

Diagnóstico das Potencialidades de Melhoria dos *Lead Times* em uma Metalúrgica

RESUMO

A competitividade atual tem alertado as empresas para melhorar continuamente seus sistemas produtivos, com o intuito de aumentar sua produtividade e oferecer aos seus clientes bons preços e prazos de entrega. O estudo apresentado caracterizou-se como estudo de caso, desenvolvido na Indústria Metalúrgica Silvana S.A., utilizando o método da observação e da pesquisa, a partir da participação in loco e das entrevistas informais com os envolvidos com o processo de fabricação da linha de produção da fechadura F-10, com o objetivo central de traçar um diagnóstico sobre as potencialidades de melhoria nos lead times do processo produtivo do produto escolhido como piloto deste estudo. Para alcançar os objetivos específicos delineados, foram obedecidos os seguintes procedimentos: detalhamento do fluxograma e descrição das etapas do processo produtivo, o que caracteriza a pesquisa como descritiva, seguida, da identificação dos pontos de melhoria, e das ações a serem implementadas como sugestões, no sentido de melhorar o uso dos recursos produtivos e, principalmente, reduzir os lead times do processo, buscando, de forma contínua, a redução do tempo de entrega do produto acabado, aumentando, assim, a satisfação do cliente e a competitividade da empresa no mercado.

PALAVRAS-CHAVE: *Produtividade. Lead time. Melhoria contínua.*

1. INTRODUÇÃO

O processo de melhoria contínua dos sistemas produtivos utiliza, separadamente ou em conjunto, as várias ferramentas com o auxílio fundamental do Planejamento e Controle da Produção (PCP) que gerencia a produção de forma a permitir o uso adequado dos recursos produtivos.

O presente trabalho se caracteriza como um estudo de caso, desenvolvido no chão de fábrica de uma metalúrgica, tendo como proposta a redução dos *lead times* de uma das linhas dos produtos fabricados, com foco no aumento da produtividade. *Lead time* é o tempo decorrido entre a entrega da matéria-prima ao setor de fabricação e a saída do produto acabado na linha de montagem/teste final, pronto para ser embalado e entregue ao cliente (ALVES, s/d). A redução do *lead time* pode ser obtida com a eliminação de tempos ociosos que não agregam valor ao produto e com a redução dos tempos gastos com a movimentação de materiais. Como consequência, a produtividade aumenta e os custos são reduzidos.

A finalidade deste trabalho consiste em investigar o processo produtivo da linha de fechaduras F-10 da Indústria Metalúrgica Silvana S.A., escolhida por representar um novo segmento para a empresa e por estar gradualmente conquistando mercado.

2. PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

O grau de competitividade das organizações é fator determinante para seu sucesso. Conquistar mercado significa oferecer produtos de qualidade, preço justo e excelente serviço.

A Indústria Metalúrgica Silvana S.A. lançou sua linha de fechaduras visando uma conquista gradual do mercado, porém, devido ao nível de qualidade do produto, ao preço

acessível e ao prazo de entrega satisfatório, a aceitação da nova linha foi surpreendente. Para atender à demanda crescente, a Silvana está investindo em máquinas e equipamentos, além de criar novos postos de trabalho. Contudo, para que seus consumidores continuem satisfeitos, é necessário implementar ações que diminuam os *lead times* dos processos envolvidos na linha de produção das peças que compõem as fechaduras.

Por *lead time* entende-se o tempo decorrido desde o momento em que uma ordem é colocada até que o material esteja disponível para uso (CORRÊA; CORRÊA, 2006).

O presente trabalho se justifica como forma de relacionar os fundamentos teóricos levantados com a prática vivenciada no chão de fábrica, possibilitando o desenvolvimento de um estudo teórico/prático, como também, pelas soluções de melhoria para redução dos *lead times* da linha do produto analisada. O objetivo geral foi diagnosticar as potencialidades de melhoria nos *lead times* do processo de fabricação de fechadura F-10 na Indústria Metalúrgica Silvana S.A. Diante do objetivo geral traçado, foi necessário cumprir alguns objetivos específicos, a saber: descrever as operações envolvidas no processo produtivo da fechadura F-10; identificar os pontos de melhoria na linha de produção estudada; e, propor ações para redução dos *lead times* do processo de fabricação da fechadura 10.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

A Administração da Produção é geralmente entendida como a área da administração que se preocupa com a maneira pela qual as organizações produzem bens e serviços. Gaither (2001) define Administração da Produção e Operações (APO) como sendo a administração do sistema de produção de uma organização que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização.

“A Gestão da Produção trata da atividade de gerenciamento dos recursos escassos, de sua interação e dos processos que produzem e entregam bens e serviços visando atender a necessidade de qualidade, tempo e custo de seus clientes” (CORRÊA; CORRÊA, 2006, p. 24).

Atualmente, a gestão da produção e operações é entendida como estratégica para as organizações. A função de operações deixou de ser vista como uma preocupação de curto prazo e tornou-se objeto de foco de longo prazo, sendo entendida como função de potencial para obter vantagens competitivas e atingir os objetivos estratégicos da organização. Isso significa olhar para suas *interfaces* com outras funções, clientes e outros grupos que a influenciam.

O objetivo da visão estratégica das operações é assegurar que os processos de produção estejam alinhados com as estratégias da organização no âmbito financeiro e de mercado. Para que isso ocorra, é preciso que haja um departamento responsável pela coordenação dos setores envolvidos com a produção no que se refere à aplicação dos recursos produtivos, visando atender aos planos estratégicos, táticos e operacionais. Esse departamento de apoio à produção é conhecido por PCP. As decisões referentes às operações devem considerar elementos externos à empresa, como clientes, fornecedores, concorrentes e acionistas. O PCP, como departamento de apoio da produção, deve coordenar e decidir sobre a aplicação dos recursos produtivos, visando à melhor maneira de atender aos planos estratégicos, táticos e operacionais.

