

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO
COGEAE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO DE
EMPRESAS CEADE

PRODUÇÃO ENXUTA - A TRANSIÇÃO DE UM LABORATÓRIO ÓTICO
BRASILEIRO, DE EMPRESA LOCAL A UMA EMPRESA DE PORTE
INTERNACIONAL: ESTUDO DE CASO.

DIANA CAROLINA PRIETO ROJAS

SÃO PAULO - SP

2014

DIANA CAROLINA PRIETO ROJAS

**PRODUÇÃO ENXUTA - A TRANSIÇÃO DE UM LABORATÓRIO ÓTICO
BRASILEIRO, DE EMPRESA LOCAL A UMA EMPRESA DE PORTE
INTERNACIONAL: ESTUDO DE CASO.**

Monografia apresentada à Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Administração de Empresas, sob a orientação do Professor Dr Gin Kwan Yue.

SÃO PAULO - SP

2014

AVALIAÇÃO:.....

ASSINATURA DO ORIENTADOR:.....

A mis padres a quienes todo les debo, a mi esposo por su dedicación y paciencia y a todos los que colaboraron en la elaboración de este trabajo.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 APRESENTAÇÃO	1
1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	3
1.3 OBJETIVO DO ESTUDO.....	6
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	6
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	7
1.5 METODOLOGIA	7
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	8
2 FILOSOFIA ENXUTA	9
2.1 SISTEMA EMPURRADO VS SISTEMA PUXADO.	9
2.2 PRODUÇÃO ENXUTA.....	11
2.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO <i>JUST IN TIME</i> (JIT).....	13
2.3.1 FERRAMENTAS DO SISTEMA JIT	16
2.3.1.1 PRÁTICAS BÁSICAS DE TRABALHO.....	16
2.3.1.2 ARRANJO FÍSICO E FLUXO	17
2.3.1.3 LEAD TIME	20
2.3.1.4 DESPERDÍCIOS	21
2.3.1.5 ANÁLISE DO FLUXO DE VALOR	21
2.3.1.6. GARGALO	24
2.3.1.7 TAKT TIME	25
3.1 HISTÓRICO DA INDÚSTRIA ÓTICA.....	26
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	28
3.3 OBJETIVOS DA PRODUÇÃO.....	29
3.4 DESCRIÇÃO DO FLUXO PRODUTIVO.....	30
3.5 ANÁLISES PRELIMINARES	32
3.5.1 PLANEJAMENTO E AGENDAMENTO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.....	32
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Práticas Básicas de Trabalho.....	17
Figura 2 - Análise fluxo de valor.....	22
Figura 3 - Mapeamento do fluxo de valor.....	24
Figura 4 - Gargalho no fluxo da produção	25
Figure 5 - Crescimento do setor ótico entre 2007 - 2010.....	27
Figura 6 - Fluxo do Processo Produtivo das lentes.....	31
Figura 7 - Acúmulo desordenado de lentes.	34
Figure 8 - Fluxo de acúmulo das lentes.	35
Figure 9- Acúmulo das lentes.	36
Figure 10 - Formação de lotes.	38
Figure 11 - Planilha de formação de lotes.....	39
Figure 12 - Layout Antes	41
Figure 13 - Layout depois.	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Diferenças entre produção empurrada e puxada.	10
Tabela 2 - Tipos de arranjos físico.....	18

RESUMO

Como consequência da globalização, a sobrevivência das organizações e de algumas indústrias em particular (automotriz, construção civil, software, etc.) depende da habilidade e da flexibilidade de inovar e executar estratégias que incluam planos de melhoria contínua. A implantação de um sistema de produção enxuta na fabricação de produtos oftálmicos apresenta dificuldades, sendo bem diferente do setor automobilístico, onde inicialmente a produção enxuta foi desenvolvida. Desta forma fizeram-se algumas adaptações dos processos desenvolvidos na indústria automobilística para a realidade do laboratório, além de uma verificação do que pode acontecer quando se modifica o processo produtivo da produção em massa para a produção enxuta.

Keywords: *Lean Production, Produção puxada, Just in Time, Lean Time.*

1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Como consequência da globalização, a sobrevivência das organizações e de algumas indústrias em particular (automotriz, construção civil, software, etc.) depende da habilidade e da flexibilidade de inovar e executar estratégias que incluam planos de melhoria contínua. As empresas estão à procura de novas ferramentas de gerenciamento, em prol de maior competitividade, direcionadas ao aumento da produtividade e qualidade. O presente trabalho visa demonstrar como é possível, através da implantação dos princípios de produção enxuta, obter uma importante melhoria no sistema de produção de uma indústria oftálmica instalada no Brasil.

Segundo Womack (2004), o termo de produção enxuta refere-se ao conceito que busca basicamente ajustar a produção da empresa às necessidades precisas e concretas da demanda e consequentemente ajustar a produção de cada departamento da fábrica à necessidade da seção seguinte na cadeia do processo de produção. Por outro lado, o modelo abrange outros aspectos tais como: organização da produção, do trabalho, do pessoal, da motivação e da formação dos trabalhadores, do serviço ao cliente, do marketing e do enfoque de vendas entre outros.

A implantação de um sistema de produção enxuta na fabricação de produtos oftálmicos apresenta dificuldades, sendo bem diferente do setor automobilístico, onde inicialmente a produção enxuta foi desenvolvida. Desta forma fizeram-se algumas adaptações dos processos desenvolvidos na indústria automobilística para a realidade do laboratório, além de uma verificação do que pode acontecer quando se modifica o processo produtivo da produção em massa para a produção enxuta.

O estudo se baseia na implantação do sistema de produção enxuta através de algumas das suas ferramentas, métodos e técnicas. Foram levados em consideração bem como artigos científicos, sites especializados e consultados vários autores sobre o tema, para o embasamento da pesquisa e das possibilidades de implantação pra melhoria do sistema de produção.

Baseada na Alemanha, a empresa foi fundada em 1877 e é considerada como uma das três empresas mais importantes do segmento ótico na Europa para a produção de lentes progressivas, armações de óculos e óculos solares.

A empresa emprega aproximadamente 4.300 pessoas ao redor do mundo e possui filiais e representações em mais de 80 países ao redor do mundo. Conta ainda com 11 fábricas em 10 países para atender uma venda de 345 milhões de Euros aproximadamente por ano.

Com um investimento de 10% de seu faturamento bruto em pesquisas e novas tecnologias, a empresa desenvolve novas lentes progressivas de alta performance, esse investimento permite também que a empresa tenha em seu portfólio lentes personalizadas, não existindo portanto dois projetos de lentes iguais no mundo, são únicos e exclusivos.

No ano de 2012, depois de um crescimento no volume de negócios e lucro de 7% do seu faturamento bruto, a empresa investiu na aquisição de uma filial no Brasil possibilitando o intercambio e difusão de tecnologias patenteadas de produção. Como resultado desse trabalho, o país torna-se o primeiro fora da matriz na Alemanha, a produzir lentes *Free Form*.

Apesar da transição pela qual a empresa atravessa na busca da implementação dos padrões de fabricação e produção alemã, o laboratório brasileiro diligencia estratégias de melhoria contínua no seu processo de produção, adequando a experiência e boas ideias dos seus trabalhadores em matéria de qualidade, custos e tempos de produção, igualmente

realiza investimentos na capacitação do seu pessoal e na sistematização dos processos de trabalho.

1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Com o advento da globalização dos negócios, as empresas se depararam com derrubada de fronteiras e uma maior exposição a uma diversidade de parceiros, fornecedores, clientes e concorrentes. Aliado a este fator, o desenvolvimento da tecnologia, permitiu melhorias nos produtos, serviços e em seu processo produtivo.

Instaurou-se atualmente um novo cenário, um ambiente mais competitivo que impulsionou as organizações a procurarem por constantes melhorias e excelência em seu ramo de atuação.

A maioria das companhias ocidentais reconhece a importância do modelo de produção enxuta, porém ajustar seus sistemas de produção em massa já existentes, implica em mudanças e transformações profundas, que em certos casos pode ameaçar a sobrevivência da companhia, como aconteceu no caso da empresa Norte Americana General Motors, típico exemplo da transição entre o modelo artesanal e o modelo enxuto numa empresa ocidental, Womack et al (2004).

Em suma, as organizações estão percebendo que somente podem crescer, prosperar e manter sua continuidade se forem capazes de aperfeiçoar seus sistemas de produção, reduzir seus custos, e agilizar o rápido retorno sobre seus investimentos.

No caso particular do laboratório em questão, podemos dizer que ainda está se constituindo como uma empresa de porte internacional, já que a modernização do processo de produção e do sistema de manufatura encontra-se em fase de transição, ainda adaptando-se aos padrões utilizados na sua matriz alemã. Como dito anteriormente, com o objetivo de adotar o modelo alemão, foi apenas no ano de 2012 que a empresa iniciou o processo de modernização da fábrica, mediante um substancial investimento no novo modelo de gestão,

agora sob orientação alemã, dando início a uma série de modificações, físicas, técnicas e de pensamento não somente no setor de produção, mas na empresa como um todo.

A simultaneidade dos fluxos de produção e a produção personalizada são desafios que o setor de produção da empresa enfrenta diariamente, já que dentro do laboratório se produz mais de 30.000 lentes mensais, cada uma delas com características diferentes, que são entregues às óticas em prazos ágeis e conforme as peculiaridades de cada região. Contudo, a alta rotatividade dos seus empregados, a falta de treinamento adequado, a baixa qualificação profissional regional, o espaço reduzido, a desorganização e a falta de motivação do pessoal interferem no rendimento da produção, condicionando o equilíbrio do sistema produtivo, evidenciando a necessidade de uma reorganização não somente do fluxo de produção e sim de modelo de gestão geral.

Neste sentido a diretoria esta tomando diretrizes baseadas no modelo de produção enxuta, tais como a criação de pequenas equipes com um líder que a encabece e instrua seus companheiros dentro da sua área. Esta foi uma das tentativas de melhoria para aumentar o nível de produtividade, visando a eliminação de retrabalho e o desperdício de material com processos aplicados.

Através de uma unidade de produção estabelecida na cidade do Rio de Janeiro e de 5 filiais nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio grande do Sul e Ceará, a empresa fornece lentes para as diferentes óticas do país inteiro. Tanto o sistema de produção quanto o sistema logístico da empresa têm como objetivo respeitar os tempos de processamento contratuais informados aos clientes (Óticas), já que ao contrário o custo de produção se eleva significativamente devido a políticas de descontos nas peças caso o produto não seja entregue na data estabelecida.

