



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTAS PARA MELHORIA DE UM PROCESSO LITOGRAFICO
EM UMA EMPRESA DE EMBALAGENS METÁLICAS ATRAVÉS DA
REDUÇÃO DE PERDAS**

Fernando Bazanella

Lajeado, junho de 2014

Fernando Bazanella

**PROPOSTAS PARA MELHORIA DE UM PROCESSO LITOGRÁFICO
EM UMA EMPRESA DE EMBALAGENS METÁLICAS ATRAVÉS DA
REDUÇÃO DE PERDAS**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia da Produção, do Centro Universitário Univates, como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Cristiano Guimarães Couto

Lajeado, junho de 2014

AGRADECIMENTOS

Inicialmente gostaria de agradecer a Deus pela vida e pelas forças sempre encontradas nele nas dificuldades do caminho.

Aos meus pais, Romeu e Sonia que dedicaram suas vidas com muito amor e carinho para a minha criação e educação.

A minha esposa Karine, pela paciência e pelo amor e carinho dedicados nestes anos de formação acadêmica e profissional.

Ao professor Cristiano Couto, pelos momentos dedicados para a realização deste trabalho.

Aos professores pelo empenho dedicado nestes anos sempre buscando melhorar a minha formação e de meus colegas.

Aos colegas de trabalho pela ajuda nos momentos em que necessitava de auxílio.

Aos amigos conquistados neste período que serão para a vida toda, com momentos e desafios inesquecíveis.

RESUMO

Este trabalho fundamenta-se no estudo da gestão dos postos de trabalho e na teoria das restrições com o objetivo de maximizar o desempenho de um processo produtivo, através do mapeamento deste processo e de suas perdas. Após isso, propor ações para redução ou eliminação destas perdas as quais ocorrem durante as atividades de preparação e envernizamento de folhas de flandres para embalagens metálicas. Assim aumentando o tempo disponível do equipamento para execução dos trabalhos, diminuindo seus custos e elevando os níveis de abastecimento para o restante das linhas que dependem deste processo. As conclusões deste trabalho mostram que é possível com a metodologia identificar no processo da empresa quais são as ineficiências e com isso propor quais seriam as melhores opções de melhorias a serem implementadas.

Palavras-chave: Gestão do posto de trabalho. Teoria das restrições.

ABSTRACT

This work is based on the study of workplace and about the theory of constraints with the goal of maximize the performance of a production process by mapping this process and their losses. Thereafter proposing actions to reduce or eliminate these losses which occur during the preparation of activities and also during the varnishing of tinplate for metal packaging. Thereby increasing the available time of the equipment for carrying out the work reducing their costs and increasing the levels of supply for the rest of the lines that depend on the process. The conclusions of the work show that it's possible with the methodology to identify in the company process what are the inefficiencies and thereby proposing what would be the best way for improvements to be used.

Keywords: Workplace Management. Theory of Constraints.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma do trabalho.....	43
Figura 2 – Atual unidade fabril da matriz em São Paulo – SP.....	45
Figura 3 – Atual unidade fabril da filial de Estrela – RS.....	46
Figura 4 – Atual unidade fabril da filial de Rio Verde – GO.....	46
Figura 5 – Atual unidade fabril da filial de Recife – PE.....	47
Figura 6 – Principais embalagens fabricadas na unidade de Estrela.....	48
Figura 7 – Fardo de folhas flandres preparado para impressão com base esmalte.....	49
Figura 8 – Exemplo de sequenciamento de cores em dois rótulos.....	50
Figura 9 – Exemplo de componentes com aplicação de verniz.....	50
Figura 10 – Exemplo de corte de folhas de componentes.....	51
Figura 11 – Exemplo de embalagem montada.....	52
Figura 12 – <i>Layout</i> do setor de litografia da unidade fabril de Estrela.....	54
Figura 13 – Fluxograma do processo litográfico.....	56
Figura 14 – Dados referentes aos custos por passada.....	58
Figura 15 – <i>Layout</i> linha de envernizamento LITO 01.....	59
Figura 16 – Sistema de envernizamento LITO 01.....	60
Figura 17 – Fluxograma do processo de envernizamento e impressão.....	61
Figura 18 – Relatório de produção utilizado no setor de litografia.....	64
Figura 19 – Alimentador de folhas de flandres carregado.....	73
Figura 20 – Sistema de rolaria da LITO 01.....	77
Figura 21 – Sistema de transporte de rolos.....	78
Figura 22 – Rolos de borracha utilizados na LITO 01.....	78
Figura 23 – Regulagens alimentador de folhas de flandres.....	79
Figura 24 – Pontos de regulação da mesa da envernizadeira.....	80
Figura 25 – Disposição discos para teste de camada.....	81

Figura 26 – Sistema de chave catraca para aperto dos parafusos de fixação do rolo.....	83
Figura 27 – Parafusos de aperto rápido.....	84
Figura 28 – Operador em seu posto de trabalho.....	88
Figura 29 – Procedimento de acionamento da descida do palete.....	88
Figura 30 – Sistema de transporte de fardos no alimentador.....	89
Figura 31 – Alimentador contínuo de folhas de flandres.....	92



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma (teórico).....	15
Quadro 2 – Causas de paradas administrativas.....	37
Quadro 3 – Classificação dos indicadores das tabelas.....	66
Quadro 4 – Plano de ação para melhoria do IROG.....	75
Quadro 5 – Melhorias no procedimento de troca de fardos.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensões máximas e mínimas de folhas de flandres por impressora.....	54
Tabela 2 – Exemplo da simulação de programação LITO 01.....	56
Tabela 3 – Capacidade linhas litográficas.....	57
Tabela 4 – Eficiências de preparação e produção LITO 01 no ano de 2013.....	62
Tabela 5 – Item e medidas das folhas de flandres utilizadas na Brasilata.....	63
Tabela 6 – Motivos de perdas de disponibilidade.....	65
Tabela 7 – Cálculo do Indicador IROG de dezembro de 2013.....	68
Tabela 8 – Cálculo do Indicador IROG de janeiro de 2014.....	68
Tabela 9 – Cálculo do Indicador IROG de fevereiro de 2014.....	69
Tabela 10 – Proposição de Nakajima dos índices de eficiência.....	70
Tabela 11 – Tempos médios dos <i>setups</i> realizados na LITO 01.....	82
Tabela 12 – Tempos estimados de redução do <i>setup</i>	85
Tabela 13 – Horários de trabalho em dias de reunião.....	87
Tabela 14 – Tempos médios do procedimento de troca de fardos.....	89

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CCR –	<i>Constraint Capacity Resource</i>
CLP –	Controlador Lógico Programável
GO –	Goiás
IROG –	Índice de Rendimento Operacional Global
KG –	Quilograma
LITO –	Litografia
MFP –	Mecanismo da Função Produção
OEE –	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PCP –	Planejamento e Controle da Produção
% –	Percentual
PE –	Pernambuco
RH –	Recursos Humanos
RS –	Rio Grande de Sul
S.A. –	Sociedade Anônima
SP –	São Paulo
STP –	Sistema Toyota de Produção
TEEP –	<i>Total Effective Equipment Productivity</i>
TOC –	<i>Theory of Constraints</i>
TPM –	<i>Total Productive Maintenance</i>
TRF –	Troca Rápida de Ferramenta

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Tema	13
1.1.1 Objetivo geral	13
1.1.2 Objetivos específicos.....	13
1.2 Resultados esperados	13
1.3 Justificativa.....	13
1.4 Delimitação do estudo	14
1.5 Estrutura do trabalho	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 O sistema toyota de produção	16
2.2 Troca rápida de ferramenta (TRF).....	19
2.3 As funções de gerenciamento	21
2.4 As sete grandes perdas	22
2.5 <i>Setup</i>	25
2.6 Teoria das restrições	26
2.7 Gestão do posto de trabalho.....	28
2.8 Índice de rendimento operacional global.....	31
2.8.1 Os índices de compõem o IROG	33
2.8.1.1 Índice de disponibilidade (μ_1).....	33
2.8.1.2 Índice de desempenho (μ_2)	34
2.8.1.3 Índice de qualidade (μ_3).....	35
2.8.2 A importância das paradas administrativas no cálculo do IROG	37
3 METODOLOGIA	39
3.1 Delineamento da pesquisa	39
3.1.1 Quanto à abordagem do problema	39
3.1.2 Quanto aos objetivos	40
3.1.3 Quanto aos procedimentos	41
3.2 População alvo	42
3.3 Coleta de dados.....	42
4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E COLETA DE DADOS.....	44

4.1 Descrição da empresa	44
4.1.1 Histórico da empresa	44
4.1.2 Sistema produtivo da unidade estudada.....	47
4.1.3 O setor de litografia da unidade estudada	53
4.1.4 O processo de litografia na empresa Brasilata	55
4.2 Linha de envernizamento LITO 01	58
4.3 Levantamento dos dados e cálculo do IROG	64
4.4 Análise dos índices do IROG calculados	70
4.4.1 Índice de disponibilidade (μ_1)	70
4.4.2 Índice de desempenho (μ_2)	72
4.4.3 Índice de qualidade (μ_3).....	73
5 PROPOSTAS DE AÇÕES PARA ELIMINAÇÃO OU REDUÇÃO DAS PERDAS E SEUS RESULTADOS.....	74
5.1 <i>Setup</i>	75
5.1.1 Lavagem da rolaria.....	76
5.1.2 Troca do rolo de borracha	77
5.1.3 Regulagem do alimentador	79
5.1.4 Regulagem da mesa da envernizadeira.....	79
5.1.5 Regulagem da camada de verniz ou esmalte	80
5.1.6 Proposta de melhoria para os <i>setups</i>	80
5.2 Refeição	85
5.3 Reuniões	86
5.4 Trocas de fardos no alimentador	87
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS.....	96
APÊNDICE.....	100

1 INTRODUÇÃO

A partir da década de 70, quando a crise do petróleo alterou as normas gerais de concorrência no mercado internacional, as empresas foram obrigadas a melhorar sua eficiência tanto nos processos operacionais como nos processos de gestão a fim de assegurarem sua sobrevivência. Esse fenômeno não se restringiu a um segmento industrial; ele abrangeu todos: automotivos, siderúrgico, têxtil e de confecções, eletrônicos, de plásticos e bens de consumo duráveis (ANTUNES et al., 2013).

Mais recentemente, as crises financeiras que se iniciaram no segundo semestre de 2008 com a quebra do Banco Lehman Brothers nos Estados Unidos, combinadas com a crise econômica dos países europeus como Portugal, Grécia, Espanha e Itália, provocaram uma recessão global. Dessa forma, a capacidade de produção das empresas tornou-se significativamente maior do que a demanda existente.

Assim, se a partir da crise do petróleo na década de 70, as empresas tiveram que ser eficientes em seus processos produtivos e de gestão para se tornarem competitivas (pela redução de seus desperdícios), a partir do segundo semestre de 2008 essa competitividade tornou-se ainda mais acirrada, obrigando as empresas a se concentrarem fortemente em critérios competitivos (ANTUNES et al., 2013).

1.1 Tema

A melhoria de um processo produtivo de preparação de folhas de flandres para processo litográfico na empresa Brasilata S.A. Embalagens Metálicas a partir da implantação do sistema de gestão do posto de trabalho.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é mapear as principais perdas e propor ações de melhoria em uma linha de Litografia (LITO) buscando reduzir ou eliminar as perdas deste processo na empresa Brasilata S.A. Embalagens Metálicas através da utilização da gestão do posto de trabalho.

1.1.2 Objetivos específicos

- É objetivo específico realizar o mapeamento do processo de litografia, buscando encontrar suas restrições através da teoria das restrições;
- Conhecer e quantificar as principais perdas que ocorrem no processo;
- Propor ações visando aumentar a eficiência produtiva da linha de litografia através da redução ou eliminação das perdas.

1.2 Resultados esperados

Através deste trabalho tem-se como resultados esperados mapear as principais perdas e propor ações visando à redução ou eliminação das mesmas no processo produtivo restritivo do setor de litografia.

1.3 Justificativa

As empresas do setor de embalagens metálicas, especificamente daquelas produzidas com aço, estão dia após dia enfrentando uma forte concorrência das

empresas do mesmo setor e daquelas empresas que produzem embalagens com componente plástico ou alumínio.

E para poder manter-se nesse mercado, estas empresas precisam procurar alternativas que as tornem mais competitivas e para que consigam um desempenho melhor que o de seus concorrentes.

Dessa forma, uma das maneiras de melhorar o desempenho das empresas é focar no seu sistema produtivo e verificar as possíveis perdas que ocasionam redução neste desempenho, principalmente nos seus postos de trabalhos restritivos.

A gestão dos postos de trabalho busca esse mesmo objetivo, maximizando a utilização dos ativos das organizações e aproveitando a capacidade instalada sem a necessidade de investimentos significativos de capital e assegurando a sobrevivência e o crescimento da empresa.

Na empresa Brasilata, o setor de litografia é o início de todo o processo produtivo tendo como cliente interno o setor de montagem das embalagens. Assim, as perdas no início do processo tendem a ocasionar problemas em todo o sistema produtivo tendo como consequência disto aumento de *setups*, reprogramações, atrasos para os clientes externos, entre outros, aumentando o custo e diminuindo as margens de lucros.

Este trabalho buscou auxiliar no processo de mapeamento destas perdas no setor de litografia, especificando seu processo restritivo e neste, elaborou ações para eliminar suas perdas elevando seu desempenho e com isso otimizando o desempenho do setor como um todo.

1.4 Delimitação do estudo

Este trabalho foi realizado em uma linha de preparação de folhas metálicas no setor de litografia da empresa Brasilata S/A Embalagens Metálicas, situada na cidade de Estrela, no estado do Rio Grande do Sul (RS).

A pesquisa para o referencial teórico, bem como a metodologia foram desenvolvidos de setembro a novembro de 2013 e a segunda parte do trabalho, que

compreende o desenvolvimento, resultados e conclusões, foi realizada de dezembro a junho de 2014.

Foi realizado o mapeamento do processo produtivo e de suas perdas. Algumas técnicas e métodos foram aplicados para obter informações pertinentes ao trabalho que posteriormente serão relatadas.

1.5 Estrutura do trabalho

O primeiro capítulo deste trabalho apresenta as considerações iniciais sobre o tema, objetivos e justificativas para a pesquisa, delimitação do trabalho, a estrutura de como o trabalho será estruturado e um cronograma para a execução do mesmo.

O segundo capítulo é destinado à revisão bibliográfica do tema selecionado, registrando o referencial teórico necessário para posterior desenvolvimento.

O terceiro capítulo refere-se à metodologia utilizada para a execução trabalho.

O quarto capítulo refere-se à caracterização da empresa, levantamento dos dados, cálculo da eficiência atual e análise parcial das causas.

O quinto capítulo contemplou a exploração das causas estudadas e das propostas de melhorias

No sexto capítulo foram realizadas as considerações finais deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo aborda assuntos relevantes para o desenvolvimento deste trabalho, como a Sistema Toyota de Produção, funções do gerenciamento, sete grandes perdas, *setup*, índice de rendimento operacional global, gestão de posto de trabalho, entre outros.

2.1 O sistema toyota de produção

Segundo Shingo (1996), o Sistema Toyota de Produção (STP) vem demonstrando historicamente se constituir em uma potente estratégia dentro da competição intercapitalista. Seu objetivo central consiste em capacitar as organizações para responder com rapidez às constantes flutuações da demanda do mercado através do alcance efetivo das principais dimensões da competitividade: flexibilidade, custo, qualidade, atendimento e inovação. Dessa forma, o STP deve ser observado como um *benchmarking* fundamental no campo da Engenharia de Produção.

A Toyota *Motor Company*, berço do surgimento de uma série de novos conceitos de engenharia industrial é apenas uma parcela dos negócios da família Toyoda, fundadora e controladora do grupo Toyota. Surpreendentemente a Toyota *Motor Company Ltd.*, fundada em 1937 por Kichiro Toyoda (1894-1952), surgiu apenas como mais um empreendimento de um grupo empresarial com forte atuação na indústria têxtil (GHINATO, 1996).

O grupo Toyoda iniciou na indústria têxtil sob ao comando de Sakichi Toyoda (1867-1930) à frente da *Toyoda Automatic Loom Works Ltd* e da *Toyoda Spinning and Weaving Ltd*. (GHINATO, 1996).

Sakichi Toyoda era considerado um gênio da engenharia e um verdadeiro visionário, tendo patenteado inúmeras invenções. O mecanismo da parada automática utilizado em teares é criação sua e inspirou e surgimento dos dispositivos à prova de falhas (*poka-yoke*), amplamente empregados na sustentação do Sistema Toyota de Produção. Sakichi Toyoda é considerado o pai da Toyota (GHINATO, 1996).

Segundo Shingo (1996), a inspeção sucessiva, autoinspeção e inspeção na fonte podem ser todas alcançadas a partir de métodos *poka-yoke*. O *poka-yoke* possibilita a inspeção 100% a partir do controle físico ou mecânico.

O entusiasmo pela indústria automobilística começou depois da primeira viagem de Sakichi Toyoda aos Estados Unidos em 1910. Naquela oportunidade o famoso modelo T de Ford estava no mercado há apenas dois anos, mas Sakichi Toyoda pôde perceber, nos quatro meses que permaneceu na América, o tremendo sucesso e a crescente popularidade do automóvel (GHINATO, 1996).

O Sistema Toyota de Produção, na forma como hoje é conhecido, começou a ser forjado pouco depois do final da segunda guerra mundial e levou mais de vinte anos para ser consolidado. No entanto, os diversos princípios e mecanismos do sistema surgiram ainda no começo do século, através da genialidade de seus primeiro dirigentes (GHINATO, 1996).

A abordagem sistemática do “Porque 5 vezes” desenvolvida por Ohno (1997), através da qual a causa fundamental do problema é perseguida, foi uma adaptação do hábito de observação cultivado por Sakichi Toyoda (GHINATO, 1996).

O conceito de autonomia (“Jidoka”), um dos pilares do STP, que consiste em facultar a máquina ou ao operador a autonomia de interromper a produção sempre que algo anormal seja detectado ou quando a quantidade planejada tenha sido atingida, foi disseminado na *Toyota Motor Company Ltd* por Ohno, inspirado

nos mecanismos de parada automática instalados em teares inventados por Sakichi Toyoda (GHINATO, 1996).

O conceito do “*Just-in-time*”, através do qual somente as peças certas, na quantidade certa e no momento certo são fornecidos de um posto de trabalho para outro, foi desenvolvido, aperfeiçoado e ampliado por Ohno (1997) e Shingo (1996), baseados nas ideias de Kiichiro Toyoda de manter as peças necessárias para a montagem de um automóvel ao lado da linha de montagem ao invés de mantê-las em um estoque centralizado e distante.

O “*kanban*”, instrumento de controle de produção, talvez o mais conhecido e copiado elemento do STP, foi idealizado por Ohno e aplicado pela primeira vez na Toyota em 1953, embora sendo estudado desde a década de 1940. Mais uma vez a inspiração surgiu das práticas americanas, só que desta vez não veio da fábrica da Ford, mas dos supermercados americanos. Ohno (1997) percebeu que qualquer etapa de uma linha de produção poderia enxergar a etapa anterior como uma espécie de mercado onde seria possível apanhar as peças necessárias, na quantidade certa e no momento exato de utilizá-las.

Shingo (1996) fala que a principal característica adotada pelo sistema *kanban* é a de utilizar um sistema de reabastecimento estimado, a loja repõe somente o que foi vendido, reduzindo, assim, os estoques.

O princípio de completa eliminação de perdas foi a tradução feita por Ohno de um desafio lançado por Kiichiro Toyoda ao final da segunda guerra mundial: alcançar a América em três anos. Caso contrário a indústria automobilística do Japão não sobreviverá (GHINATO, 1996).

Naquela época dizia-se que a produtividade americana seria nove vezes superior a produtividade japonesa. Ohno (1997) percebeu que esta diferença não era resultado de nenhum tipo de esforço físico adicional da mão-de-obra americana, mas sim resultado de uma parte de trabalho inútil que os japoneses deveriam eliminar completamente se quisessem igualar a produtividade americana, atendendo o desafio lançado por Kiichiro Toyoda.

Esta visão desenvolvida pelos homens da Toyota foi a base para um profundo estudo que retomou as ideias de Taylor e dos Gilberth's sobre tempos e movimentos e originou a lógica das sete perdas defendida por Ohno e Shingo e a partir da qual o STP foi estruturado.

2.2 Troca rápida de ferramenta (TRF)

Segundo Moura e Banzato (1996), o tempo que se gasta em um *setup* é necessário para aprontar o equipamento para a produção, mas parte desse tempo é desperdiçada e pode ser reduzida.

Segundo Shingo (1996), a adoção de troca rápida de ferramentas é a maneira mais eficaz de melhorar o *setup*.

