

VITOR GRÜNPETER CORRÊA

PROPOSTA DE MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO EM UM  
LABORATÓRIO DE LENTES

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do Diploma  
de Engenheiro de Produção

SÃO PAULO

2008

VITOR GRÜNPETER CORRÊA

PROPOSTA DE MELHORIA DOS PROCESSOS DE PRODUÇÃO EM UM  
LABORATÓRIO DE LENTES

Trabalho de formatura apresentado à  
Escola Politécnica da Universidade de  
São Paulo para obtenção do Diploma  
de Engenheiro de Produção

Orientador:

Paulo Augusto Cauchick Miguel

Professor Associado

SÃO PAULO

2008

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

**Corrêa, Vitor Grünpeter**

**Proposta de melhoria dos processos de produção em um laboratório de lentes / V. G. Corrêa. – São Paulo, 2008**

**77 p.**

**Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção.**

**1. Administração da qualidade. 2. Controle de processos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Produção II.t.**

*A mente que se abre a uma idéia jamais*

*voltará ao seu tamanho original*

(Albert Einstein)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos professores do Departamento de Engenharia de Produção por contribuírem à minha formação acadêmica e, especialmente, ao professor Paulo Cauchick, orientador deste trabalho, por suas orientações e por seu apoio dados ao longo da realização do presente trabalho.

Aos meus amigos da Produção pelos momentos de alegria, principalmente nos horários de almoço entre as aulas da manhã e da tarde.

Aos meus pais Roberto e Sonia pelo carinho e atenção dados à minha formação. Sem eles para compartilharem meus momentos de alegria e para me ajudarem nos momentos difíceis, não seria uma pessoa tão feliz.

Aos meus irmãos Roberto e Fabiana pela nossa amizade e nosso companheirismo em todos os momentos de nossas vidas.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para minha formação e para elaboração deste trabalho.

E em memória aos meus avós maternos, Hans (João) e Sarah (Cuca), e paternos, João (Dedé) e Alba.

## **RESUMO**

O presente trabalho de formatura pretende propor sugestões de melhoria ao longo do processo de produção de lentes em uma cadeia óptica. Um estudo detalhado do processo de produção será realizado para justificar as sugestões de melhorias apresentadas. O estudo será baseado nos conceitos e perspectivas de renomados autores do campo de qualidade, como Deming (1990); Juran (1991); Feigenbaum (1994), entre outros. A coleta de dados acerca da produção será realizada com base em entrevistas com os líderes da empresa e em folhas de verificação semanais. O diagnóstico do processo de produção possibilitará a detecção de oportunidades de melhorias, visando a proposição de ações concretas imediatas e futuras para a melhora dos processos de produção de lentes.

Palavras-chave: Qualidade. Melhoria de Processos

## **ABSTRACT**

The present graduation work intends to propose improvement suggestions along the production processes of lenses in an optical chain. A detailed study will be done to justify the improvement suggestions presented. The study will be based on theories and viewpoints of renowned authors in the field, such as: Deming (1990); Juran (1991); Feigenbaum (1994), among others. The data collection regarding the production will be accomplished based on interviews with the organization's leaders and on weekly verification sheets. The production process diagnosis will allow the detection of improvement opportunities, aiming the proposal of immediate and future actions for the improvement of the lenses production processes.

Keywords: Quality. Process improvement.

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 - NÚMERO DE FRANQUIAS (FONTE: ÓTICAS CAROL) .....	14
FIGURA 1.2 – NÚMERO DE FRANQUIAS PROJETADO (FONTE: ÓTICAS CAROL).....	15
FIGURA 1.3 - ORGANOGRAMA (ELABORADO PELO AUTOR EM CONJUNTO COM O DIRETOR DE GENTE & GESTÃO DA EMPRESA).....	16
FIGURA 1.4 – PARTICIPAÇÃO DA RECEITA EM 2007 (FONTE: ÓTICAS CAROL) .....	20
FIGURA 1.5 - DÉFICIT VISUAL BRASILEIRO (FONTE: ABIOTICA, 2007) .....	22
FIGURA 2.1 – GRÁFICO DE PARETO (ADAPTADO DE WERKEMA, 2005) .....	34
FIGURA 2.2 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO (ADAPTADO DE WERKEMA, 1995) .....	35
FIGURA 3.1 - PLANTA SIMPLIFICADA DA FÁBRICA (SEM ESCALA).....	36
FIGURA 3.2 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA LENTE (ELABORADO PELO AUTOR) .....	38
FIGURA 3.2 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE UMA LENTE (CONTINUAÇÃO).....	39
FIGURA 3.3 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO (ELABORADO PELO AUTOR) .....	40
FIGURA 3.3 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO (CONTINUAÇÃO).....	41
FIGURA 3.4 - PARTICIPAÇÃO DOS PEDIDOS .....	42
FIGURA 3.5 - ILUSTRAÇÃO DO SETOR DE ESTOQUE .....	43
FIGURA 3.6 - ILUSTRAÇÃO DA BANDEJA VERMELHA .....	44
FIGURA 3.7 - ILUSTRAÇÃO DA COLOCAÇÃO DA FITA NO BLOCO .....	45
FIGURA 3.8 - ILUSTRAÇÃO DO PROCESSO DE FUSÃO DO MATERIAL .....	47
FIGURA 3.9 - BLOCADORA (CM 9100) .....	47
FIGURA 3.10 - GERADOR DE CURVAS CNC (CM 9000 DUO).....	48
FIGURA 3.11 - MÁQUINA DE POLIMENTO (CM 7500) .....	49
FIGURA 3.12 - FACETADORA (MODELO COMPASS M03) .....	50
FIGURA 3.13 - FACETADORA (KAPPA CONNECTIONS).....	50
FIGURA 3.14 - PROCESSO DE COLORAÇÃO DAS LENTES .....	51
FIGURA 3.15 - SETOR DE EXPEDIÇÃO .....	52
FIGURA 3.16 - GRÁFICO DE PARETO PARA O PROCESSO DE SURFAÇAGEM (ELABORADO PELO AUTOR) .....	56

FIGURA 3.17 - GRÁFICO DE PARETO PARA OS PROCESSO DE MONTAGEM, COLORAÇÃO E LENSOMETRIA (ELABORADO PELO AUTOR) .....	57
FIGURA 3.18 - MÁQUINA PARA IDENTIFICAÇÃO DE DEFEITOS NOS BLOCOS.....	60
FIGURA 4.1 - EXEMPLO DE GRÁFICO DE CONTROLE (ELABORADO PELO AUTOR).....	62
FIGURA 4.2 - CAMINHO DALENTE AO LONGO DO PROCESSO (ELABORADO PELO AUTOR; SEM ESCALA).....	66
FIGURA 4.3 - DISPOSIÇÃO SUGERIDA (ELABORADA PELO AUTOR; SEM ESCALA) .....	67
FIGURA A1.1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LENTES (ELABORADO PELO AUTOR) .....	72
FIGURA A1.1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LENTES (CONTINUAÇÃO).....	72
FIGURA A1.1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LENTES (CONTINUAÇÃO).....	73
FIGURA A1.1 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LENTES (CONTINUAÇÃO) .....	74
FIGURA A1.1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LENTES (CONTINUAÇÃO).....	75
FIGURA A1.1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LENTES (CONTINUAÇÃO).....	76
FIGURA A2.1 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO .....	77

