipamento necessário para a execução de uma operação. Deve-se, por exemplo: ao excesso de utilização, manutenção ineficiente, desgaste excessivo etc.
2. *Set ups* e ajustes: tempo referente à troca entre produtos ou entre lotes, incluindo os ajustes iniciais.
3. Ociosidade e pequenas paradas: períodos curtos de interrupção de funcionamento. Caracterizam-se por paradas intermitentes, gerando partidas e interrupções constantes e conseqüentemente, perdas de velocidade. São causadas por pequenos problemas, como por exemplo, acúmulos de materiais em esteiras transportadoras ou interrupções causadas por sensores. Em geral, são paradas inferiores a 5 minutos e que não requerem a intervenção da equipe de manutenção, sendo eliminadas pelo próprio operador.

4. Velocidade reduzida: utilização de velocidade real abaixo da velocidade projetada.
5. Defeitos no processo: geração de unidades não conformes com os requerimentos de qualidade e retrabalho.
6. Rendimento reduzido: perdas de rendimento relativas ao tempo que a máquina leva para atingir a condição de regime após um longo período de parada. Verificam-se após manutenções preventivas, feriados, entre outros.

A OEE é o produto de três índices (vide equação 1), que quantificam as perdas descritas acima:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência de Desempenho} \times \text{Taxa de Qualidade} \quad (1)$$

A disponibilidade indica a fração do tempo planejado para produção em que o equipamento está efetivamente produzindo.

A eficiência de desempenho é a razão entre o tempo de operação real e o tempo teórico de operação. Expressa em diferentes unidades, mede as diferenças entre a velocidade real observada e a velocidade teórica ou ideal.

A taxa de qualidade indica a relação entre a quantidade de produtos conformes e a quantidade total de produtos (HANSEN, 2006).

As perdas 1 e 2 reduzem a disponibilidade; 3 e 4 são perdas que impactam no índice de eficiência de desempenho; 5 e 6 são caracterizadas como perdas de qualidade (CHIARADIA, 2004). A relação entre a OEE, os índices e as perdas pode ser visualizada na figura 1.

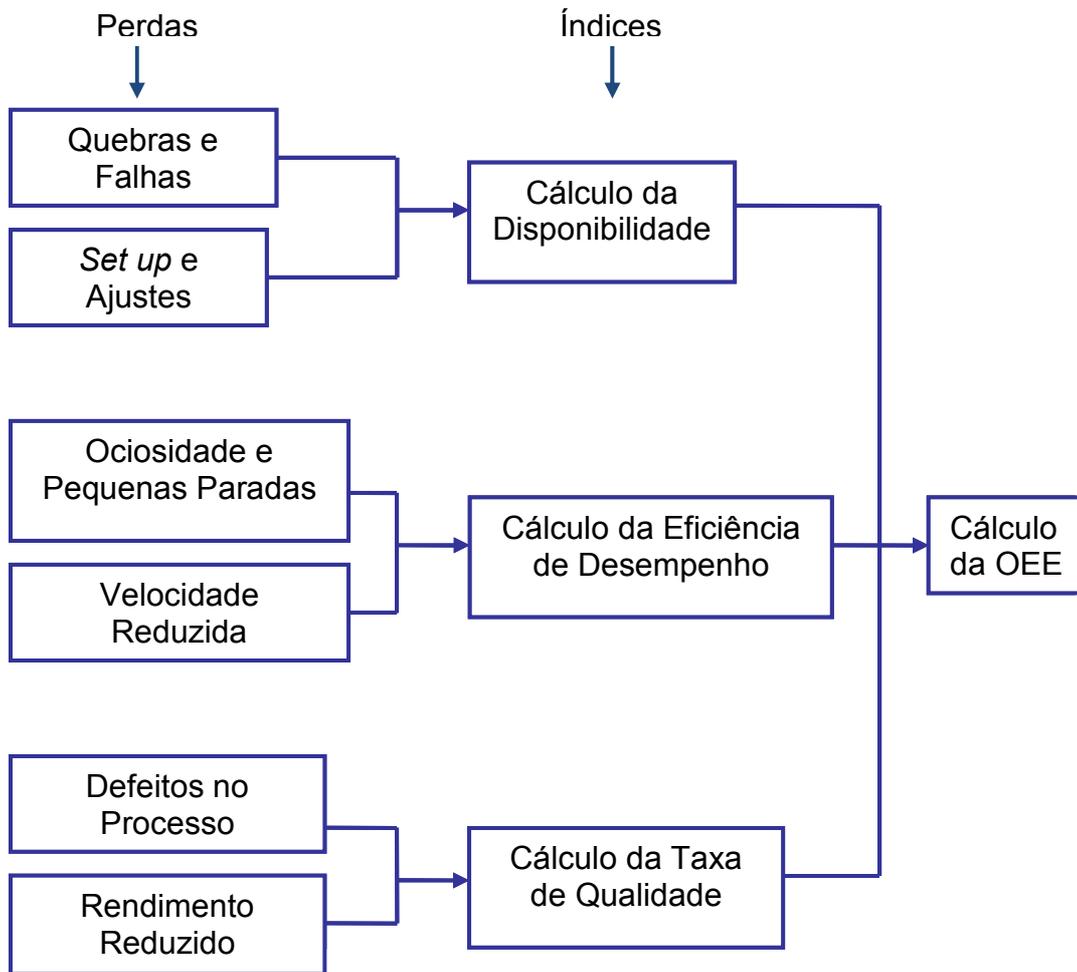


Figura 1: OEE- índices e perdas

Fonte: Adaptado de SANTOS e SANTOS (2007)

A figura 2 apresenta a relação entre tempos e perdas. Analisando-a, é possível verificar como as perdas mensuradas pelo indicador afetam o tempo que o equipamento tem para operar.

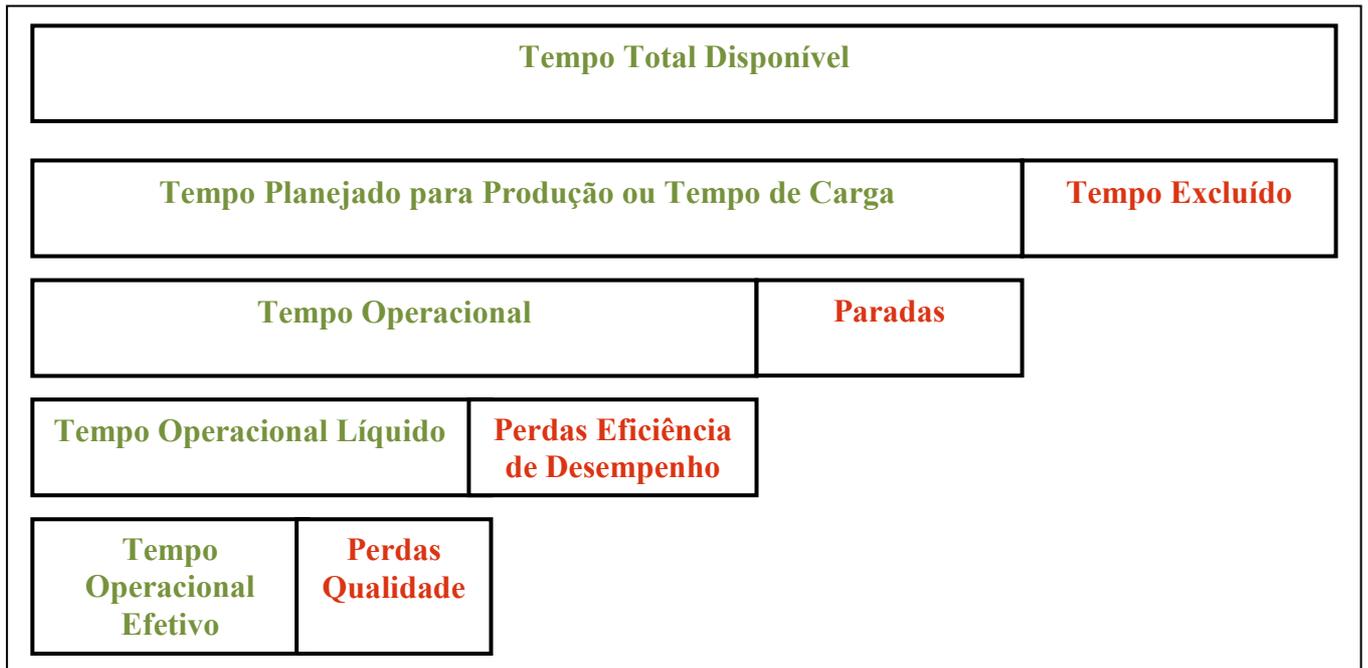


Figura 2: OEE – tempos e perdas

Fonte: Adaptado de SUJKOWSKI (2006)

Os termos presentes na figura 2 estão definidos abaixo (HANSEN, 2006):

- **Tempo Total Disponível:** também chamado tempo calendário. É o tempo que a fábrica está disponível para produção. Para uma semana, por exemplo, o tempo calendário é 168 horas (24 horas/dia x 7 dias/semana).
- **Tempo Excluído:** tempo para o qual não foi planejada produção. Inclui as paralisações para manutenção preventiva, refeições, testes (caso os produtos fabricados não sejam vendidos) e todo o tempo para o qual não foi programada produção (incluindo férias coletivas, feriados e finais de semana).
- **Tempo Planejado para Produção:** também chamado tempo de carga. É o tempo durante o qual ocorrem as atividades regulares de produção e as paradas que não foram programadas.
- **Paradas:** referem-se ao tempo em que são verificadas interrupções não planejadas no funcionamento dos equipamentos, como por exemplo, falhas, quebras e ajustes.
- **Tempo Operacional:** parte do tempo planejado para produção, no qual o equipamento realmente está produzindo. É a diferença entre o tempo planejado para produção e as paradas.

- Perdas de Eficiência de Desempenho: tempo referente às perdas 3 e 4 de Nakajima.
- Tempo Operacional Líquido: é a diferença entre o tempo operacional e o tempo referente às perdas de velocidade.
- Perdas de Qualidade: equivalem às perdas 5 e 6 de Nakajima.
- Tempo Operacional Efetivo ou Tempo Operacional Com Valor Agregado: diferença entre o tempo operacional líquido e as perdas de tempo relativas à qualidade.

Decompondo o indicador em seus índices (disponibilidade, eficiência de desempenho e qualidade) é possível verificar o impacto de cada um deles sobre o desempenho do equipamento. As fórmulas para cálculo dos índices encontram-se descritas nas equações (2), (5) ou (9) e (10) (HANSEN, 2006).

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo de Carga}} \times 100 \quad (2)$$

Para o cálculo dos termos utilizados na equação (2), vide figura 2 e equações (3) e (4).

$$\text{Tempo de Carga} = \text{Tempo Total Disponível} - \text{Tempo Excluído} \quad (3)$$

$$\text{Tempo Operacional} = \text{Tempo de Carga} - \text{Paradas} \quad (4)$$

$$\text{Eficiência de Desempenho} = \frac{\text{Tp de Ciclo Teórico ou Ideal} \times \text{Qt Total de Prds}}{\text{Tempo Operacional}} \times 100 \quad (5)$$

Onde, Tp de Ciclo Teórico ou Ideal: tempo de ciclo teórico ou ideal

Qt Total de Prds: quantidade total de produtos

Tempo de ciclo da máquina é o tempo necessário para o equipamento produzir uma unidade de produto. Tempo de ciclo teórico ou ideal é o tempo de ciclo na velocidade projetada pelo fabricante do equipamento ou na melhor velocidade determinada para cada produto (maior velocidade atingida durante um período de tempo significativo com o processo estável) (HANSEN, 2006).

HANSEN (2006) apresenta uma fórmula opcional para o cálculo da eficiência de desempenho (6):

$$\text{Eficiência de Desempenho} = \text{Taxa Operacional Líquida} \times \text{Taxa de Veloc Operac} \quad (6)$$

Onde, Taxa de Veloc Operac: taxa de velocidade operacional

Para o cálculo dos termos utilizados na equação (6), vide equações (7) e (8).

$$\text{Taxa Operacional Líquida} = \frac{\text{Tempo de Processamento Real}}{\text{Tempo Operacional}} \quad (7)$$

$$\text{Taxa de Velocidade Operacional} = \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico ou Ideal}}{\text{Tempo de Ciclo Real}} \quad (8)$$

No entanto, a taxa operacional líquida é igual a 1,0 por definição (HANSEN, 2006) e a equação (6) pode ser reescrita conforme (9):

$$\text{Eficiência de Desempenho} = 1,0 \times \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico ou Ideal}}{\text{Tempo de Ciclo Real}} \quad (9)$$

$$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{\text{Quantidade de Produtos Conformes}}{\text{Quantidade Total de Produtos}} \times 100 \quad (10)$$

A quantidade de produtos conformes (vide equação 10) pode ser obtida subtraindo a quantidade de produtos não conformes da quantidade total de produtos.

A OEE pode ser empregada em processos de manufatura contínuos, discretos e em bateladas (em lotes). No método de produção contínuo, os materiais são conduzidos e transformados constantemente. Caracteristicamente, o material que alimenta um fluxo contínuo é transportado através dos equipamentos que o transformam até a fase final do processo, sem interrupções. Geralmente, os produtos não são identificados individualmente. São medidos em volume ou comprimento. Na manufatura discreta, os produtos finais são compostos de unidades individuais, isto é, podem ser quantificados por um número real. Este sistema é utilizado na

produção de automóveis, eletrodomésticos, máquinas etc. Nos processos em batelada, os materiais são adicionados ao equipamento e são submetidos a uma série de transformações até a obtenção do produto final. Um novo ciclo de batelada/lote só pode ser iniciado quando o anterior for concluído. Apesar de intermitentes (descontínuos), tais processos têm natureza contínua durante o período de atividade. Em geral, aplica-se em indústrias químicas, farmacêuticas e alimentícias (HANSEN, 2006).

2.3 Perdas segundo o Sistema Toyota de Produção

A Toyota Motor Company teve origem na fábrica de equipamentos de fiação e tecelagem de Sakichi Toyoda. O empresário foi inventor de numerosos dispositivos para enrolar fios e para automatizar a tecelagem. Sua invenção mais famosa foi o tear mecânico automático. Em 1929, Toyoda vendeu os direitos da patente deste tear para financiar o empreendimento de seu filho, Kiichiro Toyoda, no ramo automobilístico. Em 1935 e 1936, tiveram início as produções de caminhões e carros, respectivamente, e em 1937, a Toyota Motor Company foi formalmente estabelecida. Após a segunda guerra mundial, as dificuldades econômicas resultaram em crescentes estoques de carros não vendidos na fábrica, levando a Toyota a dificuldades financeiras. Em 1943, Taiichi Ohno, um engenheiro mecânico contratado da empresa de fiação e tecelagem passou a trabalhar na Toyota. Ohno teve um papel crucial no desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, o qual é reconhecido pela capacidade de produzir economicamente grande variedade de itens em pequenos volumes. Ao analisar os sistemas de produção ocidentais, Ohno afirmou que estes possuíam duas falhas lógicas. A primeira era a produção de componentes em grandes lotes, elevando os estoques. Além disso, resultavam em alto número de defeitos. A segunda falha era a falta de habilidade em compatibilizar as preferências dos consumidores com a diversidade de produtos. Partindo da oficina de usinagem de motores que gerenciava, gradualmente Ohno disseminou o conceito da produção em pequenos lotes na Toyota. Seu maior foco era reduzir custo, eliminando desperdícios (HOLWEG, 2007). Segundo OHNO (1997), o Sistema Toyota de Produção tem dois pilares de sustentação: Just in time (JIT) e autonomia. O JIT é um meio de eliminar perdas devido aos estoques. O objetivo

do JIT é atender os clientes, produzindo o necessário, quando necessário e somente na quantidade necessária. A autonomia consiste em atribuir aos operadores e equipamentos a autonomia de interromper a operação quando ocorrerem anomalias na máquina ou no produto, ou quando a quantidade planejada de produção for atingida (OHNO, 1997).

O princípio fundamental do Sistema Toyota de Produção é a minimização dos custos. Este princípio baseia-se na postulação de que o mercado consumidor é que determina o preço de venda dos produtos. Para o cálculo do lucro é empregada a equação (11) em contraposição à fórmula tradicional (12):

$$\text{Preço} - \text{Custo} = \text{Lucro} \quad (11)$$

$$\text{Custo} + \text{Lucro} = \text{Preço} \quad (12)$$

Conforme a equação (11), a única forma de aumentar os lucros é reduzir os custos através da eliminação das perdas (SHINGO, 2002). Na lógica tradicional, o preço é imposto ao cliente como resultado de um dado custo inquestionável somado a uma margem de lucro desejada. Deste modo, as empresas podem transferir aos consumidores custos adicionais decorrentes da eventual ineficiência de seus processos de produção (GHINATO, 1996).

As atividades que compõem a produção são de dois tipos: aquelas que agregam valor e as que não agregam (ou seja, as perdas). SHINGO (2002) define a produção como uma rede funcional de processos e operações. Os processos transformam as matérias-primas em produtos acabados. As operações são as ações realizadas para executar estas transformações. O processo consiste de quatro elementos:

- Processamento – atividade que realmente transforma a matéria-prima, alterando sua forma ou qualidade;
- Inspeção – comparação com um padrão estabelecido;
- Transporte – movimento de materiais ou produtos;
- Espera – intervalo de tempo durante o qual não há nenhum processamento, inspeção ou transporte. A espera é classificada em dois tipos:
 - Espera do processo: ocorre quando um lote inteiro permanece esperando enquanto o anterior é processado, inspecionado ou transportado;

- Espera do lote: durante as operações de um lote, enquanto uma peça é processada, outras se encontram esperando. As peças esperam para serem processadas ou pelo restante do lote ser fabricado. Este fenômeno também ocorre na inspeção e no transporte.

Destes elementos, apenas o processamento agrega valor. Os outros componentes do processo são considerados perdas.

SHINGO (2002) classifica as operações em:

- Operações de set up – atividades de preparação realizadas antes e depois das operações, tais como remoção, limpeza, montagem e ajuste de ferramentais, entre outros.
- Operações principais – referentes à realização do trabalho realmente necessário. Compreende as operações essenciais (atividades de execução da operação principal) e as operações auxiliares (tarefas que contribuem para a conclusão da operação essencial). A tabela 1 apresenta exemplos de operações essenciais e auxiliares.

Tabela 1 – Exemplos de operações essenciais e auxiliares

	Operações essenciais	Operações auxiliares
Processamento	Usinagem de um produto	Abastecimento e remoção de materiais ou peças na máquina
Inspeção	Medição da qualidade	Colocação e remoção do produto no aparelho de medição
Transporte	Movimentação de materiais	Carregamento e descarregamento de materiais
Estocagem	Manutenção ou armazenamento de peças	Colocação e remoção das peças na área de armazenamento

- Folgas marginais – ações relacionadas indiretamente com a operação. São subdivididas em:
 - Folga na operação – atividade indiretamente ligada à tarefa, como por exemplo: lubrificação, tratamento de produtos com defeito, quebras de máquina etc;

- Folga entre operações – trabalho indireto comum a diversas operações, como o fornecimento de materiais e a substituição de produtos nos paletes.
- Folgas relativas ao pessoal – ações não relacionadas à operação e referentes às necessidades do operador. São de dois tipos:
 - Folgas por fadiga – período de descanso entre operações;
 - Folgas por necessidades fisiológicas – beber água, ir ao banheiro etc.

Das operações, somente as essenciais agregam valor. As outras são consideradas perdas (SHINGO, 2002).

O Sistema Toyota de Produção classifica as perdas em sete tipos:

1. Superprodução – consiste na produção em quantidades maiores que as rerequeridas ou antes que os produtos sejam necessários;
2. Espera – refere-se aos intervalos de tempo em que os operadores ou as máquinas não realizam processos ou operações;
3. Transporte – desperdícios de tempo com movimentação de materiais;
4. Processamento – parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do produto ou serviço;
5. Estoque - perdas decorrentes do acúmulo de estoque de matéria-prima, material em processo ou produto acabado;
6. Desperdício nos movimentos – caracteriza-se por movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação;
7. Desperdício na elaboração de produtos defeituosos – resulta da fabricação de produtos que não atendem os requisitos de qualidade ou o padrão requerido pelos clientes (GHINATO, 1996).

2.4 Perdas do sistema produtivo e versões modificadas da OEE

A OEE proposta por Nakajima não computa todas as perdas que impactam na utilização da capacidade dos equipamentos como, por exemplo: interrupções de funcionamento por falta de materiais, pelo uso de materiais não conformes, por ausência de operador, entre outras. LJUNGBERG (1998); JEONG e PHILIPS (2001) destacam que estas perdas apontam aos gestores outras fontes potenciais de melhoria de eficácia. Além das perdas relacionadas diretamente ao funcionamento

dos equipamentos, perdas originadas no sistema produtivo passaram a ser incluídas no cálculo do indicador. Com a disseminação da OEE em vários segmentos industriais, as empresas passaram a computar na estrutura do indicador as perdas detectadas em seus sistemas de produção (MUCHIRI e PINTELON, 2008). Também foram realizadas pequenas modificações nas fórmulas de cálculo dos índices para adaptá-las às características dos diferentes processos industriais (BADIGER e GANDHINATHAN, 2006).

JEONG e PHILIPS (2001) adotaram dez perdas customizadas às necessidades das indústrias de semi-condutores, que são indústrias de capital intensivo, assim como as químicas: tempo não programado (tempo para o qual não foi planejada produção); tempo para manutenção programada; tempo de manutenção não programada; tempo de pesquisa e desenvolvimento; tempo de engenharia (tempo gasto para um *check up* de engenharia); tempo de *set up* e ajustes; tempo de falta de estoque em processo; tempo perdido por falta de operador; perda de velocidade; perda de qualidade.

HANSEN (2006) e BADIGER e GANDHINATHAN (2008) utilizam categorias de perdas muito semelhantes, descritas abaixo:

1. Tempo de inatividade (*downtime*), classificado como:
 - 1.1. Tempo de inatividade técnica (TIT): referente às falhas nos equipamentos;
 - 1.2. Tempo de inatividade operacional (TIO): relativo à não observância de procedimentos operacionais, erros do operador;
 - 1.3. Tempo de inatividade de qualidade (TIQ): equivalente às interrupções causadas por suprimentos e matérias-primas fora das especificações, problemas de controle de processo.
2. Tempo de parada (*stop time*), categorizado como:
 - 2.1. Tempo de parada operacional (TPO): refere-se às paradas para ações operacionais, como trocas de produto e mudanças de ferramentais, abastecimento ou carga de materiais;
 - 2.2. Tempo de parada induzida (TPI): relativo às paradas por razões externas, não relacionadas ao equipamento, como falta de pessoal, falta de informação, falta de materiais e reuniões não planejadas;
3. Tempo excluído (TE): todo o tempo para o qual não foi planejada produção;
4. Perda de velocidade: tempo durante o qual o equipamento está operando em velocidade abaixo da ideal;

5. Perda de qualidade: tempo em que estão sendo produzidos itens não conformes.

Para o cálculo da OEE, HANSEN (2006) relaciona as perdas 1 e 2 ao índice de disponibilidade, a perda 4 à eficiência de desempenho e a perda 5 à taxa de qualidade. A perda 3 só é considerada no cálculo da Produtividade Efetiva Total dos Equipamentos (*Total Effective Equipment Productivity*, TEEP).

A TEEP é uma versão modificada da OEE que objetiva verificar a eficácia dos equipamentos em relação ao tempo total disponível (HANSEN, 2006). As diferenças entre a OEE e a TEEP são as substituições dos índices de disponibilidade por utilização de equipamentos e de eficiência de desempenho por taxa de desempenho, conforme equação (13) abaixo.

$$\text{TEEP} = \text{Utilização de Equipamentos} \times \text{Taxa de Desempenho} \times \text{Taxa de Qual} \quad (13)$$

Onde, Taxa de Qual: taxa de qualidade

$$\text{Utilização de Equipamentos} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Total Disponível}} \times 100 \quad (14)$$

$$\text{Taxa de Desempenho} = \frac{\text{Taxa de Produção Média Real}}{\text{Taxa de Produção Ideal}} \times 100 \quad (15)$$

$$\text{Taxa de Qualidade} = \frac{\text{Qt Total de Prds} - \text{Qt de Prds Não Conformes}}{\text{Qt Total de Prods}} \times 100 \quad (16)$$

Onde, Qt Total de Prds: quantidade total de produtos

Qt de Prds Não Conformes: quantidade de produtos não conformes

O denominador do índice de utilização de equipamentos é o tempo total disponível (equação 14). Na OEE, o denominador da disponibilidade é o tempo planejado para produção (equação 2). Este não inclui as paradas planejadas, como a falta de programação (turnos não utilizados, finais de semana, feriados) nem a manutenção preventiva. Se, para um dado equipamento, o tempo relativo às paradas planejadas é elevado, o resultado da TEEP é consideravelmente menor que o da OEE. As perdas por paradas planejadas que não são perceptíveis no valor da OEE, passam a ser evidenciadas no resultado da TEEP. Em consequência, passam a ser adotadas

ações para redução das paradas planejadas, como por exemplo: estratégias de manutenção preventiva mais eficientes (MUCHIRI e PINTELON, 2008).

Como pode ser visto na equação (15), a taxa de desempenho é a razão entre as taxas de produção média real e ideal (HANSEN, 2006). O cálculo da taxa de qualidade da TEEP é idêntico ao da taxa de qualidade da OEE (vide equações 10 e 16). Segue abaixo um exemplo ilustrativo com resultados de OEE e TEEP. No formulário de apontamento de horas (quadro 1), baseado na estrutura de perdas utilizada por HANSEN (2006), são mostrados os registros de tempo e perdas produtivas para um período de 24 horas.

Quadro 1 – Fórmula ilustrativo de apontamento de horas produtivas

Código	Duração (horas)	Descrição	Classificação das Perdas
01	2	Produção	-----
02	1,0	Aguardando material	Parada - TPI
03	0,25	Ajustes	Parada - TPO
04	0,25	Aguardando aprovação do Controle em Processo	Parada - TPO
01	2,5	Produção	-----
05	1	Refeição	Tempo excluído - TE
01	2	Produção	-----
06	0,5	Reparo realizado pelo operador	Parada - TIT
07	0,5	Aguardando manutenção	Parada - TPI
08	0,5	Manutenção	Parada - TIT
09	0,25	Limpeza após manutenção	Parada - TPO
01	2	Produção	-----
10	0,75	Temperatura/umidade não conforme	Parada - TPI
01	2,5	Produção	-----
11	8	Falta de programação	Tempo excluído - TE

Fonte: Adaptado de HANSEN (2006)

Os dados necessários para os cálculos dos índices e indicadores encontram-se listados na tabela 2.

Tabela 2 - Dados necessários para os cálculos dos índices e dos indicadores

Dados	Valores
Tempo excluído	9 horas
Total de paradas	4 horas
Tempo operacional	11 horas
Tempo planejado de produção	15 horas
Tempo total disponível	24 horas
Tempo de ciclo ideal	0,002 horas
Taxa de produção média real	455 unidades/hora
Taxa de produção ideal	500 unidades/hora
Quantidade total de produtos	5000 unidades
Quantidade de produtos não conformes	200 unidades

Na tabela 3, podem ser visualizados os índices e resultados de OEE e TEEP.

Tabela 3 – Comparativo de índices e resultados da OEE e da TEEP

Índices e Resultado do Indicador	OEE	TEEP
Disponibilidade (%)	73	—
Utilização de Equipamentos (%)	—	46
Eficiência de Desempenho (%)	91	—
Taxa de Desempenho (%)	—	91
Taxa de Qualidade (%)	96	96
Resultado do Indicador (%)	64	40

Estes indicadores também podem ser calculados para o período de tempo correspondente a um lote de produto específico. A média de resultados dos lotes fornece a OEE e a TEEP do produto (HANSEN, 2006).

Outras versões modificadas da OEE são encontradas na literatura e na prática. A indústria de semicondutores, por exemplo, desenvolveu o indicador “Eficiência Global de Equipamentos” (*Overall Equipment Efficiency*, OEE), cujo cálculo encontra-se descrito na equação (17). Os índices deste indicador são formulados em

função de tempo, conforme pode ser visto nas equações (18), (19) e (20) (JEONG e PHILLIPS, 2001).

Para definição dos termos utilizados nas equações (18), (19) e (20), vide figura 2.

$$\text{OEE} = \text{Ef de Disponibilidade} \times \text{Ef de Desempenho} \times \text{Ef de Qualidade} \quad (17)$$

Onde, Ef: eficiência

$$\text{Eficiência de Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo Operacional}}{\text{Tempo Total Disponível}} \quad (18)$$

$$\text{Eficiência de Desempenho} = \frac{\text{Tempo Operacional Líquido}}{\text{Tempo Operacional}} \quad (19)$$

$$\text{Eficiência de Qualidade} = \frac{\text{Tempo Operacional Efetivo}}{\text{Tempo Operacional Líquido}} \quad (20)$$

RAOUF (1994) propôs a Eficácia do Equipamento Produtivo (*Production Equipment Effectiveness*, PEE). O autor sugere que existem casos em que a taxa de qualidade, a eficiência de desempenho e a disponibilidade têm influências diferenciadas sobre a eficácia dos equipamentos. Nestes casos, o processo analítico hierárquico (*Analytical Hierarchical Process*, AHP) seria utilizado para atribuir pesos aos índices. AHP é um método de tomada de decisão que envolve a organização do objetivo da decisão, das alternativas para atingí-lo e dos critérios para avaliar as alternativas em uma hierarquia. São avaliadas as importâncias relativas dos critérios e das alternativas através de comparações pareadas destes elementos. Ao final do processo, os julgamentos são sintetizados fornecendo uma ordenação das alternativas para a escolha (MAHDI e ALRESHAID, 2005). Para o cálculo da PEE, vide equação 21.

$$\text{PEE} = (\text{Disponibilidade})^{K_1} \times (\text{Eficiência de Desempenho})^{K_2} \times (\text{Taxa de Qual})^{K_3} \quad (21)$$

Onde, Taxa de Qual: taxa de qualidade; K_1 é o peso atribuído à disponibilidade, K_2 à eficiência de desempenho e K_3 à taxa de qualidade; $0 < K_i \leq 1$ e $\sum K_i = 1$.

BADIGER e GANDHINATHAN (2008) introduziram no cálculo da eficácia um índice denominado usabilidade (vide equação 22).

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Ef de Desempenho} \times \text{Taxa de Qual} \times \text{Usabilidade} \quad (22)$$

Onde, Ef de Desempenho: eficiência de desempenho e Taxa de Qual: taxa de qualidade

De acordo com a proposta, apenas as perdas relacionadas diretamente ao funcionamento dos equipamentos são classificadas como perdas de disponibilidade. As perdas relacionadas ao sistema produtivo são computadas no índice de usabilidade. Na visão dos autores, as perdas relacionadas ao equipamento e ao sistema produtivo devem ser identificadas e analisadas separadamente.

Uma pesquisa realizada por MUCHIRI *et al.* (2010) referencia o percentual de utilização da OEE original (segundo Nakajima) e de suas versões modificadas. O estudo avaliou o uso da OEE e de outros indicadores de desempenho de manutenção em 41 indústrias da Bélgica. As empresas pertenciam a variados setores: químico, automotivo, de alimentos, farmacêutico e de metais. Uma das questões solicitava que os entrevistados indicassem entre 20 indicadores-chave de desempenho quais eram utilizados nas suas respectivas empresas. Os resultados indicaram que a OEE original é empregada na prática, com um índice significativo de utilização: no grupo avaliado, 73%. Entre os entrevistados, 12% adotavam versões modificadas da OEE.

2.5 Implantação da OEE

Na literatura não se encontra descrita uma metodologia sistemática de implantação da OEE, apenas orientações (BADIGER e GANDHINATHAN, 2008; LJUNGBERG, 1998).

Recomenda-se apresentar a ferramenta à alta administração da organização, salientando os benefícios que ela proporciona. O suporte da alta administração é fundamental para obtenção dos recursos e estrutura necessários, para dirimir resistências à implantação e para garantir o comprometimento da equipe.

Toda a equipe envolvida com a utilização da ferramenta (gerentes, coordenadores, supervisores e operadores) deve receber treinamento. A OEE pressupõe a participação dos funcionários, inclusive dos operadores, na coleta dos dados, na proposição de ações de melhoria e no acompanhamento da evolução do indicador. Desta forma, o treinamento é importante para aquisição de conhecimento sobre os conceitos, objetivos e benefícios do indicador.

A OEE pode ser aplicada a qualquer máquina, sendo que, em geral, são priorizados equipamentos cujos desempenhos sejam reconhecidamente insatisfatórios, que estejam instalados em áreas com alto investimento de capital e recursos gargalo (equipamentos que restringem a capacidade produtiva de todo o sistema). Uma hora de processo adicional num recurso gargalo não é apenas uma hora adicional neste equipamento, mas em todo o sistema produtivo (CORRÊA e GIANESI, 1996). Outro fator considerado na seleção das máquinas é o processamento de produtos, cujo volume, custo e papel estratégico sejam críticos para a organização (HANSEN, 2006).

A maior parte das fábricas possui um sistema de registro das interrupções de funcionamento dos equipamentos. Em geral, os operadores anotam as paradas de produção mais significativas em livros de máquina (*log books*). Em alguns casos, nos sistemas de manutenção, são registrados os tempos de reparo de máquinas. Isoladamente, estes sistemas de coleta de dados não permitem a identificação nem a quantificação das perdas que afetam os equipamentos.

Para que a OEE possibilite a identificação das perdas de disponibilidade, as paradas de máquina são classificadas, atribuindo-se códigos específicos às mesmas. Caso um número insuficiente de códigos ou de categorias de parada seja utilizado, a acúrcia dos dados pode ser afetada. O apontamento pode ser realizado incorretamente devido à falta de código adequado. Por outro lado, se um número elevado de categorias for adotado, os operadores podem ficar inseguros quanto a códigos semelhantes ou desmotivados devido ao excesso de detalhamento. É importante que os códigos reflitam as ocorrências que são verificadas na realidade. Devido ao conhecimento adquirido pela operação dos equipamentos, os operadores contribuem com a identificação de causas mais específicas para as paradas de produção. O envolvimento dos operadores nesta etapa é uma forma de comprometê-los com a metodologia.

A forma de coleta dos dados para o cálculo da OEE pode ser manual ou automática (LJUNGBERG, 1998). Na coleta manual, os operadores preenchem formulários com os registros necessários. No sistema automático, coletores de dados são conectados ao equipamento e a um Controlador Lógico Programável (*Programmable Logic Controller*, PLC) (SANTOS *et al.*, 2008). Os horários de início e fim das interrupções de produção são registrados automaticamente e os operadores são responsáveis por apontar os motivos destas interrupções (CHIARADIA, 2004). As informações adquiridas pelos coletores são processadas pelo PLC, gerando os resultados de OEE e a identificação das perdas. O sistema pode, ainda, ser integrado ao sistema de planejamento de recursos empresariais (*Enterprise Resource Planning*, ERP). A automação da coleta aumenta a acurácia dos dados e simplifica o processo, mas o custo é considerável (MUCHIRI e PINTELON, 2008). De preferência, os resultados de OEE e seus índices devem ser gerados e disponibilizados para a equipe de produção o mais rápido possível. Deste modo, dependendo da perda detectada, a ação pode ser adotada assim que os resultados forem visualizados. Caso a análise dos resultados seja mensal, por exemplo, as ações de melhoria (caso ainda aplicáveis) só surtirão efeito futuro. No caso de utilização de *softwares*, os resultados podem ser visualizados em tempo real.

Para estimular a participação dos operadores e da equipe da produção, algumas empresas adotam programas de recompensa em função do alcance de metas de OEE (SUJKOWSKI, 2006).

A OEE é empregada em diversos setores: automobilístico, químico, alimentício, farmacêutico, de eletrônicos, de semicondutores, entre outros. São exemplos de empresas que implementaram a OEE: Airbags International Ltda, Boeing, Whirlpool, Pratt & Whitney, Eastman Chemical Company, Rockwell Automation, Heinz Northern Europe, Greif Europort (BADIGER e GANDHINATHAN, 2006).

Em 2004, uma unidade da Pfizer em Porto Rico adotou a OEE utilizando um sistema manual de coleta de dados. Em 2006, a empresa automatizou o sistema. Entre 2004 e 2006, a OEE aumentou de 30% para 50% (DIAZ, 2008).

Teva Parenteral Medicines (Califórnia) iniciou um programa de implementação da OEE em 2009. Além dos benefícios iniciais, maior visibilidade e entendimento dos eventos que afetam o desempenho das linhas, a OEE revelou-se ainda, uma ferramenta de motivação do chão de fábrica (THOMAS, 2010).

Após o emprego da coleta automática de OEE na fábrica da Wyeth (atualmente parte da Pfizer Inc.) em Itapevi, São Paulo, a média de OEE passou de 23% para 51%. A produtividade dobrou, houve aumento de capacidade e maior envolvimento dos Operadores nas ações de melhoria contínua (PARSEC CORP., 2008).

Beth Junker (Diretora de Operações de Fermentação e Desenvolvimento da Merck Research Laboratories) avaliou a aplicação da OEE frente às características específicas do processo biofarmacêutico, como: perdas de qualidade devido às contaminações e impurezas. A autora concluiu que a ferramenta pode revelar oportunidades de melhoria na indústria biofarmacêutica (JUNKER, 2009).

Em 2009, Merck Serono, a maior divisão do grupo químico e farmacêutico Merck, melhorou a OEE em todas as plantas através da análise sistemática das causas das maiores perdas produtivas. O aumento da OEE possibilitou ganho de volume sem investimento em capacidade adicional e forneceu flexibilidade para reagir rapidamente às demandas dos consumidores (CALOZ e WEDEMEYER, 2010).

2.6 Melhoria contínua, benefícios e aplicações da OEE

A decomposição da OEE em seus índices permite identificar as perdas de maior impacto sobre o equipamento: disponibilidade, eficiência de desempenho ou taxa de qualidade. Para detectar as causas raízes das perdas, são utilizadas técnicas de análise (como, por exemplo: o diagrama de “Ishikawa”, o 5W2H etc) e, com frequência, os próprios dados registrados para o cálculo da OEE. Por exemplo, se a maior causa de disponibilidade reduzida é manutenção, esta causa raiz é detectada através dos registros de dados da OEE. Para avaliar perdas de disponibilidade, o gráfico de Pareto é particularmente útil. O gráfico de Pareto é uma distribuição de frequência (ou histograma) de dados, organizados por categoria (MONTGOMERY, 2009). O percentual acumulado de cada categoria pode ser mostrado através de uma linha gráfica (HANSEN, 2006).

A OEE serve de base para a identificação das causas raízes das perdas e para o desenvolvimento de ações de melhoria. Estas atividades são integradas à primeira etapa de um ciclo PDCA (figura 3). O PDCA é um conjunto de atividades que são realizadas de forma sequencial e cíclica objetivando o melhoramento contínuo (SLACK *et al.*, 2002). São etapas do ciclo:

- “Planejar” (*Plan*) – uma vez identificada a causa do problema, um plano de ação é estabelecido.
- “Fazer” (*Do*) – o plano de ação é implantado. Esta etapa pode requerer um miniciclo PDCA, caso ocorram dificuldades no processo de implantação.
- “Checar” (*Check*) – é verificado se a ação foi efetiva, ou seja, se as melhorias esperadas foram atingidas.
- “Agir” (*Act*) – caso a etapa anterior tenha sido bem sucedida, o plano de ação é padronizado.

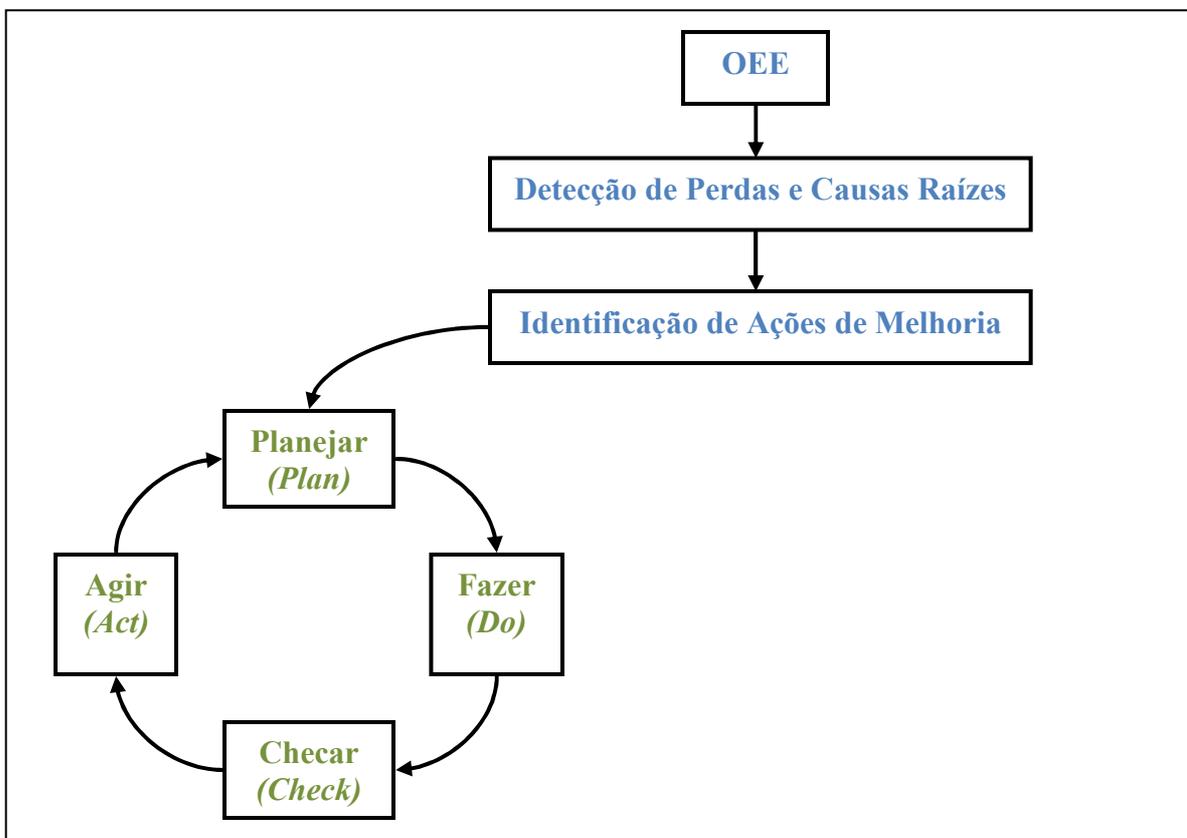


Figura 3: Integração da OEE ao ciclo PDCA

A OEE também pode ser utilizada no terceiro estágio do PDCA, a fim de mensurar os resultados obtidos com a implantação da melhoria (BADIGER e GANDHINATHAN, 2006).

Neste mesmo sentido, a OEE é integrada ao DMAIC, método de melhoria de processos utilizado na metodologia Seis Sigma. O DMAIC é a sigla para: definir (*define*), medir (*measure*), analisar (*analyse*), melhorar (*improve*) e controlar (*control*). Uma vez definido que o desempenho dos equipamentos é o problema que

precisa ser melhorado, a OEE é utilizada para quantificação das perdas. Na sequência, as informações são analisadas para detecção de causas raízes e são implementadas ações de melhoria. No último estágio, são definidos mecanismos para controlar as ações de melhoria, de modo que o desempenho seja aumentado (GE, 2004; SUJKOWSKI, 2006).

Entre os projetos de melhoria, implantados em função da utilização da OEE, verificam-se: mudanças em métodos de manutenção visando o aumento da disponibilidade dos equipamentos, modificações na política de suprimentos, projetos de redução do tempo de troca entre produtos, programas de redução do tempo de parada planejada para manutenção, ajustes nas programações de produção, entre outros. Para alguns projetos de melhoria, pode ser necessário empregar metodologias específicas. Por exemplo, para redução do tempo de troca entre produtos, pode ser utilizada a troca rápida de ferramentas (*Single Minute Exchange of Dies*, SMED), definida como o menor período de tempo necessário para trocar a atividade produtiva, considerando o intervalo compreendido entre a última unidade do lote anterior e a primeira unidade com qualidade do lote seguinte (MOREIRA e PAIS, 2011).

Após a implantação das melhorias, os benefícios alcançados podem incluir: aumento de produtividade, aumento de flexibilidade, melhoria de qualidade, redução de custos, entre outros (figura 4). Outros benefícios da OEE são a promoção de uma cultura de melhoria contínua entre os funcionários de chão de fábrica e a contribuição para a autonomia (*empowerment*) dos mesmos. O *empowerment* pode ser definido como um conjunto de procedimentos que buscam a interação e o envolvimento das pessoas com o trabalho e que as impulsionam a tomar iniciativas e a interferir com ações nos processos (RODRIGUES e SANTOS, 2001). A disponibilização dos dados e informações de OEE aos operadores estimula a participação dos mesmos na busca de melhoria de desempenho dos equipamentos. Com o envolvimento na metodologia, os funcionários sentem-se mais importantes e reconhecidos.

