CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

REDUÇÃO DE *SETUP* ATRAVÉS DO SEQUENCIAMENTO DE IMPRESSÃO EM UMA EMPRESA DE LATAS

Marcos Schorr

Lajeado, novembro de 2013

Marcos Schorr

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

REDUÇÃO DE SETUP ATRAVÉS DO SEQUENCIAMENTO DE IMPRESSÃO DE UMA EMPRESA DE LATAS

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas do Centro Universitário UNIVATES, como parte dos requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de produção.

Orientador: Prof. MS. Manfred Costa

Lajeado, novembro de 2013

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus que sempre me deu saúde e disposição para alcançar meus objetivos.

Especialmente a minha esposa Mariane, que sempre me apoiou e me incentivou com muito amor e paciência nesta caminhada.

Ao professores pela oportunidade de realização de um trabalho focado em minha área de trabalho.

Aos colegas do curso pelo seu auxílio nas tarefas desenvolvidas e apoio na revisão deste trabalho.

Agradeço também a meus pais Adão e Maria Ivênia, pelos ensinamentos da vida e pelo apoio e incentivo, fundamentais para o início e desenvolvimento desta jornada.

Aos colegas e amigos que tive o prazer de conhecer durante os anos de estudo.

Agradeço aos professores da Univates, em especial ao professor Manfred, pelos ensinamentos e auxílios prestados para a realização do presente trabalho.

Também agradeço a empresa Brasilata pela bolsa de estudos e pela oportunidade de realizar este trabalho, juntamente com os colegas de trabalho que também colaboraram.

.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

RESUMO

Este trabalho consiste no estudo dos tipos de sequenciamento de produção encontrados na literatura, bem como os itens variantes no *setup* do processo de impressão em uma empresa de latas, no setor de litografia. Visa encontrar uma forma de maximização da produção a partir do melhor sequenciamento das operações de impressão e, consequentemente, a redução de custos. A ideia consiste em analisar as melhores formas de sequenciamento aplicáveis no processo em questão e propor melhorias no processo de produção. Possibilitou a otimização do tempo de produção da máquina estudada em relação ao tempo anterior e com esta ação aumentou-se o tempo disponível para produção e consequentemente acrescentou-se capacidade produtiva ao setor que é um dos gargalos da empresa.

Palavras-chave: Planejamento da produção. Sequenciamento da produção. Otimização da produção.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

ABSTRACT

This work consists of the study of the types of production scheduling found in the literature, as well as variants items in the setup of the printing process in a company of cans in the lithography industry. Aims to find a way of maximizing production from the best sequence of printing operations and thus reduce costs. The idea is to examine the best ways of sequencing applicable to the proceedings and propose improvements in the production process. Possible the optimization of production time machine studied in the previous time and this action was increased the time available for production and consequently we added capacity to the sector which is one of the bottlenecks of the company.

Keywords: Production planning. Scheduling production, production optimization.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Fluxograma do trabalho 44
Figura 02 - Atual unidade fabril da matriz em São Paulo - SP 46
Figura 03 - Atual unidade fabril da filial de Estrela – RS 47
Figura 04 - Atual unidade fabril da filial de Rio Verde – GO 48
Figura 05 - Atual unidade fabril da filial de Recife – PE 48
Figura 06 - Principais embalagens fabricadas na unidade de Estrela 49
Figura 07 - Layout do setor de litografia da unidade fabril de Estrela 52
Figura 08 - Exemplo de roteiro de um rótulo 53
Figura 09 - *Layout* máquina impressora LITO 8 54
Figura 10 - Prioridades atuais de sequenciamento na lito 8 55
Figura 11 - *Setup* de formato na LITO 8 56
Figura 12 - Setup de cor na LITO 8 58
Figura 13 - Operações de *setup* na troca de cor na LITO 8 59
Figura 14 - Operações de *setup* na troca de formato na LITO 8 59
Figura 15 - Questionário sobre sequenciamento da programação da lito 8 61
Figura 16 - Sequência de cor eleita pelos operadores e a usada pelo PCP 62
Figura 17 - Formato das folhas dos rótulos. 66
Figura 18 - Operações de *setup* na troca de formato na LITO 8. 67
Figura 19: simulação de sequenciamento por formato/cor e cor/formato 69
Figura 20 - Fluxograma de decisão de sequenciamento na impressora LITO 8 69

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Preocupações do PCP 18
Quadro 2: Interações do PCP 19
Quadro 3: Sistemas produtivos 21
Quadro 4: Processo de planejamento 22
Quadro 5: Tipos de sequenciamento 35
Quadro 6: Técnicas para realizar a redução de *setup.* 39

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

LISTA DE SIGLAS

PMP: Plano Mestre de Produção

PCP: Planejamento e Controle da Produção

TRF: Troca rápida de ferramentas

LIFO: Last in first out – Ultimo a entrar, primeiro a sair

FIFO: First in first out – Primeiro a entrar, primeiro a sair

FSFO: First in de system, first out – Primeiro a entrar no sistema, primeiro a sair

SOT: Shortest operation time – Menor tempo de operação

EDD: Sarliest due date – Primeira data de vencimento

SS: Static slack – Folga estática

DS: Dynamic slack – Folga dinamica

CR: Critical ratio – Relação crítica

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10
1.1 Tema 11
1.1.1 Objetivo Geral 12
1.1.2 Objetivos Específicos 12
1.2 Resultados esperados 12
1.3 Justificativa 13
1.4 Delimitação do estudo 14
1.5 Estrutura do trabalho 14

2 REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1 Administração da produção 16
2.2 Planejamento, programação e controle da produção 17
2.2.1 Sistemas produtivos 18
2.2.2 Planejamento da produção 21
2.2.3 Programação da produção 24
2.2.3.1 Tipos de ambiente e programação 25
2.2.3.2 Complexidade da função programação 27
2.2.4 Controle da produção 28
2.2.5 Sequenciamento das operações 29
2.2.6 Variáveis influentes no sequenciamento 31
2.2.7 Regras de sequenciamento 32
2.2.8 Qual regra de sequenciamento usar 34
2.2.9 Sequenciamento na produção por lotes 36

2.3 Setup 37
2.4 Cores 39

3 MÉTODO 41
3.1 Delineamento da pesquisa 41
3.1.1 Quanto à abordagem do problema 41
3.1.2 Quanto aos objetivos 42
3.1.3 Quanto aos procedimentos 42
3.2 População alvo 43
3.3 Coleta de dados 43

4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E COLETA DE DADOS 45
4.1 Descrição da empresa 45
4.1.1 Histórico da empresa 45
4.1.2 Sistema produtivo da unidade estudada 49
4.1.3 O setor de litografia da unidade estudada 51
4.1.4 O processo de litografia na unidade estudada 52
4.1.5 Máquina impressora LITO 8 53
4.2 Sequenciamento da produção na máquina LITO 8 55
4.2.1 Aproveitamento por cor 55
4.2.2 Aproveitamento por formato 58
4.3 Aplicação do questionário 60

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS 63
5.1.1 Análise dos questionários 63
5.1.2 Análise dos tempos de *setup* 65
5.1.3 Resultados 67

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 71

REFERÊNCIAS 74

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

1 INTRODUÇÃO

A realidade das indústrias de manufatura tem se tornado cada vez mais difícil no ambiente competitivo atual de economia globalizada, sendo necessário prestar atenção em cada detalhe dos processos das organizações. A condição básica de sobrevivência de qualquer organização é que os valores das receitas devem ser maiores que os valores dos gastos. Cada empresa tem um custo de operação e outras despesas que devem ser cobertas pelas receitas e vendas. Além disso, é imprescindível para a perpetuação da mesma que, além de cobrir os gastos, também sobre dinheiro para possibilitar novos investimentos e também remunerar os donos ou acionistas.

Uma forma de propiciar a condição de que os valores das receitas sejam maiores que os gastos é aumentar o preço de venda dos produtos ou serviços. Entretanto, essa é a forma mais difícil de alcançar esse objetivo visto a acirrada concorrência e uma tentativa dessas, muitas vezes, acarreta a perda de clientes e diminuição das vendas.

Resta então a alternativa de olhar para dentro da própria organização e procurar formas de redução de custos em todos os setores. Em cada setor da organização existem processos, sendo eles de manufatura ou não, e todos devem ser olhados com atenção porque podem ser melhorados, e cada ação de melhoria representa redução de custos, mesmo que seja mínima. Cada redução de custos, analisada de forma individual, pode até parecer pouco representativa, mas a soma

de todas as reduções de todos os setores representa uma grande quantia que pode representar a sobrevivência da organização.

Nos processos produtivos a busca é pela maximização do tempo de produção, pois qualquer processo produtivo tem um custo de operação e quanto mais peças forem produzidas no tempo disponível, menor o custo unitário possibilitando menores custos e maiores margens de lucro.

Para conseguir maximizar o tempo de produção em um processo de fabricação por lotes se faz necessário a otimização dos tempos de *setup,* transformando ao máximo o *setup* interno, que é feito com a máquina parada, em *setup* externo, que é feito com a máquina em processo, diminuindo assim o tempo de máquina parada.

O sequenciamento da produção também é extremamente importante para a redução do tempo de *setup*. Por exemplo, a otimização das regulagens de formatos (comprimento, largura e espessura), fazendo as trocas para formatos adjacentes evita grandes mudanças no equipamento e muitas vezes não muda nas três dimensões sendo que uma mudança na largura se torna muito mais rápida que a regulagem de largura, comprimento e espessura. Da mesma forma, no sequenciamento de cores pode-se evitar lavagens de máquinas, ou reduzir seu tempo de execução, fazendo cores parecidas em sequência.

1.1 Tema

As diferentes formas de utilização do sequenciamento dos recursos para a produção na empresa Brasilata S.A. Embalagens Metálicas, em especial os recursos do setor de litografia, é o tema deste trabalho.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é melhorar a capacidade produtiva do setor de litografia da empresa Brasilata S.A. Embalagens Metálicas através da utilização de bons métodos de sequenciamento da produção.

1.1.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho, mapear o processo de produção do setor de litografia, onde este será executado, registrar as paradas ou diminuições de produção na máquina estudada, registrar os métodos e a forma de sequenciamento da produção atualmente utilizados.

Outro objetivo específico é estudar as formas de sequenciamento apresentadas na comunidade científica, visando a conhecer os melhores modos para sequenciar produtos e o resultado no setor produtivo.

É também objetivo propor melhorias no sequenciamento da produção.

E por fim, mas não menos importante, também objetiva-se aumentar o conhecimento do aluno nos assuntos propostos, os quais são muito importantes para a formação do futuro egresso em engenharia da produção.

1.2 Resultados esperados

Através deste trabalho deseja-se encontrar um melhor método de sequenciamento dos produtos produzidos em uma impressora do setor de litografia de forma a maximizar o tempo de produção desta máquina, o que resultará na redução de custos e no aumento da capacidade produtiva da organização.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

1.3 Justificativa

As empresas do setor de embalagens metálicas sofrem com a concorrência entre si e para piorar a situação a embalagem de plástico também absorve uma parcela deste mercado. Para se sobressair neste cenário difícil é necessário buscar alternativas que possibilitem às mesmas serem melhores que os concorrentes e, consequentemente, conquistar a preferência dos clientes.

Cada vez mais os clientes querem diminuir seus custos de estoque, o que acarreta ao fornecedor a produção de um número maior de lotes com quantidades menores. Do ponto de vista do setor comercial e do cliente, a manufatura deveria ser extremamente flexível fazendo lotes pequenos e com curtos prazos de entrega, porém sabemos que quanto mais próximo desta situação estivermos, maior é o custo de produção. Mas de qualquer forma, precisamos caminhar nesta direção equilibrando a vontade do cliente com os custos da organização.

Esta situação requer a otimização da utilização da capacidade produtiva existente, que pode ser melhorada através de um melhor sequenciamento da produção. Um sequenciamento eficaz possibilita aos postos operativos uma maior produtividade, pois evita ou diminui os tempos de troca e preparação das máquinas, significando que haverá mais tempo disponível para a manufatura de produtos.

O aumento da capacidade produtiva requer esforços da organização. Um tipo de esforço é o investimento na compra de novos equipamentos, mas esta opção geralmente não é a mais fácil de ser alcançada, sendo muitas vezes inviável. Resta a opção de melhor aproveitar a capacidade existente, e neste ponto entra o papel do setor de planejamento e controle da produção que deve buscar formas de otimização da produção.

A maximização do tempo de utilização dos equipamentos tem como principais consequências redução dos custos operacionais e maior volume de produção, o que é de vital importância para a organização. A produção de mais produtos com os mesmos equipamentos disponíveis significa aumento de vendas e consequentemente maiores receitas e desta forma fica mais interessante para os acionistas.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

O setor de litografia é no momento um dos gargalos da empresa Brasilata e por isso qualquer ação de melhoria neste local gera um aumento de capacidade produtiva resultando em melhor atendimento aos clientes.

Para o acadêmico é muito importante a realização deste trabalho, pois nele tem a oportunidade de colocar em prática os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação, bem como aprimorá-los e alcançar melhor qualificação técnica para colaborar com o crescimento da organização.

1.4 Delimitação do estudo

Este trabalho foi feito em uma impressora monocolor (processa uma cor por vez) de folhas metálicas no setor de litografia da empresa Brasilata. Está embasado em literaturas sobre sequenciamento da produção.

A pesquisa para o referencial teórico, bem como a metodologia foram desenvolvidos de março a junho e a segunda parte do trabalho, que compreende o desenvolvimento, resultados e conclusões, foi realizada de julho a novembro.

Foi feito o mapeamento do processo produtivo, aplicados questionários e feitas cronometragens para obter informações pertinentes ao trabalho, as quais foram analisadas e com os resultados foram sugeridas melhorias.

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 foi 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.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

O quarto capítulo refere-se à execução do trabalho e relatar os resultados obtidos.

O quinto capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos.

E o sexto capítulo irá finalizar o trabalho com as conclusões obtidas durante o desenvolvimento da pesquisa.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são abordados assuntos relevantes para o desenvolvimento deste trabalho, como a administração da produção, planejamento e controle da produção, sequenciamento das operações, troca rápida de ferramentas e cores.

2.1 Administração da produção

A administração da produção é a atividade de gerenciar os recursos destinados a produção e disponibilização de bens e serviços e a função de produção é a responsável por esta atividade (SLACK, 2009). Moreira (2008) complementa afirmando que administração da produção significa lidar com os meios de produção: matéria-prima, equipamentos e mão de obra, para conseguir bens com qualidade assegurada e na quantidade correspondente à capacidade dos recursos produtivos utilizados. Segundo Jacobs (2009), a administração da produção também é definida como a elaboração, operação e aprimoramento do sistema produtivo.

Segundo Davis (2001), a administração da produção, da perspectiva corporativa, é o gerenciamento dos recursos diretos que são necessários para obter os produtos e serviços em uma organização. Na perspectiva operacional, pode ser definida como um conjunto de componentes cuja função é a conversão de um número de insumos em algum resultado desejado (processo de transformação).