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1.1 - LEVANTAMENTO DOS FUNCIONÁRIOS DO LABORATÓRIO (ELABORADO PELO AUTOR)	19
TABELA 1.2 - NÚMERO DE ÓTICAS (ABIOTICA, 2007)	21
TABELA 2.1 – AS PRINCIPAIS ETAPAS NO DESENVOLVIMENTO DA QUALIDADE (ADAPTADO DE MIGUEL, 2001)	27
TABELA 2.1 - AS PRINCIPAIS ETAPAS NO DESENVOLVIMENTO DA QUALIDADE (CONTINUAÇÃO)	28
TABELA 2.2 – EXEMPLO DE FOLHA DE CONTROLE (ADAPTADO DE MONTGOMERY, 2004)	32
TABELA 3.1 - ESPECIFICAÇÕES DAS MÁQUINAS (ELABORADO PELO AUTOR)	37
TABELA 3.2 – CARACTERÍSTICAS DE CADA BANDEJA	43
TABELA 3.3 – LEVANTAMENTO DA QUANTIDADE DE PARES DE LENTES PRODUZIDOS EM CADA ETAPA (ELABORADO PELO AUTOR)	53
TABELA 3.4 - FOLHA DE VERIFICAÇÃO PARA O MÊS DE OUTUBRO (ELABORADA PELO AUTOR)	54
TABELA 3.5 - TABELA AUXILIAR PARA ELABORAÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO PARA SURFAÇAGEM (ELABORADA PELO AUTOR)	55
TABELA 3.6 - TABELA AUXILIAR PARA ELABORAÇÃO DO GRÁFICO DE PARETO PARA MONTAGEM/COLORAÇÃO/LENSOMETRIA (ELABORADA PELO AUTOR)	55
TABELA 4.1 - CÁLCULO DO ÍNDICE DE PARES DEFEITUOSOS	62
TABELA 4.2 - RESUMO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
1.1. Descrição da organização.....	14
1.1.1. Apresentação do laboratório.....	17
1.1.2. Apresentação do mercado óptico brasileiro.....	21
1.2. Estágio.....	23
1.3. Definição do problema.....	23
1.4. Objetivos do trabalho.....	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1. Produtividade.....	25
2.2. Qualidade.....	27
2.2.1. As sete ferramentas da qualidade.....	31
2.2.1.1. Folha de verificação (ou Folha de Controle).....	32
2.2.1.2. Gráfico de Pareto.....	33
2.2.1.3. Diagrama de Causa e Efeito.....	34
3. DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO ATUAL.....	36
3.1. Layout do laboratório.....	36
3.2. Detalhamento do processo produtivo.....	38
3.2.1. Pedido (cadastro de pedidos).....	42
3.2.2. Estoque – separação da matéria-prima.....	42
3.2.3. Preparação e cálculo das especificações da lente.....	44
3.2.4. Blocagem das lentes.....	46
3.2.5. Gerador de curvas.....	48
3.2.6. Lixamento e polimento.....	48
3.2.7. Lensometria: inspeção das lentes.....	49
3.2.8. Corte das lentes.....	50
3.2.9. Coloração das lentes.....	51
3.2.10. Montagem final e inspeção final.....	51
3.2.11. Expedição.....	52
3.3. Identificação dos principais problemas no laboratório.....	52
4. PROPOSTAS DE MELHORIA.....	61
4.1. Propostas de melhorias imediatas.....	61
4.2. Propostas de melhorias futuras.....	65
5. CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70

ANEXO I – Fluxograma completo do processo de produção de lentes do laboratório.....	71
ANEXO II – Folha de Verificação para a quantidade de defeitos.....	77

---

## 1. INTRODUÇÃO

O conceito do que se entende por qualidade tem mudado gradativamente ao longo século XX. Desde o início da era industrial a qualidade era praticada somente como forma de conferir o trabalho realizado pelos artesãos. Nas últimas décadas, devido à saturação de produtos do mercado, competitividade entre as empresas e, mais recentemente, globalização econômica, o enfoque da qualidade é alterado: o mercado passa a ser regido pelos clientes, ao invés daqueles que o produzem, provocando mudanças no conceito da qualidade (MIGUEL, 2001).

Pretende-se no presente trabalho definir e implantar métodos de qualidade, visando controlar e melhorar a qualidade das lentes produzidas em uma empresa do setor ótico.

A seqüência deste trabalho é apresentada da seguinte maneira:

No Capítulo 1 são apresentados a organização em que foi realizado o estudo, o laboratório de produção de lentes, o mercado óptico brasileiro, as funções do autor como estagiário desta organização, o problema a ser tratado e o objetivo deste trabalho.

O Capítulo 2 é dedicado a uma revisão bibliográfica dos temas abordados ao longo do trabalho, incluindo conceitos de produtividade e qualidade que serão usados ao longo do presente trabalho.

No Capítulo 3, é feito um diagnóstico da situação atual do processo de produção do laboratório, buscando detalhando o processo produtivo das lentes, assim como identificando os principais problemas do laboratório.

O Capítulo 4 analisa e propõe soluções de melhoria para o processo de produção.

Finalmente, o Capítulo 5 conclui o trabalho, buscando realizar uma revisão do tema proposto e verificar o atendimento aos objetivos.

## 1.1. Descrição da organização

O presente trabalho foi realizado nas Óticas Carol, numa unidade de negócio específica: o laboratório de lentes, que produz lentes para óculos de grau e de sol para diversas óticas no interior, inclusive para algumas franquias e lojas próprias da empresa Óticas Carol.

As Óticas Carol possuem a maior cadeia de óticas brasileira, com 220 franquias espalhadas por todo estado de São Paulo. A empresa foi fundada na cidade de Sorocaba em 1997 pela família Santana. A Figura 1.1 mostra a evolução do número total de franquias desde a criação das Óticas Carol até final de 2007.