No entanto, somente através da implantação dos princípios referentes à produção enxuta tais como, sistema puxado, descentralização de responsabilidades, eliminação de desperdícios, erro-zero, melhoria contínua, entre outros, e não somente com ferramentas isoladas do “universo” da produção, poderiam atingir os objetivos de reduzir ao mínimo os

níveis de estoque, os custos operacionais e finalmente simplificar a cadeia de suprimento para melhorar os prazos de atendimento e entrega. Igualmente nesse processo se gerencia o equilíbrio entre vendas e níveis de estoque, entre os fluxos de produção personalizados e compras para assim ter um controle na distribuição dos custos.

Identificaram-se basicamente os seguintes problemas dentro da cadeia de produção do laboratório, cuja implantação de soluções contendo a visão enxuta pretende-se resolver:

- 1) Mudança de foco da produção de controle de qualidade de produto para o controle de qualidade de processos;

A primeira ação tomada logo após a aquisição da empresa pela multinacional alemã foi um mapeamento da capacidade produtiva de cada departamento. O intuito deste mapeamento era de identificar necessidades imediatas de investimento bem como planejar uma expansão sustentável do volume total produzido.

O resultado imediato desta ação evidenciou o problema principal do qual todos os demais são basicamente uma consequência, esta empresa, como tantas outras que permaneceram no modelo tradicional de produção, algo comum entre empresas locais de pequeno porte que cresceram com o advento da rápida comunicação e maior abrangência dos seus mercados, elevando-as a um nível superior de complexidade, porém ainda acostumadas a um modelo que não segue o mesmo ritmo da sua demanda, ela ainda trazia seu foco na qualidade do produto final e pouco priorizava seus processos.

- 2) Perdas e Retrabalhos

Para Womack et al (2004), a produção enxuta une as vantagens da produção artesanal com as vantagens da produção em massa, que traz consigo maior responsabilidade para a base da pirâmide organizacional dentro das indústrias, dando ao operário a liberdade para controlar seu trabalho, porém aumenta o medo que ele tem de cometer erros que prejudiquem a produção. Nesse novo tipo de produção, os trabalhadores do chão-de-fábrica

precisam conversar entre si a fim de resolver possíveis problemas da produção, entretanto é necessário contar com uma equipe técnica adequada para oferecer suporte.

Portanto para atingir um nível superior de produtividade e qualidade é imprescindível dividir as responsabilidades com o pessoal de chão de fábrica e por isso qualificá-los para que entendam conceitos como índice de quebra, de retrabalho, prazo de entrega, porcentagem de atraso e estatísticas das reclamações mais comuns dos clientes em decorrência dos atendimentos em garantia.

Neste contexto pretende-se responder à seguinte questão-problema: *A implantação do sistema de produção enxuta pode apresentar melhorias no controle de processos na linha de produção num laboratório ótico?*

1.3 OBJETIVO DO ESTUDO

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar o sistema de produção de um laboratório ótico que se encontra na transição de empresa local para sede nacional de uma empresa de porte multinacional e estudar as melhorias na sua cadeia de produção com a implantação do Sistema de Produção Enxuta com o propósito de compatibilizar seu sistema de operações ao sistema modelo atualmente em uso na Matriz alemã.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever o fluxo de produção e as atividades do setor de produção da empresa;
- Analisar as fraquezas do sistema de produção vigente na empresa;
- Avaliar o processo de mudança de produção em massa para o sistema enxuto;

- Propor ações com o fim de compatibilizar o estilo de produção da empresa ao sistema de produção enxuta, cujo objetivo é alcançar padrões internacionais.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

A busca pela eficiência e o aumento da produtividade dentro da empresa em questão impulsionou este estudo sobre a implementação da produção enxuta no processo de fabricação de lentes oftálmicas na indústria ótica, que apesar de estar presente no mercado brasileiro há mais de 20 anos, atualmente se encontra atravessando uma transição visando à transformação da sua produção e padrões de qualidade, em níveis de caráter multinacional.

Nesse sentido, a empresa está recebendo um forte investimento não somente de capital e sim de novos equipamentos e tecnologia, porém devido às mudanças e às novas exigências que demandam este tipo de conjuntura, se tornaram cada vez mais evidentes as deficiências do seu sistema de produção tais como os desperdícios, falta de planejamento e organização, falta de incentivos para seus funcionários, dificuldade no acompanhamento do aumento da produção, baixa produtividade, entre outros.

Por isso se apresenta o modelo de produção enxuta como a oportunidade de melhorar o sistema de produção, minimizando os esforços e reduzindo os custos mediante a adoção de alguns dos métodos de produção enxuta.

1.5 METODOLOGIA

As técnicas que se pretende utilizar no presente trabalho baseiam-se na pesquisa acadêmica da bibliografia, buscando a compreensão do contexto da evolução dos sistemas produtivos ao longo da história, assim como a evolução do comportamento humano diante da necessidade de adaptar-se a essas mudanças. Igualmente, se analisaram dados obtidos referentes à empresa em estudo, por meio das diversas fontes de informação disponíveis como relatórios internos, plano de metas e objetivos, observação direta.

Consequente adotou-se como estratégia metodológica, o método de pesquisa de caráter exploratório. A pesquisa exploratória é usada para realizar um estudo ou um levantamento preliminar do tema da pesquisa, ela pode ser realizada através de amostras que permitem definir as diferentes situações encontradas e a definição do rumo da pesquisa, para posteriormente realizar a análise dos problemas e o diagnóstico da situação. Piovesan e Temporini (1995).

Conjuntamente o método experimental que implica que o pesquisador sistematicamente provocará alterações no ambiente a ser pesquisado de forma a observar se cada intervenção produz os resultados esperados. Wazlawick (2008).

O estudo de caso teve como foco a aplicação de conceitos do sistema de produção enxuta no laboratório principal da sede brasileira, visando introduzir alguns dos métodos de produção e organização a fim de gerar medidas de execução úteis, recursos de apoio dentro da linha de produção, redução do trabalho desnecessário e redução de retrabalhos por defeitos.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo desta monografia descreve sucintamente a origem do desejo e da necessidade de reestruturação administrativa e executiva da produção, de uma empresa do ramo ótico, inserida na conjuntura mundial de mercado, relevando as particularidades do momento da aquisição de uma sede nacional. Para tanto, apresenta a empresa, seu histórico recente e a sua contextualização no âmbito local e global. Este capítulo apresenta ainda a busca dos conceitos mundiais de mais alto nível, disponíveis atualmente, em termos de teoria da produção, e o encontro na teoria da produção enxuta, dos fundamentos para um projeto estruturado de implantação prática de melhorias e crescimento. Finalmente encerra os objetivos geral e específico do presente estudo, detalhando a metodologia escolhida para análise do problema e obtenção de resultados da sua aplicação prática, finalizando com a formulação da questão-problema.

O capítulo seguinte discorre sobre toda a filosofia enxuta e aprofunda a fundamentação teórica do estudo em suas ferramentas. Utiliza-se da base do sistema de produção enxuta para o desenvolvimento do presente estudo, faz também uma análise comparativa entre o sistema empurrado e o puxado, suas vantagens e desvantagens, percorre os fundamentos do sistema Just in Time bem como suas ferramentas, apresenta as práticas básicas de trabalho e a importância do conceito de arranjo físico e fluxo.

Outra parte fundamental deste capítulo é a apresentação dos conceitos de Lead Time e Takt Time, que fundamentam a proposta de sincronia no fluxo da produção como forma de diminuir os tempos de produção, aumentar a produtividade e melhorar o fluxo de produção, eliminando os represamentos e desperdícios. A análise do fluxo de valor consolida a relação tempo x fluxo das etapas produtivas.

O terceiro capítulo apresenta o estudo de caso em questão, situa o caso apresentado com o histórico da indústria ótica e caracteriza a empresa descrevendo seus objetivos, seu fluxo e peculiaridades. Analisa finalmente um dos mais recentes conceitos da produção enxuta que é o planejamento e agendamento dos processos produtivos.

O último capítulo desta monografia traz as considerações finais a respeito dos estudos realizados com base na teoria disponível e abre outras possibilidades de aplicação prática na mesma empresa visando confirmar sua gestão como uma gestão de alto nível e de excelência em produtividade.

2 FILOSOFIA ENXUTA

2.1 SISTEMA EMPURRADO VS SISTEMA PUXADO.

A principal característica da filosofia enxuta é trabalhar com a produção puxada, ao longo do processo. O material só é solicitado se realmente existe a necessidade de sua

utilização, sendo notório o combate ao desperdício contrário ao sistema de produção empurrada, onde acumulam estoques e custos para mantê-los. Alvarez-Ballesteros (2001).

O sistema enxuto difere do sistema tradicional em vários aspectos tais como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1- DIFERENÇAS ENTRE PRODUÇÃO EMPURRADA E PUXADA.

Item	Produção Empurrada	Produção Puxada
Qualidade	Consegue-se através de alto investimento aumentando o custo de produção	Decorrencia natural do trabalho bem feito pela primeira vez
Especialização	Altos níveis de especialização nos escalões de comando.	Os operários são altamente especializados no âmbito operacional
Mão de obra	Obedecem às ordens dos superiores	Participam e influenciam a produção
Fornecedores	Incentivo à disputa, inimigos.	Participam do processo, são colaboradores.
Erros	São aceitáveis, resta corrigi-los.	Base do processo de melhoria.
Set-up	É inevitável, não tem importância.	Deve ser reduzido ao mínimo possível.
Lead time	Maior tempo, melhor produção.	Deve ser reduzido ao mínimo possível.
Filas	Necessárias pra manter a velocidade máxima das máquinas.	Não deve haver filas, a produção deve ser a tempo, sem paradas.
Automação	Dirige o trabalho pra o produto final.	Pode valorizar a qualidade quando empregada de

		maneira adequada.
Custos	Redução pelo incremento de máquinas, altas taxas de produção.	Redução pela velocidade com que o produto passa pela fábrica.
Flexibilidade	Pelo excesso de capacidade, de equipamentos, de estoques e de despesas administrativas.	Pela redução de todos os tempos gastos em todas as etapas internas da organização.
Lotes	Lote econômico de compra.	Quanto menor, melhor.
Fluxo	Empurrado através da fábrica.	Puxado através da fábrica via Kanban.