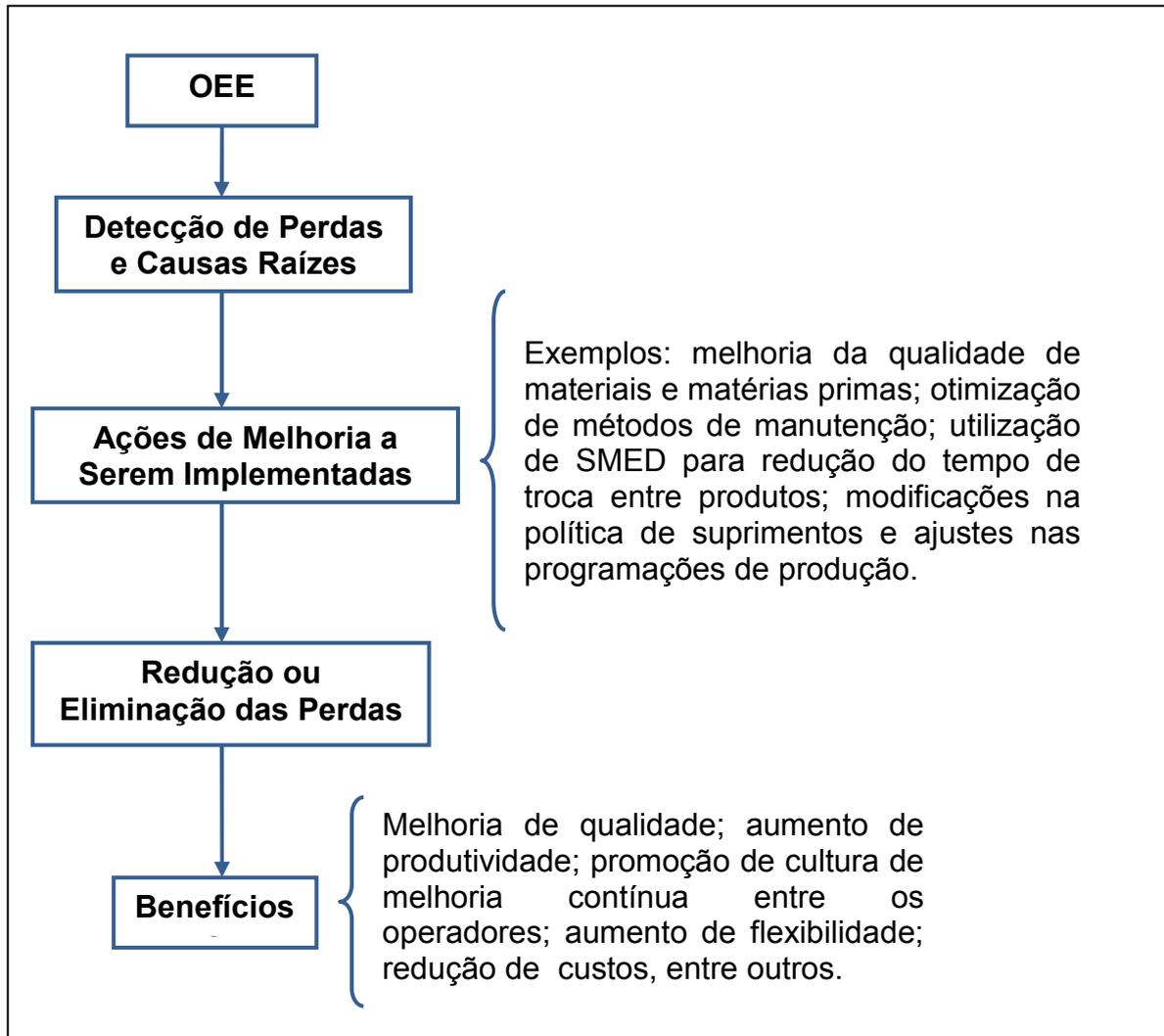


Figura 4: Possíveis benefícios alcançados com utilização da OEE

Fonte: Adaptado de BADIGER e GANDHINATHAN (2006)

Além de medir o desempenho de equipamentos, detectar perdas e servir de ferramenta para melhoria contínua, a OEE pode ser utilizada para outras aplicações. Com o aumento da OEE, verifica-se a elevação da capacidade produtiva. A literatura destaca a importância de verificar o desempenho do equipamento existente na fábrica antes de comprar uma nova máquina, aumentar o número de turnos produtivos, utilizar hora extra e contratar terceiros. Neste sentido, a OEE pode ser utilizada como ferramenta de apoio à tomada de decisão sobre investimentos. Se o equipamento apresenta restrição de capacidade, mas um baixo valor de OEE, é mais sensato melhorar seu desempenho do que adquirir uma máquina adicional (MUCHIRI e PINTELON, 2008; BADIGER e GANDHINATHAN, 2006).

GODFREY (2002) sugere utilizar a OEE nas fases de compra e comissionamento de equipamentos, de forma a reduzir o risco de adquirir um equipamento que não apresenta o desempenho requerido. O autor propõe estabelecer contratualmente, um valor de OEE que deva ser atingido antes do pagamento completo ao fornecedor e da conclusão do comissionamento.

A relação entre OEE e análise dos modos e efeitos da falha (*Failure Mode and Effect Analysis*, FMEA) foi investigada, utilizando um modelo matemático. A FMEA é um método sistemático que permite identificar os modos de falha potenciais em um sistema ou processo, suas causas e seus efeitos. O risco associado a cada modo de falha é determinado pelo número de prioridade de risco (*Risk Priority Number*, RPN), produto da multiplicação dos índices de severidade, ocorrência e detecção do modo de falha. Em um caso prático na produção têxtil, foi verificado que o aumento da OEE possibilitou a redução do RPN (ESMAEILIAN *et al.*, 2008).

Devido ao objetivo em comum da OEE e da metodologia Seis Sigma (eliminação de desperdícios), alguns estudos integrando as duas ferramentas são encontrados na literatura (THOMAS *et al.*, 2008; GIBBONS e BURGESS, 2010). O foco do programa Seis Sigma é a redução da variabilidade das principais características de qualidade do produto a um nível em que falhas e defeitos são extremamente improváveis (MONTGOMERY, 2009). A eliminação do desperdício é um princípio do pensamento enxuto (*lean thinking*), abordagem operacional que procura aumentar o valor percebido pelos clientes adicionando características ao produto ou serviço e/ou eliminando desperdícios (HINES *et al.*, 2004). No nível estratégico, o objetivo principal do pensamento enxuto é o entendimento da criação de valor e a percepção deste pelo cliente. No nível operacional, TPM, Seis Sigma e outras metodologias focam a eliminação dos desperdícios. Mesmo que ferramentas *lean* não estejam sendo utilizadas, qualquer abordagem que crie valor está em linha com a estratégia *lean*. Por exemplo, a redução ou a eliminação dos desperdícios na utilização dos equipamentos aumenta a OEE e gera, como valor, o aumento de capacidade (HINES *et al.*, 2004). GIBBONS e BURGESS (2010) propuseram ampliar o uso de dados coletados para os cálculos da disponibilidade e da taxa de qualidade da OEE. Os autores utilizaram os dados para avaliação da eficiência de gerenciamento de ativos e para indicação de capacidade de processo na metodologia Seis Sigma.

2.7 OEE e finanças

A eliminação ou redução das perdas apontadas pela OEE geram aumento de produtividade e redução de custos. Este fato motivou iniciativas voltadas para o estabelecimento da relação entre OEE e finanças. Alguns autores propuseram métodos para avaliar os lucros referentes a 1% de aumento na OEE (BADIGER e GANDHINATHAN, 2008; KWON e LEE, 2004). Hansen (2006) apresenta cálculos simplificados para projetar ganhos financeiros em função de melhorias na OEE. Em um caso base, o autor calcula a redução de despesas de mão de obra direta em função do aumento da OEE. Na sequência, avalia o lucro operacional obtido. Para seguir a abordagem proposta por Hansen para este caso, é necessário reescrever a fórmula da OEE conforme (23) abaixo:

OEE = Disponibilidade x Eficiência de Desempenho x Qualidade (1)

$$OEE = \frac{TO}{TP} \times \frac{TCT \times QT}{TO} \times \frac{QC}{QT} \quad (23)$$

Onde:

TO = Tempo Operacional

TP = Tempo Planejado para Produção

TCT = Tempo de Ciclo Teórico

QT = Quantidade Total de Produtos

QC = Quantidade de Produtos Conformes

Excluindo os termos iguais, obtém-se (24):

$$OEE = \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico} \times \text{Quantidade de Produtos Conformes}}{\text{Tempo Planejado para Produção}} \quad (24)$$

O Tempo de Ciclo Teórico é o inverso da Taxa de Velocidade Teórica, de modo que a equação (22) é reescrita como (23):

$$OEE = \frac{\text{Quantidade de Produtos Conformes}}{\text{Tempo Planejado para Produção} \times \text{Taxa de Velocidade Teórica}} \quad (25)$$

Arranjando a equação (25), obtém-se (26):

$$\text{Tempo Planejado} = \frac{\text{Quantidade de Produtos Conformes}}{\text{OEE} \times \text{Taxa de Velocidade Teórica}} \quad (26)$$

Calcula-se o tempo planejado para a OEE inicial e para a OEE projetada. (assumindo que não há variação dos termos “quantidade conforme” e “taxa de velocidade teórica”). Como a OEE projetada é maior, o tempo planejado será menor. As despesas de mão de obra direta podem ser calculadas conforme (27) abaixo:

$$\text{Custos de MOD Proj.} = \frac{\text{Tempo Plan. Proj.}}{\text{Tempo Plan. Inicial}} \times \text{Custos de MOD Inicial} \quad (27)$$

Onde:

Custos de MOD Proj. = custos de mão de obra direta projetados

Tempo Plan. Proj. = tempo planejado projetado

Tempo Plan. Inicial = tempo planejado inicial

Custos de MOD Inicial = custos de mão de obra direta inicial

Os custos de MOD projetados são menores que os iniciais, já que o tempo planejado projetado é menor que o inicial. Por simplificação, o autor considera que não há variação em outros dados do demonstrativo financeiro (despesas indiretas, por exemplo). Desta forma, para projetar o aumento do lucro operacional, o valor da redução dos custos de MOD é somado ao lucro operacional inicial.

Hansen (2006) formula ainda casos bases em que projeta o retorno sobre ativos (*Return over Assets*, ROA) em função de incrementos na OEE. As projeções de ganhos financeiros visam suportar a tomada de decisões sobre projetos voltados para melhorias na OEE. Em função da especificidade da estrutura de custos adotada por cada organização, é recomendado que o departamento financeiro projete os ganhos e valore os incrementos de OEE (HANSEN, 2006).

2.8 *Benchmarking*

A OEE pode ser utilizada para comparar a eficácia de equipamentos que assemelhem-se em termos de grau de automação, volume de produção, frequência de trocas (*changeovers*). O equipamento de melhor desempenho é considerado marca de referência e as ações de melhoria são, então, direcionadas para o ativo de desempenho inferior. Segundo Nakajima, os valores de OEE e seus índices para equipamentos de empresas de classe mundial são: OEE $\geq 85\%$, resultante de disponibilidade $\geq 90\%$, eficiência de desempenho $\geq 95\%$ e taxa de qualidade $\geq 99\%$. Conforme referenciado em BAMBER *et al.* (2003), Kotze afirma que OEE $> 50\%$ seria mais factível e, portanto, uma meta mais apropriada. LJUNGBERG (1998) reporta que resultados aceitáveis de OEE podem oscilar entre 60 e 75%. Estas variações nos valores indicam que devido às diferentes versões de OEE adotadas nos ramos industriais é complexo estabelecer um valor de desempenho para classe mundial (DAL *et al.*, 2000). Segundo BAMBER *et al.* (2003), apesar disto, melhorias significativas são alcançadas quando as empresas perseguem o objetivo de atingir um valor de OEE $\geq 85\%$.

Ahuja e Khamba (2007), avaliando a implantação de TPM em uma fábrica de aço, verificaram que o *benchmarking* da eficácia dos equipamentos permitiu quantificar a diferença entre o desempenho inicial da empresa e o nível de excelência desejado. Ahmed *et al.* (2005) desenvolveram uma estrutura de implantação de TPM, a qual foi aplicada em uma companhia produtora de componentes para semicondutores. Esta empresa foi comparada à uma unidade externa líder. Foram estabelecidos valores de *benchmark* de OEE. A partir destes, foram definidos valores alvo para a empresa. O *benchmarking* pode ser definido como o processo sistemático de busca das melhores práticas (*best practices*), idéias inovadoras e procedimentos operacionais efetivos que proporcionem níveis de desempenho elevados (AHRÉN e PARIDA, 2009).

No estudo de *benchmarking* internacional “Operational Excellence in the Pharmaceutical Industry”, realizado pela Universidade de St Gallen, na Suíça, os resultados de OEE para as indústrias farmacêuticas variam entre 35% e 71%. A Universidade de St Gallen dispõe de um dos institutos líderes de *benchmarking* europeu, que já realizou mais de 40 estudos internacionais (INSTITUTE OF TECHNOLOGY MANAGEMENT, 2010).

Em 2007, a empresa Informance International (atual subsidiária da Solarsoft Company), sediada no Reino Unido, realizou um estudo de *benchmarking* com 50 linhas de embalagem farmacêutica. Neste estudo, as linhas foram comparadas às linhas de embalagem de bens de consumo (BHARADWAJ, 2008). Segundo a Informance, a comparação entre as duas indústrias foi realizada porque assemelham-se em termos de volume, equipamentos de embalagem, frequência de pequenas interrupções de produção e maturidade de iniciativas *lean* e Seis Sigma. As linhas farmacêuticas de desempenho intermediário apresentaram OEE de 30%, enquanto as de bens de consumo com a mesma classificação de desempenho apresentaram um resultado de 45%. Comparando as perdas das duas indústrias, o tempo de troca entre produtos (*changeover*) foi pronunciadamente maior na indústria farmacêutica. Para as linhas farmacêuticas de desempenho superior, as perdas relativas às pequenas paradas foram significativamente menores, revelando oportunidades de melhoria para as linhas de desempenho inferior.

2.9 SMED

Nos sistemas tradicionais de produção, os *set ups* eram considerados um dos custos mais significativos das empresas. Para minimizar estes custos, as estratégias adotadas eram a redução do número de trocas de produto ou a produção de lotes de tamanhos maiores. Como consequência, as empresas produziam mais do que necessitavam para atender as demandas dos clientes, aumentando os estoques. Grandes lotes implicavam em longos tempos de atravessamento (*lead times*), reduzindo a flexibilidade e a velocidade de entrega dos produtos (MOREIRA e PAIS, 2011). Apesar das trocas de máquina serem reconhecidas como atividades que reduziam a eficiência e aumentavam os custos, parecia não haver razão evidente para reduzi-las. No entanto, a diminuição dos tempos de *set up* mostrou-se essencial em contextos de produção diversificada e de baixo volume, como o que a Toyota estava inserida na década de 1950. A SMED, metodologia de redução de troca de ferramentas, adotada pela Toyota possibilitou a fabricação de uma variedade maior de produtos com tamanhos de lote menores (HOLWEG, 2007). Nos últimos quinze anos, a indústria farmacêutica adotou um modelo de gestão, cuja criação de valor era baseada predominantemente na propriedade intelectual e na

exclusividade de mercado. O número de produtos diferenciados era pequeno e, em geral, os padrões de demanda eram estáveis. As operações eram básicas: grandes campanhas em todas as etapas da manufatura (produção de ingredientes ativos, fabricação e embalagem dos medicamentos), grandes lotes de produção, inventários elevados para minimizar faltas de produtos (*stockouts*) e praticamente toda a distribuição realizada por grandes distribuidores. A realidade atual é bem mais complexa: produtos de baixo volume ou voltados para atender nichos de mercado, incertezas de demanda e redução do número de plantas de fabricação. Além destes fatores, o aumento do número de novos produtos, não oriundos de moléculas inovadoras, mas extensões de linha (variações de dosagens, produtos pediátricos, sistemas de liberação controlada) contribui para o aumento da complexidade produtiva. Apesar da maioria das entregas ainda ser realizada por meio de distribuidores, novos canais de mercado estão surgindo, adicionando maior complexidade à cadeia de suprimentos na forma de volumes menores, maiores exigências de nível de serviço e demanda mais fragmentada. Para compensar estas dificuldades, a produção farmacêutica deve ser mais flexível e capaz de reagir rapidamente em resposta às mudanças do mercado (HERLANT, 2010). A redução dos tempos de *set up* possibilita a redução das campanhas de produção e dos tamanhos de lote e contribui para redução dos tempos de atravessamento (*lead times*) dos produtos, tornando o sistema produtivo mais flexível e enxuto (FRIEDLI e GOETZFRIED, 2010).

Outras vantagens da redução dos *set ups* são: redução dos erros na regulação dos equipamentos devido à utilização de técnicas mais rápidas e simples de troca de ferramentas; redução dos estoques em processo, aumento da produtividade e da utilização dos recursos (devido ao aumento do tempo efetivo de produção), redução dos custos de manufatura (SINGH e KHANDUJA, 2010)

Na literatura são encontrados diversos termos e conceitos para descrever a troca de produtos e a preparação de equipamentos: *set up*, *changeover*, troca de ferramentas, preparação de máquinas, não havendo consenso sobre nomenclatura e definição únicas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2009). Segundo SINGH e KHANDUJA (2010) *set up* é um conjunto de atividades sequenciais que são realizadas antes do início da produção de qualquer produto. McINTOSH *et al.* (1996) afirmam que *changeover* inclui as fases de *run down* (tempo gasto para reduzir a taxa de produção até o limite da parada completa da linha), *set up* (envolve a remoção do

ferramental anterior e a colocação do próximo, seguido dos vários ajustes necessários) e *run up* (tempo referente aos ajustes finos e checagens necessários para que a produção atinja os níveis de qualidade e velocidade satisfatórios). Neste trabalho, os termos citados são utilizados indistintamente e é adotada a definição de *set up* fornecida por SLACK *et al.* (2002): tempo decorrido na troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote.

De acordo com SHINGO (2000), tradicionalmente pensava-se que os procedimentos de *set up* eram infinitamente variados, dependendo do tipo de processo e do equipamento utilizado, o que impediria a padronização de um método para reduzir o tempo de troca. No entanto, ele observou que todas as operações de *set up* compreendem uma sequência de etapas básicas:

- Preparação, ajustes pós processamento, verificação de materiais, ferramentas etc – fase em que deve ser verificado se todos os componentes e ferramentas estão posicionados adequadamente e funcionando perfeitamente. Nesta etapa, está incluso o período após o processamento, quando estes itens são removidos e retornam ao local de estocagem, a limpeza da máquina etc;
- Montagem e remoção de navalhas, ferramentas, componentes, etc – refere-se ao tempo de remoção dos componentes e das ferramentas após o término do processamento e sua fixação para o próximo lote;
- Medições, posicionamentos e calibrações – esta fase inclui medições e calibrações necessárias para realizar a operação de fabricação, como por exemplo, centralização, dimensionamento, medição de temperatura e pressão;
- Corridas de teste e ajustes – etapa em que são realizados os ajustes após o processamento de uma peça.

Na prática, os tempos de *set ups* tendem a ser maiores que o necessário devido à pouca atenção direcionada a estas atividades, à falta de método e organização durante a execução das trocas e à ausência de padronização (cada funcionário realiza o *set up* da forma que acredita ser a mais adequada). Somam-se a estes fatores, a realização de tarefas desnecessárias (que não agregam valor) durante a

troca e a falta de conhecimento da importância e do impacto da redução dos *changeovers* (SINGH e KHANDUJA, 2010).

SHINGO (2000) desenvolveu o conceito SMED ao longo de 19 anos, sendo que os fundamentos da teoria lhe ocorreram durante a condução de três estudos práticos. O primeiro, em 1950, na planta automobilística Mazda da Toyo Kogyo, eliminou os gargalos causados por uma prensa de estampagem de 800 toneladas, aumentando a eficiência em 50%. O segundo ocorreu no estaleiro Mitsubishi Heavy Industries em 1957 e tinha por finalidade racionalizar a operação de uma plaina utilizada para produção de motores diesel. Como resultado, a produtividade aumentou 40%. O último estudo foi realizado em 1969, na principal fábrica da Toyota Motor Company. A direção da empresa solicitou que o tempo de preparação de uma prensa de 1000 toneladas fosse reduzido. Esta prensa requeria quatro horas de *set up*, enquanto a Volkswagen alemã realizava trocas em uma prensa semelhante em duas horas. Em conjunto com um supervisor e o gerente da fábrica, SHINGO (2000) conseguiu diminuir o tempo de troca para 90 minutos. Alguns meses depois, a direção da Toyota ordenou que o tempo de preparação fosse reduzido para três minutos, meta que foi alcançada após três meses. Neste momento, SHINGO (2000) conceituou formalmente a metodologia. Basendo-se na hipótese de que qualquer *set up* poderia ser executado em menos de 10 minutos, SHINGO (2000) denominou a teoria de troca de matrizes em um único dígito de minuto (*Single Minute Exchange of Dies*, SMED). Posteriormente, o método foi adotado em todas as plantas da Toyota, tornando-se um dos principais elementos do Sistema Toyota de Produção. A SMED é uma abordagem científica para redução dos tempos de *set up*, que pode ser aplicada a qualquer tipo de equipamento e indústria (SHINGO, 2000). A metodologia é constituída de quatro estágios conceituais (figura 5).

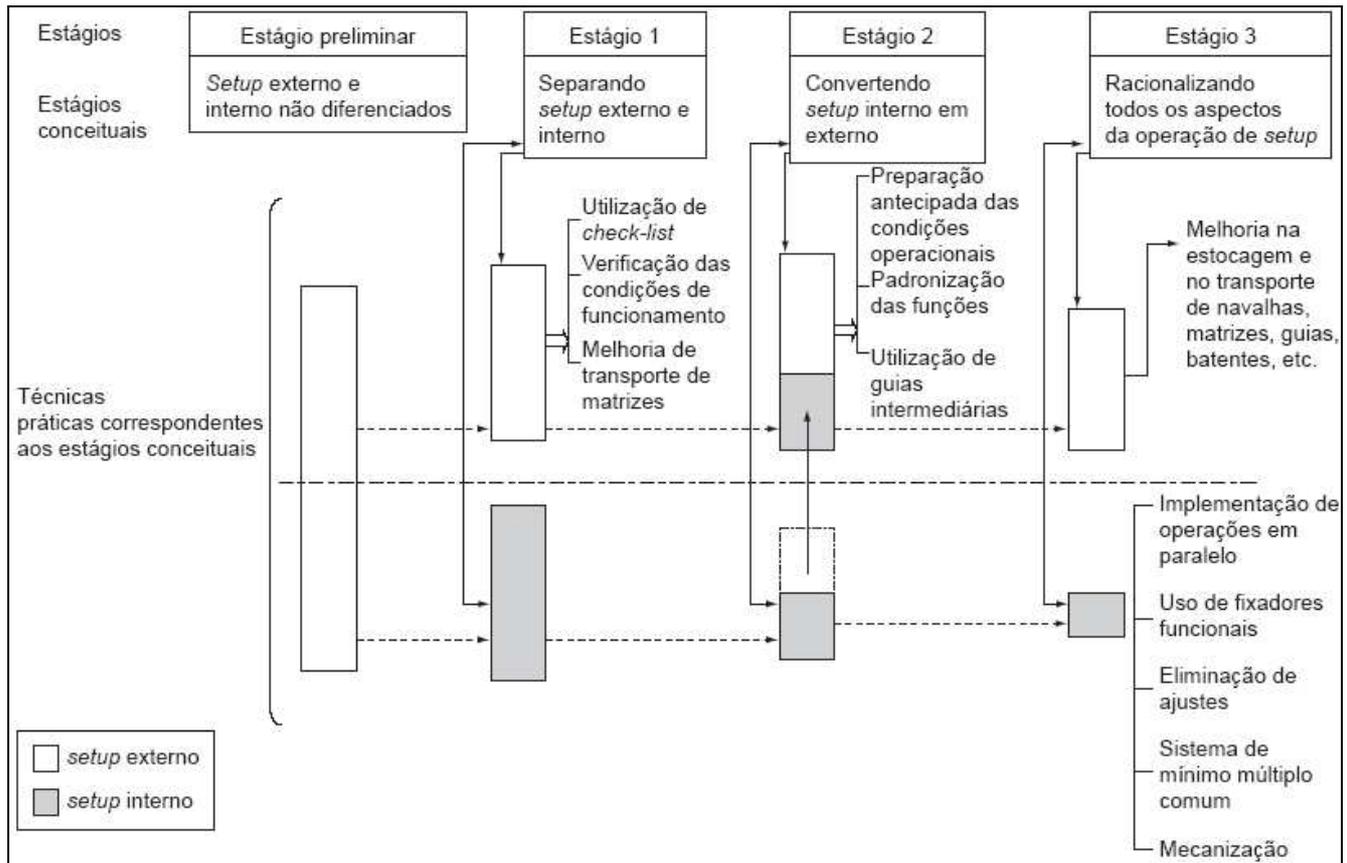


Figura 5 : Estágios da metodologia SMED

Fonte: SHINGO (2000)

A etapa preliminar consiste na análise das atividades realizadas na troca. O tempo de cada uma das atividades é obtido através do uso do cronômetro, do estudo do método, de entrevista com os operadores ou da avaliação de filmagem (SUGAI *et al.*, 2007). No primeiro estágio, as atividades são classificadas em operações de *set up* interno, as quais devem ser realizadas com o equipamento parado e *set up* externo, que podem ser executadas com a máquina em funcionamento. Neste estágio podem ser utilizadas as técnicas listadas abaixo:

- Utilização de lista de verificação (*check-list*):
SHINGO (2000) recomenda a utilização de um *check-list* para enumerar todos os elementos e condições operacionais necessárias ao *set up*. Esta lista deve conter: nomes, especificações e quantidade das ferramentas, parâmetros operacionais (pressão, temperatura e outros) e valores numéricos de todas as medidas e dimensões das peças. Antes de iniciar a troca, a lista deve ser checada. Desta forma, evita-se desperdícios de tempo com erros operacionais e testes. O *check-list*

deve ser específico para cada máquina. O uso de uma listagem geral para toda a fábrica pode tornar confuso o processo da troca. Shingo sugere também o uso de uma mesa que contenha todos os desenhos dos componentes e peças necessários para o *set up* (denominada mesa de verificação). Antecipadamente ao *set up* interno as ferramentas são posicionadas sobre os desenhos correspondentes. Esta é uma técnica de controle visual, já que olhando para a mesa é possível verificar a falta de qualquer peça.

- Verificação das condições de funcionamento:

Esta verificação deve ser realizada durante o *set up* externo e objetiva avaliar se as peças a serem utilizadas no *set up* interno estão em perfeitas condições de trabalho. Esta checagem evita que se perca tempo detectando e reparando ou substituindo peças defeituosas durante a execução do *set up* interno.

- Melhoria de transporte de matrizes:

Os componentes requeridos para o *set up* (moldes, formatos, peças etc) têm que ser transportados do estoque de peças para os equipamentos e, após o término do lote, têm que retornar para a área de estoque. Esta atividade deve ser realizada como *set up* externo. O operador deve movimentar as peças enquanto o equipamento funciona automaticamente ou um outro funcionário deve executar esta tarefa.

A etapa dois consiste em verificar a possibilidade de converter as operações de *set up* interno em externo. O objetivo é externalizar ao máximo as atividades. SHINGO (2000) sugere o uso das seguintes práticas nesta fase:

- Preparação antecipada das condições operacionais:

Geralmente, as condições operacionais necessárias para iniciar o funcionamento dos equipamentos são reguladas durante o *set up* interno. Esta técnica visa transferir estas atividades para o *set up* externo. Um dos exemplos de melhorias deste tipo citado por Shingo é o pré-aquecimento de moldes em uma máquina de fundição sob pressão. Moldes frios eram fixados na máquina e aquecidos pela injeção de metal fundido até a temperatura adequada. Como o material injetado durante o aquecimento produzia peças defeituosas, os itens da primeira fundição tinham que ser reprocessados. Os moldes a serem usados na próxima operação

passaram a ser pré-aquecidos, reduzindo o tempo de *set up* interno e o número de peças fundidas a serem reprocessadas.

- Padronização das funções:

Quando os formatos ou partes do equipamento necessários para a produção de um novo item são diferentes dos anteriores, os operadores consomem mais tempo para substituir as peças e ajustar a máquina durante o *set up*. A padronização de tamanhos e dimensões de todas as peças e componentes do equipamento é trabalhosa e inviável financeiramente. A padronização de funções visa padronizar somente as partes cujas funções são necessárias para operação de *set up*.

- Utilização de guias intermediárias:

SHINGO (2000) recomenda a fabricação de guias padronizadas de dimensões e formas adequadas, denominadas guias intermediárias, para utilização em alguns tipos de troca. Enquanto a peça fixada em uma das guias está sendo produzida, em um procedimento de *set up* externo, a próxima peça é centralizada e presa na outra guia. Quando a primeira peça é finalizada, a segunda guia com a peça fixada é montada na máquina.

No estágio três da SMED, busca-se a melhoria sistemática de cada operação básica do *set up* interno e externo, de modo que as atividades sejam realizadas de forma mais rápida, fácil e segura, o que SHINGO (2000) denomina de racionalização. As técnicas associadas a esta etapa são:

- Melhoria na estocagem e no transporte de navalhas, matrizes, guias, batentes etc:

Para racionalização do *set up* externo são recomendadas melhorias na estocagem e transporte das peças, como por exemplo, utilização de estantes para armazenamento de ferramentas e sistema automático de gerenciamento de estoque.

- Implementação de operações em paralelo.

Organizar e dividir as tarefas do *set up* interno entre dois ou mais operadores. Desta forma, duas ou mais atividades podem ser realizadas ao mesmo tempo, reduzindo a duração da troca.

- Uso de fixadores funcionais:

Referindo-se aos métodos de fixação de matrizes, Shingo desaconselha o uso de algumas peças, como parafusos que requerem muitas voltas para serem apertados e que quando utilizados em grande quantidade, demandam muito tempo e esforço, além de serem facilmente perdidos. O autor recomenda o uso de fixadores funcionais, definidos como dispositivos de fixação que servem para manter objetos no local com um mínimo de esforço. São exemplos: arruelas em U, grampos, pinos cônicos etc.

- Eliminação de ajustes:

Os testes e ajustes são requeridos quando se fazem necessárias operações de centralização, dimensionamento etc. Os recursos utilizados por SHINGO (2000) nesta técnica incluem instalação de escalas e eixos de referência, uso de batentes, realização de marcas de calibração padronizadas e outras.

- Sistema de mínimo múltiplo comum:

É uma técnica de eliminação de ajustes. A nomenclatura se deve à busca de um número de mecanismos correspondentes ao mínimo múltiplo comum de várias condições operacionais. Um dos casos citados por Shingo foi a troca de moldes de injeção de plástico. A substituição dos moldes era necessária porque as peças A e B utilizavam resinas diferentes. A melhoria implementada consistiu em fazer quatro cavidades no mesmo bloco de matriz: A_1 , A_2 , B_1 e B_2 . Girando os canais centrais da resina 90° , o fluxo de resina era direcionado para as cavidades A_1 e A_2 quando a peça A era produzida e para as cavidades B_1 e B_2 quando a peça B era fabricada, eliminando a necessidade de substituição dos moldes.

- Mecanização:

A mecanização só deve ser utilizada depois de considerar todas as alternativas de melhorias de *set up* anteriores. De acordo com SHINGO (2000), a mecanização de uma operação de *set up* ineficiente reduzirá o tempo da troca, mas não eliminará as falhas de um processo mal projetado. É mais apropriado mecanizar *set ups* que já foram racionalizados. São exemplos de mecanização: utilização de empilhadeiras para alinhar grandes matrizes e colocá-las nas máquinas, emprego de mesas

rotativas que após receberem a matriz usada, giram de forma que a nova matriz possa ser inserida na máquina.

Recomenda-se que a metodologia seja reiniciada e repetida para reduzir o tempo da troca de forma contínua. Sempre que o método é aplicado, melhorias adicionais são obtidas (MOREIRA e PAIS, 2011).

Alguns autores propuseram adaptações à SMED. BLACK (1998) preconizou a aplicação do estudo de tempos e movimentos na fase preliminar e subdividiu o estágio três de Shingo em três fases: aplicação da análise de métodos, da padronização e da prática dos *set ups*; eliminação dos ajustes e eliminação do *set up*. Para cada uma das etapas, o autor sugeriu a utilização de técnicas semelhantes às preconizadas por SHINGO (2000). McINTOSH *et al.* (2007) formularam um modelo a partir de uma reinterpretação da metodologia de SHINGO (2000). Eles definiram dois estágios de implementação. No estágio zero, a prática atual do *changeover* é analisada. No estágio um, foram identificadas duas formas de melhoria: através da reorganização das tarefas ou da alteração e eliminação de atividades. O modelo prevê a necessidade de auditorias (verificações) e introdução de melhorias contínuas. Os autores recomendam técnicas a serem utilizadas para cada forma de melhoria.

O livro de SHINGO (2000) contém diversos exemplos de utilização da SMED, no entanto, a maioria é voltada para o setor metal mecânico. Alguns autores, constataram a dificuldade de aplicar determinadas técnicas (notadamente, as empregadas nos estágios 3 e 4) em outros setores industriais. SUGAI *et al.* (2007) visitaram uma empresa farmacêutica em Campinas, onde a equipe responsável por redução de *set up* só conseguiu implementar ferramentas referentes aos estágios 1 e 2 da SMED. SUGAI *et al.* (2007) e GILMORE e SMITH (1996) relataram casos em que os altos tempos de limpeza e sanitização requeridos em processos farmacêuticos tornaram totalmente inviável realizar trocas em tempo inferior a 10 minutos. Como o *set up* é um desperdício (uma atividade que não agrega valor), o ideal seria eliminá-lo, o que em geral não é possível. Segundo FOGLIATTO e FAGUNDES (2003), eliminar os tempos de *set up* pode não ser possível, mas a aplicação das técnicas mais apropriadas para cada tipo de troca, pode resultar em reduções significativas destes tempos.

Na literatura, existem numerosos relatos de utilização da SMED ou metodologias derivadas da mesma. Entre eles, destacam-se alguns realizados em indústrias

farmacêuticas. Em 1992, GILMORE e SMITH (1996) conduziram uma pesquisa ação aplicando a oito compressoras as técnicas: operações em paralelo, separação das atividades de *set up* interno e externo e mecanização. A média dos tempos de troca foi reduzida de 28,8 para 8,25 horas. Ao analisar os resultados de OEE de uma linha de embalagem, KANZAWA (2006) verificou que a maior causa de perda de disponibilidade da linha era o *changeover*. Com a adoção da SMED, o tempo médio de *set up* foi reduzido em 44%. Em geral, as empresas farmacêuticas denominam as trocas entre lotes do mesmo produto parciais ou superficiais, enquanto as trocas entre lotes de produtos diferentes são chamadas totais, completas ou profundas. BATISTA (2009) reduziu em 15 minutos o tempo de *set up* parcial de uma emblistadeira acoplada a encartuchadeira e propôs melhorias nos *set ups* completos das linhas de embalagem e granulação úmida, estimando reduções de tempo de 30 min e 3,25 horas respectivamente. De acordo com a pesquisa de *benchmarking* internacional “Operational Excellence in the Pharmaceutical Industry”, as empresas farmacêuticas que apresentaram os melhores desempenhos em termos de giro de estoque, trabalharam intensamente na redução de *set ups*. Em especial, seus estoques em processo eram bem menores que os das outras companhias. Os *set ups* em suas linhas de embalagem duravam em média 40 minutos (40% a menos que nas outras indústrias). Baseado em sua alta flexibilidade, elas apresentaram uma elevada porcentagem de aderência à programação de produção (98-99%). Em todas as indústrias farmacêuticas visitadas foi observada uma variabilidade muito grande nos tempos de *set up*, devido à falta de padronização das atividades. No entanto, para implementar um fluxo de produção balanceado entre os centros de produção, reduzindo a formação de estoques, os pesquisadores recomendam processos robustos e padronizados (incluindo *changeovers*) (FRIEDLI e GOETZFRIED, 2010).

3 OBJETIVOS

O principal objetivo do presente trabalho consiste em avaliar a Eficácia Global de Equipamentos aplicada a equipamentos da produção de Farmanguinhos.

Como objetivos específicos, lista-se:

- Analisar o uso da OEE como métrica de desempenho, ferramenta de identificação de perdas e base para o desenvolvimento de ações de melhoria contínua;
- Implantar o indicador, aplicando-o a equipamentos cuja melhoria de eficácia seja prioritária para Farmanguinhos;
- Examinar o processo de implantação da OEE quanto aos aspectos práticos, fatores críticos e dificuldades encontradas.

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho constou de três etapas, descritas abaixo.

A primeira fase compreendeu uma revisão bibliográfica abrangendo:

- Origem, conceito e cálculos do indicador;
- Versões derivadas da OEE, com ênfase na abordagem TEEP;
- Benefícios e aplicações da OEE.

A segunda etapa contemplou a seleção de dois equipamentos, aos quais o indicador foi aplicado, e a implantação da ferramenta, composta pelas seguintes atividades:

- Definição das perdas a serem apontadas e sistematização da coleta dos dados e dos cálculos da OEE;
- Apresentação da metodologia ao gerente e aos supervisores de produção da área à qual pertencem os equipamentos;
- Treinamento dos funcionários responsáveis pela operação dos equipamentos;
- Avaliação dos primeiros registros de dados e resultados de OEE junto aos operadores, verificando a necessidade de adaptações e revisão do treinamento.

Ao final desta etapa, foi realizada uma análise das dificuldades e dos fatores críticos observados no processo de implantação do indicador.

A terceira fase compreendeu a utilização do indicador como ferramenta de identificação de perdas e de desenvolvimento de ações de melhoria contínua.

Após a consolidação do uso do indicador, foram verificadas as perdas de maior impacto sobre os equipamentos e suas causas raízes. Na sequência, foram propostas e avaliadas ações para reduzir estas ineficácias em conjunto com o gerente e os supervisores de produção. Durante esta etapa, os dados e os resultados de OEE foram disponibilizados nas salas dos equipamentos para o acesso dos funcionários. Foram realizadas reuniões com os operadores para análise dos resultados e proposição de melhorias.

Uma etapa adicional consistiu na implantação das ações de melhoria detectadas. No entanto, esta fase foi condicionada à viabilidade técnica e econômica e ao prazo de execução do trabalho. Segue o fluxograma da metodologia (figura 6):

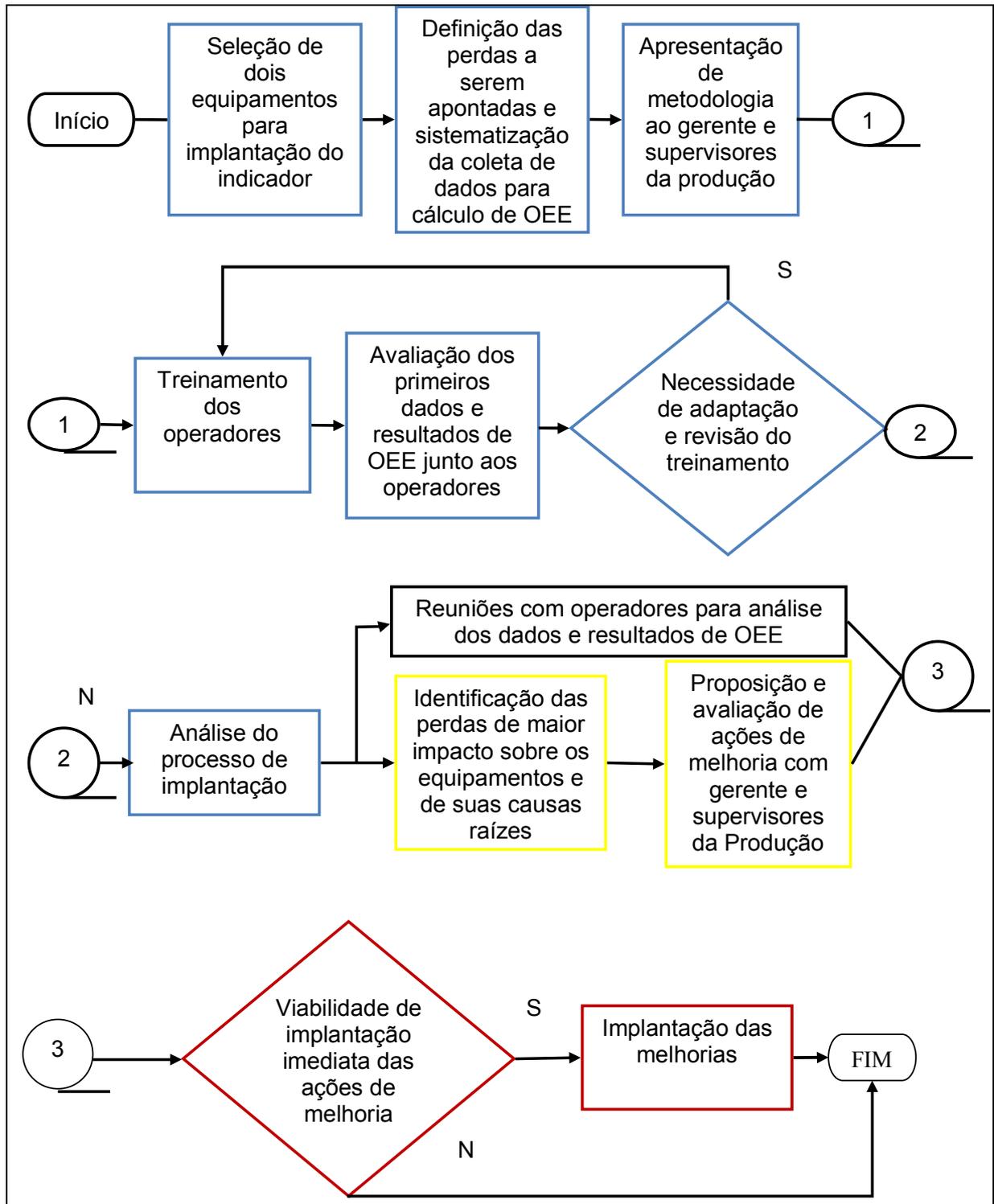


Figura 6: Fluxograma da metodologia

Notas: A pesquisa bibliográfica foi realizada durante todo o trabalho. Por simplificação, não foi incluída no fluxograma.

Em azul, foram representadas as atividades que são exclusivas da segunda etapa, em amarelo as da fase de utilização do indicador para identificação de perdas e ações de melhoria e, em vermelho, as da etapa de implantação de melhorias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Seleção dos equipamentos e descrição de processos de produção

Farmanguinhos, unidade técnico-científica da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), é um laboratório farmacêutico oficial vinculado ao Ministério da Saúde, cuja criação data de 1976. Na década de 1970, a produção pública de medicamentos visava combater as patologias que afligiam os trabalhadores das cidades. A partir de 1998, Farmanguinhos passou a suportar o Ministério da Saúde no fornecimento gratuito de medicamentos para todos os pacientes de AIDS no Brasil. Como mencionado anteriormente, após a produção pública de antirretrovirais, o custo do tratamento de AIDS foi substancialmente reduzido, o que proporcionou uma economia significativa para o governo. Devido à demanda elevada do Programa Nacional de DST/AIDS, em 2003, o Ministério da Saúde adquiriu para Farmanguinhos uma unidade fabril da GlaxoSmithKline, em Jacarepaguá. A fábrica foi transferida de Manguinhos, onde ocupava sete mil metros quadrados, para o *campus* de Jacarepaguá, que possui quarenta mil metros quadrados (COSTA *et al.*, 2008). Para atender aos programas do Ministério e às demandas de vendas diretas (vendas para Secretarias Estaduais e Municipais e outros órgãos públicos), a unidade produz antirretrovirais, antianêmicos, anti-hipertensivos, antibióticos, tuberculostáticos, antiinfeciosos, hipoglicemiantes, entre outros. Como pode ser visto no quadro 2, o volume de recursos financeiros alocado para produção de antirretrovirais constitui uma das maiores receitas do laboratório. Em 2010, a alocação de recursos para o programa Excepcionais também foi elevada, mas os medicamentos deste programa não são fabricados internamente.

Quadro 2 – Participação de Farmanguinhos em programas do Ministério da Saúde – alocação em unidades farmacêuticas e recursos financeiros – 2010 e 2011

Programa de Saúde	Demanda 2010 (Unidades Farmacêuticas)	Recursos Financeiros 2010 (R\$)	Demanda 2011 (Unidades Farmacêuticas)	Recursos Financeiros 2011 (R\$)
AIDS/Medicamentos	130.217.000	120.010.900,00	164.058.120	152.737.173,60
Alimentação e Nutrição	369.361.050	21.562.477,16	102.059.750	8.668.735,17
Calamidade	7.393.750	2.333.977,50	-	-
Endemias Focais	29.848.000	1.100.447,70	20.269.000	944.585,42
Excepcionais	24.187.681	156.626.882,17	-	-
Hanseníase	8.576.000	561.728,00	12.290.500	805.027,75
Sistema Penitenciário	-	-	39.082.320	7.178.540,67
Tuberculose	830.000	244.684,00	-	-
Total	570.413.481	303.327.056,53	337.759.690	170.334.062,61

Fonte: Coordenação de Assistência Farmacêutica – Farmanguinhos, 2011

No quadro 3, é possível verificar os medicamentos antirretrovirais de maior demanda e receita produzidos por Farmanguinhos.

Quadro 3 - Farmanguinhos – demanda e recurso financeiro alocado por medicamento antirretroviral – 2010 e 2011

Programa de Saúde AIDS/Medicamentos	Demanda 2010 (Unidades Farmacêuticas)	Recursos Financeiros 2010 (R\$)	Demanda 2011 (Unidades Farmacêuticas)	Recursos Financeiros 2011 (R\$)
Produto A	54.375.000	59.812.500,00	84.349.800	92.784.780,00
Produto B	31.500.000	17.325.000,00	48.024.000	26.413.200,00
Produto C	27.000.000	36.450.000,00	21.015.000	28.370.250,00
Produto D	7.290.000	4.811.400,00	6.000.000	3.960.000,00
Produto E	6.200.000	1.612.000,00	4.500.000	1.170.000,00
Produto F	3.852.000	885.960,00	169.320	38.943,60
Total	130.217.000	120.010.900,00	164.058.120	152.737.173,60

Fonte: Coordenação de Assistência Farmacêutica – Farmanguinhos, 2011

Optou-se por selecionar equipamentos utilizados na produção dos medicamentos A, B e C, os quais são estratégicos para Farmanguinhos em função da demanda e dos recursos financeiros que representam. Os três produtos são sólidos orais

(comprimidos) revestidos. Os fluxogramas de produção dos medicamentos selecionados são apresentados na figura 7.