Conforme Moreira (2008), a administração da produção diz respeito às atividades orientadas à produção de um bem físico ou à prestação de serviço, sendo que a indústria concentra suas atividades na fábrica ou na planta industrial. Também pode ser usada em bancos, hospitais, escolas e aeroportos.

Gaither (2002) complementa afirmando que a administração da produção é a administração do sistema de produção numa organização que serve para transformar insumos (matérias primas, pessoal, máquinas, prédio, tecnologia, dinheiro, informações e outros recursos) em produtos e serviços da organização.

2.2 Planejamento, programação e controle da produção

Conforme Slack (2009), o planejamento e controle da produção (PCP) consiste em conciliar o que o mercado requer com o que as operações podem fornecer. Estas atividades proporcionam os sistemas, procedimentos e decisões que juntam diferentes aspectos da oferta e da demanda.

Ainda segundo Slack (2009), todas as operações produzem produtos ou serviços através de transformação de entradas em saídas e são chamados de processos. A produção envolve um conjunto de recursos de *input* (entradas) usado para transformar algo ou para ser transformado em *outpus* (saídas) de bens ou serviços. Como recursos de transformação (*inputs)* pode-se citar: os funcionários, que são aqueles que operam, mantêm, planejam e administram a produção, e as instalações que são os prédios, equipamentos, terreno e tecnologia do processo de produção. Chase (2006) afirma que a programação da produção deve exercer as funções de alocar os pedidos, equipamentos e pessoas nos centros de trabalho, determinar a sequência de produção dos pedidos, iniciar a execução dos trabalhos programados e controlar o chão de fábrica.

Conforme Rocha (2008), o PCP se antecipa ao processo produtivo desenvolvendo um programa de produção coerente com o planejamento estratégico e que atenda as limitações do sistema produtivo envolvendo-se com diversas tarefas visando atingir o melhor desempenho possível. O Quadro 1 demonstra as

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

preocupações pertinentes ao setor do PCP, sendo que a primeira coluna apresenta as preocupações e a segunda coluna mostra o que deve ser feito.

Quadro 1: Preocupações do PCP

Preocupação	**O que deve fazer**
Não deixar faltar material	Certificar-se de que tem material suficiente para atender o montante a ser produzido;
Suprir mão de obra	Acompanhar necessidade de pessoal pois o nível de produção pode variar entre um período e outro gerando necessidades diferentes de pessoal. O PCP precisa antecipar tais necessidades solicitando ao setor competente a mão de obra necessária em tempo de ser treinada;
Verificar necessidade de equipamentos	Identificar falta de capacidade das máquinas antes da efetiva necessidade, e estreitar comunicação com manutenção visando minimizar o tempo de parada dos equipamentos programando manutenções em horários específicos.
Estreitar comunicação com o controle de qualidade	Manter o controle de produção informado em relação a produção e receber informações sobre possíveis rejeições no processo.

Fonte: Adaptado de Rocha (2008).

Segundo Rocha (2008), o gestor de produção, que tem esta gama de tarefas sobre sua responsabilidade, interage com diversas áreas da empresa. O quadro 2 demonstra as interações do gestor com as demais áreas da empresa. A primeira coluna apresenta os setores com os quais ocorre a interação e a segunda coluna mostra o tipo de interação que acontece.

2.2.1 Sistemas produtivos

De acordo com Tubino (2007), as empresas geralmente são estudadas como um sistema que transforma insumos em produtos úteis aos clientes, este sistema é chamado de sistema produtivo.

Conforme Chase (2006), os sistemas produtivos utilizam os recursos para transformar as entradas em alguma saída desejada. As entradas podem ser matérias primas, um cliente ou ainda um produto acabado de outro sistema e as saídas podem ser produtos acabados ou serviços.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Quadro 2: Interações do PCP

Setor	**Interação com o PCP**
Com o setor comercial	O PCP recebe a previsão de demanda e prazo de entrega dos pedidos colocados;
Com o setor de recursos humanos	O PCP solicita recrutamento, seleção e treinamento da mão de obra, bem como controle do quadro pessoal;
Com o setor de suprimentos:	O PCP informa as necessidades dos insumos, com prazo e quantidade necessários.
Com o setor de métodos e processos	O PCP recebe informação de possíveis alterações no tempo de execução das operações, pois isto altera a capacidade de produção interferindo no planejamento;
Com o setor de custos	O PCP recebe informações sobre os gastos referentes a produção para haver controle e posicionamento na busca da redução de custo.
Com o setor de financeiro	O PCP recebe informação dos recursos que podem ser utilizados e que vão definir o nível de produção e estoque por período;
Com o setor de almoxarifado	O PCP recebe dados de controle de estoque de materiais usados na produção;
Com o setor de produção	O PCP expõe os planos e metas, recebendo informações sobre o processo produtivo;
Com o setor de qualidade	O PCP informa a programação da produção para que a área tome as providencias necessárias ao controle
Com o setor de expedição	O PCP recebe informações sobre o material acabado;
Com a alta direção	O PCP participa do planejamento global da empresa, especialmente aquele com visão estratégica.

Fonte: Adaptado de Rocha (2008).

Tubino (2007) afirma que a classificação dos sistemas produtivos tem a finalidade de facilitar o entendimento das características de cada um dos sistemas e sua relação com a complexidade das atividades de planejamento e controle destes. Estes sistemas são voltados para a produção de bens ou serviços sendo que tanto a manufatura de bens como de serviços são similares quanto ao aspecto de transformar insumos em produtos úteis para os clientes através da aplicação de um sistema produtivo. Os dois devem projetar os produtos, prever demanda, balancear o sistema produtivo, treinar mão de obra, alocar recursos e planejar e controlar as operações.

Segundo Chase (2006), as atividades de manufatura de bens são orientadas para o produto, que é tangível e pode ser possuído pelo cliente, enquanto a prestação de serviços é orientada para a ação, onde o produto intangível é a experiência vivenciada pelo cliente. Na produção de serviços existe um

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

envolvimento maior do sistema produtivo com o cliente ou com um bem de sua propriedade, enquanto que na produção de bens existe uma clara separação da manufatura e do consumo onde geralmente a produção ocorre longe dos olhos dos clientes (TUBINO, 2007).

Tubino (2007) comenta que apesar de existirem diferenças claras entre a produção de bens e a de serviços, a maioria das empresas está situada entre os dois extremos produzindo simultaneamente bens e serviços. De forma geral, os sistemas produtivos são divididos em sistemas contínuos, onde os bens ou serviços produzidos não podem ser identificados individualmente, e sistemas discretos (em massa, em lotes e sob encomenda), nos quais os bens ou serviços produzidos podem ser isolados em lotes ou unidades, com particularidades específicas para cada um. Esta classificação não depende do produto em si, mas da forma como o sistema é organizado para atender a demanda. Como exemplo, pode-se citar a produção de cerveja, que pode ser feita em processo contínuo em grandes empresas, ou em lotes em pequenas cervejarias ou ainda em lotes exclusivos quando feita em casa. Também é possível conviver com mais de um sistema produtivo na empresa, como por exemplo, uma empresa que fabrica geladeiras em massa e fabrica parte de seus componentes em lotes. De forma geral, quanto mais diversificada a demanda e quanto menores os lotes, mais complexas ficam as funções de planejamento e controle da produção.

O Quadro 3 mostra as particularidades de cada um dos sistemas produtivos, de forma que a primeira coluna apresenta os sistemas e a segunda mostra as suas características.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Quadro 3: Sistemas produtivos

Sistemas	Características
Sistemas de produção contínuos	São usados quando existe alta uniformidade na produção e demanda de bens ou serviços, fazendo com que os produtos e processos produtivos sejam independentes favorecendo sua automatização.
Sistemas de produção em massa	São empregados nas produções em larga escala de produtos altamente padronizados, porém estes produtos não são passíveis de automatização em processos contínuos exigindo participação de mão de obra especializada na transformação do produto.
Sistemas de produção em lotes	Se caracterizam pela produção de um volume médio de bens e serviços padronizados em lotes sendo que cada lote tem uma série de operações que necessita ser programada a medida que as operações anteriores forem sendo realizadas.
Sistemas de produção sob encomenda	É um sistema voltado para atender as necessidades específicas dos clientes, com demandas baixas, tendendo à unidade.

Fonte: Adaptado de Tubino (2007).

2.2.2 Planejamento da produção

Planejamento é a formalização do que se quer que aconteça em determinado momento do futuro. Não garante que aconteça, mas é uma declaração de intenção de que aconteça. Durante a implementação dos planos as coisas nem sempre acontecem conforme o previsto, pois os consumidores podem mudar de ideia em relação ao que e quando querem, o fornecedor pode entregar a matéria prima fora do prazo, máquinas podem quebrar ou ainda os funcionários podem ficar doentes (SLACK, 2009).

Segundo Corrêa (2011), um bom processo de planejamento depende de uma visão adequada do futuro, que pode depender da previsão de demanda, que precisa ser adequada. Também é necessário ter o conhecimento fiel da situação presente e um bom modelo lógico que traduza a situação atual e a visão do futuro em boas decisões e finalmente ter um bom processo decisório a partir do planejamento, onde estejam bem definidos os objetivos que se pretende atingir.

Conforme Corrêa (2011), o processo de planejamento é continuado, em cada momento deve-se ter a noção da situação presente, uma visão do futuro, objetivos pretendidos e entender como estes elementos afetam nas decisões tomadas naquele momento. O quadro 4 demonstra como o planejador deve estender sua

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

visão de futuro à medida que o tempo passa. A primeira coluna apresenta os passos e a segunda mostra as ações que devem ser tomadas pelo planejador.

Corrêa (2004) complementa que as decisões referentes ao planejamento do sistema de operações ocorrem em horizontes diferentes de tempo, com períodos de tempo de replanejamento diferentes e consideram níveis diferentes de agregação de valor. Para que um sistema produtivo transforme insumos em produtos, ele precisa ser pensado em termos de prazos para que o planejamento se torne realidade. De forma geral, o horizonte de planejamento é dividido em longo, médio e curto prazo.

Conforme Rocha (2008), o plano de longo prazo registra a estratégia da organização. Quando dividido em metas cujos prazos são menores origina o plano mestre de produção (PMP), o qual gera informações que orientarão para a produção as áreas de suporte. O PMP é o plano que desmembra o plano estratégico e o conduz ao plano operacional. O autor ainda afirma que quanto menor o horizonte de tempo, maior a segurança, enquanto que quanto maior o prazo, maiores as incertezas em relação ao previsto. Mesmo com margem de erro, a previsão é muito importante, pois a partir dela são enumerados os recursos necessários.

Quadro 4: Processo de planejamento

Passos	**Ações do planejador**
Passo 1	Levantamento da situação presente. Deve “fotografar” a situação presente das atividades para que a situação atual se faça presente no processo de planejamento.
Passo 2	Desenvolvimento e reconhecimento da visão de futuro, com ou sem intervenção. A visão de futuro deve ser considerada para que esta possa emprestar sua influencia no processo decisório.
Passo 3	Tratamento conjunto da situação presente e da visão de futuro por uma lógica que transforme os dados coletados em informações que passam a ser disponibilizadas numa forma útil para a tomada de decisão.
Passo 4	Tomada de decisão gerencial com base nos dados do passo anterior.
Passo 5	Execução das ações decididas no passo anterior.
Passo 6	Como algumas coisas não acontecem exatamente como se planejou, após um determinado tempo deve-se voltar ciclicamente ao passo 1.

Fonte: Adaptado de Corrêa (2011).

Slack (2009) descreve que no planejamento e controle de longo prazo devem ser feitos planos relativos ao que se pretende fazer, quais recursos serão

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

necessários e quais os objetivos se espera atingir com base em previsões de demanda provável; a ênfase está mais no planejamento do que no controle, pois ainda há pouco a ser controlado. Complementando, Tubino (2007) cita que o mesmo diz respeito ao planejamento estratégico onde deve ser montado um plano de produção cuja função é, com base nas previsões de venda de longo prazo, visualizar com que capacidade produtiva o sistema deverá trabalhar. É chamado de planejamento estratégico, pois caso a empresa não encaminhe recursos físicos e financeiros para a efetivação deste plano de produção, ela terá seu desempenho comprometido no futuro.

De acordo com Slack (2009), no planejamento e controle de médio prazo o planejamento é feito com mais detalhes, analisando a demanda global que a operação deve atingir de forma parcialmente desagregada. O planejamento de médio prazo diz respeito ao plano de produção chamado de plano mestre de produção (PMP), e busca táticas para operar de forma mais eficiente o sistema montado, planejando o uso da capacidade instalada para atender as previsões de venda de médio prazo e ou os pedidos já colocados. É chamado de planejamento tático, pois o PMP deve analisar as diferentes formas de manobrar o sistema produtivo disponível (TUBINO, 2007).

No planejamento e controle de curto prazo, conforme Slack (2009), muitos dos recursos estarão definidos e será difícil fazer grandes mudanças nos recursos, porém é possível efetuar intervenções caso as coisas não ocorrerem conforme o planejado. Ao fazer estas intervenções, deve-se tentar equilibrar a qualidade, a rapidez, a confiabilidade, a flexibilidade e os custos de forma *ad hoc* (caso a acaso). É no planejamento de curto prazo que o sistema produtivo irá executar a programação da produção para produzir os bens ou serviços e entregá-los aos clientes. É chamado de planejamento operacional, pois neste nível só resta operar o sistema dentro de uma tática programada. Mudanças de táticas no curto prazo acarretam em desencontros entre os setores produtivos visto que não tem mais tempo para sincronizar o processo como um todo (TUBINO, 2007).

Segundo Rocha (2011), normalmente no curto prazo os equipamentos não variam, sendo que a capacidade dos existentes é o limite a ser alcançado pela produção. A aquisição dos equipamentos é tarefa do planejamento de longo prazo

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

em decorrência do planejamento estratégico e, portanto, já deve estar concluído. Caso necessite de um reforço no número de pessoas normalmente não é problema devido a polivalência e versatilidade do corpo funcional. Quando há a incorporação de novas pessoas, desloca-se a mão de obra mais treinada nas funções mais exigentes e os menos experientes em funções mais simples. O maior cuidado no planejamento de curto prazo é o dimensionamento das necessidades de suprimento, de forma a ter material no tempo certo, na quantidade desejada e na qualidade requerida.

2.2.3 Programação da produção

Davis (2001) afirma que a programação da produção é uma distribuição temporal usada para programar as atividades usando recursos ou alocando instalações. Chase (2006) complementa que a programação da produção está no coração do sistema de execução da manufatura, que é um sistema de informações que programa, despacha, rastreia monitora e controla a produção no chão de fábrica.

Segundo Lustosa (2008), os fatores mais relevantes na programação das tarefas são o ambiente de produção, as instalações e o processo produtivo, o padrão de chegada de pedidos e a existência de roteiros alternativos de produção. Slack (2009) complementa afirmando que programas são declaração de volumes e horários ou datas familiares em muitos ambientes, como por exemplo, um horário (programa) de ônibus mostra que mais ônibus (volume) são colocados nas rotas em intervalos mais frequentes durante os horários de pico. O horário também mostra o momento (tempo) em que o ônibus deve chegar a cada estágio da rota. A programação de trabalhos é utilizada quando algum planejamento é requerido para certificar que a demanda do consumidor seja atendida.