Shingo (1996) sugere que há dois tipos de *setups*:

- 1) *Setup* interno – operações de *setup* que podem ser executadas somente quando a máquina estiver parada, como a fixação e remoção de matrizes;
- 2) *Setup* externo – operações de *setup* que devem ser concluídas, enquanto a máquina está funcionando, como o transporte de matrizes, da montagem à estocagem, ou no sentido contrário.

Em qualquer análise de operações de *setup* é importante distinguir o trabalho que pode ser realizado enquanto a máquina está funcionando e aquele que deve ser feito quando a máquina está desligada (SHINGO, 1996).

Segundo Moura e Banzato (1996), para reduzir o tempo gasto em apanhar ferramentas, calibradores e dispositivos, estes deverão ser colocados perto dos usuários. Quando isto acontece, estes dispositivos precisam ser facilmente encontrados.

Segundo Shingo (1996), existem oito principais técnicas de TRF para reduzir o tempo de *setup*:

- 1) Separação das operações de *setup* internas e externas: identificar claramente quais operações devem ser executadas enquanto a máquina

está parada e quais podem ser realizadas com a máquina em funcionamento;

- 2) Converter *setup* interno em externo: este é o princípio mais poderoso do TRF. Fazer esta conversão envolve o reexame das operações para verificar se qualquer uma das etapas foi equivocadamente tomada como interna e encontrar maneiras de converter estes *setups* internos em externos;
- 3) Padronizar a função, não a forma: a padronização da forma e do tamanho das matrizes pode reduzir os tempos de *setups* consideravelmente. A padronização da forma, porém, é uma perda, porque todas as matrizes teriam de adequar-se ao maior tamanho utilizado, o que aumentaria os custos desnecessariamente. A padronização da função requer apenas a uniformidade nas peças necessárias à operação do *setup*;
- 4) Utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos: um parafuso é o mecanismo de fixação comum, mas sua utilização pode consumir um tempo muito grande. Parafusos com rosca não são o único modo de fixar objetos. Métodos de único toque, que se utilizam de cunhas, ressaltos e prendedores ou molas, reduzem o tempo de *setup* consideravelmente;
- 5) Usar dispositivos intermediários: Algumas das esperas que ocorrem devido a ajustes durante o *setup* interno podem ser eliminadas com o uso de dispositivos padronizados. Enquanto a peça presa a um dispositivo está sendo processada, a próxima é centrada e presa a um segundo;
- 6) Adotar operações paralelas: operações em injetoras ou de metais e em prensas grandes envolvem trabalho de *setup* nas duas laterais ou nas partes frontal e posterior da máquina. Se apenas um operário executar essas funções, muito tempo e movimento são desperdiçados com o seu deslocamento em torno da máquina. Mas duas pessoas realizando as operações paralelas simultaneamente, o tempo de *setup* é em geral reduzido em mais de 50% devido à economia de movimentos;

- 7) Eliminar ajustes: Normalmente, ajustes e testes-piloto são responsáveis por 50 a 70% do tempo de *setup* interno. A eliminação desses tempos traz formidáveis economias de tempo;
- 8) Mecanização: Embora a troca de lâminas, dispositivos, matrizes e padrões pequenos não sejam grandes problemas, a mecanização é geralmente fundamental para deslocar matrizes, matrizes de injeção e matrizes de injeção de plástico grande. O investimento na mecanização deve ser pensado com cuidado. A mecanização deve ser considerada somente após ter sido feito todo o esforço possível para melhorar o *setup* utilizando as técnicas descritas.

2.3 As funções de gerenciamento

A filosofia, os valores, as crenças e os princípios que norteiam a condução de um negócio são elementos fundamentais para a constância dos propósitos, que por sua vez são traduzidos por metas e objetivos (GHINATO, 1996).

Existem inúmeras definições de gerenciamento, que em essência, transmitem a mesma idéia. Taylor definiu que gerenciar é saber exatamente o que se quer fazer e então tratar para que as pessoas façam o que deve ser feito da maneira melhor e mais barata. Costumamos dizer, também que o efetivo gerenciamento está baseado na habilidade de fazer as perguntas certas.

É evidente, portanto, que o processo de gerenciamento investe-se de especial importância, uma vez que pode determinar o sucesso ou fracasso da organização (GHINATO, 1996).

Na análise do STP, é possível notar fortes relações entre as técnicas, eminentemente operacionais, e os conceitos e princípios subjacentes. Isto decorre, seguramente, da forma como se deu a construção do sistema, partindo da aplicação sistemática de uma abordagem científica e da preocupação com o entendimento dos porquês acerca dos problemas e serem enfrentados.

O processo de gerenciamento é reconhecido por diversos autores como elemento fundamental na condução do negócio. Ishikawa, por exemplo, afirma que

quando uma fábrica produz produtos defeituosos, apenas 1/4 ou 1/5 da falha pode ser atribuída ao operário de linha. Grande parte da falha pode ser atribuída ao nível gerencial (GHINATO, 1996).

Estes mesmos autores tem apresentado o processo de gerenciamento dividido arbitrariamente em funções consideradas básicas. Existem variações quanto ao número de funções e a denominação atribuída a cada uma. Contudo, a essência destas funções pode ser reunida e perfeitamente organizada na classificação proposta por Shingo. Nesta classificação, o processo de gerenciamento é desdobrado por Ghinato (1996) em três funções:

- 1) Planejamento;
- 2) Controle (e execução);
- 3) Monitoramento.

2.4 As sete grandes perdas

A estratégia de crescimento escolhida pela Toyota no período do pós-guerra foi o de capacitar-se para sobreviver em um mercado doméstico de demanda discreta onde a estratégia de produção em massa, através da fabricação de grandes lotes, não era aplicável (GHINATO, 1996).

Segundo Shingo (1996), os mercados americanos davam a impressão de demandar produção em massa de um número menor de produtos. O sistema de produção e gerenciamento desenvolvido pela Toyota foi o resultado de esforços de tentativa e erro para competir com a produção em massa já estabelecida nas indústrias de automóvel americanas e europeias.

Segundo Ghinato (1996), a alternativa lógica foi o desenvolvimento de um sistema produtivo baseado na fabricação de pequenos lotes capaz de fazer frente aos ganhos proporcionados em larga escala.

A convicção de que a estratégia de produção em massa não era aplicável as condições do mercado japonês e que havia perdas intrínsecas no sistema de

produção adotado pelas empresas japonesas marcou o início do desenvolvimento do STP (GHINATO, 1996).

O STP é em essência a constante perseguição às perdas e sua completa eliminação. Contudo, isto só tem sentido caso esteja vinculado consistentemente ao objetivo de redução dos custos (GHINATO, 1996).

Segundo Shingo (1996), na Toyota, procura-se pelo desperdício que geralmente não é notado porque se tornou aceito como uma parte natural do trabalho diário.

Segundo Ghinato (1996), a eliminação de perdas no processo produtivo exige um estudo detalhado da rede de processos e operações que compõem a estrutura da produção.

Ohno (1997) e Shingo (1996) concordam que os movimentos dos trabalhadores podem ser desdobrados em trabalho (operações) e perdas. O trabalho pode ser dividido em trabalho que adiciona valor e trabalho que não adiciona valor.

Trabalho que adiciona valor é basicamente o processamento que gera mudança de forma/características ou montagem. Soldagem, pintura, tratamento térmico e forjamento são exemplos comuns de trabalhos que adicionam valor (GHINATO, 1996).

Shingo (1996) fala que existem dois tipos de operação: aquelas que agregam e as que não agregam valor. Operações que não agregam valor, tais como caminhar para obter as peças, desembalar peças vindas de fornecedores e operar chaves, podem ser consideradas perdas. No entanto, melhorias no trabalho serão sempre necessárias.

Trabalho que não adiciona valor é toda a atividade necessária como suporte ao processamento. Em essência também é uma perda que pode ser eliminada somente através da mudança das condições de trabalho (GHINATO, 1996).

As perdas são operações ou movimento completamente desnecessários que geram custos e não agregam valor e, portanto devem ser imediatamente eliminados. (GHINATO, 1996).

A completa eliminação de perdas busca maximizar o trabalho que adiciona valor, reduzir progressivamente o trabalho que não adiciona valor e abolir toda e qualquer forma de perda (GHINATO, 1996).

Para sustentar o processo sistemático de identificação e eliminação de perdas, Ohno (1997) e Shingo (1996) propõem sete grandes classes de perdas:

- 1) Perda por superprodução;
- 2) Perda por transporte;
- 3) Perda no processamento em si;
- 4) Perda por fabricação de produtos defeituosos;
- 5) Perda por movimentação;
- 6) Perda por espera;
- 7) Perda por estoque.

A perda por superprodução pode ser caracterizada por produzir demais, ou seja, além do necessário e perda por produzir muito antes do tempo que realmente seriam necessários sendo que os produtos ficarão estocados aguardando seu consumo (GHINATO, 1996).

O transporte é uma atividade que não agrega valor, e como tal, pode ser encarado como perda que deve ser minimizada. A otimização do transporte é, no limite, a sua completa eliminação. A eliminação ou redução do transporte deve ser encarada como uma das prioridades no esforço de redução de custos pois, em geral, o transporte ocupa 45% do tempo total de fabricação de um item (GHINATO, 1996).

Segundo Shingo (1996), melhorias reais de transporte eliminam a função de transporte tanto quanto possível. A meta consiste em aumentar a eficiência da produção, o que é conseguido com o aprimoramento do *layout* dos processos.

As perdas no processamento em si são parcelas do processamento que poderiam ser eliminadas sem afetar as características e funções básicas do

produto/serviço. A utilização de técnicas de engenharia e análise de valor na determinação das características e funções do produto/serviço e dos métodos de fabricação a serem empregados, é extremamente recomendável como forma racional de otimizar o processo (GHINATO, 1996).

A perda por fabricação de produtos defeituosos é o resultado da geração de produtos que apresentem algum de suas características de qualidade fora da especificação ou padrão estabelecido e que por esta razão não satisfaçam os requisitos de aplicação (GHINATO, 1996).

As perdas por movimentação relacionam-se aos movimentos desnecessários realizados pelos operadores na execução de uma operação. Este tipo de perda pode ser eliminado através de melhorias baseadas no estudo de tempos e movimentos. A racionalização dos movimentos nas operações é obtida também através da mecanização de operações, transferindo para a máquina atividades manuais realizadas pelo operador (GHINATO, 1996).

O desperdício com o tempo de espera origina-se de um intervalo de tempo no qual nenhum processo ou operação é executado pelo operador ou pelas máquinas (GHINATO, 1996).

As perdas por estoque acontecem pela manutenção de estoque de matérias-primas, material em processamento e produtos acabados. Uma grande barreira para o ataque às perdas por estoque é a “vantagem” que os estoques proporcionam de aliviar os problemas de sincronia entre os processos. O STP utiliza a estratégia de diminuição gradativa dos estoques intermediários como uma forma de identificar outros problemas no sistema, escondidos por trás dos estoques (GHINATO, 1996).

Segundo Shingo (1996), dois fatores podem afetar a geração de estoques intermediários: balanceamento de quantidades entre processos de baixa e alta capacidade e sincronização do fluxo de operações.

2.5 Setup

Segundo Shingo (1996), embora as operações reais possam variar bastante, elas podem ser classificadas da seguinte maneira:

- 1) Operações de *setup*: preparação antes e depois das operações, tais como *setup*, remoção e ajuste de matrizes, ferramentas, etc.
- 2) Operações principais: executar o trabalho necessário. Isso inclui as operações essenciais, aquelas ações que executam realmente a operação principal, ou seja:
 - Processamento: usinagem de um produto;
 - Inspeção: medição da qualidade;
 - Transporte: movimentação de material;
 - Estocagem: manter ou estocar peças.

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), o tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido na troca do processo de uma atividade para outra. A redução dos tempos de *setup* pode ser alcançada por uma variedade de métodos como, por exemplo, eliminar o tempo necessário para a busca de ferramentas e equipamentos, a pré-preparação de tarefas que retardam as trocas e a constante prática de rotinas de *setup*.

Segundo Shingo (1996), há dois tipos de operação de *setup*: *setup* interno e *setup* externo. *Setup* interno são as operações que podem ser executadas somente quando a máquina estiver parada, como a fixação e remoção de matrizes e o *setup* externo são as operações que devem ser concluídas enquanto a máquina estiver funcionando, como o transporte de matrizes, da montagem à estocagem, ou no sentido contrário.

Em qualquer análise de operações de *setup*, é importante distinguir o trabalho que pode ser realizado enquanto a máquina está funcionando e aquele que pode ser feito quando a máquina está desligada (SHINGO, 1996).

2.6 Teoria das restrições

Segundo Johnston e Clark (2010), a gestão de gargalos, ou teoria das restrições, é bem conhecida nas organizações manufatureiras onde é considerada

importante para administrar essa situação – o estágio do processo com menor capacidade produtiva efetiva de toda a operação.

As regras gerais para o gerenciamento de gargalos incluem o seguinte:

- Assegurar de que apenas o trabalho essencial passe pelo gargalo;
- Não ter dó de afastar as atividades não essenciais do gargalo;
- Assegurar de que nenhum trabalho abaixo do padrão (defeituoso) passe pelo gargalo;
- Uma vez que você estabelece onde está o gargalo, dedique proporcionalmente maior atenção gerencial para assegurar a produção máxima e, assim, a eficácia máxima do processo;
- Se você possui um sistema complexo, Goldratt e Cox (1984) sugerem não tentar mudar o gargalo. Pode ser difícil gerenciar, mas pelo menos você sabe onde ele está.

Segundo Antunes et al. (2013), as lógicas adotadas para a determinação da capacidade tem pouco rigor científico, já que, na maior parte das vezes, não consideram as eficiências reais dos equipamentos. Outro problema daí derivado está relacionado à determinação dos chamados gargalos produtivos e dos recursos com restrição de capacidade – os *Constraint Capacity Resource (CCR)*.

Restrição é qualquer elemento ou fator que impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho no que diz respeito a sua meta. As restrições podem ser físicas, como pessoas, ou não físicas, como políticas, procedimentos e práticas adotados pela organização (ANTUNES et al., 2013).

A Teoria das Restrições – TOC, proposta por Goldratt e Cox (1984), baseia-se no princípio de que qualquer sistema tem ao menos uma restrição, caso contrário poderia produzir uma demanda infinita de produtos. Gargalos constituem recursos cuja capacidade disponível é menor do que a capacidade necessária para atender às ordens demandadas pelo mercado, ou seja, são recursos cuja capacidade

instalada é inferior à demanda do mercado no período de tempo (ANTUNES et al., 2013).

Segundo Antunes et al. (2013), recursos com restrição de capacidade (CCR) são aqueles que, em média, tem capacidade superior à necessária, mas que, em função das variabilidades que ocorrem nos sistemas produtivos ou devido variações significativas da demanda, podem conjuntamente apresentar restrições de capacidade.

No entendimento da função processo com o Mecanismo da Função Produção (MFP), é fundamental entender a diferença entre esses dois tipos de recursos restritivos que limitam o fluxo de materiais no processo produtivo e, portanto, afetam o resultado global da empresa (ANTUNES et al., 2013).

2.7 Gestão do posto de trabalho

Segundo Antunes et al. (2013), o método de gestão do posto de trabalho tem como objetivo maximizar a utilização dos ativos da organização, aproveitando a capacidade instalada sem a necessidade de investimentos significativos de capital e assegurando a sobrevivência e o crescimento da empresa em um mercado globalizado. Diariamente as empresas promovem várias ações envolvendo operadores e máquinas e que tem a ver com a gestão do posto de trabalho:

- A gestão da produtividade (peças/hora ou peça/hora. Homem) dos postos de trabalho, realizadas pelos profissionais de produção;
- A gestão da eficiência dos equipamentos, que, em geral, possui um coordenador geral ligado à área de manutenção produtiva total;
- A implementação da metodologia 5S no posto de trabalho, geralmente associada às áreas de qualidade ou de manutenção;
- Melhorias e redução dos tempos de preparação de máquinas;
- Redução da geração de refugos/sucatas e de retrabalhos em postos de trabalho, geralmente associada a analistas de qualidade;

- Redução dos tempos de processamento/tempos de ciclo das máquinas, sob responsabilidade de analistas de processo;
- Questões associadas à segurança do trabalho e ergonomia.

No entanto, segundo Antunes Júnior (2008); o resultado dessas diversas ações simultâneas tende a produzir efeitos indesejáveis sobre os profissionais/operários que atuam junto aos recursos, como a perda de foco em sua atividade-fim. Essa perda de foco deve-se a realização de ações não integradas e não sistêmicas, que levam os gestores a questionamentos como:

- Quais são as prioridades que devem ser seguidas pelos colaboradores em relação às rotinas e melhorias a serem executadas no posto de trabalho?
- As prioridades de ações no dia a dia, em todos os postos de trabalho devem ser as mesmas? Se não forem, como definir essas prioridades para cada caso?
- Todos os postos de trabalho devem ser gerenciados de forma similar?
- Existe um indicador capaz de envolver e integrar sistematicamente os diferentes atores que trabalham no posto de trabalho? Como esse indicador pode auxiliar na lógica de gerenciamento da rotina e das melhorias nos postos de trabalho?

Assim, segundo Antunes et al. (2013), as ações concretas de melhorias nas máquinas, especialmente nas máquinas restritivas, pressupõem uma ação conjunta das pessoas responsáveis por: processo, manutenção, preparação de máquinas, qualidade, produção, ergonomia etc. A ideia básica consistem em romper as lógicas segmentadas de tratamento do problema da gestão do posto de trabalho nas empresas. Portanto, é necessário otimizar a utilização dos ativos (equipamentos, instalações e pessoal) das empresas, aumentando, a capacidade e a flexibilização da produção, tendo como base a minimização de investimentos de capital. O método da gestão de postos de trabalho pretende:

- Enfocar as ações concretas das rotinas e melhorias dos pontos restritivos do sistema, que são os gargalos, os recursos com restrição de capacidade

(CCR) e os recursos que apresentam problemas relacionados com a qualidade e com a geração de refugos e retrabalhos;

- Utilizar um medidor de eficiência global nesses pontos de trabalho que permita e estimule a integração entre as diferentes áreas como produção, qualidade, manutenção, engenharia do processo, engenharia de produto, Planejamento e Controle da Produção (PCP);
- Identificar as principais causas de ineficiência dos equipamentos;
- Levando em conta os indicadores, avaliar os postos de trabalho e realizar planos de melhoria sistêmicos, unificados e voltados para os resultados globais da empresa. Isso deve ser feito pela utilização de técnicas estabelecidas pelo Sistema Toyota de Produção, aumentando de forma significativa e com baixos investimentos as eficiências globais dos equipamentos, e reduzindo, simultaneamente, os tempos de preparação, o que possibilita aumento da flexibilidade da produção para atender às necessidades do mercado.

O método de gestão do posto de trabalho é um modelo geral que propõe a reordenação e reconceituação das práticas existentes em três sentidos básicos:

- 1) Visão sistêmica de toda a fábrica, o que implica a subordinação da utilização dos recursos de melhorias dos postos de trabalho em determinados locais da organização;
- 2) Integração/unificação, na medida em que as ações nos postos de trabalho devem ser feitas de forma conjunta entre os profissionais multidisciplinares envolvidos;
- 3) Focos nos resultados, fazendo com que melhorias nos indicadores dos postos de trabalho específicos levem à melhoria dos resultados econômico-financeiros da empresa (ANTUNES et al., 2013).

2.8 Índice de rendimento operacional global

Segundo Antunes et al. (2013), pelo cálculo e monitoramento constante da eficiência produtiva de recursos, torna-se possível elaborar planos de ação visando solucionar os principais motivos de ineficiência dos sistemas produtivos. Em geral, os gestores não sabem determinar e distinguir com clareza a eficiência da utilização dos materiais/equipamentos, das pessoas, etc., para uma análise consistente dos aspectos relativos a eficiência dos sistemas produtivos. Para tanto, é relevante aplicar:

- Os princípios do Sistema Toyota de Produção – especialmente as noções do mecanismo da função produção (função processo e função operação);
- Os conceitos da Teoria das Restrições – em especial a noção dos gargalos produtivos.