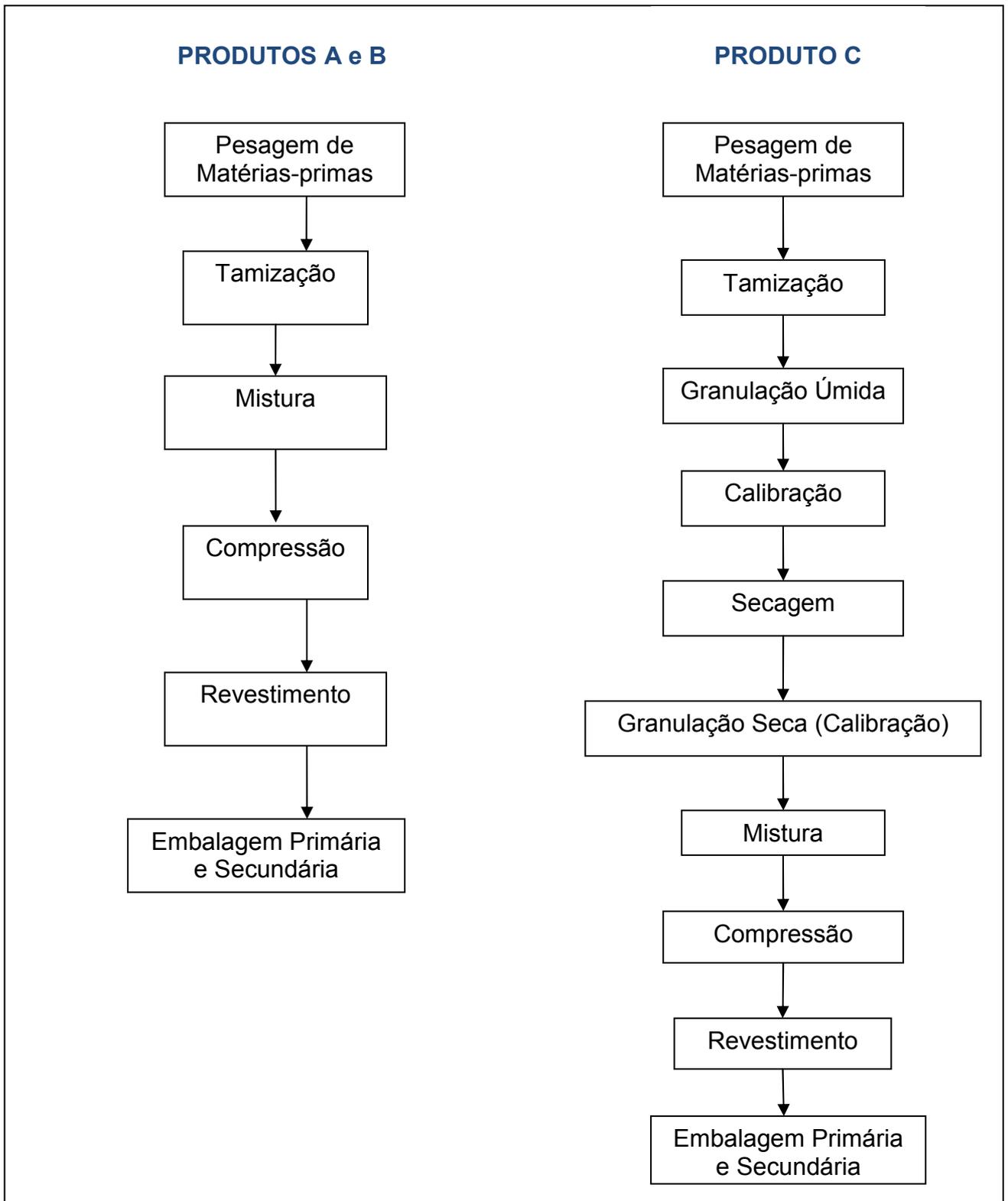


Figura 7: Fluxogramas de produção

No caso dos produtos A e B, as matérias-primas são pesadas, tamizadas (peneiradas) e misturadas. Na sequência, a mistura de pós obtida é comprimida e os comprimidos gerados são revestidos. A embalagem é realizada em linha de envase de frascos. O processo de produção do medicamento C contempla um número adicional de etapas: após a pesagem e tamização, as matérias-primas são umedecidas, calibradas, secas e calibradas novamente. Estas fases são requeridas para que a mistura adquira as características necessárias para compressão. As etapas posteriores são comuns ao fluxograma de produção de A e B.

Os dois equipamentos selecionados para o estudo de caso são equipamentos de revestimento: GS SPOR 300 e Eurovent DC 200, os quais estão apresentados nas figuras 8 e 9.



Figura 8: Equipamento GS SPOR 300

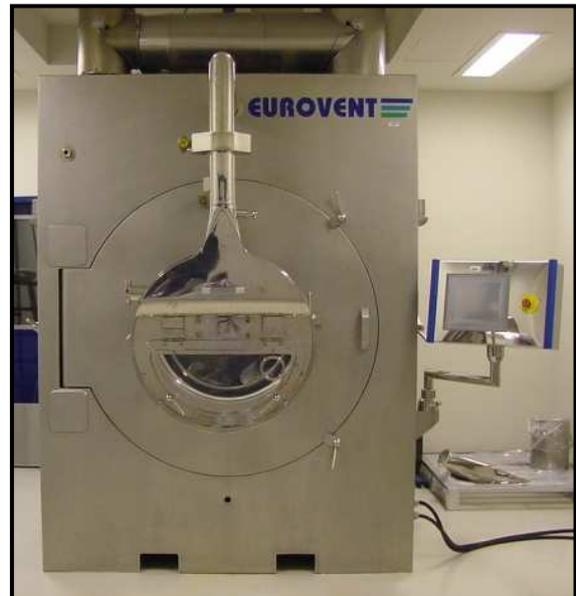


Figura 9: Equipamento Eurovent DC 200

No processo de revestimento, sobre os comprimidos em movimento é aplicada uma suspensão, a qual é seca por um fluxo de ar quente.

Os dois equipamentos apresentam características de construção muito semelhantes. Consistem de tambor que gira sobre eixo horizontal. Com a rotação do tambor, os comprimidos em seu interior são movimentados num fluxo de rolagem em cascata (leito). Na parte interna do tambor, existem pás para aumentar a eficiência da mistura dos comprimidos. Apresentam unidades de insuflamento e exaustão de ar. O controle das vazões de entrada e saída de ar gera pressão negativa no interior do

tambor e garante que o ar quente seja insuflado através do leito de comprimidos. Aos equipamentos são acopladas pistolas de revestimento, cuja função é aspergir a suspensão sobre os comprimidos (figura 10). São automatizados de modo que parâmetros do processo de revestimento podem ser monitorados e/ou controlados, como, por exemplo: temperaturas de insuflamento e exaustão do ar, depressão e velocidade do tambor, entre outros.

O GS apresenta tambor não perfurado, cuja capacidade é de 300 L de comprimidos. O Eurovent possui 3 tambores perfurados intercambiáveis de capacidades de 125 L, 267 L e 448 L. Ao duto de exaustão do GS são conectadas duas pás perfuradas que ficam submersas no leito de comprimidos durante o revestimento. No Eurovent, uma coifa é acoplada à tubulação de exaustão e à lateral do tambor.

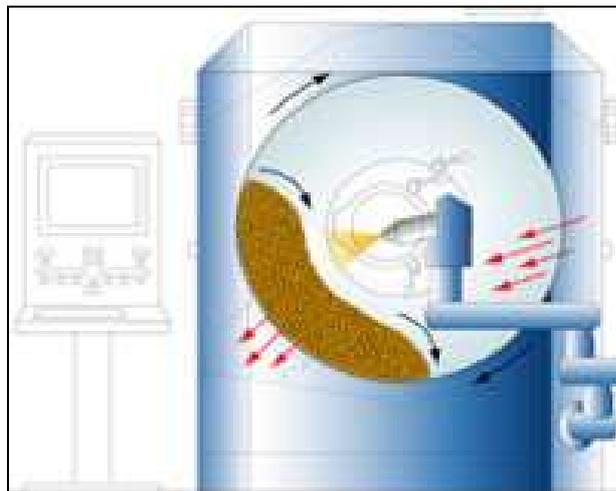


Figura 10: Parte interna de um equipamento de revestimento com tacho perfurado, ressaltando a pistola de aspersão

Fonte: GLATT PHARMACEUTICAL SERVICES, 2012

O equipamento Eurovent foi recebido em Farmanguinhos em 2004, mas só entrou em operação em 2010 (figura 11). Durante este período, várias intercorrências aconteceram. A empresa Eurovent Ltda, fabricante do equipamento, encerrou suas operações. A empresa Coopertrônicos Eletrônica Industrial Ltda, representante autorizada da Eurovent Ltda no Brasil, responsável pela instalação e partida inicial (*start up*) do equipamento, não conseguiu solucionar problemas encontrados na automação da máquina. Na sequência, Farmanguinhos contratou a Zimax Comércio e Serviços Ltda que reviu a automação do equipamento. Durante os testes iniciais

de funcionamento, algumas falhas foram detectadas, como, por exemplo: grandes variações nos parâmetros de vazão do ar de entrada, depressão e pressão de pulverização em relação aos valores programados. Estes problemas foram solucionados pela Zimax Comércio e Serviços Ltda juntamente com o Setor de Manutenção de Farmanguinhos.

Em função das falhas de funcionamento iniciais e da ausência de suporte técnico do fabricante, optou-se por aplicar a OEE ao equipamento para conhecer os fatores que impactavam seu desempenho, principalmente os de relevância para manutenção preventiva e confiabilidade, como, por exemplo, as causas de falhas.

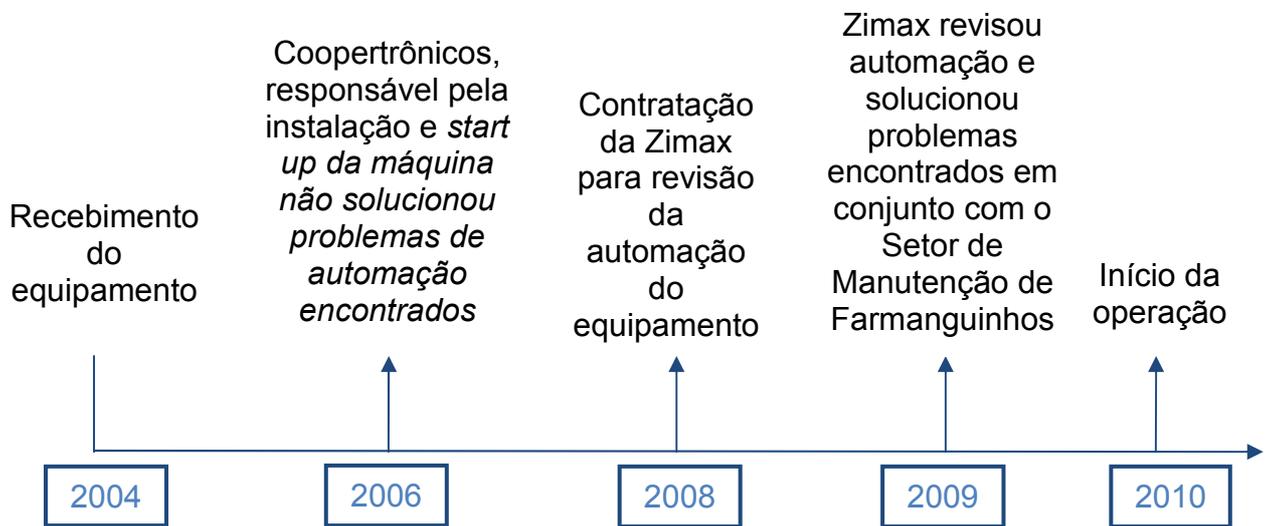


Figura 11: Tempo entre o recebimento e o início da operação do Eurovent

Os três produtos (A, B e C) podem ser revestidos tanto no GS quanto no Eurovent, sendo que C é preferencialmente revestido no Eurovent porque o equipamento tem capacidade para o processamento de um lote de uma única vez, enquanto no GS, o lote tem que ser revestido em duas cargas. A aplicação da OEE ao GS permite a comparação da eficácia das duas máquinas. A etapa de revestimento é o gargalo dos processos de produção de A e B, o que constitui mais uma justificativa para a seleção dos equipamentos. O revestimento foi identificado como gargalo destes processos por ser a fase produtiva com maior tempo de processamento.

Além dos antirretrovirais, Farmanguinhos atende demandas de outros medicamentos cujas formas farmacêuticas são comprimidos revestidos. Em 2010,

no início do trabalho, os equipamentos GS e Eurovent estavam dedicados ao processamento de antirretrovirais (por questões regulatórias) e não tinham capacidade suficiente para atender a demanda dos outros medicamentos sólidos orais revestidos (segundo dados da Gerência de Planejamento e Controle da Produção). O quadro 4 apresenta a demanda do Ministério da Saúde e de vendas diretas dos produtos fabricados externamente.

Quadro 4 - Farmanguinhos – demanda do Ministério da Saúde e de vendas diretas de medicamentos sólidos orais revestidos, cuja produção é realizada externamente – 2009, 2010 e 2011

Medicamentos	Número de unidades farmacêuticas		
	2009	2010	2011
Ministério da Saúde			
Produto G	208.953.000	218.255.000	58.151.000
Produto H	1.141.000	830.000	-
Produto I	54.000	102.000	119.400
Produto J	156.000	276.000	219.600
Vendas Diretas			
Produto G	3.475.000	13.455.500	16.000.000

Fonte: Coordenação de Assistência Farmacêutica – Farmanguinhos, 2011

Atualmente, o Eurovent não é mais dedicado aos antirretrovirais e encontram-se em processo de internalização os produtos H, I e J. O medicamento G só é vendido em conjunto com outros dois: K e L. Em 2009, o material de embalagem de K apresentou desvios de qualidade e, em 2010, o fabricante de G não conseguiu produzir o medicamento por problemas técnicos. Em função destas dificuldades, houve atraso na entrega do produto G ao Ministério da Saúde, o que implicou na redução da demanda em 2011. O saldo em atraso voltou a ser produzido em 2011. As previsões de demandas de produtos, cujas formas farmacêuticas sejam comprimidos revestidos, compreendem nove produtos em desenvolvimento e cinco em redesenvolvimento. O estudo da eficácia destes equipamentos é importante para análises de capacidade. O conhecimento das perdas que afetam seus funcionamentos serve para suportar decisões sobre internalização ou fabricação externa de volumes.

5.2 Descrição de atividades do revestimento e implantação do indicador

5.2.1 Descrição de atividades do revestimento

Para o entendimento do trabalho, faz-se necessário descrever as fases que são consideradas produtivas no processo de revestimento e as atividades que compõem a troca de produtos ou lotes. A primeira etapa computada como produtiva no revestimento é o aquecimento dos comprimidos até que uma temperatura específica seja atingida. A fase seguinte consiste na aplicação da suspensão, seguida da secagem dos comprimidos (etapa que dura entre 3 e 5 minutos), resfriamento (quando requerido pelo produto) e descarga do lote. Na troca são consideradas as seguintes atividades:

- Amostragem, inspeção de aspecto e determinação do peso médio dos comprimidos revestidos – realizadas pelo Setor de Controle em Processo após o revestimento do lote. Na inspeção de aspecto, é verificada a presença de comprimidos quebrados, lascados, amassados, com manchas, com imperfeições rugosas e outros. Para cada tipo de desvio (não conformidade) de aspecto, há um critério de aceitação estabelecido. Caso a quantidade de comprimidos com desvio seja superior ao limite especificado, o lote é selecionado. Na seleção, os funcionários do Setor de Produção inspecionam o aspecto de todos os comprimidos do lote. As unidades não conformes são refugadas.
- Procedimento final – atividades que são realizadas após a produção do lote, como: identificação e pesagem das barricas, remoção de todos os materiais correspondentes ao lote anterior, preenchimento final da documentação do lote (ficha técnica), incluindo cálculos de rendimento em peso e em quantidade de comprimidos.
- Limpeza parcial – realizada entre lotes de um mesmo produto, incluindo a desmontagem e montagem do equipamento. Se, após a limpeza, a máquina não for utilizada em até 5 dias, nova limpeza deve ser executada .
- Limpeza total – realizada entre lotes de produtos diferentes, incluindo a desmontagem e montagem do equipamento. É também realizada após a

fabricação contínua do mesmo produto por 15 dias, no máximo. Esta limpeza é válida por sete dias, caso o equipamento não seja utilizado.

- Procedimento inicial – tarefas que antecedem a etapa de produção: identificação da sala e dos equipamentos; conferência e movimentação do produto intermediário (produto em processo proveniente da etapa anterior, no caso a compressão) e matérias-primas; preparo da suspensão de revestimento; preenchimento de documentação; aquecimento inicial do equipamento vazio (sem produto), abastecimento da máquina com os comprimidos, ajustes e regulagens iniciais do equipamento.

5.2.2 Definição das perdas a serem apontadas e sistematização da coleta dos dados e dos cálculos da OEE

Mesmo antes da implantação do indicador, os operadores já registravam as principais ocorrências (produção, limpeza, manutenção, entre outras) dos equipamentos da área de fabricação nos cadernos de atividade diária (*log books*) e estes dados eram digitados em sistema informatizado corporativo. No entanto, o desempenho destes equipamentos não era mensurado e as perdas de eficácia não eram analisadas. A primeira etapa da implantação foi atribuir em conjunto com os operadores causas mais detalhadas às paradas de máquina (perdas de disponibilidade): procedimento final, inspeção do Setor de Controle em Processo, limpeza parcial ou total, procedimento inicial, ajustes durante o processo, aguardando manutenção, reparo realizado pelo operador, manutenção, limpeza durante o processo, falta de intermediário/matéria-prima, paramentação (colocação de uniformes e equipamentos de proteção individual), outras paradas etc. As perdas de eficiência de desempenho e qualidade foram definidas conforme modelo de Nakajima (vide item 2.2).

Na sequência, foi determinada a sistematização da coleta dos dados e dos cálculos da OEE. Foi elaborado um formulário para os operadores registrarem os intervalos de tempo referentes à produção e às paradas de máquina (denominado folha de apontamento de horas – figura 20 , Apêndice A). Foi definido que neste formulário, os operadores também anotariam observações referentes às paradas, como por exemplo, descrição dos motivos de manutenção. Após o preenchimento dos

formulários, a pesquisadora seria responsável por recolhê-los e converter os tempos apontados em minutos para horas.

Para o cálculo do índice de disponibilidade seria utilizada a equação 2 (vide item 2.2.). Os dados necessários para o cálculo da taxa de qualidade (segundo a equação 10, descrita no item 2.2) seriam extraídos do sistema informatizado corporativo, a saber: quantidade total de produtos e quantidade de produtos conformes. A quantidade total de produtos seria obtida do rendimento dos lotes na fase anterior ao revestimento: a compressão. A quantidade de produtos conformes seria extraída do rendimento da etapa de revestimento, com exceção dos lotes selecionados. Nestes casos, esta quantidade seria obtida do rendimento da seleção. O cálculo da eficiência de desempenho foi determinado com base na equação (9), relacionada no item 2.2.

$$\text{Eficiência de Desempenho} = 1,0 \times \frac{\text{Tempo de Ciclo Teórico ou Ideal}}{\text{Tempo de Ciclo Real}} \quad (9)$$

Em função do revestimento de comprimidos tratar-se de um processo em batelada, houve necessidade de adaptação da fórmula. O tempo de ciclo foi considerado como o tempo de processamento da batelada (ou do lote), já que não é possível determinar o tempo de revestimento de uma unidade de produto. Nos casos de processos em batelada, a necessidade de definir o tempo de ciclo como o tempo de processamento de um lote é referenciada em ALVAREZ e JÚNIOR (2001). Logo, a equação (9) foi adaptada para (28). JUNKER (2009) descreve uma versão modificada da OEE, na qual o índice de eficiência de desempenho é calculado conforme equação (28).

$$\text{Eficiência de Desempenho} = \frac{\text{Tempo de Processamento Teórico ou Ideal}}{\text{Tempo de Processamento Real}} \quad (28)$$

Onde, tempo de processamento real é igual ao tempo operacional (tempo em que o equipamento está efetivamente produzindo) (HANSEN, 2006)

Não havia um tempo de processamento teórico estabelecido para os produtos. Em função disto, adotou-se o critério de determiná-lo como o menor tempo de revestimento obtido dentre os vinte primeiros lotes produzidos consecutivamente. Os

índices e a OEE seriam calculados em planilhas Excel. Para tanto, foram definidos os dados a serem digitados nas planilhas: tempos de parada por código de motivo específico, tempo operacional, tempo teórico de processamento do lote, quantidade total de produtos e quantidade de produtos conformes. As observações realizadas nas folhas de apontamento de horas também seriam registradas nas planilhas sob a forma de comentários. Foi estabelecido que os índices e a OEE seriam calculados por lote e por mês, conforme exemplos mostrados nos quadros 5 e 6.

Quadro 5: Planilha de cálculo dos índices e da OEE – Eurovent – mês julho/2010

Descrição	Lote	Quant. Total	Quant. Conf.	TEMPO OPERAC.	TEMPO EXCL.	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10060597	244627	244868	6,84	3,00	15,91	25,75	22,75	6,00	30	88	100	26
Produto A	10060600	252424	253116	6,67	1,00	6,01	13,68	12,68	6,00	53	90	100	47
Produto A	10060596	244577	247500	9,00	2,00	10,24	21,24	19,24	6,00	47	67	100	31
Produto A	10060598	245277	245228	7,58	1,00	4,92	13,50	12,50	6,00	61	79	100	48
Produto A	10060601	246246	248964	7,67	2,00	5,85	15,52	13,52	6,00	57	78	100	44
Produto A	10060599	246936	247449	7,67	0,00	4,50	12,17	12,17	6,00	63	78	100	49
Produto A	10060603	249624	251252	7,41	2,00	4,42	13,83	11,83	6,00	63	81	100	51
Produto A	10060604	248494	247153	6,50	0,00	3,50	10,00	10,00	6,00	65	92	99	60
Produto A	10060605	246487	248316	8,41	1,00	4,08	13,49	12,49	6,00	67	71	100	48
Produto A	10060608	247976	248235	7,42	0,00	4,50	11,92	11,92	6,00	62	81	100	50
Produto A	10060606	246856	247442	6,00	1,00	4,67	11,67	10,67	6,00	56	100	100	56
Produto A	10060602	248799	247797	7,50	0,00	4,50	12,00	12,00	6,00	63	80	100	50
Produto A	10060607	248729	250367	7,24	0,00	3,50	10,74	10,74	6,00	67	83	100	56
Produto A	10060609	250151	250812	6,49	1,00	2,75	10,24	9,24	6,00	70	92	100	65
Produto A	10060610	246349	246930	7,33	1,00	6,17	14,50	13,50	6,00	54	82	100	44
Produto A	10060611	246936	248235	6,67	1,00	3,33	11,00	10,00	6,00	67	90	100	60
Produto A	10060612	246291	248321	8,42	1,00	3,67	13,09	12,09	6,00	70	71	100	50
Produto A	10060613	246487	245044	6,24	1,00	2,92	10,16	9,16	6,00	68	96	99	65
Produto A	10060614	248498	248744	6,08	1,00	3,42	10,50	9,50	6,00	64	99	100	63
Produto A	10060615	247313	245022	6,91	1,00	6,33	14,24	13,24	6,00	52	87	99	45
Produto A	10070673	249319	248744	5,50	1,00	12,83	19,33	18,33	4,00	30	73	100	22
Produto A	10070675	247164	245833	7,58	1,00	6,50	15,08	14,08	4,00	54	53	99	28
Produto A	10070678	249700	249263	6,67	2,00	4,58	13,25	11,25	4,00	59	60	100	35
Produto A	10070682	247015	247584	6,50	1,00	4,84	12,34	11,34	4,00	57	62	100	35
Produto A	10070684	247904	246930	4,25	2,00	3,33	9,58	7,58	4,00	56	94	100	53
Produto A	10070686	248949	248899	6,66	1,00	4,99	12,65	11,65	4,00	57	60	100	34
Produto A	10070688	244279	242435	5,33	3,00	11,67	20,00	17,00	4,00	31	75	99	23
Produto A	10070692	240211	240815	5,08	0,00	5,00	10,08	10,08	4,00	50	79	100	40
		6923618	6931298	191,62	31,00	158,93	381,55	350,55	152,00	55	79	100	43

Legenda:

Quant. Total = Quantidade total de produtos (rendimento da etapa de compressão)

Quant. Conf. = Quantidade de produtos conformes (rendimento da etapa de revestimento ou de seleção)

TEMPO OPERAC = Tempo operacional (tempo em que o equipamento está efetivamente produzindo)

TEMPO EXCL = Tempo excluído (tempo programado para não produzir)

PARADAS = Somatório das paradas

TEMPO TOTAL = Somatório do tempo operacional, das paradas e do tempo excluído

TEMPO DE CARGA = tempo programado para produzir (somatório do tempo operacional e das paradas)

TEMPO TEÓRICO = Tempo de processamento teórico ou ideal

DISP = Disponibilidade

EFIC = Eficiência de desempenho

QUALID = Taxa de qualidade

Notas:

1. A partir do lote 10070673 do produto A, houve alteração do tempo teórico de processamento em função da redução de quantidade de solução a ser aplicada no produto. Esta mudança foi solicitada pelo Laboratório de Tecnologia Farmacêutica e foi aprovada pela Garantia da Qualidade.

2. Para alguns lotes, a quantidade de produtos conformes (rendimento da compressão) foi superior à quantidade total de produtos (rendimento do revestimento ou da seleção) em função dos pesos médios dos comprimidos utilizados nos cálculos.

Quadro 6: Planilha de cálculo dos índices e da OEE – GS – mês julho/2010

Descrição	Lote	Quant. Total	Quant. Conf.	TEMPO OPERAC.	TEMPO EXCL.	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10060492	248952	249337	6,25	2,00	5,16	13,41	11,41	5,75	55	92	100	50
Produto A	10060493	246875	245283	6,17	1,00	5,00	12,17	11,17	5,75	55	93	99	51
Produto A	10060494	248876	248752	5,75	1,00	3,34	10,09	9,09	5,75	63	100	100	63
Produto B	10060617	480204	478626	5,75	2,00	14,09	21,84	19,84	4,00	29	70	100	20
Produto B	10060618	487059	484351	4,50	1,00	1,83	7,33	6,33	4,00	71	89	99	63
Produto B	10060619	490873	486923	4,00	1,00	7,91	12,91	11,91	4,00	34	100	99	33
Produto B	10060620	484047	486311	4,24	1,00	3,83	9,07	8,07	4,00	53	94	100	50
Produto B	10060622	487352	485714	4,00	1,00	3,51	8,51	7,51	4,00	53	100	100	53
Produto B	10060621	500000	501186	4,25	1,00	2,17	7,42	6,42	4,00	66	94	100	62
Produto B	10060623	487640	485714	4,25	1,00	5,50	10,75	9,75	4,00	44	94	100	41
Produto B	10060624	497600	494118	5,25	1,00	2,17	8,42	7,42	4,00	71	76	99	54
Produto B	10060625	499600	498047	4,00	2,00	4,50	10,50	8,50	4,00	47	100	100	47
Produto B	10060626	489286	488417	4,16	1,00	1,84	7,00	6,00	4,00	69	96	100	67
Produto B	10060627	494466	499414	4,08	1,00	4,42	9,50	8,50	4,00	48	98	100	47
Produto B	10060628	491270	488224	4,58	1,00	3,17	8,75	7,75	4,00	59	87	99	51
Produto B	10060629	501619	502372	4,83	1,00	3,34	9,17	8,17	4,00	59	83	100	49
Produto B	10060630	499598	497647	4,00	1,00	2,84	7,84	6,84	4,00	58	100	100	58
Produto B	10060631	495200	494922	4,59	1,00	7,84	13,43	12,43	4,00	37	87	100	32
Produto B	10060632	498000	500784	4,33	0,00	2,08	6,41	6,41	4,00	68	92	100	62
Produto A	10070674	253354	249485	4,75	4,00	15,42	24,17	20,17	4,00	24	84	98	20
Produto A	10070676	250000	250963	5,25	1,00	1,67	7,92	6,92	4,00	76	76	100	58
Produto A	10070677	251667	250000	4,00	0,00	1,84	5,84	5,84	4,00	68	100	99	68
Produto A	10070679	248411	246041	5,00	1,00	1,83	7,83	6,83	4,00	73	80	99	58
Produto A	10070680	247690	247959	4,33	1,00	1,67	7,00	6,00	4,00	72	92	100	67
Produto A	10070681	247904	247801	4,25	1,00	1,91	7,16	6,16	4,00	69	94	100	65
Produto A	10070683	245982	248235	4,25	2,00	4,84	11,09	9,09	4,00	47	94	100	44
Produto A	10070685	249398	248824	5,01	1,00	4,43	10,44	9,44	4,00	53	80	100	42
Produto A	10070687	247826	248235	4,51	1,00	2,50	8,01	7,01	4,00	64	89	100	57
Produto A	10070689	249925	247788	5,57	1,00	10,67	17,24	16,24	4,00	34	72	99	24
Produto A	10070690	249249	248673	4,50	1,00	2,50	8,00	7,00	4,00	64	89	100	57
Produto A	10070691	245171	246266	4,00	1,00	3,01	8,01	7,01	4,00	57	100	100	57
Produto A	10070693	244627	244714	4,25	1,00	1,83	7,08	6,08	4,00	70	94	100	66
Produto A	10070694	249175	249485	4,50	1,00	1,83	7,33	6,33	4,00	71	89	100	63
Produto A	10070695	247085	246266	4,50	1,00	2,01	7,51	6,51	4,00	69	89	100	61
		12355981	12336877	157,65	39,00	142,50	339,15	300,15	141,25	53	90	100	47

Legenda:

Quant. Total = Quantidade total de produtos (rendimento da etapa de compressão)

Quant. Conf. = Quantidade de produtos conformes (rendimento da etapa de revestimento ou de seleção)

TEMPO OPERAC = Tempo operacional (tempo em que o equipamento está efetivamente produzindo)

TEMPO EXCL = Tempo excluído (tempo programado para não produzir)

PARADAS = Somatório das paradas

TEMPO TOTAL = Somatório do tempo operacional, das paradas e do tempo excluído

TEMPO DE CARGA = tempo programado para produzir (somatório do tempo operacional e das paradas)

TEMPO TEÓRICO = Tempo de processamento teórico ou ideal

DISP = Disponibilidade

EFIC = Eficiência de desempenho

QUALID = Taxa de qualidade

Notas:

1. A partir do lote 10070674 do produto A, houve alteração do tempo teórico de processamento em função da redução de quantidade de solução a ser aplicada no produto. Esta mudança foi solicitada pelo Laboratório de Tecnologia Farmacêutica e foi aprovada pela Garantia da Qualidade.
2. Para alguns lotes, a quantidade de produtos conformes (rendimento da compressão) foi superior à quantidade total de produtos (rendimento do revestimento ou da seleção) em função dos pesos médios dos comprimidos utilizados nos cálculos.

5.2.3 Treinamento, avaliação de dados iniciais e análise do processo de implantação

A metodologia foi apresentada ao gerente e aos supervisores do Setor de Produção. Em maio de 2010, onze operadores foram treinados na ferramenta. O treinamento enfatizou que o objetivo do indicador não era monitorá-los, mas sim quantificar o desempenho dos equipamentos. Buscou-se conscientizar os funcionários da importância do apontamento das ocorrências reais no momento exato em que elas ocorrerem. Foram mostrados exemplos de como a OEE é utilizada para melhoria contínua e dos benefícios da sua aplicação. Para verificar a assimilação dos conceitos, foi aplicada uma prova (Apêndice B – figura 21) e os operadores que apresentaram dificuldades foram orientados posteriormente, em particular.

Em junho de 2010 iniciou-se o registro dos dados para os cálculos de OEE. Durante este mês, diariamente, a pesquisadora recolheu as folhas de apontamento de horas do dia anterior e verificou os registros. Por trabalhar na produção, a pesquisadora conseguia ter a percepção geral da coerência entre os apontamentos e as ocorrências produtivas que eram do seu conhecimento. Ela conseguia, por exemplo, verificar se a falha do equipamento constava no apontamento do turno em que ela havia ocorrido

Não foi observada resistência dos funcionários à realização da coleta de dados. A maior dificuldade encontrada pelos operadores foi a classificação de algumas paradas e eventos produtivos nos códigos de motivo. Por exemplo, conserto do elevador foi registrado como manutenção. No entanto, esta categoria era referente às correções de falhas no equipamento. Quando o elevador ficava inoperante, o funcionamento da máquina era interrompido porque a movimentação de matérias-primas e produtos em processo ficava inviabilizada. Entretanto, o correto seria utilizar a categoria referente a “outras paradas” para apontar esta paralisação. Foi observado que algumas vezes dois eventos ocorriam ao mesmo tempo e o operador ficava em dúvida sobre qual apontar. Alguns operadores começavam o aquecimento dos núcleos (fase produtiva) em paralelo ao final do preparo da suspensão (que faz parte do procedimento inicial) e ficavam em dúvida se deviam apontar este período de tempo como sendo de produção ou de procedimento inicial. Após a descarga dos comprimidos, o operador transfere o lote para o local em que será inspecionado e amostrado pelo Setor de Controle em Processo. Com frequência, os operadores iniciavam as atividades de limpeza em paralelo à inspeção do Controle em

Processo, mas utilizavam o código de inspeção neste período. Em função disto, a pesquisadora optou por agrupar as categorias procedimento final, inspeção do Controle em Processo, limpeza e procedimento inicial em um código único: troca. A categoria limpeza durante o processo foi excluída porque gerava dúvidas no apontamento. Foi observado que a única atividade de limpeza que interrompia o revestimento era a limpeza dos bicos das pistolas quando a pulverização falhava. Na realidade, o motivo que melhor descrevia esta parada era reparo realizado pelo operador porque nem sempre só a limpeza dos bicos era suficiente para eliminar a falha.

Nos apontamentos de manutenção, verificou-se falta de detalhamento na descrição dos eventos. Isto dificultaria a análise dos tipos de falhas, bem como da incidência das mesmas e da eficiência das manutenções.

Após um mês de registros, foi realizado um novo treinamento. O objetivo foi rever a definição das categorias de eventos que seriam utilizadas e o nível de detalhamento requerido no apontamento. O formulário foi revisado e passou a conter os códigos: PR – produção, REF – refeição, 01 – troca, 02 – ajustes durante o processo, 03 – paramentação, 04 – espera por manutenção, 05 - manutenção, 06 – reparo realizado pelo operador, 07 – falta de intermediário/matéria-prima, 08- intermediário/matéria-prima não conforme, 09 – condições ambientais não conformes, 10 – falta/manutenção de utilidades, 11- falta de operador, 12 – aprovação de intermediário, 13 – reuniões/treinamentos, 14 – outras paradas. Em fevereiro de 2011, foi criado o código 15 – verificação das condições ambientais em função da implementação da medição de temperatura, umidade e pressão diferencial antes do início dos processos produtivos.

Os fatores identificados como críticos para a implantação do indicador foram: o treinamento dos operadores e a definição clara dos códigos de eventos e do nível de detalhamento requerido nos apontamentos. Além disso, foi observado que deve ser realizado um acompanhamento dos registros iniciais para identificar as dificuldades, esclarecer as dúvidas e verificar a necessidade de adaptações na metodologia. Em síntese, foi fundamental certificar-se de que os funcionários responsáveis pela coleta dos dados estavam capacitados para executar esta tarefa corretamente e compreendiam a importância da mesma.

Após a implantação, a pesquisadora continuou responsável por realizar as conversões de minutos em horas antes da digitação dos dados no Excel. Durante a

execução da conversão, a pesquisadora realizava uma revisão geral da folha de apontamento.

5.3 Análise dos resultados do indicador

A OEE dos equipamentos de revestimento GS e Eurovent foi calculada durante 13 meses: de julho de 2010 a julho de 2011. Junho de 2010 foi um mês de experimentação. Conforme relatado anteriormente, durante este mês foi observado que os operadores tiveram dúvidas na coleta de dados, o que pode ter gerado inconsistências. Além disso, houve necessidade de adaptações no apontamento.

5.3.1 Equipamento de revestimento Eurovent

5.3.1.1 Análise da OEE

Como pode ser visualizado no gráfico 1, a OEE do equipamento Eurovent variou de 18 a 44%, sendo que em novembro e dezembro de 2010, os resultados foram zerados porque nestes meses não foram revestidos lotes de produção. Neste período, foram processados dois lotes de teste (placebos) para avaliar o funcionamento do equipamento e a eficiência de serviços de manutenção. Segundo HANSEN (2006), se os produtos fabricados por testes não forem vendidos, o tempo operacional referente aos testes é considerado tempo excluído (tempo programado para não produzir), o que tornou nulo o resultado dos índices e, conseqüentemente, da OEE nestes meses. O índice de disponibilidade foi o que mais impactou os resultados do indicador, o que pode ser constatado no desdobramento da OEE nos índices que a compõem (gráficos 2, 3 e 10). Os resultados dos meses de agosto e outubro também foram influenciados pela qualidade, que apresentou-se nestes meses inferior ao restante do período analisado. As planilhas de cálculo da OEE encontram-se no Apêndice C (quadros 11 a 23)

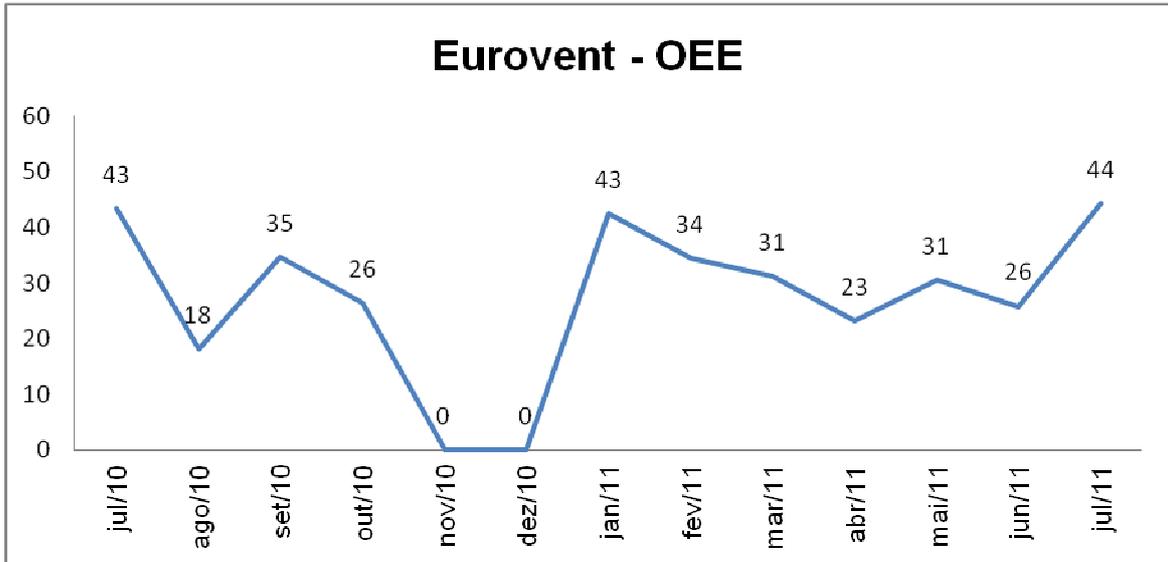


Gráfico 1: Evolução do indicador OEE para o equipamento Eurovent

5.3.1.2 Análise do índice de qualidade

Entre julho de 2010 e março de 2011, os valores dos índices de qualidade deste equipamento variaram 24% e a média do fator no período foi 91% (gráfico 2). Nos últimos quatro meses analisados, a variação dos resultados reduziu para 6% e a média do índice aumentou para 97%.

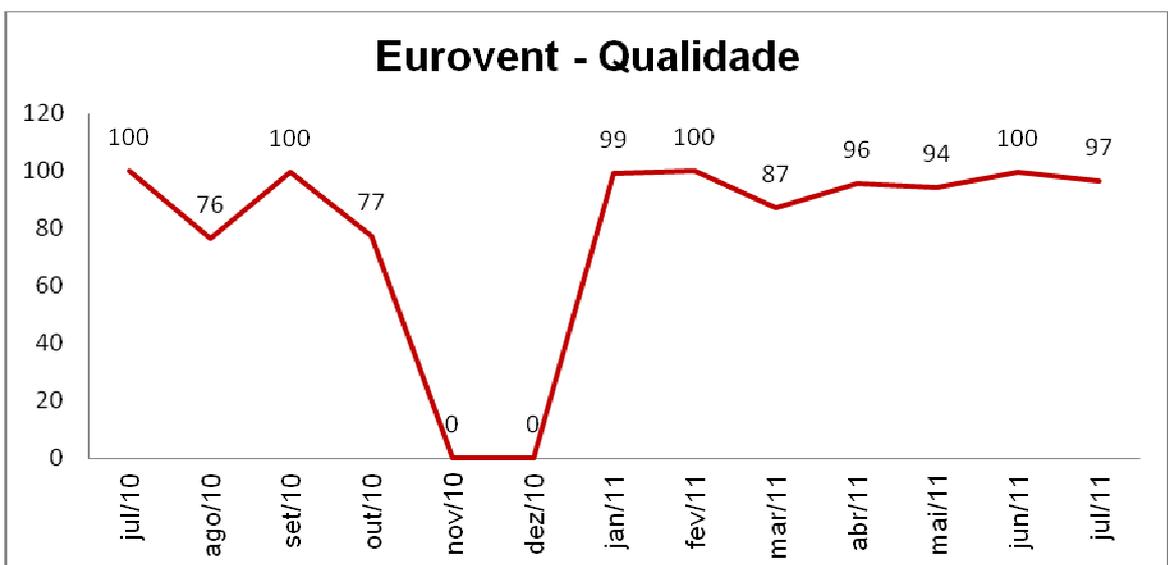


Gráfico 2: Evolução do índice de qualidade para o equipamento Eurovent

Conforme descrito no item 5.2.2, a quantidade total de produtos e a quantidade de produtos conformes (utilizadas no cálculo do índice de qualidade) foram obtidas dos rendimentos da compressão e do revestimento ou da seleção, respectivamente. Alguns lotes apresentaram índices de qualidade superiores a 100% em função do peso médio utilizado nos cálculos de rendimento. Para estes lotes, a qualidade foi corrigida para 100%.

Os menores índices de qualidade observados deveram-se aos rendimentos baixos de alguns lotes do produto C. Nos meses de agosto, outubro e março, houve cinco lotes de C, cuja quantidade de produtos conformes foi considerada zero. Após o revestimento, o Setor de Controle em Processo reprovou estes lotes pelo critério de aspecto, os quais foram encaminhados para seleção. No entanto, no início do processo, foi verificado que a quantidade a ser refugada (descartada) seria elevada e foi decidido reprocessar os lotes.

Analisando os desvios de aspecto observados no produto, estes foram classificados em dois tipos principais: bordas quebradas ou lascadas e manchas. Aparentemente, as manchas observadas nos comprimidos eram decorrentes de aderência durante a aplicação da suspensão. A forma dos comprimidos deste produto, oblonga, não favorece o processo de revestimento, o que já representa uma maior probabilidade quanto à ocorrência de desvios de aspecto. Comparado a formatos mais arredondados, o oblongo dificulta a rolagem dos núcleos dentro do tambor e apresenta maior tendência a acumular filme de revestimento em suas superfícies, facilitando a aderência entre os comprimidos.

Em reuniões com o Laboratório de Tecnologia Farmacêutica e a Garantia da Qualidade, foram discutidas ações para redução dos desvios. Entre as ações tomadas, destacam-se:

- O fornecedor de punções (ferramentais das máquinas de compressão) foi consultado sobre a possibilidade de reduzir a borda dos mesmos para evitar a quebra dos comprimidos. Apesar de possível, esta alternativa foi desaconselhada devido ao risco de reduzir a resistência dos ferramentais, quebrando-os.
- Foram feitos ajustes finos e progressivos nas variáveis do revestimento. Foi reduzido o tempo em que os comprimidos rolavam durante o aquecimento. No início da aplicação, a temperatura dos núcleos foi reduzida e a vazão da suspensão foi aumentada, protegendo do atrito as bordas dos comprimidos.

No decorrer do processo, a taxa de aplicação da suspensão foi diminuída para evitar a aderência. Salienta-se que esta otimização dos parâmetros foi realizada, sem ultrapassar as faixas especificadas. Nesta ação, o envolvimento dos operadores do revestimento foi muito importante. Nas reuniões que a pesquisadora realizou com eles para avaliação dos resultados da OEE, eles contribuíram com sugestões e mostraram-se muito interessados na melhoria da qualidade do produto.

- Foram realizadas manutenções corretivas no equipamento em virtude da provável correlação entre ajustes e falhas na máquina e a presença de manchas nos comprimidos, a saber:

- Nos meses de setembro e outubro, houve paradas de máquina por depressão insuficiente no tambor. Na unidade de exaustão de ar do equipamento, existem filtros sobre os quais as partículas de pó dos comprimidos e da suspensão de revestimento depositam-se. Com a utilização do equipamento, os filtros tendem à saturação e a depressão dentro do tambor diminui. Em consequência, a eficiência da secagem é reduzida e aumenta o risco de aderência entre os comprimidos. Quando o operador detectava este problema, a manutenção era chamada e limpava os filtros. A partir de janeiro, como ação preventiva, os filtros da exaustão passaram a ser limpos semanalmente pelo Setor de Utilidades;
- Durante acompanhamento de revestimento do produto, a equipe do Laboratório de Tecnologia Farmacêutica verificou que a abertura da coifa de exaustão não estava completamente coberta pelo leito de comprimidos, facilitando o fluxo de ar pela parte não coberta. O ar quente não estava sendo totalmente insuflado através dos comprimidos, reduzindo a eficiência da secagem. A abertura da coifa de exaustão foi regulada de forma que o leito de comprimidos passou a cobri-la totalmente;
- Em maio, os operadores verificaram que a temperatura do ar de entrada estava demorando mais que o normal para ser atingida. Além disso, após o início da aplicação, esta temperatura diminuía rapidamente, o que poderia causar aderência entre os comprimidos. A manutenção detectou e trocou um parafuso quebrado na válvula que

controla o insuflamento do ar. Ainda naquele mês, após a produção sequencial de dois lotes com desvio de aspecto, o Laboratório de Tecnologia Farmacêutica acompanhou o revestimento de um lote de teste (placebo). Antes do início do processo, no interior do equipamento, foi observado que as mangueiras que levam ar comprimido até as pistolas para abertura das agulhas, atomização e pulverização da suspensão de revestimento estavam dobradas e torcidas. Com o estrangulamento das mangueiras, a pressão de ar comprimido é reduzida, podendo ocasionar falhas e interrupções na pulverização, gotejamentos da suspensão e, conseqüentemente, desvios de aspecto nos comprimidos.

As ações corretivas adotadas (listadas acima) foram eficazes. Este fato foi constatado através do monitoramento do número de desvios de aspecto, originados no processo de revestimento. Este acompanhamento foi realizado até dezembro de 2011, empregando o *software* SoftExpert, programa de gerenciamento de não conformidades, utilizado em Farmanguinhos. Entre junho e dezembro de 2011, 107 lotes do produto C foram revestidos no equipamento Eurovent. A partir de junho de 2011, não houve registros de desvios causados por comprimidos quebrados ou lascados. Em julho de 2011, três lotes apresentaram manchas e imperfeições rugosas, sendo que um deles foi um reprocesso, onde considera-se que as condições de revestimento são diferenciadas, uma vez que a suspensão é aplicada sobre um filme já existente. Os outros dois lotes foram os primeiros a serem revestidos por um operador recém treinado, que teve dificuldades na operação do equipamento.

5.3.1.3 Análise do índice de disponibilidade

A variação da OEE ao longo dos meses foi semelhante à variação da disponibilidade (gráfico 3) em função do alto impacto deste fator sobre o indicador, comparado aos outros índices.

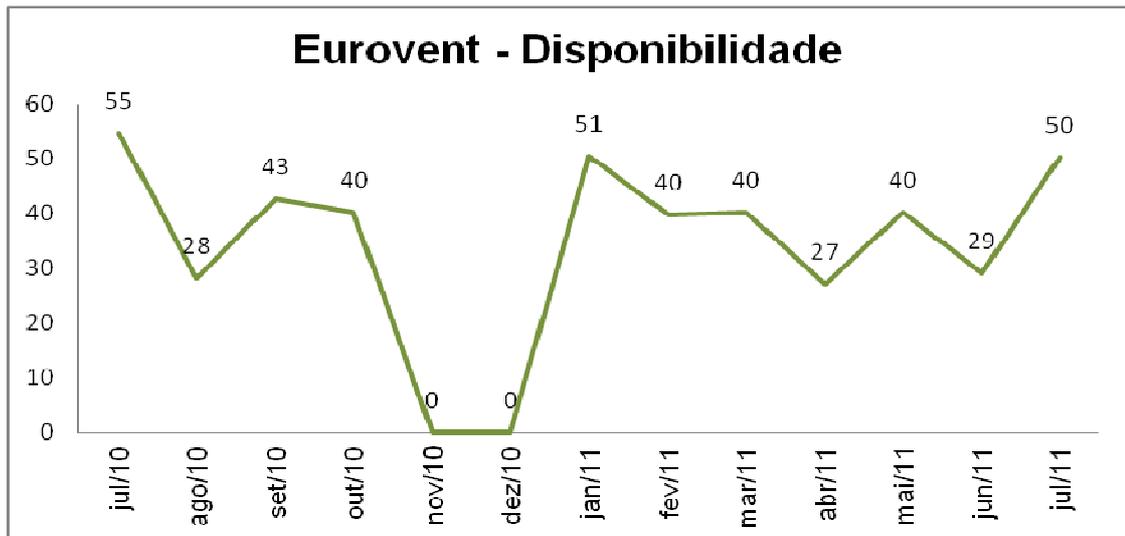


Gráfico 3: Evolução do índice de disponibilidade para o equipamento Eurovent

No período total avaliado, o número de horas produtivas em relação ao tempo de carga (tempo planejado de produção) foi 39% (gráfico 4).