Geralmente, distinguem-se sete categorias de decisão em programação de tarefas, sendo elas: designação (determinar onde ou quem irá executar a tarefa); sequenciamento (determinar a sequência em que as operações devem ser executadas em determinado recurso); despacho (determinar quando e para qual

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

centro de trabalho a ordem deve ser emitida); controle (acompanhar os trabalhos para garantir a conformidade com o programado e determinar eventuais intervenções ou reprogramações); apressamento (antecipar a ordem de produção devido ao aumento de sua prioridade para manter o programa válido ou para atender necessidade específica) e o carregamento de oficinas (definir os roteiros e programação das tarefas dentro da fábrica ou na seção de um sistema operativo) (LUSTOSA, 2008).

2.2.3.1 Tipos de ambiente e programação

Conforme Lustosa (2008), também é importante distinguir tipos de ambientes de fabricação em manufatura sendo que para efeito de programação consideram-se quatro ambientes básicos: uma máquina, máquinas em paralelo, máquinas em série e oficina de máquinas.

No ambiente de fabricação com máquina única considera-se “n” ordens para serem processadas em uma única máquina sendo que cada uma tem seus padrões específicos (tempo de *setup*, tempo de produção, data de entrega, data de liberação, etc...). Embora pareça pouco representativo de uma situação real, o problema de programação apresenta fundamentos na solução de problemas mais complexos. A programação da fábrica pode estar subordinada a um recurso gargalo e neste caso o modelo de máquina única pode ser aplicado. Outro exemplo de aplicação deste modelo é o processo de produção contínua em que uma linha ou fábrica (usina), pode ser considerada como uma única máquina (LUSTOSA, 2008).

Segundo Davis (2001), no ambiente com apenas uma máquina a principal restrição para a programação é o número de tarefas a serem alocadas.

O ambiente de fabricação com máquinas em paralelo considera “n” ordens que devem ser processadas em “m” máquinas semelhantes. Neste modelo, deve-se determinar quais ordens serão alocadas em quais máquinas, e para cada recurso, a sequência em que as ordens serão processadas. O problema pode ser generalizado considerando que as máquinas não sejam idênticas, situação em que os tempos de operação variam de acordo com o recurso. Problemas de programação neste

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

modelo podem ser identificados em diferentes processos de fabricação, como por exemplo, um fabricante de peças de plástico que possui mais de uma injetora ou em atividades de produção em grupo, quando tem mais que uma equipe operando (LUSTOSA, 2008).

O modelo de fabricação em série ou fluxo considera “n” ordens que devem ser processadas em “m” máquinas, sendo que cada ordem tem um tempo de operação específico em cada uma das máquinas. Esta configuração é encontrada em diferentes linhas de produção e montagem como, por exemplo, um linha de fabricação de biscoitos, uma gráfica de impressão de livros e revistas, uma linha de montagem de brinquedos, etc. O fluxo de produção segue um roteiro fixo e geralmente isso reflete num *layout* em que os diversos processos produtivos se dispõem na mesma sequência do roteiro de produção. Neste ambiente existem duas situações de roteiros: roteiros idênticos, onde todas as ordens passam por todas as etapas (gráfica que só produz livros encadernados), e os roteiros variáveis, onde algumas ordens não passam por todas as etapas da sequencia (uma linha de produção pode produzir produtos pintados e não pintados). Acrescentam-se outros aspectos na definição do problema deste modelo, como a possibilidade de haver máquinas em paralelo, limitação de espaço para fila entre as estações de trabalho, etc. (LUSTOSA, 2008).

Conforme Chase (2006), no modelo de linha de montagem a produção ocorre com as peças passando de uma estação de trabalho para outra num ritmo controlado, seguindo a sequência necessária para fabricar o produto.

O modelo de oficina de máquinas é a configuração mais geral, onde “n” ordens em “m” máquinas com roteiros variáveis. Cada produto apresenta uma sequência própria de passagem pelas máquinas, podendo voltar para uma máquina mais de uma vez. Devido ao fato de os roteiros não serem uniformes, geralmente as máquinas são agrupadas por semelhança, originando um *layout* funcional ou departamental (LUSTOSA, 2008).

Segundo Gaither (2002), neste modelo pode-se citar o exemplo da metalurgia, onde são feitas peças em equipamentos como tornos mecânicos, furadeiras, brocas e esmerilhadeiras.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Chase (2006) complementa que no modelo oficina de máquinas a produção é de pequenos lotes e grande variedade de produtos sendo que cada um necessita de um conjunto ou sequência diferente de etapas de processamento.

Conforme Lustosa (2008), também é importante considerar aspectos adicionais na programação da produção, como tempo de preparação dependente da sequência, preempção e programação de permuta única. O aspecto tempo de preparação dependente da sequência existe quando o tempo de preparação muda em função da sequência, dificultando a programação. Como exemplo, pode-se citar uma linha de envaze de bebidas quando troca de um sabor pungente para um neutro é necessário fazer uma lavagem muito mais completa do que se a troca fosse de um sabor neutro para um pungente. A preempção admite a interrupção de uma ordem para produzir outra. Já o programa de permuta única ocorre quando, numa linha de produção, todas as ordens seguem uma mesma sequência de produção da primeira à última máquina.

2.2.3.2 Complexidade da função programação

Segundo Slack (2009), a função programação é uma das tarefas mais complexas no gerenciamento da produção, pois os programadores tem que lidar com diversos tipos diferentes de recursos de forma simultânea, sendo que as máquinas tem diferentes capacidades e capacitações e as pessoas tem diferentes habilidades. De maneira importante, o número de programas possíveis cresce de forma rápida à medida que o número de atividades e processos aumenta. Como exemplo, podemos citar uma máquina que tenha cinco diferentes trabalhos para processar; qualquer um deles pode ser processado por primeiro e pode ser seguido por qualquer um dos outros trabalhos e assim por diante, de forma que o número de programações possíveis seja: (5 * 4 * 3 * 2 * 1) 120 possibilidades diferentes. Quanto maior o número de trabalhos colocados e máquinas disponíveis, mais complexa fica a programação.

Em termos práticos, isto significa que, de forma geral, existem milhões de programas viáveis, mesmo para operações relativamente pequenas, por isso a

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

programação raramente tenta dar uma solução “ótima”, mas é satisfeita com uma solução “aceitável” (SLACK, 2009).

Chase (2006) descreve que a dificuldade dos problemas de programação aumenta a medida que são consideradas mais máquinas e não a medida que são feitas mais tarefas.

Também existem outros fatores, conforme Davis (2001), que dificultam a função programação: a primeira vez que um bem é produzido (não existem referências para comparação), a sequência das operações é flexível (muitas sequências possíveis) e ainda que para operações diferentes a determinação da melhor sequência pode variar (menos desperdício, menos tempo ocioso ou aumento no ganho).

2.2.4 Controle da produção

O controle da produção é o processo de lidar com as variações, podendo significar mudança nos planos à curto prazo ou fazer intervenções nas operações para trazer o processo de volta a normalidade. Como exemplo, pode-se citar consertar uma máquina que quebrou, encontrar um outro fornecedor que entregue rapidamente ou mover pessoal de uma parte da operação para outra cobrindo ausências. O controle faz os ajustes necessários para que a operação atinja os objetivos estabelecidos no plano mesmo que os pressupostos do plano não se confirmem (SLACK, 2009).

Corrêa (2004) afirma que um sistema de controle de operações é um sistema que usa informações do chão de fábrica para manter e comunicar informações da situação corrente das ordens nos centros de trabalho.

Segundo Rocha (2008), o controle deve ser praticado continuamente, sendo um conjunto de atividades que visam garantir operações e produtos dentro dos padrões planejados, permitindo avaliar se os recursos estão sendo usados eficazmente e se a qualidade desejada está sendo obtida. Complementando, afirma que o controle é realizado a medida que os trabalhos são executados e no final dos

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

mesmos, visando controlar todas as etapas da execução, comparando os dados coletados com os planejados e identificando desvios que servem de subsídios para tomar ações corretivas quando houver anomalias.

Controlar é dar condições para monitorar a execução acompanhando o desempenho, identificando desvios no planejamento localizando erros assim que acontecerem, permitindo correções. Exige acompanhamento do volume produzido e dos recursos usados na produção (máquinas, tempo, funcionário, matéria prima) estabelecendo e medindo índices de ocupação, perda, ociosidade, consumo (ROCHA, 2008).

2.2.5 Sequenciamento das operações

Segundo Tubino (2007), um sistema produtivo será tão mais eficiente quanto consiga sincronizar a passagem das estratégias para as táticas e as táticas para as operações de produção e venda de produtos solicitados. Para organizar a montagem dos dados e a tomada de decisão em relação ao tempo, as empresas montam um setor ou departamento de apoio à produção, geralmente ligado à diretoria industrial, conhecido como departamento de PCP.

As atividades de curto prazo realizadas pelo PCP buscam implementar um programa de produção que atenda ao PMP. Estas atividades são divididas em três grupos que são a administração de estoques, sequenciamento e emissão e liberação de ordens (TUBINO, 2007).

Conforme Ritzman (2004), a programação de operações concentra-se na melhor maneira de utilizar a capacidade existente levando em conta as restrições técnicas da produção.

De acordo com Tubino (2007), a intensidade e detalhamento com que são executadas as funções de programação da produção pelo PCP em geral, principalmente o sequenciamento, depende do tipo de sistema produtivo que se está programando. Nos sistemas de produção contínuos, a função programação se dá apenas no nível do produto acabado definindo seus volumes de produção sendo

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

geralmente um lote único para o período e o foco é na administração de estoques ou logística. No sistema de produção em massa o foco é na logística de abastecimento e distribuição enquanto que, no sistema de produção repetitivo em lotes, a variedade de produtos é maior e a demanda destes não justifica uma focalização da produção. Então a competição por espaço nos recursos produtivos é grande fazendo-se necessário o desmembramento do produto acabado, definindo os volumes de produção (normalmente lotes únicos no período), estoques de abastecimento e distribuição.

Conforme Corrêa (2011), no sequenciamento da programação da produção e operações é abordado o planejamento de curto prazo. O sequenciamento das operações define a ordem em que as atividades devem ocorrer num sistema de operações, com o intuito de alcançar um conjunto de objetivos de desempenho. A programação das operações consiste em alocar as atividades no tempo, obedecendo ao sequenciamento definido e ao conjunto de restrições consideradas. O controle de operações é a atividade de coletar e analisar informações realimentadas do desempenho do conjunto de funções ou processos com o objetivo de monitorar e disparar ações para possíveis desvios.

Para analisar a eficácia do sequenciamento de produção é particularmente importante analisar os objetivos de confiabilidade, rapidez e custo sendo que os objetivos de desempenho mais usados são: atender na data prometida ao consumidor (confiabilidade); minimizar o tempo gasto pelo trabalho no processo (rapidez); minimizar o estoque do trabalho em processo (custo) e minimizar o tempo ocioso dos centros de trabalho (custo) (SLACK, 2009).

Determinada a sequência em que os trabalhos serão executados, algumas operações requerem um cronograma detalhado, mostrando em que momento os trabalhos devem começar e terminar, isso é a programação. Programas de trabalho são usados em operações quando requer um planejamento para garantir que a demanda do consumidor seja atendida (SLACK, 2009).

Slack (2009) afirma que a atividade de programação é uma das mais complexas tarefas no gerenciamento da manufatura. Primeiramente, os programadores lidam com diversos tipos diferentes de recursos ao mesmo tempo,

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

as máquinas possuem capacidades diferentes e as pessoas envolvidas no processo possuem habilidades diferentes. Desta forma, o número de programações possíveis cresce rapidamente a medida que o número de atividades e processos aumenta.

Segundo Rocha (2008), a programação da produção é a informação que vai aos centros de trabalho e servirão de guia para a execução dos trabalhos. Depois de definido o que fazer com o material, o próximo passo é a execução do trabalho planejado, transformando a matéria-prima em produto usando equipamentos compatíveis, mão de obra treinada e as informações adequadas. O uso de todos os recursos produtivos de forma eficiente favorece a obtenção de produtos de qualidade, com forte contribuição para a competitividade.

2.2.6 Variáveis influentes no sequenciamento

Segundo Corrêa (2011), as principais variáveis que influenciam no sequenciamento de produção em termos de ordens são: a data de entrega prometida ao cliente, o estado de realização de cada ordem (para algumas faltam muitas operações enquanto que para outras faltam poucas), as atividades podem apresentar *setup* com tempos e atividades variáveis em relação a ordem anterior sendo que muitas vezes vale a pena colocar duas ordens em sequência por terem a mesma preparação ou similar. Cada ordem pode ter vários roteiros alternativos, e estes roteiros alternativos podem ter produtividades diferentes. Cada ordem pode ser feita eventualmente em máquinas alternativas com eficiências diferentes e também estas podem ser de clientes com importâncias diferentes. Chase (2006) complementa que a data de chegada do pedido pode influenciar o sequenciamento de produção por ordens.

Conforme Corrêa (2011), as principais variáveis que influenciam no sequenciamento de produção em termos de recursos são: as máquinas que quebram e precisam de manutenção, não estando sempre disponíveis, as matérias primas podem não estar sempre confiavelmente disponíveis, ferramentas podem não estar disponíveis e funcionários podem faltar.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Para Davis (2001), o sequenciamento de produção por recursos produtivos também é influenciado pelo tamanho das filas de espera de produtos para processamento em cada máquina e pela disponibilidade de material, e Gaither (2002) descreve que também é influenciado pelo número de máquinas disponíveis.

Corrêa (2011) descreve que as principais variáveis que influenciam no sequenciamento de produção em termos de operações são: problemas de qualidade que exigem retrabalho, tempo de pós produção como cura ou secagem, alguns lotes de operação requerem quantidade mínima para serem programados, as operações podem ser feitas em gargalos, demandando máxima utilização e ainda operações podem demandar a disponibilidade simultânea de diversos recursos.

Conforme Davis (2001), o *status* das operações das ordens, a flexibilidade de fazê-las em várias máquinas e os parâmetros utilizados (velocidade de entrega, minimização do desperdício, minimização do tempo ocioso, maximização do ganho...) também influenciam no sequenciamento por operações.

2.2.7 Regras de sequenciamento

Conforme Slack (2009), as prioridades dadas ao trabalho em uma operação são chamadas de sequenciamento e são definidos por um conjunto predefinido de regras. Segundo Tubino (2007), as regras de sequenciamento são usadas para selecionar, a partir de características dos itens ou lotes ou do sistema produtivo, qual dos lotes que está esperando na fila de recursos terá prioridade no processamento, bem como qual o recurso que será usado. Geralmente, as informações mais importantes estão relacionadas com o tempo de processamento (custos) e com a data de entrega (atendimento ao cliente), sendo que podem ser estabelecidos com base nas informações dos produtos finais para os quais se destinam ou dos lotes programados individualmente.