3.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PCP

Tubino (2007) afirma que o PCP surge para organizar a montagem dos dados e a tomada de decisões com relação às transformações de estratégias em táticas e táticas em operações de produção e vendas, assim como, que é da responsabilidade do PCP a coordenação e aplicação dos recursos produtivos para atender, da melhor forma, aos planos estabelecidos nos níveis estratégico, tático e operacional.

Para Slack *et al* (1997), o planejamento e controle é a atividade onde se decide sobre o melhor emprego dos recursos de produção, assegurando, assim, a execução do que foi previsto, envolvendo as seguintes atividades: administração da capacidade produtiva; administração de estoques; administração da cadeia de suprimentos; *Material requirements planning* (MRP); planejamento e controle *just in time*; gestão de projetos; gestão da qualidade.

Tubino (2007) divide as atividades do PCP em três níveis hierárquicos de planejamento e controle: Nível Estratégico (participação do PCP nesse nível envolve a elaboração do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um Plano de Produção); Nível Tático (PCP desenvolve o Planejamento-Mestre da Produção, obtendo, em seguida, o Plano-Mestre de Produção - PMP); Nível Operacional (o PCP prepara a Programação da Produção, administrando estoques, sequenciando, emitindo e liberando ordens de compra, montagem e fabricação e também participa do Acompanhamento e Controle da Produção).

Cada uma das atividades citadas acima estabelece um Plano de Produção para o longo prazo, de acordo com o planejamento estratégico da organização, as estimativas de vendas e disponibilidade de recursos financeiros e produtivos.

De acordo com Gaither (2001), o Planejamento-Mestre da Produção define a quantidade de cada produto acabado a ser concluído no curto prazo, evitando sobrecarregar ou gerar ociosidade no sistema produtivo.

3.3 TECNOLOGIA DE PROCESSO

De acordo com Slack *et al* (1997), as tecnologias de processo são as máquinas, equipamentos e dispositivos que ajudam a produção a transformar informações, materiais e consumidores de forma a agregar valor e atingir os objetivos estratégicos da produção.

Todas as operações usam tecnologia de processo, desde aquelas que contam com intensivo trabalho humano às mais sofisticadas e complexas. Tais tecnologias são utilizadas para gerar vantagem competitiva e adicionar valor à operação.

Apesar de, algumas vezes, parecer difícil, deve-se distinguir a tecnologia de processo da tecnologia de produto ou de serviço. Nos casos em que as tecnologias de produtos/serviços e de processo possam ser separadas, elas nem sempre vão receber a mesma atenção. Existirão momentos em que desenvolver tecnologia de processo será mais importante, enquanto em outros o desenvolvimento da tecnologia de produto será priorizado. Isso será influenciado pelo estágio do produto ou serviço em seu ciclo de vida.

De acordo com Slack *et al.* (1997), os gerentes de produção são os responsáveis pelo gerenciamento das tecnologias de processo, a partir das vantagens que a tecnologia pode dar e das limitações que pode impor à operação. As tecnologias de processos que têm significado especial para os gerentes foram categorizadas como processadoras de materiais (nas operações de manufatura), processadoras de informações (nos serviços financeiros) e processadoras de consumidores (em varejo, medicina, hotéis, transporte).

A tecnologia do processo vem sob diversas formas e todas as operações fazem escolhas em relação às suas tecnologias. Para escolher entre alternativas, deve-se pensar em três dimensões: o grau de automação da tecnologia; a escala da tecnologia; e, o grau de integração da tecnologia.

O grau de automação da tecnologia é inversamente proporcional ao grau de intervenção humana que certa operação exige. A automação apresenta dois benefícios básicos: a economia nos custos de mão-de-obra direta e a redução da variabilidade da operação. É preciso considerar não apenas a redução dos custos, mas se a tecnologia pode desempenhar a tarefa melhor e de maneira mais segura que uma pessoa.

A escala da tecnologia consiste na decisão entre utilizar uma unidade de tecnologia de grande escala ou diversas menores. Muitas das vantagens das tecnologias de grande escala estão ligadas às vantagens de custo que elas podem trazer. Algumas tecnologias de processo, como refinarias petroquímicas, se beneficiam da escala, enquanto outras são mais eficientes se operadas em menor escala, como os computadores pessoais. O grau de integração da tecnologia significa a ligação de atividades, anteriormente separadas, com um único sistema. A tecnologia integrada, apesar de mais cara, é mais rápida. Porém, quando ocorrem problemas, todo o sistema integrado pára.

O planejamento e controle da produção normalmente é visto com foco em tecnologia, processos, procedimentos, sistemas e instalações. Essa visão limitada deve ser substituída por uma mais abrangente, que se preocupe, também, na maneira como os recursos humanos são gerenciados, pois os mesmos têm grande impacto sobre a eficácia e eficiência das operações do sistema produtivo.

3.4 PROJETO E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Slack *et al.* (1997, p. 287) definem projeto de trabalho como “a forma pela qual as pessoas agem em relação ao seu trabalho”. Esse comportamento inclui as expectativas do que lhes é requerido, suas relações com os colegas de trabalho, suas percepções de como contribuir para a organização e o desenvolvimento da cultura da organização.

O projeto de trabalho é composto por vários elementos que, quando tomados em conjunto, definem o trabalho das pessoas na produção, com base nas respostas de questionamentos como: Que tarefas devem ser alocadas a cada pessoa na operação? Que seqüência de tarefas deve ser estabelecida como a maneira de fazer o trabalho? Onde o trabalho será alocado dentro da operação? Quem mais deve estar envolvido com o trabalho? Como devem ser as *interfaces* com as instalações e o equipamento usado no trabalho? Que condições ambientais devem ser estabelecidas no local de trabalho? Quanta autonomia deve ser embutida no trabalho? Que habilidades precisam ser desenvolvidas no pessoal?