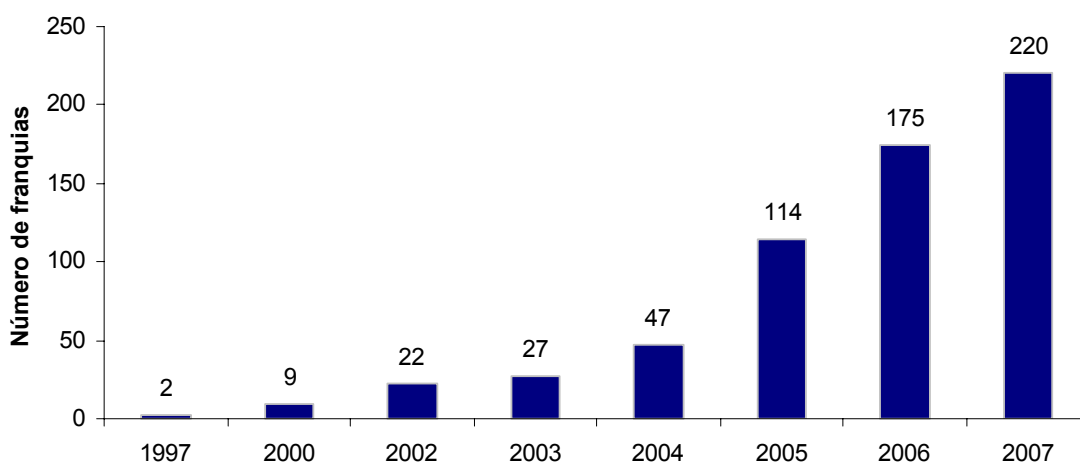


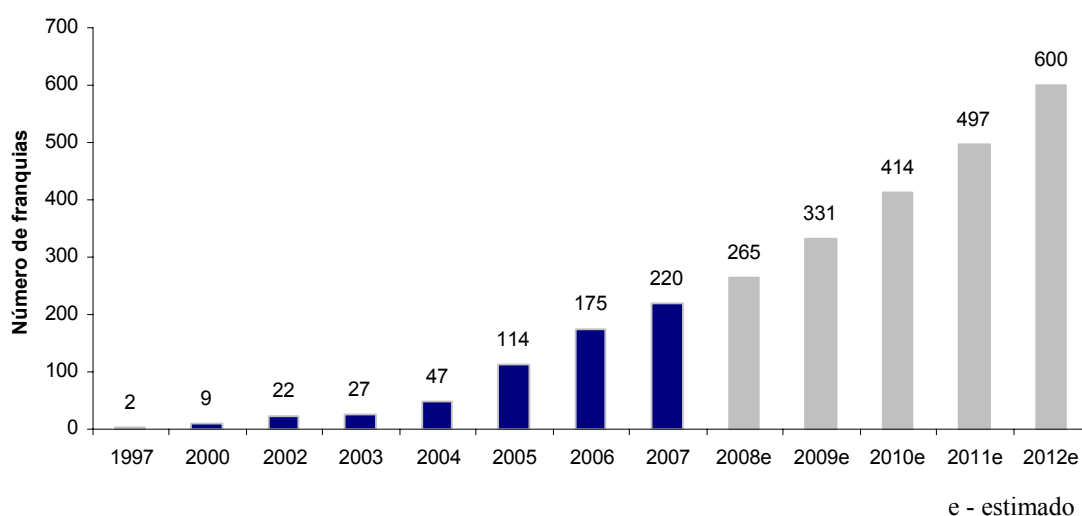
Figura 1.1 - Número de franquias (Fonte: Óticas Carol)

A empresa foi adquirida em maio de 2008 pelo grupo Amaro Participações – empresa em que o autor é estagiário – com o intuito principal de aproveitar a alta fragmentação do setor ótico brasileiro para consolidá-lo. Por ser uma empresa de origem familiar, com pouco uso de técnicas de gestão, também foi identificada uma oportunidade de adicionar valor à empresa por meio de uma profissionalização dos processos, tanto de produção quanto de administração.

As receitas da companhia são decorrentes basicamente da revenda de produtos oftalmológicos, receita com taxa da atividade de franquias, prestação de serviços e

administrações de cartões de crédito, as quais são obtidas em 220 pontos de venda (183 em 2006) espalhados pelo estado de São Paulo.

A empresa conseguiu manter desde 1997 uma taxa de crescimento anual elevada e tem um plano ambicioso de expansão para chegar a 600 lojas em 2012, como mostra a Figura 1.2. (Os números de franquias de 2008 em diante – denotados por “e” – são números estimados pela empresa.).



**Figura 1.2 – Número de franquias projetado (Fonte: Óticas Carol)**

Junto com o crescimento do número de lojas, poderá haver um crescimento na demanda pelos serviços do laboratório das Óticas Carol. No caso da confirmação desse cenário, o mapeamento e o controle dos processos no laboratório serão ainda mais importantes.

Na presente data, a empresa Óticas Carol conta com 112 colaboradores, divididos em sete áreas: Expansão e relacionamento, Centro de Serviços Compartilhados (CSC), Tecnologia da Informação (T.I.), Operações; Marketing, Laboratório e Gente & Gestão. O organograma apresentado a seguir (Figura 1.3) foi elaborado pelo autor, em conjunto com o Sr. Roberto Hobeika, diretor de Gente & Gestão da empresa.