Soluções otimizadas para o problema de sequenciamento empregando técnicas de pesquisa operacional são viáveis matematicamente e podem ser desenvolvidas para soluções particulares. Porém, a natureza combinatória do problema que cresce a cada novo produto ou roteiro lançado faz com que na prática

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

seja difícil conciliar a variabilidade dos dados de produção e do próprio sistema produtivo com a dinâmica de atualização do algoritmo otimizador. Por isso as empresas preferem sistemas com regras simplificadas que, apesar de não serem ótimas, chegar a uma solução boa e rápida frente à constante mudança da dinâmica de produção (TUBINO, 2007).

A natureza física dos materiais pode determinar a prioridade dos trabalhos. Por exemplo, em pinturas ou tingimentos, primeiramente se faz os tons mais claros e depois os mais escuros, pois a cor somente pode ser escurecida e nunca clareada. Da mesma forma a natureza física dos equipamentos pode determinar a sequência de produção. Por exemplo, na indústria de papel, onde o equipamento de corte é regulado de acordo com a largura do papel, é mais fácil regulá-lo para tamanhos adjacentes do que para tamanhos totalmente diferentes. As vezes, as combinações de trabalhos que chegam na operação também podem determinar a sequência de produção. Por exemplo, quando um tecido é cortado em determinado tamanho e formato, o tecido adjacente será desperdiçado se não for utilizado para outro produto, sendo que trabalhos que fisicamente se encaixam podem ser programados juntos para evitar desperdícios (SLACK, 2009).

Conforme Slack (2009), as operações também podem ser sequenciadas por prioridade ao consumidor, onde um consumidor importante ou contrariado, ou item, seja processado antes dos outros, sem levar em conta a ordem de chegada do consumidor ou do item. Esta abordagem é mais usada quando a base de consumidores é dispersa, com uma massa de pequenos consumidores e alguns grandes e importantes. Pode-se citar como exemplo bancos e hotéis.

Slack (2009) descreve que o sequenciamento pela data prometida é feito de acordo com a data de entrega, independente do tamanho de cada trabalho ou da importância de cada consumidor. Podemos citar como exemplo um setor de cópias, onde o sequenciamento é feito de acordo com a data requerida. É um sequenciamento que gera confiabilidade e rapidez, mas pode não proporcionar uma ótima produtividade.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

O Quadro 5 mostra os tipos de sequenciamento das ordens de produção encontrados na literatura, sendo que a primeira coluna apresenta os tipos de sequenciamento e a segunda coluna mostra as suas características.

2.2.8 Qual regra de sequenciamento usar

Slack (2009) descreve que o sequenciamento deve resultar em atendimento do pedido na data prometida ao consumidor, minimizar o tempo do trabalho e o estoque no processo e minimizar o tempo ocioso nos centros de trabalho. Gaither (2002) complementa que para escolher qual regra de sequenciamento usar, deve-se levar em conta o tempo médio de fluxo das ordens, o número médio de tarefas do sistema, o atraso médio das tarefas e os custos de preparação.

Dependendo dos objetivos visados (velocidade de entrega, redução dos estoques, atendimento ao cliente), regras de decisões diferentes podem ser usadas em períodos diferentes. Por exemplo, no inicio do mês, a regra de sequenciamento usada é redução de estoques e maior eficiência nas taxas de produção dos recursos, porém a medida que o final de mês se aproxima, podem ser priorizadas por faturamento, carregando recursos menos eficientes, mas que terminem rapidamente o lote para gerar fluxo de caixa (TUBINO, 2007).

Segundo Corrêa (2011), por muitos anos a pesquisa sobre sequenciamento de operações focou-se em descobrir qual a regra mais eficaz, porém como este é um problema complexo e com vários objetivos, ficou claro que não existe uma regra mágica para aumentar o desempenho da unidade produtiva em todos os aspectos. Mais tarde foi demonstrado que para determinada unidade fabril com um determinado conjunto de ordens, uma regra de sequenciamento mostrou-se a melhor para uma condição de disponibilidade de capacidade produtiva, porém não necessariamente se mantém como a melhor quando se alteram estas condições.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Quadro 5: Tipos de sequenciamento

Tipo de sequenciamento	**Características**
LIFO	É um sequenciamento escolhido por razões práticas, como por exemplo, a descarga de um elevador.
FIFO	É usado no sequenciamento de acordo com a chegada dos consumidores, como por exemplo, filas em bilheterias ou parques.
Operações mais longas	As operações podem sequenciar seus trabalhos mais longos primeiro para ocupar os centros de trabalho dentro das operações por longos períodos.
Operações mais curtas	O sequenciamento fazendo as operações com menor tempo de duração pode ser usado para gerar valor em caixa, pois os trabalhos prontos podem ser faturados e os pagamentos facilitam o fluxo do caixa.
FSFO (*first in de system, first out*)	Procura fazer primeiro a primeira tarefa que chegar à unidade produtiva.
SOT (*shortest operation time*)	Visa priorizar a tarefa com menor tempo de operação.
EDD (earliest due date)	Procura sequenciar de acordo com a data prometida, fazendo primeiro as com datas mais próximas.
SS (*static slack*)	Usa uma folga estática, calculada como tempo até a data prometida menos o tempo de produção.
DS(dynamic *slack*)	Usa folga dinâmica, calculada como folga estática dividido pelo número de operações que faltam serem executadas.
CR (*critical ratio*)	Usa uma razão crítica, calculada como tempo até a data prometida dividido pelo tempo total de operação restante.
STR	Tempo de folga restante, é calculado com a diferença entre o tempo restante antes da data de entrega subtraindo o tempo de processamento restante, priorizando as pedidos com menor STR.
STR/OP	Tempo de folga restante por operação, é calculado da seguinte forma: (tempo restante antes da data de entrega – tempo restante de processamento) / nº de operações restantes.
QR	Taxa de fila, tempo de folga restante da programação dividido pelo tempo de fila planejado.
Ordem aleatória	Supervisores ou operadores selecionam a tarefa que acharem importante fazer primeiro.
MCP	Prioriza as operações com menor custo de preparação em relação a operação anterior.
MUDV	Prioriza a operação/ordem com data de vencimento mais urgente.

Fonte: Adaptado de Slack (2009), Corrêa (2011), Davis (2001), Gaither (2002).

O resultado da pesquisa indica que deve-se preferir regras mais dinâmicas em oposição às estáticas (devem contemplar as alterações que as condições analisadas sofrem ao longo do tempo), e regras globais em oposição as locais (devem considerar o conjunto de operações mais amplo que as que consideram só a operação local). As abordagens mais recentes sugerem uma combinação de

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

sistemas computacionais com a experiência de programadores altamente treinados para a criação de programas em situações de problemas de sequenciamento mais complexas (CORRÊA, 2011).

2.2.9 Sequenciamento na produção por lotes

Conforme Tubino (2007), um conceito importante no sistema produtivo por lotes é o de gargalo, que é o ponto que limita sua atuação, sendo que todos os sistemas produtivos têm limitações (interna ou externa). Geralmente, se o sistema produtivo tem capacidade de produção imediata o gargalo está no mercado. Se a demanda não for atendida de forma imediata, então o gargalo é interno, podendo ser máquinas, homens, espaço, transporte, etc. Grande parte do estoque é necessário devido a antecipação da demanda por causa dos gargalos produtivos que não permitirão atender a demanda de forma imediata no futuro.

Segundo Tubino (2007), os processos repetitivos em lotes são caracterizados pela produção de um volume médio de itens padronizados produzidos em lotes onde cada lote, ou ordem de fabricação, segue seu roteiro de operações predefinidas nos centros de trabalho definidos. Quando este chega ao centro de trabalho, é priorizado de acordo com as regras de sequenciamento predefinidas, estabelecendo a sequência em que os recursos são carregados, sendo que o foco é no carregamento das máquinas. Estes sistemas produtivos são relativamente flexíveis, pois empregam equipamentos menos especializados, agrupados em centros de trabalho que permite, com funcionários polivalentes, atender a diferentes volumes e variedades de pedidos de clientes internos ou externos.

Slack (2009) complementa que o processo em lotes possui uma ampla gama de níveis de volume e variedade de produtos, podendo ser citados como exemplo a manufatura de máquinas e ferramentas, produção de alimentos congelados especiais, manufatura da maior parte das peças de conjuntos montados em massa, como automóveis.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Segundo Chase (2006), no início do dia o programador (PCP) deve selecionar e fazer a sequência de trabalhos disponíveis para serem executadas nas estações de trabalho.

Após o PCP ter em mãos o conjunto de ordens a serem produzidas no período, deve decidir pelo sequenciamento das mesmas definindo qual a ordem a ser processada primeiro, dentro de uma lista de ordens de produção planejadas e também qual o recurso que será usado dentre uma lista de recursos disponíveis no centro de trabalho. A decisão de qual ordem produzir primeiro está relacionada a aplicação de um conjunto de regras, normalmente baseadas nas características do item ou lote a ser produzido (tempo da operação padrão, cobertura do estoque, importância do cliente, etc...), visando escolher a ordem prioritária dentro do grupo. A decisão de qual recurso usar na produção do item, dentre os recursos disponíveis está focada nas regras de sequenciamento por recurso, como por exemplo, tempo de *setup*, taxa de produção, capacidade disponível, etc... (TUBINO, 2007).

2.3 Setup

Apesar deste trabalho não abordar diretamente o assunto *setup*, o conceito deste é importante no decorrer do trabalho, portanto também foi pesquisado e relatado.

Segundo Slack (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 eliminando o tempo necessário para buscar ferramentas e equipamentos, preparando com antecedência tarefas que retardam as trocas e converter trabalhos que antes eram feitos com a máquina parada em atividades que são executadas com a máquina em funcionamento.

Moreira (2008) afirma que *setup* são todas as tarefas necessárias desde o momento que se tenha terminado a última peça do lote anterior até o momento em que se tenha feito a primeira peça do lote posterior. Para melhorar o tempo de *setup*

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

é necessário examinar cada passo em busca de possíveis melhorias e uma das formas de faze-lo é aplicando a troca rápida de ferramentas.

Segundo Corrêa (2004), a teoria de troca rápida de ferramentas foi desenvolvida por Shigeo Shingo na década de 70 após trabalhar em várias empresas japonesas, entre elas a Toyota, onde foi contratado para estudar os *setups* das máquinas. Conseguiu reduzir o tempo de *setup* de prensas de 120 minutos para 3 minutos.

Shingo (2006) afirma que existem dois tipos de *setup*: o interno, onde as operações somente podem ser executadas quando a máquina estiver parada, e o *setup* externo onde as operações podem ser executadas com a máquina em funcionamento. Para a melhoria do tempo de *setup* é fundamental converter as atividades de troca internas em externas.

Shingo (2008) complementa que nas operações de *setup* tradicionais, o *setup* interno e o externo são confundidos e o que poderia ser feito com a máquina em funcionamento é feito com ela parada. Uma análise contínua da produção realizada com um cronômetro é uma das melhores abordagens, mas requer tempo e exige habilidade. Outra possibilidade é fazer um estudo do tipo amostragem do trabalho, porém somente é precisa quando há um grande número de repetições. Uma terceira forma é estudar as reais condições do chão de fábrica por meio de entrevistas com os operadores. Outro método extremamente efetivo é filmar a operação de *setup* e mostrar o vídeo aos operadores logo após a filmagem. O fato de verem a si mesmos, geralmente provoca geração de ideias surpreendentemente astutas e úteis, e geralmente são de aplicação imediata. Embora alguns consultores defendam a análise contínua da produção para melhorar o tempo de troca, a verdade é que observações e discussões informais com os operadores geralmente são suficientes.

Segundo Shingo (2008), existem 8 tipos principais de técnicas para realizar a redução do tempo de *setup*, as quais são descritas no quadro 6, sendo que a primeira coluna apresenta as técnicas e a segunda mostra as suas características.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Outro assunto importante na redução do tempo de troca é o sequenciamento de produtos iguais ou parecidos na produção, como por exemplo, cores a serem aplicadas nos produtos.

Quadro 6: Técnicas para realizar a redução de *setup.*

Técnicas	**Características**
Primeira técnica	Separação das operações de *setup* internas e externas
Segunda técnica	Converter o *setup* interno em externo.
Terceira técnica	Padronizar a função, não a forma.
Quarta técnica	Utilização de grampos funcionais ou a eliminação dos grampos(mecanismos de fixação).
Quinta técnica	Utilização de dispositivos intermediários.
Sexta técnica	Adotar operações paralelas.
Sétima técnica	Eliminar ajustes.
Oitava técnica	Consiste na mecanização.

Fonte: Adaptado de Shingeo (2008).

2.4 Cores

Conforme Pereira (2013), atualmente usa-se três cores-pigmento transparentes primárias: magenta, amarelo e ciano consagradas modernamente como primárias físico-químicas, numa demonstração de que elas correspondem melhor às colorações primárias, em cor-pigmento do que as três primárias que estudamos na escola: vermelho (substituído pelo magenta), amarelo e azul (substituído pelo ciano). Evidencia-se, portanto, o valor objetivo em aplicações práticas na fotografia e nas artes gráficas e usuais de um modo geral. Tornou-se necessário a adição do preto sobre as cores ciano, amarelo e magenta para que as imagens ficassem com a definição do preto mais intenso e as áreas com baixa luz ficassem com os contornos mais bem definidos quando impressas as imagens. Com estas três cores-pigmento transparentes primárias mais a cor preto consegue-se reproduzir praticamente todos os tons desejados, porém em alguns casos é necessário o uso de cores especiais para reproduzir cores sólidas com tonalidades metálicas e fluorescentes (AMBROSE, 2009).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Segundo Pereira (2013), no sistema de impressão em *offset* é necessário a prova de prelo para as máquinas de uma e duas torres, que é simulada a partir da prova do ciano, amarelo, magenta e preto, separadamente, e com todos os meio tons produzidos para a máquina de uma torre. A prova de prelo é um conjunto para conferir cada entrada de cor separadamente. O funcionamento acontece da seguinte forma: na primeira entrada a aplicação da cor ciano; na segunda entrada a aplicação da cor ciano e da cor amarelo, tendo todos os tons das duas impressões; na terceira entrada com a aplicação da cor magenta sobre as duas impressões anteriores e, finalmente, o preto, para dar todos os contornos da imagem.

Pereira (2013) complementa que as impressoras com quatro torres (quadricolor) imprime ciano na primeira, amarelo na segunda, magenta na terceira e preto na quarta; impressoras com duas torres imprimem na primeira entrada ciano na primeira torre e amarelo na segunda torre, e na segunda entrada imprimem magenta na primeira torre e preto na segunda torre, e em uma impressora de uma torre a sequencia é ciano na primeira entrada, amarelo na segunda entrada, magenta na terceira entrada e preto na quarta. As cores especiais geralmente são impressas em máquinas de uma torre.