Percebe-se que existem diversas alternativas de projeto de trabalho e que a maneira como as mesmas serão gerenciadas terão efeito sobre os objetivos de desempenho. Dessa forma, é importante compreender quais são os objetivos que o projeto de trabalho deve atingir. Os objetivos de desempenho podem ser, por exemplo, fabricar produtos de alta qualidade, priorizar a rapidez no atendimento, gerar confiabilidade no processo ou ainda desenvolver flexibilidade na produção para modificar a natureza de suas atividades.

3.5 PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

A programação da produção é responsável, através da emissão de ordens de compra, fabricação e montagem, pela definição da quantidade e prazo de entrega dos itens comprados, fabricados e montados.

De acordo com Tubino (2007), as atividades da programação da produção, apesar de serem desenvolvidas em simultâneo, podem ser divididas, para efeito de estudo, em três grupos: a administração de estoques, o seqüenciamento e a emissão e liberação de ordens.

- A atividade de administração de estoques está encarregada de planejar e controlar os estoques dos itens comprados, fabricados e montados, definindo os tamanhos dos lotes, a forma de reposição e os estoques de segurança do sistema;
- A atividade de seqüenciamento busca gerar um programa de produção para os itens fabricados e montados que utilize inteligentemente os recursos disponíveis, promovendo produtos com qualidade e custos baixos;
- A emissão e liberação de ordens implementa o programa de produção, expedindo a documentação necessária para o início das operações (compra, fabricação e montagem) e liberando-a quando os recursos estiverem disponíveis, normalmente em conjunto com a função de acompanhamento e controle da produção.

Nos sistemas contínuos de produção, esta é voltada para grandes volumes de uma pequena quantidade de itens acabados. Assim, a programação da produção se dá apenas ao nível do produto acabado, que, em geral, são em lotes únicos, focando principalmente a administração de estoques.

Os sistemas de produção em massa, também, têm seu foco na administração de estoques, o que é justificado pelos altos volumes de produção e baixa variedade de itens produzidos. Nesses sistemas, o PMP é utilizado para definir os tempos de ciclo, balanceando as rotinas de operações nas linhas de montagem, não sendo necessário o seqüenciamento, a emissão e a liberação de ordens de produção de componentes.

Devido à grande variedade de produtos acabados e à pulverização da demanda não justificar a focalização da produção de determinados itens, os sistemas de produção repetitivos em lotes exigem o balanceamento da linha nos recursos produtivos. Dessa forma, é necessário que a programação da produção desmembre o produto acabado em seus componentes de diversos níveis, com o intuito de gerar e seqüenciar ordens detalhadas para cada etapa do processo de fabricação, montagem e compra. Já os sistemas voltados para atender pedidos previamente encomendados focam sua preocupação na administração da capacidade produtiva, através de um sistema de seqüenciamento que garanta o acompanhamento das ordens para garantir o cumprimento do prazo de entrega acordado com o cliente.

Para um melhor entendimento da execução das atividades de programação da produção, especialmente nos sistemas repetitivos em lotes, é importante diferenciar a produção puxada da produção empurrada. Na produção puxada “[...] as necessidades de materiais resultantes da aplicação do MRP (incluindo as necessidades de períodos futuros) são utilizadas como previsão de demanda para o dimensionamento de estoques [...]” (TUBINO, 2007, p. 65). O cliente interno é quem autoriza a produção ao retirar do estoque suas necessidades imediatas, disparando uma ordem padrão para o fornecedor daquele estoque produzir esses itens.

Por sua vez, na produção empurrada, “[...] o programa de produção do período é obtido a partir da inclusão da demanda dos diferentes produtos acabados no PMP, que gera as necessidades de PA no tempo” (TUBINO, 2007, p. 65). Tais necessidades são informadas para o MRP calcular as necessidades de compra, fabricação e montagem com base na estrutura dos produtos acabados. Na prática, os postos de trabalho produzem com base no seqüenciamento de ordens e automaticamente repassam a produção para o processo seguinte.

Decidir entre os dois sistemas de produção significa analisar a demanda e o sistema produtivo para atender a essa demanda. Porém, onde for possível aplicar a programação puxada, a mesma deve ser utilizada. Esse sistema se torna mais eficiente que o sistema de produção empurrada, pelo fato de garantir maior flexibilidade à programação da produção no curto prazo.

3.5.1 ADMINISTRAÇÃO DE ESTOQUES

De acordo com Tubino (2007), os estoques estão relacionados como causa ou consequência a perdas que devem ser combatidas para se chegar à manufatura enxuta: superprodução, espera, transporte, processamento, estoque, movimentos desnecessários e produtos defeituosos.

Segundo Corrêa e Corrêa (2006), estoques são acúmulos de recursos materiais, entre as diversas fases do processo de transformação, necessários para: Garantir a independência entre etapas produtivas com a colocação de estoques amortecedores; Permitir uma produção constante em sistemas com variações sazonais; Possibilitar o uso de lotes econômicos; Reduzir os *lead times* produtivos, diminuindo o prazo de entrega dos produtos acabados; Oferecer segurança às possíveis variações aleatórias ou erros de previsão da demanda; e, Prevenir possíveis aumentos de preço ou obter descontos na compra de lotes econômicos.

Estocar acaba sendo a solução para variados problemas de produção, como: sazonalidade, atraso na entrega de itens comprados, quebra de máquinas, absenteísmo e má qualidade dos itens produzidos. Contudo, sabe-se que os estoques não agregam valor ao produto, por isso quanto menor seu nível de estoques, mais eficiente será o sistema produtivo. No PCP, a administração de estoques é responsável pelo tamanho dos lotes de reposição e seus custos, o tamanho dos estoques de segurança e o modelo do controle do estoque.