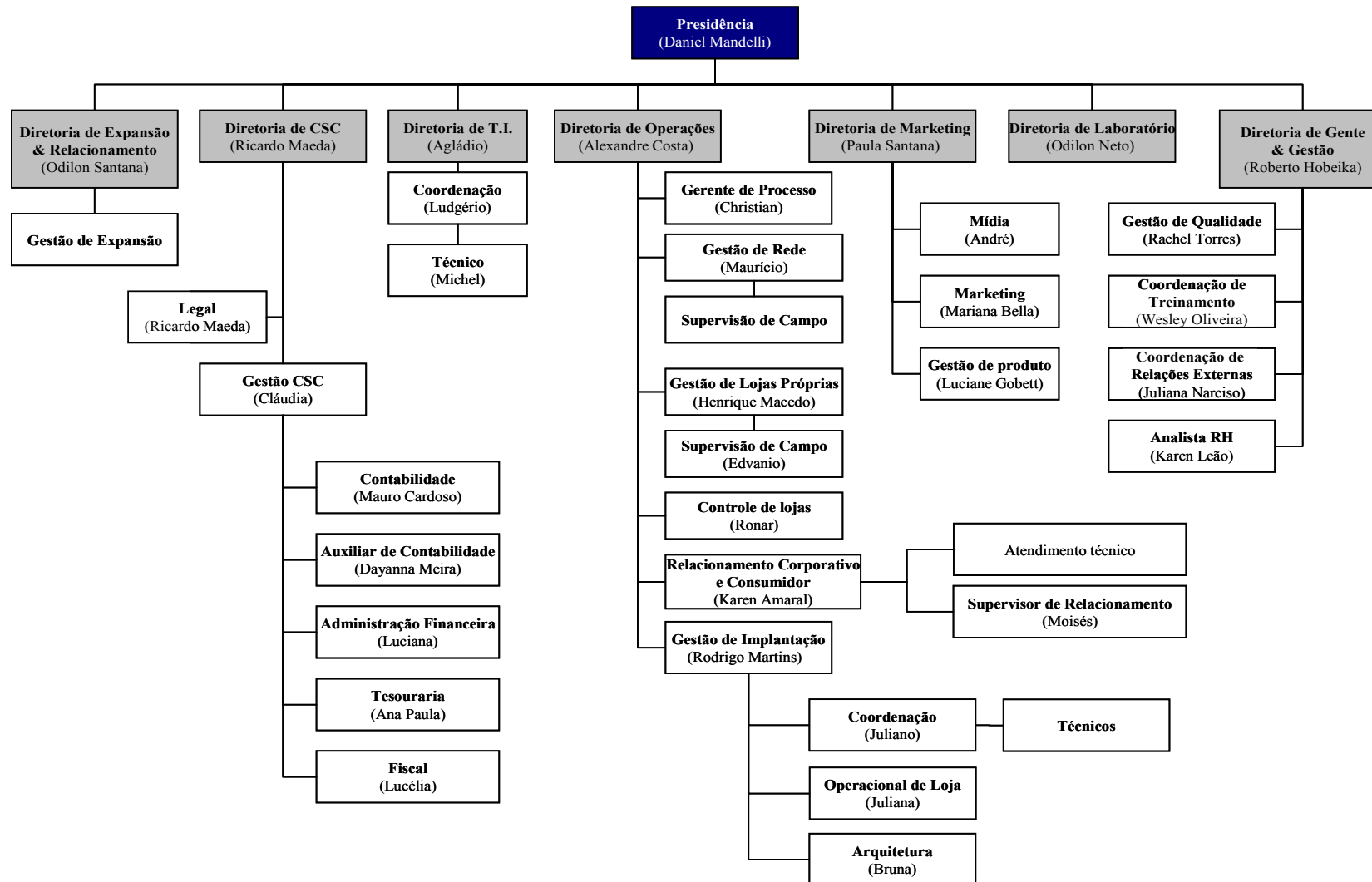


Figura 1.3 - Organograma (elaborado pelo autor em conjunto com o diretor de Gente & Gestão da empresa)

### 1.1.1. Apresentação do laboratório

Antes de tudo, um exemplo prático é importante para o leitor compreender como funciona a produção do laboratório e sua importância para todo o setor ótico. Um cliente vai a uma ótica qualquer munido da receita do seu oculista para comprar um par de óculos de grau. O cliente escolhe uma armação de seu agrado e resolve comprá-la. A ótica, na maioria dos casos, não terá um par de lentes compatível com a armação escolhida pelo cliente e com as especificações do cliente, contidas na receita do oculista. Nesse caso, a ótica tem duas opções: fabricar as lentes do cliente por conta própria ou encomendá-las num laboratório. A grande vantagem da segunda opção é a eliminação do risco de fabricação para a ótica; no caso de fabricar por conta própria, a ótica corre o risco de quebrar as lentes ou mesmo fabricá-las incorretamente. O laboratório, em resumo, recebe um “bloco” e transforma-o em uma lente com as características especificadas na receita do oculista (curvatura, grau, etc.). Em decorrência da grande vantagem ilustrada no exemplo anterior que os laboratórios são tão importantes no mercado ótico.

A configuração do mercado óptico mudou muito do final da década de 80 para hoje. Antes, havia o fabricante, o distribuidor, os laboratórios e as óticas. Como a variedade de produtos era pequena e a tecnologia utilizada era menos desenvolvida, grande parte das óticas tinha sua própria unidade de beneficiamento de lentes - que, por sua vez, não fazia ligação direta com a indústria, pois negociava somente com o distribuidor. No início dos anos 90, com a abertura às importações e a informatização de muitos processos, o mercado deparou-se com um grande aumento da variedade de produtos – com a chegada de novos desenhos e tipos de lentes – e de tecnologias. Um grande número de óticas começou a sentir dificuldade em manter um bom estoque e máquinas à altura das novidades. Nesse momento, diversos distribuidores, os quais já tinham relação próxima com os fabricantes de lentes, tornaram-se laboratórios. Vários laboratórios, por outro lado, que já dominavam a técnica do negócio, passaram também à distribuição. As figuras do distribuidor e do laboratório prestador de serviço, portanto, tornaram-se uma só. Em contrapartida, muitas óticas desistiram de ter seu próprio laboratório e, como os novos modelos de laboratório passaram a investir cada vez mais em logística e precisão, as óticas foram se sentindo confortáveis para fazer parcerias.

Desde a fundação da companhia até o ano de 2001, as Óticas Carol tinham o seu próprio laboratório. O laboratório era responsável pelo processo de produção das lentes e pela montagem nas armações. O antigo laboratório tinha pouco mais de 15 clientes, em diversas cidades do interior, porém não atendia plenamente a demanda das Óticas Carol: em 2001, a empresa comprava cerca de 30% das lentes de outros laboratórios. Era preciso um aporte de capital para aumentar a capacidade do laboratório e assim atender toda a rede. Nesse mesmo momento, um dos laboratórios fornecedores propôs atender a rede por completo. Como consequência da proposta, a empresa poderia focar na venda de óculos, que sempre foi o seu negócio principal. Em 2001, foi tomada a decisão de aceitar a proposta do fornecedor e, assim, todos os serviços de laboratório foram terceirizados. Entretanto, em razão de problemas de qualidade, atrasos e – posteriormente – divergências contratuais quanto a esses fatores (falta de garantias de entrega e de qualidade), a direção da empresa optou por criar novamente um laboratório próprio.

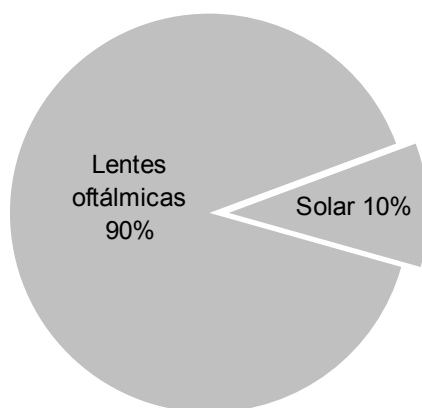
O “novo” laboratório, localizado em Sorocaba, iniciou suas atividades em Agosto de 2007 e atualmente conta com cerca de 20 clientes (óticas), em várias cidades do interior do estado de São Paulo. As cidades com maior número de clientes são: Sorocaba (cinco) e Jundiaí (três). Atualmente, existe demanda em outras regiões próximas, porém o laboratório Carol não tem condições de atendê-la plenamente. Vale ressaltar, entretanto, que há espaço para aumentar a capacidade produtiva, depois de tomadas algumas medidas como será visto ao longo do presente trabalho.

O laboratório conta hoje com 22 funcionários. Como nunca existiu um organograma do laboratório das Óticas Carol, o autor elaborou, em conjunto com o gerente do laboratório, uma tabela simplificada com a divisão dos funcionários por área de produção. Segue na Tabela 1.1 o levantamento dos funcionários.