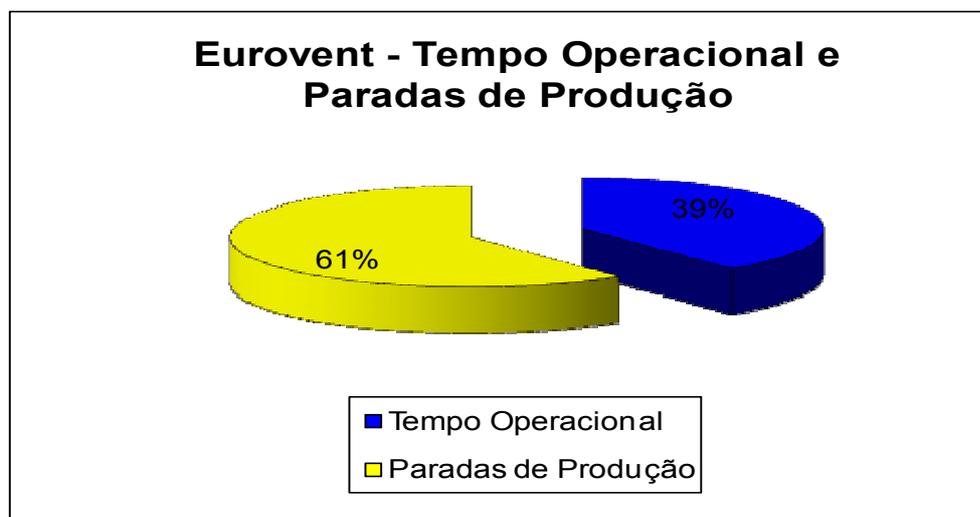


Gráfico 4: Percentual do tempo operacional e das paradas de produção em relação ao tempo de carga – Eurovent – julho/2010 a julho/2011

Conforme pode ser verificado no gráfico de Pareto das paradas de produção (gráfico 5), a maior perda de disponibilidade foi causada pelo tempo de troca de produtos ou lotes. Os *set ups* representaram 52% do total de paradas.

A análise das paradas do primeiro trimestre após a implantação da OEE (gráfico 6) já indicava que a troca de lotes/produtos era a interrupção de maior impacto no funcionamento do equipamento.

Eurovent - Gráfico de Pareto das Paradas de Produção
Período: Julho/2010 a Julho/2011

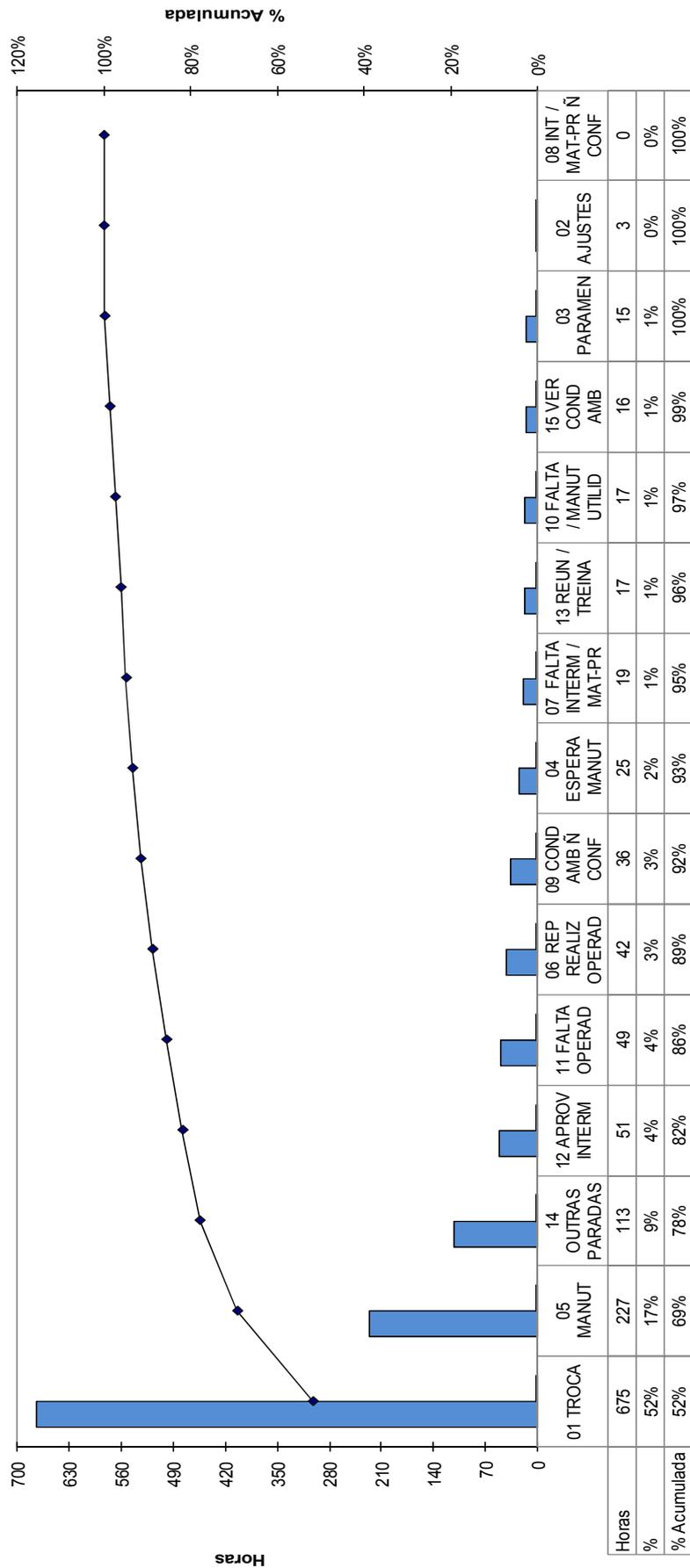


Gráfico 5: Pareto das paradas de produção – Eurovent - julho/2010 a julho/2011

**Eurovent - Gráfico de Pareto das Paradas de Produção
Período: Julho/2010 a Setembro/2010**

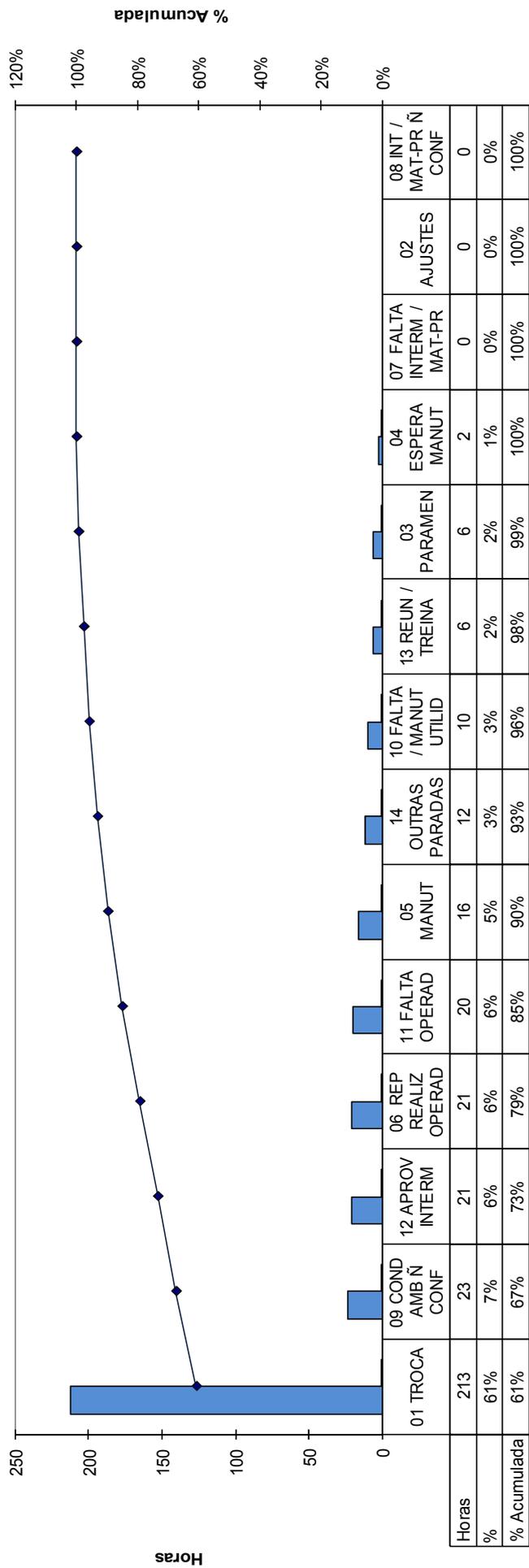


Gráfico 6: Pareto das paradas de produção – Eurovent - julho/2010 a setembro/2010

Foram iniciados acompanhamentos dos procedimentos de troca para avaliar a utilização de princípios da SMED para redução do tempo de *set up*. No entanto, em Novembro, a validação dos processos de limpeza começou a ser realizada na Instituição. Segundo a RDC (Resolução da Diretoria Colegiada) 17/2010 (BRASIL, 2010), que dispõe sobre as Boas Práticas de Fabricação de medicamentos, a validação de limpeza é definida como a evidência documentada que demonstre que os procedimentos de limpeza removem resíduos a níveis pré-determinados de aceitação, levando em consideração fatores tais como tamanho do lote, dosagem, dados toxicológicos, solubilidade e área de contato do equipamento com o produto. O objetivo da validação de limpeza é verificar a eficácia dos procedimentos de limpeza na remoção dos produtos residuais, produtos de degradação, conservantes, excipientes e/ou agentes de limpeza, assim como no controle de contaminantes microbiológicos potenciais. Além disso, é necessário garantir que não há riscos associados com a contaminação cruzada de ingredientes ativos (HEALTH CANADA, 2010). Devido aos estudos de validação, os agentes e os procedimentos de limpeza do equipamento e de sua respectiva sala produtiva foram alterados. Após estas modificações, os acompanhamentos das trocas para aplicação de técnicas da SMED foram recomeçados.

No gráfico 7 observa-se a percentagem mensal do tempo de troca em relação ao tempo de carga. Em dezembro, o *set up* representou o menor percentual do período analisado: 10%. O percentual de paradas por manutenção foi elevado neste mês, aumentando o tempo de carga. No mês de abril, pela primeira vez, foram revestidos no equipamento dois lotes de um produto, que antes era fabricado externamente, Etionamida 250 mg. O preparo de suspensão deste produto é mais complexo e demorado do que o dos demais que vinham sendo processados. Isto resultou no aumento do percentual da troca em relação ao tempo planejado neste mês. Excluindo os meses de dezembro e abril, o tempo de troca representou em média 32% do tempo de carga.

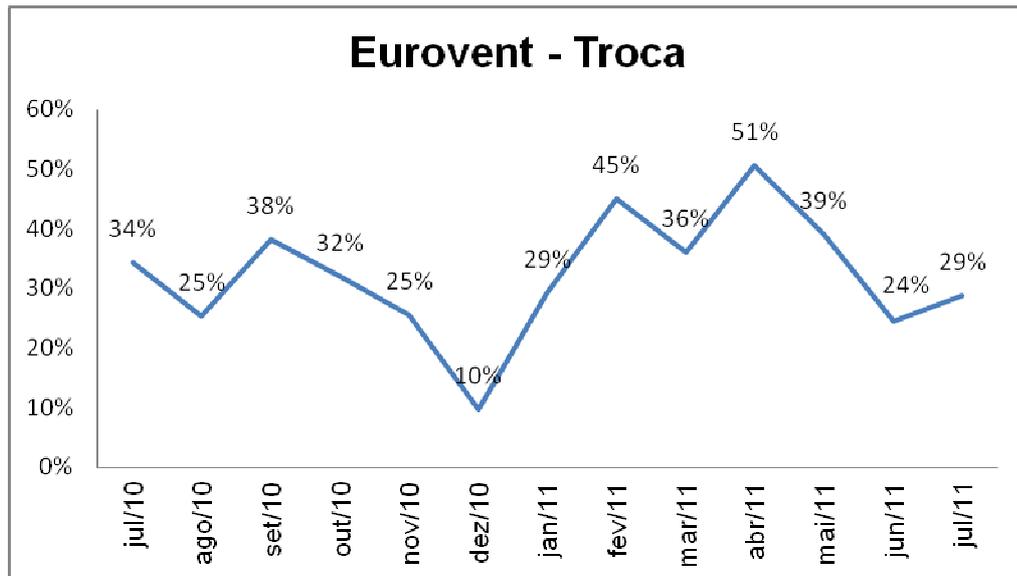


Gráfico 7: Evolução do percentual de troca em relação ao tempo de carga para o equipamento Eurovent

No período total avaliado, as outras causas de paralisação mais significativas foram: manutenção e outras paradas (gráfico 5). As manutenções corretivas deveram-se aos desvios de funcionamento que o equipamento apresentou. No quadro 7, podem ser visualizadas as falhas mais relevantes que ocorreram no período analisado.

Quadro 7 – Ocorrências de falhas do equipamento Eurovent

Falhas	Meses de ocorrência
Depressão insuficiente; agulhas das pistolas empenadas	Julho/2010
Depressão insuficiente; falhas no motor da exaustão	Setembro e Outubro
Vazamento de água no painel pneumático devido à saturação ou pressão excessiva em válvula de retenção	Novembro
Defeito em sensor de segurança da porta do equipamento; vazamento no trocador de calor do sistema de limpeza	Dezembro
Falhas de pulverização e vazamentos nas pistolas do equipamento	Janeiro e Abril
Defeito em sensor de segurança da porta do equipamento e falhas na pressurização da porta da máquina	Março
Falhas de pulverização nas pistolas do equipamento	Abril
Parafuso da válvula que controla abertura do <i>damp</i> er de insuflamento de ar quebrou; mangueiras de ar comprimido das pistolas estranguladas; desvios no funcionamento da bomba peristáltica	Mai
Falhas no aquecimento do ar de entrada; pressurização da porta do equipamento desregulada; defeito no sensor da porta; inversor de frequência do motor de exaustão queimou (provavelmente devido a oscilações de energia)	Junho

Em novembro e dezembro, o revestimento no equipamento foi interrompido para verificação do funcionamento geral da máquina, aumentando o percentual da parada de manutenção em relação ao tempo de carga (gráfico 8). Também em novembro, a empresa Zimax, responsável pela automação do equipamento corrigiu alguns desvios que haviam sido detectados na qualificação² do equipamento. Os lotes que seriam revestidos foram transferidos para o GS e foram processados dois lotes de teste (placebos) no equipamento para avaliar a eficiência dos serviços de manutenção.

Com exceção dos meses de novembro e dezembro, as perdas de disponibilidade decorrentes de manutenção corretiva foram pronunciadamente menores que as causadas pelas trocas. No entanto, as falhas e quebras tornam o funcionamento dos equipamentos variável e instável, podendo aumentar o tempo de processamento dos lotes e comprometer a qualidade dos produtos. A confiabilidade reduzida das máquinas contribui ainda para formação de estoque em processo e para falta de aderência à programação da produção.

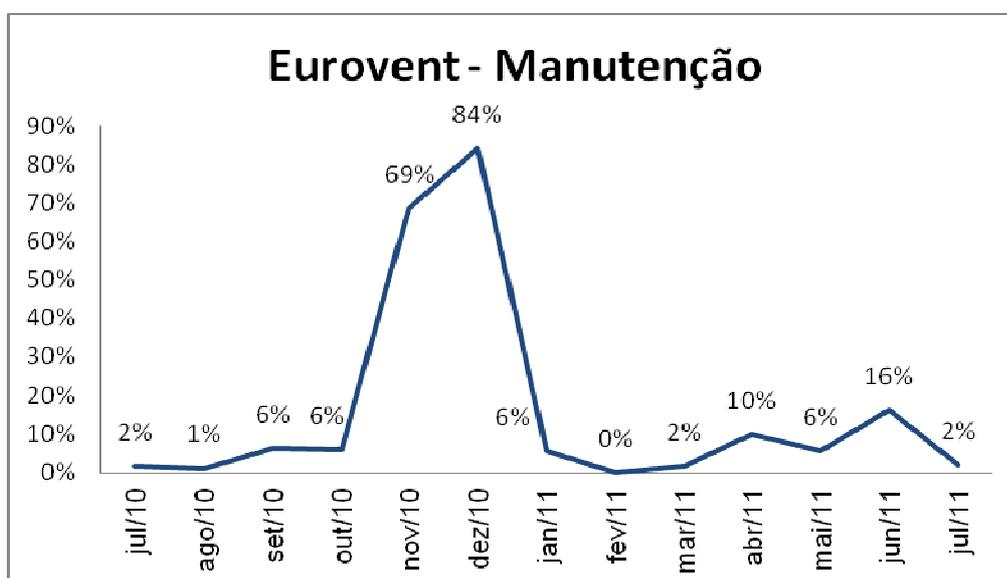


Gráfico 8: Evolução do percentual da manutenção em relação ao tempo de carga para o equipamento Eurovent

² Qualificação: conjunto de ações realizadas para atestar e documentar que quaisquer instalações sistemas e equipamentos estão propriamente instalados e/ou funcionam corretamente e levam aos resultados esperados. A qualificação é frequentemente uma parte da validação, mas as etapas individuais de qualificação não constituem sozinhas, uma validação de processo (RDC 17/2010).

Em janeiro de 2011, foi implementada a limpeza semanal dos filtros de exaustão do equipamento. Esta foi uma ação de manutenção preventiva que mostrou-se eficaz. Não houve mais registros de falhas por depressão insuficiente no equipamento. No entanto, apesar da execução de manutenções preventivas (durante períodos sem programação de produção), outros tipos de defeitos ocorreram durante o período analisado. Isto deveu-se ao fato de que parte das falhas seguiram padrões aleatórios, não foram falhas cujas ocorrências são proporcionais ao tempo de uso do equipamento. As atividades de manutenção preventiva baseiam-se em uma probabilidade estimada de que a máquina irá quebrar ou falhar em um determinado intervalo de tempo. As tarefas incluem lubrificação, limpeza, troca de peças, remoção de folgas e ajustes (AHUJA e KHAMBA, 2008). No entanto, para alguns componentes a probabilidade da falha não aumenta com o tempo de operação. Conseqüentemente, nestes casos, a manutenção baseada exclusivamente no tempo operacional não terá efeito sobre a taxa de falha (MOREIRA, 2010). Outros tipos de manutenção, como por exemplo a preditiva e a proativa, utilizam técnicas mais sofisticadas para eliminar as falhas. A manutenção preditiva realizada em função de uma condição ou redução de desempenho do equipamento. Diferentes técnicas são utilizadas para verificar a condição dos equipamentos: análise do óleo e de lubrificação, monitoramento de vibrações, análise de corrosão, análise da corrente do motor etc. Quando a eminência de uma falha é detectada, as atividades de manutenção são realizadas para restaurar a condição desejada do equipamento (AHUJA e KHAMBA, 2008). A manutenção proativa consiste na aplicação de métodos analíticos, ferramentas e técnicas para identificar e eliminar sistematicamente falhas potenciais relacionadas aos aspectos de confiabilidade, disponibilidade e sustentabilidade dos equipamentos (HANSEN, 2006). A análise das causas raízes das falhas e a análise dos modos e efeitos das falhas (*failure mode and effect analysis*, FMEA) são exemplos de ferramentas utilizadas neste tipo de manutenção (MOREIRA, 2010). Sugere-se que seja avaliada a possibilidade de implementação de práticas e métodos mais eficientes de manutenção, como os descritos acima.

No código de outras paradas, foram apontadas interrupções referentes às rotinas de validação (amostragens químicas e microbiológicas, tempo de espera pelos resultados das análises), deslocamentos temporários do operador para outras atividades, espera por documentação, quebra de elevador inviabilizando o transporte

de lotes em processo para o revestimento, testes complementares de qualificação do equipamento, avaliações do equipamento realizadas pelo Laboratório de Tecnologia Farmacêutica. Neste código, também foram registradas interrupções no funcionamento do centro de trabalho devido à descontinuidade das atividades do turno seguinte. Por exemplo, caso restasse uma hora para terminar o segundo turno e o terceiro turno não estivesse programado para ocorrer, não compensava iniciar o revestimento de um próximo lote. Os comprimidos seriam transferidos para o equipamento, aquecidos e teriam que ser descarregados porque não haveria um terceiro turno para proceder a continuidade do revestimento. Os maiores percentuais do código 14 (outras paradas) em relação ao tempo de carga foram observados no período de março a junho (gráfico 9). Estes valores foram em sua maioria, referentes às atividades de validação de limpeza, com exceção do mês de maio, quando foram realizados testes complementares de qualificação e avaliações do equipamento pelo Laboratório de Tecnologia Farmacêutica.

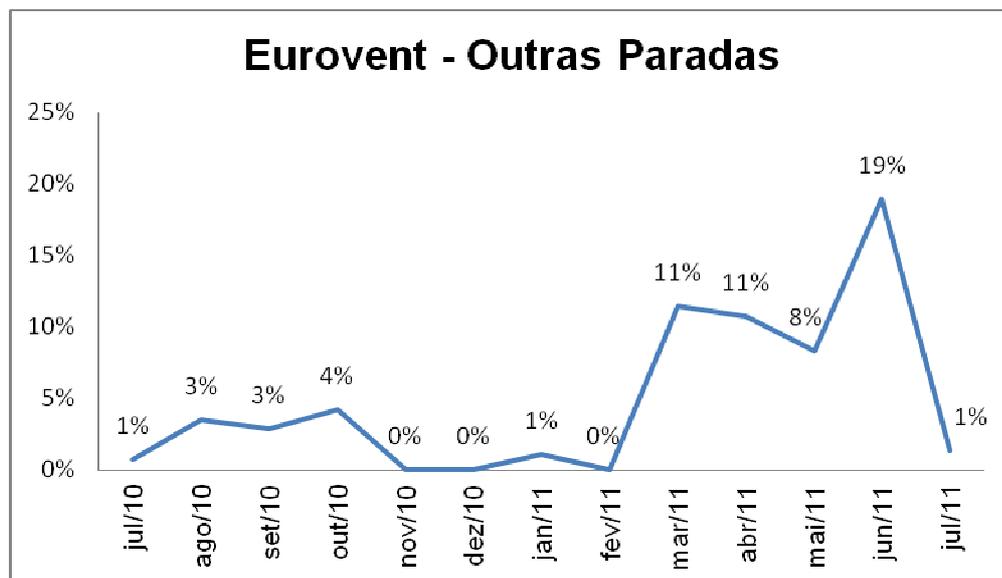


Gráfico 9: Percentual de “outras paradas” em relação ao tempo de carga para o equipamento Eurovent

Retomando a análise do gráfico de Pareto (gráfico 5), as outras paralisações representaram perdas de disponibilidade pouco significativas, já que cada uma apresentou percentual inferior a 5% do total: aprovação de intermediário, falta de operador, reparo realizado pelo operador, condições ambientais não conformes, espera por manutenção, falta de intermediário/matéria-prima, reuniões/treinamentos,

falta/manutenção de utilidades, verificação de condições ambientais etc. Seguem comentários sobre estas paradas.

As atividades de aprovação de intermediário compreendem análises físico-químicas (referentes à etapa de compressão) e os registros de aprovação na ficha técnica e nas etiquetas de identificação do lote. Algumas vezes foi observado que as atividades de aprovação do intermediário retardaram o início do revestimento devido ao curto intervalo de tempo entre a compressão e o revestimento e a não existência de um pulmão de produto em processo.

Os reparos realizados pelo operador foram referentes a falhas na pulverização das pistolas.

Segundo o artigo 132 da RDC 17/2010 (BRASIL, 2010), as áreas de produção devem possuir sistema de tratamento de ar com controle de temperatura e, quando necessário, de umidade e de diferenciais de pressão. Além disso, devem ser regularmente monitoradas para assegurar o cumprimento das especificações. Farmanguinhos possui um sistema de gerenciamento de instalações (*building management system*, BMS) que se encontra inoperante. Este monitorava e controlava o sistema de aquecimento, ventilação e ar condicionado (*heating, ventilation and air conditioning*, HVAC), garantindo o atendimento às especificações de temperatura e umidade das salas produtivas. Os sistemas de automação de HVAC são compostos de sensores que transmitem sinais aos controladores lógicos programáveis. Estes controlam o processo, em função do programa (*software*) e de parâmetros gravados, acionando a abertura e o fechamento de válvulas de insuflamento de ar, de água quente etc (TRCKA e HENSEN, 2010). Provavelmente, devido a oscilações de energia, o *software* do BMS começou a apresentar defeitos. O programa era compatível com um sistema operacional para o qual o fornecedor não oferecia mais suporte de manutenção, o que inviabilizou a correção das falhas. Atualmente, quando as condições de temperatura, umidade e pressão diferencial requeridas para a operação das salas produtivas não estão conformes com os limites estabelecidos, os funcionários do Setor de Utilidades são contactados e manualmente procedem regulagens nas válvulas do sistema. Este processo manual de ajuste das condições ambientais das salas é lento e gera interrupções nos processos produtivos.

Antes de fevereiro de 2011, os funcionários do Setor de Produção monitoravam a temperatura e a umidade das salas uma vez por turno. Em fevereiro, foi

implementada a verificação das condições ambientais antes do início do processamento dos lotes. Para esta verificação, é utilizado um instrumento de medição que, por ser utilizado em toda a fábrica, nem sempre está disponível, interrompendo o início das operações. Em função disto, foi criado o código de motivo “verificação de condições ambientais”. As duas paradas (condições ambientais não conformes e verificação de condições ambientais) representaram um pequeno percentual das interrupções do processo. Entretanto, estas paralisações afetam todos os centros produtivos da fábrica. A tendência é a eliminação destas paradas. Um sistema de monitoramento das condições ambientais das salas foi licitado e encontra-se em fase de instalação. Posteriormente, serão licitados a revisão da instalação física (sensores, controladoras, válvulas etc) e o desenvolvimento do programa de monitoramento a fim de que o mesmo passe a controlar as utilidades. A quantidade de paradas por falta de intermediário foi pouco significativa. No entanto, durante o período de tempo analisado, observaram-se reprogramações dos centros de trabalho, o que reduziu a incidência de interrupções por falta de produto intermediário/matérias-primas. A falta de aderência à programação e as consequentes reprogramações deveram-se aos desvios de qualidade de matérias-primas, às restrições de capacidade de equipamentos do Departamento de Controle de Qualidade e aos processos de compras aos quais estão submetidos os laboratórios públicos farmacêuticos. A Lei 8666 de 1993 (BRASIL, 1993), que regulamenta as compras dos laboratórios oficiais, prevê que as mesmas devem ser realizadas por meio de licitações, baseadas no critério do menor preço. A morosidade e a falta de flexibilidade do processo licitatório agravam-se em casos emergenciais, como por exemplo, quando ocorrem atrasos no fornecimento, reprovações de matérias-primas e de materiais de embalagem e necessidade de compras de peças para conserto de falhas inesperadas em equipamentos. Nestes casos, a produção é interrompida por períodos maiores, sendo necessário reprogramar os centros de trabalho. A burocracia consequente da lei 8666 é referenciada em HASENCLEVER *et al.*, 2008. Além disso, a aquisição de matérias-primas de vários fornecedores diferentes dificulta o desenvolvimento de formulações robustas e contribui para a variabilidade dos processos produtivos (MAGALHÃES *et al.*, 2011), impactando os tempos produtivos e o atendimento à programação.

5.3.1.4 Análise do índice de eficiência de desempenho

A partir de março, observou-se uma tendência de aumento da eficiência do equipamento, com exceção do mês de maio (gráfico 10).

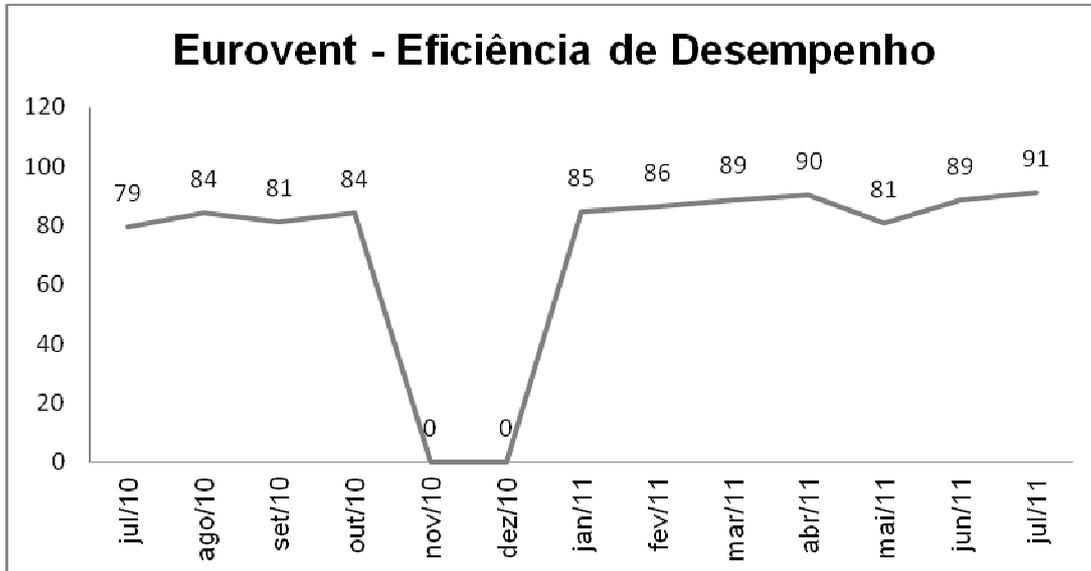


Gráfico 10: Evolução do índice de eficiência de desempenho para o equipamento Eurovent

Em maio, devido às falhas no insuflamento de ar quente e aos desvios no funcionamento da bomba de pulverização de suspensão foram verificados tempos de revestimento maiores, o que reduziu o índice de eficiência.

Durante o período de tempo analisado, não houve registros de interrupções de funcionamento do equipamento por paradas inferiores a 5 minutos (pequenas paradas).

Os tempos de processamento das operações de revestimento variam em função de características inerentes ao próprio processo, sobre as quais se tem pouco gerenciamento. No revestimento, nem sempre é possível utilizar a parametrização que fornece o menor tempo de processo. Por vezes, os parâmetros (temperatura e vazão do ar de entrada, temperatura do ar de saída, depressão e rotação do tambor, vazão de aplicação da suspensão, pressão de atomização e pulverização das pistolas) precisam ser ajustados, impactando o tempo da operação. No decorrer do processo, o operador monitora o aspecto dos comprimidos e procede alterações, caso necessário. Por exemplo, se no início do revestimento os núcleos apresentarem-se friáveis (com baixa resistência à abrasão), a velocidade de rotação do tambor

pode ser reduzida, diminuindo o risco de imperfeições na superfície dos comprimidos. Os parâmetros são interdependentes. Com a redução da rotação do tambor, a vazão de aplicação da suspensão deve ser diminuída e/ou a temperatura do ar de entrada deve ser aumentada, caso contrário, os comprimidos poderão ficar excessivamente úmidos, aderindo entre si. Flutuações de umidade do ar de entrada também podem alterar as condições de revestimento e secagem. Logo, é importante que o operador tenha flexibilidade para alterar os parâmetros, desde que dentro das faixas especificadas. Durante o processo, em intervalos regulares, o operador verifica o peso médio dos núcleos e a aplicação é finalizada quando a faixa especificada para os comprimidos revestidos é atingida. Apesar dos operadores afirmarem que em geral, utilizam a quantidade total de suspensão, o final da pulverização é determinado pelo ganho do peso dos comprimidos, o que permite variações, ainda que pequenas, do volume total de suspensão aplicada e, conseqüentemente, do tempo de revestimento. Outro fator que contribui para a oscilação dos tempos de processo é a necessidade de reaquecimento dos núcleos se ocorrerem paradas prolongadas durante a fase de pulverização da suspensão. Após refeições ou desvios no funcionamento dos equipamentos, os comprimidos são aquecidos novamente antes de continuar a aplicação do filme de revestimento. Em decorrência das características do processo discutidas acima, não foram implantadas ações para melhoria deste índice, mas nas reuniões com os operadores era enfatizada a importância de buscar a redução dos tempos de processo, desde que os parâmetros fossem ajustados dentro das faixas especificadas e não houvesse risco para a qualidade do produto.

5.3.2 Equipamento de revestimento GS

5.3.2.1 Análise da OEE

A OEE do equipamento GS variou de 19 a 47% (gráfico 11). As planilhas de cálculo encontram-se no Apêndice D (quadros 24 a 36). No GS, a disponibilidade também foi o índice que teve a maior influência sobre os resultados do indicador, como pode ser verificado nas análises subsequentes.

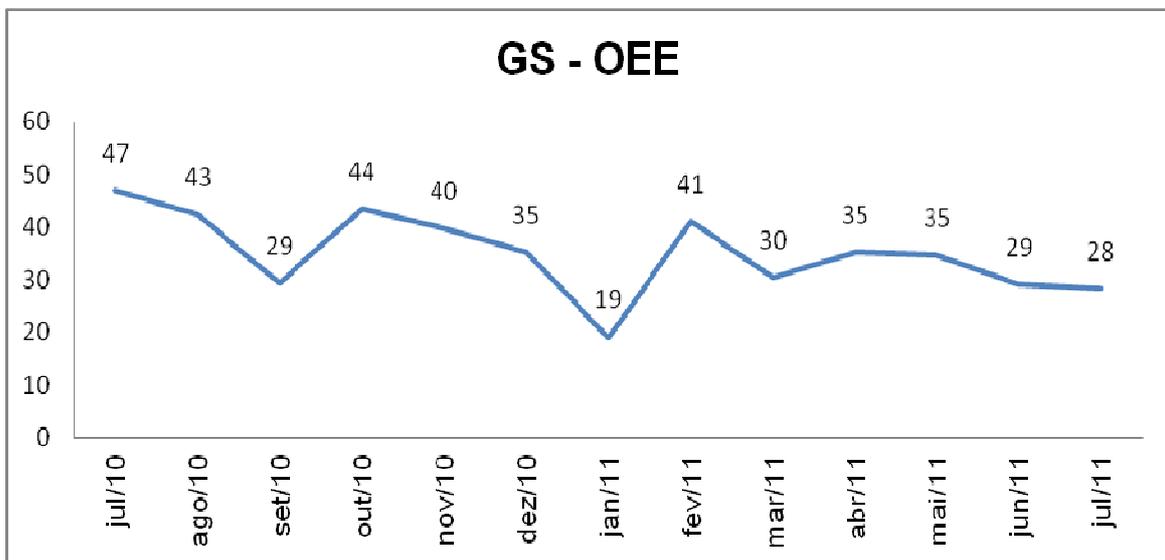


Gráfico 11: Evolução do indicador OEE para o equipamento GS

5.3.2.2 Análise do índice de qualidade

Os resultados de qualidade mantiveram-se estáveis durante o período avaliado com valor médio de 99%, conforme gráfico 12. Este fator foi o de menor impacto sobre a OEE do equipamento.

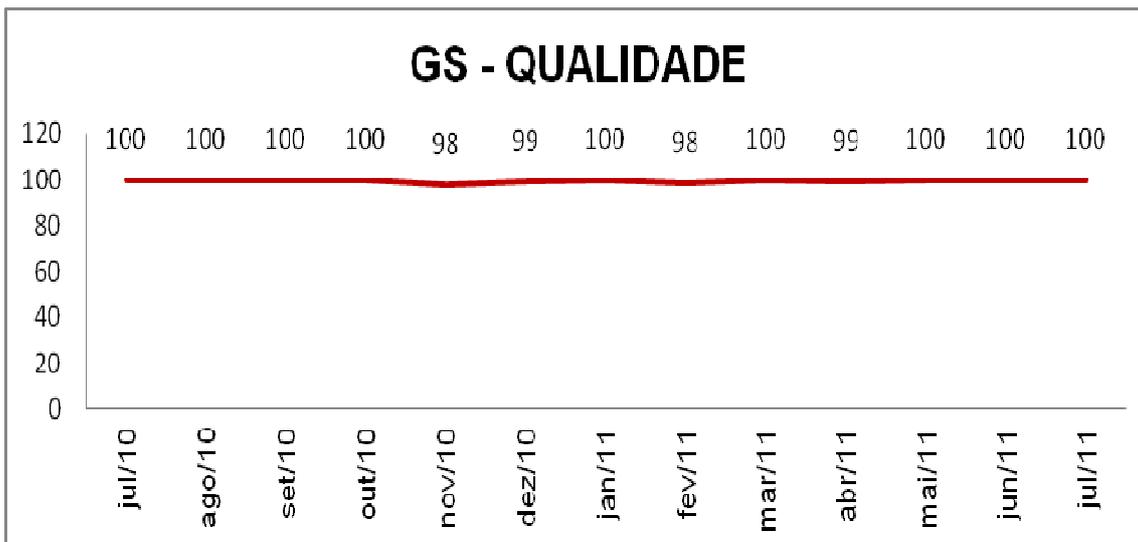


Gráfico 12: Evolução do índice de qualidade para o equipamento GS

Apesar da elevada média verificada para o índice, neste equipamento também foram revestidos lotes do produto C que apresentaram os mesmos tipos de desvio de aspecto relatados na análise da qualidade do equipamento Eurovent, a saber: bordas quebradas ou lascadas e manchas. Apesar da proporção de lotes não conformes em relação ao número total ter sido semelhante nos dois equipamentos (14% para o GS e 17% para o Eurovent), a porcentagem de perda na seleção dos lotes provenientes do GS foi bem menor que nos lotes do Eurovent, o que contribuiu para a manutenção do alto índice de qualidade no GS. A otimização dos parâmetros descrita na análise do índice no Eurovent também foi aplicada ao GS. Conforme relatado no item 5.3.1.2, o número de desvios de aspecto deste produto foi acompanhado até dezembro de 2011 (utilizando o *software* de gerenciamento de desvios SoftExpert). Em fevereiro foi revestido no GS o último lote que apresentou aspecto não conforme. Posteriormente, foram processados mais 17 lotes do produto que não apresentaram desvios.

No período de análise da OEE (julho de 2010 a julho de 2011), além do produto C, dois lotes do medicamento A revestidos no GS foram selecionados. Um lote por desvio de bordas lascadas e o outro por imperfeição rugosa. Os desvios para este produto apresentaram baixa incidência (2 lotes em 141 processados) e foram tratados de acordo com as rotinas de investigação de desvios da Garantia da Qualidade.

5.3.2.3 Análise do índice de disponibilidade

Conforme mencionado anteriormente, também no caso do GS, a disponibilidade foi o fator que teve maior influência na OEE do equipamento (gráfico 13).

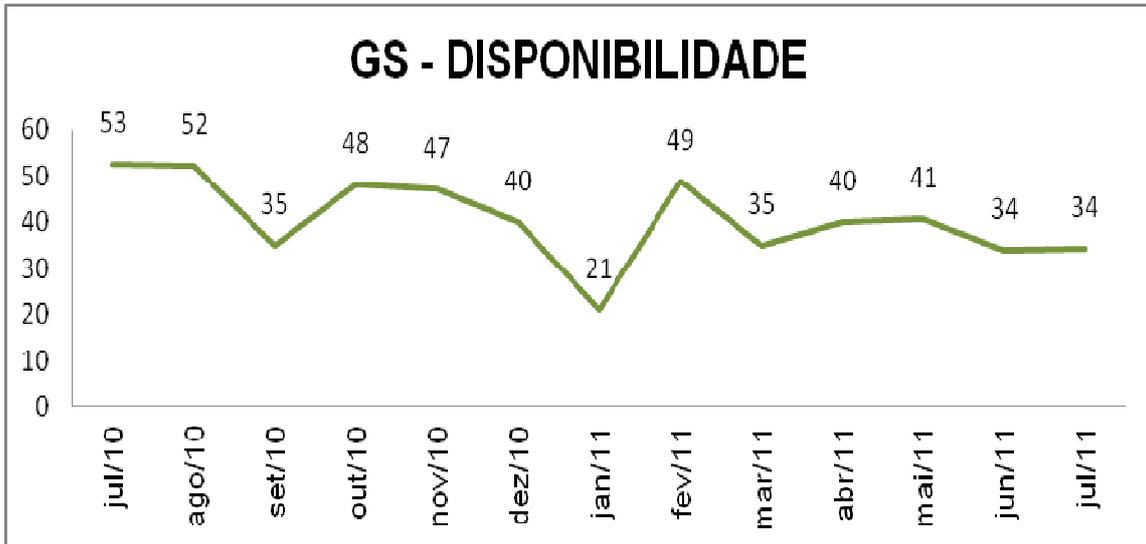


Gráfico 13: Evolução do índice de disponibilidade para o equipamento GS

O número de horas produtivas representou 43% do tempo programado (gráfico 14) para o equipamento, de julho de 2010 a julho de 2011.

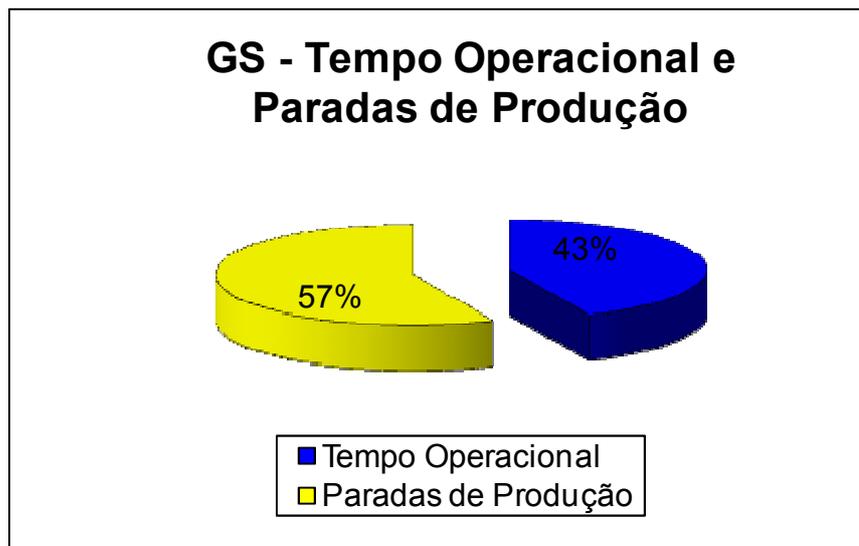


Gráfico 14: Percentual do tempo operacional e das paradas de produção em relação ao tempo de carga – GS – julho/2010 a julho/2011

Assim como no Eurovent, a troca de produtos/lotes foi a perda de disponibilidade mais significativa no período de julho/2010 a setembro/2010 (gráfico 15) e no período total analisado (gráfico 16).

**GS - Gráfico de Pareto das Paradas de Produção
Período: Julho/2010 a Setembro/2010**

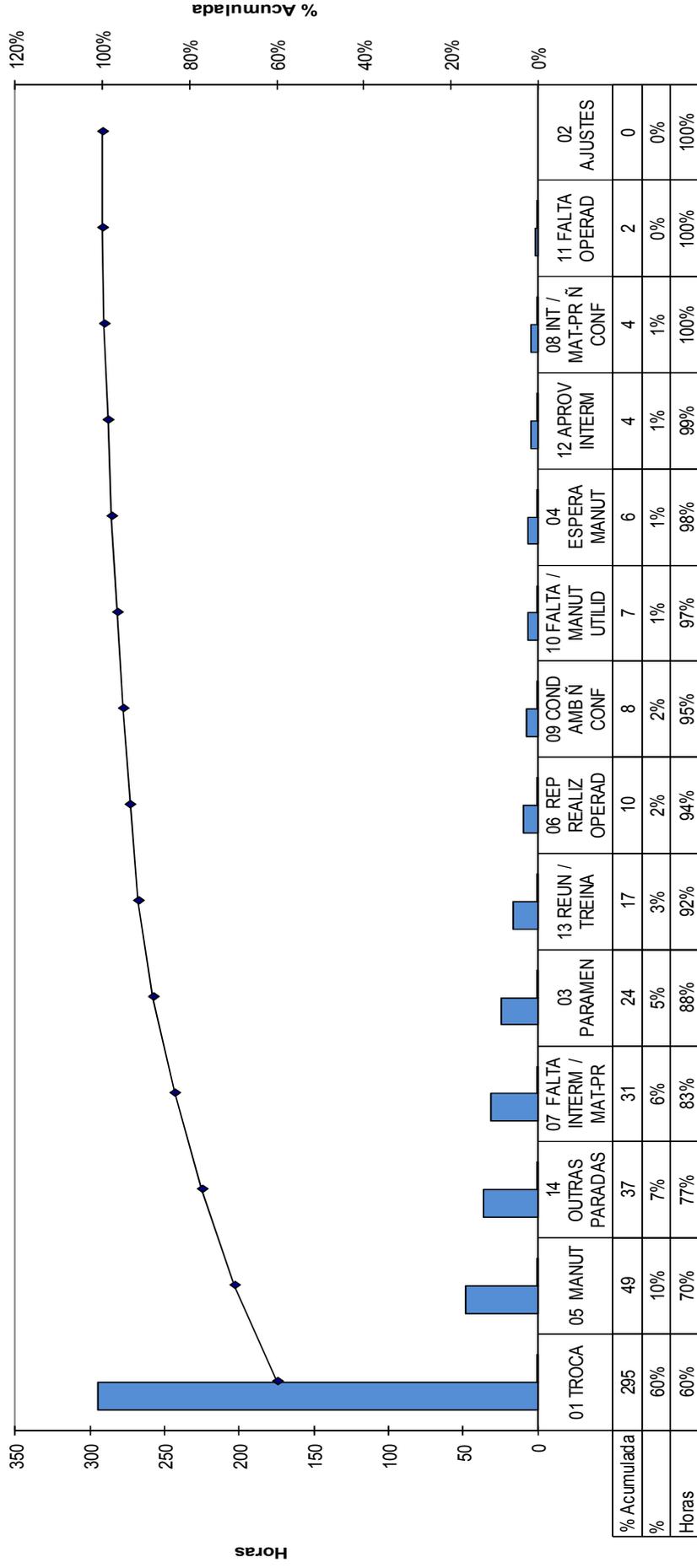


Gráfico 15: Pareto das paradas de produção – GS - julho/2010 a setembro/2010

**GS - Gráfico de Pareto das Paradas de Produção
Período: Julho/2010 a Julho/2011**

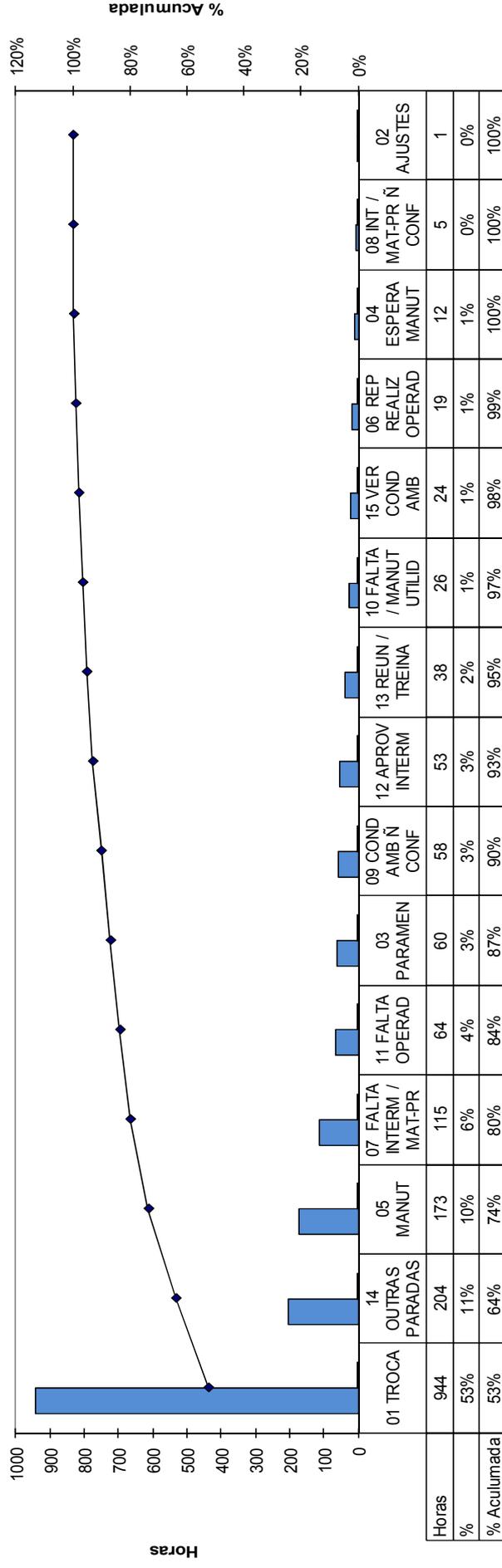


Gráfico 16: Pareto das paradas de produção – GS - julho/2010 a julho/2011

Em função de estudos de validação, os agentes e procedimentos de limpeza do equipamento e da sala produtiva foram modificados. Após estas alterações, foram iniciados os acompanhamentos das trocas, visando usar técnicas da SMED para reduzir o tempo de *set up*.