3.5.1.1 TAMANHO DOS LOTES DE REPOSIÇÃO

Para definir o tamanho dos lotes de reposição, deve-se considerar os custos referentes às atividades de reposição e armazenagem. O objetivo é minimizar o custo total, através do cálculo de todos os custos envolvidos na atividade, que são: **Custo Direto** (referente à compra ou fabricação do item); **Custo de Preparação** (composto pelos custos do processo de reposição como mão-de-obra para emissão das ordens, materiais e equipamentos para confecção das ordens e custos indiretos do departamento de Compras); **Custo de manutenção de estoques** (refere-se aos custos de o sistema necessitar manter itens em estoque, como mão-de-obra para armazenagem e movimentação, aluguel, seguro, deterioração e obsolescência dos estoques e custo do capital investido). O tamanho do lote de reposição desejável é conhecido como lote econômico, que consiste na quantidade de itens para reposição que apresentam o custo total minimizado. Sua importância não tem relevância apenas para os itens comprados e seus benefícios, também, são vistos nos componentes fabricados. O ideal é que os lotes de produção e reposição sejam tão pequenos quanto possíveis, para que os *lead times* sejam reduzidos, enquanto a flexibilidade é expandida, possibilitando rapidez no atendimento das demandas de curto prazo e o nivelamento da produção à demanda, diminuindo, assim, os níveis de estoque e seus custos.

3.5.1.2 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA

Buscando reduzir os tempos de *setup* e, conseqüentemente, os *lead times* do sistema produtivo da Toyota, Shingo (1985 *apud* CORRÊA; CORRÊA, 2006) desenvolveu, nos anos 70, o conceito de troca rápida de ferramentas (TRF).

Por *setup* entende-se a preparação de uma máquina ou equipamento para a produção de um item diferente do fabricado anteriormente. *Lead time* é o tempo decorrido entre o início de uma atividade até o momento em que o produto está pronto para a atividade seguinte. Esse sistema, desenvolvido por Shingo (1985 *apud* CORRÊA; CORRÊA, 2006), propõe quatro passos que devem ser seguidos para a redução do *setup*: identificar e separar as atividades de *setup* interno e externo e eliminar as desnecessárias; converter as atividades de *setup* interno em externo; simplificar e melhorar pontos relevantes para o *setup*; e, por fim, eliminar, sempre que possível, o *setup*.

3.5.2 ESTOQUES DE SEGURANÇA

Sabendo que as demandas são inconstantes, de difícil previsão e que variações podem ocorrer durante o tempo de ressuprimento, algumas organizações optam por empregar estoques de segurança. Esses estoques funcionam como amortecedores para os problemas do sistema produtivo relacionados ao abastecimento dos itens. “Estes erros fazem com que os tempos de ressuprimento e as demandas variem, impossibilitando o bom funcionamento do modelo de controle de estoques sem uma segurança” (TUBINO, 2007, p. 81).

As decisões que envolvem manter um estoque de segurança são basicamente onde colocá-lo e em qual quantidade. Geralmente, os estoques de segurança são aplicados entre processos que representam gargalos do sistema ou em recursos gargalos. Por outro lado, para dimensionar os estoques de segurança, é necessário equilibrar dois custos: os de esgotamento do item e os de manutenção dos estoques. A administração dos estoques é de responsabilidade do PCP, que deve planejar e controlar os estoques do sistema produtivo e definir tamanhos de lotes e estoques de segurança. O PCP é responsável, ainda, pelo seqüenciamento das ordens de fabricação que deve otimizar os recursos disponíveis (máquinas, mão-de-obra e matérias-primas) visando atender à demanda.

3.6 SEQÜENCIAMENTO DA PROGRAMAÇÃO DA PRODUÇÃO

As organizações que trabalham com sistemas produtivos em lotes repetitivos e com enorme variedade de itens têm como potencial problema o seqüenciamento da programação da produção. São inúmeros componentes que devem ser produzidos com os mesmos recursos e que devem ser priorizados com o auxílio do seqüenciamento (ELIAS, 1999).

Nesses sistemas produtivos, os recursos de produção são escassos e a programação da produção precisa encontrar uma forma de atender à demanda e fazer fluir o processo. O PCP, então, desmonta a estrutura do produto acabado, através do cálculo das necessidades (MRP), gerando ordens detalhadas que devem ser seqüenciadas via sistema de programação avançada (APS) (TUBINO, 2007).

Conforme Corrêa e Corrêa (2006), o seqüenciamento define as prioridades (a ordem) segundo as quais as atividades devem ocorrer num sistema de operações, no intuito de atingir um conjunto de objetivos de desempenho.

3.6.1 BALANCEAMENTO EM LINHAS DE MONTAGEM

O seqüenciamento em linhas de montagem tem como objetivo fazer com que os diferentes postos de trabalho, encarregados da montagem das partes componentes do produto acabado, tenham o mesmo ritmo e que este ritmo seja associado à demanda do PMP. O balanceamento da linha deve sincronizar os ritmos de trabalho dos diferentes centros e dimensionar os supermercados abastecedores da linha. Ele estará funcionando quando a demanda gerada no PMP (em caso de produtos acabados) ou no MRP (nos casos dos

componentes) seja utilizada para dimensionar os supermercados abastecedores e os tempos de ciclo (TC) (TUBINO, 2007).

Monden (1984 *apud* ALVAREZ; ANTUNES JR., 2002) afirma que as operações-padrão são constituídas de três elementos: tempo de ciclo (TC), rotinas de operação-padrão (ROP) e quantidade padrão de material em processo (WIP). Os tempos de ciclo consistem no tempo de duração das operações que agregam valor ao produto; já as rotinas de operação-padrão consistem em documentos onde estão formalizados as seqüências de tarefas a serem realizadas e seus tempos-padrão; enquanto que a quantidade padrão de material se refere às quantidades de matérias-primas e componentes necessários para processar o produto.

3.6.2 SEQÜENCIAMENTO NA PRODUÇÃO DE LOTES

As características dos sistemas produtivos em lotes exigem que o foco do seqüenciamento da programação esteja no carregamento das máquinas. A utilização de máquinas e equipamentos pouco especializados garantem razoável flexibilidade a este sistema. Dessa forma, uma vez que o PCP gere a programação da produção, ele deve decidir pelo seqüenciamento das ordens com base em duas questões: a escolha da ordem a ser processada e a escolha do recurso a ser utilizado dentre os disponíveis.