Slack (2009) afirma que em tingimentos, primeiramente são feitos os tons mais claros e depois os tons mais escuros, pois as cores somente podem ser escurecidas e nunca clareadas.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

3 MÉTODO

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

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

Com relação à forma de abordagem do problema, este trabalho tem um enfoque qualitativo e quantitativo. Para McDaniel (2003), a pesquisa qualitativa pode gerar dicas e percepções sobre um produto ou serviço, sendo que é caracterizada por usar amostras pequenas. Conforme Sampieri (2006), a pesquisa com enfoque quantitativo usa a coleta e análise de dados para responder as questões de pesquisa e testar hipóteses estabelecidas previamente, confia na medição numérica, contagem e muitas vezes no uso da estatística para estabelecer com exatidão os padrões de comportamento da população. Nesta forma de estudo seleciona-se uma

ideia, que transforma em uma ou várias questões relevantes de pesquisa sendo que hipóteses e variáveis são derivadas dessas questões. Então é desenvolvido um plano para testá-las, onde as variáveis são medidas em um determinado contexto, as medidas são analisadas e são estabelecidas conclusões sobre as hipóteses. O levantamento de dados quantitativo foi através de cronometragens enquanto que o levantamento dos dados qualitativos foi feito através de questionários.

3.1.2 Quanto aos objetivos

Quanto aos objetivos este trabalho é descritivo e exploratório. Segundo Sampieri (2006), os estudos descritivos procuram especificar propriedades, características e perfis importantes de pessoas, grupos, comunidades ou qualquer outro fenômeno, medindo, avaliando e coletando dados sobre diversos aspectos, dimensões ou componentes do fenômeno pesquisado. Para Malhotra (2001) um estudo exploratório é marcado pela formulação prévia de hipóteses específicas e é um estudo pré-planejado e estruturado. É descritivo pois descreve o processo de produção atual e exploratório pois visa estabelecer propostas de melhoria.

3.1.3 Quanto aos procedimentos

Quanto aos procedimentos este trabalho é um estudo de caso. É um estudo de caso pois foi analisado um caso específico, no sequenciamento da máquina impressora LITO 8 da empresa Brasilata. Segundo Mattar (2005), um estudo de caso é muito produtivo para estimular a compreensão e sugerir hipóteses e questões para a pesquisa. Pode envolver o exame de registros existentes, observação da ocorrência do fato e entrevistas.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

3.2 População alvo

Este estudo foi realizado no setor de litografia da empresa Brasilata S/A, mais especificamente na máquina impressora LITO 8, onde foram levantados dados sobre o sequenciamento das operações (cores) nela programadas e também os tempos gastos no processo de *setup* da máquina. Para isso foram aplicados questionários e também foram cronometrados aspectos relevantes ao estudo no tempo de *setup*.

3.3 Coleta de dados

Sampieri (2006) afirma que a coleta de dados implica em três atividades vinculadas entre si: seleção de um instrumento ou método de coleta de dados (deve ser válido e confiável), aplicação do instrumento ou método para a coleta dos dados (obter observações, registros, medição das variáveis) e a preparação das observações, registros e medições obtidas (para que sejam analisadas corretamente).

A principal forma de coleta de dados foi a entrevista com os operadores da máquina impressora LITO 8 e a cronometragem das diferentes ações executadas durante o processo de *setup*. Foi aplicado um questionário com perguntas abertas, nas quais os operadores indicaram quais, na opinião deles, os possíveis problemas no sequenciamento da produção. Também foi feito a análise do *setup* e a cronometragem dos itens pertinentes ao sequenciamento das operações.

Uma das limitações deste trabalho foi que por ser um estudo de caso específico, e de grande importância para a empresa, não é aplicável a outras indústrias, com exceção das concorrentes.

Uma das dificuldades encontradas para a coleta de dados é que a empresa não possui nenhum arquivo ou registro sobre tempos de preparação.

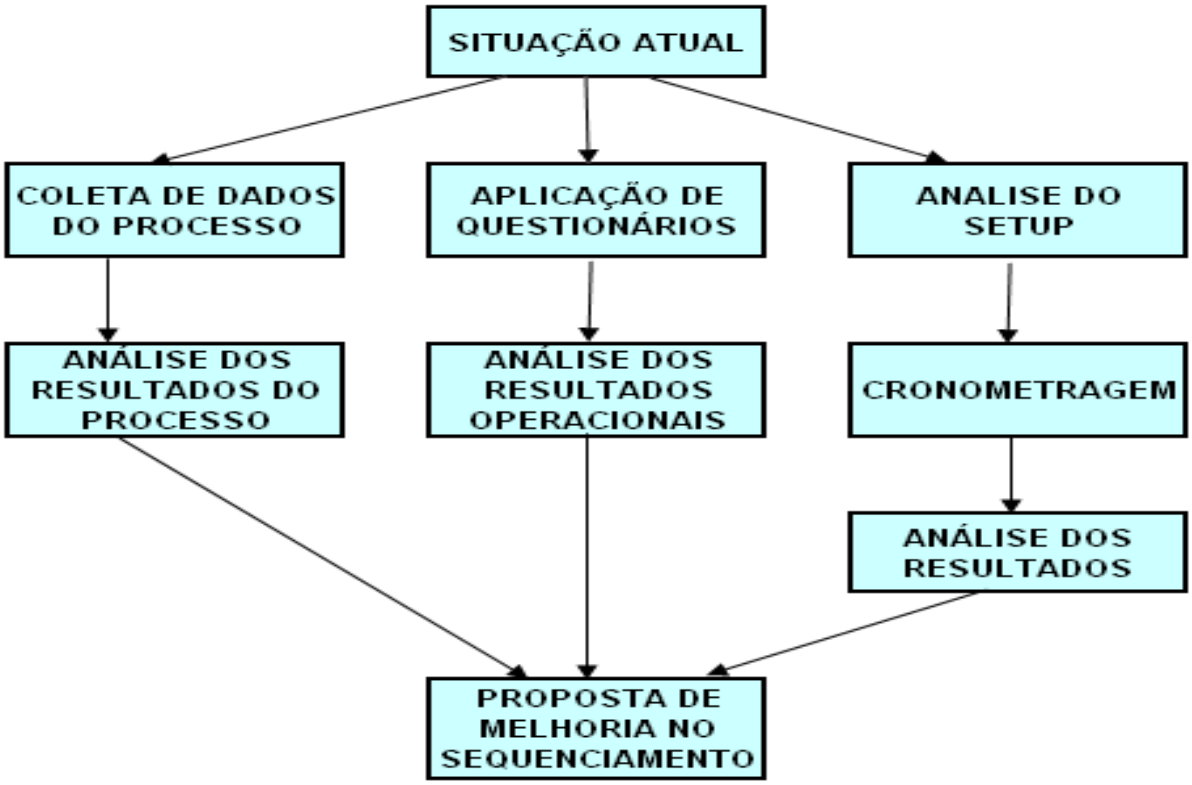
Neste trabalho foram usados como dados secundários, dados do processo produtivo, como o relatório de programação da máquina impressora LITO 8, o roteiro

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

de programação dos rótulos, as diferentes cores utilizadas no processo de impressão dos rótulos e o método de sequenciamento da programação atualmente utilizado.

Os dados primários gerados no trabalho são os tempos das ações executadas nos procedimentos de *setup*, a definição da melhor sequência de programação das cores analisadas e qual o melhor tipo de sequenciamento quanto a cores aplicadas ou formatos/dimensões das folhas em processo. A Figura 01 mostra o fluxograma da execução deste trabalho.

Figura 01 - Fluxograma do trabalho



Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA E COLETA DE DADOS

Neste capítulo é apresentada uma descrição da empresa, com seu histórico e seu sistema produtivo, focando na unidade de Estrela, em especial o setor de litografia, no qual este trabalho foi realizado.

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 e de Pernambuco, a Brasilata supre os 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 (BRASILATA, 2013).

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 Estampbrás 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 (BRASILATA, 2013).

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 (Brasilata, 2013). Na Figura 02 pode-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril da Matriz, em São Paulo.

Figura 02 - Atual unidade fabril da matriz em São Paulo - SP

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

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 (BRASILATA, 2013). Na Figura 03 pode-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril da Estrela, no Rio Grande do Sul.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 03 - Atual unidade fabril da filial de Estrela – RS

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

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 (BRASILATA, 2013). Na Figura 04 pode-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril de Rio Verde, em Goiás.

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 (BRASILATA, 2013).

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 (BRASILATA, 2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 04 - Atual unidade fabril da filial de Rio Verde – GO

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

E em 2011, foi criada mais uma unidade, em Recife (Pernambuco), para atender o mercado do nordeste produzindo latas para produtos químicos (Brasilata, 2013). Na Figura 05 pode-se visualizar as atuais instalações da unidade fabril da Recife, em Pernambuco.

Figura 05 - Atual unidade fabril da filial de Recife – PE

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Cada uma das quatro unidades possui um setor de PCP para atender seu setor produtivo. As unidades de São Paulo e Estrela, por possuírem o setor de litografia, também possuem um setor de PCP de litografia em cada uma delas.

4.1.2 Sistema produtivo da unidade estudada

A unidade estudada é a de Estrela, 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 (BRASILATA, 2013).

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 06 pode-se visualizar as principais embalagens produzidas na unidade fabril da Estrela, no Rio Grande do Sul.

Figura 06 - Principais embalagens fabricadas na unidade de Estrela

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

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

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

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 *size* incolor que servem de base para a impressão das cores. Na etapa da impressão as cores são impressas de acordo com a sequencia programada seguindo o prelo ou padrão de cores aprovado pelo cliente, e na última etapa, no envernizamento, é passado um verniz para proteger a impressão e dar um acabamento final no rótulo.

O processo litográfico para folhas de componentes geralmente necessita apenas de envernizamento, o qual é feito nas envernizadeiras conforme programado pelo programador do PCP da litografia.

No processo de estampagem dos componentes (fundos, anéis, domos e tampas), as folhas envernizadas são cortadas em tiras e estas são abastecidas nas prensas que estampam os componentes e os conformam de acordo com as matrizes nelas colocadas, aplicando também o vedante (componente que impede a lata de vazar) quando necessário.

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).

A variedade de embalagens produzidas nesta unidade é muito grande, havendo um total de 17 linhas de montagem, 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 pelo setor de PCP da empresa.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4.1.3 O setor de litografia da unidade estudada

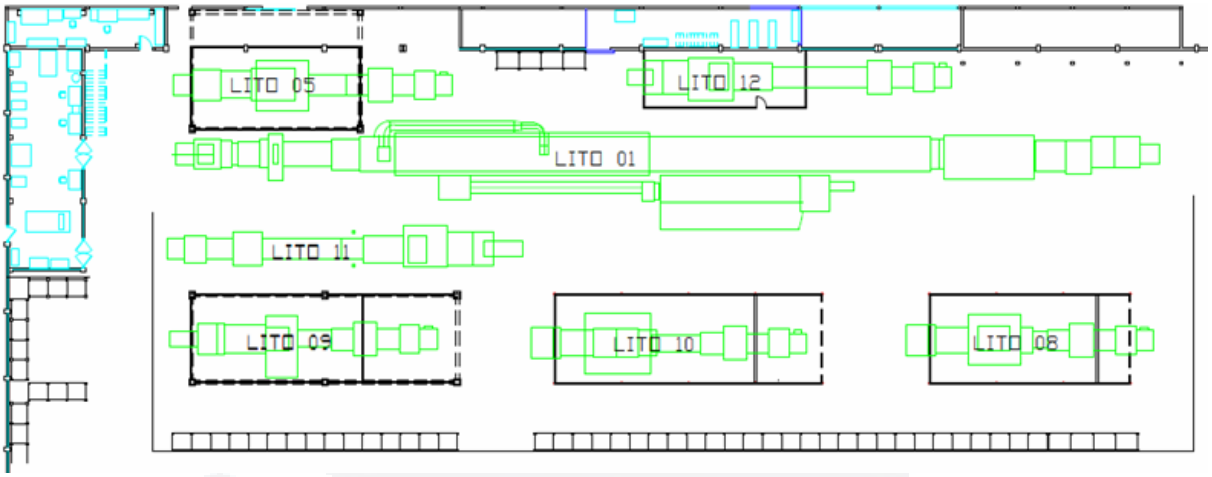
No setor de litografia da unidade de Estrela existem três envernizadeiras, sendo que uma delas, a máquina envernizadeira LITO 1, é usada para a preparação das folhas utilizadas nas impressoras, na preparação de folhas para a confecção de componentes, e para realizar alguns acabamentos específicos. As outras duas envernizadeiras, a máquina envernizadeira LITO 11 e a máquina envernizadeira LITO 12, são usadas principalmente para passar o verniz de acabamento no final do processo produtivo dos rótulos impressos, e também podem ser usadas para passar um verniz de preparação específico.

Neste setor também existem quatro impressoras: máquinas LITO 5, LITO 8, LITO 9 e LITO 10. A máquina impressora LITO 5 é uma impressora bicolor (passa duas cores por vez) tendo limitação de tamanho de formato e, portanto, 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, que por serem na maioria lotes pequenos, realiza um número elevado de ***setup's***. 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, portanto é usada para processar folhas de tamanhos menores e com lotes variados. E a máquina impressora LITO 10 é uma impressora bicolor (passa duas cores por vez) com a maior capacidade de formato e portanto usada para processar as maiores folhas, com lotes de tamanhos variados.

Na Figura 07, pode-se visualizar o *layout* do setor de litografia, sendo que as folhas são preparadas na máquina envernizadeira LITO 1, seguindo para as máquinas impressoras LITO 5, LITO 8, LITO 9 e LITO 10, e posteriormente envernizadas nas máquinas LITO 11 e LITO 12. Conforme citado no capítulo 2, Lustosa (2008) afirma que um layout funcional ou departamental acontece quando máquinas são agrupadas por semelhanças e cada produto possui sua própria sequencia, podendo voltar para a mesma máquina mais de uma vez.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 07 - Layout do setor de litografia da unidade fabril de Estrela



Fonte: Empresa Brasilata (2013).

4.1.4 O processo de litografia na unidade estudada

O processo de litografia é iniciado quando o cliente solicita o desenvolvimento de uma nova embalagem. Este passo acontece através de uma solicitação por escrito onde devem estar descritas as particularidades do rótulo que chega acompanhada de um arquivo do mesmo e a referencia de cor para a confecção do prelo (prova de cor feita para aprovação do cliente, utilizada na liberação do lote piloto em máquina). Esta prova de prelo é enviada para o cliente juntamente com uma imagem (para aprovação de texto) do rótulo para aprovação.

Após a aprovação do prelo e da imagem, o setor de vendas lança o pedido para o PCP da fábrica analisá-lo, e este, ao verificar que é um rótulo novo e que não tem material litografado em estoque, lança o pedido para ser analisado pelo programador de PCP da litografia.

O programador de PCP da litografia cadastra o roteiro deste item de acordo com o material usado na confecção do prelo e na sequencia em que foi feito. Caso tenha sido usado um esmalte ou tinta específica para este rótulo, entra em contato com o laboratório para confirmar a data em que este insumo estará disponível. Na figura 8 pode-se visualizar o roteiro de um rótulo, sendo que na primeira coluna consta o item do rótulo, na segunda coluna consta a sua descrição, na terceira coluna constam as operações (múltiplas de 10), na quarta coluna constam os

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

materiais a serem aplicados em cada operação e na última coluna estão informadas as máquinas nas quais as respectivas operações serão executadas.