Segundo Antunes et al. (2013), em uma empresa, a capacidade de produção de um posto de trabalho (C), relacionada com a função operação do mecanismo da função produção, é igual ao tempo no qual este posto de trabalho está disponível para produção (T) multiplicado pela sua eficiência (IROG, representado por μ_{global}):

$$C = T \times \mu_{\text{global}} \quad (1)$$

Segundo o mecanismo da função produção, ao se analisar a demanda de um posto de trabalho, analisa-se a função processo (matérias primas/serviços que influem ao longo do processo). A demanda (D) de um posto de trabalho é igual ao somatório da multiplicação da quantidade de cada item produzido (q_i) pelo respectivo tempo de ciclo ou tempo padrão (tp_i) de cada produto conforme a equação 2. Esse tempo corresponde ao tempo de valor agregado do posto de trabalho, ou seja, o tempo no qual ele operou agregando valor ao produto (ANTUNES et al., 2013).

$$D = \sum_{i=1}^n tp_i \times q_i \quad (2)$$

Segundo Antunes et al. (2013), pode-se afirmar que em um posto de trabalho restritivo (gargalo) a demanda é igual à capacidade de produção, sendo então possível igualar as equações 1 e 2, obtendo-se a equação 3, que define a fórmula para o cálculo do índice de rendimento operacional global.

$$\mu_{\text{global}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi} \times q_i}{T} \quad (3)$$

Onde:

i = item produzido até o limite n

n = número de ocorrências do item i

t_{pi} = tempo de ciclo do item i

q_i = quantidade boa do item i produzida

T = tempo disponível para a produção

O Índice de Rendimento Operacional Global (IROG) não deve ser calculado da mesma maneira para todos os postos de trabalho. Nos postos de trabalhos restritivos (gargalo) o IROG deve assumir o conceito de *Total Effective Equipment Productivity*, ou produtividade efetiva total do equipamento (TEEP). Neste caso, o tempo disponível para a produção corresponde ao tempo do calendário, não se admitindo nenhuma parada programada (refeição, ginástica laboral, etc.). Trata-se de calcular a produtividade real do sistema produtivo na sua restrição, conforme a equação 4 (ANTUNES et al., 2013).

$$\mu_{\text{TEEP}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{pi} \times q_i}{\text{Tempo Calendário}} \quad (4)$$

Segundo Antunes et al. (2013), a situação ideal é operar esse posto de trabalho durante todo o tempo de calendário da empresa, sendo uma função gerencial aumentar sistematicamente sua eficiência. O aumento dessa eficiência tem como consequência o aumento do desempenho do sistema produtivo como um todo, até o momento em que este posto de trabalho passa a não ser mais a restrição do sistema.

Para cálculo de IROG nos demais postos de trabalho é utilizado o conceito *Overall Equipment Effectiveness*, ou índice de eficiência global de equipamento (OEE). Nesse caso, o tempo disponível para a produção corresponde ao tempo de calendário subtraído do tempo total de paradas programadas. Os postos de trabalhos não restritivos não precisam e não devem funcionar em tempo integral na medida em que só seriam gerados estoques intermediários. O OEE deve ser entendido como a maneira como o sistema funcionou quando foi requisitado para trabalhar, sendo calculado conforme a equação 5 (ANTUNES et al., 2013).

$$\mu\text{OEE} = \frac{\sum_{i=1}^n tpi \times qi}{\text{Tempo Programado}} \quad (5)$$

Segundo Antunes et al. (2013), a elevação dessa eficiência pode reduzir os custos de produção quando, por exemplo, o aumento dessa eficiência possibilita a redução dos turnos de produção com o atendimento da demanda. Por outro lado, o aumento do OEE possibilita:

- Atender aos acréscimos da demanda sem que seja necessária a aquisição de novos equipamentos;
- Fornecer maior flexibilidade para a fábrica, na medida em que é possível aumentar o número de preparações (*setups*) e, conseqüentemente, reduzir o tamanho dos lotes.

2.8.1 Os índices de compõem o IROG

Segundo Antunes et al. (2013), o IROG é resultado da multiplicação de três outros índices conforme equação 6.

$$\mu_{\text{global}} = \mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3 \quad (6)$$

2.8.1.1 Índice de disponibilidade (μ_1)

Corresponde ao tempo durante o qual o posto de trabalho ficou disponível para a produção, menos o tempo durante o qual ele ficou parado, ou seja, é levado em conta o tempo durante o qual a velocidade de produção é igual a zero. Se o

posto de trabalho for um recurso restritivo, o tempo considerado para a produção é o tempo de calendário; se o posto não for um recurso restritivo, o tempo considerado para a produção é o tempo programado. Esse índice é calculado de acordo com a equação 7.

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo Disponível} - \sum \text{Tempo de paradas}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (7)$$

Quanto menor for o valor desse índice, maior será o potencial de aumento de utilização do posto de trabalho, pois um baixo valor indica que ocorreram muitas paradas. Os postos de trabalho que processam pouca variedade de peças têm a tendência de apresentar um índice de disponibilidade maior devido à pouca necessidade de paradas para *setup*. Quando há grande variedade de peças, são exigidos muitos *setups*, e os tempos de paradas totais tendem a aumentar consideravelmente (ANTUNES et al., 2013).

2.8.1.2 Índice de desempenho (μ_2)

Segundo Antunes et al. (2013), este índice está relacionado ao desempenho do posto de trabalho. É calculado em função do tempo de produção total, durante o qual são produzidos itens conformes e itens não conformes, e do tempo durante o qual o equipamento estiver realmente em produção. Esse índice é calculado de acordo com a equação 8.

$$\mu_2 = \frac{\text{Tempo de Produção Total}}{\text{Tempo Real de Produção}} \quad (8)$$

Basicamente, as seguintes causas podem ser consideradas como responsáveis pela obtenção de um valor baixo desse índice:

- Operação em vazio: quando o equipamento está ativado, mas nenhum item está sendo produzido; ou tempos de paradas momentâneas como picos de energia de difícil registro;
- Tempo de pequenas paradas não registradas, como por exemplo, picos de queda de energia de difícil registro ou paradas momentâneas para regulagem do equipamento, entre outras;

- Quedas de velocidade de operação: quando a velocidade de operação do equipamento é reduzida em função de um operador não devidamente habilitado estar em treinamento ou quando houver outras causas que exijam a redução da velocidade de operação do equipamento (ANTUNES et al., 2013).

Segundo Antunes et al. (2013), por outro lado, podem ocorrer as seguintes distorções que afetam o valor desse índice para mais ou para menos:

- O índice de desempenho pode sofrer distorções caso os tempos de ciclo registrados no sistema sejam diferentes dos tempos de ciclo reais;
- Se uma fração do tempo durante o qual o posto de trabalho estiver parado for registrado como tempo em que o posto de trabalho está operando, será obtida, em relação ao tempo registrado como programado para produção, uma produção menor do que a prevista, o que causará um queda do índice de desempenho do posto de trabalho durante sua operação;
- É registrada uma quantidade menor do que a realmente produzida durante o tempo programado para a produção, ocasionando a queda do valor do índice de desempenho do posto de trabalho.

2.8.1.3 Índice de qualidade (μ_3)

Segundo Antunes et al. (2013), este índice está relacionado com a qualidade dos itens produzidos. É calculado em função do tempo de produção total, quando itens conformes e itens não conformes são produzidos. Esse índice é calculado de acordo com a equação 9.

$$\mu_3 = \frac{\text{Tempo de Agregação de Valor}}{\text{Tempo de Produção Total}} \quad (9)$$

O tempo de agregação de valor corresponde ao numerador da equação 5 e é igual ao tempo de produção de itens conformes (itens bons). Valores baixos do índice de qualidade são obtidos quando há muitos ajustes gerando retrabalhos e

refugos após uma operação de *setup*, quando é produzida grande quantidade de itens fora de especificação.

O valor do índice de qualidade pode ser obtido aproximadamente, considerando as quantidades de itens bons e de itens fora de especificação produzidos, conforme a equação 10.

$$\mu_a = \frac{\text{Quantidade de itens conformes (bons)}}{\text{Quantidade de itens bons} + \text{quantidade de itens fora da especificação}} \quad (10)$$

O valor obtido pela equação 9 será igual ao valor obtido na equação 10 caso os tempos de ciclo de todos os itens produzidos sejam iguais.

Pode acontecer também que um item não conforme seja retrabalhado no próprio posto de trabalho monitorado. Nesse caso devem ser consideradas as duas situações:

- 1) O tempo de retrabalho da quantidade de itens não conformes é pouco significativo em função do tempo de produção de itens conformes. Nessa situação os tempos envolvidos para a realização desse retrabalho não são considerados no cálculo do índice de qualidade, pois não haverá produção de itens fora de especificação após a realização do retrabalho e obtenção da conformidade do item. Porém, como o item retrabalhado irá demandar um tempo maior do que o seu tempo de ciclo para ser produzido, ocorrerá um queda de desempenho, e o tempo de retrabalho afetará diretamente no índice de desempenho do posto de trabalho monitorado;
- 2) O tempo de retrabalho da quantidade de itens não conformes é significativo em função do tempo de produção de itens conformes. É o caso da utilização do posto de trabalho para reprocessamento de itens produzidos anteriormente e que foram considerados não conformes. Nessa situação, em vez do tempo estar sendo utilizado para produzir novos itens, ele estará sendo utilizado para retrabalhar itens anteriormente já produzidos, o que reduzirá a produção total de novos itens. Isso causará impacto direto no índice de disponibilidade do posto de trabalho

monitorado, pois ocorreria uma parada não programada para reprocessamento dos itens não conformes (ANTUNES et al., 2013).

2.8.2 A importância das paradas administrativas no cálculo do IROG

Segundo Antunes et al. (2013), outra questão importante que deve ser considerada no cálculo de eficiência está relacionada com as perdas decorrentes das paradas administrativas, devidas a decisões gerenciais e não decorrentes de questões técnicas.

As paradas administrativas podem ser programadas ou não programadas. Na Quadro 2 abaixo, estão relacionadas causas de paradas que pode ocorrer nos postos de trabalho, segundo estudo de caso apresentado em Chiaradia (2004) realizado em uma empresa automobilística.

Quadro 2 – Causas de paradas administrativas

Causas de paradas administrativas
Paradas programadas
Refeição
Ginástica laboral
Sem programação de produção
Paradas não programadas
Manutenção preventiva
Reunião
<i>Total Productive Maintenance (TPM) operador</i>
Engenharia / Prototipo
Preenchimento de documentação
Sem programação de produção
Falta de peças
Falta de matéria prima
Falta de dispositivo/documentação
Falta de ferramenta
Aguardando liberação
Transporte de peças
Falta de operador
Operador fazendo outra operação
Aferição de dispositivos
Aguardando operação anterior

Fonte: Antunes et al. (2013).

Segundo Antunes et al. (2013), o desdobramento das perdas por paradas administrativas permitiu que os funcionários das áreas de apoio da empresa compreendessem de forma mais clara o impacto de seu trabalho no chão de fábrica, sendo essa uma das funções do monitoramento das perdas por paradas administrativas.



3 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a metodologia usada para apresentar os objetivos de pesquisa, coleta e tratamento dos dados, estabelece o local da realização da mesma e também o planejamento para a realização do trabalho.

3.1 Delineamento da pesquisa

O delineamento da pesquisa é dividido em etapas: quanto à abordagem do problema, quanto aos objetivos e quanto aos procedimentos utilizados no estudo.

3.1.1 Quanto à abordagem do problema

Este trabalho teve uma abordagem quantitativa e qualitativa em relação ao tema proposto. Segundo Virgillito (2010), a pesquisa qualitativa costuma ser usada para auxiliar na identificação de atributos importantes para produtos e serviços. Os conhecimentos obtidos com o emprego das técnicas de pesquisa qualitativa propiciam que o pesquisador consiga entender os aspectos que pretende descobrir e analisar sem a utilização de formulários e questionários, empregados na pesquisa quantitativa.

As técnicas de pesquisa qualitativa são muito importantes quando se pretende entender melhor algum assunto sobre o qual não se tem conhecimento prévio suficiente ou para explorar conceitos pouco estudados ou novas ideias.

Os principais objetivos da pesquisa quantitativa são obter informações para realizar as previsões precisas sobre relações entre comportamentos e fatores, descobrir fatos novos significativos sobre tais relações, validar relações e testar hipóteses (HAIR JR. et al., 2010).

Segundo Sampieri et al. (2006), a investigação quantitativa nos oferece a possibilidade de generalizar os resultados de maneira mais ampla, concede-nos controle sobre os fenômenos e um ponto de vista de contagem e magnitude em relação a eles. Assim, oferece uma grande possibilidade de réplica e um enfoque sobre os pontos específicos de tais fenômenos, além de facilitar a comparação entre os estudos similares.

O levantamento dos dados qualitativos foi realizado através dos relatórios operacionais e acompanhamento no processo produtivo e o levantamento quantitativo foram realizados através dos relatórios de produção dos meses de dezembro de 2013 e janeiro e fevereiro de 2014 e cronometragem dos processos.

3.1.2 Quanto aos objetivos

Em relação aos objetivos, este trabalho foi considerado como descritivo e exploratório. McDaniel e Gates (2004) relatam que os estudos descritivos são conduzidos para responder as perguntas quem, o que, quando, onde e como. Está implícito na pesquisa descritiva que a administração já sabe ou compreende as relações básicas da área do problema.

Segundo Sampieri et al. (2006), os estudos descritivos procuram especificar as propriedades, as características e os perfis importantes de pessoas, grupos, comunidades ou qualquer outro fenômeno que se submeta à análise. Eles medem, avaliam ou coletam dados sobre diversos aspectos, dimensões ou componentes do fenômeno a ser pesquisado. Do ponto de vista científico, descrever é coletar dados (para os pesquisadores quantitativos, medir; para os qualitativos, coletar informações).

Segundo Malhotra et al. (2005), o objetivo da pesquisa exploratória é explorar ou examinar um problema ou situação para proporcionar conhecimento e compreensão.

Para McDaniel e Gates (2004), uma vez reconhecido o problema/opportunidade, é extremamente importante que o pesquisador compreenda exatamente quais necessidades precisam ser examinadas. A pesquisa exploratória é geralmente de pequena escala, e realizada para definir a natureza exata de um problema, e obter a melhor compreensão do ambiente no qual ele está ocorrendo.

Uma pesquisa exploratória pode ser utilizada para formular um problema ou definir um problema com maior precisão, identificar cursos alternativos de ação, desenvolver hipóteses, isolar variáveis e relacionamentos-chave para uma análise adicional e para ter uma melhor percepção a fim de elaborar uma abordagem do problema (MALHOTRA et al., 2005).

Segundo Sampieri et al. (2006), quando a revisão da literatura revela que há temas não pesquisados e ideias vagamente relacionadas com o problema de estudo; ou seja, se desejarmos pesquisar sobre alguns temas e objetos com a base em novas perspectivas e ampliar os estudos já existentes, realizam-se os estudos exploratórios.

3.1.3 Quanto aos procedimentos

Em relação aos procedimentos, este trabalho é um estudo de caso. O trabalho foi focado em uma linha de processo produção específica de litografia de embalagens metálicas.

Segundo Sampieri et al. (2006), o estudo de caso é útil para assessorar e desenvolver processos de intervenção em pessoas, famílias, organizações etc., e desenvolve recomendações ou curso de ação a serem seguidos. Requerem descrição detalhadas do próprio caso e seu contexto.

No estudo de caso é obtido todo o tipo de dados (quantitativos e qualitativos) e depois são resumidos, e é necessário estar com muitos sintomas, identificar as

áreas-chave para o diagnóstico e evitar estabelecer conclusões precipitadas (SAMPIERI et al., 2006).

3.2 População alvo

Segundo Malhotra et al. (2005), a população alvo é a coleção de elementos ou objetos que possuem a informação que o pesquisador está buscando. É essencial que seja definida a população alvo com precisão caso deseje que os dados gerados se dirijam para o problema de pesquisa.

Este trabalho foi realizado em uma empresa de embalagens metálicas, no setor de litografia, em uma linha de preparação de folhas de flandres para o processo de impressão. Foram levantados dados referentes às perdas do processo durante os *setups* e durante a operação dos equipamentos. Para isso, os dados foram levantados através de acompanhamento do processo e cronometragem das perdas.

3.3 Coleta de dados

Segundo Sampieri et al. (2006), aqui o interesse se centraliza em “que ou quem”, isto é, nos indivíduos, objetos, fatos, eventos ou contextos de estudo. Isso depende da abordagem inicial da pesquisa. Para selecionar uma amostra, o primeiro passo é definir a unidade de análise (pessoas, organizações, jornais, comunidades, situações, eventos etc). Sobre que ou quem serão coletados os dados depende do enfoque escolhido (quantitativo, qualitativo ou misto), da formulação do problema a ser investigado e dos tipos de estudo.

Os dados foram levantados utilizando os relatórios de produção diários da linha de produção estudada. Foram levantados os motivos das perdas e calculados os tempos destas perdas no processo produtivo em questão.

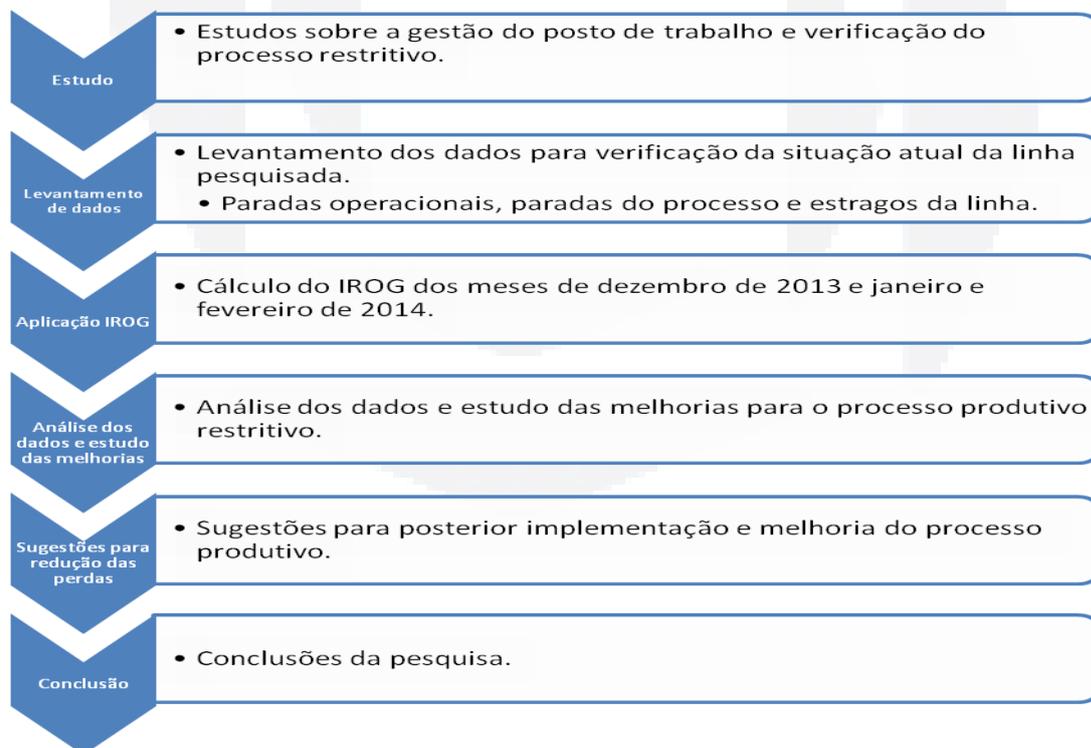
Este trabalho limita-se a aplicação em questão, sendo de grande importância para empresa em que foi realizado, pois se destina ao processo gargalo do setor de litografia. Pode ser aplicado em outras empresas empregando a metodologia adotada modificando as soluções aplicadas conforme cada caso.

Em relação à coleta de dados, poderão ocorrer problemas na descrição das perdas limitadas ao conhecimento do pesquisador devido ao processo ser mecânico e operacional.

Os dados secundários a serem avaliados foram os dados de programação de produção e tempos estimados para produção e *setups* de cada item da sequência produtiva.

Os dados primários que foram apresentados neste trabalho são as descrições das perdas no processo produtivo em questão e seus respectivos tempos de realização descritos nos relatórios de produção. A partir disto, foram analisados os tempos de cada perda e sua frequência, buscando verificar a maior incidência e sugerir melhorias para diminuição e eliminação destas perdas elevando a eficiência do processo produtivo analisado.

Figura 1 – Fluxograma do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E COLETA DE DADOS

Neste capítulo é apresentada a descrição da empresa onde o trabalho foi realizado, com seu histórico e seu sistema produtivo, focando na unidade de Estrela, no setor de litografia, onde a linha em questão está localizada.

4.1 Descrição da empresa

A Brasilata S/A Embalagens Metálicas é uma sociedade anônima de capital fechado, brasileira, com sede na cidade de São Paulo (SP). Organizada em 4 unidades estrategicamente localizadas nos Estados de São Paulo, do Rio Grande do Sul, de Goiás (GO) e de Pernambuco (PE), a Brasilata supre os importantes mercados das regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e agora também do Nordeste. Ao todo emprega aproximadamente 1.000 funcionários, atuando no mercado de embalagens metálicas de aço para as indústrias químicas e alimentícias (EMPRESA..., 2014).