Fonte: Adaptado de Alvarez (2001)

2.2 PRODUÇÃO ENXUTA

O conceito de Produção Enxuta ou sistema *Lean* pode ser entendido da seguinte forma: O fluxo de produção integrado em lotes pequenos no tempo justo para minimizar estoques, pratica-se a prevenção de defeitos ao em vez da retificação de falhas, a organização é flexível e baseada em equipes de trabalho multifuncionais com mão de obra indireta reduzida, existe participação ativa dos trabalhadores de produção na identificação das causas dos problemas para maximizar o valor agregado e dispõe de uma interação mediante cooperações desde a matéria prima até o cliente. Womack (1992)

A filosofia que abrange o sistema enxuto conta com um princípio de manufatura que reduz o tempo entre a entrada do pedido por parte do cliente, a elaboração do produto e o envio do mesmo ao eliminar as fontes de desperdício. Pode ser também entendido como uma solução pra satisfazer as necessidades dos clientes, produzindo o que é necessário, quando há uma requisição e na quantidade necessária, utilizando o mínimo de recursos (matérias, equipamentos, espaço, etc.). Em resumo, o sistema procura a otimização do fluxo no dia a dia do processo de produção, reduzindo o desperdício.

Segundo estudos de Sohal e Egglegstone (1994); White (1999) as práticas mais comuns que caracterizam esta filosofia são:

Just in Time: Este sistema tem como premissa fabricar apenas os produtos já vendidos. O processo de produção inicia através do pedido por parte do cliente para em seguida gerar a produção de componentes por parte dos fornecedores, que por sua vez fornecem à linha de produção, produtos pré-fabricados na quantidade e qualidade segundo o pedido do cliente. O conceito anterior serve igualmente para o funcionamento interno das diferentes áreas produtivas da empresa.

Eliminação de Desperdícios: Uma das principais metas do sistema de produção enxuta é a eliminação de qualquer tipo de desperdício, principalmente no que se refere a tempos ociosos, espera e de processo que não acrescentam valor ao produto. O processo de eliminação de estoques intermediários e manutenções internas desnecessárias detecta desequilíbrios e problemas de sincronização do processo produtivo.

Terceirização: A produção e provisão do sistema *Just in Time* e a eliminação de deficiências são acentuadas pela tendência de reduzir o tamanho das plantas de fabricação e aumentar a tendência de subcontratar aquelas atividades produtivas que não pertencem às atividades centrais da própria empresa.

Melhoria Contínua: É a consequência da filosofia de defeito zero além de ser um dos objetivos mais importantes da produção enxuta, refere-se à melhora contínua dos processos e a participação permanente de todos os trabalhadores no controle de qualidade. Para o atingimento deste objetivo é necessária a criação de grupos de melhorias, espaços para sugestões tanto individuais como grupais e sistemas de comunicação internos dentro da empresa.

Equipes: Conjuntamente com a melhoria contínua, encontra-se a organização do trabalho em grupo, reunindo os trabalhadores em equipes de trabalho que facilitem a

multifuncionalidade e a rotação de tarefas. Dentro das equipes multifuncionais, cada trabalhador deve realizar tarefas diferentes (manutenção, controle, ensamble, etc.) com o fim de ampliar sua visão na cadeia de produção e consequentemente aproveitar o conhecimento individual como motivação dentro de cada equipe.

Em resumo, os princípios enxutos são:

- Mudança e preparação rápida de ferramentas
- Concentração espacial de peças e ferramentas
- Equipes multifuncionais
- Padronização da produção
- Estoque mínimo
- Melhoria contínua
- Produção Just in time em lotes reduzidos
- Racionalização da maquinaria e linhas de produção.

2.3 SISTEMA DE PRODUÇÃO *JUST IN TIME* (JIT)

Na década de 1980 as filosofias de administração e de produção passaram por uma revolução. O sistema de produção JIT, desenvolvido inicialmente no Japão na empresa Toyota Motor Company, foi o maior avanço no sistema de manufatura e consiste basicamente em um conjunto integral de atividades que tem por objeto a produção de grandes volumes utilizando estoques mínimos de peças que chegam à estação de trabalho justo quando são necessárias. Chase et al (2009).

Taichichi Ohno, pioneiro da implantação do sistema JIT na Toyota, desenvolveu esta filosofia dada à necessidade de fabricar diferentes classes de veículos, em volumes menores, diferente do modelo tradicional americano que trabalhava com quantidades maiores de uma mesma linha de produção. Para alcançar os seus objetivos Ohno percebeu que a quantidade exata de material requerido dentro do processo de produção deveria ser fornecida no momento exato de utilização e não antes, com isto diminuiria o volume de

estoque de material desnecessário, reduzindo também os custos e os desperdícios durante o processo de produção.

Para Slack et al (1999) o sistema JIT é uma abordagem disciplinada, que busca aprimorar a produtividade global e eliminar os desperdícios. Ele possibilita a produção eficaz em termos de custo, bem como o fornecimento apenas da quantidade necessária de componentes, na qualidade correta, no momento e locais corretos, utilizando o mínimo de instalações, equipamentos, materiais e recursos humanos.

Ainda segundo Ohno (1997), o JIT também é conhecido como Produção enxuta ou *Lean Manufacturing*, e trabalha com a melhoria contínua e com a melhoria do desempenho produtivo da empresa. O autor esclarece o significado da produção Enxuta como sendo uma filosofia, que reduz os tempos dos processos, reduz os tempos de entrega dos produtos, reduzindo os custos, com qualidade elevada e reduzindo os desperdícios.

O JIT é uma metodologia de organização da produção que tem implicações em todo o sistema produtivo, quer dizer que propõe métodos de planejamento e controle da produção que incidem em outros aspectos do sistema de fabricação como o design de produto, recursos humanos, manutenção, qualidade etc.

O principal objetivo do sistema é a eliminação de qualquer desperdício, definido por Suzaki (1987) como: Qualquer coisa que não seja utilizar ou consumir o mínimo e necessário de equipamentos, materiais, componentes, espaço e tempo do trabalhador para agregar valor ao produto que se está produzindo.

Tubino (2001) afirma que o sistema JIT está fundamentado nas seguintes premissas:

A) satisfação das necessidades dos clientes tanto interno como externo, mediante o fornecimento de produtos com qualidade, no momento e na quantidade solicitada.

B) eliminação de desperdícios mediante a análise de todas as atividades relacionadas ao processo produtivo e pela eliminação de aqueles que não agregam valor ao produto.

C) Melhoria contínua, também conhecida como *Kaizen*, sempre em procura da perfeição; atender a demanda no momento exato, com ótima qualidade e eliminando os possíveis desperdícios.

D) Envolvimento de todas as pessoas relacionadas ao processo produtivo, por meio do desenvolvimento de uma cultura organizacional participativa.

E) Organização e visibilidade do ambiente de trabalho como requisito fundamental do sistema JIT.

Algumas das principais características do sistema JIT descritas por Correa et.al (2001) podem ser resumidas da seguinte forma:

- Estabelecer o fluxo de produção do produto
- Substituição dos setores de processamento por células de manufatura, onde as máquinas utilizadas na produção são colocadas a produzir uma família de produtos, reduzindo o tempo de fabricação, de movimentação e *Setup*.
- Sob a premissa de reduzir o tempo de troca (*setup*) provocando uma série de benefícios dentre os quais estão: redução de custos totais de estoque, aumento da capacidade produtiva, diminuição de lotes e de tempo de transporte e do *lead time*, entre outros.
- Relação estreita com os fornecedores, já que a quantidade de estoque deve ser reduzida ao mínimo, deve-se estabelecer compromisso de longo prazo, são partícipes dos projetos na fábrica e conhecem as atividade dentro dela.
- Busca da melhoria contínua do processo produtivo *Kaizen*.

- Sistema puxado *Kanban* como base.

2.3.1 FERRAMENTAS DO SISTEMA JIT

Na visão de Slack et al (2009) as seguintes ferramentas são fundamentais para a aplicação do sistema:

2.3.1.1 PRÁTICAS BÁSICAS DE TRABALHO

A partir das práticas básicas de trabalho são definidas as circunstâncias elementares para o início da implantação do sistema JIT. Os principais elementos são:

- **Disciplina:** Seguir os procedimentos preestabelecidos de trabalho e de qualidade de produto.
- **Flexibilidade:** Expandir as responsabilidades ao limite de qualificação das pessoas.
- **Igualdade:** Políticas de recursos humanos injustas e separatistas devem ser descartadas. Deve-se premiar o mérito.
- **Autonomia:** Delegar responsabilidade às pessoas envolvidas nas atividades diretas de produção, concedendo assim autoridade para parar a linha, coleta de dados nos postos de trabalho, com o intuito de solucionar problemas que se apresentem na linha de produção.
- **Desenvolvimento de pessoal:** Capacitação contínua do pessoal, oportunidades de crescimento dentro da própria empresa.
- **Qualidade:** Melhorar as condições de vida dos trabalhadores dentro da empresa, melhoria das instalações, incentivar o envolvimento nos processos, proporcionar atividades de integração e lazer dos funcionários.
- **Criatividade:** Incentivar canais de comunicação entre os funcionários e supervisores que favoreça a sugestão de melhorias dentro do processo produtivo.

Tal como apresentado na Figura 01, os elementos fundamentais se complementam e integram a composição necessária para um conjunto de ações às quais se referem às práticas básicas de trabalho. Elas são de igual importância e indispensáveis para o início dos trabalhos de implantação de um sistema enxuto.

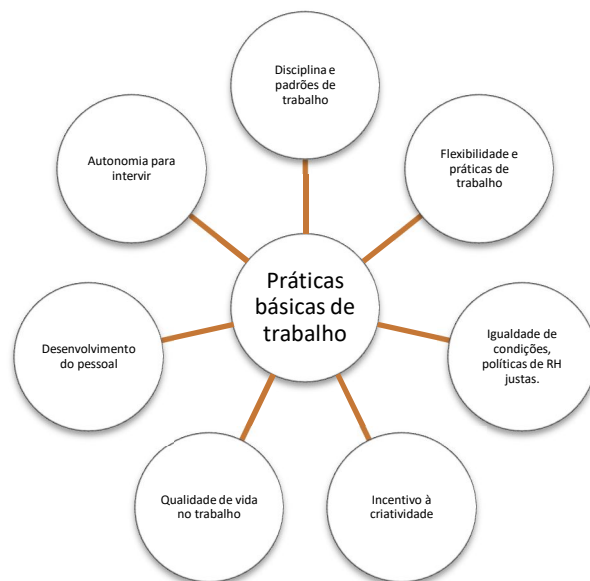


Figura 1 - Práticas Básicas de Trabalho.