Em novembro e dezembro, os percentuais de perdas por *set up* em relação ao tempo de carga apresentaram-se menores que nos outros meses (gráfico 17). Neste período, foram realizadas atividades de validação de limpeza que aumentaram o tempo de carga do equipamento. Outras paralisações que contribuíram para o aumento deste tempo foram “manutenção” e “condições ambientais não conformes” em novembro e dezembro, respectivamente.

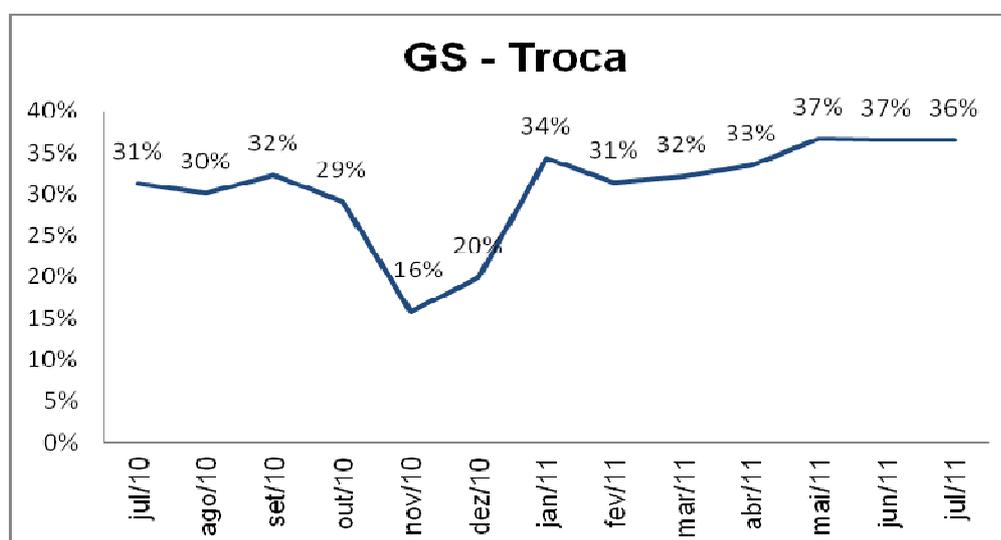


Gráfico 17: Evolução do percentual de troca em relação ao tempo de carga para o equipamento GS

Além da troca, os outros principais motivos de parada registrados foram: 14 - outras paradas, manutenção e falta de intermediário/matéria-prima (gráfico 16). Na categoria 14, foram registrados basicamente os mesmos tipos de interrupção apontados no Eurovent: procedimentos de validação de limpeza, espera por ficha técnica, espera para acompanhamento de processos, deslocamentos temporários do operador para outras atividades e paralisações em função da falta de programação para o turno seguinte. Os maiores percentuais do código 14 em relação ao tempo de carga foram observados nos meses de novembro e dezembro (gráfico 18) e foram decorrentes da realização de atividades de validação de limpeza.

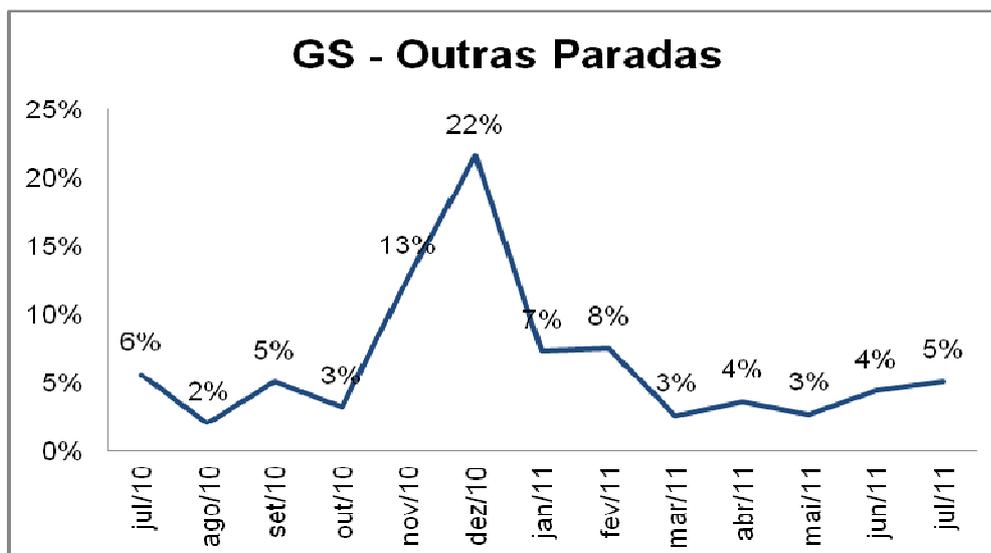


Gráfico 18: Evolução do percentual de “outras paradas” em relação ao tempo de carga para o equipamento GS

No quadro 8 foram relacionadas as falhas e defeitos mais relevantes que ocorreram no GS no período avaliado. As perdas por manutenção apresentaram maior impacto sobre o tempo de carga nos meses de setembro, outubro e novembro (gráfico 19)

Quadro 8 – Ocorrências de falhas do equipamento GS

Falha	Meses de ocorrência
Depressão insuficiente	julho/2010 a novembro, fevereiro, julho/2011
Travamento do pistão e outras falhas na bomba dosadora de suspensão	julho/2010 a setembro, abril e junho
Falhas no aquecimento do ar de entrada (realizado por resistências elétricas)	agosto, novembro, fevereiro, abril
Falhas nas pistolas	setembro
Falhas no acionamento do tambor	setembro, outubro, janeiro
Travamento do motor do tambor	outubro
Defeito no acionamento da válvula de descarga do tambor, utilizada na limpeza do equipamento	outubro, março e junho
Queima da lâmpada do tambor	novembro
Queima do motor da exaustão em virtude de travamento do rolamento	junho

O Controlador Lógico Programável (*Programmable Logic Controller*, PLC) do GS é antigo e apresenta falhas. O controle dos *dampers* de insuflamento e exaustão do ar não é realizado automaticamente e as receitas com as programações de revestimento dos produtos foram perdidas. A revisão da automação do equipamento já foi licitada e a programação da execução do serviço está em andamento. Em fevereiro de 2011 foi implementada a limpeza semanal dos filtros de exaustão do equipamento. Posteriormente, só houve um apontamento de depressão insuficiente em julho/2011, o qual pode ter sido causado pela ausência de controle automático do *dampers* de exaustão. Durante os períodos sem programação de produção, foram realizadas manutenções preventivas, as quais não são efetivas na prevenção de falhas aleatórias. Conforme descrito na análise de disponibilidade do equipamento Eurovent, sugere-se que métodos mais eficientes de manutenção, como a preditiva e a proativa, sejam implementados.

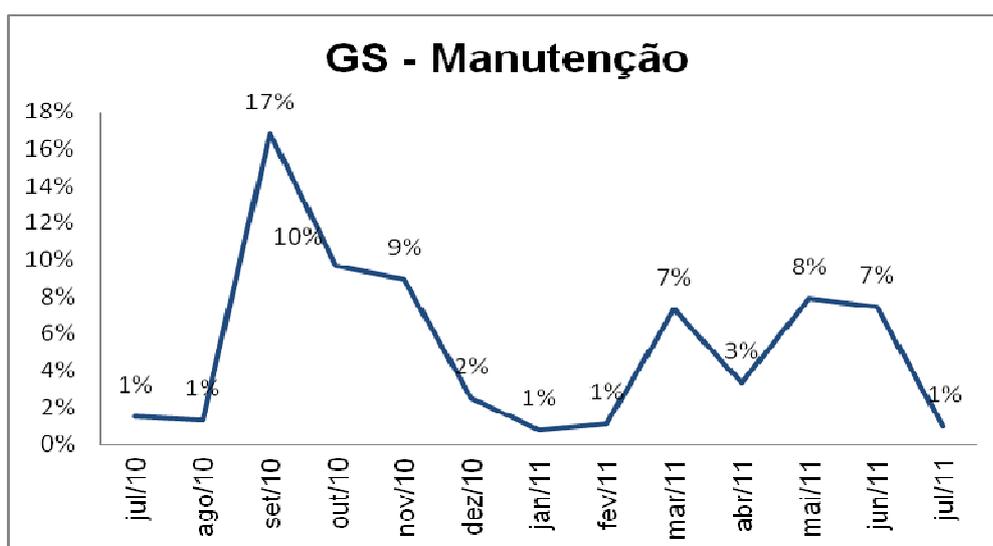


Gráfico 19: Evolução do percentual de manutenção em relação ao tempo de carga para o equipamento GS

Grande parte das paradas por falta de intermediário/matéria-prima (gráfico 20) foram causadas pela falta de Álcool Etílico 96%. Este insumo é utilizado no preparo da suspensão de revestimento dos produtos A e B. No *campus* de Jacarepaguá não há depósito de inflamáveis, e por segurança, o Álcool não pode ser armazenado em grande quantidade no interior da fábrica. A matéria-prima é transportada do almoxarifado de inflamáveis existente em Manguinhos para Jacarepaguá. Atrasos nas atividades envolvidas na transferência do Álcool interromperam o processo de

revestimento. Posteriormente, foi adotada a prática de só iniciar as ordens de fabricação com a disponibilidade do Álcool em Jacarepaguá. Também ocorreram registros de paralisações por falta de intermediário devido aos atrasos nos centros de trabalho anteriores ao revestimento, principalmente quando o intervalo entre as fases produtivas era pequeno e não havia pulmão de lotes em processo.

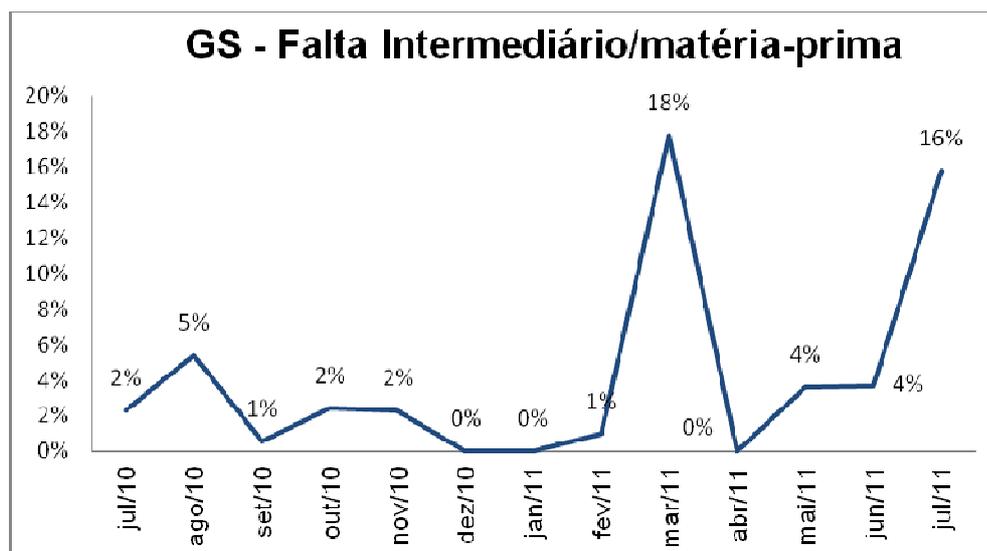


Gráfico 20: Evolução do percentual de falta de intermediário/matéria-prima em relação ao tempo de carga para o equipamento GS

No GS, assim como no Eurovent, as paradas por falta de intermediário/matérias-primas foram minimizadas em função das reprogramações de produção, cujas causas foram mencionadas na análise de disponibilidade do Eurovent.

Cada uma das outras paralisações representou menos de 5% do total das perdas de disponibilidade: falta de operador, paramentação, condições ambientais não conformes, aprovação de intermediário, reuniões/treinamentos, falta/manutenção de utilidades, verificação de condições ambientais, reparo realizado pelo operador etc.

Na categoria de reparo realizado pelo operador foram apontados ajustes no pistão da bomba e paradas devido à falhas nas pistolas.

Para os códigos: “aprovação de intermediário”, “verificação de condições ambientais” e “condições ambientais não conformes”, adotam-se os mesmos comentários realizados na avaliação da disponibilidade do Eurovent.

5.3.2.4 Análise do índice de eficiência de desempenho

Como pode ser visualizado no gráfico 21, o índice de eficiência de desempenho do equipamento variou de 81 a 91%.

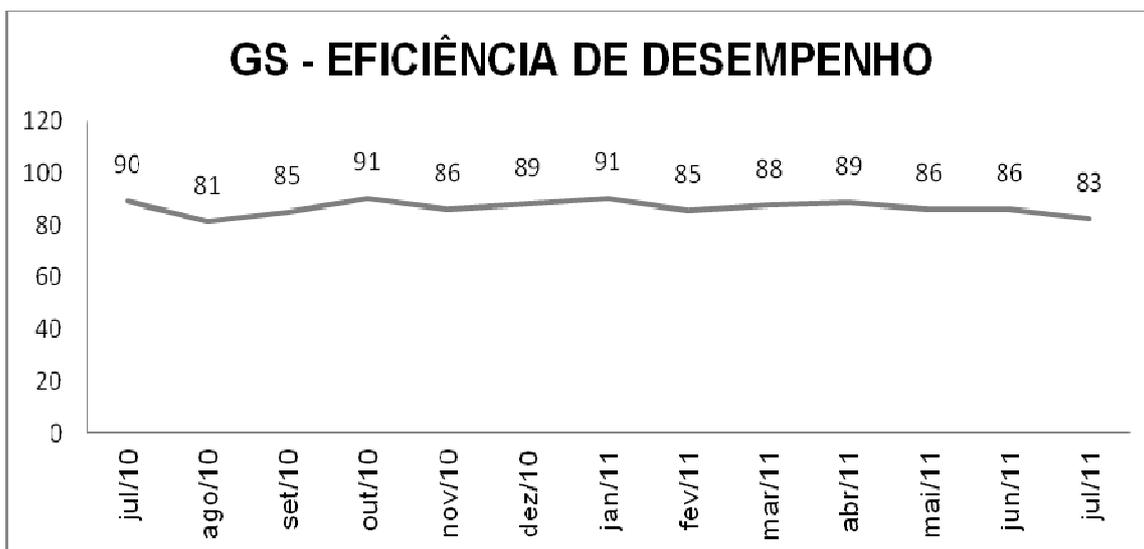


Gráfico 21: Evolução do índice de eficiência de desempenho para o equipamento GS

Ao GS aplicam-se as mesmas discussões sobre oscilações do tempo de processamento relatadas na análise de eficiência de desempenho do Eurovent. Não foram apontadas interrupções de funcionamento por pequenas paradas.

5.4 Avaliação dos *set ups* do Eurovent e GS, utilizando princípios da SMED

Conforme a análise de OEE do Eurovent e do GS, os baixos índices de disponibilidade foram as causas mais significativas de perda de eficácia nestes equipamentos. Dentre as paradas produtivas, os *set ups* representaram os maiores impactos sobre a disponibilidade, o que motivou a avaliação dos processos de troca dos equipamentos, utilizando princípios da SMED. A redução do tempo gasto nas trocas pode trazer como benefícios: a redução do *lead time* dos produtos (tornando a produção mais enxuta e flexível) e o aumento da capacidade disponível, a qual

pode ser utilizada para suprir aumentos de demanda e para internalizar volumes fabricados externamente.

Foram analisadas trocas parciais e totais. Apesar dos *set ups* parciais serem mais curtos que os totais, optou-se por avaliá-los em função da elevada frequência com que são realizados. Inicialmente, os dois tipos de troca dos dois equipamentos foram observados para identificação das atividades. Verificou-se que algumas tarefas eram comuns aos *changeovers* parciais e totais. Na sequência, foram monitoradas três trocas de cada tipo nos dois equipamentos, sendo que as atividades comuns foram acompanhadas três vezes. A sequência e a duração das atividades do *set up* são dependentes dos produtos anterior e posterior à troca, ou seja, do sequenciamento na máquina. Em função das características dos produtos e dos respectivos processos, os agentes de limpeza são modificados e diferentes ferramentais e ajustes são requeridos, alterando os tempos de *set up*. No Eurovent, foram acompanhadas trocas entre lotes do medicamento C e no GS, entre lotes de A ou B (os *set ups* envolvendo estes dois últimos produtos são idênticos). Esta escolha foi realizada em função do revestimento preferencial dos medicamentos nas respectivas máquinas (conforme mencionado no item 5.1).

Foi observado que os tempos das trocas variavam em função de:

- espera por recursos (aspirador, lava-jato, paleteira etc) devido à quantidade reduzida dos mesmos;
- forma de execução e sequência de realização das atividades: por exemplo, algumas tarefas eram executadas em paralelo por alguns operadores e em sequência por outros;
- desempenho dos operadores na realização das atividades (alguns são mais ágeis do que os outros);
- espera pelo transporte de materiais (mangueiras, agentes de limpeza, luvas, entre outros) requeridos durante o *set up*.
- dependência de outros setores durante a troca; por exemplo, o lote só é pesado após o Setor de Controle em Processo amostrar e inspecionar o aspecto dos comprimidos revestidos;

Durante os acompanhamentos, foram registradas as durações das atividades que compunham as trocas. No momento da tabulação dos dados, para tornar viável a comparação entre os mesmos, foram excluídos os tempos de espera pela disponibilidade de recursos e por outros setores. Pelo mesmo motivo, quando as

ações foram realizadas em paralelo, seus tempos foram computados independentemente. As tarefas foram classificadas em operações de *set up* interno e externo. Também foi determinada a precedência das atividades em função da dependência entre as mesmas, ou seja, há ações que obrigatoriamente devem ser precedidas de outras, por exemplo, a limpeza de algumas partes do equipamento só pode ser iniciada após a desmontagem.

Foi verificado que grande parte das atividades das trocas dos dois equipamentos poderia ser realizada como *set up* externo. No entanto, durante o revestimento, mais especificamente na fase de aplicação da suspensão, o operador deve estar atento aos parâmetros do processo, às possíveis falhas de pulverização (entupimentos ou vazamentos nas pistolas) e ao aspecto dos comprimidos, o que inviabiliza a realização de tarefas complexas neste período. São exemplos destas tarefas, atividades que demandam que o operador ausente-se da sala de revestimento ou que requerem muito tempo de execução, como limpezas de agitadores. O tempo de aquecimento, secagem e resfriamento dos comprimidos não é suficiente para realização de todas as tarefas de *set up* externo, principalmente nos casos dos produtos A e B, que não requerem resfriamento. Por estes motivos, optou-se por adotar a técnica da SMED “implementação de operações em paralelo”, dividindo as atividades da troca entre dois funcionários: o operador de revestimento e o auxiliar de produção, responsável pela limpeza de equipamentos móveis (denominado neste trabalho, funcionário de apoio).

As tarefas do *set up* foram reorganizadas, considerando a complexidade, a interdependência e o tempo das atividades, as restrições de espaço das salas e o deslocamento dos funcionários. Buscou-se destinar ao apoio as tarefas mais simples, que não estavam relacionadas à operação do equipamento. Sempre que possível, as atividades externas à sala de revestimento foram atribuídas ao apoio e as internas ao operador, objetivando reduzir o deslocamento dos funcionários e a necessidade de paramentação. As propostas de *set up* foram apresentadas para alguns funcionários do revestimento para avaliação crítica e sugestão de melhorias. Após revisão, as propostas foram executadas por dois operadores de revestimento devido ao conhecimento das atividades e à falta de tempo para treinamento de um funcionário de apoio. Foi verificada a disponibilidade dos recursos (paleteira, agentes de limpeza, lava-jato etc) antes da realização dos testes práticos para que não houvessem paralisações durante os mesmos. A pesquisadora acompanhou as

tarefas realizadas pelo operador, anotando a duração das mesmas. Em paralelo, uma funcionária do setor de melhoria contínua observou e registrou o intervalo de tempo das atividades executadas pelo apoio. Foram elaborados gráficos de atividades múltiplas para melhor visualização das propostas de troca executadas. Os gráficos ou diagramas de atividades múltiplas são representações das atividades de mais de um recurso (funcionários, máquinas ou partes de equipamentos) em uma escala de tempo comum para mostrar seu inter-relacionamento (KANAWATY, 1992). Existem três tipos de gráficos de atividades múltiplas: somente homens, somente máquinas e homem-máquina. Os diagramas apresentam os intervalos de tempo ocioso e de operação de todos os recursos durante o processo. O estudo dos gráficos permite avaliar a utilização das máquinas e dos funcionários e a causa de suas ociosidades ou atrasos. Desta forma é possível verificar se as atividades podem ser rearranjadas, reduzindo o tempo ocioso e determinando, conseqüentemente, melhor uso dos recursos. GOUBERGEN e LANDEGHEM (2002) preconizam o uso de gráficos de atividades múltiplas para o entendimento global dos processos de troca e para analisar a interação entre máquinas e pessoas durante os *set ups*.

Após a execução dos testes práticos, o tempo de troca foi comparado à média dos tempos de *set up* apontados no registro de dados da OEE. Esta comparação foi realizada a fim de obter uma estimativa da redução de tempo que pode ser obtida. Para realização da média só foram considerados tempos de troca obtidos nas mesmas condições da proposta. No caso do Eurovent, só foram computados *changeovers* entre lotes do produto C e no GS, entre lotes de A ou B. Além disso, foram descartadas as trocas em que uma segunda limpeza foi realizada em virtude do vencimento da validade da primeira. Antes do cálculo da média, foi traçado um gráfico *box plot* (vide descrição no Apêndice E) para detectar *outliers*³.

³ Outliers: observações que distam acentuadamente do restante dos dados (MONTGOMERY e RUNGER, 2003)

5.4.1 Descrição dos procedimentos de limpeza do equipamento Eurovent

As atividades compreendidas nos *set ups* dos equipamentos de revestimento foram descritas no item 5.2.1. O que diferencia as trocas parcial e total do Eurovent são as limpezas parcial e total, respectivamente. As outras atividades são comuns aos dois tipos de *set up*.

Nas trocas parcial e total, a limpeza dos agitadores de preparo e aplicação de suspensão e do conjunto de pistolas e mangueiras é realizada pelo operador na sala de lavagem de equipamentos (vide figura 23 - 4, Apêndice F). Não há pontos de alimentação de água potável, água purificada nem pia na sala de revestimento (figura 23 - 2, Apêndice F). O operador também é responsável pela lubrificação e montagem das pistolas.

A bomba do tipo peristáltica e o equipamento são limpos apenas na troca total. O Eurovent possui um sistema CIP (*cleaning in place*) para limpeza interna e externa do tambor e dos dutos de insuflamento e exaustão da máquina. CIP é um método de limpeza de superfícies internas de tubulações, tanques e equipamentos sem a necessidade de desmontá-los. Consiste na pulverização ou circulação de agentes de limpeza a alta velocidade ou elevada turbulência. Além de tanques de armazenamento de soluções de limpeza, os sistemas CIP compreendem válvulas, bombas e instrumentos que, comandados por PLC, permitem a automação da limpeza. As indústrias alimentícia, de bebidas e farmacêutica adotam CIP usualmente devido ao alto nível de sanitização requerido e à necessidade de limpeza frequente de seus equipamentos. As principais vantagens do CIP são redução do tempo de limpeza e conseqüente aumento do tempo produtivo, redução do consumo de água e agentes químicos, maior reprodutibilidade dos processos de limpeza e redução do esforço físico dos funcionários (TAMINE, 2008). O sistema CIP do Eurovent permite a utilização dos agentes de limpeza: água potável fria e quente, água purificada e detergente. Quando o sistema é acionado o agente de limpeza é pulverizado sob pressão por onze bolas aspersoras (*spray balls*) localizadas conforme descrição seguinte:

- uma em braço externo adaptado na porta frontal do equipamento para limpeza interna do tambor (figura 12);



Figura 12: Braço com *spray ball* utilizado para limpeza interna do tambor do Eurovent

- quatro na lateral direita externamente ao tambor, sendo duas na parte superior e duas na inferior;
- quatro na lateral esquerda externamente ao tambor, sendo duas na parte superior e duas na inferior;
- uma na tubulação de insuflamento do equipamento;
- uma na tubulação de exaustão do equipamento.

Na receita de limpeza do equipamento podem ser programados três ciclos de lavagem, um de rinsagem com água purificada e um de secagem. Nos ciclos de lavagem e rinsagem são estabelecidos o tempo de pulverização da água, a velocidade de rotação do tambor e o tempo de molho. Nos ciclos de lavagem é opcional o uso de detergente e o tipo de água potável (quente ou fria) a ser utilizada. O tempo de dreno é determinado automaticamente, sendo o dobro do tempo de pulverização da água. No ciclo de secagem são programados a duração, a rotação do tambor, a temperatura e vazão do ar de entrada e a depressão do tambor. Conectando a tubulação de exaustão ao tambor do equipamento existe uma coifa (figura 13), que não é completamente limpa pelo sistema CIP. Após a limpeza do tambor é necessário remover a coifa e finalizar a limpeza da mesma.

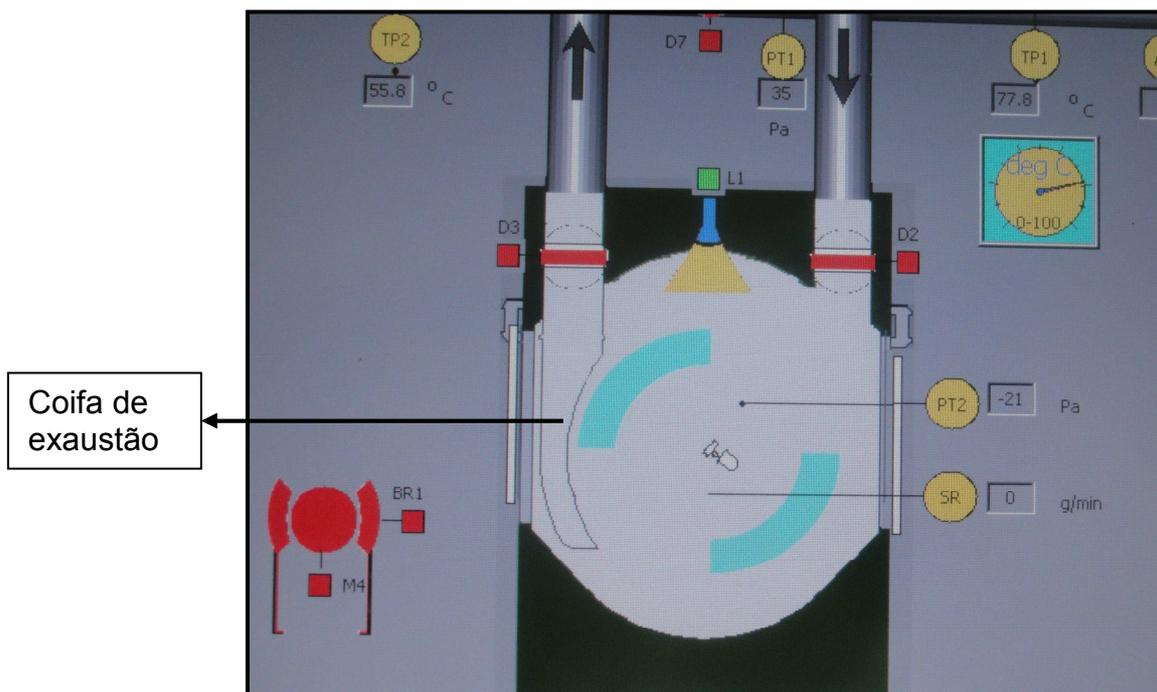


Figura 13: Localização da coifa de exaustão do Eurovent

Após a validação de limpeza, passou a ser empregada água potável quente na limpeza do tambor. O sistema CIP possuía um trocador de calor através do qual a água potável fria era bombeada para obtenção de água potável quente. No entanto, o trocador de calor apresentou vazamentos e foi retirado de uso. Nos acompanhamentos realizados, a água purificada foi pulverizada automaticamente enquanto a água potável quente e os outros agentes foram jateados manualmente. Em janeiro de 2012, outro trocador de calor foi instalado no equipamento. No final da limpeza, o operador acessa o PLC para drenar a água restante nas tubulações do CIP e sacudir os filtros da exaustão. Estas duas funções são executadas por meio de ar comprimido. A secagem do tambor é realizada através do insuflamento de ar quente.

Na limpeza parcial, o piso e a porta da sala são limpos com Álcool 70^oGL. Na limpeza total são limpos tetos, paredes, portas e pisos da sala e da ante-sala (figura 23 - 1, Apêndice F) com os mesmos agentes utilizados na limpeza do equipamento.

5.4.2 Análise das atividades dos set ups do Eurovent

As atividades monitoradas durante as trocas parciais e totais do Eurovent, suas durações, classificações em *set up* interno ou externo e precedências podem ser visualizadas nos quadros 37 e 38 (Apêndice G). As tarefas das trocas parciais comuns aos *set ups* totais foram acompanhadas três vezes (conforme relatado no item 5.4) e por este motivo, nos quadros 37 e 38 (Apêndice G) apresentam durações idênticas.

A maioria das atividades identificadas como externas são comuns aos dois tipos de troca. A seguir são relacionadas estas atividades:

- Nos registros de tempo de cada tarefa estão inclusas as buscas pelos materiais necessários para a troca (agentes de limpeza, sacos plásticos, tecido para limpeza, medidor de temperatura etc). A busca de todos estes materiais pode ser antecipada, sendo executada enquanto o equipamento ainda está em funcionamento;
- Avisar ao Setor de Controle em Processo que o lote estará pronto para inspeção de aspecto e amostragem. Esta comunicação pode ser realizada antes do descarregamento do produto, o que contribui para a redução ou eliminação da espera pelas atividades executadas pelo Controle em Processo;
- Na troca parcial, a pesagem do produto acabado, a colocação dos lacres, o preenchimento da ficha técnica e a transferência para área de quarentena (figura 23 - 5, Apêndice F) podem ser postergados. Entretanto, devem ser realizados imediatamente após o início do próximo lote. No *set up* total, este procedimento não pode ser adotado porque o intervalo entre a inspeção do Controle em Processo e a colocação dos lacres no lote seria muito longo.
- Limpeza do agitador de preparo de suspensão. Após o preparo, a suspensão é transferida para o agitador de aplicação. Logo, após a transferência, o agitador de preparo pode ser limpo na sala de lavagem. Foi observado que algumas vezes os operadores já fazem uso desta prática, solicitando esta limpeza ao auxiliar de produção, responsável pela limpeza de equipamentos móveis;
- Desconectar e limpar o agitador de aplicação, as mangueiras e as pistolas. Após a aplicação da suspensão e secagem, os comprimidos do produto C são

resfriados até atingirem temperatura especificada em ficha técnica. Durante o resfriamento, os acessórios e equipamentos utilizados para a aplicação da suspensão podem ser desmontados e limpos na sala de lavagem;

- Lubrificação e montagem das pistolas na sala de lavagem e transporte do agitador, mangueiras e suporte das pistolas para ante-sala. Dependendo de como o *set up* for organizado, estas atividades podem ser executadas em paralelo com o aquecimento dos comprimidos;

- Posicionamento do agitador de aplicação da suspensão (travando o mesmo) e montagem das mangueiras. Estas tarefas podem ser realizadas durante o aquecimento dos núcleos;

- Busca ou solicitação do medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial antecipadamente. Muitas vezes, o operador pede a outros funcionários que estejam na área externa à sala que solicitem ao supervisor de produção o envio do instrumento;

- A transferência do próximo lote com matéria-prima (utilizada para o preparo da suspensão) e ficha técnica para ante-sala, a qual pode ser realizada como *set up* externo no final da aplicação da suspensão ou no resfriamento;

- No método de troca atual, o preparo da suspensão é realizado na sala de revestimento. Para minimizar o risco de misturas de materiais e documentações de lote, esta atividade só é realizada após a remoção de todo o material do lote anterior e limpeza da sala. Além disso, antes de iniciar o preparo da suspensão, devem ser medidas as condições de temperatura, umidade e pressão diferencial da sala. Parte do preparo da suspensão pode ser executada em paralelo ao aquecimento do tambor vazio, carregamento e aquecimento dos núcleos. Foi observado que o preparo da suspensão deve ser iniciado aproximadamente 30 minutos antes do aquecimento do tambor vazio para que a suspensão esteja pronta no momento em que os núcleos atinjam a temperatura especificada em ficha técnica. Outra alternativa é preparar a suspensão do próximo lote em outra sala produtiva, enquanto o lote em processo está na sala de revestimento;

- A transferência da suspensão do agitador de preparo para o agitador de aplicação, que pode ser executada externamente durante a fase de aquecimento dos núcleos;

- Fixação de lacres e etiquetas das barricas do produto na ficha técnica; enrolar e identificar como refugo sacos plásticos que continham o lote e matéria-prima. Durante a aplicação da suspensão, estas tarefas podem ser executadas como *set up* externo. Um funcionário do Setor de Produção é responsável por recolher e entregar os refugos na área apropriada.

Após a identificação das atividades externas e das precedências, as tarefas das trocas parcial e total foram reorganizadas e distribuídas pelo operador e o apoio, conforme descrito no item 5.4. As sequências das tarefas executadas nos testes práticos, suas respectivas durações e precedências são apresentadas nos quadros 39 e 40 (Apêndice H). Nos gráficos de atividades múltiplas correspondentes (gráficos 22 e 23 – Apêndice I) podem ser visualizadas as operações realizadas em paralelo, as utilizações dos recursos, as tarefas executadas com o equipamento em funcionamento (*set up* externo) e a duração da troca (somatório das atividades de *set up* interno). Durante a execução dos testes práticos, o preparo da suspensão de revestimento foi realizado na sala onde se coleta água purificada para este processo (figura 23 - 3, Apêndice F). Atualmente, a sala não é utilizada para outras finalidades. O rendimento do lote em peso foi calculado imediatamente após a pesagem. Como o cálculo do rendimento em comprimidos requer que o Setor de Controle em Processo determine e registre o peso médio dos comprimidos em ficha técnica, esta foi a última tarefa atribuída ao apoio. Na troca parcial do Eurovent este cálculo não foi executado pelo apoio porque o peso médio não estava disponível, sendo realizado pelo supervisor de produção no momento da conferência da ficha técnica. Nos quadros 41 e 42 (Apêndice J) estão listados os tempos de troca parcial e total do Eurovent (entre lotes do produto C). Estes dados foram obtidos da coleta de dados da OEE no período de julho de 2010 a julho de 2011. No quadro 9 podem ser visualizadas as médias de duração dos *set ups* após exclusão dos *outliers* (vide gráfico 24 e quadros 43 a 45, em Apêndice K), os tempos de execução das propostas e as estimativas de redução de tempo.

Quadro 9 - Eurovent - comparativo dos tempos médios de *set up* com os tempos de execução das propostas

Tipo de <i>Set up</i>	Média dos tempos (h)	Tempo de execução da proposta (h)	Estimativa de redução do tempo (%)
Parcial	3,45	0,92	73,33
Total	12,66	3,75	70,38

5.4.3 Descrição dos procedimentos de limpeza do equipamento GS

Assim como no Eurovent, o que diferencia as trocas parcial e total do GS são as limpezas parcial e total, respectivamente. Na limpeza parcial, as pistolas e mangueiras são limpas sem desmontagem, bombeando os agentes de limpeza através da linha de aplicação da suspensão. O tambor do equipamento é aspirado para remover resíduos do lote anterior e não é necessário limpar a bomba dosadora de suspensão. Só um agitador é utilizado para o preparo e aplicação da suspensão, o qual é limpo no interior da sala de revestimento (figura 23 - 10, Apêndice F). As suspensões de revestimento de A e B são alcoólicas. Por este motivo, só o agitador que possui motor à prova de explosão é utilizado para preparar e aplicar estas suspensões. Na limpeza parcial da sala, o piso e a porta são limpos com Álcool 70^oGL.

Na limpeza total, inicialmente, as pistolas e mangueiras são limpas através da linha de aplicação da suspensão. Na sequência, o operador desmonta o suporte com as pistolas, limpa externamente os mesmos e entrega-os ao Setor de Manutenção. A desmontagem, limpeza, lubrificação e montagem das pistolas é realizada pela Manutenção. Na limpeza total, são limpos o agitador e a bomba dosadora. O GS, assim como o Eurovent, possui um sistema CIP (*cleaning in place*). Um braço contendo sete *spray balls* (braço de CIP) é conectado à porta do equipamento para jateamento de água na superfície interna do tambor (figura 14).

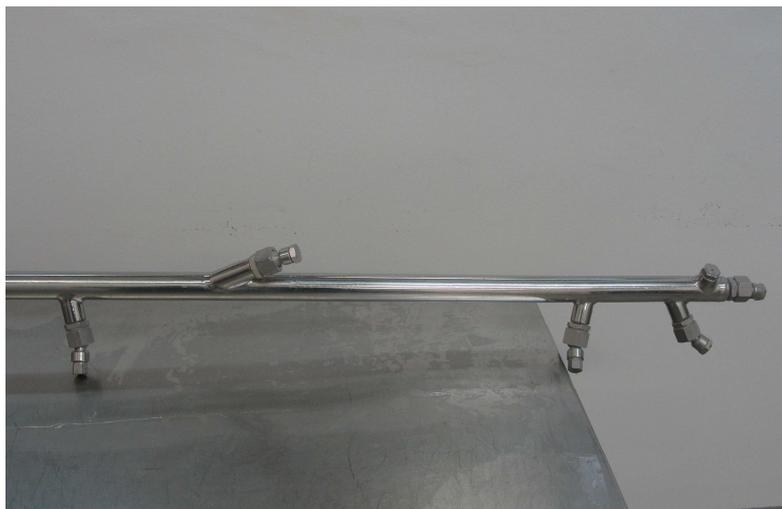


Figura 14: Braço de CIP contendo spray balls para limpeza interna do tambor do GS

Como o tambor não é perfurado, não há necessidade de limpeza externa do mesmo. As pás perfuradas conectadas ao duto de exaustão do equipamento são removidas antes da limpeza do tambor, sendo limpas separadamente (figura 15).

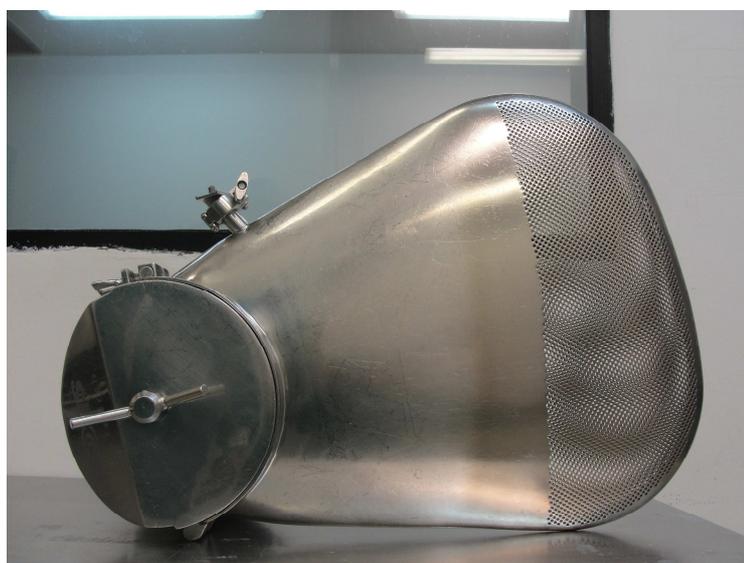


Figura 15: Pá de exaustão do GS

A programação de limpeza do equipamento pode conter vários ciclos. Nestes, são determinados o tipo de água a ser utilizada e os tempos das seguintes etapas: introdução de água, rotação do tacho, descarga, enxágue e secagem. Também são programadas a velocidade de rotação do tambor, a temperatura e a vazão do ar de entrada. O braço de CIP do equipamento é conectado à tubulação alimentada por água potável fria; no entanto, após a validação de limpeza, a água potável fria

deixou de ser utilizada. Atualmente, a limpeza do tambor é realizada de forma semi-automática, já que o jateamento dos agentes de limpeza é realizado de forma manual (no programa, os tempos de introdução de água e enxágue são zerados). Após a limpeza, o tambor é seco através de insuflamento de ar quente. Na limpeza total da sala, são limpos teto, paredes, porta e piso com os mesmos agentes utilizados na limpeza do equipamento.

5.4.4 Análise das atividades dos set ups do GS

Nos quadros 46 e 47 (Apêndice L) são apresentadas as tarefas observadas nas trocas parciais e totais do GS, assim como suas durações, classificações em *set up* interno ou externo e precedências. Conforme mencionado no item 5.4, as atividades dos *set ups* parciais comuns às trocas totais foram acompanhadas três vezes, apresentando intervalos de tempo idênticos nos quadros 46 e 47 (Apêndice L).

A maior parte das tarefas classificadas como externas são comuns aos dois tipos de troca. A seguir são listadas estas tarefas:

- Providenciar todos os materiais necessários para troca (agentes de limpeza, sacos plásticos etc) antecipadamente;
- Avisar ao Setor de Controle em Processo que o lote estará pronto para inspeção de aspecto e amostragem.
- No *set up* parcial, a pesagem do lote, a colocação dos lacres e o preenchimento da ficha técnica são atividades que podem ser adiadas, mas devem ser realizadas imediatamente após o início do próximo lote. Conforme mencionado no item 5.4.2, esta prática não pode ser empregada para troca total.
- Limpeza do agitador à prova de explosão. Atualmente, após a remoção do lote anterior da sala de revestimento, o agitador é limpo. No entanto, após a aplicação da suspensão, (em paralelo à descarga dos comprimidos) este equipamento poderia ser transferido para sala de lavagem, sendo limpo pelo auxiliar de produção, responsável pela limpeza de equipamentos móveis. Outra opção seria a compra de um segundo agitador à prova de explosão. Neste caso, um equipamento poderia ser limpo na sala de lavagem enquanto o outro estaria em produção;
- Montagem do suporte das pistolas, das mangueiras e das conexões do agitador. Esta atividade só é realizada no *set up* total, já que na troca parcial, as pistolas e

mangueiras não são desmontadas para limpeza. Dependendo da organização do *set up*, esta tarefa pode ser executada em paralelo ao aquecimento dos núcleos;

- A transferência do lote anterior da área de antirretrovirais (figura 23 - 9, Apêndice F) para área de quarentena, a qual pode ser realizada durante o início da produção do lote seguinte;

- Buscar ou solicitar o medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial antecipadamente;

- A transferência do próximo lote com matérias-primas (utilizadas para o preparo da suspensão) e ficha técnica para área de antirretrovirais, tarefa que pode ser realizada como *set up* externo durante o final da aplicação da suspensão;

- O preparo da suspensão é realizado na sala de revestimento e só pode ser iniciado após a remoção de todo o material do lote anterior, limpeza e verificação das condições ambientais da sala. Parte desta atividade pode ser executada em paralelo às fases de aquecimento do tambor vazio, carregamento e aquecimento dos núcleos. Foi observado que o preparo da suspensão deve ser iniciado aproximadamente 30 minutos antes do aquecimento do tambor vazio para que a suspensão esteja pronta no momento em que os núcleos atingirem a temperatura especificada em ficha técnica. No caso da aquisição de outro agitador à prova de explosão, um equipamento poderia ser utilizado na sala de revestimento enquanto o segundo seria utilizado para o preparo da suspensão do próximo lote em outra sala produtiva;

- Ajustes das pistolas. Esta tarefa pode ser executada durante o aquecimento dos núcleos (conforme, em geral, já é a prática adotada pelos operadores);

- Fixar lacres e etiquetas das barricas do produto na ficha técnica; enrolar sacos plásticos que continham o lote e a matéria-prima e identificá-los como refugo. Estas tarefas podem ser realizadas externamente durante a aplicação da suspensão. Um funcionário do Setor de Produção é responsável por recolher e entregar os refugos na área apropriada.