Figura 08 - Exemplo de roteiro de um rótulo

Item	Descrição	Operação	Material aplicado	Máquina
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	10	LIT0190	ENV LITO 1
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	20	AZUL	MONO LITO 8
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	30	AMARELO	MONO LITO 8
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	40	VERMELHO	MONO LITO 8
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	50	VERDE	MONO LITO 8
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	60	PRETO	MONO LITO 8
0975129c15	CORPO AE 065 65x57x250 ROST OFF 40 ANOS NA	70	LIT0632 ALTA PERF	ENV LITO 11

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

Então é feita a simulação da data de entrega do rótulo lançando-o na programação da envernizadeira para ver a data em que a folha estará preparada. A partir desta informação é feita a simulação em uma das quatro impressoras existentes, de acordo com a capacidade e disponibilidade das mesmas, visando a melhor data de entrega.

Após a confirmação da data de entrega da litografia para o setor de PCP da fábrica, é aberta uma ordem de produção para cada item analisado, 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.

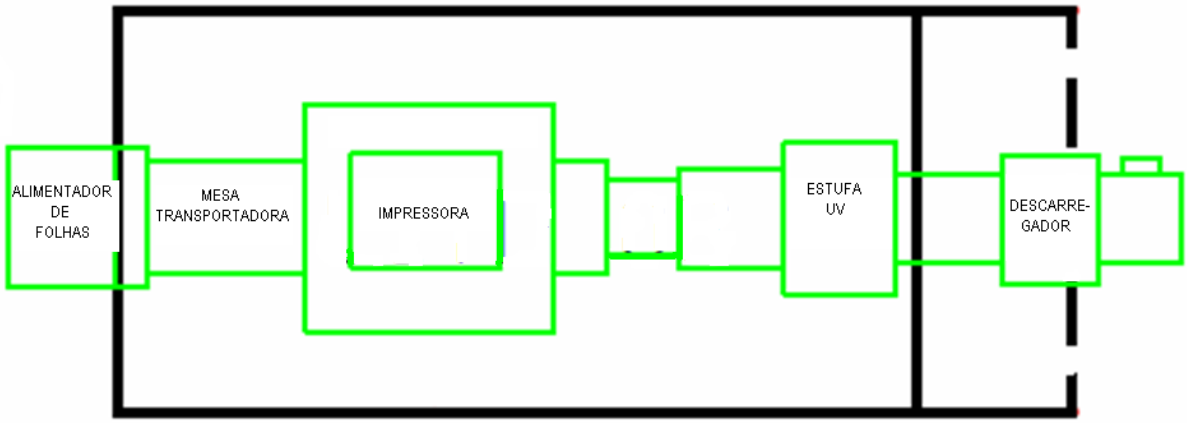
4.1.5 Máquina impressora LITO 8

A máquina estudada neste trabalho é a máquina impressora LITO 8, que é usada para processar um grande volume de rótulos os quais geralmente são programados em lotes pequenos, gerando grande volume de *setup's*.

Na Figura 09, pode-se ver que a máquina impressora LITO 8 é composta das seguintes partes: alimentador, mesa transportadora, impressora, estufa UV e descarregador.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 09 - *Layout* máquina impressora LITO 8



Fonte: Empresa Brasilata (2013).

Os fardos de folhas são colocados no alimentador, que tem a função de alimentar a impressora separando-as de uma em uma. As folhas são transportadas pela mesa transportadora até a impressora, onde a tinta é transferida para a folha e então a mesma é transportada através de correias passando pela estufa UV, onde a tinta sofre o processo de cura, até chegar no descarregador onde as folhas são empilhadas formando novamente um fardo.

Atualmente, a principal regra de sequenciamento usada é a confiabilidade de entrega, onde os rótulos programados são agrupados de acordo com a data de entrega de forma a terminar dentro do prazo. Dentro deste bloco (com mesma data de entrega), também é feito o sequenciamento das operações buscando juntá-las com operações de mesmas cores ou então com o mesmo formato (dimensão das folhas), ou formatos adjacentes. Conforme citado no capítulo 2, Ritzman (2004) afirma que a produção de operações concentra-se na melhor maneira de utilizar a capacidade existente levando em conta as restrições técnicas da produção.

As operações de *setup* referentes a troca de cor se concentram somente na impressora, porém, dependendo da sequência das cores pode ser uma lavagem demorada (de uma cor escura para uma clara), conforme apresentado de forma mais detalhada no item 4.2 deste trabalho.

As operações de *setup* referentes a trocas de formato exigem regulagens no alimentador, mesa transportadora, impressora e descarregador, porém são ajustes

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

mais simples e rápidos, conforme apresentado de forma mais detalhada no item 4.2 deste trabalho.

4.2 Sequenciamento da produção na máquina LITO 8

Na programação da máquina impressora LITO 8, o sequenciamento das operações é feito respeitando a data de entrega dos rótulos, buscando juntá-las com operações de mesmas cores ou, então, com o mesmo formato (dimensão das folhas), ou formatos adjacentes, como pode-se ver na Figura 10. Estas junções são denominadas de aproveitamentos, sendo que no momento da execução deste trabalho o segundo critério de aproveitamento é cor e o terceiro é o aproveitamento por formato. Conforme citado no capítulo 2, Corrêa (2011) afirma que as principais variáveis influentes no sequenciamento da produção são: a data de entrega, quantas operações faltam para terminar e se tem tipos de *setup* similares.

Figura 10 - Prioridades atuais de sequenciamento na lito 8

Prioridades atuais de sequenciamento	
1º	confiabilidade de data de entrega
2º	aproveitamento por cor
3º	aproveitamento por formato

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

As duas principais formas de aproveitamento (economia de tempo evitando a necessidade de proceder determinadas operações) são cor e formato da folha. No aproveitamento por cor, evita-se a basicamente a lavagem da máquina enquanto que no aproveitamento por formato de folha evita-se as regulagens referentes às dimensões da folha.

4.2.1 Aproveitamento por cor

No aproveitamento por cor somente são necessárias as operações pertinentes à troca de formato que se referem às dimensões da folha usada no

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

próximo serviço, as quais são feitas em várias partes da máquina, conforme descrito a seguir.

No alimentador são necessárias regulagens laterais e de profundidade, sendo que a primeira é feita através de uma manivela de um dos lados do alimentador, enquanto que a segunda é feita soltando dois parafusos com a mão (não precisa de chave) e ajustado manualmente na parte frontal do mesmo. Na Figura 11 A pode-se visualizar a manivela de regulagem lateral, um dos parafusos para a regulagem de profundidade e a regulagem do sensor de folha dupla.

Figura 11 - *Setup* de formato na LITO 8

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Na mesa alimentadora de folhas são necessárias a regulagem das guias laterais (centralizam as folhas), através de manivelas dos dois lados da impressora, regulagem dos impulsos transportadores (empurram a folha até a impressora), usando uma chave especial, dos dois lados da impressora e a regulagem do ponto da folha, que é feito através de dois botões (para adiantar ou atrasar a folha) de um dos lados da impressora. Na Figura 11 B pode-se visualizar as manivelas de regulagem das guias laterais, na Figura 11 C pode-se ver a regulagem dos impulsos transportadores e na Figura 11 D pode-se visualizar os botões de regulagem do ponto da folha.

Na impressora são feitas regulagens de esquadro (centralizar a folha), soltando um parafuso manualmente e regulando manualmente dos dois lados da máquina (Figura 11 E e 11 F), a regulagem das pinças (seguram a folha durante a impressão) na parte de trás da máquina usando uma chave, limpeza e troca do cauchu (borracha usada para transferir a tinta para a folha) e limpeza do cilindro de contra pressão (pressiona a folha contra o cilindro do cauchu) usando panos com solvente e uma chave na parte de trás da máquina (Figura 11 G), as rodinhas usadas para empurrar a folha em direção as correias na parte de trás da máquina através de uma chave (Figura 11 H), a pressão da máquina (pressão com que a folha é pressionada contra o cauchu) através de uma chave na parte de baixo da máquina (Figura 11 I) e a troca e ajuste da chapa matriz na parte de trás da máquina, através de uma alavanca e chave (Figura 11 J).

No descarregador são necessárias regulagens laterais, de profundidade e regulagem do soprador (para evitar que a folha que está caindo risque a folha anterior), sendo que as duas primeiras são feitas através de manivelas de um lado do alimentador e a regulagem do soprador é feita através de um botão. Na Figura 11 K pode-se visualizar as manivelas de regulagem lateral o botão para a regulagem do soprador.

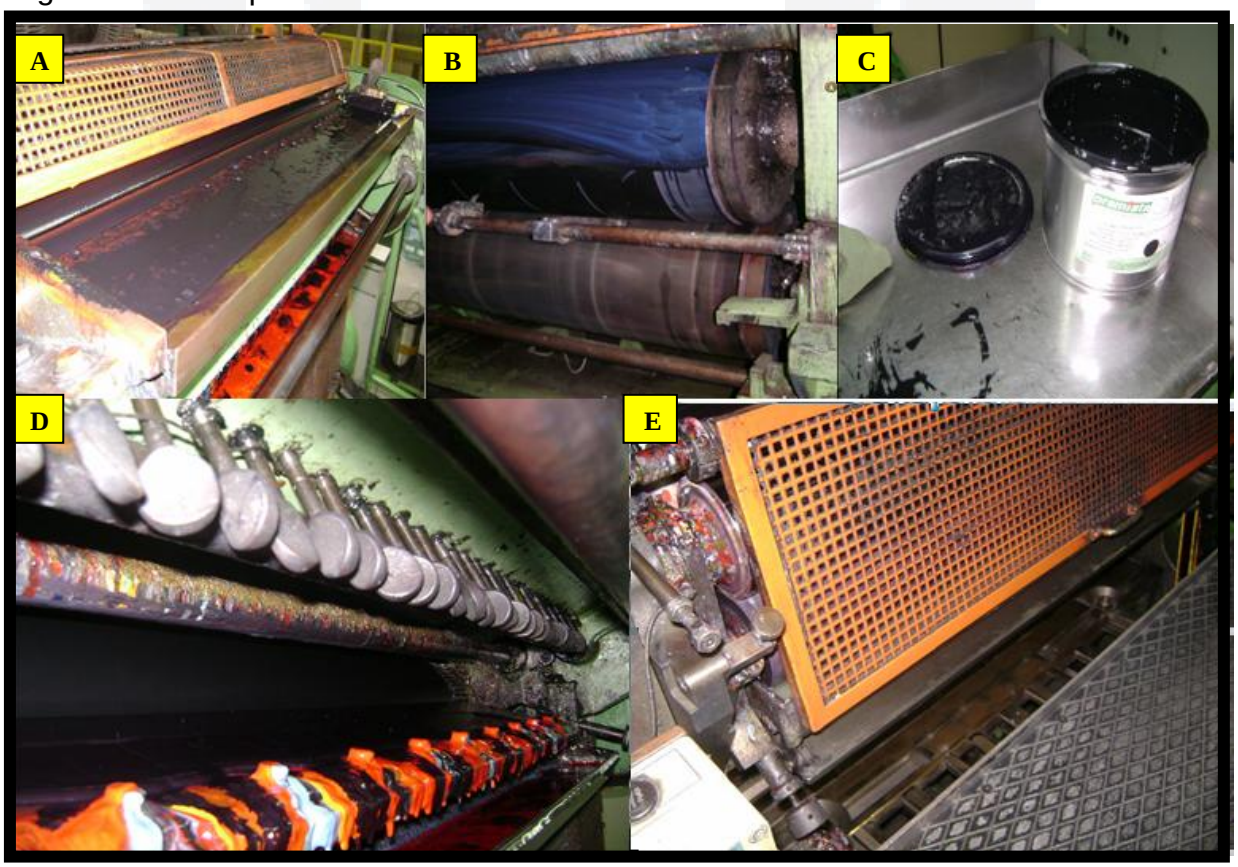
BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

4.2.2 Aproveitamento por formato

No aproveitamento por formato somente são necessárias as operações referentes a troca de cor, as quais são feitas somente na impressora.

A primeira operação de *setup* na troca de cor é retirar a tinta que está no tinteiro (local onde a tinta é colocada para alimentar a impressora)(Figura 12 A e 12 C), em seguida é necessário lavar o tinteiro e a rolaria da máquina (conjunto de rolos que tem a função de espalhar a tinta e alimenta a chapa de impressão) e a cada 5 lavagens de máquina é necessário esvaziar a calha de resíduo (onde é depositado o solvente sujo proveniente da lavagem da máquina) (Figura 12 D). Em seguida é feito a lavagem do cauchu e do cilindro do contra pressão (Figura 12 B) e após é feito a troca da chapa matriz, colocação da nova tinta a ser usada e regulado o tinteiro para atender à nova impressão (Figura 12 D) e também regulado o sistema de molha (usado para evitar que a tinta seja transferida para toda a chapa de impressão) (Figura 12 E).

Figura 12 - Setup de cor na LITO 8



Fonte: Empresa Brasilata (2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Na Figura 13 pode-se ver as operações de *setup* referentes a troca de cor, em que na primeira coluna é indicado que as operações acontecem somente na impressora, a segunda coluna apresenta as operações executadas sendo que, as que estão em amarelo, não foram contabilizadas pois as mesmas acontecem também quando é feito o *setup* por formato, e na última coluna é apresentado o tempo usado na execução de cada tarefa.

Figura 13 - Operações de *setup* na troca de cor na LITO 8

SETUP COR		
	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO (s)
IMPRESSORA	TIRAR TINTA DO TINTEIRO	69
	LAVAR TINTIRO E ROLARIA	569
	LIMPAR CALHA DE RESÍDUO	19
	LAVAR CAUCHO E CILINDRO DO CONTRA	*
	COLOCAR OUTRA TINTA	96
	REGULAR TINTEIRO	156
	REGULAR SISTEMA DE MOLHA	*
	TROCAR CHAPA	*
	FAZER ACERTO	*
	TEMPO TOTAL MÉDIO:	909

* - Atividades comuns para o *setup* de cor e formato.

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

Figura 14 - Operações de *setup* na troca de formato na LITO 8

SETUP FORMATO		
	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO (s)
ALIMENTADOR	REGULAGEM LATERAL/FRONTAL	92
	REGULAGEM DO SENSOR DE FOLHA DUPLA	12
MESA	REGULAGEM LATERAL	72
	REGULAGEM IMPULSOS	162
IMPRESSORA	REGULAGEM ESQUADRO	67
	REVISÃO DAS PINÇAS	58
	TROCA DO CAUCHU	543
	LIMPEZA DO CAUCHU/CILIND. CONTRA	*
	REGULAGEM DAS RODINHAS DA SÁIDA	56
	REGULAGEM DA PRESSÃO	51
	REGULAR SISTEMA DE MOLHA	*
	TROCAR CHAPA	*
	FAZER ACERTO	*
DESCARREGADOR	REGULAGEM LATERAL/FRONTAL	108
	REGULAGEM DO SOPRADOR	5
	TEMPO TOTAL MÉDIO:	1226

* - Atividades comuns para o *setup* de cor e formato.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

Na Figura 14 pode-se ver as operações de *setup* referentes a troca de formato, onde, na primeira coluna é indicado em que parte da lito 8 as operações são executadas, a segunda coluna apresenta as operações executadas, sendo que as que estão em amarelo não foram contabilizadas pois as mesmas acontecem também quando é feito o *setup* por cor, e na última coluna é apresentado o tempo usado na execução de cada tarefa.