Fonte: Adaptado de Slack et al (1999)

2.3.1.2 ARRANJO FÍSICO E FLUXO

O arranjo físico é de extrema importância na produção enxuta, já que dele depende a velocidade em que o produto atravessa a linha de produção (*lead time*) e interfere diretamente também no ritmo de trabalho (*takt-time*). Técnicas de arranjo físico, segundo Slack et al (1999), podem ser usadas para promover um fluxo suave de insumos, de informação e de pessoas na operação.

O planejamento do arranjo físico significa organizar a localização de todas as máquinas, utilidades, estações de trabalho, áreas de atendimento, áreas de armazenamento

de materiais, corredores, banheiros, refeitórios e ainda padrões de fluxo de materiais e pessoas. Slack et al (1999).

Os objetivos do planejamento do arranjo físico da empresa são:

- Melhorar a estrutura da empresa;
- Diminuir o tempo de produção;
- Estabelecer ao operador um posto de trabalho seguro e confortável;
- Flexibilidade nas operações;
- Utilização do espaço disponível da forma mais eficiente possível;
- Diminuir o custo de tratamento do material;
- Minimizar o investimento no equipamento;
- Melhorar o processo de produção;
- Diminuir a variação dos tipos de equipamentos de tratamento do material.

A disposição do arranjo físico será a forma geral do arranjo dos recursos produtivos de operação, que na prática derivam de quatro tipos, referência a Tabela:

Tabela 2 - TIPOS DE ARRANJOS FÍSICO

Tipo	Caraterísticas
Arranjo Físico por Posição Fixa	• Fluxo de produção estacionário. • Os recursos transformados não se movem entre os recursos transformadores. • Ideal para produções de produtos volumosos, porém em pequenas quantidades.
Arranjo Físico por Processo	• Os funcionários e máquinas são dispostos em torno do processo.

	• Prioriza as necessidades dos recursos transformadores. • Agrupa recursos por processos similares.
Arranjo Físico Celular	• Agrupamento por células de um o mais postos de trabalho. • Os recursos transformados são pré-selecionados para movimentarem-se para uma parte específica da produção. • Os recursos transformadores atendem necessidades imediatas de processamento. • Produtos produzidos em pequenas quantidades.
Arranjo Físico por Produto	• Localização dos recursos transformadores segundo a melhor conveniência do recurso que esta sendo transformado. • Suscetível a paradas e menor flexibilidade • Operários e maquinários fixos • Fluxo linear de materiais ao longo da produção.

Fonte: Adaptado de Slack (2011)

2.3.1.3 LEAD TIME

O *lead Time* é uma medida de tempo que esta relacionada com a flexibilidade no processo produtivo e a utilização de matérias primas dentro dele. É o tempo decorrido na produção de um item em uma quantidade típica de lote (ARNOLD, 2009).

O objetivo do conjunto de técnicas desenvolvidas dentro do sistema JIT com relação ao tempo de espera entre o processamento do pedido feito pelo cliente o processo produtivo da matéria prima e finalmente a entrega do pedido, visa reduzir a zero o *lead* de todas a etapas produtivas, diminuir o tempo de espera na fabricação do produto sem aumentar os níveis de estoque.

Tubino et al (2001) apresenta quatro tempos a considerar com relação ao *lead time*:

- Tempo de espera que é o tempo usado pelos lotes para aguardarem sua vez no centro do trabalho.
- Tempo de processamento que se refere ao tempo gasto com a transformação da matéria prima, agregando valor ao cliente.
- Tempo para inspeção neste o tempo é despendido para verificar se o item produzido está de acordo com as especificações exigidas.
- Tempo de transporte quando existe um tempo empregado para movimentar o item, segundo o seu roteiro de fabricação, até o próximo centro de trabalho.

Adicionalmente dentro dos tempos que compõe o lead time do processo produtivo relacionam-se com as chamadas perdas que, segundo Shingo (1997) podemos classificar como:

- **Superprodução:** Produzir mais do que o necessário ou antecipar a demanda.
- **Espera:** Tempo ocioso dos trabalhadores e das maquinas.
- **Transporte:** Aumento do custo de produção.

- **Processamento:** Atividades de processamento desnecessárias dentro da etapa de processamento.
- **Estoque:** Existência de estoques desnecessários de materiais
- **Desperdícios no movimento:** Movimentos desnecessários dos trabalhadores.
- **Desperdício na elaboração de produtos defeituosos:** Perdas por produtos que não atendem a qualidade definida

2.3.1.4 DESPERDÍCIOS

Eliminação dos desperdícios dentro da visão de Melhoria Contínua, ainda de acordo com Giansesi e Corrêa (1993) significa analisar as atividades da fábrica de forma holística, eliminando as que não agregam valor para a produção e consequentemente para os clientes.

Conforme Slack et. al (1999), desperdício é definido como qualquer atividade que não agrega valor:

- Superprodução
- Tempo de espera
- Transporte
- Perdas de tempo no processo
- Estoques
- Movimentação das pessoas
- Produtos defeituosos

2.3.1.5 ANÁLISE DO FLUXO DE VALOR

De acordo com Jones & Womack (2004), a análise do fluxo de valor é o processo de observação direta do fluxo de informação e de materiais conforme eles ocorrem, resumindo-os visualmente e vislumbrando um estado futuro com melhor desempenho.

Mediante esta análise se consegue visualizar de forma mais clara cada um dos processos de manufatura e seus desperdícios, ajudando na otimização do fluxo de produção.

O Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta para visualizar e entender os processos, igualmente ajuda também na identificação de resíduos e possíveis fontes de vantagem competitiva dentro deles. Estabelece uma linguagem comum entre todos os usuários e comunica as mesmas ideias de melhoria com foco no uso de um plano de priorizar os esforços de melhoria.

O fluxo de valor mostra basicamente a sequência e movimento do que o cliente valora. Incluindo materiais, informações e processos que contribuem para obter o que o cliente está interessado na hora da compra.

Esta interdependência é apresentada pela Figura 02, exemplificando o fluxo produtivo desde sua origem na cadeia de fornecimento, passando pela transformação da matéria prima e formação do produto dentro da fábrica, terminando na logística de transporte do produto final entregue ao cliente.

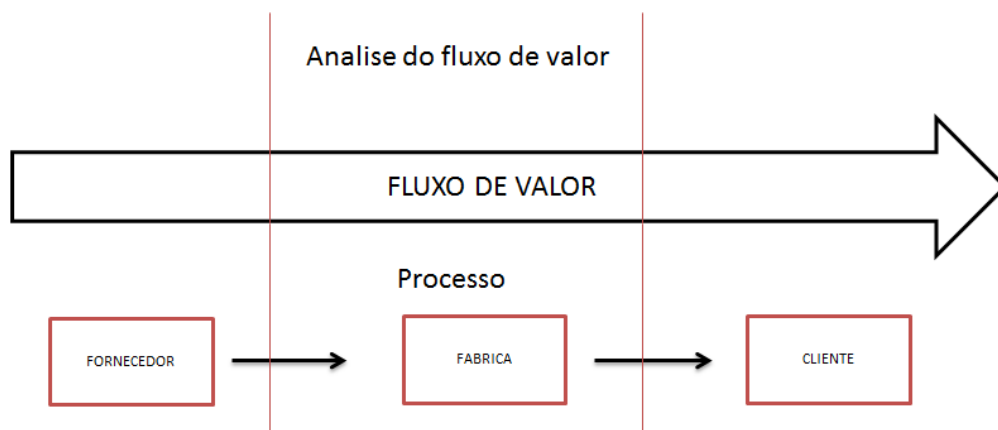


Figura 2 - Análise fluxo de valor

Fonte: Adaptado de Womack (2011)

O fluxo de valor é analisado e mapeado com o propósito de reduzir o desperdício nos processos. No contexto de desenvolvimento, isto significa uma resposta rápida às necessidades dos clientes, tanto para novos produtos e modificações quanto adaptações já existentes.

Para Guinato (1996) e Rother e Shook (1999), os principais benefícios da Análise de Fluxo de Valor (VSM) são:

- Auxílio na identificação das atividades que agregam valor e que não agregam valor.
- Facilidade na identificação de fontes de desperdício ao longo do fluxo de valor.
- Visualização das decisões sobre o fluxo, de modo que possam ser discutidas.
- Forma a base de um plano da implementação do fluxo enxuto.
- Demonstra as relações entre fluxo de material e fluxo de informação.
- Descreve como uma planta deve operar para criar fluxo.

Para a elaboração da análise de fluxo de valor é necessário em primeira instância mapear o fluxo de materiais dentro do processo produtivo e o fluxo de informações do consumidor por trás de cada produto. O mapa de fluxo de uma empresa serve como base para identificar as interfaces de desperdícios enquanto encaminha os recursos através da cadeia.

A figura 03 demonstra graficamente as etapas envolvidas no processo de elaboração do fluxo de valor, o primeiro passo para sua elaboração é desenhar o estado atual, feito a partir de dados da empresa, com isto levantam-se as informações necessárias para desenvolver o estado futuro. As setas entre o estado atual e futuro têm duplo sentido, porque as ideias do estado futuro virão a aparecer quando mapear o estado atual. Da mesma forma, projetar o estado futuro mostrará informações sobre o estado atual que ainda não foram percebidas. De este modo, o passo final se resume a preparar um plano de trabalho e implementação visando ao estado futuro. Em outras palavras é uma estratégia de melhoria contínua.