**Tabela 1.1 - Levantamento dos funcionários do laboratório (elaborado pelo autor)**

<b>Administrativo (4)</b>	<b>Expedição (2)</b>
Elvis dos Santos Castro	Franciele da Silva Leal
Ronivaldo Ferreira Reis	Jessika Priscila G. Mendonça
Alan	Gerador de curvas (1)
Nadia Conceição de Araujo	Roberto Alves Barbosa
<b>Blocagem (1)</b>	<b>Inspeção (3)</b>
Tiago Fernandes de Almeida	Deivid Aparecido do Arte
Cadastro de pedidos (2)	Marcos Ferreira Maricato
Bruno Estevan Fernandes	Robson Carlos de Oliveira
Pedro Paulo de Almeida	
<b>Cálculo (1)</b>	<b>Limpeza (1)</b>
Jesse Alves Rodrigues	Gislaine Briones
<b>Coloração (1)</b>	<b>Lixamento e Polimento (3)</b>
Joseandro Machado Brandão	Anderson Luiz Botazoli
<b>Estoque (4)</b>	Andonias Brione da Silva
Alex de Souza Pinto	Ednaldo A . Feitosa Veras
Daniele Cristina Basilio	<b>Montagem (2)</b>
Deivison Willian dos Santos	Edilson Pereira
Jaqueline Aparecida Bueno	Edvaldo Vasconcellos Santos
	<b>TOTAL: 22 funcionários</b>

Com relação à segmentação das receitas obtidas pelo laboratório, como não existiu uma série histórica com os dados de produção, não há uma estimativa formal da participação de cada segmento. A única estimativa foi dada pelo gerente de produção, porém baseada tão somente na sua experiência de trabalho no laboratório. A estimativa de participação de cada segmento (lentes oftálmicas e lentes solares) na receita do laboratório é mostrada na Figura 1.4.



**Figura 1.4 – Participação da receita em 2007 (Fonte: Óticas Carol)**

É importante ressaltar a falta de planejamento para o desenvolvimento do novo laboratório de lentes. Como será visto ao longo do trabalho, foram identificadas diversas oportunidades de melhorias na gestão do laboratório. Por exemplo: um laboratório de lentes nunca poderia ter sido instalado numa planta com vãos no teto, que opera com diversas janelas abertas, permitindo a entrada constante de poeira. Também, a fase de planejamento ajudaria na elaboração de um controle da qualidade da produção, e não simplesmente fazer na definição de uma inspeção em 100% das lentes. Além disso, nunca existiu, como também será visto ao longo do trabalho, um controle sobre a produção: a quantidade de itens produzidos e, muito menos, a quantidade de itens defeituosos nunca foram medidas.

### 1.1.2. Apresentação do mercado óptico brasileiro

De acordo com uma pesquisa da Associação Brasileira de Produtos e Equipamentos Ópticos (ABIOTICA, 2007), o segmento óptico brasileiro movimenta cerca de R\$ 8,8 bilhões em negócios ao ano - mais que o dobro gerado pelo mercado de brinquedos. Foi obtida uma estimativa de 23.273 estabelecimentos que comercializam preferencialmente produtos ópticos por meio de prescrições. Além disso, levantaram 4.784 pontos comercializando esses produtos, mas não de forma preferencial – como, por exemplo, relojoarias e joalherias. Todos os dados apresentados nesse item 2.1 são baseados na pesquisa referida da ABIOTICA (2007).

Como mostrado na Tabela 2.1, a região Sudeste concentra 48% das óticas levantadas, em um número projetado de 11.170 pontos de venda, com destaque para o estado de São Paulo, com 26% do total de óticas no país.

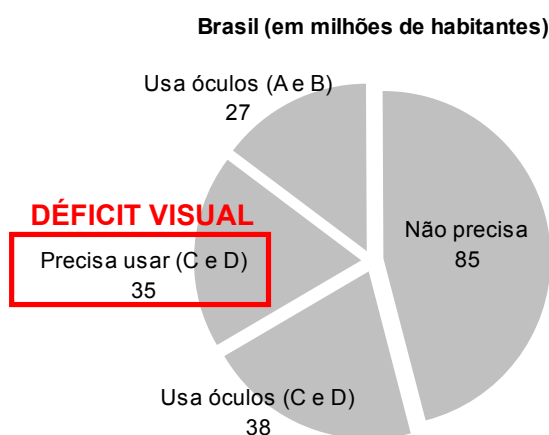
**Tabela 1.2 - Número de óticas (ABIOTICA, 2007)**

<b>REGIÃO</b>	<b>Nº DE ÓTICAS</b>	<b>%</b>	<b>HABITANTES/ÓTICA</b>
NORTE	870	4%	14.835
NORDESTE	6.461	28%	7.387
CENTRO-OESTE	1.647	7%	7.067
MG/RJ/ES	5.109	22%	6.926
SÃO PAULO	6.062	26%	6.109
SUL	3.125	13%	8.034
<b>TOTAL</b>	<b>23.274</b>	<b>100%</b>	<b>7.296</b>

Após o levantamento da quantidade vendida e do preço médio dos produtos óticos, foi projetado na pesquisa um volume de R\$ 7,7 bilhões para o segmento de óticas e R\$ 1,1 bilhão para outros tipos de pontos de venda, totalizando R\$ 8,8 bilhões.

Outro ponto importante sobre o mercado óptico brasileiro é o “déficit visual”. O déficit visual ilustra quantas pessoas precisam de óculos, mas não usam, principalmente porque

não têm dinheiro para comprar. Atualmente, existem cerca de 185 milhões de habitantes no país, sendo que 85 milhões não precisam usar óculos. 27 milhões de pessoas das classes A e B usam óculos e 38 milhões da classe C e D também usam. O déficit está em aproximadamente 35 milhões de pessoas. A Figura 2.1 a seguir ilustra o déficit visual brasileiro.



**Figura 1.5 - Déficit visual brasileiro (Fonte: ABIOTICA, 2007)**

O Brasil está, pela primeira vez em sua história, aproveitando e tendo benefícios da estabilidade econômica, fruto da política monetária do Banco Central. “O sistema de regime de metas de inflação trouxe importantes conquistas para a economia brasileira e, diferentemente do passado, ajudou a afastar os riscos de vulnerabilidade externa.” (MEIRELLES, 2008). O país conseguiu atingir uma estabilidade econômica sem precedentes, principalmente em função do acúmulo de reservas internacionais e pelo controle da inflação. O resultado desse cenário é uma tendência de elevação dos salários reais e diminuição do desemprego, principalmente das classes C e D. A partir dessa análise, é possível concluir que o déficit visual brasileiro tenda a diminuir ao longo dos anos, favorecendo todo o segmento ótico brasileiro e, conseqüentemente, as Óticas Carol.

## 1.2. Estágio

O estágio realizado pelo autor iniciou-se em abril de 2008 na sede do grupo Amaro Participações, em São Paulo, que engloba todas as atividades de investimentos do grupo.

Com foco no monitoramento dos investimentos do grupo, as funções desempenhadas durante esse estágio foram:

- ✓ Auxílio na análise dos fundos de ações e renda fixa;
- ✓ Elaboração de modelos de análise de empresas, utilizando o conceito de Fluxo de Caixa Descontado.
- ✓ Auxílio na elaboração de um sistema de acompanhamento de todas as classes de investimentos do grupo, facilitando o acompanhamento mensal da carteira.