4.1.1 Histórico da empresa

No ano de 1955 foi fundada em São Paulo a Indústria e Comércio de Estamparia Brasung Ltda, que produzia tampinhas para embalagens de cosméticos. Três anos depois, a empresa tornou-se uma sociedade anônima e passou a fabricar latas para biscoitos e eletrodos. Em 1965, a compra da Stampbrás significou a inclusão do seu departamento litográfico e o início da produção de latas para tintas e

produtos químicos. Naquele mesmo ano, sua razão social foi alterada, surgindo, pela primeira vez, o nome Brasilata (BARBIERI, 2003).

O grande crescimento econômico da década de 70 foi fator importante na vida da empresa. Aproveitando este bom momento econômico, adquiriu a Metalúrgica Brasilina S/A, tradicional fabricante de latas em São Paulo, e também realizou ampliações na unidade fabril (BARBIERI, 2003).

Na Figura 2 pode-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril da Matriz, em São Paulo.

Figura 2 – Atual unidade fabril da matriz em São Paulo – SP



Fonte: Empresa Brasilata.

No início dos anos 80, a Brasilata diversificou-se geograficamente, adquirindo as instalações da empresa gaúcha Killing Reichert S/A Metalgráfica, em Estrela - RS. Este investimento estratégico significou também a ampliação de sua linha de produtos, com a introdução dos baldes cônicos e cilíndricos. Em 1990, esta unidade passa pela primeira ampliação visando a exportação para os países Uruguai e Argentina (BARBIERI, 2003).

Na Figura 3 pode-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril da Estrela, no Rio Grande do Sul.

Figura 3 – Atual unidade fabril da filial de Estrela – RS



Fonte: Empresa Brasilata.

No ano de 1992, implantou a sua terceira unidade fabril, em Rio Verde – GO, para atender à demanda de embalagens para óleo comestível em face do crescimento da produção de soja e sua industrialização no Centro-Oeste. Na Figura 4 podem-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril de Rio Verde, em Goiás (EMPRESA..., 2014).

Figura 4 – Atual unidade fabril da filial de Rio Verde – GO



Fonte: Empresa Brasilata.

Em 1999, a Brasilata adquiriu as linhas de aerossóis da empresa *Crown Cork Embalagens*, instalando-as em sua unidade fabril em Estrela, que passou por uma segunda ampliação, com vistas a alcançar os países do Mercosul.

No ano de 2006, amplia mais uma vez a unidade fabril da matriz, em São Paulo, sendo que nesta unidade localiza-se a plataforma de exportação de componentes, de onde saem os produtos patenteados para o mundo.

E em 2011, foi criada mais uma unidade, em Recife (Pernambuco), para atender o mercado do nordeste produzindo latas para produtos químicos. Na Figura 5 podemos visualizar as atuais instalações da unidade fabril da Recife, em Pernambuco (BARBIERI; ÁLVARES; CAJAZEIRA, 2009).

Figura 5 – Atual unidade fabril da filial de Recife – PE



Fonte: Empresa Brasilata.

4.1.2 Sistema produtivo da unidade estudada

A unidade estudada é a estabelecida na cidade Estrela, no Rio Grande do Sul, que é a segunda maior unidade produtiva da empresa, produzindo embalagens metálicas para a região sul, sudeste e centro-oeste do país e também e também exportando para países como Argentina, Chile, Paraguai, Uruguai e Cuba.

Esta unidade produz principalmente latas de aerossóis para lubrificantes, tintas, pesticidas, produtos para saúde animal, cosméticos. Produz também latas para o segmento químico, como tintas, solventes e complementos e algumas embalagens para a linha alimentícia. Na Figura 6 podemos visualizar as principais embalagens produzidas na unidade fabril da Estrela, no Rio Grande do Sul (BARBIERI; ÁLVARES; CAJAZEIRA, 2009).

Figura 6 – Principais embalagens fabricadas na unidade de Estrela



Fonte: Empresa Brasilata.

O processo de fabricação da embalagem metálica divide-se basicamente em 3 etapas: litografia, confecção dos componentes e montagem das embalagens.

O processo de litografia para embalagens é subdividido em 3 etapas que são: preparação, impressão e acabamento. Na etapa da preparação, quando necessário, é passado um verniz para revestimento interno, e após é passado um esmalte ou verniz denominado *size* incolor que serve de base para a impressão das cores.

Nenhuma impressão pode ser realizada diretamente sobre a folha de flandres bruta, pois ela não possibilita a ancoragem das tintas sobre a superfície, ou seja, a tinta aplicada sobre uma folha sem uma base de esmalte ou verniz não adere suficientemente para suportar os esforços mecânicos que o material sofre na etapa de montagem da embalagem.

Na Figura 7 tem-se o exemplo de uma folha de flandres com preparação para impressão com base esmalte.

Figura 7 – Fardo de folhas flandres preparada para impressão com base esmalte



Fonte: Arquivo do autor.

Na etapa da impressão, as cores podem ser impressas de uma a uma ou de duas em duas, dependendo a rótulo e do equipamento onde o mesmo está sendo impresso. As cores são impressas de acordo com a sequência programada seguindo uma referência aprovada pelo cliente, o prelo ou padrão de cores. Após o término da impressão de cores é passado um verniz para proteger a impressão e dar um acabamento final no rótulo.

Na Figura 8 tem-se um exemplo de sequenciamento de impressão de cores sendo que no primeiro rótulo temos a sequência amarelo e laranja impressos conjugados, vermelho e preto feitos separadamente. No segundo, temos branco, amarelo e vermelho que são impressos separadamente.

Figura 8 – Exemplo de sequenciamento de cores em dois rótulos



Fonte: Arquivo do autor.

O processo litográfico para folhas de componentes (tampas, anéis, domo e fundo das embalagens) geralmente necessita apenas de envernizamento, o qual é feito somente nas envernizadeiras com o objetivo de evitar a oxidação de aço tanto ao ataque de fatores ambientais bem como pelo produto que será envasado pelo cliente.

Figura 9 – Exemplo de componentes com aplicação de verniz



Fonte: Do autor.

No processo de estampagem dos componentes (fundos, anéis, domos e tampas das embalagens) as folhas envernizadas são cortadas em tiras e estas são encaminhadas para as prensas que estampam os componentes e os conformam de acordo com as matrizes nelas colocadas, aplicando também o vedante (componente líquido que após seco tem o objetivo de impedir que ocorram vazamentos nas embalagens).

Figura 10 – Exemplo de corte de folhas de componentes



Fonte: Arquivo do autor.

O processo de montagem utiliza-se das folhas litografadas, cortando a folha inteira em pedaços menores de uma unidade de corpo, juntamente com os componentes prontos, soldando o corpo e adicionando o fundo e o domo ou anel (parte onde depois de envazado o produto, encaixa-se a tampa).

Figura 11 – Exemplo de embalagem montada



Fonte: Do autor.

A variedade de embalagens produzidas nesta unidade é muito grande, havendo um total de 17 linhas de montagem e sendo que algumas linhas fazem mais que um tipo lata. Isto requer um planejamento para que os recursos sejam otimizados, visando evitar ou minimizar o tempo de *setup* nas linhas.

O setor estudado neste trabalho é o setor de litografia, o qual é considerado o gargalo do setor produtivo da empresa, pois nele se inicia todo o processo de confecção da embalagem sendo que todas precisam passar por ele, pois mesmo a venda de embalagens sem litografia necessita de verniz de acabamento para evitar a oxidação das embalagens. Ao receber a solicitação de um cliente, a data de entrega sempre será fornecida de acordo com a entrega do rótulo pelo setor de litografia.

Além disso, o setor de litografia é o processo da empresa que demanda os maiores gastos devido ao alto custo da matéria prima e aos insumos que são utilizados na confecção dos rótulos impressos.

4.1.3 O setor de litografia da unidade estudada

No setor de litografia da unidade de Estrela existem três envernizadeiras denominadas de LITO 01, LITO 11 e LITO 12.

A máquina envernizadeira LITO 01 é um equipamento que aplica esmaltes e vernizes convencionais, ou seja, insumos que necessitam de calor para que sejam curados. Esta linha é utilizada para três finalidades:

- 1) Preparação das folhas de flandres que alimentarão posteriormente as impressoras;
- 2) Preparação de folhas para a confecção de componentes;
- 3) Para envernizar rótulos que possuem em sua composição insumos especiais.

As outras envernizadeiras, LITO 11 e LITO 12, são utilizadas somente para aplicar o verniz de acabamento no final do processo produtivo litográfico. Estas duas linhas aplicam verniz que possui a característica de curar através da emissão de radiação ultravioleta, sendo que este insumo é utilizado na maioria dos rótulos.

As outras linhas litográficas são impressoras de folhas de flandres denominadas de LITO 5, LITO 8, LITO 9 e LITO 10.

A máquina impressora LITO 5 é uma impressora bicolor (imprime duas cores por vez) tendo limitação de tamanho de formato conforme Tabela 1. Ela é usada para processar folhas de tamanhos menores e com lotes variados.

A máquina impressora LITO 8 é uma impressora monocolor (processa uma cor por vez) com um formato intermediário, sendo usada principalmente para fazer a impressão das latas de aerossóis.

A máquina impressora LITO 9 é uma impressora monocolor (processa uma cor por vez) tendo limitação de tamanho de formato (similar às dimensões da máquina impressora LITO 5).

E a máquina LITO 10 é uma impressora bicolor (imprime duas cores por vez) com a maior capacidade de formato e, portanto usada para processar as maiores folhas, com lotes de tamanhos variados.

Na Tabela 1, pode-se verificar as dimensões máximas e mínimas em milímetros v de folhas de flandres que cada impressora pode comportar.

Tabela 1 – Dimensões máximas e mínimas de folhas de flandres por impressora

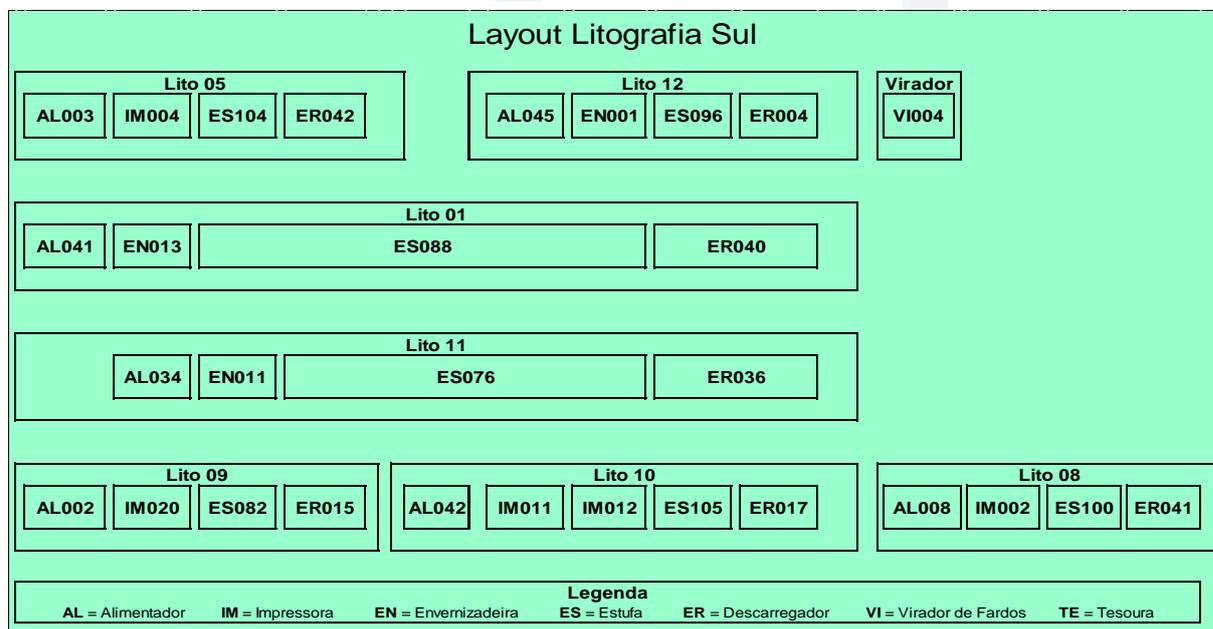
Dimensões máximas de folhas de flandres				
	Lito 05	Lito 08	Lito 09	Lito 10
Comprimento	745	965	745	945
Largura	960	1016	960	1135
Dimensões mínimas de folhas de flandres				
	Lito 05	Lito 08	Lito 09	Lito 10
Comprimento	533	305	550	533
Largura	750	406	700	750

Fonte: Empresa Brasilata.

A seguir, na Figura 12, pode-se visualizar o *layout* do setor de litografia.

O sequenciamento do processo em cada linha inicia sempre dos alimentadores para os descarregadores. Todas as folhas de flandres são preparadas na máquina LITO 1, seguindo para as máquinas impressoras LITO 5, LITO 8, LITO 9 e LITO 10, e envernizadas nas máquinas LITO 11 e LITO 12.

Figura 12 – *Layout* do setor de litografia da unidade fabril de Estrela



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.4 O processo de litografia na empresa Brasilata

O setor de litografia inicia todo o processo de produção de embalagens metálicas preparando as folhas de flandres para posterior montagem com ou sem impressão de rótulo.

O processo de litografia é iniciado quando o cliente solicita o desenvolvimento de uma nova embalagem. O cliente envia para o setor de fotolito (responsável pelo desenvolvimento do rótulo e adequação para posterior produção) as particularidades do rótulo o qual pode vir acompanhado de um arquivo de imagem ou pode ser desenvolvido, se não existe ainda.

Normalmente o cliente também envia uma referência de cor para a confecção do prelo (prova de cor feita em laboratório para aprovação do cliente, utilizada na liberação do lote piloto no sistema produtivo). Esta prova de prelo é enviada para o cliente juntamente com uma imagem (para aprovação de texto) do rótulo para aprovação.

Após estas referências retornarem com a aprovação ou não aprovação do cliente, o setor de vendas registra o pedido para produção ou solicita revisão das referências com as modificações solicitadas pelo mesmo. Caso aprovado, o rótulo segue para análise dos setores de programação e controle da produção da montagem e da litografia para verificação da possível data de entrega.

Nesta análise é realizada a simulação da data de entrega do rótulo lançando-o na programação da envernizadeira LITO 01. Após isto, é feita a simulação em uma das quatro impressoras existentes, de acordo com a capacidade, disponibilidade e formato do rótulo, visando a melhor data de entrega. Na Tabela 2 tem-se um exemplo da simulação na LITO 01.

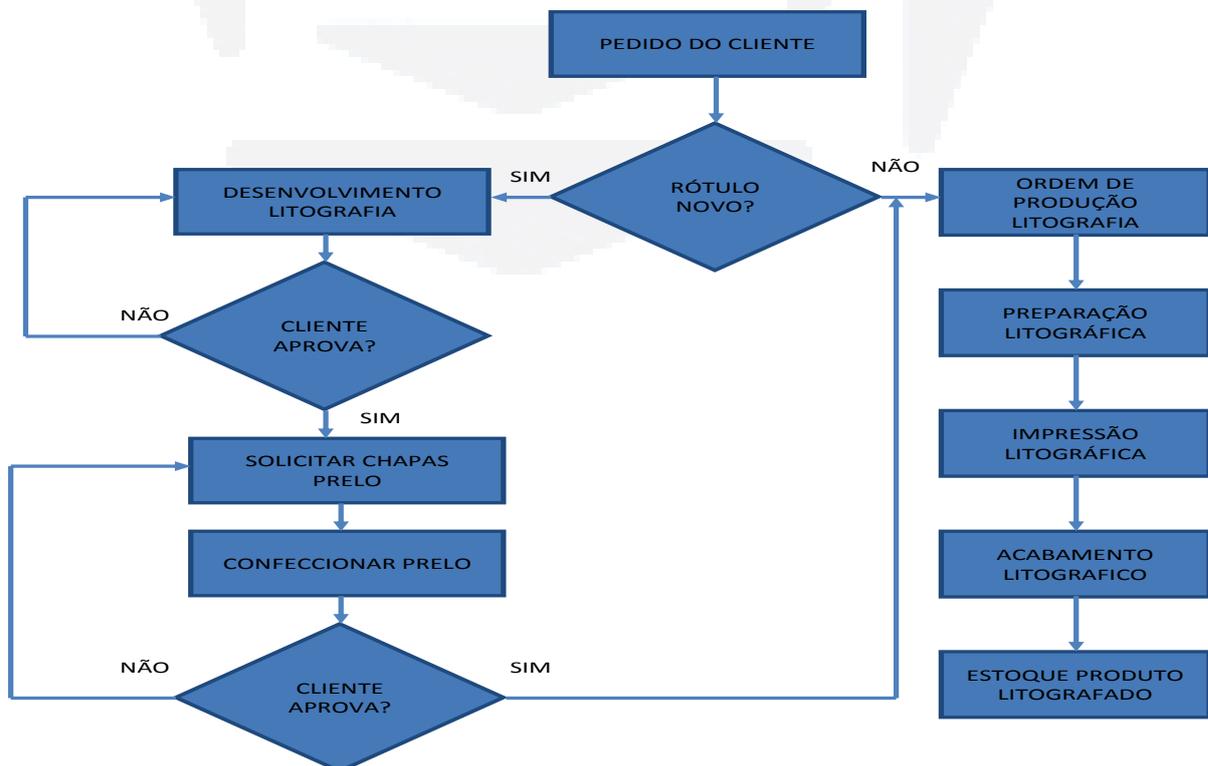
Tabela 2 – Exemplo da simulação de programação LITO 01

Programação Litográfica				Data	Entrega
				04/02/2009	
Ordem	Cod. Item	Descrição	Quant.	Envernizamento	
EMS433459	0014417C10	CORPO 001 189 TINSUL ACRILICO STANDARD E	661	LIT0086	23-mai
EMS430553	0015940C10	CORPO 001 189 DACAR ESM SINT STANDARD EP	8160	LIT0085	23-mai
EMS432836	0012792C10	CORPO 001 189 KILLING BC SINT LARANJA EP	2481	LIT0190	24-mai
EMS432837	0012794C10	CORPO 001 189 KILLING BC PREMIUM AZUL EP	1492	LIT0328	24-mai
EMS432049	0045327C14	CORPO 004 120 KISACRIL PAREDES E TETOS E	1000	LIT0062	26-mai
EMS432050	0045325C14	CORPO 004 120 KISACRIL MAD/METAL COMPL E	500	LIT0086	26-mai
EMS434532	0151610FT	FOLHA ENV TAMPA BD 20R AC/EP	1151	LIT0473	22-mai
EMS429592	08203FF	FOLHA ENV FUNDO 50 U.N - EP/EP (0,30)	3000	LIT0053	27-mai

Fonte: Empresa Brasilata S/A.

Após a confirmação da data de entrega da litografia para o setor de PCP da montagem, uma ordem é gerada no sistema de gestão da empresa, contendo o item do rótulo, quantidade e data da ordem. Esta ordem também contém as informações dos materiais que serão usados: folha, esmalte e verniz. Na Figura 13 pode-se verificar o funcionamento do processo litográfico.

Figura 13 – Fluxograma do processo litográfico



Fonte: Elaborada pelo autor.

Cada linha possui uma capacidade de serviço pré-estabelecida de acordo com a sua eficiência de preparação ou impressão sendo que esta é calculada pela sua velocidade de trabalho padrão.

A velocidade padrão é estabelecida de acordo com a capacidade do equipamento e das restrições técnicas dos insumos utilizados nesta linha. Como exemplo disto podemos citar as especificações técnicas dos esmaltes e vernizes, onde estas informam a quantidade de esmalte ou verniz que deve ser aplicada sobre a folha bem como o tempo que este material deve estar a certa temperatura para que ocorra a cura do material aplicado. Não seguindo tais especificações, o fornecedor não garante que o material atenda a finalidade para qual foi projetado.

Na Tabela 3, tem-se as capacidades por linha litográfica.