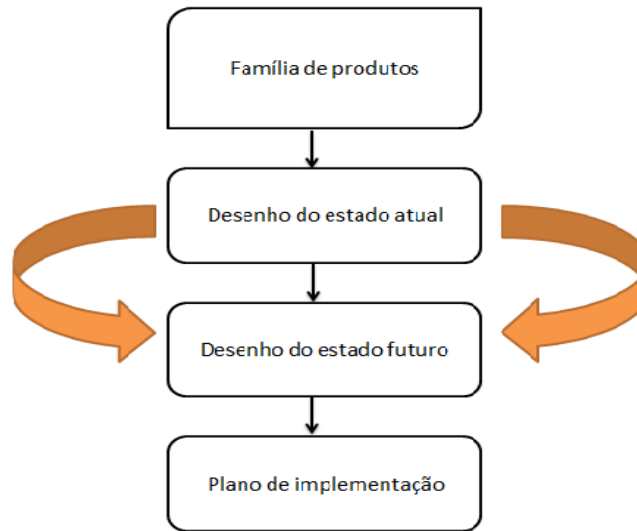


Figura 3 - Mapeamento do fluxo de valor

Fonte: Adaptado de Rother e Shook (1999)

2.3.1.6. GARGALO

As falhas no sistema produtivo dentro do fluxo de produção, retrabalhos, quebras e perdas de insumos são em parte as maiores restrições dentro do processo produtivo de transformação de matérias-primas em qualquer indústria. A identificação preventiva de este tipo de falhas ou gargalos, através do correto diagnostico e aplicação de melhorias contribui diretamente na diminuição dos custos de produção por processos e no aumento da lucratividade.

Para Pessoa (2003) entendesse como Gargalo qualquer obstáculo no sistema produtivo que restringe e determina o seu desempenho e a sua capacidade de obter uma maior rentabilidade. Em um processo produtivo, o gargalo é a etapa com menor capacidade produtiva e que impede a empresa em atender plenamente a demanda por seus produtos.

Diagnosticando de forma correta os gargalos presentes no fluxo de produção facilitara o uso da capacidade plena do sistema produtivo, diminuindo o tempo de processo mediante a aplicação de métodos de melhoria contínua.

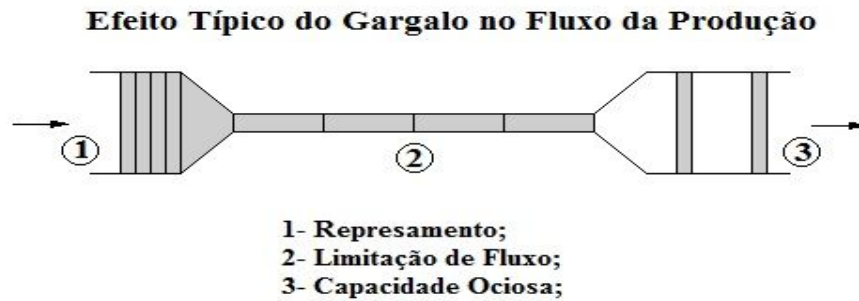


Figura 4 - Gargalo no fluxo da produção

Fonte: Adaptado de Slack (1999)

2.3.1.7 TAKT TIME

De acordo com Rother & Shook (2003), o *takt time* é a frequência com que se deve ser produzida uma peça ou produto com o objetivo de atingir a demanda proveniente dos clientes.

Segundo os autores o *takt time* pode ser calculado a partir da seguinte fórmula

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo de Trabalho Disponível por Turno}}{\text{Demanda do Cliente por Turno}}$$

O takt-time é definido a partir da demanda do mercado e do tempo disponível para produção; é o ritmo de produção necessário para atender a demanda. Matematicamente, resulta da razão entre o tempo disponível para a produção e o número de unidades a serem produzidas.

Iwayama (1997) afirma que o takt-time é o tempo alocado para a produção de uma peça ou produto em uma célula ou linha.

3. ESTUDO DE CASO

Neste capítulo é apresentado um breve resumo da indústria ótica oftálmica no Brasil e da empresa em estudo. São analisados os pontos fortes e fracos no sistema de produção, é feita também uma análise sobre as mudanças depois de implementar o sistema *Just in time* e por último faz-se uma breve conclusão dos benefícios que o sistema JIT pode trazer para a empresa.

3.1 HISTÓRICO DA INDÚSTRIA ÓTICA

Conforme as informações da Abióptica (Associação Brasileira da Indústria Óptica), o segmento da indústria ótica no Brasil passou por duas grandes fases de adaptação a mudanças estruturais. A primeira delas foi a fase de adequação à conjuntura macroeconômica global, devido aos seguintes fatos particulares.

1) A entrada de empresas multinacionais do ramo, principalmente nos setores de produção/importação/distribuição de lentes e armações gerou:

- Maior competitividade no setor, forçando a indústria nacional a sair de um processo de acomodação em seus principais processos: design, produção e marketing/vendas;
- Pressão por parte deste elo da cadeia produtiva no sentido de redução da informalidade junto a distribuidores, laboratórios e varejo.

2) Influência da presença no mercado brasileiro de produtos fabricados no leste asiático, principalmente da China:

- Enfraquecimento na relação entre os fabricantes/importadores e o varejo, além da fragilização de ambos os segmentos.

- Aumento da informalidade, em seus vários aspectos: pirataria, contrabando e sonegação.
- Condições propícias ao surgimento de uma estrutura de varejo sem qualificação, seja em termos de qualidade do produto, capacitação técnica ou atendimento ao cliente.

A indústria ótica brasileira, segundo a última pesquisa de 2010 realizada também pela Abióptica, demonstrou que existe uma evolução do volume financeiro comercializado no ano de 2010 com relação ao volume da última pesquisa realizada em 2007. Como se pode observar na figura 04, “os dados iniciais, apontam uma evolução nos últimos três anos no número total de ópticas em torno de 12% e do número total de estabelecimentos que prescrevem óculos em 10%. Este número é superior ao crescimento populacional com base em dados do IBGE que ficou pouco abaixo de 4% no período.”

A região com evolução relativamente maior em relação ao número de óticas foi a centro-oeste, em contraste com o norte e sul que registraram os menores índices de crescimento.

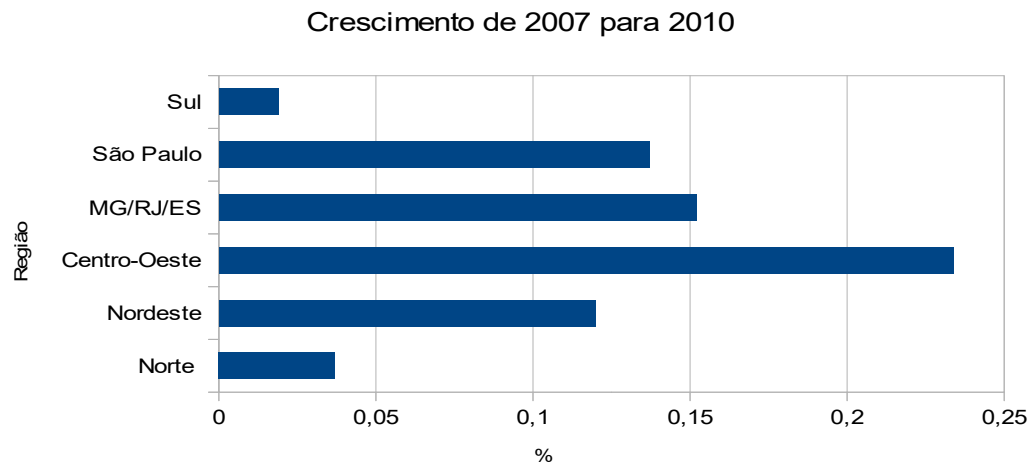


Figure 5 - Crescimento do setor ótico entre 2007 - 2010

Fonte: Abióptica (2010)

Atualmente as estratégias das empresas fabricantes/importadoras estão concentradas da seguinte forma:

- Investimento em produtos com alto grau de tecnologia.
- Incorporação dos óculos como elementos de moda, compondo a imagem do consumidor em seu processo de identificação/referência com a marca.
- Verticalização da cadeia produtiva, mediante a integração entre produção, distribuição/processamento e a comercialização,
- Busca de economia de escala, bem como de agregação de diferenciais competitivos através do crescimento como resultado de novas fusões e aquisições.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

A empresa é uma fabricante líder de lentes oftalmológicas e armações de óculos, na Alemanha. Foi fundada em 1877, sua matriz esta localizada em Munique com mão de obra mundial de aproximadamente 4,300 colaboradores e representada em mais de 80 países com parceiros subsidiários e distribuidores. A empresa mantém um total de 14 localizações em 12 países na produção de lentes oftálmicas.

O momento atual da sede da empresa no Brasil é de integração, o que significa que o laboratório brasileiro está em processo de adoção de novos padrões alemães e por sua vez conservando aquilo que tradicionalmente cumpriu com as exigências para a satisfação dos seus clientes locais. A transição da empresa passa desde as mudanças gerenciais, processos e sistemas, produção, até qualidade e inovação.

O ramo da empresa são os produtos de porte, porém o mercado ainda é relativamente pequeno, devido ao elevado grau de especialização em lentes progressivas no segmento de alto valor agregado.

Hoje existe um laboratório central atendendo a todo o mercado brasileiro, e filiais em São Paulo, Porto Alegre, Belo Horizonte, Curitiba e Fortaleza.

3.3 OBJETIVOS DA PRODUÇÃO

O sistema de produção tem dois objetivos, o primeiro no nível operacional e em seguida no nível estratégico.

- Operacional, Apoio no alcance dos objetivos das unidades de produção;

As pessoas responsáveis pela produção são supridas com todas as ferramentas necessárias para alcançar seus objetivos. Exemplo, disponibilização de ferramental adequado, como uma caixa de ferramentas de calibração de maquinário em conjunto com o manual de instruções para correção de problemas relacionados, permitindo assim o processamento eficiente, rápido e sustentável de qualquer defeito de qualidade e produtividade que se apresente na cadeia de produção.

- Estratégico, Criação contínua e padronização do nível das instalações de produção local seguindo padrões internacionais;

O anterior aplica às operações de maquinário, manutenção, qualificação dos trabalhadores, visualização do sistema de melhoria continua permitindo a sistematização e a sustentabilidade do sistema de produção.

Apesar da transição, pela qual a empresa atravessa na busca da implementação dos padrões de fabricação e produção alemã, o laboratório brasileiro diligencia estratégias de melhoria contínua no seu processo de produção, adequando-se à experiência e boas ideias dos seus trabalhadores em matéria de qualidade, custos e tempos de produção, igualmente realiza investimentos na capacitação do seu pessoal e na sistematização dos processos de trabalho. Visitas técnicas recebidas de especialistas alemães também são frequentes em toda a abrangência da aplicação da nova metodologia. Principalmente na área de controle de qualidade de processos e agendamento do volume de ordens de serviços, planejamento inteligente diário para evitar formação de gargalos e filas de espera nos departamentos de menor capacidade produtiva.