Existem várias regras para escolher que ordem deve ser processada: FIFO ou PEPS (*First In First Out* ou Primeiro a Entrar Primeiro a Sair); SOT ou MTP (*Shortest Operation Time* ou Menor Tempo de Processamento); EDD ou MDE (*Earliest Due Date* ou Menor Data de Entrega); IPI (Índice de Prioridade); CR ou ICR (*Critical Ratio* ou Índice Crítico); IFA (Índice de Falta). Nas decisões sobre que recurso usar, devem ser considerados o tempo de *setup*, taxa de produção, capacidade disponível, disponibilidade de matéria-prima, ferramentas e funcionários.

O seqüenciamento nesse tipo de sistema produtivo é importantíssimo, pois, enquanto nos processos contínuos e nas linhas de montagem os itens fluem rapidamente, nos processos em lotes os *lead times* são formados por uma seqüência de quatro tempos: **Tempo de espera** (o tempo necessário para os lotes aguardarem sua vez para serem processados); **Tempo de processamento** (é o tempo gasto com a transformação do item, o único que agrega valor); **Tempo de inspeção** (o tempo necessário para verificar se o item foi produzido de acordo com as especificações exigidas); **Tempo de transporte** (é o tempo gasto com a movimentação do item até o próximo centro de trabalho). O tempo de espera nos sistemas repetitivos em lote representa a maior parcela do *lead time*, sendo considerado o maior gerador de desperdícios no processo. Esse tempo é geralmente o maior em função de esperas para se executar uma programação da produção, liberando-a para fabricação, esperas na fila de entrada do recurso, causadas por desbalanceamento entre a carga exigida e a capacidade disponível, altos tempos de *setup* e problemas de qualidade, além de esperas para a conclusão do próprio lote.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do estudo tiveram como base um levantamento bibliográfico, que deu o suporte teórico necessário para referenciar a área de estudo objeto do trabalho.

O trabalho caracteriza-se como estudo de caso, desenvolvido na Indústria Metalúrgica Silvana S.A., em Campina Grande – PB, entre novembro de 2007 e março de 2008, a partir da observação e análise do processo produtivo e de entrevistas informais com os funcionários de nível operacional e tático envolvidos nos processos, podendo ser considerada uma pesquisa descritiva, com abordagem qualitativa. Através da observação, foi possível obter informações sobre determinados aspectos da realidade, possibilitando ao pesquisador a análise dos

fenômenos. Com o objetivo de complementar a coleta de dados, optou-se pela técnica de entrevista, que consiste em “encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto, mediante uma conversação de natureza profissional” (MARCONI; LAKATOS, 2005, p. 197).

Beuren (2003) cita a caracterização de uma pesquisa qualitativa, na qual o presente trabalho se encaixa, como aplicável em estudos que descrevem a complexidade de um referido problema, sua análise, interpretação das variáveis, compreensão e classificação dos processos dinâmicos envolvidos, referindo-se, ainda, à possibilidade de um maior aprofundamento e entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

5.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE ESTUDO

A Metalúrgica Silvana caracteriza-se atualmente como uma sociedade anônima, cuja razão social é Indústria Metalúrgica Silvana S.A., encontra-se instalada em um terreno de 44.000 m², onde hoje tem 19.000 m² de área construída e continua em fase de expansão. O *mix* de produtos da Silvana é composto por dobradiças, ferrolhos, arruelas, fechaduras, cadeados, prendedores de porta, armadores de rede, números residenciais, fechos, porta-cadeados, tarjetas, tarjas de segurança, perfis e telhas de aço galvanizado.

Atendendo a todo o mercado nacional, com representantes espalhados em todos os 27 estados do Brasil, a Metalúrgica Silvana é considerada o maior fabricante de ferragens do Brasil e um dos maiores produtores de fechaduras. A escolha de seus fornecedores é baseada na qualidade e no atendimento dos requisitos exigidos pelos seus clientes. Os principais fornecedores são Usiminas, Votorantim Metais, Belgo Bakaert, Acesita e Termomecânica.

Com capacidade instalada para processar 800 toneladas de aço mensalmente, a empresa gera 320 empregos diretos e se prepara para aumentar as áreas de montagem, zincagem, cromagem, niquelagem e injeção. Os investimentos tecnológicos e a melhoria contínua da qualidade sempre foram prioridades para a Metalúrgica Silvana.

A natureza de sua atividade é a fabricação e a comercialização de ferragens, fechaduras, perfis e telhas de aço para construção civil e moveleira. A sua missão, por sua vez, é liderar o mercado nacional em vendas e satisfação de clientes, na fabricação e comercialização de produtos metalúrgicos de qualidade para a construção civil e moveleira. A melhoria contínua através do treinamento dos colaboradores, do aprimoramento tecnológico dos produtos e processos e da modernização de máquinas e equipamentos; a preocupação em oferecer aos clientes benefícios maiores que os da concorrência; a parceria com os fornecedores para atender aos requisitos de qualidade dos clientes; e o comprometimento dos colaboradores na execução de suas tarefas são fatores responsáveis pelo crescimento e bons resultados da empresa.

O sistema de produção da Metalúrgica Silvana pode ser classificado como repetitivo em lotes, pois se caracteriza pela produção de volumes médios de produtos padronizados, onde cada lote segue uma série de operações que necessitam ser programadas à medida que as operações anteriores são realizadas (TUBINO, 2007). Os equipamentos são separados em setores de acordo com cada tipo de operação, exigindo pouca especialização das máquinas, o que garante a flexibilidade do sistema e o atendimento à política de diversificação de produtos da empresa. A produção é considerada do tipo empurrada, pois se apresenta como antecipação à demanda futura com base na previsão de vendas e possui altos níveis de estoque. As necessidades de produção são definidas no Planejamento-Mestre de Produção e após o cálculo do *Material requirements planning* (MRP) são emitidas as ordens de fabricação e compra,

que são enviadas aos centros de trabalho que devem executar suas tarefas e encaminhar os lotes para a estação de trabalho seguinte.