Tabela 3 – Capacidade linhas litográficas

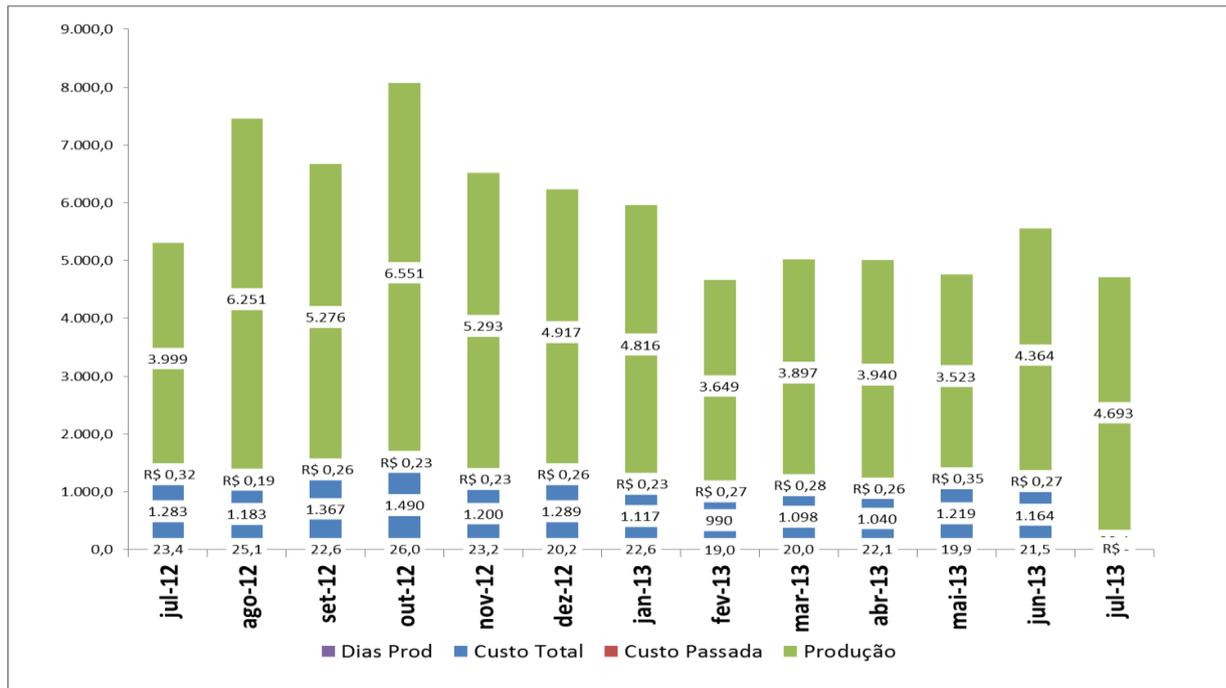
Capacidade Litográfica	
Linha Litográfica	Capacidade de passadas mensais (folhas)
LITO 01	1600.000
LITO 05	1200.000
LITO 08	900.000
LITO 09	200.000
LITO 10	1100.000
LITO 11	1000.000
LITO 12	1000.000

Fonte: Empresa Brasilata.

Podemos verificar na Tabela 3 que o processo de preparação acaba tornando-se o gargalo do processo litográfico, pois este possui uma capacidade de 1.600.000 passadas mensais enquanto que a capacidade de impressão é de 3.400.000 passadas. Importante salientar que as LITO 01 realiza a preparação de folhas para todas as impressoras (LITO 05, LITO 08, LITO 09 e LITO 10).

Na Figura 14 apresenta-se as informações referentes ao período de julho de 2012 até julho de 2013 dos dias produzidos, do custo total da litografia, do custo da passada litográfica e produção total do setor.

Figura 14 – Dados referentes aos custos por passada



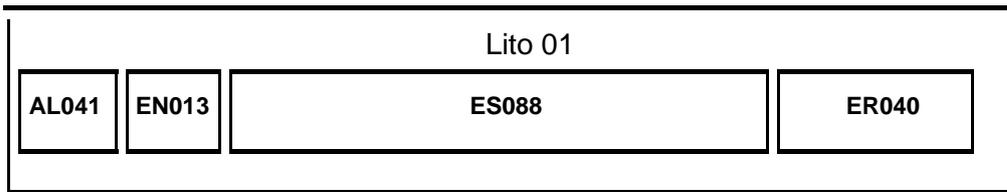
Fonte: Empresa Brasilata.

Em média, uma passada litográfica tem o custo de R\$ 0,26. Quanto maior o número de passadas, menor é o custo de litografia. Como exemplo disto, no mês de fevereiro de 2013, temos uma produção de 3.649.000 de passadas e o custo ficou em R\$ 0,27. No mês de agosto de 2012, obtivemos uma produção de 6.251.000 com um custo de R\$ 0,19.

Assim, melhorando a eficiência do processo restritivo do setor de litografia, teremos um aumento no número de passadas considerando que elevando a produção da LITO 01, diminuimos a ociosidade das linhas de impressão.

4.2 Linha de envernizamento LITO 01

A linha estudada neste trabalho foi a LITO 01. Nesta linha, todos os rótulos litografados passam pelo menos uma vez durante o processo. Esta linha sempre inicia o rótulo, podendo recebê-lo na sequência novamente. Na Figura 15, apresenta-se o *layout* da linha de envernizamento LITO 01.

Figura 15 – *Layout* linha de envernizamento LITO 01

Fonte: Elaborada pelo autor.

Sendo:

- 1) AL041 – alimentador de folhas de flandres;
- 2) EN013 – envernizadeira de folhas de flandres;
- 3) ES088 – estufa a gás para secagem das folhas de flandres;
- 4) ER040 – descarregador / empilhador de folhas de flandres.

Os fardos de folhas de flandres são transportados do estoque de insumos até o alimentador por uma empilhadeira. Neste equipamento serão separadas uma a uma e transportadas até a envernizadeira por um sistema mecânico de polias emborrachadas e correias.

Na envernizadeira é realizada a aplicação do verniz ou esmalte com um rolo emborrachado. Este rolo possui reservas (a borracha é retirada em alguns pontos) com a intenção de não aplicar o verniz nos pontos que serão soldados eletricamente no momento da montagem, já que o esmalte e o verniz são isolantes elétricos.

Na Figura 16, pode-se verificar a aplicação de verniz com rolos emborrachado com as reservas para posterior solda da embalagem.

Figura 16 – Sistema de envernizamento LITO 01



Fonte: Arquivo do autor.

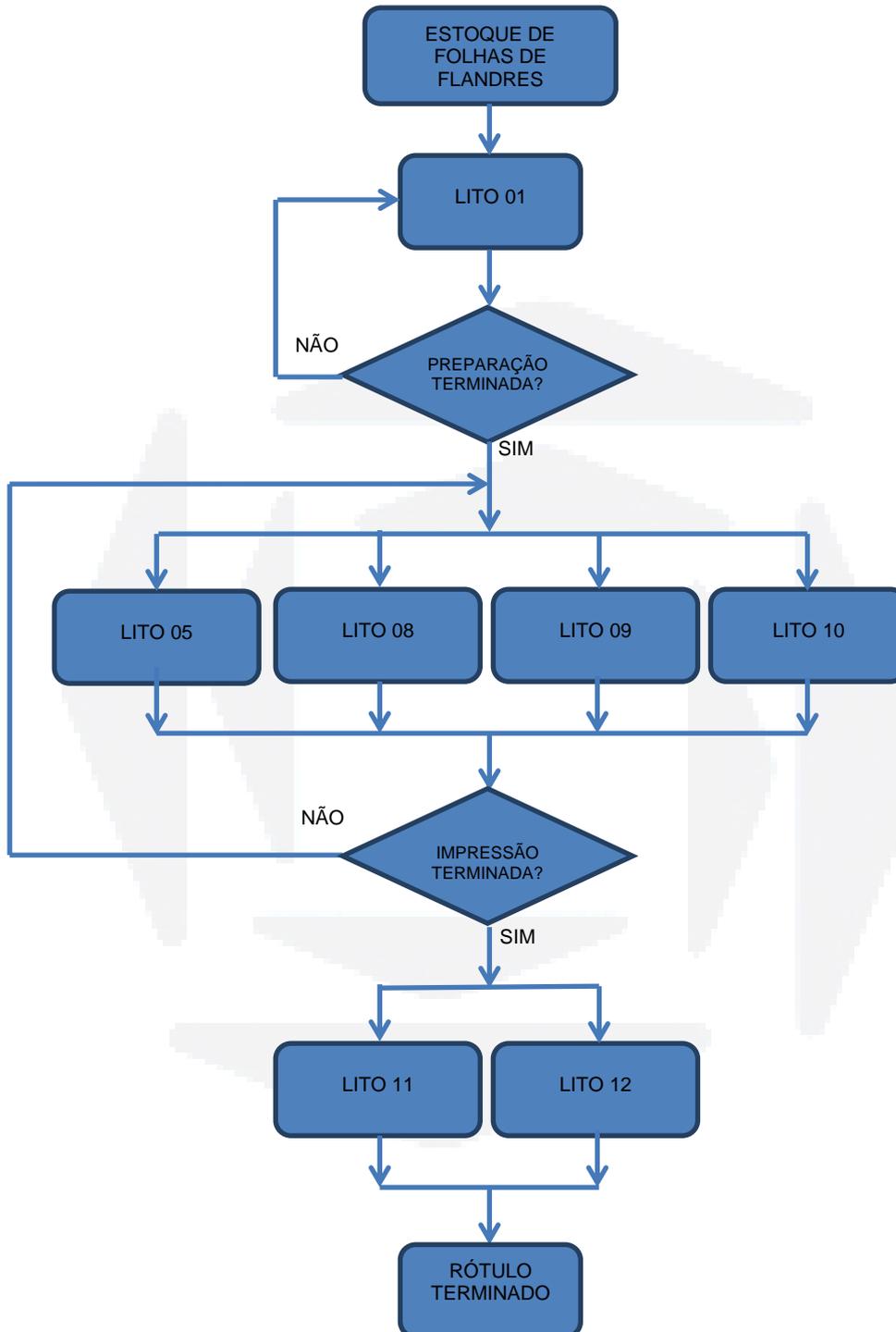
Após, as folhas são transportadas até a estufa para secagem do material aplicado. A cura do material dura em torno de 10 a 15 minutos, dependendo da especificação técnica do verniz ou esmalte.

Em seguida, as folhas são descarregadas e empilhadas em fardos novamente. Caso o processo de preparação não esteja terminado o fardo retorna para o alimentador, caso contrário é transportado pela empilhadeira até o estoque de folhas em processo situado próximo a linha onde será realizada a impressão e ficará aguardando a sua programação.

Após a preparação na LITO 01, os rótulos passam para o processo de impressão. Este processo é realizado nas impressoras LITO 05, LITO 08, LITO 09 e LITO 10.

Após isso, o rótulo segue para o acabamento, LITO 11 e LITO12, onde recebe uma camada de verniz sobre a impressão para aumentar a resistência mecânica e intensificar o brilho da embalagem. Na Figura 17 tem-se o fluxograma do processo de envernizamento e impressão.

Figura 17 – Fluxograma do processo de envernizamento e impressão



Fonte: Elaborada pelo autor.

A LITO 01 é considerada o gargalo do processo de litografia pelos seguintes motivos:

- É a única linha que realiza a preparação das folhas de flandres para impressão;
- A sua capacidade de produção mensal é de 1600.000 folhas enquanto que a capacidade de impressão é de 3400.000 folhas;
- É a única linha que realiza a preparação de folhas de flandres para a confecção dos componentes que serão utilizados na montagem das embalagens (tampas, anéis, fundos).

Sendo a LITO 01 o processo restritivo do sistema produtivo, as datas de entrega dos produtos litografados são estabelecidas de acordo com a demanda desta linha. Assim sendo, o sequenciamento de rótulos para preparação nesta linha é realizado de acordo com as datas de entrega programadas com o cliente e estas de acordo com a sequência de rótulos da programação da LITO 01.

Atualmente, a eficiência desta linha de envernizamento é calculada apenas em relação ao tempo disponível e quanto foi produzido neste intervalo. Para este cálculo, a LITO 01 não é considerada como um recurso restritivo.

Na Tabela 4 pode-se verificar as eficiências de preparação e produção realizadas nos meses do ano de 2013:

Tabela 4 – Eficiências de preparação e produção LITO 01 no ano de 2013

Eficiência LITO 01												
	jan/13	fev/13	mar/13	abr/13	mai/13	jun/13	jul/13	ago/13	set/13	out/13	nov/13	dez/13
Preparação	97%	95%	90%	99%	93%	93%	92%	99%	94%	94%	96%	91%
Produção	92%	90%	86%	90%	86%	84%	85%	90%	89%	81%	84%	84%

Fonte: Empresa Brasilata.

A LITO 01 prepara e enverniza uma grande variedade de medidas de folhas de flandres. Com isso são necessários vários ajustes nos sistemas de esquadreamento de folhas, impulsos, tempo de entrada de folhas e rolo de borracha que seja adequado ao tipo de embalagem que será produzida.

Na Tabela 5, tem-se os itens e medidas de folhas de flandres utilizadas pela empresa Brasilata para confecção de embalagens metálicas. Todos estes itens são

produzidos na LITO 01. O item é o código de registro do insumo no sistema de gestão da empresa e as medidas são as dimensões de espessura, comprimento e largura (em milímetros).

Tabela 5 – Item e medidas das folhas de flandres utilizadas na Brasilata

	Item	Medidas		Item	Medidas		Item	Medidas
1	FCE0037	22X850X926	31	FFE0165	28X811X840	61	FFE0283	18x874x910
2	FCE0040	22X966X1060	32	FFE0166	19x910x686	62	FFE0292	34x870x857
3	FCE0045	22X774X1060	33	FFE0167	30X947X634	63	FFE0298	19X902X943
4	FCE0047	22X850X924	34	FFE0168	30x848x926	64	FFE0300	30x912x815
5	FCE0069	22X774X1060	35	FFE0177	40x700x947	65	FFE0301	19X835X778
6	FCE0074	24x792x873	36	FFE0178	22X700X700	66	FFE0303	19x910x794
7	FCE0089	22X966X699	37	FFE0179	20X815X835	67	FFE0312	20x910x855
8	FCE0090	22X887X924	38	FFE0181	19x910x846	68	FFE0317	34x926x620
9	FFE0019	19x902x946	39	FFE0182	30x924x1080	69	FFE0319	40x966x699
10	FFE0032	43X947X634	40	FFE0186	22x966x1060	70	FFE0330	19X835X846
11	FFE0040	24X804X632	41	FFE0189	34x700x700	71	FFE0330	19X835X846
12	FFE0055	34x924x620	42	FFE0190	22X966X862	72	FFE0331	34x966x699
13	FFE0057	30x924x620	43	FFE0193	30x804x816	73	FFE0378	22X902X943
14	FFE0058	18x893x717	44	FFE0221	20x910x846	74	FFE0386	22X924X758
15	FFE0063	30x730x730	45	FFE0222	20x910x855	75	FFE0408	28X902X732
16	FFE0080	18x893x946	46	FFE0223	20x910x733	76	FFE0410	28X902X711
17	FFE0089	30X912X732	47	FFE0227	20X826X810	77	FFE0437	28X811X866
18	FFE0090	34x804x816	48	FFE0230	19X893X1069	78	FFE0484	19X893X717
19	FFE0105	20x855x835	49	FFE0231	34x700x947	79	FFE0497	40x700x700
20	FFE0106	28X811X828	50	FFE0239	34x700x932	80	FFE0518	22x774x1060
21	FFE0107	18x902x950	51	FFE0243	22x966x758	81	FFE0592	36x864x854
22	FFE0117	34x768x862	52	FFE0245	22X966X699	82	FFE0604	22X924X722
23	FFE0118	34x700x862	53	FFE0249	30x912x732	83	FFE0612	28X902X712
24	FFE0120	27X768X862	54	FFE0250	22X966X722	84	FFE0620	30x912x805
25	FFE0129	40x768x862	55	FFE0252	22X902X712	85	FFE0644	27X768X864
26	FFE0138	19x902x1004	56	FFE0253	20x910x686	86	FFE0645	28X902X711
27	FFE0142	19x910x733	57	FFE0259	34x700x926	87	FFE0680	18x893x684
28	FFE0155	19x910x855	58	FFE0261	19X835X855	88	FPE0001	28X811X866
29	FFE0157	19X835X815	59	FFE0275	19x893x835	89	FPE0003	30x912x805
30	FFE0160	27X700X862	60	FFE0282	18x893x943	90	FPE0004	30x912x800

Fonte: Empresa Brasilata.

Para cada um destes itens são necessários os ajustes mencionados anteriormente. Com isso, a LITO 01 necessita de muitos *setups* para atender a necessidade das impressoras.

Na Tabela 6 , tem-se as causas citadas nos relatórios durante o período estudado de paradas com perdas de disponibilidade. As causas estão disponibilizadas na tabela de acordo com o tempo de duração, ou seja, do maior tempo para o menor.

Tabela 6 – Motivos de perdas de disponibilidade

Causas de Paradas	Horas	%	% acumulado
Setup	374,00	56,66	56,66
Almoço	105,50	15,98	72,64
Reunião	38,00	5,76	78,40
Problema controlador produção	19,00	2,88	81,28
Manutenção proteções	16,10	2,44	83,72
Troca faca	13,20	2,00	85,72
Problema de variação de registro	8,40	1,27	86,99
Limpeza final de semana	6,80	1,03	88,02
Troca grampos estufa	6,30	0,95	88,97
Problema de fuligem	5,80	0,88	89,85
Manutenção sistema de impulso	5,60	0,85	90,70
Manutenção esquadro móvel	5,60	0,85	91,55
Revisão camada	5,20	0,79	92,34
Problema elétrico na descarga	5,20	0,79	93,12
Falta ar comprimido	5,20	0,79	93,91
Devolução de fardo	4,50	0,68	94,59
Problema/falta de programação	3,50	0,53	95,12
Folha fora esquadro	2,80	0,42	95,55
Problema elétrico no alimentador	2,60	0,39	95,94
Parada para lubrificação	2,60	0,39	96,33
Problema incinerador	2,50	0,38	96,71
Verniz interno	2,30	0,35	97,06
Aguardar baixar temperatura	2,22	0,34	97,40
Aguardando empilhadeira	2,10	0,32	97,72
Retirar folhas caídas dentro estufa	1,80	0,27	97,99
Manutenção correias transporte descarregador	1,80	0,27	98,26
Aguardar estabilização temperatura do forno	1,70	0,26	98,52
Esmalte interno	1,30	0,20	98,72
Problema mecânico descarregador	1,20	0,18	98,90
Rolo abaixo especificação	1,20	0,18	99,08
Defeito bomba de verniz	1,20	0,18	99,26
Aguardando serviço impressora	0,90	0,14	99,40
Fardos com oleosidade	0,90	0,14	99,53
Vazamento suporte da faca	0,70	0,11	99,64
Problema rolos envernizadeira	0,70	0,11	99,75
Problema no sincronismo elétrico	0,60	0,09	99,84
Limpeza grampos estufa	0,60	0,09	99,93
Interrupção energia elétrica	0,50	0,08	100,00

Fonte: Elaborada pelo autor.

No Apêndice A pode-se visualizar o gráfico de Pareto das causas de paradas e as suas respectivas horas com perda de disponibilidade.

A partir destas informações, calculou-se o IROG (índice de rendimento operacional global) que serão apresentados nas tabelas seguintes, sendo os indicadores classificados conforme Quadro 3:

Quadro 3 – Classificação dos indicadores das tabelas

1- Dia: refere-se ao respectivo dia de produção do mês estudado.
2- Folhas Boas - são as folhas boas que foram preparadas durante cada dia na linha de preparação Lito 01.
3- Folhas perdas – são as folhas de flandres que por algum motivo de qualidade foram segregadas ou descartadas.
4- Total de folhas produzidas – são todas as folhas de flandres que foram produzidas no dia, tanto as boas como as perdas.
5- Folhas produzidas por minuto – Considera-se neste item o valor de velocidade padrão do equipamento que deve ser atingido determinando a capacidade de produção. Neste caso, 92 folhas por minuto ou 5520 folhas por hora.
6- TTD - tempo total disponível (minutos) - é o tempo em que o equipamento ficou disponível para preparar folhas de flandres. Como neste caso o recurso é restritivo, todo o período disponível (2 ou 3 turnos de 8 horas).
7- TPD (tempo perda disponibilidade) – Perdas com as paradas planejadas e não planejadas durante o tempo disponível.
8- Taxa de disponibilidade (μ_1) - determina o índice de disponibilidade dos equipamentos da linha de preparação. É resultante do tempo total disponível da linha, subtraído do tempo total de paradas, dividindo-se este valor ao tempo total disponível.
9- Taxa de velocidade (μ_2) – determina o índice de velocidade da linha de preparação na qual compara o valor real produzido com o valor padrão determinado para a linha de preparação.
10- Taxa de qualidade (μ_3) – demonstra o índice de folhas boas no processo de preparação, ou seja, quantas folhas a linha de impressão produziu que estão em conformidade.
11- O cálculo do IROG é determinado pelo produto simples dos três indicadores: IROG = Disponibilidade x Taxa de Velocidade x Taxa de Qualidade ($\mu_1 \times \mu_2 \times \mu_3$)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Como exemplo, para se calcular a taxa ou índice de disponibilidade, utilizou-se a equação:

$$\mu_1 = \frac{\text{Tempo Disponível} - \sum \text{Tempo de paradas}}{\text{Tempo Disponível}} \quad (11)$$

Assim sendo, para o primeiro dia de produção do mês de dezembro de 2013 tem-se:

$$\mu_1 = \frac{1440 \text{ minutos totais para produção} - 436,20 \text{ minutos de paradas}}{1440 \text{ minutos totais para produção}} \quad (12)$$

Realizando os cálculos chegamos em:

$$\mu_1 = 0,6971 \text{ ou } 69,71\% \quad (13)$$

Ou seja, do tempo total disponível o equipamento obteve uma disponibilidade de 69,71% deste tempo para produção.