3.4 DESCRIÇÃO DO FLUXO PRODUTIVO.

Os pedidos chegam ao laboratório pelo setor de atendimento que podem ser feitos através de fax, telefone ou internet. As informações são passadas *on-line* para o estoque, que determina qual é a base externa do bloco a se usar mediante a dioptria (unidade de medida da potência de uma lente corretiva ou grau) desejada. Depois da separação do bloco, o pedido segue para o setor de produção.

O processo de industrialização é dividido em três macro setores: Surfaçagem (processo de confecção das superfícies das lentes) dos blocos, tratamentos de superfície e montagem das lentes. Já no laboratório o bloco passa por um processo de avaliação, antes de sua industrialização, neste processo é analisada a estrutura física e especificação técnica (base e adição) com o objetivo de encontrar alguma possível imperfeição.

Após passar pelo processo de avaliação o bloco vai para o setor de Cálculo, neste setor são feitos os cálculos matemáticos de acordo com o tamanho, tipo e formato da armação, para determinar a espessura e a curvatura interna da lente. No caso das lentes progressivas também é feito o cálculo matemático “projeto” da curva progressiva que permite ao usuário ter vários pontos focais e desta forma obter uma contínua correção de dioptria ao longo das distâncias visuais de perto e longe.

No laboratório, um *software* servidor auxilia o processo de cálculo de espessura de lente e transmite os dados para a blocadora e para o gerador de curvas, máquinas responsáveis pelo processo de construção da curvatura das lentes por usinagem em torno mecânico de cálculo numérico (CNC), cujos processamentos são computadorizados e podem trabalhar interligados com o software.

Depois de calculadas as lentes em seguida são aderidas a um suporte metálico (blocadoras) para que possam ser usinadas nas máquinas geradoras de curvas. Após a usinagem ainda existem os passos de polimento, marcação laser e personalização. Depois da conferência técnica, as lentes são encaminhadas para o setor de Controle de Qualidade

final, onde acontece a inspeção de sua estrutura física com o objetivo de encontrar qualquer imperfeição da parte interna e externa e verificação da correção da dioptria desejada.

Posteriormente e quando solicitado pelo cliente, as lentes podem receber tratamentos de endurecimento para maior durabilidade e resistência a riscos, ou para aumento de transmissão ótica e com isso apresentar maior nitidez de visão, além de outras facilidades como diminuição da eletricidade estática, típica de resinas plásticas após o atrito gerado no momento da limpeza. Estes tratamentos são excelentes fatores que agregam valor ao produto e aumentam enormemente a lucratividade do produto final.

O laboratório utiliza um sistema que transmite os dados por meio da *Internet*, os dados estatísticos são compartilhados com a Matriz na Alemanha e similarmente no caso das representações da empresa ao redor do mundo, são estas conexões via internet que permitem a realização do cálculo, pois os computadores servidores e todos os softwares matemáticos são de propriedade da matriz e somente os dados de entrada e saída transitam em alta velocidade, toda a tecnologia da informação é centralizada, pois constitui a inteligência da empresa e é confidencial.

As armações em sua grande maioria permanecem na loja e as lentes são enviadas somente para serem cortadas nas medidas exatas montadas. Dessa maneira se reduz o prazo de entrega dos pedidos, que são despachados pelo correio ou transportadoras expressas.

Na visão geral do fluxo do processo, cada uma das etapas descritas acima é apresentada na figura 05 como um bloco, explicitando seu sequenciamento.



Figura 6 - Fluxo do Processo Produtivo das lentes.

Fonte: A Empresa 2014.

3.5 ANÁLISES PRELIMINARES

Por meio da observação do processo de produção na fabricação de lentes, da empresa em questão, foi possível constatar a necessidade de implantação de um sistema de melhorias, baseadas no pensamento enxuto, que ajudasse ao sistema produtivo a melhorar a eficiência da produção, evitar acúmulos de trabalho, esquematizar os tempos de produção, diminuir os retrabalhos e perdas, atrasos de entrega, reduzir os desperdícios de tempo, mão de obra e material, e finalmente aumentar a produtividade

O crescente aumento no volume de produção, decorrente do investimento feito pela matriz alemã após a aquisição do laboratório local, e de algumas parcerias firmadas internacionalmente com cadeias de óticas também presentes no mercado brasileiro, provocou um crescimento desorganizado da estrutura produtiva, evidenciando os problemas pré-existentis tais como a falta de padrão de trabalho, controle na saída e entrada das lentes no processo, desorganização no espaço de trabalho, entre outros, que até então podiam ser controlados, pois o volume pequeno de produção o permitia.

3.5.1 PLANEJAMENTO E AGENDAMENTO DOS PROCESSOS PRODUTIVOS.

O padrão de fluxo do processo de produção do laboratório prevê a execução de várias tarefas uma após a outra, cada uma delas agrega valor ao produto final mediante o uso de tecnologias avançadas e tratamentos específicos. Dentro das etapas do processo produtivo do laboratório existem dois tipos de fluxos que se executam sequencialmente e que exigem uma sincronia entre si, o fluxo unitário e o fluxo por lote.

As etapas que possuem fluxo unitário correspondem àquelas tarefas cuja transformação ocorre unidade a unidade, ou seja, lente a lente. Neste tipo de fluxo cada lente de um par é considerada uma unidade a ser processada e é denominada meio par, enquanto o fluxo por lote se refere à todas as etapas onde o processamento de mais de uma unidade ocorre simultaneamente. O agrupamento de unidades a serem processadas

simultaneamente é denominado de lote. Um lote pode usualmente ser constituído de 6, 30 ou 60 unidades (lentes).

Observou-se que quando se intercalam etapas de fluxo unitário com etapas de fluxo por lotes, surgem as necessidades momentâneas de tempo de espera para formação do lote. A primeira lente em uma sequência de formação de lotes tem o maior tempo de espera, entre todas as lentes que compõem um mesmo lote, a lente seguinte tem menor tempo de espera e assim sucessivamente até a chegada da última lente para completar o lote. A última lente não necessita aguardar, pois uma vez completado o lote ele é processado imediatamente.

A transição de fluxo de lotes para fluxo unitário obedece à lógica inversa, a primeira lente a iniciar a formação do lote é a primeira que segue o fluxo unitário imediatamente após o término do processamento de lote, as lentes seguintes têm um tempo de espera maior e assim proporcional e sucessivamente até a desmontagem completa do lote pela última lente que espera o tempo máximo.

O tempo de espera total de cada lente, somando-se o tempo de espera na montagem e na desmontagem é igual, e é denominado na indústria ótica tempo de transição. O tempo de transição é contabilizado como tempo improdutivo na consideração do tempo total de processamento de cada lente, e será tão menor quanto maior for a agilidade da etapa de formação de lote, por isso neste tipo de indústria torna-se essencial otimizar os tempos de transporte, movimentação das caixas contendoras e a logística dos postos de trabalho envolvidos. A revisão de arranjo físico neste caso é fundamental para a obtenção de melhoria no fluxo da produção.

A entrada desordenada de novas ordens de serviço no fluxo da produção sem que se respeite a capacidade de digestão do volume inserido e o tempo de processamento de cada departamento, resulta em volumes represados que demandam áreas de armazenamento tal como ilustrado na figura 06, sendo elas formais e informais (desperdício de espaço),

deixam um volume considerável de lentes (produto frágil), exposto ao risco de alteração de ordem de processamento, e danos que exijam retrabalho ou resultem em quebras.



Figura 7 - Acúmulo desordenado de lentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

É aí onde se apresentam o maior número de gargalos que atrasam o *Takt Time* dos processos. (Por gargalo se refere à etapa da produção com menor capacidade, cuja velocidade dita o ritmo do fluxo nas demais etapas do processo). Pode-se verificar gargalo tanto nas fases de produção em lote quanto nas fases de produção unitária.

Na figura 07, apresenta-se o modelo ideal de *Takt Time* onde os fluxos unitários e por lote são sincronizados e respeitam os gargalos da produção, fluindo suavemente, sem interrupção, constante e sem represamento.

Procedimento de Agendamento da Produção

Fluxo-unitário – Lote – Fluxo-unitário

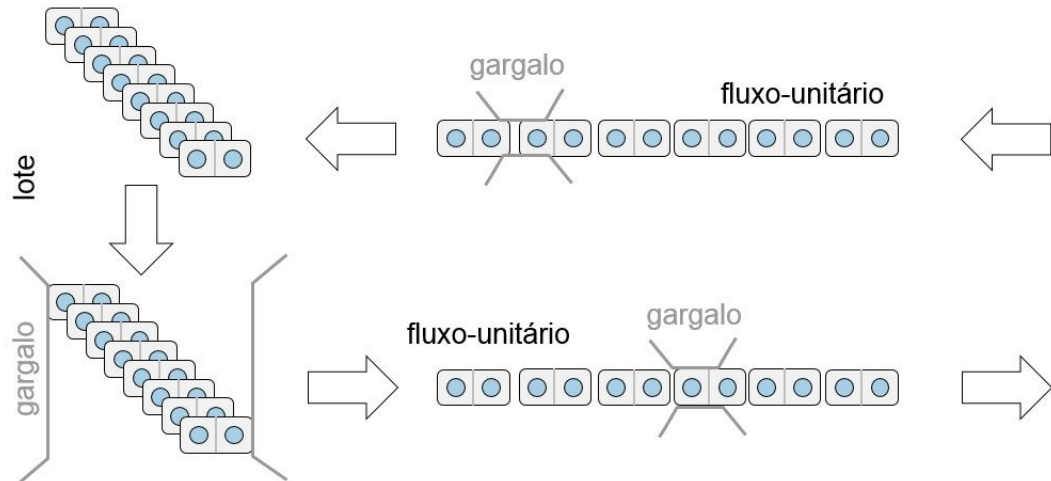


Figure 8 - Fluxo de acúmulo das lentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O procedimento de agendamento da produção concilia os fluxos de produção unitários e de lote, e determina a definição dos tempos de cada atividade, desde a entrada, representada na figura 07 pela fila de pares de lentes a serem processadas, englobando as etapas de menor capacidade e produtividade que represam o fluxo (gargalo unitário), convertendo-se em seguida para fluxo de lotes, no qual também podem ser limitados em produtividade e/ou capacidade, seja por razões humanas ou de equipamentos, até o retorno para fluxo unitário. Cada um dos tempos parciais de processamento, sejam de espera, formação de lotes, processamento unitário, processamento de lotes, compõem o Takt Time.