O planejamento da produção é gerado mensalmente através do sistema ERP Datasul, a partir da previsão da demanda, do estoque atual e do desmembramento da estrutura dos produtos acabados, resultando na emissão das ordens de produção (OP) e das ordens de compra (OC). As ordens de compra são encaminhadas ao setor de Compras para efetuar cotação e emitir os pedidos, enquanto as ordens de produção são distribuídas para os setores responsáveis que, juntamente com o supervisor de produção e com o auxílio do levantamento de pedidos pendentes da semana, define os itens que deverão ter prioridade de fabricação.

5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

Diante do objetivo geral proposto, procurou-se focar o estudo no produto fechadura F-10. A fechadura F-10 é composta por 37 a 46 componentes fabricados internamente e cinco a 40 itens comprados, dependendo do seu tipo. Os componentes são fabricados com três tipos de matérias-primas: o aço plano, fornecido pela Usiminas; o aço trefilado, comprado na Belgo; e o zamac, fornecido pela Votorantim. As fechaduras residenciais são fornecidas para diferentes tipos de porta (externa, interna e de banheiro) e possuem oito tipos de maçanetas e cinco tipos de espelho, em diversos acabamentos.

Todos os produtos da empresa seguem basicamente a mesma seqüência lógica de produção, passando pelos seguintes processos produtivos:

- **Corte**

As bobinas de aço plano são fornecidas pela Usiminas, em larguras padronizadas. Para atender à necessidade das peças fabricadas pela Silvana, essas bobinas são cortadas em bobinas menores com as larguras das peças a serem estampadas no processo posterior. As peças estampadas possuem diversas larguras e o processo de corte é feito com base no Plano de Corte, documento gerado pela Gerência de Produção que visa otimizar o corte das bobinas de modo que não gere desperdícios e de forma a atender às necessidades da Estamparia.

- **Estampagem**

Existem dois setores produtivos que são responsáveis pela operação de estampar: o setor conhecido como Estamparia e o setor de Fabricação de Pinos e Parafusos. O setor de Pinos e Parafusos transforma o aço trefilado (arame) em pinos para dobradiças e maçanetas, lingüetas para ferrolhos e tarjetas e parafusos utilizados na grande maioria dos produtos.

A Estamparia transforma as bobinas cortadas no processo de corte em componentes de produtos. São inúmeros componentes produzidos por máquinas pouco especializadas, capazes de produzir diversos tipos de produtos, dependendo apenas das ferramentas conhecidas como matrizes. As ferramentas utilizadas nas prensas deste setor são produzidas internamente e são capazes de efetuar mais de uma operação. Por exemplo, estampar e dobrar ou estampar, furar e enrolar.

- **Desengraxamento**

O atrito gerado entre a matéria-prima e a ferramenta demanda a utilização de óleos e lubrificantes no processo de estampagem. O processo de desengraxamento retira os lubrificantes das peças, através de imersão num tanque com produtos químicos específicos em alta temperatura. Esse processo prepara as peças para a deposição eficiente dos produtos químicos no processo posterior.

- **Injeção**

Algumas peças como maçanetas, chaves, números residenciais, prendedores de porta e cilindros, são fabricadas com zamac, uma liga de zinco, alumínio e outros componentes. As máquinas desse setor fundem o zamac, que é fornecido em forma de barras, e injetam o líquido em moldes ao mesmo tempo em que, após a injeção, resfriam o zamac transformando-o em componentes de produtos.

- **Polimento**

As peças moldadas por injeção apresentam rebarbas e um acabamento superficial insatisfatório para o padrão de qualidade da empresa. Por isso essas peças seguem para o processo de polimento, que consiste em eliminar rebarbas e imperfeições das peças através de polidores vibratórios.

- **Galvanoplastia**

A galvanoplastia é um tratamento de superfície que deposita metal em um substrato, visando proteger as peças contra corrosão. Também serve como acabamento estético da peça, dando-lhe mais brilho. Na Silvana, os acabamentos disponíveis são: zincado, zincado preto, cromado, cromatizado, cromo oliva, ouro velho, epóxi preto, grafite, acetinado, latonado, niquelado, níquel acetinado, ferro fumê envernizado (FFE) e ferro zincado oxidado envernizado (FZOE). Esses acabamentos são produzidos por três setores: Zincagem, Cromagem/Niquelagem e Verniz.

A Zincagem é toda automatizada e realizada através de banhos rotativos. As peças são colocadas dentro de cestos e a máquina programa e executa toda a seqüência de banhos necessários. Após essa etapa, as peças são colocadas em centrífugas para secagem.

A Cromagem e Niquelagem funcionam como um setor só, devido às semelhanças entre as etapas dos dois processos. As peças são colocadas em ganchos e os operadores executam a seqüência de banhos dentro do tempo estipulado pela Engenheira Química do setor.

O Verniz é o setor que contém mais operações de todo o processo. As peças são submetidas a uma oxidação preta e logo após a um polimento feito com politrizes que deixam partes da peça livres da oxidação. Os operadores colocam essas peças em ganchos e imergem-nas em banhos químicos que darão acabamento específico e brilho às peças. Em seguida, as peças são colocadas em estufas para secar.

- **Montagem**

A montagem da linha F-10 é realizada através de uma linha de acionamento contínuo, onde os montadores estão dispostos fora da linha de montagem. Nesse setor, os operadores, além de montar as fechaduras, realizam operações em outros postos de trabalho, como cravação.

- **Embalagem**

A embalagem das fechaduras é realizada em seqüência à montagem. Os embaladores recebem as caixas montadas e etiquetadas. Após colocar a fechadura dentro, o embalador é responsável por colocar as guarnições (espelhos e maçanetas) dentro da caixa, fechá-la e colocá-la em caixa coletiva. Antes de seguir para o estoque de produtos acabados, as caixas coletivas recebem fita adesiva de segurança e etiquetas com o código do produto, descrição, número de OP, período de fabricação e código de barras. Essas informações, também, são encontradas nas etiquetas das caixas individuais.