Para calcular a taxa de velocidade ou índice de desempenho, utilizou-se a equação:

$$\mu_2 = \frac{\text{Tempo de Produção Total}}{\text{Tempo Real de Produção}} \quad (14)$$

Dividimos a produção total por 92 para obter a produção em minutos:

$$\mu_2 = \frac{\frac{70543}{60}}{1440 - 436,20} \quad (15)$$

O que resulta em:

$$\mu_2 = 0,7639 \text{ ou } 76,39\% \quad (16)$$

Ou seja, o equipamento envernizou apenas 76,39% do total de insumos que poderia ter processado.

Para calcular o índice de qualidade, utilizou-se a fórmula 17 que segue abaixo:

$$\mu_3 = \frac{\text{Quantidade de itens conformes (bons)}}{\text{Quantidade de itens bons + quantidade de itens fora da especificação}} \quad (17)$$

Aplicando os valores correspondentes na equação temos:

$$\mu_3 = \frac{70532}{70532 + 11} = 0,99 \text{ ou } 99\% \quad (18)$$

Este valor significa que do total produzido, 99% foi preparado corretamente, com a qualidade necessária.

Nas Tabelas 7, 8, 9, seguem os cálculos dos índices diários dos meses de dezembro de 2013, janeiro e fevereiro de 2014 respectivamente.

Tabela 7 – Cálculo do indicador IROG de dezembro de 2013

Folhas (peças)				Tempo de produção		Cálculo IROG				
Dia	Boas	Perdas	Total	Folhas/min	TTD (min)	TPD (min)	TD	TV	TQ	IROG
2	70532	11	70543	92	1440	436,20	0,6971	0,7639	0,9998	53,24
3	59706	30	59736	92	1440	679,20	0,5283	0,8534	0,9995	45,07
4	31478	35	31513	92	960	253,20	0,7363	0,4846	0,9989	35,64
5	85483	13	85496	92	1440	388,20	0,7304	0,8835	0,9998	64,53
6	70780	42	70822	92	1440	345,00	0,7604	0,7030	0,9994	53,43
7	71976	19	71995	92	1440	118,20	0,9179	0,5920	0,9997	54,33
8	42788	5	42793	92	960	407,40	0,5756	0,8417	0,9999	48,45
9	86413	9	86422	92	1440	370,80	0,7425	0,8786	0,9999	65,23
10	81316	31	81347	92	1440	259,20	0,8200	0,7488	0,9996	61,38
11	52535	24	52559	92	1440	715,80	0,5029	0,7889	0,9995	39,66
12	83664	25	83689	92	1440	390,00	0,7292	0,8663	0,9997	63,15
13	60980	5	60985	92	1440	715,20	0,5033	0,9146	0,9999	46,03
14	72541	4	72545	92	1440	229,80	0,8404	0,6516	0,9999	54,76
16	57584	11	57595	92	1440	365,40	0,7463	0,5826	0,9998	43,47
17	91459	12	91471	92	1440	325,20	0,7742	0,8919	0,9999	69,04
18	77735	22	77757	92	1440	618,00	0,5708	1,0282	0,9997	58,68
19	58639	57	58696	92	1440	610,20	0,5763	0,7689	0,9990	44,26
20	80924	15	80939	92	1440	425,40	0,7046	0,8671	0,9998	61,08
21	44067	20	44087	92	960	280,20	0,7081	0,7049	0,9995	49,89
23	56831	9	56840	92	960	309,60	0,6775	0,9499	0,9998	64,35
26	84746	12	84758	92	1440	448,20	0,6888	0,9289	0,9999	63,97
27	55333	84	55417	92	1440	586,20	0,5929	0,7055	0,9985	41,77
28	33372	50	33422	92	960	430,20	0,5519	0,6857	0,9985	37,79
30	41080	22	41102	92	960	345,00	0,6406	0,7264	0,9995	46,51

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 8 – Cálculo do indicador IROG de janeiro de 2014

Folhas				Tempo de produção		Cálculo IROG				
Dia	Boas	Perdas	Total	Folhas/min	TTD (min)	TPD	TD	TV	TQ	IROG
2	74940	18	74958	92	1440	556,20	0,6138	0,9219	0,9998	56,57
3	66965	15	66980	92	1440	500,40	0,6525	0,7748	0,9998	50,55
4	83238	52	83290	92	1440	570,00	0,6042	1,0406	0,9994	62,83
5	28512	18	28530	92	480	169,80	0,6463	0,9997	0,9994	64,57
6	45660	18	45678	92	1440	559,80	0,6113	0,5641	0,9996	34,47
7	55354	78	55432	92	1440	588,00	0,5917	0,7072	0,9986	41,78
8	62477	10	62487	92	1440	706,20	0,5096	0,9256	0,9998	47,16
9	59824	46	59870	92	960	261,60	0,7275	0,9318	0,9992	67,74
10	62450	10	62460	92	1440	618,00	0,5708	0,8259	0,9998	47,14
11	82379	77	82456	92	1440	495,00	0,6563	0,9484	0,9991	62,18
12	42327	18	42345	92	1440	630,00	0,5625	0,5682	0,9996	31,95
13	64209	180	64389	92	1440	450,00	0,6875	0,7069	0,9972	48,47
14	89658	12	89670	92	1440	438,00	0,6958	0,9727	0,9999	67,68
15	51201	33	51234	92	1440	858,00	0,4042	0,9569	0,9994	38,65
16	64764	4	64768	92	1440	635,40	0,5588	0,8750	0,9999	48,89

Continua...

Folhas				Tempo de produção		Cálculo IROG				
Dia	Boas	Perdas	Total	Folhas/min	TTD (min)	TPD	TD	TV	TQ	IROG
Conclusão Tabela 8...										
17	74581	8	74589	92	1440	458,40	0,6817	0,8259	0,9999	56,30
18	62365	4	62369	92	1440	654,60	0,5454	0,8632	0,9999	47,08
20	71366	14	71380	92	1440	385,20	0,7325	0,7356	0,9998	53,87
21	50985	4	50989	92	1440	575,40	0,6004	0,6410	0,9999	38,49
22	66323	19	66342	92	1440	678,00	0,5292	0,9463	0,9997	50,06
23	52028	102	52130	92	1440	489,60	0,6600	0,5962	0,9980	39,27
24	48220	30	48250	92	1440	673,20	0,5325	0,6840	0,9994	36,40
25	56858	32	56890	92	960	399,00	0,5844	1,1023	0,9994	64,38
27	53455	12	53467	92	1440	674,40	0,5317	0,7591	0,9998	40,35
28	71549	11	71560	92	1440	600,00	0,5833	0,9260	0,9998	54,01
29	67447	3	67450	92	1440	535,20	0,6283	0,8103	1,0000	50,91
30	52654	16	52670	92	1440	850,20	0,4096	0,9707	0,9997	39,74
31	61167	69	61236	92	1440	619,20	0,5700	0,8109	0,9989	46,17

Fonte: Elaborada pelo autor.

Tabela 9 – Cálculo do indicador IROG de fevereiro de 2014

Folhas				Tempo de produção		Cálculo IROG				
Dia	Boas	Perdas	Total	Folhas/min	TTD (min)	TPD	TD	TV	TQ	IROG
1	75463	26	75489	92	1440	625,20	0,5658	1,0070	0,9997	56,96
3	50349	8	50357	92	1440	670,80	0,5342	0,7116	0,9998	38,00
4	46557	182	46739	92	1440	435,60	0,6975	0,5058	0,9961	35,14
5	54219	12	54231	92	1440	654,00	0,5458	0,7500	0,9998	40,93
6	62345	12	62357	92	1440	631,20	0,5617	0,8380	0,9998	47,06
7	79319	26	79345	92	1440	450,00	0,6875	0,8712	0,9997	59,87
8	22444	6	22450	92	960	699,00	0,2719	0,9349	0,9997	25,41
10	43216	40	43256	92	1440	641,40	0,5546	0,5887	0,9991	32,62
11	58353	18	58371	92	1440	595,20	0,5867	0,7510	0,9997	44,05
12	52102	43	52145	92	1440	601,80	0,5821	0,6762	0,9992	39,33
13	74329	16	74345	92	1440	491,40	0,6588	0,8519	0,9998	56,11
14	57451	18	57469	92	1440	619,80	0,5696	0,7616	0,9997	43,37
17	47845	9	47854	92	1440	733,80	0,4904	0,7366	0,9998	36,11
18	53415	5	53420	92	1440	603,00	0,5813	0,6937	0,9999	40,32
19	58639	4	58643	92	1440	715,20	0,5033	0,8794	0,9999	44,26
20	66742	12	66754	92	1440	521,40	0,6379	0,7899	0,9998	50,38
21	73438	18	73456	92	1440	595,20	0,5867	0,9451	0,9998	55,43
24	54102	19	54121	92	1440	789,60	0,4517	0,9045	0,9996	40,84
25	39763	5	39768	92	1440	770,40	0,4650	0,6456	0,9999	30,01
26	43131	3	43134	92	1440	891,00	0,3813	0,8540	0,9999	32,56
27	83246	8	83254	92	1440	514,80	0,6425	0,9781	0,9999	62,84
28	65226	5	65231	92	1440	676,80	0,5300	0,9290	0,9999	49,23

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.4 Análise dos índices do IROG calculados

Pode-se verificar claramente que esta linha possui grande potencial para melhoria, pois sua eficiência está bem abaixo dos índices de referência propostos por Nakajima (1989, p. 25):

Tabela 10 – Proposição de Nakajima dos índices de eficiência

Índices	Classe Mundial
μ_{global}	85,00%
μ_1	90,00%
μ_2	95,00%
μ_3	99,90%

Fonte: Nakajima (1989, p. 25).

Tanto o índice de disponibilidade (μ_1) como o índice de desempenho (μ_2) estão com valores abaixo do padrão mundial.

Na sequência foi realizado uma análise parcial de cada índice para posterior detalhamento das principais causas que afetam em sua redução.

4.4.1 Índice de disponibilidade (μ_1)

Em relação ao índice de disponibilidade (μ_1) quanto menor seu valor maior será seu potencial de aumento de utilização do posto de trabalho, pois indica que ocorreram muitas paradas.

Na Tabela 6, o item com a maior quantidade de horas paradas é o *setup*, com 374 horas de perda de disponibilidade. Esse tempo de parada para *setup* é devido a grande variedade de itens processados nesta linha. Quando há grande variedade de itens processados, são exigidos muitos *setups*, e os tempos de paradas totais (número de paradas x tempo de *setup*) tendem a aumentar consideravelmente, como neste caso.

A quantidade de *setups* também é definida pela programação realizada pelo PCP estabelecendo prioridades para preparação dos rótulos. Pode-se diminuir as quantidades de *setups* aumentando o aproveitamento de programação,

envernizando ou esmaltando o maior número de rótulos com especificação de medidas semelhantes não sendo necessário realizar as trocas de rolos e formatos.

Nesse caso a LITO 01 estaria produzindo folhas preparadas para apenas uma das linhas de impressão, ocasionando paradas e perda de aproveitamento nas outras linhas.

O segundo item, almoço, corresponde ao intervalo para refeição e descanso realizado na metade do período total de trabalho do operador, sendo impossível eliminar tal perda tendo apenas um operador disponível para executar tal atividade.

O terceiro item, reunião, corresponde ao tempo de parada para reunião com os operadores. Essas paradas são realizadas para treinamento com psicólogas, fisioterapeutas, diretoria, setor de Recursos Humanos (RH) ou com seu superior imediato.

O quarto item, referente a “problema com controlador de produção”, refere-se a problemas com o sistema informatizado de controle de produção que está sendo instalado no processo produtivo do setor de litografia. Trata-se de um sistema que controla todo o processo produtivo desde a alocação de fardos de folhas de flandres do estoque da empresa bem como o insumo utilizado para a confecção da embalagem metálica (esmaltes, vernizes, tintas) através de seus respectivos lotes de produção.

Este sistema busca automatizar o controle do processo litográfico, hoje realizado manualmente, para integração com o sistema de gestão da empresa utilizado pela Brasilata para controle de todos os setores e integração de todas unidades instaladas.

Este trabalho concentrou-se nos três primeiros itens com maior número de paradas. Estes três itens acumulam 78,4% do total de paradas. O quarto item, “problema controlador de produção”, que é um processo de automação que está em fase de instalação, não será considerado neste trabalho.

4.4.2 Índice de desempenho (μ_2)

Em relação ao índice de desempenho (μ_2), o mesmo está relacionado ao posto de trabalho e é calculado em função do tempo de produção total, durante o qual são produzidos itens conformes e não conformes, e do tempo durante o qual o equipamento estiver realmente em produção.

Neste caso o índice de desempenho (μ_2), apresenta valores abaixo da classe mundial conforme Tabela 10. Segundo Antunes et al. (2013), as seguintes causas podem ser consideradas como responsáveis pela obtenção de um baixo valor desse índice:

- Operação em vazio: quando o equipamento está ativado, mas nenhum item está sendo produzido; ou tempos de paradas momentâneas como picos de energia de difícil registro;
- Tempo de pequenas paradas não registradas, como por exemplo, picos de queda de energia de difícil registro ou paradas momentâneas para regulagens de equipamentos, entre outras;
- Quedas de velocidade de operação: quando a velocidade de operação do equipamento é reduzida em função de um operador não devidamente habilitado estar em treinamento ou quando houver outras causas que exijam a redução de velocidade de operação do equipamento.

No caso da linha LITO 01, foram detectadas as duas primeiras causas acima citadas como responsáveis pela redução do índice de desempenho:

- 1) Vários momentos em que o equipamento ficou em operação e o alimentador estava desligado devido à retirada de palete e colocação de um novo fardo de folhas de flandres no alimentador.
- 2) Pequenas regulagens, conferência de acertos de camada e pressão do rolo de aplicação são alguns dos motivos das paradas sendo que estas não estavam sendo registradas no relatório.

Em relação ao primeiro item, calculando a quantidade de fardos envernizados ou esmaltados e a quantidade de execuções deste procedimento no período estudado, tem-se um total de aproximadamente 129600 segundos de perda. Neste intervalo de tempo o equipamento rodou em vazio reduzindo o desempenho do equipamento.

Na Figura 19, pode-se verificar o alimentador e o fardo já posicionado para iniciar a aplicação do verniz ou esmalte.

Figura 19 – Alimentador de folhas de flandres carregado



Fonte: Arquivo do autor.

Os outros problemas como paradas para pequenos ajustes e conferencia das regulagens não são informadas no relatório pelo operador pelo fato do mesmo compreender que estas paradas não são relevantes para o controle da produção, evidenciando uma falta de treinamento e informação por parte dos operadores.

Neste trabalho estudou-se apenas o primeiro item: troca de fardos do alimentador.

4.4.3 Índice de qualidade (μ_3)

Em relação ao índice de qualidade, o mesmo apresenta um valor ótimo em todos os dias dos três meses estudados. Isto indica que a LITO 01 apresenta um ótimo desempenho de qualidade, gerando pouco retrabalho ou perda de insumo.

5 PROPOSTAS DE AÇÕES PARA ELIMINAÇÃO OU REDUÇÃO DAS PERDAS E SEUS RESULTADOS

Neste capítulo realizou-se o estudo de cada uma das três causas que afetam o índice de disponibilidade (*setup*, refeição e reunião) e a principal causa que afeta o índice de desempenho (troca de fardos no alimentador). Detalhou-se cada um dos problemas encontrados com o objetivo de conhecer melhor os processos para posteriormente propor ações para melhoria dos mesmos.

Segundo Antunes et al. (2013), um dos passos para a implementação da gestão do posto de trabalho é a elaboração de um plano de ação para melhorias com o objetivo de elevar os índices que compõe o IROG.

Os planos de ação devem ser construídos com o uso da ferramenta *5W1H* acrescida de outras três colunas. A primeira (segundo H) tem por objetivo registrar o custo/investimento necessário para que uma determinada ação seja concretizada. A segunda corresponde à estimativa de ganho com a concretização da ação, o que permite avaliar o retorno sobre o investimento, e a terceira coluna mostra percentualmente o *status* atual da execução da ação.

No Quadro 4, tem-se o plano de ação inicial para as paradas com perda de disponibilidade e desempenho que foram analisadas neste estudo:

Quadro 4 – Plano de ação inicial para melhoria do IROG

PLANO DE AÇÃO								
Ações para eliminação ou melhoria de perdas								
O que fazer (What)	Por que fazer (Why)	Onde fazer (Where)	Quem (Who)	Quando (When)	Como (How)	Quanto (How much)	Ganho (Saving)	Status
Setup	Reduzir o tempo de setup	LITO 01	Coordenação e operadores	01/08/2014	Realizar melhorias baseadas nos conceitos de troca rápida de ferramentas - TRF	Sem investimento inicial	Redução estimada de 30% do tempo de setup	0,00%
Refeição	Aumentar a eficiência da LITO 01	LITO 01	Coordenação e operadores	01/08/2014	Realizar revezamento no horário da refeição com operador habilitado	Sem investimento inicial	3 turno x 0,5 horas/turno x 22 dias uteis = 33 horas/mês para produção	0,00%
Reunião	Aumentar a eficiência da lito 01	LITO 01	Coordenação e operadores	01/08/2014	Realizar revezamento entre turnos para operar em horários de reunião	Sem investimento inicial	Ganho estimado mensal de 15 horas de produção	0,00%
Troca de fardos no alimentador	Aumentar o desempenho da LITO 01	LITO 01	Coordenação e operadores	01/08/2014	Realizar melhorias no sistema de troca de fardos do alimentador	Sem investimento inicial	Redução estimada de 40% no tempo de troca de fardos	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir deste plano de ação inicial, verificou-se cada item buscando explorá-lo para realizar as propostas de melhoria para elevação dos índices de eficiência da LITO 01.

5.1 Setups

O primeiro item que possui o maior tempo de paradas com perda de disponibilidade relacionado na Tabela 6 é o tempo utilizado para *setup* da LITO 01. Como visto na Tabela 2 esta linha processa diversos formatos de folhas de flandres e com isso necessita de vários *setups* para manter as linhas de impressão trabalhando sem maiores paradas por falta de folhas preparada.

O *setup* da LITO 01 compreende diversas tarefas. Detalhou-se cada tarefa e sugeriu-se propostas de melhoria para redução do tempo de *setup*, baseando-se na ferramenta do sistema Toyota de produção chamada de troca rápida de ferramentas.

As tarefas que são executadas no *setup* são as seguintes:

- 1) Lavagem do conjunto de rolos de camada;
- 2) Troca do rolo borracha;
- 3) Regulagem do alimentador de folhas de flandres;
- 4) Regulagem da mesa da envernizadeira;
- 5) Regulagem da camada de verniz ou esmalte.

5.1.1 Lavagens do conjunto de rolos de camada

Ao iniciar o *setup* para um novo rótulo, o equipamento precisa ser primeiramente limpo para poder receber um novo tipo de verniz ou esmalte. Neste processo o equipamento necessita ficar rodando em vazio para que o solvente circule pelo equipamento e realize a limpeza do conjunto de rolos os quais tem a função de regular a camada aplicada na folha de flandres.

Na Figura 20 tem-se o conjunto de rolos da envernizadeira LITO 01 que necessita ser limpo a cada *setup*.

Figura 20 – Sistema de rolos da LITO 01



Fonte: Arquivo do autor.

5.1.2 Trocas do rolo de borracha

Após a lavagem da rolaria, o operador precisará substituir o rolo de borracha que aplica o verniz diretamente sobre a folha. Estes rolos pesam em média 150 kg necessitando de uma talha mecânica para auxiliar na retirada do rolo da envernizadeira e transportá-lo até o suporte de rolos estocados. O rolo é fixado por dois parafusos, um em cada extremidade.

Para cada formato de embalagem, é necessário um rolo diferente devido às reservas (áreas em que não pode ser aplicado verniz ou esmalte) que são necessárias para posterior montagem da embalagem, mais especificadamente no momento da solda do corpo da embalagem.

Na Figura 21, tem-se o momento de retirada do rolo da envernizadeira com o sistema de talha manual.

Figura 21 – Sistema de transporte de rolos



Fonte: Arquivo do autor.

Para cada formato de embalagem é necessário um rolo diferente devido às reservas (áreas em que não pode ser aplicado verniz ou esmalte) que são necessárias para posterior montagem da embalagem.