Nos quadros 48 e 49 (Apêndice M) podem ser visualizadas as sequências de execução das propostas de troca parcial e total do equipamento. Os gráficos de atividades múltiplas (gráficos 25 e 26 – Apêndice N) mostram as atividades de *set up* externo e interno (que compõem a troca efetivamente). Na sala do equipamento GS, existe uma pia e na proximidade da mesma pontos de água potável fria e quente e água purificada. Na troca total, os dois funcionários concorreriam pelo uso da pia e

dos pontos de água. Por este motivo, na execução do teste prático, a limpeza de algumas partes móveis do equipamento foi realizada na sala de lavagem enquanto as outras partes da máquina foram limpas na sala de revestimento. As sugestões de troca parcial e total do GS contemplaram o uso de um segundo agitador à prova de explosão para o preparo da suspensão do próximo lote. Foi considerado que este preparo seria realizado pelo apoio na sala de coleta de água purificada, antes do início da troca. De acordo com as propostas, durante as trocas parcial e total, o agitador que foi utilizado no lote anterior seria transferido para sala de lavagem para limpeza e o agitador que conteria a suspensão do próximo lote seria transportado para sala de revestimento. Nos testes, estas movimentações foram simuladas com o agitador que está em uso. Devido à inexistência de um segundo agitador, a suspensão não foi preparada previamente e as atividades 10O, 11O (quadro 48, Apêndice M), 15O e 16O (quadro 49, Apêndice M) não foram realizadas. Imediatamente após a pesagem do lote foi calculado o rendimento em peso. O cálculo do rendimento em comprimidos foi a última atividade destinada ao apoio em função da dependência do Controle em Processo (que determina e registra o peso médio dos comprimidos na documentação do lote).

Os tempos de troca parcial e total do GS (entre lotes dos produtos A ou B) estão relacionados nos quadros 50 e 51 (Apêndice O). Estes registros são referentes à coleta de dados da OEE no período de julho de 2010 a julho de 2011. No quadro 10 podem ser vistos o comparativo das durações médias dos *set ups* (vide gráfico 24 e quadros 43 a 45 em Apêndice K) com os tempos de execução das propostas e as respectivas estimativas de redução de tempo.

Quadro 10: GS - comparativo dos tempos médios de *set up* com os tempos de execução das propostas

Tipo de <i>Set up</i>	Média dos tempos (h)	Tempo de execução da proposta (h)	Estimativa de redução do tempo (%)
Parcial	2,46	0,75	69,51
Total	9,14	2,68	70,68

5.4.5 Oportunidades de melhoria nas trocas do Eurovent e do GS

Além da conversão de atividades de *set up* interno em externo e adoção de operações em paralelo, buscou-se avaliar o uso de outras técnicas SMED e identificar oportunidades de melhoria nas trocas dos dois equipamentos.

Foi realizado um teste de limpeza superficial das pistolas e mangueiras do Eurovent utilizando o mesmo procedimento adotado no GS, no qual estes itens são limpos sem desmontagem, bombeando os agentes de limpeza através da linha de aplicação da suspensão. No entanto, os resultados não foram satisfatórios. Os sistemas de bombeamento dos dois equipamentos são diferentes e a limpeza em linha no Eurovent mostrou-se demasiado lenta.

Buscou-se avaliar se a compra de conjuntos de pistolas e mangueiras sobressalentes para uso nos *set ups* dos equipamentos otimizaria estes processos. No entanto, esta opção não se mostrou vantajosa. Não haveria redução dos tempos de troca parcial e total do Eurovent porque a desmontagem, limpeza, lubrificação e montagem das pistolas foram propostas como atividades externas e paralelas, respectivamente. Na troca parcial do GS, as pistolas e mangueiras são limpas em linha de forma simples e rápida. O tempo para substituir as pistolas e mangueiras sujas por limpas seria muito próximo do gasto com a limpeza em linha atualmente. No *set up* total do GS, após a limpeza das pistolas e mangueiras em linha, as outras atividades (desmontagem, limpeza, lubrificação e montagem das pistolas) não são computadas na troca porque são executadas em paralelo pela Manutenção.

Atualmente, todos os produtos revestidos nos dois equipamentos utilizam as mesmas peças nas pistolas (agulhas e bicos 1,2 mm), desta forma, não há perda de tempo com a substituição das mesmas. Durante o acompanhamento das trocas, foi observado que o tempo gasto com os ajustes é reduzido. Logo, o uso de técnicas SMED voltadas para a redução dos tempos de ajuste proporciona ganhos, mas pouco significativos. Antes de iniciar o processo de revestimento, a distância entre os bicos das pistolas e o posicionamento das pistolas em relação ao leito de comprimidos devem ser ajustados. No Eurovent, as pistolas são presas em posições fixas perpendicularmente ao suporte. Este é encaixado em um braço, conforme a figura 16. O giro de duas partes (I e II – figura 16) que compõem o braço é utilizado para posicionar as pistolas no local adequado (que permite a aspensão da suspensão sobre a metade superior do leito de comprimidos).

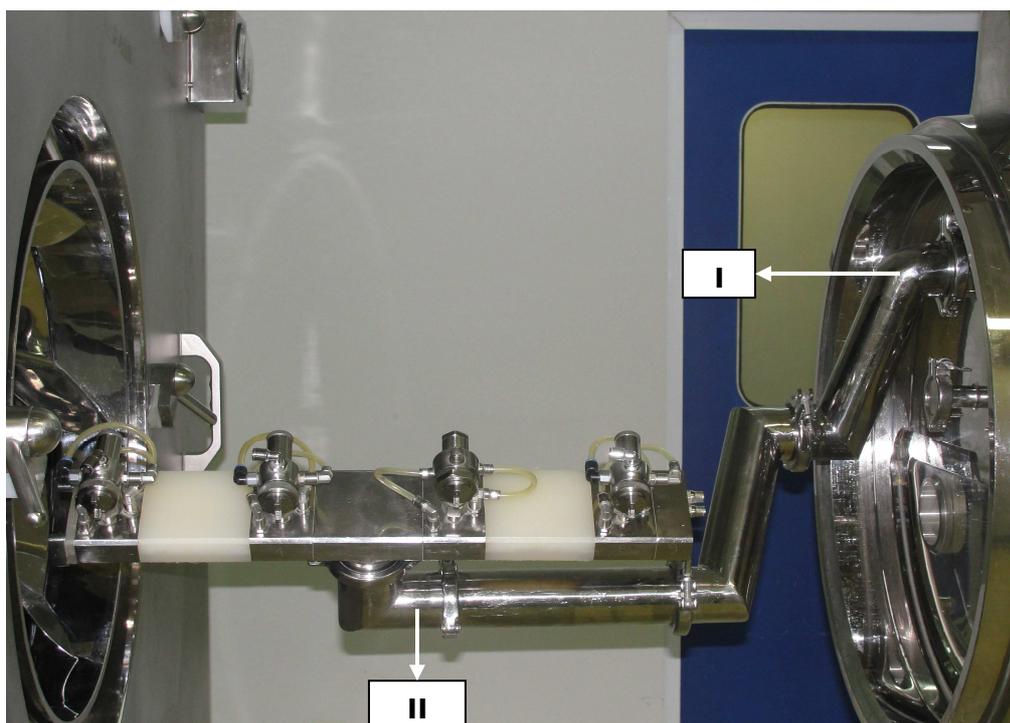


Figura 16: Partes I e II do braço permitem ajuste da posição das pistolas em relação ao leito de comprimidos

No início da campanha de cada produto, as posições das partes I e II são reguladas. Nas trocas totais, gira-se a parte II do braço para que o mesmo seja limpo em conjunto com o tambor. Após a limpeza, a parte II deve ser ajustada novamente. A posição da parte I só é alterada na troca para outro produto. Para facilitar estes ajustes, teriam que ser realizadas marcações (de acordo com o produto) nas partes do braço e no prolongamento da porta onde o mesmo é encaixado, como é mostrado na figura 17. Foi solicitado ao Setor de Manutenção a confecção de marcas de referência para estes ajustes.

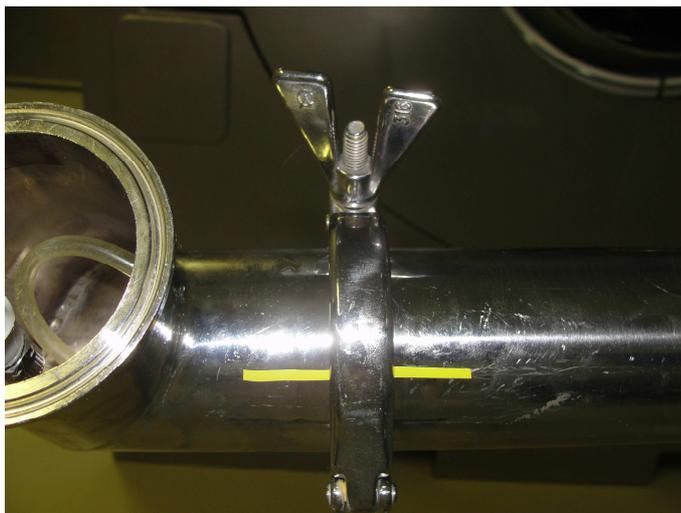


Figura 17: Marcas de referência para ajuste da posição da parte II do braço

No GS, as pistolas são presas perpendicularmente no suporte em posições fixas. A distância das pistolas ao leito de comprimidos é ajustada por meio de uma régua com letras (vide figura 18).

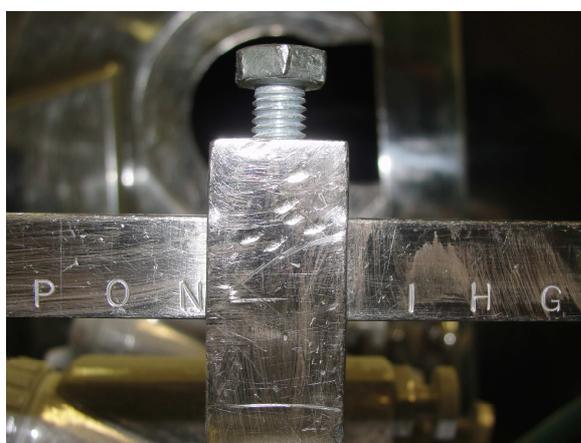


Figura 18: Régua com letras permite ajuste da distância das pistolas ao leito de comprimidos

Para posicionar as pistolas em local que permita a pulverização da suspensão sobre a metade superior do leito de comprimidos é utilizado um círculo numerado (figura 19), no entanto, não há uma marca de referência para correspondência com os números. Foi solicitado ao Setor de Manutenção a confecção da mesma.



Figura 19: Círculo numerado para ajuste das pistolas em posição que permita a pulverização da suspensão sobre a metade superior do leito de comprimidos

Seguem abaixo relacionadas outras oportunidades de melhorias identificadas:

- O uso de *check-lists* com a relação dos materiais e ferramentas necessários ao *set up* para prevenir a falta destes itens durante as trocas;
- A verificação das condições das peças das pistolas durante a desmontagem e limpeza a fim de evitar desperdícios de tempo (detectando falhas durante os ajustes);
- A compra de recursos utilizados na troca, cujas quantidades atuais são insuficientes (paleteiras, aspiradores de pó e água, lava-jatos). Os pedidos de compra destes recursos foram efetuados em janeiro de 2012.
- Em dezembro de 2011, foi iniciada a instalação dos sensores de temperatura, umidade e pressão diferencial nas salas produtivas. Quando os mesmos estiverem em uso, será eliminada a dependência do instrumento móvel utilizado atualmente.
- Conforme mencionado no item 5.4.1, durante as trocas totais do Eurovent, a limpeza do tambor foi realizada de forma semi-automática porque o trocador de calor do equipamento estava fora de uso devido à vazamentos. Em janeiro de 2012, outro trocador de calor foi instalado, permitindo a redução do esforço físico dos operadores e do tempo de limpeza total do equipamento.
- O sistema CIP do GS possui entrada para alimentação com dois tipos de água. Foi solicitado ao Setor de Manutenção a verificação da viabilidade da conexão do sistema CIP a pontos de água potável quente e água purificada.
- Em função dos estudos de validação, a frequência de limpeza total descrita no item 5.2.1 foi modificada. Inicialmente foi determinado que as limpezas do Eurovent e do

GS seriam realizadas após o revestimento consecutivo de quatro lotes do mesmo produto. Posteriormente foi comprovada a eficácia do procedimento de limpeza do Eurovent após o processamento contínuo de sete lotes do mesmo produto. Assim como este, outros estudos podem avaliar se é possível reduzir a frequência de limpeza dos equipamentos, aumentando a disponibilidade dos mesmos.

6 CONCLUSÃO

6.1 Conclusões

No atual mercado farmacêutico, complexo e competitivo, as indústrias têm reavaliado suas operações em busca de maior eficiência operacional. Práticas utilizadas nos setores automotivo e de eletrônicos para reduzir os tempos de processo, eliminar os desperdícios e diminuir os custos têm sido adotadas no ramo farmacêutico. A OEE, originalmente empregada na indústria automobilística como indicador da TPM, na atualidade é utilizada em vários segmentos industriais, sem que necessariamente as empresas adotem a TPM.

Através do presente estudo de caso confirmou-se que a OEE pode ser utilizada como um instrumento de suporte à gestão da produção farmacêutica. Além de mensurar o desempenho dos equipamentos, a metodologia permitiu identificar e quantificar as perdas diretamente associadas ao funcionamento dos recursos, bem como os desperdícios originados no sistema produtivo, que impactaram a operação dos equipamentos. Comprovou-se que a OEE é uma ferramenta de promoção da melhoria contínua, na medida em que permitiu a priorização e o desenvolvimento de ações direcionadas à redução dos principais desperdícios identificados. Foi observado que mesmo as perdas de menor relevância devem ser avaliadas porque podem representar oportunidades de melhoria de simples e rápida implementação ou com impacto em vários centros de trabalho.

Na fase de implantação do indicador, os fatores críticos identificados foram o treinamento, a definição clara das perdas a serem apontadas e o acompanhamento dos registros iniciais junto aos funcionários responsáveis pela coleta dos dados. No uso do indicador, observou-se que a participação dos operadores nas discussões de resultados e na proposição de melhorias estimulou o envolvimento dos mesmos com a metodologia.

A coleta de dados manual mostrou-se trabalhosa devido à necessidade de digitação de um número elevado de registros em planilhas Excel. Grande parte destes registros já é inserida no sistema informatizado corporativo. Propõe-se que futuramente seja avaliada a possibilidade de utilizar o sistema informatizado para calcular os índices e o indicador. A automação da coleta dos dados aumenta a acuracidade dos registros e permite a visualização dos resultados em tempo real. No

entanto, devem ser realizados estudos adicionais que mensurem os ganhos financeiros decorrentes dos benefícios da automação em contrapartida aos custos do investimento.

Para os dois equipamentos em estudo, a disponibilidade foi o fator de maior impacto sobre a OEE, sendo os tempos de troca de lotes/produtos as maiores causas de interrupção de funcionamento dos recursos. Este resultado foi coerente com outros estudos mencionados neste trabalho, os quais apontaram que os *set ups* representam desperdícios significativos na indústria farmacêutica. Este fato decorre do alto grau de sanitização e elevada frequência de limpeza requeridos e das exigências regulatórias, as quais esta indústria está submetida. A análise dos *set ups* revelou que princípios da troca rápida de ferramentas (*Single Minute Exchange of Dies*, SMED) podem ser utilizados para redução do tempo destas operações. A estimativa de redução dos *changeovers* dos equipamentos oscilou em torno de 70%. A SMED poderá ainda contribuir para redução da variabilidade observada nos tempos de *set up* e, conseqüentemente, para o aumento da aderência à programação da produção.

O presente trabalho proporcionou a aquisição de conhecimentos teóricos e práticos sobre as metodologias OEE e SMED, possibilitando que a aplicação destas ferramentas seja estendida a outras máquinas e linhas produtivas da Instituição.

6.2 Perspectivas

Com a utilização da OEE em diversos ramos industriais, foram acrescentadas perdas produtivas à estrutura original do indicador e foram elaboradas versões modificadas da OEE. A diversidade de versões torna complexa a escolha entre uma delas. Sugere-se que pesquisas futuras comparem as vantagens, limitações e implicações práticas destas versões.

Desdobramentos desta dissertação podem contemplar a integração do indicador com:

- A gestão por processos de negócios (*Business Process Management*, BPM), cujo objetivo é otimizar os resultados das organizações através do entendimento, análise e melhoria dos processos. Na BPM, a OEE pode ser utilizada para medir o desempenho de equipamentos críticos para os processos;

- A teoria das restrições (*Theory of Constraints*, TOC), que visa identificar as restrições que impactam a capacidade do sistema como um todo e suprimi-las. A OEE pode ser empregada para detectar e mensurar as perdas que afetam o funcionamento de equipamentos gargalo. A eliminação destas perdas aumenta a capacidade de produção do gargalo e de todo o sistema;
- Análises financeiras, como custos dos desperdícios identificados na utilização dos equipamentos e projeções de lucros em função do aumento da OEE.

Como continuidade do trabalho de redução dos *set ups* (utilizando a metodologia SMED), sugere-se que seja realizada a análise da relação custo-benefício das propostas de troca. Em função dos resultados desta análise, podem ser realizadas modificações nas propostas que impliquem na redução dos custos.

REFERÊNCIAS

AHMADA, M.; DHAFRB, N. Establishing and improving manufacturing performance measures. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, n. 18, p. 171-176, 2002.

AHMED, S.; HASSAN, M. H.; TAHA, Z. TPM can go beyond maintenance: excerpt from a case implementation. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 11, n. 1, p. 19-42, 2005.

AHRÉN, T.; PARIDA, A. Maintenance performance indicators (MPIs) for benchmarking the railway infrastructure - A case study. **Benchmarking: An International Journal**, v. 16, n. 2, p. 247-258, 2009.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. An evaluation of TPM implementation initiatives in an Indian manufacturing enterprise. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 13, n. 4, p. 338-352, 2007.

AHUJA, I. P. S.; KHAMBA, J. S. Total productive maintenance: literature review and directions. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 25, n. 7, p. 709-756, 2008.

ALVAREZ, R. R.; JUNIOR, J. A. V. A. Takt-time: conceitos e contextualização dentro do sistema toyota de produção. **Gestão & Produção**, v. 8, n. 1, p. 1-18, 2001

BADIGER, A. S.; GANDHINATHAN, R. A literature overview on overall equipment effectiveness (OEE). **Journal Manufacturing Engineering**, v. 5, n. 3, p. 49-56, 2006.

BADIGER, A. S.; GANDHINATHAN, R. A proposal: evaluation of OEE and impact of six big losses on equipment earning capacity. **Int. J. Process Management and Benchmarking**, v. 2, n. 3, p. 234-248, 2008.

BAMBER, C. J.; CASTKA, P.; SHARP, J. M. Cross-functional team working for overall equipment effectiveness (OEE). **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 9, n. 3, p. 223-238, 2003.

BASU, P; JOGLEKAR, G.; RAI, S.; SURESH, P.; VERNON, J. Analysis of Manufacturing Costs in Pharmaceutical Companies. **J Pharm Innov**, n. 3, p. 30-40, 2008.

BATISTA, F. L. **Redução de lead time através do mapeamento do fluxo de valor em uma indústria farmacêutica**. 133 f. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, 2009.

BENSON, R.; McCABE, J. From Good Manufacturing Practice to Good Manufacturing Performance. **The Official Journal of ISPE**, v. 24, n. 4, p. 1-6, July/August 2004.

BHARADWAJ, S. Pharmaceutical Manufacturers Set Sights on Best-in-Class Operations Performance: Benchmark study reveals practices of top performing manufacturers. **Pharmaceutical Processing**, v. 24, n. 1, p. 14-20, January 2008

BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 1998.

BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o artigo 37, inciso XXI da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Brasília, **Diário Oficial União**, 22 Junho de 1993.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC 17 de 16 de abril de 2010. Dispõe sobre as boas práticas de fabricação de medicamentos. Brasília, **Diário Oficial União**, 19 de Abril de 2010

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Institui no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS, o Programa Nacional de Fomento à Produção Pública e Inovação no Complexo Industrial da Saúde. Portaria Nº- 374 de 28 de Fevereiro de 2008. **Diário Oficial União** 29 de Fevereiro de 2008. Seção 1:118, 2008. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria374.pdf>>. Acesso em: 23 Setembro 2010.

CALOZ, P.; WEDEMEYER, S. Delivering operational excellence in technical operations at merck serono. In: FRIEDLI, T.; BASU, P. K.; GRONAUER, T.; WERANI, J. (Org.). **The pathway to operational excellence in the pharmaceutical industry**. Aulendorf: Editio Cantor Verlag, 2010.

CAPANEMA, L. X. L.; PALMEIRA FILHO, P. L. Indústria farmacêutica brasileira: reflexões sobre sua estrutura e potencial de investimentos, 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/liv_perspectivas/06.pdf>. Acesso em: 30 Outubro 2010.

CHIARADIA, Á. J. P. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos na gestão e melhoria contínua dos equipamentos: um estudo de caso na indústria automobilística**. 2004. 133f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

CHOLASUKE, C.; BHARDWA, R.; ANTONY, F. The status of maintenance management in UK manufacturing organisations: results from a pilot survey. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 10, n. 1, p. 5-15, 2004.

CONCEIÇÃO, S. V.; RODRIGUES, I. A.; AZEVEDO, A. A.; ALMEIDA, J. F.; FERREIRA, F.; MORAIS, A. Desenvolvimento e implementação de uma metodologia para troca rápida de ferramentas em ambiente de manufatura contratada. **Gestão & Produção**, v. 16, n. 3, p. 357-369, 2009.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N. **Just in time, MRP II e OPT – Um enfoque estratégico**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

COSTA, E. A.; COSTA, J. C. S.; FERREIRA, H. P. Farmanguinhos: a experiência na produção pública de medicamentos. In: BUSS, P. M.; CARVALHEIRO, J. R.; CASAS, C. P. R. (Org.). **Medicamentos no Brasil: Inovação e acesso**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

DAL, B.; TUGWELL, P.; GREATBANKS, R. Overall equipment effectiveness as a measure of operational improvement a practical analysis. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 20, n. 12, p. 1488-1502, 2000.

DIAZ, J. M. Building Manufacturing Efficiency. **Control Engineering**, v. 55, n. 2, p. RX4-RX6, February 2008.

ESMAEILIAN, G. R.; AHMAD, M.M.M.H.; ISMAIL, N.; SULAIMAN, S.; HAMED, M. Particular Model for Improving Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) by Using of Overall Equipment Efficiency (OEE). In: IEEE International Symposium on Information Technology, ITSIM 08., 2008, Kuala Lumpur. **Proceedings...United States: IEEE**, 2008. p. 1-9.

FARMANGUINHOS. Farmanguinhos apresenta produção da nova fábrica, 2005. Disponível em: <http://www.far.fiocruz.br/not_arvs_vis.htm>. Acesso em: 20 Setembro 2010.

FDA. Innovation and Continuous Improvement in Pharmaceutical Manufacturing Pharmaceutical CGMPs for the 21st Century, 2005. Disponível em: <http://www.fda.gov/ohrms/dockets/ac/04/briefing/2004-4078B1_05_Desired-State-Summary.htm>. Acesso em: 10 Setembro 2010.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.

FRIEDLI, T.; GOETZFRIED, M. In retrospect: A summary of operational excellence in the pharmaceutical industry in 2006. In: FRIEDLI, T.; BASU, P. K.; GRONAUER, T.; WERANI, J. (Org.). **The pathway to operational excellence in the pharmaceutical industry**. Aulendorf: Editio Cantor Verlag, 2010.

GADELHA, C. A. G.; QUENTAL, C.; FIALHO, B. D. C. Saúde e inovação: uma abordagem sistêmica das indústrias da saúde. **Cad. Saúde Pública**, v. 19, n. 1, p. 47-59, Janeiro-Fevereiro 2003.

GE. GE Fanuc Automation, 2004. Disponível em: <<http://www.plcintegrator.com/news/ge/CNCpressconf3-8-04-rev3.pdf>>. Acesso em: 30 set. 2010.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção**: mais do que simplesmente Just in Time. Caxias do Sul: Editora da UCS, 1996.

GIBBONS, P. M.; BURGESS, S. C. Introducing OEE as a measure of lean Six Sigma capability. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 2, p. 134-156, 2010.

GILMORE, M.; SMITH, D. J. Set-up reduction in pharmaceutical manufacturing: an action research study. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 16, n. 3, p. 4-17, 1996.

GLATT PHARMACEUTICAL SERVICES. Pan Coating. Disponível em: <<http://www.glatt.com/cm/en/equipment/coating.html>>. Acesso em: 18 janeiro 2012.

GODFREY, P. Overall equipment effectiveness. **Manufacturing Engineer**, v. 81, n. 3, p. 109-112, june 2002.

GOMES, C. A. P.; CHAVES, J. G.; NINOMYA, T. Os laboratórios farmacêuticos oficiais e a produção pública. In: BUSS, P. M.; CARVALHEIRO, J. R.; CASAS, C. P.

R. (Org.). **Medicamentos no Brasil: Inovação e acesso**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

GOUBERGEN, D. V.; LANDEGHEM, H. V. Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, v. 18, p. 205-214, 2002.

GRONAUER, T.; FRIEDLI, T. Driving forces impacting pharmaceutical manufacturing and supply. In: FRIEDLI, T.; BASU, P. K.; GRONAUER, T.; WERANI, J. (Org.). **The pathway to operational excellence in the pharmaceutical industry**. Aulendorf: Editio Cantor Verlag, 2010.

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

HASENCLEVER, L.; FIALHO, B. C.; OLIVEIRA, M. A. de.; OLIVEIRA, E. A. de.; SILVA, H. F. da.; BERMUDEZ, J. A. Z.; Diagnóstico e papel dos laboratórios públicos na capacitação tecnológica e atividades de P&D da indústria farmacêutica brasileira. In: BUSS, P. M.; CARVALHEIRO, J. R.; CASAS, C. P. R. (Org.). **Medicamentos no Brasil: Inovação e acesso**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2008.

HEALTH CANADA. Drugs and health products – Cleaning validation guidelines (GUIDE-0028) Disponível em: < http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/compli-conform/gmp-bpf/validation/gui-0028_cleaning-nettoyage_ltr-doc-eng.php>. Acesso em: 10 novembro 2010.

HERLANT, M. Restoring the balance: a strategic role for operations. In: FRIEDLI, T.; BASU, P. K.; GRONAUER, T.; WERANI, J. (Org.). **The pathway to operational excellence in the pharmaceutical industry**. Aulendorf: Editio Cantor Verlag, 2010.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. Learning to evolve a review of contemporary lean thinking. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 24, n. 10, p. 994-1011, 2004.

HOLWEG, M., The genealogy of lean production. **Journal of Operations Management**, n. 25, p. 420-437, 2007.

IBM BUSINESS CONSULTING SERVICES. The metamorphosis of manufacturing, 2005. Disponível em: <<http://www-935.ibm.com/services/us/imc/pdf/ge510-4034-metamorphosis-of-manufacturing.pdf>>. Acesso em: 15 Setembro 2010.

INSTITUTE OF TECHNOLOGY MANAGEMENT. Operational Excellence in the Pharmaceutical Industry, 2010. Disponível em: <http://www.opexbenchmarking.com/OPEX_files/PharmaOPEX2010Content_1.pdf>. Acesso em: 15 Setembro 2010.

JEONG, K.-Y.; PHILLIPS, D. T. Operational efficiency and effectiveness measurement. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 21, n. 11, p. 1404-1416, 2001.

JONSSON, P.; LESSHAMMAR, M. Evaluation and improvement of manufacturing performance measurement systems - the role of OEE. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 19, n. 1, p. 55-78, 1999.

JUNKER, B. H. Application of Overall Equipment Effectiveness to Biopharmaceutical Manufacturing. **BioPharm International**, v. 22, n. 5, p. 40-50, 2009.

KANAWATY, G. **Introduction to Work Study**. 4. ed. Geneva: International Labour Office, 1992.

KANZAWA, C. T. **Aplicação do *Single Minute Exchange of Dies* em uma Indústria Farmacêutica**. 142 f. Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, 2006.

KWON, O.; LEE, H. Calculation methodology for contributive managerial effect by OEE as a result of TPM activities. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 10, n. 4, p. 263–272, 2004.

LJUNGBERG, O. Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 18, n. 5, p. 495-507, 1998.

LUCAS, M. T.; KIRILLOVA, O. M. Reconciling the resource-based and competitive positioning perspectives on manufacturing flexibility. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 22, n. 2, p. 189-203, 2011.

MAGALHÃES, J. L.; ANTUNES, A. M. S.; BOECHAT, N. Laboratórios farmacêuticos oficiais e sua relevância para saúde pública do Brasil. **RECIIS – R. Eletr. de Com. Inf. Inov. Saúde**, v. 5, n. 1, p. 85-99, 2011.

MAHDI, I. M.; ALRESHAID, K. Decision support system for selecting the proper project delivery method using analytical hierarchy process (AHP). **International Journal of Project Management**, v. 23, p. 564–572, 2005.

McINTOSH, R.I., CULLEY, S.J., GEST, G., MILEHAM, A.R. and OWEN, G.W. An assessment of the role of design in the improvement of changeover performance", **International Journal of Operations and Production Management**, v. 16, n. 9, p. 5-22, 1996.

McINTOSH, R.; OWEN, G.; CULLEY, S.; MILEHAM, T. Changeover Improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" Methodology. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 54, n. 1, p. 98 – 111, 2007.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2003.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2009.

MORASH, E. A; DROGE, C. L. M; VICKERY, S. K. Strategic logistics capabilities for competitive advantage and firm success. **Journal of Business Logistics**, v. 17, n. 1, p. 1 - 22, 1996.

MOREIRA, A. C.; PAIS, G. C. S. Single minute exchange of die. A case study implementation. **Journal of Technology Management & Innovation**, v. 6, n. 1, p. 129-146, 2011.

MOREIRA, L. A. C. F. **Aplicação veicular da manutenção centrada em confiabilidade**. 85 f. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado Profissional em Engenharia Automotiva) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

MUCHIRI, P.; PINTELON, L.; MARTIN, H.; MEYER, A. Empirical analysis of maintenance performance measurement in Belgian industries. **International Journal of Production Research**, v. 48, n. 20, p. 5905-5924, 2010.

MUCHIRI, P.; PINTELON, L. Performance measurement using overall equipment effectiveness (OEE): literature review and practical application discussion. **International Journal of Production Research**, v. 46, n. 13, p. 3517–3535, 2008.

NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design a literature review and research agenda. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 15, n. 4, p. 80-116, 1995.

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

OLIVEIRA, E. A.; LABRA, M. E.; BERMUDEZ, J. A produção pública de medicamentos no Brasil: uma visão geral. **Cad. de Saúde Pública**, v. 22, n. 11, p. 2379-2389, 2006.

PARSEC CORP. Case Study - Wyeth Brazil, 2008. Disponível em: <http://www.parsec-corp.com/downloads/Case%20Study_Wyeth.pdf>. Acesso em: 30 out. 2010.

PRÓ GENÉRICOS. Mercado Mundial de Genéricos – Associação Brasileira das Indústrias de Medicamentos Genéricos – Pró Genéricos, 2011. Disponível em: <<http://www.progenericos.org.br/index.php/mercado>>. Acesso em 23.01.2012.

RAOUF, A. Improving capital productivity through maintenance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 14, n. 7, p. 44-52, 1994.

RODRIGUES, C. H. R.; SANTOS, F. C. A. *Empowerment*: ciclo de implementação, dimensões e tipologia. **Gestão & Produção**, v.8, n.3, p.237-249, 2001.

SANTOS, A. C.; SANTOS, M. J. Utilização do Indicador de Eficácia Global de Equipamentos (OEE) na Gestão de Melhoria Contínua do Sistema de Manufatura - Um Estudo de Caso. In: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, 2007., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. Disponível em: <<http://www.volumetric.com.br/anexos/oeef.pdf>>. Acesso em: 29 Setembro 2010.

SANTOS, E. A. P.; LOURES, E. F. R.; DESCHAMPS, F.; PAULA, M. A. B. Proposal of an industrial information system model for automatic performance evaluation. In: IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2008., 2008, Hamburg. **Proceedings...** United States: IEEE, 2008. p. 436-439.

SHARMA R. K.; KUMAR D.; KUMAR P. Manufacturing excellence through TPM implementation: a practical analysis. **Industrial Management & Data Systems**, v. 106, n. 2, p. 256 – 280, 2006.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção** do ponto de vista da Engenharia da Produção. 2. ed. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2002.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta (uma revolução nos sistemas produtivos)**. Porto Alegre: Bookman Companhia Editora, 2000.

SINGH, B. J.; KHANDUJA, D. SMED: for quick changeovers in foundry SMEs. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 59, n. 1, p. 98-116, 2010.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SUGAI, M.; McINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 14, n. 2, p. 323-335, 2007.

SUJKOWSKI, A. Além do OEE. **Pharmaceutical Technology do Brasil**, v. 12, n. 3, p. 90-94, 2006.

TAMINE, A.Y. **Cleaning-in-Place: Dairy, Food and Beverage Operations**. 3. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2008.

TANGEN, S. An overview of frequently used performance measures. **Work Study**, v. 52, n. 7, p. 347-354, 2003.

THOMAS, A.; BARTON, R.; BYARD, P. Developing a Six Sigma maintenance model. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v.14, n.3, p. 262-271, 2008.

THOMAS, P. OEE at Teva: Leveraging the simples KPI, 2010. Disponível em: <<http://www.pharmamanufacturing.com/articles/2010/014.html>>. Acesso em: 30 Setembro 2010.

TRCKA, M.; HENSEN, J. L. M. Overview of HVAC system simulation. **Automation in Construction**, v.19, p. 93-99, 2010.

US DEPARTMENT OF ENERGY. How to Measure Performance: a Handbook of Technics and Tools, 1995. Disponível em: <<http://www.ornl.gov/pbm/documents/handbook1.html> - 6k>. Acesso em: 10 outubro 2010.

VARGAS, M. A.; GADELHA, C. A. G.; MALDONADO, J. M. S.; BARBOSA, P. R. Reestruturação na indústria farmacêutica mundial e seus impactos na dinâmica produtiva e inovativa do setor farmacêutico brasileiro, 2009. Disponível em: <http://www.sep.org.br/artigo/1958_c3447188b60bf7c85758acda7ee1a8d1.pdf>. Acesso em: 30 Outubro 2010.

VIEIRA, F. S. Gasto do Ministério da Saúde com Medicamentos: tendência dos programas de 2002 a 2007. **Rev. Saúde Pública**, v. 43, n. 4, p. 674-681, 2009.

APÊNDICE B – PROVA OEE

Prova - OEE

Nome:

Preencha o apontamento de horas de acordo com o descrito abaixo:

O turno no equipamento de revestimento GS iniciou às 6:00. O produto a ser revestido era B lote 10040138.

De 6:00 às 6:15, o lote e as matérias-primas foram transferidos para a ante-sala de materiais da área de antirretrovirais.

De 6:15 às 6:25, o operador buscou e colocou a paramentação necessária para acessar a área de antirretrovirais.

De 6:25 às 7:50, a sala e os equipamentos foram identificados, a suspensão de revestimento foi preparada e a ficha técnica foi preenchida.

De 7:50 às 8:20, o operador aqueceu e abasteceu o equipamento.

A produção iniciou às 8:20.

Às 9:00, o processo foi interrompido devido ao entupimento de uma das pistolas. Após o reparo, o revestimento foi reiniciado às 9:15.

Às 10:00, o operador detectou uma falha na bomba dosadora e chamou os mecânicos. A manutenção foi realizada de 10:15 às 11:00.

De 11:00 às 12:00, o funcionamento do equipamento permaneceu interrompido para almoço. A produção do lote reiniciou às 12:00.

De 14:00 às 14:10 houve falta de energia elétrica. O revestimento do lote foi finalizado às 15:30.

De 15:30 às 15:45, o Controle em Processo amostrou e inspecionou o lote.

De 15:45 às 16:25, foi realizado o procedimento final, seguido de limpeza parcial de 16:25 às 17:00

Em seguida, de 17:00 às 18:40, foi realizado o procedimento inicial do próximo lote de B: 10040139.

APÊNDICE C – PLANILHAS DE CÁLCULO DA OEE - EQUIPAMENTO DE REVESTIMENTO EUROVENT

Quadro 11: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês julho/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10060597	244627	244868	6,84	3,00	15,91	25,75	22,75	6,00	30	88	100	26
Produto A	10060600	252424	253116	6,67	1,00	6,01	13,68	12,68	6,00	53	90	100	47
Produto A	10060596	244577	247500	9,00	2,00	10,24	21,24	19,24	6,00	47	67	100	31
Produto A	10060598	245277	245228	7,58	1,00	4,92	13,50	12,50	6,00	61	79	100	48
Produto A	10060601	246246	248964	7,67	2,00	5,85	15,52	13,52	6,00	57	78	100	44
Produto A	10060599	246936	247449	7,67	0,00	4,50	12,17	12,17	6,00	63	78	100	49
Produto A	10060603	249624	251252	7,41	2,00	4,42	13,83	11,83	6,00	63	81	100	51
Produto A	10060604	248494	247153	6,50	0,00	3,50	10,00	10,00	6,00	65	92	99	60
Produto A	10060605	246487	248316	8,41	1,00	4,08	13,49	12,49	6,00	67	71	100	48
Produto A	10060608	247976	248235	7,42	0,00	4,50	11,92	11,92	6,00	62	81	100	50
Produto A	10060606	246856	247442	6,00	1,00	4,67	11,67	10,67	6,00	56	100	100	56
Produto A	10060602	248799	247797	7,50	0,00	4,50	12,00	12,00	6,00	63	80	100	50
Produto A	10060607	248729	250367	7,24	0,00	3,50	10,74	10,74	6,00	67	83	100	56
Produto A	10060609	250151	250812	6,49	1,00	2,75	10,24	9,24	6,00	70	92	100	65
Produto A	10060610	246349	246930	7,33	1,00	6,17	14,50	13,50	6,00	54	82	100	44
Produto A	10060611	246936	248235	6,67	1,00	3,33	11,00	10,00	6,00	67	90	100	60
Produto A	10060612	246291	248321	8,42	1,00	3,67	13,09	12,09	6,00	70	71	100	50
Produto A	10060613	246487	245044	6,24	1,00	2,92	10,16	9,16	6,00	68	96	99	65
Produto A	10060614	248498	248744	6,08	1,00	3,42	10,50	9,50	6,00	64	99	100	63
Produto A	10060615	247313	245022	6,91	1,00	6,33	14,24	13,24	6,00	52	87	99	45
Produto A	10070673	249319	248744	5,50	1,00	12,83	19,33	18,33	4,00	30	73	100	22
Produto A	10070675	247164	245833	7,58	1,00	6,50	15,08	14,08	4,00	54	53	99	28
Produto A	10070678	249700	249263	6,67	2,00	4,58	13,25	11,25	4,00	59	60	100	35
Produto A	10070682	247015	247584	6,50	1,00	4,84	12,34	11,34	4,00	57	62	100	35
Produto A	10070684	247904	246930	4,25	2,00	3,33	9,58	7,58	4,00	56	94	100	53
Produto A	10070686	248949	248899	6,66	1,00	4,99	12,65	11,65	4,00	57	60	100	34
Produto A	10070688	244279	242435	5,33	3,00	11,67	20,00	17,00	4,00	31	75	99	23
Produto A	10070692	240211	240815	5,08	0,00	5,00	10,08	10,08	4,00	50	79	100	40
		6923618	6931298	191,62	31,00	158,93	381,55	350,55	152,00	55	79	100	43

Nota: A partir do lote 10070673 do produto A, houve alteração do tempo teórico de revestimento em função da redução da quantidade de suspensão a ser aplicada no mesmo.

Quadro 12: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês agosto/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10070696	204613	197529	5,25	1,00	5,17	11,42	10,42	4,00	50	76	97	37
Produto C	10080746	151553	112525	7,34	5,00	46,25	58,59	53,59	6,50	14	89	74	9
Produto C	10080747	151333	117303	7,00	1,00	3,91	11,91	10,91	6,50	64	93	78	46
Produto C	10080748	146810	0	6,50	2,67	18,83	28,00	25,33	6,50	26	100	0	0
Produto C	10080767	152715	152782	8,25	2,00	25,25	35,50	33,50	6,50	25	79	100	19
Produto C	10080768	150000	151125	9,00	1,00	10,92	20,92	19,92	6,50	45	72	100	33
		957024	731264	43,34	12,67	110,33	166,34	153,67	36,50	28	84	76	18

Quadro 13: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês setembro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	10080790	144528	144300	6,75	3,00	8,00	17,75	14,75	6,50	46	96	100	44
Produto C	10090817	150000	149554	8,67	3,00	16,84	28,51	25,51	6,50	34	75	100	25
Produto C	10090818	0	0	0,00	1,00	5,00	6,00	5,00	0,00	0	0	0	0
Produto A	10090805	246936	246491	5,00	2,00	18,08	25,08	23,08	4,00	22	80	100	17
Produto A	10090806	246027	244876	4,42	2,00	4,58	11,00	9,00	4,00	49	90	100	44
Produto A	10090808	250604	249046	5,25	1,00	3,50	9,75	8,75	4,00	60	76	99	45
Produto A	10090810	248726	251109	5,50	2,00	3,50	11,00	9,00	4,00	61	73	100	44
Produto A	10090812	249774	249046	4,50	1,00	3,67	9,17	8,17	4,00	55	89	100	49
Produto A	10090809	249624	249266	4,50	2,00	7,41	13,91	11,91	4,00	38	89	100	34
Produto A	10090813	248722	247230	5,92	1,00	3,17	10,09	9,09	4,00	65	68	99	44
Produto A	10090814	249474	250000	5,33	1,00	3,75	10,08	9,08	4,00	59	75	100	44
Produto A	10090816	249699	248029	4,50	1,00	3,08	8,58	7,58	4,00	59	89	99	52
		2534114	2528947	60,34	20,00	80,58	160,92	140,92	49,00	43	81	100	35

Nota: O revestimento do lote 10090818 do produto C não foi iniciado (não houve produção) porque o sistema de ar condicionado que atende a sala apresentou falhas. O lote foi processado no equipamento GS.

Quadro 14: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês outubro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10090841	248353	246921	4,00	3,00	17,92	24,92	21,92	4,00	18	100	99	18
Produto A	10090842	249249	248972	4,17	1,00	4,17	9,34	8,34	4,00	50	96	100	48
Produto A	10090843	248498	247877	4,92	1,00	3,09	9,01	8,01	4,00	61	81	100	50
Produto A	10090846	248281	248902	4,16	1,00	3,66	8,82	7,82	4,00	53	96	100	51
Produto A	10090844	247226	246413	5,75	2,00	3,50	11,25	9,25	4,00	62	70	100	43
Produto C	10100882	148954	148567	8,25	4,00	21,33	33,58	29,58	6,50	28	79	100	22
Produto C	10100883	148669	0	8,25	2,00	9,00	19,25	17,25	6,50	48	79	0	0
Produto C	10100906	151044	0	6,75	1,00	7,08	14,83	13,83	6,50	49	96	0	0
Produto C	10100907	152448	152748	7,75	3,00	6,05	16,80	13,80	6,50	56	84	100	47
Produto C	10100908	146828	0	8,25	4,00	16,18	28,43	24,43	6,50	34	79	0	0
		1989550	1540400	62,25	22,00	91,98	176,23	154,23	52,50	40	84	77	26

Quadro 15: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês novembro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Placebo	10110947 ¹	0	0	0,00	7,17	55,58	62,75	55,58	0,00	0	0	0	0
		0	0	0,00	7,17	55,58	62,75	55,58	0,00	0	0	0	0

Nota: ¹ Conforme descrito no item 5.3.1.1, o tempo operacional referente a testes, cujos produtos não são vendidos é considerado tempo excluído, anulando os resultados dos índices e do indicador.

Quadro 16: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês dezembro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Placebo	10110974 ¹	0	0	0,00	10,67	103,16	113,83	103,16	0,00	0	0	0	0
		0	0	0,00	10,67	103,16	113,83	103,16	0,00	0	0	0	0

Nota: ¹ Conforme descrito no item 5.3.1.1, o tempo operacional referente a testes, cujos produtos não são vendidos é considerado tempo excluído, anulando os resultados dos índices e do indicador.

Quadro 17: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês janeiro/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	10121016	150871	148450	9,40	3,00	21,59	33,99	30,99	6,50	30	69	98	21
Produto C	10121020	149666	149513	7,26	3,00	8,25	18,51	15,51	6,50	47	90	100	42
Produto C	10121022	160871	150573	7,42	1,00	5,58	14,00	13,00	6,50	57	88	94	47
Produto C	10121029	149460	148465	8,25	2,00	6,09	16,34	14,34	6,50	58	79	99	45
Produto C	10121030	149834	150164	7,50	2,00	6,50	16,00	14,00	6,50	54	87	100	46
Produto C	10121028	153172	152389	7,50	2,00	3,50	13,00	11,00	6,50	68	87	99	59
Produto C	10121021	153024	151676	7,92	2,00	14,58	24,50	22,50	6,50	35	82	99	29
Produto C	10121031	150874	150736	8,00	3,00	5,50	16,50	13,50	6,50	59	81	100	48
Produto C	11010009	151667	151547	7,17	1,00	3,33	11,50	10,50	6,50	68	91	100	62
Produto C	11010010	154500	153089	6,83	1,00	8,67	16,50	15,50	6,50	44	95	99	42
Produto C	11010033	153277	152883	7,83	1,00	3,67	12,50	11,50	6,50	68	83	100	56
Produto C	11010034	154264	153702	7,83	1,00	4,67	13,50	12,50	6,50	63	83	100	52
Produto C	11010035	152073	151691	6,67	2,00	5,33	14,00	12,00	6,50	56	97	100	54
		1983553	1964878	99,58	24,00	97,26	220,84	196,84	84,50	51	85	99	43

Quadro 18: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês fevereiro/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	11010046	153628	153051	7,16	3,00	7,58	17,74	14,74	6,50	49	91	100	44
Produto C	11010059	152583	152470	7,75	2,00	15,25	25,00	23,00	6,50	34	84	100	28
Produto C	11020098	146232	145988	7,33	3,00	14,08	24,41	21,41	6,50	34	89	100	30
Produto C	11020099	149378	149673	7,84	1,00	8,50	17,34	16,34	6,50	48	83	100	40
		601821	601182	30,08	9,00	45,41	84,49	75,49	26,00	40	86	100	34

Quadro 19: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês março/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	11020100	147851	113389	7,00	0,00	10,67	17,67	17,67	6,50	40	93	77	28
Produto C	11020101	151080	151471	8,25	1,00	4,33	13,58	12,58	6,50	66	79	100	52
Produto C	11020102	149461	149196	7,75	4,00	18,67	30,42	26,42	6,50	29	84	100	25
Produto C	11020104	153632	152640	7,32	1,00	5,16	13,48	12,48	6,50	59	89	99	52
Produto C	11020103	150083	149522	6,92	3,00	7,16	17,08	14,08	6,50	49	94	100	46
Produto C	11020105	153389	152342	5,83	5,00	23,59	34,42	29,42	6,50	20	100	99	20
Produto C	11020106	151724	151812	9,25	2,00	24,09	35,34	33,34	6,50	28	70	100	19
Produto C	11020107	155949	0	7,49	2,00	6,18	15,67	13,67	6,50	55	87	0	0
Produto C	11030123	156500	155620	7,50	1,00	4,00	12,50	11,50	6,50	65	87	99	56
Produto C	11030124	154971	154197	5,91	4,00	4,91	14,82	10,82	6,50	55	100	100	54
		1524640	1330189	73,22	23,00	108,76	204,98	181,98	65,00	40	89	87	31

Quadro 20: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês abril/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto H	11040197	490843	454108	8,33	4,00	33,00	45,33	41,33	6,83	20	82	93	15
Produto H	11040198	496890	489554	6,83	2,00	7,84	16,67	14,67	6,83	47	100	99	46
		987733	943662	15,16	6,00	40,84	62,00	56,00	13,66	27	90	96	23

Quadro 21: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês maio/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	11030125	151012	115877	8,83	3,00	21,00	32,83	29,83	6,50	30	74	77	17
Produto C	11030126	152040	111152	9,00	0,00	5,83	14,83	14,83	6,50	61	72	73	32
Produto C	11030127	0	0	0,00	0,00	4,50	4,50	4,50	0,00	0	0	0	0
Produto C	11030128	0	0	0,00	1,00	12,17	13,17	12,17	0,00	0	0	0	0
Placebo	11050318	0	0	0,00	11,50	27,33	38,83	27,33	0,00	0	0	0	0
Produto C	11030129	152206	151879	11,50	4,00	15,67	31,17	27,17	6,50	42	57	100	24
Produto C	11030130	155071	154823	8,25	0,00	3,08	11,33	11,33	6,50	73	79	100	57
Produto C	11030131	148735	149084	7,58	2,00	2,67	12,25	10,25	6,50	74	86	100	63
Produto C	11040249	149750	149552	6,91	0,00	3,76	10,67	10,67	6,50	65	94	100	61
Produto C	11040250	149460	149595	7,17	2,00	4,08	13,25	11,25	6,50	64	91	100	58
Produto C	11040251	150167	150324	6,92	2,00	4,17	13,09	11,09	6,50	62	94	100	59
Produto C	11040252	150375	150653	6,41	2,00	3,42	11,83	9,83	6,50	65	100	100	65
		1358816	1282939	72,57	27,50	107,68	207,75	180,25	58,50	40	81	94	31

Notas: O processamento dos lotes 11030127 e 11030128 do produto C não foi realizado porque o equipamento apresentou falhas. Os lotes foram revestidos no equipamento GS. O tempo operacional do lote 11050318 de placebo é considerado tempo excluído, anulando os resultados dos índices e do indicador.