5.3 DIAGNÓSTICO DO PROCESSO PRODUTIVO DA LINHA DE FECHADURAS F-10

A partir da observação e análise do processo produtivo e das entrevistas informais com os operadores, foi possível identificar pontos de melhoria com potencialidades para redução dos *lead times* da linha de produção estudada e sugerir ações a serem implementadas.

1º Ponto de Melhoria: Embalagem

- **Etapa do Processo:**

A linha de fechaduras F-10 é composta por 150 itens, porém a maior diferenciação desses itens ocorre na embalagem. Existem três tipos de fechaduras: para porta externa, para porta interna e para porta de banheiro. Essas fechaduras possuem, também, três tipos de acabamento (ANEXO F): cromado, grafite e pintado. Dessa forma, existem nove tipos de fechaduras montadas. Os produtos serão montados por oito tipos de maçanetas e cinco tipos de espelho em cinco acabamentos disponíveis para as guarnições.

- **Ponto de melhoria identificado:**

Após a montagem da fechadura, obrigatoriamente é feita a embalagem e enviada ao estoque. Dessa forma, para atender à demanda é necessário um alto volume de estoques de diversos itens diferentes. Tal situação torna inviável, por exemplo, que, no caso de haver um pedido de venda e não haver estoque de uma fechadura cromada com maçaneta bola e existir fechadura cromada maçaneta alavanca disponível, essa fechadura seja transformada na solicitada pelo cliente.

- **Ações a serem implementadas:**

A utilização de um estoque intermediário entre os processos de montagem e embalagem reduziria o tamanho dos estoques de produtos acabados e também diminuiria o tempo de entrega aos clientes, uma vez que todos os componentes do produto estariam à disposição para serem embalados de acordo com o pedido de venda.

2º Ponto de Melhoria: Montagem das Fechaduras PI

- **Etapa do Processo:**

A montagem das fechaduras consiste basicamente em montar componentes diversos em um chassi, que é soldado em uma testa, e em seguida colocar e cravar a tampa. As fechaduras para porta interna (PI) da linha F-10 possuem número limitado de segredos, que são definidos no momento em que as tampas e chassis são estampados.

- **Ponto de melhoria identificado:**

A linha de montagem trabalha com todos esses segredos simultaneamente, causando confusão do montador e desperdício de tempo por ser necessária a identificação do segredo utilizado no chassi antes de montar e cravar a tampa.

- **Ações a serem implementadas:**

Para minimizar o tempo gasto com a análise e identificação do segredo, sugere-se a confecção de carimbos a serem colocados nas ferramentas de estampagem, tanto do chassi quanto da tampa, com uma identificação visual que torne mais fácil e rápida a montagem da fechadura, como, por exemplo, uma identificação numérica.

3º Ponto de Melhoria: Ergonomia

- **Etapa do Processo:**

Sabe-se que a ergonomia afeta a qualidade de vida do operador, a qualidade de seu trabalho e sua eficiência. A temperatura, o ruído, a iluminação, a umidade e o

dimensionamento dos móveis devem estar adequados para proporcionar conforto aos trabalhadores.

Na empresa analisada, exaustores eólicos auxiliam na manutenção da temperatura adequada e exigida pela NR 17 (Norma Regulamentadora de Ergonomia). O ruído das máquinas é minimizado a níveis satisfatórios com o auxílio de cabines de isolamento acústico e o uso obrigatório de protetores auriculares por todos os funcionários da fábrica. A iluminação e umidade, também, apresentam níveis aceitáveis pelas normas vigentes.

- **Ponto de melhoria identificado:**

Porém, foi identificado como ponto a serem melhorados, para aumentar a eficiência dos processos, os assentos utilizados e o conforto na execução das atividades realizadas na posição em pé.

- **Ações a serem implementadas:**

Devem ser substituídos as cadeiras e bancos utilizados atualmente por cadeiras industriais ergonômicas giratórias, com regulagem de altura, apoio para os pés, encosto e assento revestidos com espuma.

Nos postos onde é necessário que os funcionários trabalhem em pé, sugere-se a utilização de estrados ergonômicos antiderrapantes que diminuam o impacto dos movimentos, ativam a circulação sanguínea e diminuam a fadiga e dores nas pernas, resultando em maior atenção na operação e maior produtividade. Para estes funcionários, recomenda-se, ainda, o uso de cinta lombar para prevenção de lesões na coluna vertebral.

4º Ponto de Melhoria: Cravação da Maçaneta

- **Etapa do Processo:**

Uma das operações realizadas no setor de Montagem consiste no encaixe e cravação da maçaneta em um perfil em forma de “u” e uma chapa plana. Uma prensa de pequeno porte efetua a cravação ao ser acionada pelo operador após a colocação da chapa plana e do perfil na maçaneta.

- **Ponto de melhoria identificado:**

A bandeja que contém as peças a serem processadas apresenta tamanho bastante pequeno, tornando necessário que o operador pare de produzir para realimentar as bandejas em curtos intervalos de tempo.

- **Ações a serem implementadas:**

Sugere-se utilizar recipientes de tamanho intermediário, de modo que caiba no espaço pequeno destinado à máquina e, ao mesmo tempo, reduza o tempo de realimentação, no qual o operador pára de realizar uma atividade produtiva para realizar outra que não agrega valor ao produto. Outra sugestão seria a contratação de um funcionário que serviria para alimentar as máquinas, não só dessa atividade, mas todas as outras do setor.

5º Ponto de Melhoria

- **Etapa do Processo: Embalagem Fechadura PI**

Já foi citado que as fechaduras PI possuem um número limitado de segredos e a empresa opta por embalar diferentes tipos de segredo na caixa coletiva, para evitar que o cliente compre fechaduras com segredos iguais. Essa embalagem é feita por um embalador que tem à sua disposição, na bancada, fechaduras de todos os segredos.