Na Figura 22, tem-se o estoque dos diversos tipos de rolos utilizado na LITO 01 para preparação dos diversos tipos de embalagens metálicas.

Figura 22 – Rolos de borracha utilizados na LITO 01



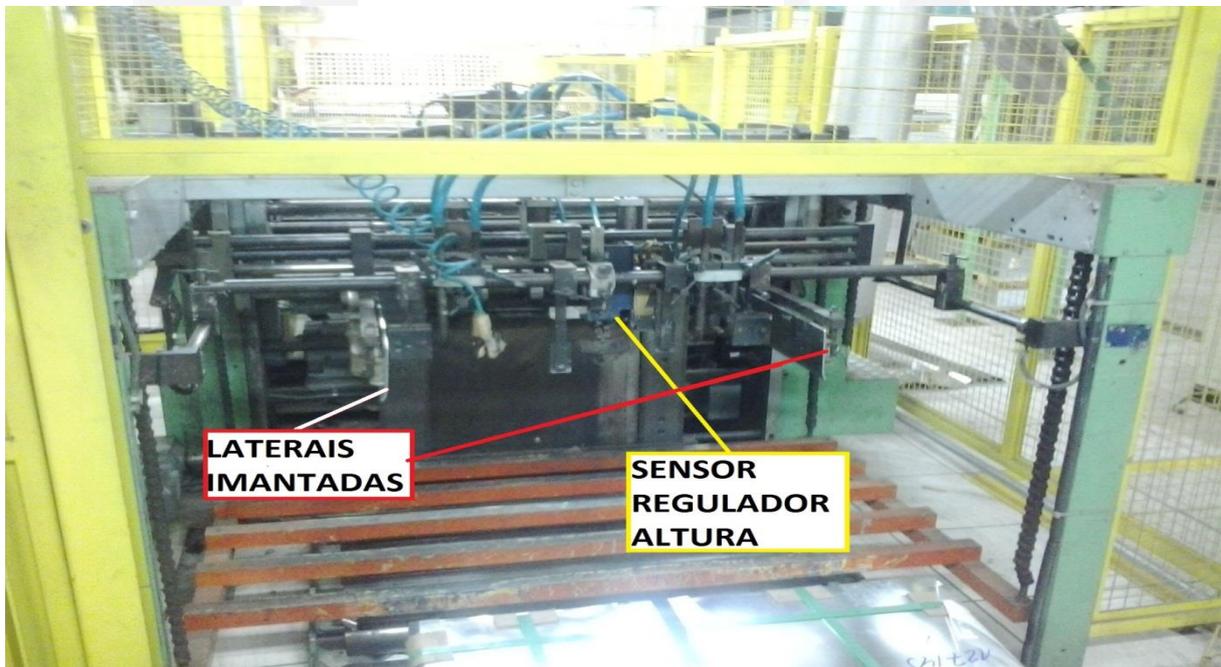
Fonte: Arquivo do autor.

5.1.3 Regulagens do alimentador

Depois de substituído o rolo, o operador necessita regular o alimentador de folhas de flandres para o formato da folha, que pode ser maior ou menor que o anterior processado. Nesta etapa, o operador regula as laterais, disposição dos cilindros de vácuo e o sensor eletrônico de altura do fardo para que este fique sempre na mesma altura enquanto alimenta a envernizadeira. Sua função é monitorar o consumo de folhas e acionar o motor do elevador responsável pela elevação do fardo até a posição regulada.

Na Figura 23 pode-se verificar o alimentador de folhas de flandres e as regulagens necessárias que deverão ser executadas pelo operador.

Figura 23 – Regulagens alimentador de folhas de flandres



Fonte: Arquivo do autor.

5.1.4 Regulagens da mesa da envernizadeira

Continuando o *setup*, o operador necessita também regular a mesa de entrada de folhas de flandres em relação ao tamanho da folha e posicionamento para entrada no rolo de envernizamento. Estas regulagens são necessárias para que a folha de flandres entre no processo de aplicação de verniz sempre na mesma posição mantendo as reservas e a região de aplicação do produto sempre alinhadas.

Quando uma folha entra desalinhada ou fora do registro pode ocasionar problemas na impressora e mais adiante na linha de montagem pois haverá esmalte ou verniz na região que necessita ser soldada ocasionando uma falha e conseqüentemente uma parada na linha de montagem.

Na Figura 24 estão destacados os pontos que necessitam de regulagem na mesa da envernizadeira:

Figura 24 – Pontos de regulagem da mesa da envernizadeira



Fonte: Arquivo do autor.

5.1.5 Regulagens da camada de verniz ou esmalte

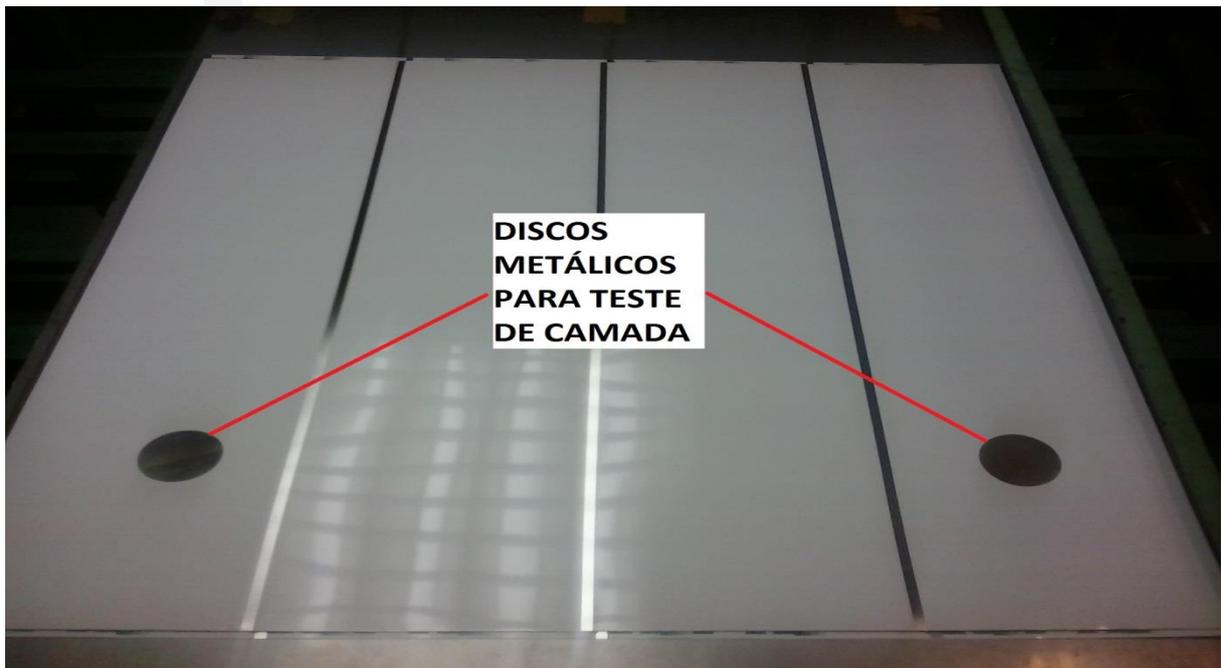
Depois de a folha entrar corretamente na envernizadeira, o operador precisará regular a camada de verniz aplicado, ou seja, terá que regular a quantidade de verniz que será depositado sobre a folha. Este é o procedimento mais demorado de *setup*.

Para cada tipo de verniz ou esmalte existe a necessidade de regulagem da camada, pois dependendo de sua composição química e especificação técnica, os requisitos estabelecidos pelo fornecedor mudam. Sem este cuidado, além da empresa estar gastando mais insumos que o necessário, o fornecedor não garante que o produto atenderá as necessidades previstas.

Para realizar o teste de camada o operador coloca dois discos cortados de folhas de flandres com diâmetro pré-definido sobre a folha que será preparada. Estes são fixados nas duas extremidades com uma fita dupla face. Depois realiza o processo normal de envernizamento com esta folha. Na sequência o operador retira os dois corpos de teste com o produto aplicado e os leva para o laboratório onde realizará uma cura parcial com um secador específico para tal fim. Após esta cura, ele pesará os dois discos separadamente em uma balança de precisão.

Na Figura 25, pode-se visualizar a disposição dos discos de teste de camada.

Figura 25 – Disposição discos para teste de camada



Fonte: Arquivo do autor.

Calculando a diferença do peso do disco obtido antes da aplicação do insumo e depois se tem a quantidade de esmalte ou verniz aplicado sobre o disco.

Caso o resultado não esteja de acordo com a especificação, o operador realiza a regulagem no equipamento aumentando ou reduzindo a camada do produto e após reinicia o processo de pesagem até chegar na especificação prevista.

Quando a camada estiver acertada, o equipamento está pronto para iniciar o trabalho de envernizamento. O operador poderá então, iniciar a alimentação de folha de flandres.

As médias dos tempos registrados para execução do *setup* de cada procedimento relatado anteriormente está apresentado na Tabela 11. Estes valores são resultantes de seis amostragens realizadas durante o acompanhamento do processo.

Tabela 11 – Tempos médios dos *setups* realizados na LITO 01

Tempos médios de <i>setup</i> - LITO 01	
Procedimento	Tempo médio registrado
Lavagem rolaria	320 segundos
Troca rolo	185 segundos
Acerto alimentador	248 segundos
Acerto guias e esquadro	515 segundos
Acerto camada	725 segundos
TOTAL	1993 segundos

Fonte: Elaborada pelo autor.

5.1.6 Proposta de melhoria para os *setups*

Como proposta de melhoria para o *setup* do equipamento, utilizou-se como referência o sistema de troca rápida de ferramentas. Seguiu-se as técnicas mencionadas anteriormente para elaborar estas propostas.

Considerando os procedimentos executados durante o *setup*, em relação ao primeiro item, o mesmo apenas necessita do operador para iniciar o trabalho, pois no restante do tempo o equipamento está rodando sozinho. Ou seja, o operador apenas necessita inserir o produto de limpeza no equipamento.

Neste caso, o operador poderá executar alguma atividade paralela enquanto o equipamento realizar a circulação do produto de limpeza dos rolos de camada.

Verificando os outros procedimentos, o único que poderia ser executado, parcialmente, durante a lavagem seria o transporte do rolo até perto da envernizadeira apoiando-o em um suporte idêntico aos utilizados, mas com apenas dois lugares para rolos. Um destes lugares seria para aproximação do rolo que irá entrar em máquina e o outro para o rolo que será retirado. Os outros procedimentos

não podem ser executados pois estão relacionados com partes do equipamento que estão em operação durante a lavagem.

Quando o equipamento finalizar a lavagem, o equipamento pode ser desligado. Sendo assim, o operador pode realizar a troca do rolo. Neste caso, o operador ao invés de utilizar uma chave sextavada normal para soltar os parafusos, poderá utilizar uma chave com sistema de catraca o que torna mais ágil a retirada dos parafusos de ambos os lados.

Na Figura 26 pode-se observar dois tipos de chaves catracas que poderiam ser utilizadas para soltar e fixar mais rapidamente os parafusos de fixação do rolo de borracha. Estas chaves agilizam o processo de soltar/fixar parafusos pois o operador não precisa retirar a chave toda vez que terminar o curso do parafuso, agilizando este processo.

Figura 26 – Sistema de chave catraca para aperto dos parafusos de fixação do rolo



Fonte: Arquivo do autor.

Pode-se também, a partir deste procedimento, utilizar um segundo operador para auxiliar no *setup*. Este operador poderá realizar qualquer uma das outras operações sem interferir na qual o outro operador estiver executando.

Enquanto o operador realiza o procedimento de troca de rolo, o operador auxiliar poderá executar o procedimento de ajuste do alimentador.

Depois que o operador terminar a troca do rolo, poderá iniciar o procedimento de ajuste da mesa da envernizadeira (guias e esquadros) e após o operador auxiliar terminar o acerto do alimentador, poderá ajudar o operador neste procedimento.

Nos ajustes da mesa da envernizadeira, as guias poderão ser fixadas com sistema de ajuste aperto/fixação rápidos sem precisar utilizar chaves de boca como é feito atualmente, agilizando este procedimento.

Na Figura 27 tem-se dois exemplos de parafusos de aperto sem necessidade de chaves.

Figura 27 – Parafusos de aperto rápido



Fonte: Arquivo do autor.

No procedimento de ajuste da camada, o operador precisará executar sozinho pois necessita que o equipamento esteja rodando para realizar acerto.

Para este processo, existem sistemas de monitoramento automático de camada úmida de esmaltes e vernizes. Através de dois sensores instalados na saída da envernizadeira, posicionados para efetuar a medição nas extremidades da folha, realiza a medição com o insumo em movimento. O operador não precisa tocar na folha para saber qual a camada que está aplicada. Após essa medição, o sistema informa os dois valores e então o operador realiza o acerto manualmente no equipamento. Não considerou-se esta possibilidade devido ao alto custo de

investimento com a aquisição deste sistema. O objetivo deste trabalho é possibilitar a melhoria do processo com baixo investimento.

Considerando realizar todas estas condições, estimou-se uma redução no tempo de *setup* conforme Tabela 12.

Tabela 12 – Tempos estimados de redução do *setup*

Proposta para melhoria dos <i>setups</i> da LITO 01				
Procedimento	Operador	Operador auxiliar	Tempo atual	Tempo estimado
Lavagem rolos camada	x		320 segundos	320 segundos
Troca rolo	x		185 segundos	120 segundos
Acerto alimentador		x	248 segundos	248 segundos
Acerto guias e esquadro	x	x	515 segundos	256 segundos
Acerto camada	x		725 segundos	725 segundos
TOTAL			1993 segundos	1421 segundos
Redução Estimada Setup			28,70%	

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir desta estimativa de redução, pode-se verificar um ganho no tempo médio de *setup* de 572 segundos. Considerando o tempo utilizado para *setup* no intervalo estudado, reduziu-se o tempo de *setup* de 374 horas para 267 horas, uma redução de 107 horas. Considerando que este tempo seja utilizado para produção, tem-se um aumento médio, nos três meses estudados, de 590640 passadas. Em valores, considerando o custo médio de passadas, isto representaria um ganho de R\$ 153.566,00. No apêndice B, tem-se o plano de ação.

5.2 Refeições

O segundo item na lista das paradas com perdas de disponibilidade, com 105,5 horas de paradas, é a refeição dos operadores da LITO 01.

O setor de litografia da Brasilata trabalha em três turnos de produção de 08 horas cada. Cada turno tem uma parada para refeição de 30 minutos. A refeição é servida em dois horários podendo o operador optar por um deles.

Esta perda de disponibilidade pode ser eliminada utilizando um operador de uma das outras envernizadeiras ou também das impressoras, durante o intervalo de almoço do mesmo. No apêndice C, tem-se o plano de ação.

Esta alteração de operador deverá ser analisada diariamente para que o operador menos qualificado possa operar o equipamento estando este com o *setup* realizado. Com isso, o operador substituto poderá operar apenas monitorando o serviço e realizando somente pequenos ajustes quando necessário.

Eliminando a perda devido à parada para refeição, consegue-se aumentar estimados 1980 minutos no tempo disponível para produção. Nesse intervalo de tempo, tem-se uma produção de 182160 folhas de flandres.

Pode-se estimar o ganho multiplicando este valor pela média do custo da passada. Assim sendo, tem-se um ganho estimado de R\$ 47.361,00 mensais.

5.3 Reuniões

O terceiro item na lista das paradas com perdas de disponibilidade, com 5,76% das horas totais, refere-se a reuniões com os operadores da LITO 01.

Estas paradas para reunião são realizadas em cada turno sempre dentro do horário de trabalho dos operadores ocasionando a parada dos equipamentos. A participação de todos colaboradores é obrigatória.

Treinamentos internos e externos, reuniões com psicólogas, informativa mensal, com o departamento de Recursos Humanos, com gerentes ou diretores, com os coordenadores, são os itens que compõem as paradas operacionais as quais possuem a duração média de 30 minutos.

Para resolução deste problema é importante salientar que a empresa estudada trabalha com um sistema de banco de horas, ou seja, não existem horas extras pagas aos funcionários. Todas as horas que são realizadas fora do horário de trabalho são adicionadas neste banco de horas e estas são controladas por um sistema informatizado que pode ser acessado pelos colaboradores para consulta.

Quando necessário o colaborador pode solicitar folga do trabalho e descontar deste banco de horas o tempo que ficou fora da empresa. Este sistema de banco de horas é um acordo entre colaboradores e empresa, intermediado pelo sindicato da categoria.

Sabendo disto, o setor de litografia, através de uma organização prévia das reuniões, poderia solicitar que as mesmas sejam realizadas no início ou final dos turnos para que seja possível alterar o horário dos operadores da LITO 01.

Como o contrato de trabalho permite extensão de 02 horas no horário de trabalho por dia, esta ação estaria em conformidade com os procedimentos da empresa. No apêndice D, tem-se o plano de ação.

Na Tabela 13 apresenta-se a proposta de horários dos turnos nos dias de reunião / treinamentos:

Tabela 13 – Horários de trabalho em dias de reunião

Horários de entrada / saída dos turnos da litografia - reuniões			
Turno	Entrada	Saída	Horas acrescentadas ao banco de horas
1	05:30	14:00	0,5
2	13:30	22:00	0,5
3	21:30	06:00	0,5

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com esta proposta de melhoria tem-se um ganho médio de 12,7 horas de produção na LITO 01. Considerando uma produção de 92 folhas por minuto, tem-se um aumento médio de 70104 passadas. Isto representa, em valores, R\$ 18.227,00 de ganho para a empresa.

5.4 Trocas de fardos no alimentador

O processo de troca de fardos acontece com uma frequência muito grande na LITO 01. Cada fardo de folhas de flandres contém na média, 1250 folhas. Ao final de cada fardo o operador precisará executar os seguintes procedimentos:

- 1) Deixar seu posto de trabalho de verificação da produção e se encaminhar até o alimentador. Entre estes dois pontos a distância é de 12 metros.

Na Figura 28 tem-se o posto de trabalho do operador:

Figura 28 – Operador em seu posto de trabalho



Fonte: Arquivo do autor.

- 2) Acionar o sistema de descida do palete vazio e aguardar a mesa do alimentador chegar ao ponto de retirada;

Na Figura 29 pode-se verificar o procedimento de acionamento da descida do palete.

Figura 29 – Procedimento de acionamento da descida do palete



Fonte: Arquivo do autor.

- 3) Retirar o palete vazio e colocá-lo no suporte para este fim;
- 4) Acionar o sistema de roletes do alimentador para transportá-lo até a mesa do alimentador;

Na Figura 30, tem-se o transporte do fardo novo até a mesa do alimentador através de roletes.

Figura 30 – Sistema de transporte de fardos no alimentador



Fonte: Arquivo do autor.

- 5) Acionar o sistema de subida da mesa do alimentador.

Na Tabela 14 pode-se verificar os tempos para cada um desses procedimentos. Esses tempos são resultados de seis amostragens realizadas durante o procedimento de troca de fardos:

Tabela 14 – Tempos médios do procedimento de troca de fardos

Tempos dos procedimentos de troca de fardos (média de seis amostragens)	
Procedimentos	Tempo médio
1) Deslocamento operador	05 segundos
2) Descida palete	10 segundos
3) Retirada palete - suporte	05 segundos
4) Transporte fardo	14 segundos
5) Elevação fardo	08 segundos
Tempo total	42 segundos

Fonte: Elaborada pelo autor.

A partir destas informações, pode-se verificar cada item e verificar possíveis melhorias nestes procedimentos.

Analisando o procedimento como um todo, pode-se realizar algumas ações para que alguns itens deste possam ser realizados simultaneamente ou automatizar algumas ações executadas pelo operador, diminuindo o tempo de execução.

No Quadro 5, tem-se algumas propostas para melhoria do procedimento de troca de fardos no alimentador:

Quadro 5 – Melhorias no procedimento de troca de fardos

PLANO DE AÇÃO								
Propostas de ações para melhoria da troca de fardos - LITO 01								
O que fazer (What)	Por que fazer (Why)	Onde fazer (Where)	Quem (Who)	Quando (When)	Como (How)	Quanto (How much)	Ganho (Saving)	Status
1) Instalar botão de descida de fardo junto ao posto de trabalho	Reduzir o tempo de troca de fardos	LITO 01	Manutenção Elétrica	01/08/2014	Duplicar ponto de acionamento de descida de fardo	R\$ 120,00	Redução de 5 segundos no tempo de troca	0%
2) Instalar alerta de fim de fardo para operador	Reduzir o tempo de troca de fardos	LITO 01	Manutenção Elétrica	01/08/2014	Instalar sensor de nível de fardo	R\$ 340,00	Redução de 5 segundos no tempo de troca	0%
3) Automatizar transporte e subida do fardo	Reduzir o tempo de troca de fardos	LITO 01	Manutenção Elétrica	01/08/2014	Sensoriamento e programação lógica do transporte e elevação do fardo	R\$ 1.600,00	Redução de 12 segundos no tempo de troca	0%
4) Sistema de alimentação contínua	Reduzir o tempo de troca de fardos	LITO 01	Empresa terceira	01/08/2014	Instalação de alimentador contínuo	R\$ 390.000,00	Eliminação do tempo de troca	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação à primeira proposta, a redução do tempo de 05 segundos deve-se ao intervalo de tempo resultante da saída do operador de seu posto de verificação até chegar no alimentador. Tendo um botão de acionamento de descida do fardo no posto de verificação, ao terminar o fardo, o mesmo pode acioná-lo e então ir até o alimentador. Enquanto se dirige ao alimentador, a mesa com o palete já estará descendo. Quando chegar ao equipamento, terá que aguardar somente 05 segundos e não 10 segundos como visto anteriormente.