4.3 Aplicação do questionário

Foram aplicados questionários com os funcionários que trabalham na máquina LITO 8 e também com os que nela trabalham durante o período de férias dos titulares, somando um total de 7 questionários. A Figura 15 apresenta o questionário aplicado aos funcionários. Na primeira questão a opção com o maior número de escolhas foi a primeira, com seis e em seguida a segunda opção com apenas uma escolha.

Na segunda questão foram respondidas as seguintes justificativas para a primeira opção:

Resposta 1: A perda de tempo é maior na troca por formato.

Resposta 2: Os martelos tem regulagem individual; regulagem da corrente transportadora, posição não ergonômica. A guia não representa o formato da folha. As guias do sensor que acusa folhas amassadas atrapalha na visualização.

Resposta 3: Trabalhar sozinho na máquina e vários ajustes a fazer.

Resposta 4: Devido a regulagem dos impulsos ser individual. Quando for lavar para cores, como amarelo para azul, é vantagem fazer o aproveitamento de formato.

Resposta 5: Com a mudança de formatos perde-se muito tempo, troca de borracha, toda máquina deve ser reajustada sozinho. Tem formatos, por exemplo 1 RT, é melhor começar e terminar.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 15 - Questionário sobre sequenciamento da programação da lito 8

1) Qual a principal variável que influencia no setup da produção da lito 8?

( ) dimensão das folhas

( ) sequência de cores
( ) *setup* externo (verificação da chapa, cauchu, tinta...)
( ) fator operacional
( ) treinamento
( ) outra: _____
_____.

2) Qual o motivo da escolha da resposta da questão 1?

_____
_____.

3) Qual sequência de programação das cores abaixo resulta no menor tempo de lavagem? Obs.: as cores branco (serve de base para as outras cores) e azul (facilita visualização e acompanhamento do serviço) devem ser as primeiras, e a cor preto deve ser a última pois é ela quem da a definição do rótulo, por isso já estão marcadas nesta sequência no quadro abaixo.

1	BRANCO
2	AZUL
	BISTRE
	BORDÔ
	AMARELO
	CINZA
	CREME
	LARANJA
	LILÁS
	MARROM
	OURO
	PRATA
	ROSA
	ROXO
	VERDE
	VERMELHO
	VIOLETA
18	PRETO

Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

Resposta 6: Aumenta o tempo pois temos que regular toda a mesa, alimentador e descarga, sem contar a troca da blanqueta (cauchu), pois em 90 % ou a folha é maior no sentido da pinça ou do esquadro.

A resposta para a segunda opção foi a seguinte: Pois a lavagem de máquina é a tarefa que mais “rouba” tempo no *setup*.

As respostas da questão 3 foram tabuladas na parte esquerda da Figura 16, que apresenta o sequenciamento usado pelo PCP, na parte direita da figura.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 16 - Sequência de cor eleita pelos operadores e a usada pelo PCP

Sequencia definida pelos operadores													
COR	SEQ	COR	SEQ	COR	SEQ	COR	SEQ	COR	SEQ	COR	SEQ	COR	SEQ
BRANCO	1	BRANCO	1	BRANCO	1	BRANCO	1	BRANCO	1	BRANCO	1	BRANCO	1
AZUL	2	AZUL	2	AZUL	2	AZUL	2	AZUL	2	AZUL	2	AZUL	2
AMARELO	3	AMARELO	3	AMARELO	3	AMARELO	3	AMARELO	3	AMARELO	3	AMARELO	3
CREME	4	CREME	4	CREME	4	CREME	4	OURO	4	OURO	4	VERMELHO	4
LARANJA	5	CINZA	5	BISTRE	5	OURO	5	CREME	5	CREME	5	VIOLETA	5
OURO	6	PRATA	6	OURO	6	LARANJA	6	LILÁS	6	LARANJA	6	MARROM	6
MARROM	7	OURO	7	PRATA	7	VERDE	7	LARANJA	7	VERDE	7	BORDÔ	7
ROSA	8	LARANJA	8	CINZA	8	VERMELHO	8	ROSA	8	MARROM	8	BISTRE	8
VERMELHO	9	LILÁS	9	VERDE	9	ROSA	9	BISTRE	9	BISTRE	9	ROXO	9
LILÁS	10	ROSA	10	VERMELHO	10	LILÁS	10	VERMELHO	10	BORDÔ	10	ROSA	10
BORDÔ	11	VERMELHO	11	LILÁS	11	BORDÔ	11	BORDÔ	11	VERMELHO	11	LILÁS	11
BISTRE	12	ROXO	12	LARANJA	12	ROXO	12	MARROM	12	ROSA	12	LARANJA	12
ROXO	13	VERDE	13	ROSA	13	MARROM	13	ROXO	13	VIOLETA	13	CINZA	13
VIOLETA	14	VIOLETA	14	ROXO	14	BISTRE	14	VIOLETA	14	ROXO	14	CREME	14
CINZA		BORDÔ	15	BORDÔ	15	VIOLETA	15	CINZA	15	LILÁS	15	PRATA	15
PRATA		MARROM	16	MARROM	16	PRATA	16	PRATA	16	CINZA	16	OURO	16
VERDE		BISTRE	17	VIOLETA	17	CINZA	17	VERDE	17	PRATA	17	VERDE	17
PRETO	18	PRETO	18	PRETO	18	PRETO	18	PRETO	18	PRETO	18	PRETO	18

Sequencia do PCP	
COR	SEQ
BRANCO	1
AZUL	2
PRATA	3
CINZA	4
AMARELO	6
OURO	8
CREME	9
LARANJA	10
ROSA	12
VERMELHO	14
LILÁS	18
VIOLETA	20
ROXO	21
BORDÔ	22
BISTRE	24
MARROM	26
VERDE	28
PRETO	31

Fonte: Empresa Brasilata (2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentadas as análises dos dados levantados para a realização deste trabalho, com base nas observações feitas, em especial nos modos de *setup* e nos questionários aplicados.

5.1.1 Análise dos questionários

A primeira questão do questionário aplicado com os funcionários do setor objeto deste estudo, solicitava eleger qual a variável que mais influenciava no *setup* da impressora lito 8. Seis dos sete entrevistados marcaram a alternativa dimensão de folhas, ficando evidente a grande preferência por aproveitamento de formato, em vez de aproveitamento por cor.

Na segunda questão foi solicitada a apresentação de um o motivo para a escolha da alternativa marcada na primeira questão. As respostas que mais se repetiram foram: regular a máquina sozinho, precisa regular toda a máquina e a regulagem dos impulsos ou martelos é individual.

A questão de regular a máquina sozinho entende-se como válida, pois existem várias regulagens que são demoradas para se fazer individualmente, como por exemplo, a regulagem das guias laterais. Nesta regulagem a folha é colocada sobre a mesa transportadora e o operador regula um lado da mesa e após precisa

se deslocar para o outro lado da máquina para então regular a mesa daquele lado; sendo que às vezes a regulagem não é acertada na primeira tentativa exigindo o retrabalho desta operação.

A questão de regular toda a máquina entende-se como verdadeira, pois precisam ser efetuadas regulagens em quase todas as partes da impressora lito 8 (exceto na estufa de secagem): no alimentador são necessárias regulagens laterais e de profundidade, na mesa alimentadora de folhas são necessárias a regulagem das guias laterais, regulagem dos impulsos transportadores e a regulagem do ponto da folha, na impressora são feitas regulagens de esquadro, a regulagem das pinças, regulagem das rodinhas usadas para empurrar a folha em direção as correias na parte de trás da máquina, a pressão da máquina, e no descarregador são necessárias regulagens laterais, de profundidade e regulagem do soprador.

E a questão de regular os martelos ou impulsos de forma individual também é entendida como pertinente, pois precisam ser regulados um a um, sendo que cada um deles é regulado de um lado da máquina, exigindo assim o deslocamento do operador de um lado para outro, sendo que às vezes a regulagem não é acertada na primeira tentativa exigindo o retrabalho desta operação.

Na terceira questão foi solicitado aos operadores definir, segundo o entendimento de cada um, uma sequência de programação de um conjunto de cores predefinido, que resultaria em menor tempo de lavagem. A primeira constatação é que todos começaram a sequência com a cor amarelo, o que é correto, pois é uma cor clara. No sequenciamento usado pelo PCP, quando do desenvolvimento deste trabalho, está definido fazer antes da cor amarelo as cores prata e cinza, isso acontece porque no momento da definição desta sequência haviam vários rótulos que exigiam estas cores antes das demais. A sequência usada pelo PCP sugere que depois do amarelo sejam feitas as cores ouro, creme e laranja, que são cores amareladas tendendo ao avermelhamento. Sequenciamentos parecidos também são percebidos nas definições dos operadores, indicando que esta sequência é válida.

Outro ponto positivo é que, tanto na sequência usada pelo PCP como na maioria dos sequenciamentos apontados pelos operadores, sugere-se que as cores prata e cinza devam ser programadas em sequência, o que entende-se como

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

verdadeiro pois são parecidas. Quanto a inserção destas duas cores no sequenciamento geral há um consenso de que não existe uma posição específica para elas, pois não são parecidas com outras cores, ou seja, elas devem ser programadas juntas, não sendo tão importante se estão programadas no início ou no fim da sequência.

Conforme sugestão do sequenciamento usado pelo PCP, na sequencia devem ser programadas as cores avermelhadas, das mais claras às mais escuras. A sugestão da maioria dos operadores é de que as cores avermelhadas devam ser programadas juntas, porém em seus sequenciamentos não pôde-se definir uma linha padrão de sequenciamento, mas entende-se como pertinente a programação das cores avermelhadas em sequência, começando com as mais claras e terminando com as mais escuras.

E a última cor sugerida pela sequencia usada pelo PCP antes da cor preto é a cor verde, pois não é parecida com nenhuma das outras cores depois das cores azul e amarelo, as quais aparecem no topo da lista. A cor verde também aparece nesta colocação em três dos sete questionários, então também entende-se como verdadeira.

5.1.2 Análise dos tempos de *setup*

Através da cronometragem dos tempos de execução dos ***setup's*** de cor e formato, pode-se perceber que as operações de troca por formato necessitam um tempo maior para sua execução que a troca por cor.

A troca de formato exigiu, em média, 1226 segundos, conforme mostra a figura 14 e também requer um número maior de operações que a troca de cor, conforme mostra a figura 13, onde o tempo médio gasto para fazer uma troca de cor é de 909 segundos.

Porém, existem formatos parecidos conforme indica a Figura 17, que quando processados em sequência exigem regulagem em apenas uma dimensão da folha, fazendo com que várias operações de *setup* de formato não precisem ser

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

executadas. A figura 18 indica que as operações marcadas pela cor verde forte nesta figura são totalmente desnecessárias enquanto que as que estão marcadas pela cor verde claro nesta figura são feitas parcialmente, diminuindo assim seu tempo pela metade.

Também pode-se perceber que em alguns formatos como por exemplo 57X137 e 57X166 as 3 dimensões da folha são iguais, eliminando assim as operações de troca por formato. O mesmo ocorre com os formatos 65X125 e 65X189, com o 65X158 e 52X112, e com os formatos 52X137 e 52X166.

Figura 17 - Formato das folhas dos rótulos.

	EXPESSURA (mm)	LARGURA (mm)	COMPRIMENTO (mm)
57 X 137	0,19	910	855
57 X166	0,19	910	855
57 X 193	0,19	910	794
57 X 206	0,19	910	846
57 X 238	0,19	910	733
65 X 125	0,19	835	778
65 X 158	0,19	835	815
65 X 189	0,19	835	778
52 X 112	0,19	835	815
52 X 137	0,19	835	855
52 X 166	0,19	835	855
52 X 206	0,19	835	846

Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

Na primeira coluna da figura 18 é indicado em que parte da máquina impressora LITO 8 as operações são executadas, a segunda coluna apresenta as operações executadas, na terceira coluna é apresentado os tempos das tarefas executadas no *setup* parcial de formato e na última coluna é apresentado o tempo das tarefas executadas no *setup* total de formato.

Considerando que as operações marcadas pela cor verde não são necessárias quando ocorre o aproveitamento, o tempo de *setup* na troca por formato diminui de 1226 segundos para 810 segundos, o que representa uma diminuição de 33,9% no tempo deste *setup*.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Figura 18 - Operações de *setup* na troca de formato na LITO 8.

	DESCRIÇÃO DA OPERAÇÃO	TEMPO (s)	TEMPO (s)
ALIMENTADOR	REGULAGEM LATERAL/FRONTAL	46	92
	REGULAGEM DO SENSOR DE FOLHA DUPLA	0	12
MESA	REGULAGEM LATERAL	0	72
	REGULAGEM IMPULSOS	162	162
IMPRESSORA	REGULAGEM ESQUADRO	0	67
	REVISÃO DAS PINÇAS	0	58
	TROCA DO CAUCHU	543	543
	LIMPEZA DO CAUCHU/CILIND. CONTRA		
	REGULAGEM DAS RODINHAS DA SAÍDA	0	56
	REGULAGEM DA PRESSÃO	0	51
	REGULAR SISTEMA DE MOLHA		
	TROCAR CHAPA		
	FAZER ACERTO		
DESCARREGADOR	REGULAGEM LATERAL/FRONTAL	54	108
	REGULAGEM DO SOPRADOR	5	5
	TEMPO TOTAL MÉDIO:	810	1226

Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

Nesta situação o tempo de troca de cor também passa a ser maior do que o tempo de troca por formato, 909 segundos contra 810 segundos, representando uma diferença de 10,9%.

5.1.3 Resultados

O sequenciamento por confiabilidade de entrega continua sendo a prioridade, pois é uma diretriz da empresa honrar com os compromissos assumidos e entregar os produtos no prazo estipulados.

Como segundo critério, definiu-se o aproveitamento por formato, pois através da cronometragem dos tempos das operações de *setup,* percebeu-se que o tipo de *setup* com o maior tempo utilizado para sua execução é o *setup* por formato com um tempo médio de 1226 segundos, exigindo também um número maior de operações se comparado com o *setup* por cor. Também faz valer esta afirmativa o fato de seis dos sete operadores entrevistados elegerem como mais importante o aproveitamento de formato ao invés de aproveitamento por cor.

O *setup* por cor é mais simples e com menos operações a serem executadas (9 contra 15 do *setup* por formato), e com menor tempo, de 909 segundos e por isso

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

fica como segunda opção de aproveitamento em condições normais. Vale lembrar também que neste tipo de *setup* as operações de *setup* concentram-se apenas na impressora, facilitando assim o trabalho do operador.