- **Ponto de melhoria identificado:**

O operador embala a fechadura em caixa individual após a montagem e separa os diversos segredos na bancada, depois o mesmo operário embala as fechaduras na caixa coletiva, alternando os segredos.

- **Ações a serem implementadas:**

Para que o *lead time* desse processo seja reduzido, sugere-se que sejam montados postos de trabalho de forma que cada embalador seja responsável pela embalagem em caixa individual de um tipo de segredo. Outro embalador seria responsável pela embalagem das fechaduras na caixa coletiva e faria essa embalagem em um posto de trabalho central, que permitiria o alcance de todos os segredos.

6º Ponto de Melhoria

- **Etapa do Processo: Injeção**

A empresa possui 35 moldes para serem utilizados em cinco máquinas de injeção em zamac. Os moldes são ferramentas altamente especializadas, projetadas internamente e construídas pela ferramentaria da empresa. O tamanho do componente e sua geometria determinam a quantidade de cavidades que o molde deve ter e, conseqüentemente, o número de peças produzidas por injeção.

- **Ponto de melhoria identificado:**

Os moldes possuem dimensões e pesos diversos, demandando altos tempos de *setup* que tornam o *lead time* do processo ainda maior pela alta frequência de trocas geradas, por sua vez, pela grande quantidade de ferramentas. Após a troca, a ferramenta deve atingir a temperatura ideal de trabalho, velocidade de injeção e tempo de resfriamento, que variam para cada molde.

- **Ações a serem implementadas:**

Sugere-se que os moldes sejam pré-aquecidos antes da troca de ferramenta e que todos os equipamentos necessários, como pontes rolantes, empilhadeiras, ferramentas e fixadores, estejam disponíveis antes da troca. Para maior redução do tempo de *setup*, ainda é possível a utilização de fixadores reguláveis, que permitam a troca de ferramentas de diferentes dimensões sem grandes ajustes na máquina.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta desta investigação contém, em sua essência, dois aspectos que devem ser considerados: trata-se de um estudo de caso que vem atender à necessidade da empresa, de otimizar os processos produtivos, com perspectiva de expansão para as demais linhas de produtos, e simultaneamente, a associação da abordagem conceitual com a prática vivenciada no chão de fábrica.

As medidas possíveis de serem trabalhadas foram mapeadas a partir do método da observação, possibilitando o detalhamento do fluxograma e a descrição das etapas do processo. Posteriormente, as entrevistas informais, feitas com operadores envolvidos diretamente no processo, encarregados e supervisores de produção, auxiliaram na identificação dos pontos de melhoria. Sem fugir do foco do trabalho, foram propostas ações no sentido de implementar procedimentos para melhorar o uso dos recursos produtivos e, principalmente, reduzir os *lead times* do processo, buscando, de forma contínua, a redução do tempo de entrega do produto acabado, aumentando, assim, a satisfação do cliente e a competitividade da empresa no mercado.

Os resultados apresentados destacaram, como potencialidades de melhoria do processo produtivo da linha de fechaduras F-10 da Indústria Metalúrgica Silvana S.A., os seguintes pontos: A utilização de um estoque intermediário, entre os processos de montagem e embalagem, para evitar o alto nível de estoques de produtos acabados necessários para atender à demanda; A confecção de carimbos para serem colocados nas ferramentas de estampo da tampa e chassi da fechadura, com o objetivo de facilitar a identificação visual no momento da montagem; A substituição das atuais cadeiras e bancos por cadeiras ergonômicas, adequadas para uso industrial, e a aquisição de estrados ergonômicos e cintas lombares para melhorar as condições de trabalho e aumentar a eficiência dos operadores; A utilização de recipientes contenedores, de tamanho maiores que o utilizado atualmente, para aumentar os intervalos de tempo entre os reabastecimentos e, assim, aumentar a produtividade; A criação de diferentes postos de trabalho para embalar cada tipo de segredo da fechadura para porta interna; A utilização de princípios da Troca Rápida de Ferramenta, como o pré-aquecimento dos moldes e a utilização de fixadores reguláveis para diminuir o tempo de *setup* das máquinas de injeção.

Ressalta-se, ainda, que o sucesso da aplicação de melhorias no local de trabalho significa o envolvimento de todos os níveis da empresa igualmente. Por isso, considera-se de fundamental importância a definição das prioridades, para a continuidade do estudo nas demais linhas de produtos da empresa estudada.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, Roberto dos Reis; ANTUNES JR., José Antonio Valle. (2002). **Takt-time:** conceitos e contextualização dentro do Sistema Toyota de Produção. Disponível em <http://www.producao.ufrgs.br/disciplinas.asp?cod_turma=383>. Acesso em 17/02/08.
- ALVES, João Murta. **O sistema just in time reduz os custos do processo produtivo.** (s/d). Disponível em <<http://libdigi.unicamp.br/document/?view=32>>. Acesso em 27/03/2008.
- BEUREN, I. M. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade.** São Paulo: Atlas, 2003.
- CERVO, A. L., BERVIAN, P. A., SILVA, R. **Metodologia científica.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração da produção e operações:** manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.
- ELIAS, Sérgio José Barbosa. **Os sistemas de planejamento e controle da produção das indústrias de confecções do estado do Ceará** - Estudo de Múltiplos Casos. Florianópolis, 1999. Disponível em <<http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/>>. Acesso em 18/03/2008.
- GAITHER, Norman; FRAZIER, Greg. **Administração da produção e operações.** 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- RITZMAN, Larry P; KRAJEWSKI, Lee J. **Administração da produção e operações.** São Paulo: Prentice Hall, 2004.
- SLACK, Nigel *et al.* **Administração da produção.** São Paulo: Atlas, 1997.
- TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e controle da produção:** teoria e prática. São Paulo: Atlas, 2007.