Além das atividades descritas anteriormente, o autor dedicou parte do seu tempo de estágio para realização do presente trabalho no laboratório de lentes das Óticas Carol.

## 1.3. Definição do problema

Como foi dito no item “Descrição da organização”, a companhia, por ser uma empresa de origem familiar, nunca utilizou técnicas de gestão profissionais; foi identificada, portanto, uma oportunidade de adicionar valor à empresa por meio de uma profissionalização dos processos, tanto de produção quanto de administração.

A profissionalização dos processos de produção e administração da companhia passará naturalmente por todas as partes da empresa, sendo que o diagnóstico do laboratório de lentes – por ser pequeno em relação ao tamanho da empresa – seria realizado apenas em 2009. O autor identificou, portanto, uma boa oportunidade para a realização do trabalho de formatura justamente no laboratório.

#### **1.4. Objetivos do trabalho**

A direção do laboratório de lentes das Óticas Carol nunca se preocupou com o controle sobre a sua produção e, em decorrência do exposto, nunca nenhum dado sobre produção foi medido (quantidade de lentes produzidas, quantidade de defeitos, número de reclamações dos clientes, etc.). O presente trabalho, portanto, tem como objetivo principal a implantação de ferramentas da qualidade, visando controlar e melhorar a qualidade das lentes produzidas no laboratório. Para tanto, três objetivos específicos foram definidos: num primeiro momento, serão medidos dados relevantes da produção do laboratório para que o processo seja mapeado (diagnóstico); o segundo objetivo específico será a sugestão de melhorias pontuais em cada etapa; finalmente, como terceiro objetivo, será apresentada uma proposta de melhoria para o laboratório, adotando todas as sugestões de melhorias, sugerindo uma rotina a ser seguida pela gerência do laboratório e, principalmente, sugerindo atividades futuras que formarão a base para o melhoramento contínuo do laboratório de lentes das Óticas Carol.

---

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Serão apresentados, a seguir, alguns conceitos que serão de suma importância para o desenvolvimento do presente trabalho: conceitos básicos de produtividade, seguidos de uma apresentação sobre qualidade (Folha de Verificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito),

### 2.1. Produtividade

O autor identificou primeiramente, que no laboratório das Óticas Carol não existe atualmente nenhum tipo de medição da produção (seja de produção diária, semanal ou mensal, índice de quebras, etc.), sendo essa – a falta de dados – a primeira dificuldade para realização do presente trabalho. Como será visto nos próximos parágrafos, segundo diversos autores, a medição dos recursos produtivos usados em cada etapa é fundamental; não é possível, conseqüentemente, almejar qualquer aumento de produtividade se a produção não foi medida anteriormente. A medição da produção é uma condição *sine qua non* para qualquer empresa, órgão governamental ou ONG (Organização não-governamental, sem fins lucrativos) que busque um aumento de produtividade. O primeiro esforço foi, então, canalizado para uma campanha junto à equipe do laboratório para que fosse feita uma medição da produção diária de lentes e da quantidade e variedade de defeitos das lentes.

Segundo CONTADOR (1997), produtividade é a capacidade de produzir ou a capacidade em que se dá a produção. A produtividade é medida pela relação entre os resultados da produção efetivada e os recursos produtivos aplicados a ela, como peças/hora-máquina. A produtividade, portanto, é medida para cada recurso isoladamente, para ser possível avaliar o comportamento e o desempenho de cada um.

Ainda segundo CONTADOR (1997), o aumento da produtividade pode ser conseguido via capital e/ou via trabalho. Pela via do capital, o aumento de produtividade é alcançado por meio da aquisição de máquinas e equipamentos mais produtivos. Pela via do trabalho, o aumento de produtividade é alcançado por meio de técnicas de estudo de métodos de trabalho, que conseguem fazer com que o operário produza mais trabalhando menos. O

foco do presente trabalho será na segunda opção: aumento de produtividade via trabalho, visto que há inúmeras oportunidades de melhoria durante todo o processo, como será visto ao longo do trabalho. Também segundo CONTADOR (1997), as principais maneiras de alcançar esse objetivo são:

1. Eliminação de atividades desnecessárias;
2. Aumento da eficiência do trabalho;
3. Eliminação da duplicidade de trabalho;
4. Simplificação ao máximo do trabalho;
5. Redução das paralisações (tempo de espera) das máquinas, equipamentos e mão-de-obra;
6. Diminuição dos riscos de acidentes e da fadiga no desempenho do trabalho; e
7. Eliminação dos desperdícios (de energia, de tempo, de material, etc.)

Segundo Goldratt (GOLDRATT e COX 1994, p.29) “produtividade é o ato de fazer uma empresa ficar mais próxima de sua meta”. Portanto, ações produtivas são aquelas que fazem com que a empresa fique mais próxima de sua meta. Por outro lado, aquelas ações que deixam a empresa distante de atingir a meta não são produtivas. Desta forma, a utilização total dos recursos não quer dizer que a empresa está sendo produtiva. Resta saber se a forma com que se faz o emprego dos recursos está na direção correta.

Por muito tempo (e até hoje em alguns casos), existiu a crença que a procura por qualidade resultava em diminuição do índice de produtividade do processo de produção. Como explicado abaixo por Edwards Deming – estatístico e consultor norte-americano responsável pela introdução em 1950, no Japão, do conceito do binômio qualidade e produtividade – essa crença é resultado de uma visão da qualidade por inspeção, e não qualidade centrada no processo.

É exatamente esse o conceito de qualidade (por inspeção) presente no laboratório das Óticas Carol. Como veremos no fluxograma do processo, há uma série de etapas de inspeção. Essas etapas foram sendo instituídas como forma de “remediar” o problema, ao

invés de preveni-lo. No presente trabalho, será canalizado um esforço para que o conceito de qualidade seja centrado no processo e não na inspeção.

## 2.2. Qualidade

Frederick W. Taylor introduziu alguns princípios de gerenciamento científico na medida em que as indústrias de produção em massa começaram a se desenvolver, antes de 1900. Taylor foi o pioneiro na divisão do trabalho em tarefas, de modo que o produto pudesse ser manufaturado e montado mais facilmente. Seu trabalho levou a melhoras substanciais na produtividade. Também, por causa dos métodos padronizados de produção e montagem, a qualidade dos bens manufaturados sofreu um impacto positivo. No entanto, junto com a padronização dos métodos de trabalho, veio o conceito de padrões de trabalho – um tempo padrão para se completar o trabalho, ou um número específico de unidades a serem produzidas por período. Frank Gilbreth e outros estenderam esse conceito ao estudo do planejamento da ação e do trabalho. Muitas dessas idéias tiveram impacto positivo sobre a produtividade, porém muitas vezes foram prejudiciais no que tange à qualidade do trabalho. Além disso, se levados a extremos, os padrões de trabalho têm o risco de deter a inovação e a melhora contínua, atualmente aspectos vitais para todas as atividades do trabalho (MONTGOMERY, 2004).