Porém existem duas condições especiais, que acontecem quando são sequenciados rótulos com formato semelhante, ou seja, onde o formato muda em apenas uma das dimensões simplificando assim as operações do *setup* por formato, ou quando são sequenciados rótulos de tamanhos diferentes mas que utilizam o mesmo formato de folha, eliminando assim todas as operações de *setup* por formato. Na primeira condição, o tempo de *setup* por formato diminui de 1226 segundos para 810 segundos representando assim um tempo menor de troca que o *setup* por cor que é de 909 segundos e invertendo-se assim a prioridade de aproveitamento; na segunda condição a prioridade também se inverte pois o tempo de *setup* por formato fica nulo.

Na figura 19 é apresentado a simulação de sequenciamento de 5 rótulos: 57x166, 57x137, 57x206, 65x158 e 1RT, sendo que cada um é programado com 4 cores. Nas colunas formatos são indicados os rótulos e a dimensões das folhas para ele utilizados, as colunas cores indicam as cores utilizadas e as colunas tempo indicam os tempos de setup em segundos necessários para efetuar as trocas. O bloco da esquerda é sequenciado primeiramente por formato e depois por cor, enquanto que o bloco da direita é sequenciado primeiramente por cor e depois por formato. Obs.: considerou-se que todos estes rótulos estavam dentro do mesmo bloco de confiabilidade de entrega.

O tempo total de troca do bloco sequenciado por formato/cor somou 21363 segundos enquanto que o tempo total de troca do bloco sequenciado por cor/formato somou 26725 segundos, percebendo-se uma diferença de 5362 segundos o que representa uma diferença de 20 % no tempo de *setup,* indicando assim que no aproveitamento por formato/cor o tempo total de *setup* é menor.

Com base nesta diferença de tempos percebida, foi elaborado um fluxograma para a tomada de decisão no sequenciamento da programação da impressora lito 8, conforme apresentado na figura 20.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

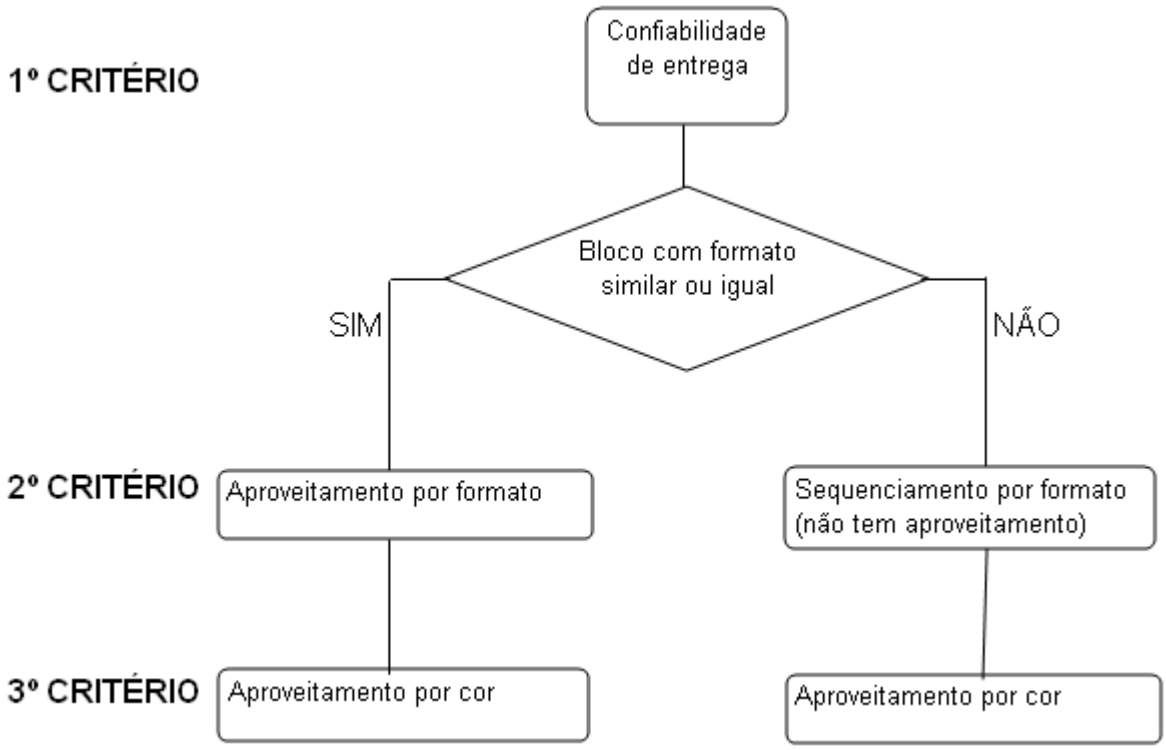
Figura 19: simulação de sequenciamento por formato/cor e cor/formato

FORMATOS		CORES		TEMPO (s)
57X206	0,19 910 846	AZUL	1	2135
57x166	0,19 910 855	AZUL	2	810
57X137	0,19 910 855	CINZA	3	909
57x166	0,19 910 855	AMARELO	3	909
57X206	0,19 910 846	AMARELO	5	810
57X137	0,19 910 855	CREME	5	1719
57X206	0,19 910 846	ROSA	7	1719
57x166	0,19 910 855	VERMELHO	8	909
57X137	0,19 910 855	VERMELHO	9	0
57X137	0,19 910 855	PRETO	10	909
57x166	0,19 910 855	PRETO	11	0
57X206	0,19 910 846	PRETO	12	810
65 X 158	0,19 835 815	PRATA	13	2135
65 X 158	0,19 835 815	OURO	14	909
65 X 158	0,19 835 815	LARANJA	15	909
65 X 158	0,19 835 815	PRETO	16	909
1 RT	0,22 902 943	BRANCO	17	2135
1 RT	0,22 902 943	OURO	18	909
1 RT	0,22 902 943	VERMELHO	19	909
1 RT	0,22 902 943	VERDE	20	909
		TEMPO TOTAL		21363

FORMATOS		CORES		TEMPO (s)
65 X 158	0,19 835 815	BRANCO	1	2135
1 RT	0,22 902 943	AZUL	2	2135
57X206	0,19 910 846	AZUL	3	1226
57x166	0,19 910 855	AZUL	4	810
57X137	0,19 910 855	CINZA	5	909
57x166	0,19 910 855	AMARELO	6	909
57X206	0,19 910 846	AMARELO	7	810
65 X 158	0,19 835 815	OURO	8	2135
1 RT	0,22 902 943	OURO	9	1226
57X137	0,19 910 855	CREME	10	2135
65 X 158	0,19 835 815	LARANJA	11	2135
57X206	0,19 910 846	ROSA	12	2135
57x166	0,19 910 855	VERMELHO	13	1719
57X137	0,19 910 855	VERMELHO	14	0
1 RT	0,22 902 943	VERMELHO	15	1226
1 RT	0,22 902 943	VERDE	16	909
57X137	0,19 910 855	PRETO	17	2135
57x166	0,19 910 855	PRETO	18	0
57X206	0,19 910 846	PRETO	19	810
65 X 158	0,19 835 815	PRETO	20	1226
		TEMPO TOTAL		26725

Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

Figura 20 - Fluxograma de decisão de sequenciamento na impressora LITO 8



Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

O sequenciamento ideal é formar um bloco de confiabilidade de entrega, conforme exigido pela empresa, e em seguida verificar se dentro deste bloco existem rótulos com formato similar ou igual; caso tenha, deve-se juntar num bloco os rótulos com formatos similares ou iguais e dentro deste bloco fazer o aproveitamento por cor, e caso não tenham rótulos com formatos similares ou iguais deve-se sequenciar os rótulos por formato (sem aproveitamento, do formato maior para o menor) e fazer o aproveitamento por cor.

O sequenciamento das cores sugerido pelos operadores não é igual ao utilizado pelo PCP, porém a maioria das sequências por eles sugeridas apresentam semelhanças entre si, como por exemplo, após as cores branco e azul (pré-definidas como primeira e segunda cor na sequencia) sugere-se começar com a cor amarelo seguindo-se com as cores amareladas, formando assim um bloco de cores amareladas; em seguida é sugerido um bloco de cores avermelhadas, e a cor verde, que não tem aproveitamento com as outras cores, é programado antes da última cor, que é o preto. Por isso acredita-se que o sequenciamento usado pelo PCP é válido se comparado com as sequências sugeridas pelos operadores.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do desenvolvimento deste trabalho os objetivos propostos foram alcançados. Foi feito o mapeamento do processo produtivo do setor da litografia, com suas máquinas, caminho percorrido pelos insumos até a impressão dos rótulos e principalmente as particularidades da máquina impressora LITO 8.

Também foram registrados os tempos utilizados no *setup*, separando as operações pertinentes ao desenvolvimento deste estudo. Registrou-se também a atual forma de sequenciamento utilizada pelo PCP e buscou-se na literatura as formas de sequenciamento existentes com o objetivo de embasar este trabalho.

Através dos questionários percebeu-se que a sequência de programação das cores utilizada pelo PCP é semelhante em muitos aspectos à maioria das sequências sugeridas pelos operadores, o que significa que existe coerência neste quesito.

Quanto ao fato de os operadores preferirem quase que por unanimidade o aproveitamento por formato mostrou que é muito importante a opinião e a participação dos operadores quando o assunto se refere à máquina ou setor em que eles trabalham. Esta afirmação ficou comprovada através da cronometragem dos tempos das operações específicas de cada tipo de *setup* onde registrou-se que o tempo das operações de troca de formato (1226 segundos) é superior ao tempo de troca por cor (909 segundos). Para diminuir o tempo de *setup* é necessário evitar as trocas que consomem maior tempo de execução, ou seja, fazer aproveitamentos dos

itens de troca mais demorados, fazendo sempre as trocas mais rápidas e desta forma economizando tempo.

Também é muito importante para a definição do sequenciamento da produção o fato de que quando são programados itens com formatos de folha parecidos, os quais diferem em apenas uma dimensão, o tempo de *setup* de formato cai drasticamente, de 1226 segundos para 810 segundos. Esta situação significa uma redução de 33,9 % no tempo de sua execução e então a prioridade de sequenciamento muda, tornando-se prioridade o aproveitamento por cor. O tempo de troca de cor é de 909 segundos, significando que nesta condição o tempo de troca de formato é 10,9 % menor que a troca de cor. É muito importante também que quando sequenciados rótulos de tamanhos diferentes, mas que utilizam o mesmo tamanho de folhas o tempo de troca de formato é nulo, sendo então prioridade o aproveitamento por cor.

Conforme a simulação feita na figura 19, obtêm-se uma redução de tempo de 5362 segundos, o que equivale a 1 hora e meia. Considerando que a quantidade de 20 trocas feita na simulação equivale à quantidade de trocas de dois dias de produção naquela máquina e considerando 22 dias úteis por mês, obtêm-se 16,5 horas a mais de produção mensalmente. Considerando o padrão de produção da máquina (4000 folhas por hora) têm-se um acréscimo mensal de 66.000 passadas. Considerando que é cobrado do cliente um valor de 24 centavos a passada, existe um acréscimo de $ 15.840,00 no faturamento.

O primeiro critério para o sequenciamento da programação continua sendo a confiabilidade de entrega, pois a empresa procura não atrasar nenhum pedido para nenhum cliente. O segundo critério de aproveitamento é o formato, sendo que deve-se verificar se dentro deste bloco existem rótulos com formato similar ou igual; caso tenha, deve-se juntar num bloco os rótulos com formatos similares ou iguais e dentro deste bloco fazer o aproveitamento por cor, e caso não tenham rótulos com formatos similares ou iguais deve-se sequenciar os rótulos por formato (sem aproveitamento, do formato maior para o menor) e fazer o aproveitamento por cor.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

Estudar, embasar, fazer e revisar o trabalho foi muito importante para aperfeiçoar o aprendizado do aluno, possibilitando relembrar assuntos abordados ao longo da graduação bem como estudá-los mais a fundo.

Também foi importante para conhecer melhor o processo produtivo da empresa, identificando as dificuldades e perdas que acontecem na máquina impressora LITO 8 e visualizando através deste estudo que é possível economizar tempo de troca com um bom sequenciamento de produção, resultando assim em mais tempo disponível para produção. Através deste estudo também pode-se perceber que os processos simples podem ser melhorados, e que muitas vezes devido a correria do dia a dia, não percebemos que muitos processos à nossa volta podem e devem ser observados e melhorados e para isso não podemos esquecer de envolver os funcionários que trabalham neles pois, com certeza, eles farão a diferença.

Visto que este trabalho se focou apenas na redução do *setup* pela atividade de sequenciamento, não abordando as melhorias *setup* e redução das perdas, através da utilização de técnicas como a troca rápida de ferramentas e a utilização da programação linear, para maximizar a utilização do recurso de produção objeto deste estudo, entende-se que essas duas técnicas representam também possibilidades de auxílio na redução de perdas e ganhos de produtividade, podendo também ser objeto de trabalhos futuros na empresa e no setor ora estudados.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)

REFERÊNCIAS

AMBROSE, Gavlin. **Cor.** Porto Alegre: BOOKMAN, 2009.

BRASILATA S/A EMBALAGENS METÁLICAS, **Banco de dados**, Estrela, 2013.

CHASE, R. et al. **Administração da produção para a vantagem competitiva.** 10ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, H. et al. **Administração de Produção e Operações.** São Paulo: Atlas, 2004.

CORRÊA, H. et al. **Administração de Produção e Operações.** São Paulo: Atlas, 2011.

DAVIS. M et al. **Fundamentos da administração da produção.** 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

GAITHER. N et al. **Administração da produção e operações.** 8ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2002.

JACOBS, F et al. **Administração da produção e de operações.** Porto Alegre: Bookman, 2009.

LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e controle da produção.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MALHOTRA, Naresh. **Pesquisa de Marketing:** uma orientação aplicada. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MATTAR, Fauze. **Pesquisa de Marketing.** 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2005.

MCDANIEL, Carl. **Pesquisa de Marketing.** São Paulo: Thompson Learning, 2003.

MOREIRA, Daniel. **Administração da produção e operações.** 2ª ed. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

PEREIRA, Laerte A. **Luz artificial: um fator decisivo para a impressão em policromia nos parques gráficos de Goiania.** Disponível em: < http://seer.ucg.br/index.php/estudos/article/view/1746/1094>. Acesso em: 27 de abril de 2013.

RITZMAN, L. et. al. **Administração da produção.** São Paulo: Prentice hall, 2004.

ROCHA, D. **Gestão da Produção e Operações.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008.

SAMPIERI, R. et. al. **Metodologia de pesquisa.** 2ª ed. São Paulo: McGraw-hill, 2006.

SHINGO, Shigeo. **O sistema toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** 2ª ed. Porto Alegre: Bookmann, 2006.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramentas uma revolução nos sistemas produtivos.** Porto Alegre: BOOKMAN, 2008.

SLACK, N. et. al. **Administração da produção.** 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Atlas, 2007.

BDU – Biblioteca Digital da UNIVATES (http://www.univates.br/bdu)