O segundo item, instalar alerta de fim de fardo, tem o objetivo de informar ao operador que o fardo está chegando ao final. Com esse alerta, o operador pode sair antes de acabarem as folhas de flandres e aguardar ao lado do alimentador. Ao finalizar a alimentação, o operador poderá acionar a descida de fardo.

Deve-se levar em consideração que as duas propostas anteriores chegam ao mesmo resultado, mas com custos diferenciados. Sendo que apenas uma delas necessitaria ser aplicada.

A terceira proposta, automatizar transporte e subida de fardos, reduziria estimados 12 segundos no tempo de troca. Ela tem como objetivo automatizar os procedimentos de acionamento de transporte dos fardos através de roletes e acionamento da elevação do fardo.

A execução desse item é um pouco mais demorada por serem necessárias alterações mais técnicas no equipamento:

- Instalação elétrica de sensores para detecção de movimento e posicionamento do fardo (cabearamento elétrico);
- Instalação mecânica de suportes para fixação dos sensores;
- Programação da lógica de funcionamento do sistema no Controlador Lógico Programável (CLP);
- Interligação/sincronização deste sistema aos controladores de segurança do equipamento.

A quarta sugestão, sistema de alimentação contínua, é um sistema automatizado de retirada de palete a colocação de um novo fardo. Quando o fardo está chegando ao fim, este sistema retira o palete com lanças e coloca um novo fardo sem necessidade de parada.

Na Figura 31 pode-se verificar este sistema de um fornecedor estrangeiro:

Figura 31 – Alimentador contínuo de folhas de flandres



Fonte: Alimentador... (2010, figura digital).

Com estas ações, combinadas ou não, pode-se obter uma redução de 5 a 17 segundos com as propostas 1, 2 e 3 ou a eliminação total desta perda com a proposta 4. Para implantação da proposta número 4, seria necessário um estudo mais detalhado de viabilidade do investimento.

Considerando estas informações e com o objetivo de executar melhorias com um baixo valor de investimento, as opções 1 e 3 ou 2 e 3 seriam as mais interessantes, melhorando o tempo do processo de troca de fardos reduzindo 17 segundos do total.

De acordo com dito anteriormente, estima-se para essa perda um total de 129600 segundos. Assim, destes 129600 segundos obteríamos uma redução de aproximados 40% do tempo necessário para execução da troca de fardo. Ou seja, aumentaria a disponibilidade da produção em mais 51840 segundos. Em passadas, isto representa 119232 folhas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como tema a proposta de melhoria de um processo litográfico em uma empresa de embalagens metálicas através da redução de perdas utilizando-se das ferramentas propostas nas teorias de gestão do posto de trabalho e do sistema Toyota de produção.

Os resultados encontrados mostram a importância da utilização de um indicador de eficiência capaz de fornecer informações reais do processo, não somente o resultado parcial do desempenho dos equipamentos como utilizado no caso estudado.

Através do desenvolvimento deste trabalho os objetivos propostos foram alcançados. Foi realizado o mapeamento do processo de litografia, buscando encontrar suas restrições, conhecidas e quantificadas as principais perdas que ocorrem no processo e foram propostas ações visando aumentar a eficiência produtiva da linha de litografia através da redução ou eliminação das perdas.

Para o estudo de caso também foi de suma importância o apoio da empresa, que cedeu suas dependências para que este trabalho pudesse ser desenvolvido, disponibilizando equipamentos, materiais, insumos e informações sobre todo o processo produtivo. Os colaboradores da empresa foram receptivos em todos os momentos disponibilizando as informações necessárias para o estudo. A troca de informações e experiências permitiu um maior desenvolvimento e crescimento pessoal e profissional em termos de liderança e trabalho em equipe do autor.

A metodologia usada no trabalho foi considerada adequada para o estudo e elaboração das propostas de melhorias mostrando de forma clara e objetiva todas as etapas para realização destes.

Com o mapeamento do processo, quantificando a produção realizada em cada linha do setor estudado, pode-se verificar a criticidade da LITO 01 em relação às linhas de impressão. Através do levantamento das perdas, verifica-se o total de horas paradas do equipamento, o que nos indicou uma grande possibilidade de melhoria do processo, podendo alcançar ganhos expressivos para o sistema como um todo.

As melhorias, baseadas nas ferramentas do sistema Toyota de produção, mostrou que através de pequenas modificações no sistema de trabalho e nos equipamentos podem trazer aos processos de litografia ganhos relevantes.

Através do detalhamento das principais causas de perdas de disponibilidade e de desempenho da LITO 01, pode-se verificar e analisar o sistema de trabalho do equipamento e do operador. Dessa forma, foi possível realizar as propostas de melhorias para elevar estes índices.

Em relação às perdas relacionadas à disponibilidade dos equipamentos (*setup*, refeição e reuniões), alterações nos procedimentos de trabalho, modificações de baixo custo nos equipamentos e melhorias na gestão e organização dos recursos humanos demonstraram obter ganhos significativos para o processo estudado.

No caso do *setup*, causa principal de paradas da LITO 01, através das melhorias propostas, pode-se obter uma redução estimada de 28,7% do tempo do mesmo. Isto representa um ganho estimado de R\$ 153.566,00. Este valor, para empresas que estão em um mercado de concorrência forte, pode representar a diferença entre sua continuidade ou não.

As paradas para refeição necessitaram apenas melhorias no sistema de gestão dos recursos humanos dos processos dentro dos próprios turnos. Alocar recursos de processos não restritivos para processos restritivos traz retornos imediatos em relação as quantidades produzidas nos recursos restritivos.

As reuniões, paradas obrigatórias para todos os operadores de acordo com a política da empresa, necessitam de uma negociação moderada entre turnos para obter os resultados buscados. Alterações de horários de trabalhos podem ser mais críticas, pois possuem regulamentações, precisam ser documentadas e homologadas nos sindicatos das categorias. No caso estudado, como estes acréscimos nos horários trabalhados não ultrapassaram às duas horas previstas em contrato de trabalho, não alteram as condições do trabalho e também não há uma modificação na rotina do trabalhador.

No caso das perdas relacionadas ao desempenho do equipamento, os procedimentos não relatados que foram obtidos através da observação e estimativa de tempo total, mostraram a importância de ter um processo controlado e monitorado. Estas perdas ficam invisíveis aos gestores, pois não há dados para se analisar sem os registros estarem devidamente corretos. Somente buscando informações diretamente no chão de fábrica foi possível detectar tais problemas.

A causa estudada, troca de fardos do alimentador, obteve uma redução de tempo estimada de poucos segundos, mas contabilizando a frequência de execuções destes procedimentos este valor pode obter um valor relevante para o processo aumentando o índice de desempenho.

Como sugestão de trabalhos futuros pode-se fazer um estudo e implementação das melhorias propostas e determinar com maior exatidão o retorno destas melhorias sobre o processo.

Também é interessante reavaliar os dados obtidos neste trabalho e buscar a melhoria das outras causas levantadas elevando ainda mais os índices de disponibilidade e desempenho da LITO 01.

REFERÊNCIAS

- ALIMENTADOR non-stop. Espanha, 2010. Disponível em:
<http://www.inghor.es/metal-grafico_alimentador-non-stop-2-es.html>. Acesso em:
28 mai. 2014.
- ANTUNES JUNIOR, J. A. et al. **Sistemas de produção**: conceito e práticas para projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Bookman, 2008.
- ANTUNES, Junico et al. **Uma revolução na produtividade**: a gestão lucrativa dos postos de trabalho. Porto Alegre: Bookman, 2013.
- BARBIERI, José Carlos (Org.). **Organizações inovadoras**: textos e casos brasileiros. Rio de Janeiro: Edição FGV, 2003. 164p.
- BARBIERI, José Carlos; ÁLVARES, Antonio Carlos Teixeira; CAJAZEIRA, Jorge Emanuel Reis. **Gestão de ideias para inovação contínua**. Porto Alegre: Bookman, 2009. 134 p.
- CHIARADIA, A. 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. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.
- EMPRESA: história. Estrela/RS. Disponível em
<<http://www.brasilata.com.br/pt/empresa.php>>. Acesso em: 23 abr. 2014.
- GHINATO, Paulo. **Sistema toyota de produção**: mais do que simplesmente *just-in-time*. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A meta**. São Paulo: Educator, 1984.
- HAIR JR., Joseph F. et al. **Fundamentos de pesquisa de marketing**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

JOHNSTON, Robert; CLARK, Graham. **Administração de operações e serviços**. Tradução de Ailton Bomfim Brandão. Revisão técnica de Henrique Luiz Corrêa. 1. ed. 4. reimpr. São Paulo: Atlas, 2010.

MALHOTRA, Naresh K. et al. **Introdução à pesquisa de marketing**. Tradução de Robert Brian Taylor. São Paulo: Prentice Hall, 2005.

MCDANIEL, Carl D.; GATES, Roger. **Pesquisa de marketing**. Tradução de James F. Suderland Cook. Revisão técnica de Tânia Maria Vidgal Limeira. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

MOURA, Reinaldo Aparecido; BANZATO, Eduardo. **Redução do tempo de setup**: (troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas). São Paulo: IMAM, 1996.

NAKAJIMA, Seiichi. **Introdução ao TPM – Total Productive Maintenance**. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos Ltda, 1989.

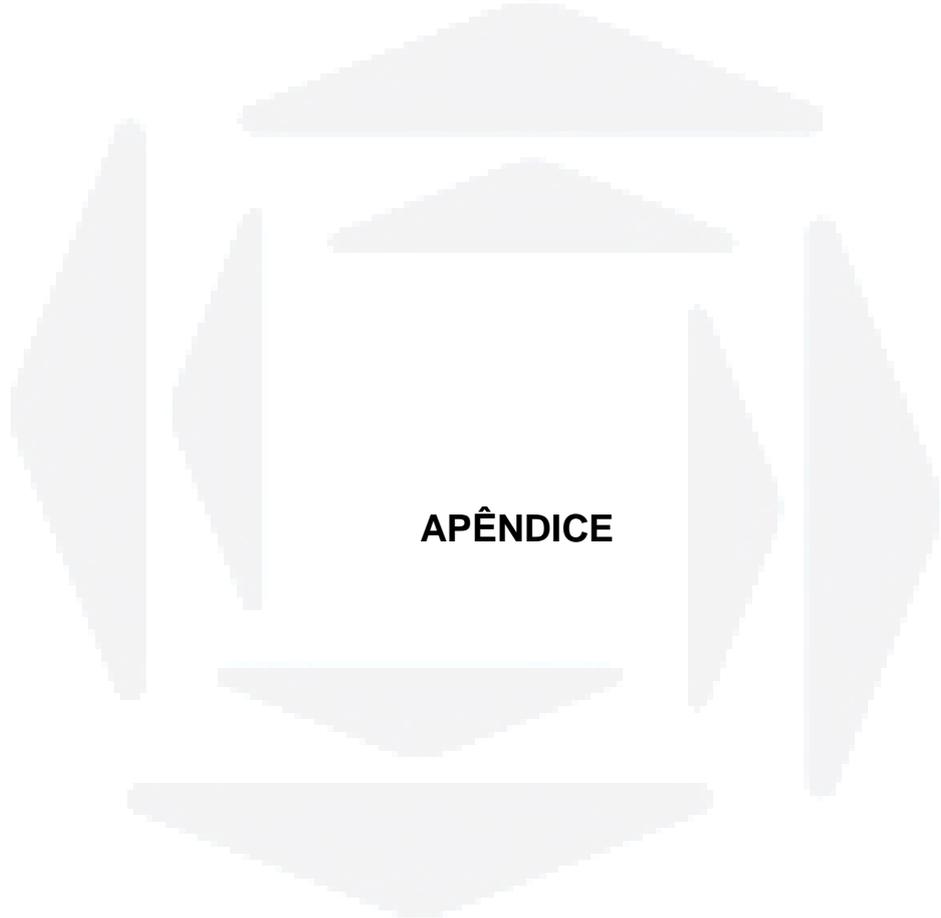
OHNO, Taiichi. **O Sistema toyota de produção**: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SAMPIERI, Roberto Hernandez et al. **Metodologia de pesquisa**. Tradução de Fátima Conceição Murad; Melissa Kassner; Sheila Clara Dystyler Ladeira. Revisão técnica e adaptação de Ana Gracinda Queluz Garcia; Paulo Heraldo Costa do Valle. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SHINGO, Shigeo. **O sistema de produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Tradução de Eduardo Schaan. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção**. Tradução de Henrique Luiz Corrêa. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 728 p.

VIRGILLITO, Salvatore Benito (Org.). **Pesquisa de marketing**: uma abordagem quantitativa e qualitativa. São Paulo: Saraiva, 2010.

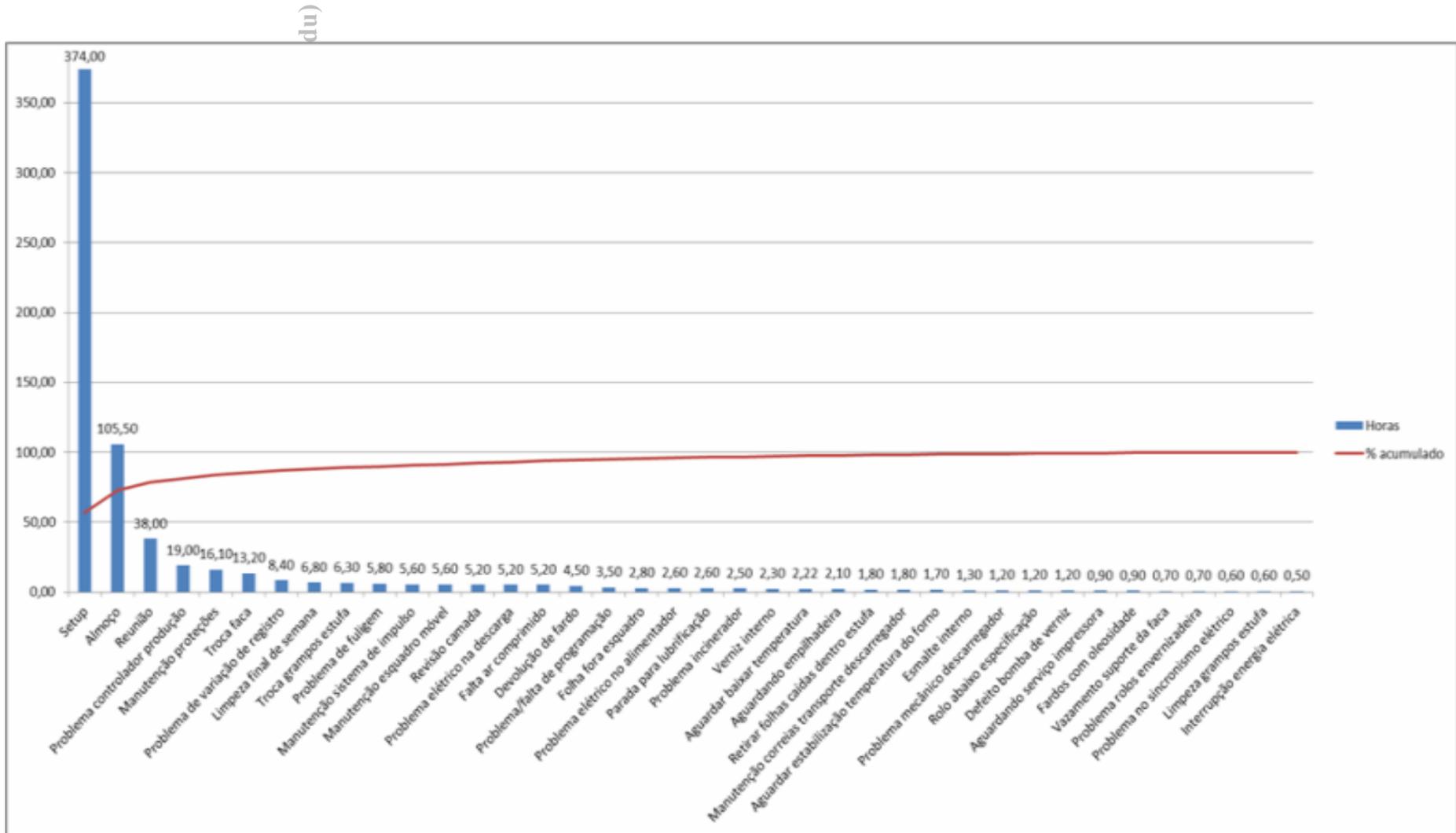


APÊNDICE

LISTA DE APÊNDICE

APÊNDICE A – Gráfico de pareto das causas x horas / acumulado.....	100
APÊNDICE B – Plano de ação para melhoria do <i>setup</i>	101
APÊNDICE C – Plano de ação para melhoria das perdas com refeição.....	102
APÊNDICE D – Plano de ação para melhoria das perdas com reunião.....	103

APÊNDICE A – Gráfico de pareto das causas x horas / acumulado



Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE B – Plano de ação para melhoria do *setup*

PLANO DE AÇÃO								
Propostas de ações para melhoria do <i>setup</i> - LITO 01								
O que fazer (<i>What</i>)	Por que fazer (<i>Why</i>)	Onde fazer (<i>Where</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Quando (<i>When</i>)	Como (<i>How</i>)	Quanto (<i>How much</i>)	Ganho (<i>Saving</i>)	Status
Treinar operadores sobre sistema de troca rápida	Reduzir o tempo de <i>setup</i>	LITO 01	Coordenação	01/08/2014	Estudar procedimentos com operadores e sincronizar tempos de execução	Sem investimento	Agilidade no <i>setup</i> / redução não estimada	0%
Instalar dois suportes para rolos	Reduzir o tempo de troca de rolos	LITO 01	Manutenção Mecânica	01/08/2014	Utilizar suportes existentes instalando-os ao lado da envernizadeira	Sem investimento	Redução não estimada de tempo na troca do rolo	0%
Substituir chaves de boca normal por chaves com sistema de catraca	Reduzir o tempo de troca de rolos	LITO 01	Coordenação	01/08/2014	Adquirir chaves com sistema catraca	R\$ 200,00	Redução não estimada de tempo na troca do rolo	0%
Substituir parafusos com porca para parafusos de aperto rápido	Reduzir o tempo de acerto da mesa de envernizadeira	LITO 01	Manutenção mecânica	01/08/2014	Adequação da mesa para instalação deste sistema de fixação	R\$ 180,00	Redução não estimada de tempo de acerto da mesa	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE C – Plano de ação para melhoria das perdas com refeição

PLANO DE AÇÃO								
Propostas de ações para melhoria das perdas com refeição - LITO 01								
O que fazer (<i>What</i>)	Por que fazer (<i>Why</i>)	Onde fazer (<i>Where</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Quando (<i>When</i>)	Como (<i>How</i>)	Quanto (<i>How much</i>)	Ganho (<i>Saving</i>)	Status
Diminuir perdas com parada para refeição	Aumentar a disponibilidade da LITO 01	LITO 01	Operadores	01/08/2014	Utilizar operador auxiliar para operar no intervalo / revezamento	Sem investimentos	90 minutos diários para produção	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE D – Plano de ação para melhoria das perdas com reuniões

PLANO DE AÇÃO								
Propostas de ações para melhoria das perdas com reuniões - LITO 01								
O que fazer (<i>What</i>)	Por que fazer (<i>Why</i>)	Onde fazer (<i>Where</i>)	Quem (<i>Who</i>)	Quando (<i>When</i>)	Como (<i>How</i>)	Quanto (<i>How much</i>)	Ganho (<i>Saving</i>)	Status
Diminuir perdas com paradas para reuniões	Aumentar a disponibilidade da LITO 01	LITO 01	Operadores	01/08/2014	Utilizar 30 minutos de banco de horas	Sem investimento	90 minutos para produção em dias de reunião	0%

Fonte: Elaborado pelo autor.