A Tabela 2.1, extraída do trabalho de GARVIN (1988), traça a evolução da qualidade como disciplina, desde a Inspeção até a Gestão da Qualidade Total.

**Tabela 2.1 – As principais etapas no desenvolvimento da qualidade (Adaptado de MIGUEL, 2001)**

ETAPAS DO MOVIMENTO DA QUALIDADE				
IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS	INSPEÇÃO	CONTROLE DA QUALIDADE	QUALIDADE ASSEGURADA	GERENCIAMENTO DA QUALIDADE
<b>Preocupação básica - visão da qualidade</b>	verificação de um problema a ser resolvido	controle de um problema a ser resolvido	coordenação de um problema a ser resolvido, mas enfrentando proativamente	impacto estratégico como uma oportunidade de concorrência
<b>Ênfase</b>	uniformidade do produto	uniformidade do produto com menos inspeção	toda a cadeia de produção desde o projeto até vendas	as necessidades do mercado e do consumidor

Tabela 2.1 - As principais etapas no desenvolvimento da qualidade (continuação)

ETAPAS DO MOVIMENTO DA QUALIDADE (continuação)				
IDENTIFICAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS	INSPEÇÃO	CONTROLE DA QUALIDADE	QUALIDADE ASSEGURADA	GERENCIAMENTO DA QUALIDADE
<b>Métodos</b>	instrumentos de medição	instrumentos e técnicas estatísticas	programas e sistemas	planejamento estratégico, estabelecimento de objetivos
<b>Papel dos profissionais da qualidade</b>	inspeção, classificação e avaliação	solução de problemas e a aplicação de métodos estatísticos	mensuração e planejamento da qualidade	estabelecimento de objetivos, educação e treinamento
<b>Responsável pela qualidade</b>	departamento de inspeção	departamento de controle da qualidade	todos os departamentos, embora a alta gerência só se envolva periféricamente	todos na empresa, com a alta gerência exercendo forte liderança
<b>Orientação e abordagem</b>	"inspeciona" a qualidade	"controla a qualidade"	"constrói" a qualidade	"gerencia" a qualidade

Como é possível inferir da Tabela 2.1, houve um movimento do conceito de qualidade antes tido como de “Inspeção” para “Gerenciamento da Qualidade”. Além disso, somente há poucas décadas o conceito de qualidade passou formalmente para a função de gerenciamento. Em sua forma original era somente relacionada às funções de inspeção, mas hoje é vista como essencial para o sucesso de um produto (MIGUEL, 2001).

Segundo MONTGOMERY (2004), os métodos estatísticos e sua aplicação na melhoria da qualidade têm uma longa história. Em 1924, Walter A. Shewart desenvolveu o conceito estatístico de gráfico de controle, que é considerado, em geral, como o começo formal do controle estatístico da qualidade. A Segunda Guerra Mundial presenciou uma grande expansão do uso e aceitação dos conceitos de controle estatístico da qualidade nas indústrias de manufatura. A experiência dos tempos de guerra tornou claro que as técnicas estatísticas eram necessárias para controlar e melhorar a qualidade do produto.

---

A qualidade de um produto pode ser avaliada, segundo GARVIN (1987), levando-se em conta oito componentes ou dimensões da qualidade, explicados a seguir:

1. **Desempenho** (o produto realizará a tarefa pretendida?)

Os consumidores em potencial usualmente avaliam um produto para determinar se ele desempenhará certas funções específicas e quão bem ele as desempenhará.

2. **Confiabilidade** (qual a frequência de falhas do produto?)

Produtos complexos, como aparelhos elétricos, automóveis, ou aviões, exigirão algum reparo ao longo de sua vida útil. Todas as indústrias citadas anteriormente são fortemente afetadas pela dimensão de confiabilidade da qualidade, pela visão do consumidor.

3. **Durabilidade** (quanto tempo o produto durará?)

É a dimensão da qualidade que diz respeito à vida útil do produto. Assim como a característica de confiabilidade, as indústrias automobilísticas e de eletrodomésticos são exemplos de negócios em que essa dimensão da qualidade é muito importante para a maioria dos consumidores.

4. **Assistência técnica** (qual a facilidade para se consertar o produto?)

5. **Estética** (qual a aparência do produto?)

Essa é a dimensão do apelo visual do produto, que leva em conta fatores tais como estilo, cor, forma, embalagens alternativas, características táteis e outros aspectos sensoriais.

6. **Características** (o que o produto faz?)

Em geral, os consumidores associam alta qualidade a produtos que apresentam características a mais, isto é, aqueles que apresentam características além do desempenho básico dos competidores.

7. **Qualidade percebida** (qual é a reputação da companhia ou de seu produto?)

Em muitos casos, os consumidores confiam na reputação passada da companhia em relação à qualidade de seu produto. Essa reputação é diretamente influenciada pelas

falhas do produto, que são altamente visíveis para o público ou que exigem reposição do produto.

#### 8. **Conformidade com especificações** (o produto é feito como o projetista pretendia?)

Em geral, consideramos como de alta qualidade o produto que apresenta exatamente as especificações a ele destinadas.

MONTGOMERY (2004) também argumenta que a qualidade é uma entidade multifacetada. Consequentemente, respostas simples a questões como “o que é qualidade?” ou “o que é melhoria da qualidade?” não são fáceis. A definição tradicional de qualidade baseia-se no ponto de vista de que produtos e serviços devem apresentar as especificações exigidas por aqueles que os usam. Sendo assim, qualidade significa adequação para uso. A definição moderna, entretanto, define qualidade como sendo inversamente proporcional à variabilidade. Essa definição implica que se a variabilidade nas características importantes de um produto decresce, a qualidade do produto aumenta. Estendendo esse conceito para responder a resposta à pergunta sobre “o que é melhoria da qualidade”, é possível concluir que a melhoria da qualidade é a redução da variabilidade nos processos e produtos. A variabilidade excessiva no desempenho de um processo resulta, em geral, em desperdício (MONTGOMERY, 2004).

Segundo MIGUEL (2001), não existe um termo único para expressar o significado da qualidade, ou seja, um sinônimo; existe sim um conjunto de atributos, propriedades ou características relacionado a um produto. A seguir, seguem três definições de qualidade de autores reconhecidos na área:

- ✓ Segundo DEMING (1990), a qualidade é a perseguição às necessidades dos clientes e homogeneidade dos resultados do processo. A qualidade deve visar às necessidades do usuário, presentes e futuras.
- ✓ Segundo JURAN (1991), a qualidade consiste nas características do produto que vão ao encontro das necessidades dos clientes e, dessa forma, proporcionam a satisfação em relação ao produto.
- ✓ Segundo FEIGENBAUM (1994), qualidade é a combinação das características de produtos e serviços referentes a *marketing*, engenharia, fabricação e manutenção,

---

por meio das quais o produto ou serviço em uso, corresponderão às expectativas do cliente.