Todas as unidades de produção inseridas no processo produtivo sem que este tenha capacidade de digerir, se acumulam nos postos de trabalho, ocasionando desperdício de tempo e espaço, aumento nos índices de erro e finalmente retrabalhos e quebras.

De igual forma, gera alta rotatividade nos postos de trabalho, devido a que os operários são forçados a compensar as ociosidades do fluxo pontuais em algumas etapas da produção e consequentemente sem controle da produtividade.

Na figura 08, exemplifica-se o problema de se inserir na linha de produção, quantidades indiscriminadas de ordens de serviço, sem respeitar as limitações de cada etapa.

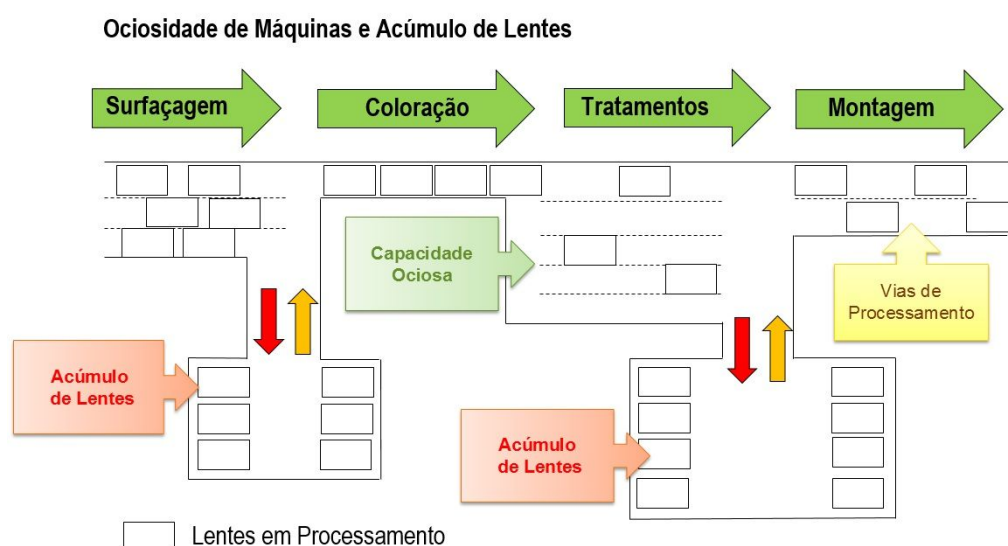


Figure 9- Acúmulo das lentes.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na figura, as vias de processamento correspondem à capacidade de cada equipamento ou setor. As lentes em processamento fluem através das etapas do processo de acordo com a capacidade das vias de processamento.

O gargalo ou afunilamento do fluxo acarreta em acúmulo de lentes até que haja uma interrupção temporária da entrada de novas unidades. Estas lentes acumuladas formam uma fila de espera que representam desperdício de tempo e de espaço no processo, elas devem ser reduzidas ao máximo e se possível eliminadas.

Antagonicamente, quando as lentes passam de uma etapa com menor capacidade para uma de maior capacidade, representado na figura a seguir pelo alargamento das vias de processamento, surge uma capacidade ociosa, e constitui desperdício de capacidade produtiva.

Na prática, a forma correta de solucionar este problema é o represamento planejado de lentes, para que as etapas com menor capacidade de produção realizem a mesma quantidade de trabalho, porém num maior período de tempo. É preciso diminuir ao mínimo os acúmulos e represamento de lentes, homogeneizando as capacidades nas diferentes etapas do processo. A entrada de unidades para processamento estará limitada pelo gargalo da produção.

O *lead time* de fabricação depende principalmente da fila. A fila, por sua vez, depende da quantidade do pedido e da programação. A redução do tempo de preparação causa uma redução na quantidade do pedido, no tempo de fila e nos lead times ARNOLD (2009).

Em outras palavras, o represamento de lentes é virtual, pois os pedidos existentes na base de dados da produção somente serão efetivamente liberados para o chão de fábrica se o fluxo tiver capacidade agendada de produção.

Na figura 09, pode-se observar a formação dos lotes liberados para a produção segundo o agendamento da produção, sempre em iguais quantidades de lentes, cuja capacidade de processamento é previsível e planejada. Esta forma simplifica e facilita o controle permitindo um acompanhamento visual por parte dos operadores e dos líderes.



Figure 10 - Formação de lotes.

Fonte: A empresa 2014

Para que o agendamento da produção pudesse ser efetivamente planejado e controlado, foi desenvolvida a seguinte ferramenta de controle de fluxo, denominada Planilha de Formação de Lotes.

A inclusão desta ferramenta na produção melhorou a característica de planejamento da produção da empresa. Historicamente focada no planejamento e controle unitário da produção, a empresa passou a planejar, controlar e analisar estatísticas baseadas no volume de lotes produzidos, desta forma a empresa elevou sua capacidade de planejar e produzir, para novos patamares em termos de volume de produção, condizentes com o potencial de crescimento estimado para o mercado local. Desde a separação dos blocos no estoque, transcorrendo-se entre todas as etapas de produção de fluxo unitário e fluxo de lotes, com o auxílio desta ferramenta já se pode planejar e prever a quantidade de lotes produzida diariamente.

Tal estratégia foi tão eficiente que influenciou diretamente na forma de análise da capacidade total de produção da fábrica, como também na forma do planejamento de investimentos em maquinário, prevendo crescimento da produção em função da crescente demanda e necessidades tecnológicas específicas para eliminação dos gargalos.

A ferramenta utilizada para planejamento e agendamento da produção apresentada na figura 10, engloba todas as etapas da produção onde o fluxo é unitário, em seguida lotes de 30 lentes, posteriormente lotes de 06 lentes e finalmente lotes de 60 lentes até voltar a ser fluxo unitário.

PREPARAÇÃO DE ENTRADA DE LOTE PARA TRATAMENTO															CG	HC	AR
															RG 003	**	**
Nº do lote AR	Tipo de tratamento				Índice				Quantidade						Data		
															Turno		
															Início (horas)		
															Nome		

d	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	Qtde
	1				2			3			4			5		
e	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	

d	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	Qtde
	6				7			8			9			10		
e	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	

	1	2	3
diâmetro			
quantidade			
segmento			

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nº do braço HC											

1	Nº da bandeja		Nº do forno		Data	
2	Nº da bandeja		Quantidade		Início (fornada)	
					Nome	

Figure 11 - Planilha de formação de lotes

Fonte: Elaborado pelo autor.

No cabeçalho, além das informações sobre data, hora, turno e nome do responsável técnico, se encontram as informações a respeito do processo a ser aplicado àquele grupo de lentes. Número do lote, tipo de tratamento superficial, índice de refração do substrato bruto e quantidade total do lote para contemplar algum caso eventual de que o lote não esteja completo (exclusão por reprocesso ou quebra).

Nos dois quadros seguintes, encontram-se 60 posições de agendamento, divididas em dois campos de 30 posições, sendo os números ímpares alinhados ao lado da letra (d), para indicar lado direito e os números pares alinhados ao lado da letra (e), para indicar o lado esquerdo do par de lentes. Cada campo de 30 posições é numerado com o número da bandeja organizadora previamente agendada, seu número é fixo e é registrado no quadrado à margem esquerda do quadro. Estes campos são subdivididos em 5 áreas de 6 posições numerados de 1 a 5 e de 6 a 10.

As lentes ainda são sub agrupadas por diâmetro, devido à otimização no tempo de ajuste (set up time) do suporte para o processamento na etapa de metalização cujo lote é de 60 lentes.

Finalmente na etapa de endurecimento por imersão onde as lentes são processadas em lotes de 6 lentes, os braços são agendados e registrados no campo seguinte da tabela identificado pelo título Número do Braço. Os braços são reunidos de 5 em 5 completando bandejas identificadas por números e dirigidas aos fornos também identificados e previamente reservados e com registro de hora data e responsável pelo processamento.

Esta ferramenta permitiu o controle e planejamento das principais etapas do fluxo do processo, otimizando os tempos de produção e fundamentando a reorganização do layout da área do departamento de tratamento por imersão.

O layout anteriormente existente, exibido na figura 11, exigia melhorias para possibilitar a implantação de um fluxo enxuto. As linhas que representam a movimentação dos produtos e das pessoas, cruzando desordenadamente, constataam as necessidades de reformulação.

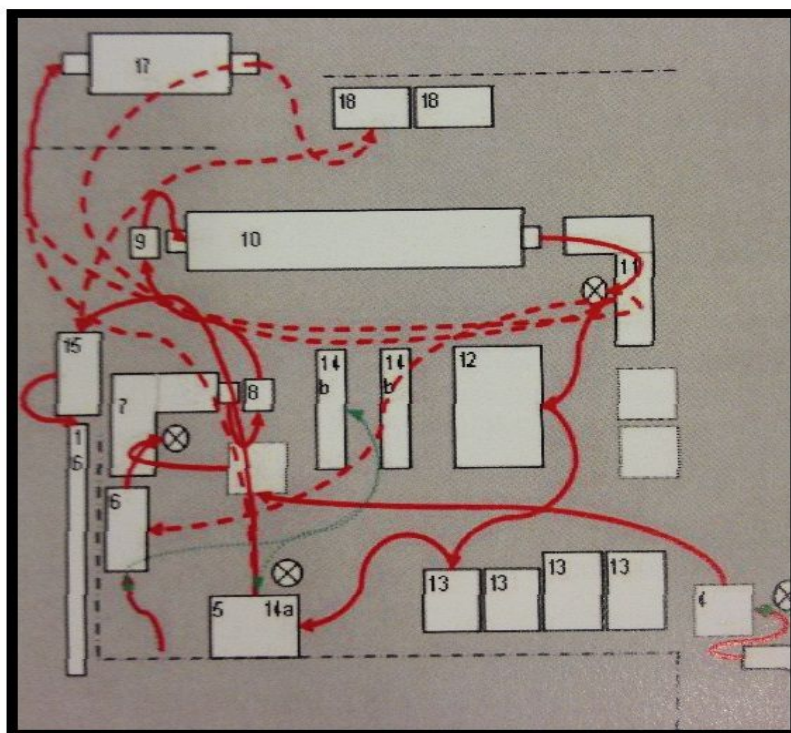


Figure 12 - Layout Antes

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em princípio, o antigo *Layout* da área de tratamento por imersão, mostrava uma sequencia de fluxo não linear, sem aparentemente uma lógica de processamento. A linha vermelha contínua representa o passo das lentes dentro do tratamento e a linha intermitente representa o passo das caixas de transporte que contém as lentes, porém dentro de esta área específica não acompanham as lentes devido a parâmetros de limpeza que precisam ser mantidos em prol da qualidade. O círculo representa a movimentação dos operários durante o processo.