Quadro 22: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês junho/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto B	11060333	496386	494466	6,33	4,00	62,58	72,91	68,91	6,33	9	100	100	9
Produto C	11040253	152377	152071	6,75	4,00	48,42	59,17	55,17	6,50	12	96	100	12
Produto C	11040254	152333	151835	7,66	2,00	5,92	15,58	13,58	6,50	56	85	100	48
Produto C	11040255	141506	139291	8,17	0,00	4,83	13,00	13,00	6,50	63	80	98	49
Produto C	11040256	149497	149273	7,08	2,00	3,17	12,25	10,25	6,50	69	92	100	63
Produto C	11040257	150634	149571	7,66	2,00	3,76	13,42	11,42	6,50	67	85	99	57
Produto C	11040259	154279	154996	5,58	2,00	3,34	10,92	8,92	6,50	63	100	100	63
Produto C	11040261	152017	150163	9,00	1,00	4,17	14,17	13,17	6,50	68	72	99	49
Produto C	11040262	143990	145328	8,25	2,00	37,51	47,76	45,76	6,50	18	79	101	14
Produto C	11050265	148612	147600	6,67	1,00	3,00	10,67	9,67	6,50	69	97	99	67
		1841631	1834594	73,15	20,00	176,70	269,85	249,85	64,83	29	89	100	26

Quadro 23: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento Eurovent – mês julho/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	11060405	150669	150611	6,83	3,00	5,83	15,66	12,66	6,50	54	95	100	51
Produto C	11060407	150794	151267	7,08	2,00	12,08	21,16	19,16	6,50	37	92	100	34
Produto C	11060404	143933	139984	6,92	1,00	5,59	13,51	12,51	6,50	55	94	97	51
Produto C	11060406	144869	145049	7,58	2,00	6,75	16,33	14,33	6,50	53	86	100	45
Produto C	11050266	150084	150701	7,41	2,00	12,84	22,25	20,25	6,50	37	88	100	32
Produto C	11060408	149456	148896	8,16	3,00	16,42	27,58	24,58	6,50	33	80	100	26
Produto C	11060409	150373	151223	5,67	2,00	4,17	11,84	9,84	6,50	58	100	100	58
Produto C	11060410	152817	151461	8,09	1,00	10,00	19,09	18,09	6,50	45	80	99	36
Produto C	11060411	152141	151684	7,25	1,00	5,92	14,17	13,17	6,50	55	90	100	49
Produto C	11060413	153691	152600	8,50	2,00	3,34	13,84	11,84	6,50	72	76	99	55
Produto C	11060415	151886	151100	7,08	0,00	2,92	10,00	10,00	6,50	71	92	99	65
Produto C	11060412	150624	116060	8,33	1,00	3,25	12,58	11,58	6,50	72	78	77	43
Produto C	11060414	151122	135028	6,92	2,00	11,50	20,42	18,42	6,50	38	94	89	32
Produto C	11060416	149700	147981	7,17	2,00	3,75	12,92	10,92	6,50	66	91	99	59
Produto C	11040260	147064	147064	5,83	1,00	4,41	11,24	10,24	6,50	57	100	100	57
Produto C	11040258	141833	142962	6,92	0,00	8,83	15,75	15,75	6,50	44	94	100	41
Produto C	11020107X	155400	123514	4,67	1,00	5,50	11,17	10,17	4,67	46	100	79	36
Produto C	11060417	149330	149100	5,75	1,00	1,58	8,33	7,33	6,50	78	100	100	78
		2695786	2606285	126,16	27,00	124,68	277,84	250,84	115,17	50	91	97	44

APÊNDICE D – PLANILHAS DE CÁLCULO DA OEE - EQUIPAMENTO DE REVESTIMENTO GS

Quadro 24: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês julho/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10060492	248952	249337	6,25	2,00	5,16	13,41	11,41	5,75	55	92	100	50
Produto A	10060493	246875	245283	6,17	1,00	5,00	12,17	11,17	5,75	55	93	99	51
Produto A	10060494	248876	248752	5,75	1,00	3,34	10,09	9,09	5,75	63	100	100	63
Produto B	10060617	480204	478626	5,75	2,00	14,09	21,84	19,84	4,00	29	70	100	20
Produto B	10060618	487059	484351	4,50	1,00	1,83	7,33	6,33	4,00	71	89	99	63
Produto B	10060619	490873	486923	4,00	1,00	7,91	12,91	11,91	4,00	34	100	99	33
Produto B	10060620	484047	486311	4,24	1,00	3,83	9,07	8,07	4,00	53	94	100	50
Produto B	10060622	487352	485714	4,00	1,00	3,51	8,51	7,51	4,00	53	100	100	53
Produto B	10060621	500000	501186	4,25	1,00	2,17	7,42	6,42	4,00	66	94	100	62
Produto B	10060623	487640	485714	4,25	1,00	5,50	10,75	9,75	4,00	44	94	100	41
Produto B	10060624	497600	494118	5,25	1,00	2,17	8,42	7,42	4,00	71	76	99	54
Produto B	10060625	499600	498047	4,00	2,00	4,50	10,50	8,50	4,00	47	100	100	47
Produto B	10060626	489286	488417	4,16	1,00	1,84	7,00	6,00	4,00	69	96	100	67
Produto B	10060627	494466	499414	4,08	1,00	4,42	9,50	8,50	4,00	48	98	100	47
Produto B	10060628	491270	488224	4,58	1,00	3,17	8,75	7,75	4,00	59	87	99	51
Produto B	10060629	501619	502372	4,83	1,00	3,34	9,17	8,17	4,00	59	83	100	49
Produto B	10060630	499598	497647	4,00	1,00	2,84	7,84	6,84	4,00	58	100	100	58
Produto B	10060631	495200	494922	4,59	1,00	7,84	13,43	12,43	4,00	37	87	100	32
Produto B	10060632	498000	500784	4,33	0,00	2,08	6,41	6,41	4,00	68	92	100	62
Produto A	10070674	253354	249485	4,75	4,00	15,42	24,17	20,17	4,00	24	84	98	20
Produto A	10070676	250000	250963	5,25	1,00	1,67	7,92	6,92	4,00	76	76	100	58
Produto A	10070677	251667	250000	4,00	0,00	1,84	5,84	5,84	4,00	68	100	99	68
Produto A	10070679	248411	246041	5,00	1,00	1,83	7,83	6,83	4,00	73	80	99	58
Produto A	10070680	247690	247959	4,33	1,00	1,67	7,00	6,00	4,00	72	92	100	67
Produto A	10070681	247904	247801	4,25	1,00	1,91	7,16	6,16	4,00	69	94	100	65
Produto A	10070683	245982	248235	4,25	2,00	4,84	11,09	9,09	4,00	47	94	100	44
Produto A	10070685	249398	248824	5,01	1,00	4,43	10,44	9,44	4,00	53	80	100	42
Produto A	10070687	247826	248235	4,51	1,00	2,50	8,01	7,01	4,00	64	89	100	57
Produto A	10070689	249925	247788	5,57	1,00	10,67	17,24	16,24	4,00	34	72	99	24
Produto A	10070690	249249	248673	4,50	1,00	2,50	8,00	7,00	4,00	64	89	100	57
Produto A	10070691	245171	246266	4,00	1,00	3,01	8,01	7,01	4,00	57	100	100	57
Produto A	10070693	244627	244714	4,25	1,00	1,83	7,08	6,08	4,00	70	94	100	66
Produto A	10070694	249175	249485	4,50	1,00	1,83	7,33	6,33	4,00	71	89	100	63
Produto A	10070695	247085	246266	4,50	1,00	2,01	7,51	6,51	4,00	69	89	100	61
		12355981	12336877	157,65	39,00	142,50	339,15	300,15	141,25	53	90	100	47

Nota: A partir do lote 10070674 do produto A, houve alteração do tempo teórico de revestimento em função da redução da quantidade de suspensão a ser aplicada no produto.

Quadro 25: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês agosto/2010 - parte 1 / 2

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10070697	245902	245852	5,26	2,00	7,50	14,76	12,76	4,00	41	76	100	31
Produto A	10070698	247904	247291	5,33	1,00	2,18	8,51	7,51	4,00	71	75	100	53
Produto A	10070699	245902	247291	5,42	1,00	3,67	10,09	9,09	4,00	60	74	100	44
Produto A	10070700	245753	244348	5,08	2,00	6,75	13,83	11,83	4,00	43	79	99	34
Produto A	10070701	259791	261029	5,41	1,00	3,42	9,83	8,83	4,00	61	74	100	45
Produto A	10070702	251092	250927	4,42	1,00	2,00	7,42	6,42	4,00	69	90	100	62
Produto A	10070703	258122	255652	5,58	1,00	3,84	10,42	9,42	4,00	59	72	99	42
Produto A	10070704	256195	257019	4,33	1,00	2,17	7,50	6,50	4,00	67	92	100	62
Produto A	10070705 ¹	0	0	0,00	1,00	2,50	3,50	2,50	0,00	0	0	0	0
Produto A	10070706 ¹	0	0	0,00	1,00	8,50	9,50	8,50	0,00	0	0	0	0
Produto A	10070721	260693	257726	4,33	2,00	7,68	14,01	12,01	4,00	36	92	99	33
Produto A	10070722	260752	259064	5,58	1,00	2,25	8,83	7,83	4,00	71	72	99	51
Produto A	10070723	255102	264254	6,33	2,00	6,01	14,34	12,34	4,00	51	63	100	32
Produto A	10070724	259314	256957	4,58		1,92	6,50	6,50	4,00	70	87	99	61
Produto A	10070705 ²	0	0	0,00	1,00	24,17	25,17	24,17	0,00	0	0	0	0
Produto A	10070707	259077	260117	5,00	1,00	1,58	7,58	6,58	4,00	76	80	100	61
Produto A	10070725	257949	256440	5,00	1,00	5,25	11,25	10,25	4,00	49	80	99	39
Produto A	10070714	259581	259031	6,00	2,00	3,17	11,17	9,17	4,00	65	67	100	44
Produto A	10070715	260928	260588	5,24	1,00	3,34	9,58	8,58	4,00	61	76	100	47
Produto A	10070716	260629	257490	5,33	1,00	1,83	8,16	7,16	4,00	74	75	99	55
Produto A	10070726	258990	260850	4,42	1,00	2,83	8,25	7,25	4,00	61	90	100	55
Produto A	10070727	263278	262186	4,42	1,00	3,26	8,68	7,68	4,00	58	90	100	52
Produto A	10070717	260239	258540	4,16	1,00	2,59	7,75	6,75	4,00	62	96	99	59
Produto A	10070728	260030	259057	4,84	1,00	2,59	8,43	7,43	4,00	65	83	100	54
Produto A	10070729	261169	258079	5,41	1,00	3,16	9,57	8,57	4,00	63	74	99	46

Quadro 25: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês agosto/2010 - parte 2 / 2

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10070705	257973	260725	4,33	1,00	2,67	8,00	7,00	4,00	62	92	100	57
Produto A	10070730	259910	259118	4,92	1,00	3,50	9,42	8,42	4,00	58	81	100	47
Produto A	10070732	257571	258468	4,92	2,25	6,41	13,58	11,33	4,00	43	81	100	35
Produto A	10070733	258045	255102	4,91	1,00	3,09	9,00	8,00	4,00	61	81	99	49
Produto A	10070731	258621	258053	4,83	1,00	3,00	8,83	7,83	4,00	62	83	100	51
Produto A	10070706	258744	257394	5,00	2,00	6,64	13,64	11,64	4,00	43	80	99	34
Produto A	10070708	259520	260593	4,34	1,00	2,00	7,34	6,34	4,00	68	92	100	63
Produto A	10070710	259641	263205	5,00	1,00	3,84	9,84	8,84	4,00	57	80	100	45
Produto A	10070711	262085	261944	4,67	1,00	2,17	7,84	6,84	4,00	68	86	100	58
Produto A	10070709	259549	256745	5,84	1,00	3,17	10,01	9,01	4,00	65	68	99	44
Produto A	10070712	258921	257372	5,01	1,00	1,84	7,85	6,85	4,00	73	80	99	58
Produto A	10070713	260000	260266	4,92	1,00	3,67	9,59	8,59	4,00	57	81	100	47
Produto A	10070718	261712	260997	4,75	1,00	9,92	15,67	14,67	4,00	32	84	100	27
Produto A	10070719	259403	260117	4,83	1,00	2,17	8,00	7,00	4,00	69	83	100	57
Produto A	10070720	247068	245468	4,91	1,00	1,92	7,83	6,83	4,00	72	81	99	58
Produto A	10080758	256090	255360	4,83	2,00	3,51	10,34	8,34	4,00	58	83	100	48
Produto A	10080759	249850	251403	4,83		2,01	6,84	6,84	4,00	71	83	100	58
Produto A	10080761	246567	246131	4,84	2,00	4,17	11,01	9,01	4,00	54	83	100	44
Produto A	10080762	247605	248971	4,84	1,00	2,17	8,01	7,01	4,00	69	83	100	57
Produto A	10080760	252790	251029	3,93	1,00	4,25	9,18	8,18	4,00	48	100	99	48
Produto A	10080763	248348	248895	3,83	2,00	7,67	13,50	11,50	4,00	33	100	100	33
Produto A	10080764	247669	247352	4,75	1,00	2,42	8,17	7,17	4,00	66	84	100	56
Produto A	10080765	248054	246361	4,75	1,00	5,09	10,84	9,84	4,00	48	84	99	40
		11524128	11510857	221,25	56,25	201,46	478,96	422,71	180,00	52	81	100	43

Notas:

¹ O revestimento dos lotes não foi realizado porque o aspecto dos comprimidos apresentava-se diferenciado e foi aguardada a verificação do Setor de Controle em Processo.

² O lote não foi processado porque o Álcool 96 % (utilizado no preparo da suspensão) apresentou aspecto não conforme. Foi aguardada a avaliação do Setor de Controle em Processo.

Quadro 26: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês setembro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10040254R	256541	253519	5,58	4,00	14,09	23,67	19,67	4,00	28	72	99	20
Produto B	10040286R	466798	458935	4,16	2,00	10,33	16,49	14,49	4,00	29	96	98	27
Produto A	10090801	249168	246559	5,00	3,00	24,08	32,08	29,08	4,00	17	80	99	14
Produto A	10090802	247447	248378	5,42	1,00	2,25	8,67	7,67	4,00	71	74	100	52
Produto A	10090803	0	0	0,00	1,00	3,50	4,50	3,50	0,00	0	0	0	0
Produto A	10090804	245564	244787	4,75	1,00	1,33	7,08	6,08	4,00	78	84	100	66
Produto C	10090818	150415	150448	14,59	4,00	12,00	30,59	26,59	12,01	55	82	100	45
Produto C	10090819	155155	154269	12,33	2,00	6,18	20,51	18,51	12,01	67	97	99	65
Produto A	10090807	252496	251994	4,42	6,00	55,34	65,76	59,76	4,00	7	90	100	7
Produto A	10090811	239098	240444	4,59	0,00	1,92	6,51	6,51	4,00	71	87	100	61
Produto A	10090815	248580	246232	5,41	2,00	5,59	13,00	11,00	4,00	49	74	99	36
Produto A	10090803	247164	248824	5,08	0,00	2,25	7,33	7,33	4,00	69	79	100	55
Produto A	10090838	250226	249046	4,50	2,00	8,00	14,50	12,50	4,00	36	89	100	32
Produto A	10090839	248580	249048	4,25	1,00	2,67	7,92	6,92	4,00	61	94	100	58
		3257232	3242483	80,08	29	149,53	258,61	229,61	68,0	35	85	100	29

Nota: O revestimento do lote 10090803 do produto A não foi iniciado porque o aspecto dos comprimidos apresentava-se diferenciado e foi aguardada a verificação do Setor de Controle em Processo.

Quadro 27: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês outubro/2010 – parte 1 / 2

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10090840	249025	250000	4,42	1,00	4,74	10,16	9,16	4,00	48	90	100	44
Produto A	10090841	0	0	0,00		6,84	6,84	6,84	0,00	0	0	0	0
Produto A	10090847	247164	247153	5,25	1,00	2,67	8,92	7,92	4,00	66	76	100	51
Produto A	10090848	247156	246559	5,25	1,00	1,67	7,92	6,92	4,00	76	76	100	58
Produto A	10090845	247384	248895	4,34	1,00	3,00	8,34	7,34	4,00	59	92	100	54
Produto A	10090850	248799	250295	4,34	1,00	2,75	8,09	7,09	4,00	61	92	100	56
Produto A	10090851	249399	251036	4,00	1,00	4,67	9,67	8,67	4,00	46	100	100	46

Quadro 27: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês outubro/2010 – parte 2 / 2

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10090852	249249	248458	4,17	1,00	2,50	7,67	6,67	4,00	63	96	100	60
Produto A	10090849	247605	245428	4,41	2,00	9,42	15,83	13,83	4,00	32	91	99	29
Produto A	10090877	248653	248094	4,33	3,00	12,84	20,17	17,17	4,00	25	92	100	23
Produto A	10090878	249399	248824	4,42	1,00	2,83	8,25	7,25	4,00	61	90	100	55
Produto A	10090879	248653	246143	4,84	1,00	5,49	11,33	10,33	4,00	47	83	99	38
Produto A	10090880	246945	247361	4,50	1,00	2,34	7,84	6,84	4,00	66	89	100	58
Produto A	10090881	247384	248164	4,34	1,00	2,93	8,27	7,27	4,00	60	92	100	55
Produto B	10090860	496400	495720	4,66	2,00	16,59	23,25	21,25	4,00	22	86	100	19
Produto B	10090861	498400	496887	4,25	1,00	2,75	8,00	7,00	4,00	61	94	100	57
Produto B	10090862	495600	492607	4,42	1,00	5,09	10,51	9,51	4,00	46	90	99	42
Produto B	10090863	495219	497255	4,00	1,00	4,18	9,18	8,18	4,00	49	100	100	49
Produto B	10090864	496414	498047	4,33	1,00	2,17	7,50	6,50	4,00	67	92	100	62
Produto B	10090865	496800	495703	4,08	1,00	2,67	7,75	6,75	4,00	60	98	100	59
Produto B	10090866	493651	494531	4,00	1,00	2,34	7,34	6,34	4,00	63	100	100	63
Produto B	10090867	500000	500000	4,00	1,00	3,17	8,17	7,17	4,00	56	100	100	56
Produto B	10090868	504435	503162	5,00	1,00	4,41	10,41	9,41	4,00	53	80	100	42
Produto B	10090869	502008	504331	4,17	2,00	4,08	10,25	8,25	4,00	51	96	100	48
Produto B	10090870	492659	495703	4,66	1,00	4,42	10,08	9,08	4,00	51	86	100	44
Produto B	10090871	492829	494531	4,00	1,00	3,00	8,00	7,00	4,00	57	100	100	57
Produto B	10090872	496800	498039	5,25	1,00	4,08	10,33	9,33	4,00	56	76	100	43
Produto B	10090873	492460	499608	3,67	1,00	3,85	8,52	7,52	4,00	49	100	100	49
Produto B	10090874	496800	495703	4,08	1,00	2,41	7,49	6,49	4,00	63	98	100	61
Produto B	10090875	500403	501186	4,09	1,00	2,33	7,42	6,42	4,00	64	98	100	62
Produto C	10100909	150623	142124	14,00	5,00	19,80	38,80	33,80	12,01	41	86	94	34
		11328316	11331547	141,27	39,00	152,03	332,30	293,30	128,01	48	91	100	44

Nota: O processamento do lote 10090841 do produto A não foi realizado devido ao travamento do motor do tambor do equipamento. O lote foi revestido no Eurovent.

Quadro 28: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês novembro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	10100910	150461	149469	13,67	3,00	47,83	64,50	61,50	12,01	22	88	99	19
Produto C	10090577R	139382	124178	16,24	3,00	6,00	25,24	22,24	12,01	73	74	89	48
Produto C	10110943	144519	142962	17,67	4,00	15,76	37,43	33,43	12,01	53	68	99	36
Produto C	10110944	147671	147502	13,25	3,00	4,09	20,34	17,34	12,01	76	91	100	69
Produto C	10110945	146218	143954	12,91	3,00	6,09	22,00	19,00	12,01	68	93	98	62
Produto C	10100939	148826	148541	13,74	3,00	8,25	24,99	21,99	12,01	62	87	100	55
Produto C	10110940	152652	152299	12,92	5,00	50,15	68,07	63,07	12,01	20	93	100	19
Produto C	10110966	147855	140968	12,01	2,00	5,16	19,17	17,17	12,01	70	100	95	67
Produto C	10110967	130427	130304	13,91	3,00	5,42	22,33	19,33	12,01	72	86	100	62
Produto C	10110968	150623	149756	13,32	3,00	8,15	24,47	21,47	12,01	62	90	99	56
		1458634	1429933	139,64	32,00	156,90	328,54	296,54	120,10	47	86	98	40

Quadro 29: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês dezembro/2010

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto C	10110983	146269	145458	12,42	2,00	52,25	66,67	64,67	12,01	19	97	99	18
Produto C	10110984	145244	144858	12,50	3,00	5,00	20,50	17,50	12,01	71	96	100	68
Produto C	10110996	146728	146179	13,67	3,00	43,93	60,60	57,60	12,01	24	88	100	21
Produto C	10110969	154000	144763	12,75	3,00	3,58	19,33	16,33	12,01	78	94	94	69
Produto C	10110997	149668	149223	13,84	6,00	44,67	64,51	58,51	12,01	24	87	100	20
Produto C	10121006	153479	153687	13,51	3,00	5,76	22,27	19,27	12,01	70	89	100	62
Produto C	10121007	152278	151900	16,59	2,00	3,33	21,92	19,92	12,01	83	72	100	60
Produto C	10121015	148553	148828	13,25	3,00	3,58	19,83	16,83	12,01	79	91	100	71
		1196219	1184896	108,53	25,00	162,10	295,63	270,63	96,08	40	89	99	35

Quadro 30: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês janeiro/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto B	10121012	480556	480934	5,08	3,00	38,41	46,49	43,49	4,00	12	79	100	9
Produto B	10121013	482937	483268	4,00	1,00	7,00	12,00	11,00	4,00	36	100	100	36
Produto B	10121014	492000	491016	4,17	2,00	4,09	10,26	8,26	4,00	50	96	100	48
		1455493	1455218	13,25	6,00	49,50	68,75	62,75	12,00	21	91	100	19

Quadro 31: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês fevereiro/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	10121017	244461	243192	5,25	3,00	26,33	34,58	31,58	4,00	17	76	99	13
Produto A	10121018	245740	244503	4,00	1,00	2,67	7,67	6,67	4,00	60	100	99	60
Produto A	10121019	244910	175698	5,50	1,00	3,34	9,84	8,84	4,00	62	73	72	32
Produto C	11010047	152464	152030	14,17	5,00	13,09	32,26	27,26	12,01	52	85	100	44
Produto C	11010048	154156	153092	14,00	3,00	9,01	26,01	23,01	12,01	61	86	99	52
Produto C	11010057	150748	149070	13,41	3,00	10,67	27,08	24,08	12,01	56	90	99	49
Produto C	11010049	152037	140668	13,58	3,00	7,34	23,92	20,92	12,01	65	88	93	53
Produto C	11010050	151947	151589	14,33	4,00	18,17	36,50	32,50	12,01	44	84	100	37
Produto C	11010058	151920	150215	16,25	3,00	3,25	22,50	19,50	12,01	83	74	99	61
Produto B	11020079	491200	485547	4,00	2,00	11,01	17,01	15,01	4,00	27	100	99	26
Produto B	11020080	493651	492607	4,17	2,00	4,00	10,17	8,17	4,00	51	96	100	49
Produto B	11020081	501613	500000	4,75	1,00	4,76	10,51	9,51	4,00	50	84	100	42
Produto B	11020082	500800	498039	5,50	1,00	2,50	9,00	8,00	4,00	69	73	99	50
Produto B	11020083	495181	492941	4,26	2,00	5,75	12,01	10,01	4,00	43	94	100	40
Produto B	11020084	495200	494862	4,50	1,00	6,17	11,67	10,67	4,00	42	89	100	37
Produto B	11020085	497189	496850	4,00	0,00	1,83	5,83	5,83	4,00	69	100	100	69
Produto B	11020086	494000	495652	4,17	1,00	11,83	17,00	16,00	4,00	26	96	100	25
		5617217	5516555	135,84	36,00	141,72	313,56	277,56	116,06	49	85	98	41

Quadro 32: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês março/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto B	11020087	495181	496063	4,58	1,00	3,75	9,33	8,33	4,00	55	87	100	48
Produto B	11020088	490361	486275	4,25	1,00	1,58	6,83	5,83	4,00	73	94	99	68
Produto B	11020089	500806	498810	4,92	1,00	3,00	8,92	7,92	4,00	62	81	100	50
Produto A	11030114	244713	243299	5,08	3,00	27,84	35,92	32,92	4,00	15	79	99	12
Produto A	11030115	244828	242482	4,25	1,00	5,66	10,91	9,91	4,00	43	94	99	40
Produto A	11030116	246557	247267	4,58	2,00	5,32	11,90	9,90	4,00	46	87	100	40
Produto A	11030117	247297	246471	5,50	2,00	5,09	12,59	10,59	4,00	52	73	100	38
Produto A	11030118	247455	246916	4,17	1,00	3,34	8,51	7,51	4,00	56	96	100	53
Produto A	11030119	246119	244541	4,33	1,00	3,67	9,00	8,00	4,00	54	92	99	50
Produto A	11030120	245672	246907	4,33	1,00	3,67	9,00	8,00	4,00	54	92	100	50
Produto A	11030121	247683	247145	4,17	1,00	3,41	8,58	7,58	4,00	55	96	100	53
Produto A	11030122	247904	247651	4,50	1,00	6,26	11,76	10,76	4,00	42	89	100	37
Produto A	11030145	247006	247141	4,33	2,00	45,26	51,59	49,59	4,00	9	92	100	8
Produto A	11030147	246716	246628	5,08	1,00	6,00	12,08	11,08	4,00	46	79	100	36
Produto A	11030146	248795	244259	4,42	2,00	4,51	10,93	8,93	4,00	49	90	98	44
		4447093	4431855	68,49	21,00	128,36	217,85	196,85	60,00	35	88	100	30

Quadro 33: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês abril/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	11030148	246796	245918	5,66	2,00	4,07	11,73	9,73	4,00	58	71	100	41
Produto A	11030149	246945	246755	5,00	2,00	9,33	16,33	14,33	4,00	35	80	100	28
Produto A	11030150	247376	246277	4,41	1,00	6,35	11,76	10,76	4,00	41	91	100	37
Produto A	11030151	247526	246324	4,34	1,00	3,75	9,09	8,09	4,00	54	92	100	49
Produto A	11030152	247463	246402	4,34	3,00	14,52	21,86	18,86	4,00	23	92	100	21
Produto A	11030153	245291	234631	4,50	1,00	2,50	8,00	7,00	4,00	64	89	96	55
Produto A	11030154	245427	242909	4,33	1,00	4,42	9,75	8,75	4,00	49	92	99	45
Produto A	11030155	243899	243924	4,42	2,00	4,67	11,09	9,09	4,00	49	90	100	44
Produto A	11030156	246547	245088	4,50	1,00	4,68	10,18	9,18	4,00	49	89	99	43
Produto A	11030157	246503	242649	3,92	1,00	3,49	8,41	7,41	4,00	53	100	98	52
Produto A	11030158	245783	237948	4,18	1,00	3,83	9,01	8,01	4,00	52	96	97	48
Produto A	11030159	247455	246843	4,25	1,00	9,66	14,91	13,91	4,00	31	94	100	29
Produto B	11030169	478486	477559	6,00	2,00	18,33	26,33	24,33	4,00	25	67	100	16
Produto B	11030170	494000	495238	4,92	2,00	17,58	24,50	22,50	4,00	22	81	100	18
Produto B	11030171	495984	494071	4,42	1,00	4,66	10,08	9,08	4,00	49	90	100	44
Produto B	11030172	493200	490551	4,08	1,00	3,92	9,00	8,00	4,00	51	98	99	50
Produto B	11030173	492632	494862	4,50	1,00	3,48	8,98	7,98	4,00	56	89	100	50
Produto B	11030174	493625	484556	4,00	1,00	2,84	7,84	6,84	4,00	58	100	98	57
Produto B	11030175	495014	493137	3,75	1,00	9,00	13,75	12,75	4,00	29	100	100	29
Produto A	11030161	246541	245294	4,00	2,00	13,75	19,75	17,75	4,00	23	100	99	22
Produto A	11030162	246556	245724	5,00	1,00	3,17	9,17	8,17	4,00	61	80	100	49
Produto A	11030163	241994	241790	4,91	1,00	4,25	10,16	9,16	4,00	54	81	100	44
Produto A	11030164	242961	241205	4,33	1,00	2,84	8,17	7,17	4,00	60	92	99	55
		7378004	7329655	103,76	31,00	155,09	289,85	258,85	92,00	40	89	99	35

Quadro 34: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês maio/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto Novo (teste)	11040215 ¹	0	0	0,00	3,91	3,83	7,74	3,83	0,00	0	0	0	0
Produto C	11030127	151159	150609	14,67	5,00	26,99	46,66	41,66	12,01	35	82	100	29
Produto C	11030128	155611	153802	12,92	2,50	9,00	24,42	21,92	12,01	59	93	99	54
Produto A	11050308	245808	246381	4,25	2,00	11,42	17,67	15,67	4,00	27	94	100	26
Produto A	11050309	248421	249777	4,51	1,00	3,66	9,17	8,17	4,00	55	89	100	49
Produto A	11050310	248187	248433	4,58	1,00	4,01	9,59	8,59	4,00	53	87	100	47
Produto A	11050311	252161	248440	5,75	1,00	3,00	9,75	8,75	4,00	66	70	99	45
Produto A	11050312	246777	245950	4,25	3,00	17,42	24,67	21,67	4,00	20	94	100	18
Produto A	11050313	251121	246058	4,83	2,00	4,17	11,00	9,00	4,00	54	83	98	44
Produto A	11050314	246726	247287	4,25	1,00	5,41	10,66	9,66	4,00	44	94	100	41
Produto A	11050315	246627	245015	4,17	1,00	5,50	10,67	9,67	4,00	43	96	99	41
Produto A	11050316	247147	245441	5,66	2,00	11,67	19,33	17,33	4,00	33	71	99	23
		2539745	2527193	69,84	21,50	102,25	193,59	172,09	60,02	41	86	100	35

Nota: ¹ Conforme descrito no item 5.3.1.1, o tempo operacional referente a testes, cujos produtos não são vendidos é considerado tempo excluído, anulando os resultados dos índices e do indicador.

Quadro 35: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês junho/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	11050317	248571	247781	3,83	2,00	14,00	19,83	17,83	4,00	21	100	100	21
Produto B	11060335	486853	489804	4,34	4,00	32,18	40,52	36,52	4,00	12	92	100	11
Produto B	11060334	506996	505263	5,00	1,00	3,41	9,41	8,41	4,00	59	80	100	47
Produto B	11060336	498394	496457	4,50	1,00	7,50	13,00	12,00	4,00	38	89	100	33
Produto B	11060337	497984	498008	3,75	1,00	4,75	9,50	8,50	4,00	44	100	100	44
Produto B	11060338	497590	496457	5,25	3,00	13,01	21,26	18,26	4,00	29	76	100	22
Produto B	11060339	501210	498024	4,42	1,00	5,16	10,58	9,58	4,00	46	90	99	41
Produto A	11050320	251286	250964	4,83	3,00	14,84	22,67	19,67	4,00	25	83	100	20
Produto A	11050321	250530	249555	4,66	2,00	6,49	13,15	11,15	4,00	42	86	100	36
Produto A	11050322	247376	245051	3,83	1,00	2,74	7,57	6,57	4,00	58	100	99	58
Produto A	11050323	251290	250522	6,00	2,00	5,16	13,16	11,16	4,00	54	67	100	36
Produto A	11050324	246988	246805	6,00	2,00	12,49	20,49	18,49	4,00	32	67	100	22
Produto A	11050325	250453	247493	4,83	1,00	3,25	9,08	8,08	4,00	60	83	99	49
Produto A	11050326	246970	242313	4,33	2,00	3,25	9,58	7,58	4,00	57	92	98	52
Produto A	11050327	235241	233752	5,59	1,00	4,34	10,93	9,93	4,00	56	72	99	40
Produto A	11050328	250228	248512	4,18	2,00	10,66	16,84	14,84	4,00	28	96	99	27
Produto A	11050329	249467	245643	4,57	2,00	7,17	13,74	11,74	4,00	39	88	98	34
Produto A	11060344	244294	244379	4,41	2,00	14,83	21,24	19,24	4,00	23	91	100	21
Produto A	11060345	246536	245294	4,33	1,00	5,34	10,67	9,67	4,00	45	92	99	41
Produto A	11060348	247121	243805	4,25	1,00	10,24	15,49	14,49	4,00	29	94	99	27
Produto A	11060347	249470	248368	4,41	1,00	8,75	14,16	13,16	4,00	34	91	100	30
		6704848	6674250	97,31	36,00	189,56	322,87	286,87	84,00	34	86	100	29

Quadro 36: Planilha de cálculo da OEE - equipamento de revestimento GS – mês julho/2011

Descrição	Lote	Quant Total	Quant Conf.	TEMPO OPERAC	TEMPO EXCL	PARADAS	TEMPO TOTAL	TEMPO DE CARGA	TEMPO TEÓRICO	DISP	EFIC	QUALID	OEE
Produto A	11060346	246177	246313	4,50	1,00	4,01	9,51	8,51	4,00	53	89	100	47
Produto A	11030160X	239549	237739	5,33	2,00	7,00	14,33	12,33	4,00	43	75	99	32
Produto A	11060349	250835	249851	4,59	2,00	14,17	20,76	18,76	4,00	24	87	100	21
Produto A	11060350	251061	250074	4,26	1,00	3,25	8,51	7,51	4,00	57	94	100	53
Produto A	11060351	248338	247485	4,50	1,00	12,34	17,84	16,84	4,00	27	89	100	24
Produto A	11060352	248416	247415	5,33	1,00	10,17	16,50	15,50	4,00	34	75	100	26
Produto A	11060353	249249	248311	5,42	3,00	14,00	22,42	19,42	4,00	28	74	100	21
		1733625	1727188	33,93	11,00	64,94	109,87	98,87	28,00	34	83	100	28

APÊNDICE E – DESCRIÇÃO DO GRÁFICO *BOX PLOT*

O gráfico de *box plot* fornece várias características de um conjunto de dados, tais como centro, dispersão, desvio da simetria e identificação de *outliers*. O *box plot* apresenta a mediana, o primeiro e o terceiro quartil, o mínimo e o máximo dos dados em uma caixa retangular, alinhados tanto horizontal quanto verticalmente (figura 12). A caixa inclui a amplitude interquartil, com o canto esquerdo (ou inferior) no primeiro quartil, Q1 e o canto direito (ou superior) no terceiro quartil, Q3. Uma linha é traçada através da caixa no segundo quartil (a mediana), Q2. Hastes são estendidas de cada extremidade da caixa. A haste inferior começa no primeiro quartil indo até o menor valor do conjunto de pontos dentro das faixas de 1,5 interquartil a partir do primeiro quartil. A haste superior começa no terceiro quartil indo até o maior valor do conjunto de pontos dentro das faixas de 1,5 interquartil a partir do terceiro quartil. Observações além da linha, porém a menos de 3 amplitudes interquartis da extremidade da caixa constituem *outliers* (MONTGOMERY e RUNGER, 2003).

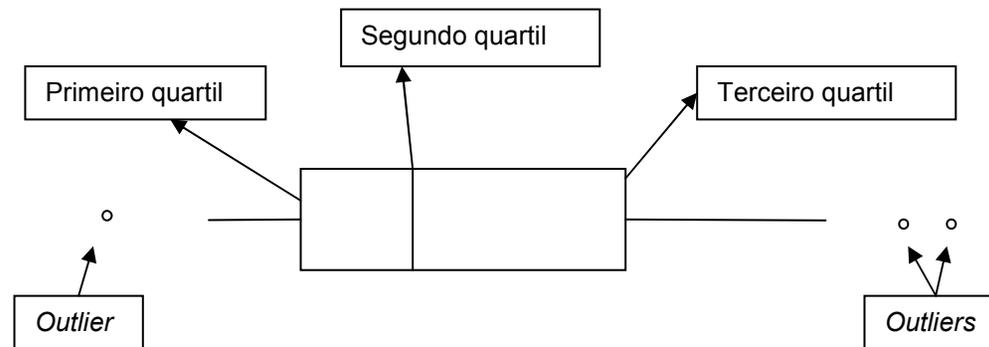


Figura 22: Descrição do gráfico *box plot*

Fonte: MONTGOMERY e RUNGER (2003)

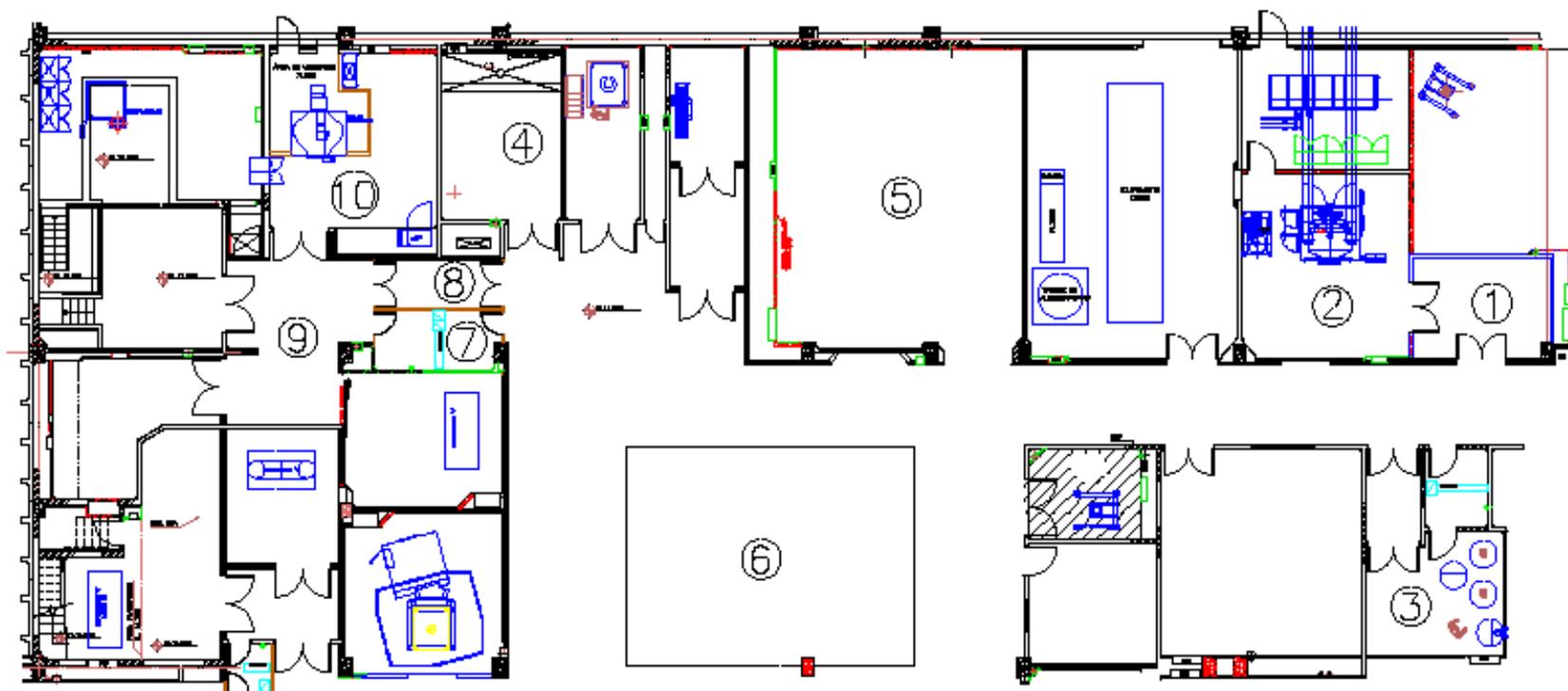
Os limites superior e inferior para identificação dos *outliers* são calculados conforme as equações 29 e 30 abaixo:

$$\text{Limite inferior} = Q1 - (1,5 \times H) \quad (29)$$

$$\text{Limite superior} = Q3 + (1,5 \times H) \quad (30)$$

Onde, Q1 = primeiro quartil, Q3 = terceiro quartil e H = amplitude dada pela diferença entre Q1 e Q3.