Observa-se que as linhas cruzadas e os longos trajetos são a representação da falta de organização desse tipo de arranjo, que prioriza o espaço físico e não o fluxo de materiais ao longo do processo.

O novo layout otimizado sugerido, demonstrado na figura 12, baseia-se na organização do espaço em U. Segundo Rother e Harris (2002), este tipo de layout é definido como o arranjo de pessoas, máquinas, materiais e métodos em que as etapas do processo estão próximas e ocorrem em ordem sequencial, através da qual as partes são processadas em fluxo contínuo. Agrupando as lentes então de acordo com a similaridade de processo a tratar.

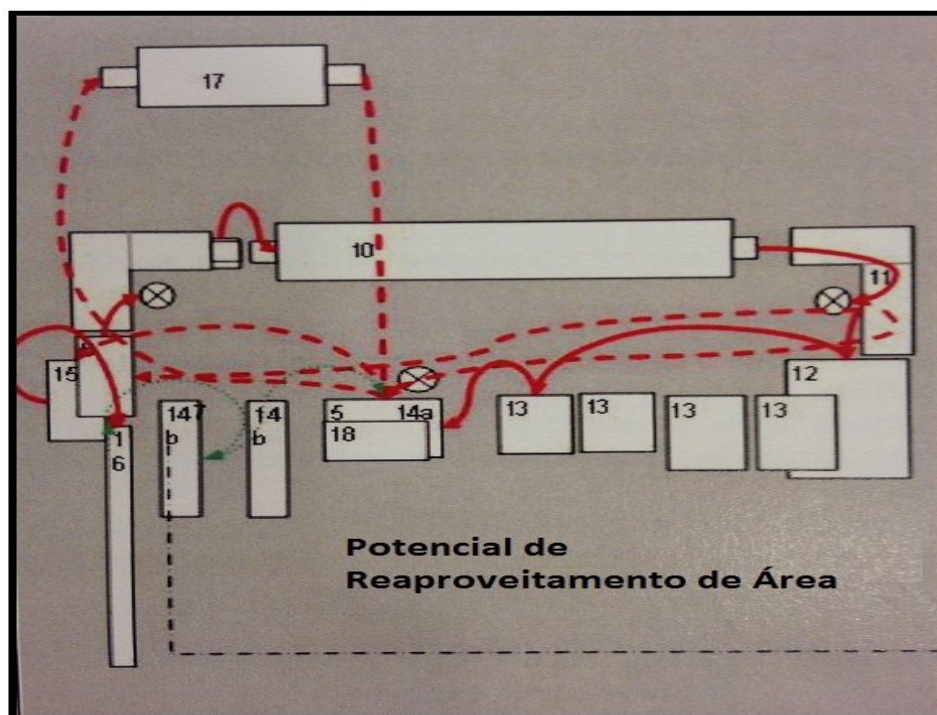


Figure 13 - Layout depois.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A vantagem deste tipo de re-organização de arranjo dentro da área de imersão, evidenciou a existência de espaço adicional pra crescimento dentro do próprio setor, diminuiu e limitou o numero de locais permitidos para a presença de caixas durante o

processamento dos lotes, identificou e eliminou 11 trajetos informais aos quais escapavam do controle e dos dados estatísticos.

Com relação às funções dos operadores, fixou-se as posições de trabalho de cada posto de processo, reduzindo a movimentação dos operadores entre as máquinas, como comprovado pelos fluxos apresentados pela linha verde dentro da figura acima.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento do presente estudo, foram propostas as aplicações das ferramentas do sistema de produção enxuta, mais precisamente da filosofia Just in Time como forma direta de melhoria do tempo de produção, transcendendo também ao âmbito da organização espacial com a proposição de novo layout, como forma de eliminação de desperdícios de tempo e espaço e fundamentar as repostas às questões originadas do problema: *A implantação do sistema de produção enxuta pode apresentar melhorias no controle de processos na linha de produção num laboratório ótico?*

No tópico “Arranjo Físico e Fluxo” foi possível discorrer sobre as particularidades, vantagens e desvantagens de cada modelo, além das características do layout para a aplicação do Sistema de Produção Enxuta na indústria ótica.

Mais adiante, na análise do tópico “Desperdícios”, como forma de embasar as proposições práticas, encontraram-se os fundamentos necessários para visualizar no chão de fábrica os espaços potencialmente disponíveis e desperdiçados devido à má organização do fluxo. Mostrou-se a interdependência entre Arranjo Físico e Fluxo e como essas ferramentas auxiliam a visualização, o manuseio e a tomada de decisão.

No caso estudado verificou-se na teoria e portanto propõe a implantação prática de uma nova disposição de maquinário, fluxo de materiais e de postos de trabalho, como transformação da produção e aplicação da melhoria contínua usando algumas das

ferramentas que contribuíram no projeto real de um novo layout para um Sistema de Produção Enxuto.

Posteriormente na investigação feita no tópico “Análise de Fluxo de Valor” pôde-se levantar o fluxo de produção atual com o propósito de encontrar o fluxo futuro otimizado corrigindo falhas localizadas, identificar em quais fases do fluxo futuro e do projeto do novo layout podem-se aplicar essas ferramentas, especificar quais são essas ferramentas e suas principais contribuições específicas para cada fase.

Desse modo conseguiu-se analisar e comprovar que a utilização das ferramentas do sistema *JIT* auxilia na definição do novo arranjo físico definido segundo o fluxo otimizado diminuindo significativamente o acúmulo de lentes entre os postos de trabalho e contribuindo para um fluxo contínuo e sincronizado necessários para a obtenção de um Sistema de Produção Enxuta.

Voltando às definições de layout no qual: layout industrial é a representação espacial dos fatores que concorrem para a produção envolvendo equipamentos, materiais, homens, métodos e suas interações, observa-se que a própria definição do layout em si já o classifica como uma forma de representação, além disso, as ferramentas do sistema Just in Time são em sua essência auxiliadoras na forma de representação para estudo e proposição da melhoria contínua.

A aplicação prática da proposta de melhoria apresentada no caso estudado exemplificou de forma clara como essas ferramentas podem apresentar melhorias no controle, planejamento e agendamento de processos na linha de produção de um laboratório ótico.

Contudo com foco em atender as atuais exigências do mercado, o Sistema de Produção Enxuta se destaca como sendo um dos mais eficientes. Desse modo, verificamos que as ferramentas organizacionais podem significamente contribuir para o projeto de melhoria da linha de produção em um Sistema de Produção Enxuta.

Como proposta de trabalho futuro, poderia ser realizado um estudo quantitativo das reduções de custo de produção relacionadas às melhorias com relação ao Lead Time e à redução de trabalhos e quebras e com isso estabelecer uma proporção entre o potencial de redução de custos de produção interpretado como taxa de retorno em função investimento financeiro necessário por parte da empresa para realizar as adequações segundo a teoria da produção enxuta, desta forma incorporando a teoria da produção enxuta ao estudo de viabilidade de investimentos cujo objetivo seria de guiar os planejamentos de curto, médio e longo prazo da empresa no caminho da otimização da produção e alcance da máxima produtividade.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarez-Ballesteros, Maria Esmeralda. *Administração da qualidade e produtividade: abordagens do processo administrativo*. São Paulo: Atlas 2001.

Arnold, J. R. Tony. *Administração de materiais*. São Paulo: Atlas, 1998.

Chase, Richard B.; Jacob S, Roberts f.; Aquilino, Nicholas T. *Administração da produção para vantagem competitiva*. Porto Alegre: Bokman, 2009.

Chiavenato, Idalberto. *Introdução à teoria geral da administração*. São Paulo: Makron Books, 1993.

Corrêa, H. L.; Giancesi, I. G. N. *Just in time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico*. São Paulo: Atlas, 1996.

engenheiros e associados da produção. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2002.

Ghinato, Paulo. *Sistema Toyota de produção: Mais do que simplesmente Just in Time*. EDUCS- Editora Universitaria de Caxias do Sul: Caxias do Sul, 1996.

Imai, Masaaki. *Kaizen*. Imam: São Paulo, 1992.

Iwayama, H.; *Basic Concept of Just-in-time System*. mimeo, Curitiba, IBQP-PR, 1997.

Onho, Taichi, *O sistema Toyota de Produção. – Além da produção de escala*. Portoalegre: Bookman, 1997.

Pessoa, P. F. A. de P; *Gestão Agroindustrial. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical*, 2003.

Piovesan, Armando.; Temporini, Edméa Rita. *Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública*. Revista de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.29, n.4, p. 31.

Rother, M; Shook, J.; *Aprendendo a Enxergar*. São Paulo, Lean Enterprise Institute, 2003.

Rother, Mike.; Harris, R. *Criando fluxo contínuo: Um guia de ação para gerentes*,

Rother, Mike.; Shook, Jhon. *Learning to See*. The lean Enterprise Institute, 1999.

Shingo, Shingeo. *O Sistema Toyota de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

Slack, N.; Chambers, S.; Harland, C.; Harrison, A.; Jhonston,R. *Administração de Produção*. São Paulo: Atlas, 1999.

Sohal, A. S.; Eggleston, A. *Lean production: experience amongst Australian organizations*. International Journal of Operations & Production Management, 1994.

Tubino, Dalvio Ferrari. *Planejamento e controle da Produção. Teoria e Prática*. São Paulo: Atlas, 2001.

Wazlawick, Raul Sidnei. *Metodologia de pesquisa para ciência da computação*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

White, Richard, E. *JIT Manufacturing: A Survey of implementations in small and large U.S. Manufacturers*, Management Science, 1999.

Womack, James. *Lean Thinking: Where have we been and where are we going?* Manufacturing Engineering, 2002.

Womack, James.; Daniel, T. Jones.; Daniel, Roos. *La Máquina que cambió el mundo*. McGraw Hill, 2004.