APÊNDICE F – PLANTA DO PRIMEIRO PAVIMENTO DO PRÉDIO 70



- 1 - Ante-sala de revestimento - equipamento Eurovent - 16.00m²
- 2 - Sala de revestimento - equipamento Eurovent - 47.48m²
- 3 - Sala de coleta de água purificada - 29.02m²
- 4 - Sala de lavagem de equipamentos - 20.40m²
- 5 - Área de armazenamento de Intermediários em quarentena - 75.85m²
- 6 - Área de armazenamento de intermediários aprovados - 84.64m²
- 7 - Ante-sala de pessoas - área de antirretrovirais - 7.65m²
- 8 - Ante-sala de materiais - área de antirretrovirais - 6.45m²
- 9 - Ante-retrovirais - área central - 22.38m²
- 10 - Sala de revestimento - equipamento GS - 29.51m²

Figura 23: Planta do primeiro pavimento do prédio 70

APÊNDICE G – ATIVIDADES DOS SET UPS PARCIAL E TOTAL DO EUROVENT

Quadro 37: Atividades do set up parcial do Eurovent – parte 1 / 2

Seqüência	Atividades	Tempo 1 (min)	Tempo 2 (min)	Tempo 3 (min)	Set up interno ou externo	Precedência
1	Chamar o Controle em Processo para inspecionar o aspecto dos comprimidos revestidos e amostrar o lote	2	9	2	externo	Término do resfriamento dos comprimidos
2	Preenchimento de registros de finalização do lote e remoção do lote para ante-sala	10	8	9	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
3	Inspeção de aspecto e amostragem do lote (realizados pelo Controle em Processo)	9	7	5	Interno	Término do descarregamento dos comprimidos
4	Pesagem do lote em balança localizada em área externa à sala, preenchimento de ficha técnica e transferência do lote para área de quarentena	23	25	25	Externo	3
5	Limpeza do agitador de preparo de suspensão na sala de lavagem	33	28	30	Externo	Transferência da suspensão para o agitador de aplicação
6	Desconectar o agitador de aplicação, as mangueiras e o suporte com as pistolas	4	4	5	Externo	Término da aplicação da suspensão
7	Realizar a limpeza do agitador de aplicação da suspensão, mangueiras e pistolas na sala de lavagem.	57	55	61	externo	6
8	Lubrificação e montagem das pistolas, realizadas na sala de lavagem. Retorno com agitador, mangueiras e suporte das pistolas para ante-sala	13	12	13	Externo	7
9	Limpeza superficial da sala	12	10	11	Interno	2
10	Posicionamento do agitador de aplicação da suspensão (travando o mesmo) e montagem das mangueiras	6	7	7	Externo	7
11	Montagem do suporte com as pistolas e ajustes das mesmas	9	7	6	Interno	8
12	Providenciar ou solicitar medidor TUP. Transferir o próximo lote com matéria-prima (para preparo da suspensão) e ficha técnica para ante-sala	5	7	9	Externo	9
13	Medição de temperatura, umidade e pressão diferencial; preenchimento dos registros iniciais do lote	22	25	20	Interno	9,12
14	Preparo da suspensão do próximo lote (incluindo 45 minutos de agitação)	79	75	74	Externo	12,13
15	Transferência da suspensão do agitador de preparo para o agitador de aplicação	15	15	15	Externo	10, 14
16	Aquecimento do tambor vazio e preenchimento de documentação	11	10	10	Interno	2, 9

Quadro 37: Atividades do *set up* parcial do Eurovent – parte 2 / 2

Seqüência	Atividades	Tempo 1 (min)	Tempo 2 (min)	Tempo 3 (min)	Set up interno ou externo	Precedência
17	Carregamento do tambor com comprimidos e preenchimento da documentação	14	18	19	Interno	12,16
18	Fixar lacres e etiquetas das barricas do produto na ficha técnica; enrolar e identificar sacos que continham o lote e matéria-prima (refugo)	15	14	16	Externo	17

Nota: medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

Quadro 38: Atividades do *set up* total do Eurovent – parte 1 / 2

Seqüência	Atividades	Tempo 1 (min)	Tempo 2 (min)	Tempo 3 (min)	Set up interno ou externo	Precedência
1	Chamar o Controle em Processo para inspecionar o aspecto dos comprimidos revestidos e amostrar o lote	2	9	2	Externo	Término do resfriamento dos comprimidos
2	Preenchimento de registros de finalização do lote e remoção do lote para ante-sala	10	8	9	Interno	Término do descarregamento dos comprimidos
3	Inspeção de aspecto e amostragem do lote (realizados pelo Controle em Processo)	9	7	5	Interno	Término do descarregamento dos comprimidos
4	Pesagem do lote em balança localizada em área externa à sala, preenchimento da ficha técnica e transferência do lote para área de quarentena	23	25	25	Interno	3
5	Limpeza do agitador de preparo de suspensão na sala de lavagem	33	28	30	Externo	Transferência da suspensão para o agitador de aplicação
6	Desconectar o agitador de aplicação, as mangueiras e o suporte com as pistolas	4	4	5	Externo	Término da aplicação da suspensão
7	Realizar a limpeza do agitador de aplicação da suspensão, mangueiras e pistolas na sala de lavagem.	57	55	61	Externo	6
8	Lubrificação e montagem das pistolas, realizadas na sala de lavagem. Retorno com agitador, mangueiras e suporte das pistolas para ante-sala	13	12	13	Externo	7
9	Limpeza do carrinho com balança e bomba peristáltica	11	9	8	Interno	Término da aplicação da suspensão
10	Limpeza do tambor e da peça de descarga	173	161	158	Interno	2
11	Desmontagem, limpeza e montagem da coifa de exaustão	14	15	22	Interno	10
12	Secagem do tambor	30	30	30	Interno	11
13	Limpeza da sala	92	89	84	Interno	2

Quadro 38: Atividades do *set up* total do Eurovent – parte 2 / 2

Seqüência	Atividades	Tempo 1 (min)	Tempo 2 (min)	Tempo 3 (min)	Set up interno ou externo	Precedência
14	Limpeza da ante-sala	76	69	78	Interno	2
15	Posicionamento do agitador de aplicação da suspensão (travando o mesmo) e montagem das mangueiras	6	7	7	Externo	7
16	Montagem do suporte com as pistolas e ajustes das mesmas	8	9	11	Interno	8
17	Providenciar ou solicitar medidor TUP. Transferir o próximo lote com a matéria-prima (para o preparo da suspensão) e ficha técnica para ante-sala	5	7	9	Externo	13,14
18	Medição de temperatura, umidade e pressão diferencial; preenchimento dos registros iniciais do lote	22	25	20	Interno	13,14,17
19	Preparo da suspensão do próximo lote (incluindo 45 minutos de agitação)	79	75	74	Externo	17,18
20	Transferência da suspensão do agitador de preparo para o agitador de aplicação	15	15	15	Externo	15, 19
21	Aquecimento do tambor vazio e preenchimento de documentação	11	10	10	Interno	2, 13,14
22	Carregamento do tambor com comprimidos e preenchimento da documentação	14	18	19	Interno	17,21
23	Fixar lacres e etiquetas das barricas do produto na ficha técnica; enrolar e identificar sacos que continham o lote e matéria-prima (refugo)	15	14	16	Externo	22

Nota: medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

APÊNDICE H – ATIVIDADES DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO EUROVENT

Quadro 39: Atividades da proposta de troca parcial do Eurovent

Seqüência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Seqüência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
1 O	Antes do término da aplicação da suspensão, prepara as barricas para o acondicionamento do lote	14	_____	1 A	Busca o medidor TUP e entrega ao operador	5	_____
2 O	Durante a secagem, desconecta o agitador de aplicação e as mangueiras. Após a secagem, desconecta o suporte com as pistolas. Transfere o agitador, as pistolas e mangueiras para ante-sala	8	Término da aplicação da suspensão	2 A	Coleta água purificada e coloca na sala de lavagem	6	_____
3 O	Aciona o resfriamento do equipamento e busca matéria-prima e ficha técnica para preparo da suspensão do próximo lote	8	2 O	3 A	Busca material necessário para limpeza da sala e deixa na ante-sala	5	_____
4 O	Mede TUP da sala de preparo de suspensão e preenche documentação	10	1 A	4 A	Transporta o agitador de aplicação, as mangueiras e o suporte com as pistolas para sala de lavagem. Realiza a limpeza	55	2 O, 2 A
5 O	Prepara suspensão, preenche documentação e retorna para a sala de revestimento com o medidor TUP	26	3 O, 4 O	5 A	Lubrifica e monta as pistolas e retorna com agitador, mangueiras e suporte das pistolas para ante-sala	12	4 A
6 O	Descarrega o lote, deixa na ante-sala e preenche documentação	24	Término do resfriamento	6 A	Chama o Controle em Processo para inspecionar o aspecto dos comprimidos	3	Finalização ou término do resfriamento
7 O	Posiciona o agitador (travando o mesmo), monta as mangueiras e o suporte com as pistolas. Ajusta as pistolas	11	4 A, 5 A	7 A	Acessa a sala	3	_____
8 O	Aquece o tambor vazio. Em paralelo, verifica condições ambientais da sala	10	5 O, 6 O, 8 A	8 A	Realiza a limpeza superficial da sala	10	6 O, 3 A
9 O	Preenche registros iniciais do lote	8	7 O	9 A	Transfere para ante-sala o próximo lote	3	_____
10 O	Abastece o tambor	15	8 O, 9 O, 9 A	10 A	Transfere para ante-sala o agitador com a suspensão do próximo lote	2	5 O
11 O	Aquece os núcleos. Em paralelo, transfere a suspensão do agitador de preparo para o agitador de aplicação e preenche	15	10 O, 10 A	11 A	Pesa o lote anterior, preenchendo a documentação	24	6 O, 6 A e término da inspeção realizada pelo Controle em Processo
12 O	Durante a aplicação da suspensão, fixa etiquetas de identificação das barricas com os lacres na documentação e enrola sacos plásticos de refugio	14	10 O	12 A	Limpa o agitador de preparo da suspensão	33	11 O

Nota: medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

Quadro 40: Atividades da proposta de troca total do Eurovent – parte 1 / 2

Sequência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Sequência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
1O	Antes do término da aplicação da suspensão, prepara as barricas para o acondicionamento do lote.	16	_____	1A	Busca o medidor TUP e entrega ao operador	3	_____
2O	Durante a secagem, desconecta o agitador de aplicação e as mangueiras. Após a secagem, desconecta o suporte com as pistolas. Transfere o agitador, as pistolas e mangueiras para ante-sala	8	Término da aplicação da suspensão	2A	Providencia material necessário para troca (agentes de limpeza, rodo, tecido para limpeza, lava-jato, aspirador de água etc) e deixa na ante-sala	45	_____
3O	Aciona o resfriamento do equipamento e busca matéria-prima e ficha técnica para preparo da suspensão do próximo lote	9	2O	3A	Coleta água purificada e coloca na sala de lavagem	7	_____
4O	Mede TUP da sala de preparo de suspensão e preenche documentação	11	1A	4A	Comunica o Controle em Processo que o lote será descarregado	2	Finalização ou término do resfriamento
5O	Prepara suspensão, preenche documentação, retorna para a sala de revestimento e devolve medidor TUP na sala da supervisão	28	3O, 4O	5A	Transporta o agitador de aplicação, as mangueiras e o suporte com as pistolas para sala de lavagem. Realiza a limpeza do agitador e das mangueiras	31	2O,3A
6O	Descarrega o lote, deixa na ante-sala e preenche documentação	28	Término do resfriamento	6A	Coleta água potável quente e deixa na ante-sala	8	_____
7O	Conecta braço com spray ball e mangueiras de água purificada para realização do CIP	12	6O	7A	Desmonta, limpa, lubrifica e monta as pistolas. Guarda o agitador, mangueiras e suporte das pistolas na sala de equipamentos limpos	25	3A,5A
8O	Realiza a limpeza semi-automática do tambor do equipamento. Em paralelo, limpa peça de descarga, remove carrinho de materiais para ante-sala e limpa a sala	104	7O,2A,6A	8A	Retira o lote anterior da ante-sala, pesa e transfere o lote para área de quarentena	26	6O,4A, término da inspeção realizada pelo Controle em Processo

Quadro 40: Atividades da proposta de troca total do Eurovent – parte 2 / 2

Sequência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Sequência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
9 O	Drena tubulações de água e sacode os filtros da exaustão.	6	8 O	9 A	Organiza e limpa carrinho de materiais	7	8 O
10 O	Desmonta coifa de exaustão com auxílio do apoio	3	8 O, 11 A	10 A	Limpa a ante-sala e leva os materiais de limpeza que já foram utilizados para sala de lavagem	53	2 A, 8A
11 O	Finaliza a limpeza da coifa de exaustão com álcool 70%	13	10 O	11 A	Acessa a sala	4	10 A
12 O	Monta a coifa de exaustão com auxílio do apoio	2	11 O	12 A	Desmonta coifa com operador	3	11 A
13 O	Finaliza a limpeza do piso da sala com álcool 70%	9	12 O, 13 A	13 A	Limpa carrinho com bomba peristáltica e balança com álcool 70%	9	6 O
14 O	Remove o braço com <i>spray ball</i> . Posiciona o agitador (travando o mesmo), monta as mangueiras e o suporte com as pistolas. Ajusta as pistolas	15	8 O, 15 A	14 A	Monta coifa de exaustão com o operador	2	11 O
15 O	Aciona a secagem (aquecimento) do tambor. Enquanto seca o tambor, remove as mangueiras de água purificada na área técnica. Mede temperatura, umidade e pressão diferencial da sala e preenche os registros iniciais do lote	30	8 O, 12 O, 16 A	15 A	Transfere o agitador de aplicação, as mangueiras e o suporte com as pistolas da sala de guarda de equipamentos limpos para ante-sala	7	7 A, 10 A
16 O	Abastece o tambor	16	15 O, 18 A	16 A	Providencia o medidor TUP	4	_____
17 O	Aquece os núcleos. Em paralelo, transfere a suspensão do agitador de preparo para o agitador de aplicação e preenche documentação	15	16 O, 18 A	17 A	Guarda todos os materiais utilizados na limpeza	8	10 A
18 O	Durante a aplicação da suspensão, fixa etiquetas de identificação das barricas com os lacres na documentação e enrola sacos plásticos de refugo	15	16 O	18 A	Transfere para ante-sala o próximo lote e o agitador com a suspensão correspondente	7	5 O
				19 A	Calcula o rendimento do lote anterior	4	8 A, Cálculo do peso médio do lote realizado pelo Controle em Processo
				20 A	Limpa o agitador de preparo de suspensão quando estiver disponível	29	17 O

Nota: medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

APÊNDICE I – GRÁFICOS HOMEM-MÁQUINA DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO EUROVENT

Gráfico 22 : Gráfico homem-máquina - Eurovent - troca parcial - parte 1/2

Tempo	Operador	Apoio	Máquina			
Atividades						
00:05	Prepara barricas para o acondicionamento do lote	Em outras funções	Aplicação de suspensão			
00:10		Busca medidor TUP para operador				
00:15		Coleta água purificada e deixa na sala de lavagem; busca material necessário para limpeza e deixa na ante-sala				
00:20	Em processo					
00:25	Desconecta e coloca na ante-sala agitador, mangueiras e pistolas		Secagem dos comprimidos			
00:30						
00:35	Busca matéria-prima, mede TUP da sala de preparo de suspensões, prepara suspensão e retorna para sala de revestimento	Transporta o agitador, mangueiras e suporte de pistola para sala de lavagem; limpeza; lubrificação e montagem das pistolas e transferência para ante-sala	Resfriamento dos comprimidos			
00:40						
00:45						
00:50						
00:55						
01:00						
01:05						
01:10						
01:15						
01:20				Em processo		
01:25				Descarrega o lote		Descarga dos Comprimidos
01:30						

Gráfico 22 : Gráfico homem-máquina - Eurovent - troca parcial - parte 2/2

01:35			
01:40	Transfere lote para ante-sala e preenche documentação	Chama controle em processo e acessa sala de revestimento	
01:45			
01:50	Posiciona agitador; monta mangueiras e suporte das pistolas; ajusta pistolas	Limpa a sala	
01:55			
02:00	Aquece tambor vazio. Em paralelo, verifica condições ambientais da sala	Transfere para ante-sala próximo lote e agitador com suspensão	
02:05			
02:10	Preenche registros iniciais do lote	Pesa o lote anterior preenchendo documentação	
02:15	Abastece o tambor		
02:20			
02:25		Em outras funções	
02:30	Aquece os núcleos. Em paralelo transfere a suspensão do agitador de preparo para o de aplicação e preenche documentação		
02:35			
02:40			
02:45	Durante aplicação da suspensão fixa lacres e etiquetas das barricas na documentação; enrola sacos de refugo.	A partir deste momento o agitador de preparo de suspensão esta disponível para que o apoio realize a limpeza	Aplicação de suspensão
02:50			
02:55			
Utilização	100%	97%	69%
	Em operação		Em espera

Gráfico 23: Gráfico homem-máquina – Eurovent – troca total – parte 1/5

Tempo	Operador	Apoio	Máquina
Atividades			
00:05	Prepara barricas para o acondicionamento do lote	Em outras funções	Aplicação de suspensão
00:10			
00:15			
00:20			
00:25			
00:30	Desconecta e coloca na ante-sala agitador, mangueiras e pistolas	Busca medidor TUP para o operador	Secagem de comprimidos
00:35	Busca matéria-prima, mede TUP da sala de preparo de suspensões, prepara solução e retorna para sala de revestimento	Providencia material necessário para troca e deixa na ante-sala	
00:40			
00:45			
00:50			
00:55			
01:00			
01:05			
01:10			
01:15			
01:20			

Gráfico 23: Gráfico homem-máquina – Eurovent – troca total – parte 2/5

01:25	Em processo	Transfere agitador, mangueiras e suporte das pistolas para sala de lavagem. Limpa agitador e mangueiras	Descarga dos comprimidos
01:30	Descarrega o lote		
01:35			
01:40			
01:45	Transfere o lote para ante-sala e preenche documentação	Coleta água potável quente e deixa na ante-sala	
01:50			
01:55	Conecta o braço com spray ball e mangueiras de água purificada para realização de CIP	Desmonta, limpa, lubrifica e monta pistolas na sala de lavagem. Guarda agitador, mangueiras e suporte das pistolas na sala de equipamentos limpos	
02:00			
02:05			
02:10	Realiza limpeza semi-automática do tambor. Em paralelo, limpa peças da descarga, remove carrinho de materiais para ante-sala e limpa a sala	Pesa o lote anterior, preenche documentação e transfere para área de quarentena	
02:15			
02:20			
02:25			
02:30			
02:35			
02:40			

Gráfico 23: Gráfico homem-máquina – Eurovent – troca total – parte 3/5

02:45			
02:50			
02:55			
03:00		Organiza e limpa carrinho de materiais	
03:05		Limpa a ante-sala e leva os materiais de limpeza que já foram utilizados para sala de lavagem	
03:10			
03:15			
03:20			
03:25			
03:30			
03:35			
03:40			
03:45			
03:50	Drena tubulações de água e sacode filtros da exaustão do equipamento		
03:55		Acessa a sala	
04:00	Desmonta coifa de exaustão com apoio	Desmonta a coifa de exaustão com operador	
04:05	Finaliza limpeza da coifa com álcool 70%	Limpa carrinho com bomba peristáltica e balança com álcool 70%	

Gráfico 23: Gráfico homem-máquina – Eurovent – troca total – parte 4/5

04:10			
04:15	Monta coifa com apoio	Monta coifa com operador	
04:20	Finaliza limpeza do piso da sala com álcool 70%	Transfere agitador de aplicação, mangueiras e suporte com pistolas para ante-sala	
04:25		Providencia medidor TUP	
04:30	Remove braço com spray ball, posiciona agitador, monta mangueiras e suporte com pistolas e ajusta pistolas	Guarda todos os materiais utilizados na limpeza	
04:35			
04:40		Transfere para ante-sala o próximo lote e o agitador com a suspensão correspondente	
04:45	Aciona secagem do tambor. Em paralelo, remove mangueiras de água purificada do CIP; verifica condições ambientais da sala e preenche documentação	Calcula o rendimento do lote	
04:50		Em outras funções	
04:55			
05:00			
05:05			
05:10			
05:15	Abastece o tambor		
05:20			

Gráfico 23: Gráfico homem-máquina – Eurovent – troca total – parte 5/5

05:25			
05:30	Aquece os núcleos. Em paralelo, transfere a suspensão do agitador de preparo para o de aplicação		Aquecimento dos núcleos
05:35			
05:40			
05:45	Durante a aplicação da suspensão, fixa lacres e etiquetas das barricas na documentação; enrola sacos de refugo	A partir deste momento, o agitador de preparo de suspensão está disponível para que o apoio realize a limpeza	Aplicação de suspensão
Utilização	99%	99%	34%
	Em operação	Em espera	

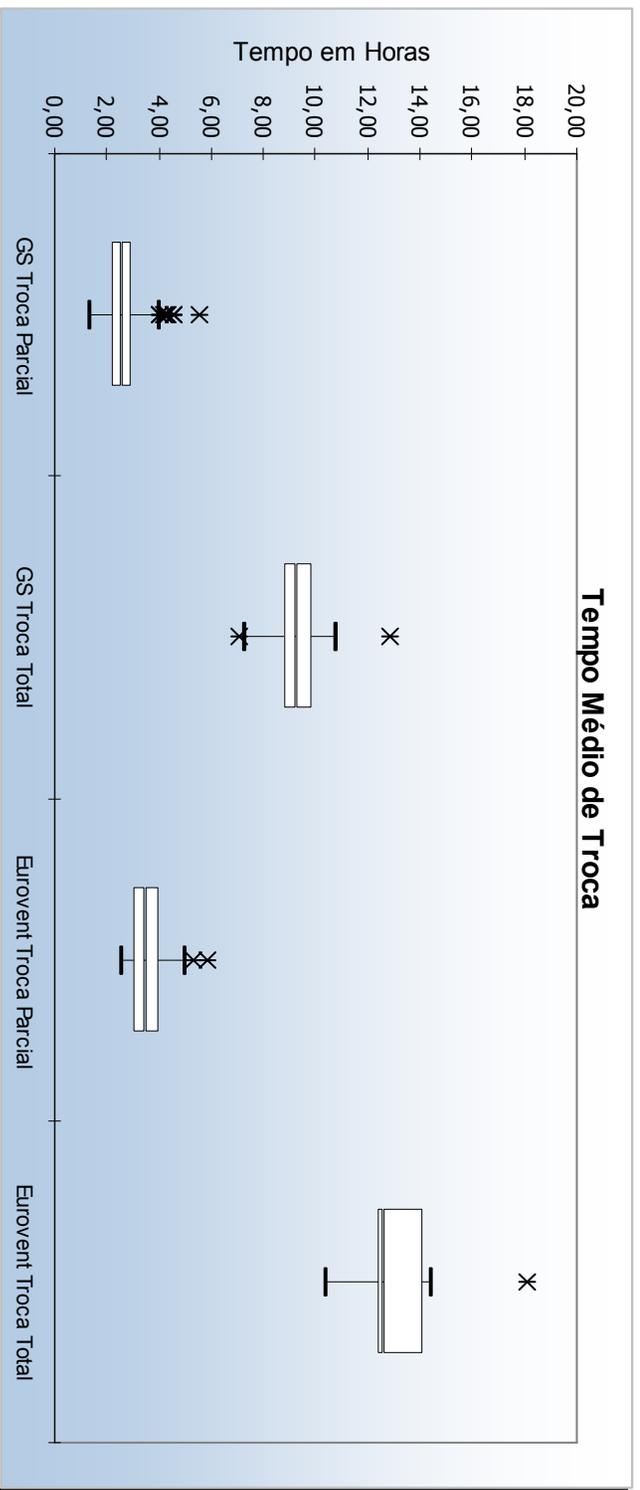
APÊNDICE J – TEMPOS DE TROCA PARCIAL E TOTAL – EQUIPAMENTO EUROVENT

Quadro 41 : Tempos de troca parcial entre lotes do produto C – equipamento Eurovent (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – período 07/2010 a 07/2011)

Eurovent - Tempos de Troca Parcial					
Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)	Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)
Produto C	10080747	3,58	Produto C	11020103	3,75
Produto C	10080767	4,00	Produto C	11020105	4,92
Produto C	10080768	3,42	Produto C	11020107	4,09
Produto C	10090817	3,84	Produto C	11030123	3,50
Produto C	10090818	3,00	Produto C	11030124	3,66
Produto C	10100883	3,17	Produto C	11030126	4,66
Produto C	10100906	4,08	Produto C	11030128	3,00
Produto C	10100907	3,22	Produto C	11040254	3,08
Produto C	10100908	3,92	Produto C	11040255	3,50
Produto C	10100883	3,17	Produto C	11040256	2,59
Produto C	10100906	4,08	Produto C	11040257	2,67
Produto C	10100907	3,22	Produto C	11040259	2,67
Produto C	10100908	3,92	Produto C	11040261	3,42
Produto C	10121020	5,83	Produto C	11050265	3,00
Produto C	10121022	3,58	Produto C	11060405	2,66
Produto C	10121029	3,92	Produto C	11060407	3,08
Produto C	10121030	3,25	Produto C	11060404	3,17
Produto C	10121028	2,75	Produto C	11060406	4,34
Produto C	10121031	2,83	Produto C	11050266	4,17
Produto C	11010009	3,33	Produto C	11060409	3,50
Produto C	11010010	3,92	Produto C	11060411	3,42
Produto C	11010033	3,50	Produto C	11060413	3,00
Produto C	11010034	3,50	Produto C	11060415	2,92
Produto C	11010035	4,16	Produto C	11060412	3,00
Produto C	11010046	3,25	Produto C	11060416	2,50
Produto C	11020099	3,83	Produto C	11040260	2,91
Produto C	11020100	5,34	Produto C	11040258	3,17
Produto C	11020101	3,91	Produto C	11020107X	3,00
Produto C	11020104	4,08			

Quadro 42: Tempos de troca total entre lotes do produto C – equipamento Eurovent (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – período 07/2010 a 07/2011)

Eurovent - Tempos de Troca Total					
Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Total (h)	Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Total (h)
Produto C	10080748	10,33	Produto C	11020106	18,09
Produto C	10121021	13,83	Produto C	11040262	12,33
Produto C	110110059	14,41	Produto C	11060408	12,42
Produto C	11020098	12,58	Produto C	11060414	11,25
Produto C	11020102	14,09			

Gráfico 24: *Box plot* – trocas dos equipamentos Eurovent e GSQuadro 43: Dados de construção dos gráficos *box plot*

Dados	GS Troca Parcial	GS Troca Total	Eurovent Troca Parcial	Eurovent Troca Total
Q1	2,17	8,75	3,00	12,33
Q3	2,88	9,84	3,92	14,09
H	0,72	1,09	0,92	1,76
Limite Inferior	1,33	7,25	2,50	10,33
Limite Superior	3,92	10,74	4,92	14,41

Quadro 44: *Outliers*

Outliers				
GS Troca Parcial	GS Troca Total	Eurovent Troca Parcial	Eurovent Troca Total	
8 Outlier(s)	2 Outlier(s)	2 Outlier(s)	1 Outlier(s)	
5,58	12,83	5,83	18,09	
4,58	7,09	5,34		
4,57				
4,33				
4,25				
4,2				
4,0				
4,0				

Quadro 45: Média dos *set ups* dos equipamentos GS e Eurovent após exclusão dos *outliers*

Média dos set ups após exclusão dos outliers				
GS Troca Parcial	GS Troca Total	Eurovent Troca Parcial	Eurovent Troca Total	
2,46	9,14	3,45	12,66	

APÊNDICE L – ATIVIDADES DOS SET UPS PARCIAL E TOTAL DO GS

Quadro 46: Atividades do set up parcial do GS

Sequência	Atividades	Tempo 1 (min)	Tempo 2 (min)	Tempo 3 (min)	Set up interno ou externo	Precedência
1	Chamar o Controle em Processo para inspecionar o aspecto dos comprimidos revestidos e amostrar o lote	3	2	4	externo	Término da secagem dos comprimidos
2	Preenchimento de registros de finalização do lote e remoção do lote para ante-sala	6	8	8	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
3	Inspeção de aspecto e amostragem do lote (realizados pelo Controle em Processo)	5	7	5	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
4	Pesagem do lote em balança localizada na área ARV e preenchimento de documentação	21	18	20	externo	3
5	Limpeza da linha de aplicação da suspensão (sem desmontar as pistolas)	13	13	12	interno	Término da secagem dos comprimidos
6	Limpeza do agitador	16	14	18	externo	Término da aplicação da suspensão
7	Limpeza do tambor	13	11	12	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
8	Limpeza parcial da sala	14	9	12	interno	2
9	Transferência do lote da área ARV para a área de quarentena	7	6	5	externo	4
10	Providenciar medidor TUP. Transferir o próximo lote com matérias-primas (para preparo da suspensão) e ficha técnica para área ARV.	14	17	15	externo	—
11	Medição de temperatura, umidade e pressão diferencial; preenchimento inicial da documentação	17	19	20	interno	8, 10
12	Preparo da suspensão do próximo lote (incluindo 1 hora de agitação)	77	76	74	externo	6,10,11
13	Aquecimento do tambor vazio e preenchimento de documentação	15	20	15	interno	7, 11
14	Carregamento do tambor com comprimidos e preenchimento da documentação	9	11	11	interno	10, 13
15	Ajustes das pistolas	5	10	6	externo	5
16	Fixar lacres e etiquetas das barricas do produto na ficha técnica; enrolar e identificar sacos plásticos que continham o lote e matéria-prima (refugo)	16	15	15	externo	14

Nota: medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

Quadro 47: Atividades do *set up* total do GS

Sequência	Atividades	Tempo 1 (min)	Tempo 2 (min)	Tempo 3 (min)	Set up interno ou externo	Precedência
1	Chamar o Controle em Processo para inspecionar o aspecto dos comprimidos revestidos e amostrar o lote	3	2	4	externo	Término da secagem dos comprimidos
2	Preenchimento de registros de finalização do lote e remoção do lote para ante-sala	6	8	8	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
3	Inspeção de aspecto e amostragem do lote (realizados pelo Controle em Processo)	5	7	5	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
4	Pesagem do lote em balança localizada na área ARV e preenchimento de documentação	21	18	20	interno	3
5	Limpeza da linha de aplicação da suspensão (sem desmontar as pistolas)	19	20	17	interno	Término da secagem dos comprimidos
6	Desmontar o suporte com as pistolas e limpar externamente os mesmos. Solicitar envio para manutenção	14	11	12	interno	5
7	Desmontagem, limpeza, lubrificação e montagem das pistolas realizadas pela Manutenção. Entrega ao operador	52	65	59	interno	6
8	Limpeza do agitador	30	31	33	externo	Término da aplicação da suspensão
9	Limpeza das peças da descarga	10	12	15	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
10	Limpeza da bomba de pistão	24	21	23	interno	5
11	Limpeza das pás de exaustão do equipamento	43	45	40	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
12	Limpeza do tambor	56	55	48	interno	Término do descarregamento dos comprimidos
13	Montagem das pás de exaustão no equipamento e secagem do tambor	20	15	17	interno	11, 12
14	Limpeza total da sala	53	56	67	interno	2
15	Montagem do suporte das pistolas, das mangueiras e das conexões do agitador	11	8	9	externo	7, 8
16	Transferência do lote da área ARV para a área de quarentena	7	6	5	externo	4
17	Providenciar medidor TUP. Transferir o próximo lote com matérias-primas (para preparo da suspensão) e ficha técnica para área ARV.	14	17	15	externo	—
18	Medição de temperatura, umidade e pressão diferencial; preenchimento inicial da documentação	17	19	20	interno	14, 17
19	Preparo da suspensão do próximo lote (incluindo 1 hora de agitação)	77	76	74	externo	8, 17, 18
20	Aquecimento do tambor vazio e preenchimento de documentação	15	20	15	interno	13, 18
21	Carregamento do tambor com comprimidos e preenchimento da documentação	9	11	11	interno	17, 20
22	Ajustes das pistolas	5	10	6	externo	15
23	Fixar lacres e etiquetas das barricas do produto na ficha técnica; enrolar e identificar sacos plásticos que continham o lote e matéria-prima (refugo)	16	15	15	externo	21

Nota: medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

APÊNDICE M – ATIVIDADES DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO GS

Quadro 48: Atividades da proposta de troca parcial do GS – parte 1 / 2

Sequência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Sequência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
1 O	Antes do término da aplicação da suspensão, prepara as barricas para o acondicionamento do lote; separa materiais necessários para troca localizados na área ARV;	14	_____	1 A	Transfere o próximo lote para a ante-sala da área ARV	2	_____
2 O	Antes do término da aplicação, transfere o próximo lote da ante-sala para área ARV	4	1 A	2 A	Busca materiais necessários para limpeza (localizados externamente à área ARV) e os deixa na ante-sala	10	_____
3 O	Durante a secagem dos comprimidos, desconecta o agitador de aplicação e transfere para ante-sala	3	Término da aplicação da suspensão	3 A	Busca o medidor TUP ¹ e entrega ao operador	4	_____
4 O	Descarrega o lote	17	Término da secagem dos comprimidos	4 A	Transfere o agitador de aplicação para sala de lavagem.	1	3 O
5 O	Preenche a documentação e transfere o lote para a ante-sala	7	4 O	5 A	Avisa o Controle em Processo que o lote está sendo descarregado	2	Término da secagem dos comprimidos
6 O	Limpa parcialmente o tambor	8	4 O	6 A	Acessa a área ARV e transfere o material necessário para limpeza para a sala	6	2 A
7 O	Aquece o tambor vazio. Em paralelo, verifica condições ambientais da sala e preenche documentação	15	6 O, 3 A	7 A	Limpa a linha de aplicação da suspensão (sem desmontar as pistolas)	13	Término da aplicação da suspensão
8 O	Transfere o lote para o interior da sala e preenche documentação	4	2 O, 7 O	8 A	Realiza a limpeza parcial da sala	7	5 O, 1 O, 2 A

Quadro 48: Atividades da proposta de troca parcial do GS – parte 2 / 2

Sequência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Sequência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
9 O	Abastece o tambor	11	8 O	9 A	Pesa o lote, preenche a ficha técnica e transfere para ante-sala	23	Término da inspeção realizada pelo Controle em Processo
10 O	Aquece os núcleos. Em paralelo, preenche ficha técnica, posiciona o agitador com a suspensão do próximo lote e ajusta as pistolas ²		9 O, 11 A	10 A	Transfere o lote para área de quarentena	6	9 A
11 O	Durante a aplicação da suspensão, fixa etiquetas de identificação das barricas com os lacres na ficha técnica e enrola sacos plásticos de refugio ²		10 O	11 A	Transfere o agitador de preparo com a suspensão do próximo lote para ante-sala	3	Término do preparo da suspensão do próximo lote
				12 A	Calcula o rendimento do lote anterior	4	9 A, Cálculo do peso médio do lote realizado pelo Controle em Processo

Notas:

1 - medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

2 - conforme descrito no item 5.4.2, estas atividades não foram executadas devido à inexistência de um segundo agitador à prova de explosão

Quadro 49: Atividades da proposta de troca total do GS – parte 1 / 2

Sequência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Sequência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
1 O	Antes do término da aplicação da suspensão, prepara as barricas para o acondicionamento do lote. Separa e posiciona materiais necessários para troca (tecido para limpeza, sacos plásticos, rodo etc) localizados na área ARV	17	_____	1 A	Busca os materiais necessários para a troca (agentes de limpeza, pallets etc) localizados externamente à área ARV. Deixa-os na ante-sala	24	_____
2 O	Durante a secagem dos comprimidos, desconecta o agitador de aplicação e transfere para ante-sala	3	Término da aplicação da suspensão	2 A	Transfere o agitador de aplicação para sala de lavagem	1	2 O
3 O	Descarrega o lote	15	Término da aplicação da suspensão	3 A	Avisa o Controle em Processo que o lote está sendo descarregado	2	Término da secagem dos comprimidos
4 O	Preenche a documentação, transfere o lote para a ante-sala e desmonta pá de exaustão do equipamento	9	Término da secagem dos comprimidos	4 A	Acessa a área ARV e transfere o material necessário para a troca	5	1 A
5 O	Desmonta e limpa placas de exaustão da sala	10	4 O	5 A	Limpa a linha de aplicação da suspensão (sem desmontar as pistolas)	17	Término da aplicação da suspensão
6 O	Limpa peças da descarga do equipamento	11	4 O	6 A	Remove o suporte com as pistolas do equipamento e envolve com saco plástico	2	5 A
7 O	Limpa a bomba de aplicação da suspensão	20	4 O	7 A	Pesa o lote, preenche a ficha técnica e transfere para ante-sala	21	Término da inspeção realizada pelo Controle em Processo
8 O	Acopla braço com <i>spray ball</i> no equipamento. Realiza a limpeza semi-automática do tambor. Em paralelo, inicia a limpeza da sala. Remove braço com <i>spray ball</i>	52	1 O,4 O,1 A	8 A	Transfere pás de exaustão e suporte com pistolas para ante-sala	3	4 O, 6 A
9 O	Solicita medidor TUP ¹	2	_____	9 A	Transfere lote para área de quarentena e pás de exaustão e suporte com as pistolas para sala de lavagem	8	7 A, 8 A
10 O	Transfere da ante-sala para área ARV as pás da exaustão do equipamento	2	11 A,12 A	10 A	Limpa o exterior das pistolas e do suporte e solicita a entrega à Manutenção	14	9 A
11 O	Finaliza limpeza da sala	13	1 O,4 O,1 A	11 A	Limpa as pás de exaustão, transfere para ante-sala e acessa a área ARV	50	9 A
12 O	Monta as pás de exaustão do equipamento e o suporte com as pistolas	8	11 O,12 A	12 A	Finaliza limpeza da sala	12	1 O,4 O,1 A

Quadro 49: Atividades da proposta de troca total do GS – parte 2 / 2

Sequência	Atividades do Operador	Duração (mins)	Precedência	Sequência	Atividades do Apoio	Duração (mins)	Precedência
13 O	Aciona a secagem (aquecimento) do tambor. Enquanto aquece o tambor, mede temperatura, umidade e pressão diferencial da sala e preenche documentação	17	8 O,9 O	13 A	Transfere materiais utilizados na limpeza para sala de lavagem	6	11 O,12 A
14 O	Abastece o tambor	13	14 A	14 A	Transfere o próximo lote e o agitador com a suspensão para ante-sala	5	Término do preparo da suspensão do próximo lote
15 O	Aquece os núcleos. Em paralelo, preenche ficha técnica, posiciona o agitador com a suspensão do próximo lote e ajusta as pistolas ²		14 O,14 A	15 A	Calcula o rendimento do lote anterior	6	7 A, cálculo do peso médio do lote realizado pelo Controle em Processo
16 O	Durante a aplicação da suspensão, fixa etiquetas de identificação das barricas com os lacres na ficha técnica e enrola sacos plásticos de refugo ²		15 O				

Notas:

1 - medidor TUP – medidor de temperatura, umidade e pressão diferencial

2 - conforme descrito no item 5.4.2, estas atividades não foram executadas devido à inexistência de um segundo agitador à prova de explosão

APÊNDICE N – GRÁFICOS HOMEM-MÁQUINA DAS PROPOSTAS DE TROCA PARCIAL E TOTAL DO GS

Gráfico 25 – Gráfico homem - máquina - GS – troca parcial

Tempo	Operador	Apoio	Máquina
	Atividades		
00:05	Prepara barricas para acondicionamento do lote e separa materiais para troca localizados na área ARV	Transfere o próximo lote para ante-sala da área ARV	Aplicação da suspensão
00:10		Busca materiais para limpeza (localizados externamente à área ARV) e deixa na ante-sala	
00:15		Busca medidor TUP e entrega ao operador	
00:20	Transfere o próximo lote da ante-sala para área ARV	Em processo	Secagem dos comprimidos
00:25	Desconecta agitador e transfere para ante-sala		
00:30	Descarrega o lote	Transfere agitador para sala de lavagem, avisa o Setor de Controle em Processo, transfere material da ante-sala para sala	Descarregamento do lote
00:35		Limpa linha de aplicação da suspensão (sem desmontar as pistolas)	
00:40			
00:45	Preenche a documentação e transfere o lote para ante-sala	Limpa a sala	Em espera
00:50	Limpa o tambor parcialmente		
00:55			
01:00	Aquece o tambor vazio. Em paralelo, verifica condições ambientais da sala e preenche documentação	Pesa o lote, preenche a ficha e transfere para ante-sala	
01:05			
01:10			
01:15	Transfere o lote para a sala e preenche documentação	Transfere o lote para área de quarentena	
01:20	Abastece o tambor		
01:25			
01:30	Em paralelo ao aquecimento dos núcleos, preenche ficha técnica, posiciona o agitador com a suspensão do próximo lote e ajusta as pistolas. Durante a aplicação da suspensão, fixa os lacres e etiquetas na ficha técnica e enrola sacos plásticos de refugo ¹	Calcula rendimento do lote em comprimidos	
01:35		Em outras funções	
Utilização	100%	92%	49%

Nota: 1. Conforme descrito no item 5.4.2, estas atividades não foram realizadas devido à inexistência de um segundo agitador à prova de explosão.



Em operação



Em espera

Gráfico 26 – Gráfico homem-máquina GS - troca total – parte 1 / 3

Tempo	Operador	Apoio	Máquina
Atividades			
00:05	Prepara barricas para acondicionamento do lote e separa materiais para troca localizados na área ARV	Busca materiais para limpeza (localizados externamente à área ARV) e deixa na ante-sala	Aplicação da suspensão
00:10			
00:15			
00:20			
00:25	Em processo		
00:30	Desconecta agitador e transfere para ante-sala		Secagem dos comprimidos
00:35			
00:40	Descarrega o lote	Transfere o agitador para a sala de lavagem, avisa o Setor de Controle em Processo e transfere os materiais da ante-sala para sala	Descarregamento do lote
00:45		Limpa a linha de aplicação da suspensão (sem desmontar as pistolas). Remove o suporte com as pistolas do equipamento	
00:50			
00:55	Preenche documentação, transfere lote para ante-sala e desmonta pá de exaustão		
01:00		Desmonta e limpa placas de exaustão da sala	
01:05		Pesa o lote e preenche a ficha técnica. Transfere para ante-sala o lote, as pás de exaustão e o suporte com as pistolas	
01:10		Limpa peças da descarga do equipamento e a bomba de aplicação da solução	
01:15			

Gráfico 26 – Gráfico homem-máquina GS – troca total – parte 2 / 3

01:20			
01:25			
01:30		Transfere lote para área de quarentena e pás de exaustão e suporte com pistolas para sala de lavagem	
01:35		Limpa exterior do suporte e das pistolas e solicita a entrega à Manutenção	
01:40	Realiza limpeza semi-automática do tambor. Em paralelo, inicia a limpeza da sala e solicita medidor TUP		
01:45			
01:50		Limpa as pás de exaustão, transfere para ante-sala e acessa a área ARV	
01:55			
02:00			
02:05			
02:10			
02:15			
02:20			
02:25			

Gráfico 26 – Gráfico homem-máquina GS – troca total – parte 3 / 3

02:30			
02:35			
02:40	Transfere as pás de exaustão da ante-sala para área ARV. Finaliza a limpeza da sala	Auxilia na finalização da limpeza da sala	
02:45			
02:50	Monta as pás da exaustão e o suporte com as pistolas	Transfere materiais utilizados na limpeza para a sala de lavagem	
02:55		Transfere o próximo lote e o agitador com a suspensão para ante-sala	
03:00	Aciona a secagem do equipamento. Em paralelo, verifica as condições ambientais da sala e preenche documentação	Calcula o rendimento do lote	
03:05		Em outras funções	
03:10			
03:15			
03:20	Abastece o tambor		
03:25			
03:30	Em paralelo ao aquecimento dos núcleos, preenche a ficha técnica, posiciona o agitador de aplicação e ajusta as pistolas.		
03:35	Durante a aplicação da suspensão, fixa os lacres e etiquetas na ficha técnica e enrola sacos de refugo ¹		Aquecimento dos núcleos, seguido da aplicação da suspensão
Utilização	98%	97%	22%

Nota: 1 Conforme descrito no item 5.4.2, estas atividades não foram realizadas devido à inexistência de um segundo agitador à prova de explosão

Em operação
 Em espera

APÊNDICE O – TEMPOS DE TROCA PARCIAL E TOTAL - EQUIPAMENTO GS

Quadro 50: Tempos de troca parcial entre lotes do produto A ou B - Equipamento GS (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – período 07/2010 a 07/2011) – parte 1 / 3

GS - Tempos de Troca Parcial					
Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)	Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)
Produto B	10060631	1,67	Produto A	10070707	1,58
Produto B	10060632	1,83	Produto A	10070725	2,25
Produto A	10070676	1,67	Produto A	10070714	2,67
Produto A	10070677	1,59	Produto A	10070715	2,25
Produto A	10070679	1,83	Produto A	10070716	1,58
Produto A	10070680	1,5	Produto A	10070726	2,33
Produto A	10070681	1,66	Produto A	10070727	2,92
Produto A	10070683	2,5	Produto A	10070717	1,92
Produto A	10070685	1,5	Produto A	10070728	2,17
Produto A	10070687	2,5	Produto A	10070729	2,49
Produto A	10070689	2,92	Produto A	10070705	2,5
Produto A	10070690	2,5	Produto A	10070730	2,5
Produto A	10070691	2,67	Produto A	10070732	2,75
Produto A	10070693	1,58	Produto A	10070733	2,92
Produto A	10070694	1,83	Produto A	10070731	2,5
Produto A	10070695	2,01	Produto A	10070706	4,22
Produto A	10070697	4,33	Produto A	10070708	1,83
Produto A	10070698	2,18	Produto A	10070710	3,17
Produto A	10070699	2,5	Produto A	10070711	2,17
Produto A	10070700	1,83	Produto A	10070709	2,5
Produto A	10070701	2,5	Produto A	10070712	1,5
Produto A	10070702	2	Produto A	10070713	2,17
Produto A	10070703	2,5	Produto A	10070719	2
Produto A	10070704	2	Produto A	10070720	1,92
Produto A	10070705	1,83	Produto A	10080758	2,34
Produto A	10070721	2,25	Produto A	10080759	1,67
Produto A	10070722	2	Produto A	10080761	2,67
Produto A	10070723	3,67	Produto A	10080762	2
Produto A	10070724	1,75	Produto A	10080760	4
Produto A	10070705	1,67	Produto A	10080763	2,84

Quadro 50: Tempos de troca parcial entre lotes do produto A ou B - Equipamento GS (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – período 07/2010 a 07/2011) – parte 2 / 3

GS - Tempos de Troca Parcial					
Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)	Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)
Produto A	10080764	2,42	Produto B	10090868	3,75
Produto A	10080765	2,5	Produto B	10090869	2
Produto A	10090802	2,08	Produto B	10090870	1,75
Produto A	10090803	1,75	Produto B	10090871	2,17
Produto A	10090811	1,67	Produto B	10090872	2
Produto A	10090815	2,66	Produto B	10090873	2,34
Produto A	10090803	2	Produto B	10090874	1,74
Produto A	10090839	2,67	Produto B	10090875	2,25
Produto A	10090840	2,58	Produto B	10121013	2,17
Produto A	10090841	1,67	Produto B	10121014	2,42
Produto A	10090847	2,42	Produto A	10121018	2,17
Produto A	10090848	1,67	Produto A	10121019	2,92
Produto A	10090845	3	Produto B	11020080	2,42
Produto A	10090850	2,75	Produto B	11020081	3,09
Produto A	10090851	2,5	Produto B	11020082	2,5
Produto A	10090852	2,5	Produto B	11020083	2,5
Produto A	10090849	2,17	Produto B	11020084	2,83
Produto A	10090877	3,5	Produto B	11020085	1,83
Produto A	10090878	1,83	Produto B	11020086	2,5
Produto A	10090879	2,41	Produto B	11020087	3,25
Produto A	10090880	2,17	Produto B	11020088	1,33
Produto A	10090881	2,59	Produto B	11020089	2,5
Produto B	10090861	2,42	Produto A	11030115	5,58
Produto B	10090862	2,33	Produto A	11030116	4,57
Produto B	10090863	2,93	Produto A	11030117	3,67
Produto B	10090864	2,17	Produto A	11030118	2,42
Produto B	10090865	2,25	Produto A	11030119	3,67
Produto B	10090866	2,17	Produto A	11030120	3,25
Produto B	10090867	2	Produto A	11030121	3,08

Quadro 50: Tempos de troca parcial entre lotes do produto A ou B - Equipamento GS (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – período 07/2010 a 07/2011) – parte 3 / 3

GS - Tempos de Troca Parcial					
Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)	Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)
Produto A	11030122	4,58	Produto A	11050310	3
Produto A	11030145	3,33	Produto A	11050311	2,92
Produto A	11030147	3,08	Produto A	11050313	2,59
Produto A	11030146	3,42	Produto A	11050314	4,25
Produto A	11030148	3,24	Produto A	11050315	2,41
Produto A	11030149	3,17	Produto A	11050317	2,83
Produto A	11030150	3,34	Produto B	11060334	2,5
Produto A	11030151	3,42	Produto B	11060336	2,25
Produto A	11030153	2,33	Produto B	11060337	2,74
Produto A	11030154	3,92	Produto B	11060339	3,42
Produto A	11030155	3,83	Produto A	11050321	2,91
Produto A	11030156	3,25	Produto A	11050322	2,24
Produto A	11030157	3	Produto A	11050323	2,83
Produto A	11030158	2,5	Produto A	11050325	3
Produto A	11030159	4	Produto A	11050326	2,42
Produto B	11030170	2,58	Produto A	11050327	2,51
Produto B	11030171	2,67	Produto A	11060344	2,24
Produto B	11030172	2,16	Produto A	11060345	3,17
Produto B	11030173	2,85	Produto A	11060347	2,58
Produto B	11030174	2,67	Produto A	11060346	2,17
Produto B	11030175	2,83	Produto A	11030160X	2,83
Produto A	11030162	2,83	Produto A	11060350	2,25
Produto A	11030163	2,42	Produto A	11060351	3,17
Produto A	11030164	2,84	Produto A	11060352	2,33
Produto A	11050309	2,83			

Quadro 51: Tempos de troca total entre lotes do produto A ou B - Equipamento GS (obtidos em planilhas de cálculo da OEE – período 07/2010 a 07/2011)

GS - Tempos de Troca Total					
Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Total (h)	Produto	Lote posterior à troca	Tempo de Troca Parcial (h)
Produto A	10070706	8,08	Produto A	11030161	9,84
Produto A	10070718	9,17	Produto A	11050312	9,75
Produto A	10040254R	9,00	Produto A	11050316	8,91
Produto B	10040286R	8,25	Produto B	11060338	10,17
Produto A	10090801	7,25	Produto A	11050320	9,67
Produto A	10090838	7,50	Produto A	11050324	10,74
Produto B	10090860	8,75	Produto A	11050328	8,83
Produto A	11030152	7,09	Produto A	11060349	10,50
Produto B	11030169	9,83	Produto A	11060353	12,83