A seguir, serão apresentadas as principais ferramentas da qualidade que servirão como base ao longo do trabalho. As três ferramentas que serão usadas inicialmente são: Folha de Verificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito. A Folha de Verificação será importante para uma eficiente coleta de dados. O Gráfico de Pareto será utilizado para que seja possível identificar os principais problemas e conseguir priorizá-los corretamente. O Diagrama de Causa e Efeito será usado em cada um dos problemas priorizados anteriormente para que seja possível listar as suas principais causas.

### 2.2.1. As sete ferramentas da qualidade

Ishikawa organizou as sete ferramentas da qualidade especificamente para aperfeiçoar o Controle de Qualidade Industrial na década de 1960. Segundo WERKEMA (1995), Ishikawa observou que embora nem todos os problemas pudessem ser resolvidos por essas ferramentas, ao menos 95% poderiam ser, e que qualquer trabalhador fabril poderia efetivamente utilizá-las. Talvez o alcance maior dessas ferramentas tenha sido a instrução dos Círculos de Controle de Qualidade (CCQ). Seu sucesso surpreendeu a todos, especialmente quando foram exportados do Japão para o ocidente. Esse aspecto essencial do Gerenciamento da Qualidade foi responsável por muitos dos acréscimos na qualidade dos produtos japoneses, e posteriormente muitos dos produtos e serviços de classe mundial, durante as últimas três décadas.

Segundo WERKEMA (1995), as sete ferramentas da qualidade são:

- Estratificação;
- Folha de verificação;
- Gráfico de Pareto;
- Diagrama de Causa e Efeito;
- Histograma
- Diagramas de dispersão

- Gráfico de controle

Esse capítulo apresenta uma síntese dessas ferramentas, freqüentemente usadas como apoio ao desenvolvimento da qualidade. Essas ferramentas podem ser usadas isoladamente, ou como parte de um processo de implantação de programas de qualidade (MIGUEL, 2001).

Apesar de cada uma das sete ferramentas apresentar sua utilidade, vamos nos ater nesse item a três ferramentas em especial: Folha de Verificação, Gráfico de Pareto e Diagrama de Causa e Efeito.

### 2.2.1.1. Folha de verificação (ou Folha de Controle)

A folha de controle (ou de verificação) pode ser muito útil para coletar dados operacionais históricos ou atuais sobre o processo sob investigação. Consiste em uma planilha na qual um conjunto de dados pode ser sistematicamente coletado e registrado de maneira ordenada e uniforme, permitindo rápida interpretação dos resultados (ver Tabela 2.2). Permite a verificação do comportamento de uma variável a ser controlada, como por exemplo, para registro de freqüência e controle de itens defeituosos (MIGUEL, 2001). A folha de controle foi desenvolvida por um engenheiro em uma fábrica aeroespacial, que investigava os vários tipos de defeitos que surgiam em um tanque usado em um de seus produtos, com o objetivo de melhorar o processo. O engenheiro planejou essa folha de controle para facilitar o resumo de todos os dados históricos disponíveis sobre defeitos relativos aos tanques. Segue na Tabela 2.2. a folha de controle citada.

**Tabela 2.2 – Exemplo de Folha de Controle (Adaptado de MONTGOMERY, 2004)**

Data do estudo: 6/5/1989 Analista: TCB	1988											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
partes danificadas	1		2			2			1			
Problemas de máquina		1			2		1		1			
Partes fornecidas enferrujadas	2						1			1		
Solda desalinhada		1		1		1	1	3		1		
Falha do adesivo		1			1							2
Pintura fora dos limites	1	1	1	1			1	1				
Película nas partes					1	1					1	
Porosidade na fundição	1	1		1		1					1	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

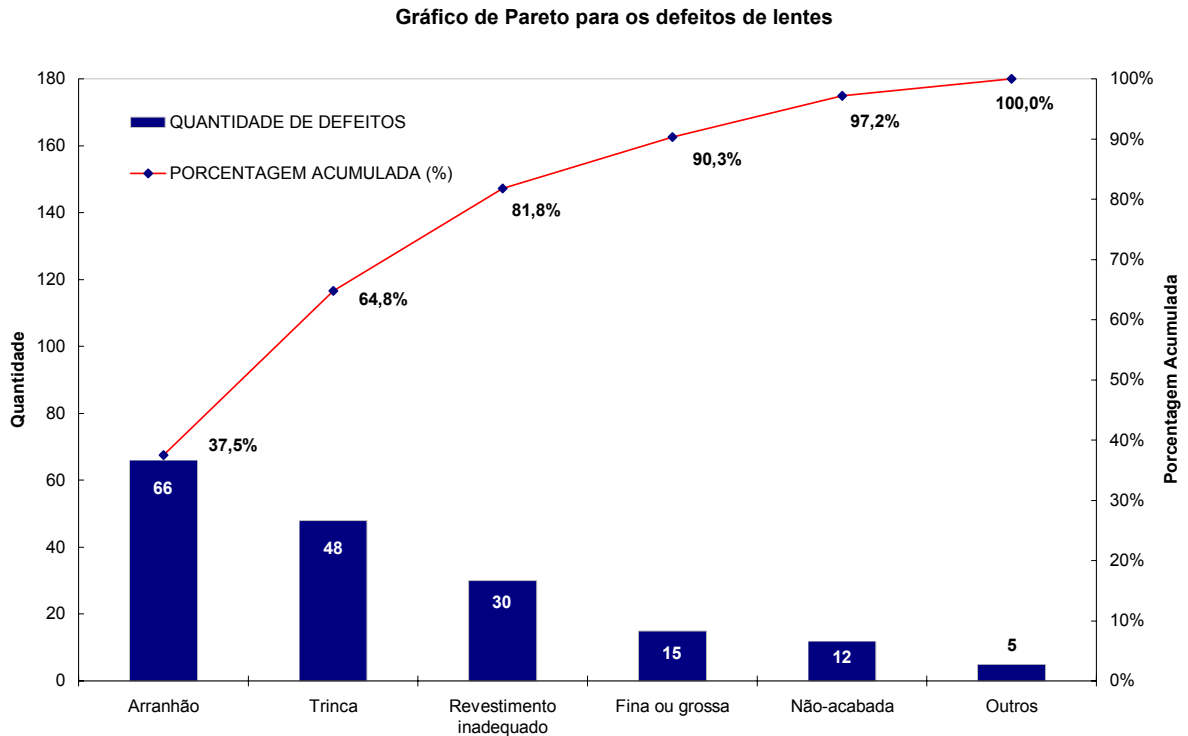
### 2.2.1.2. Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é um gráfico de barras verticais que ilustra de uma forma didática quais problemas (efeitos, causas, etc.) são mais representativos para um dado tema. Segundo WERKEMA (1995), o Princípio de Pareto estabelece que os problemas relacionados à qualidade (percentual de itens defeituosos, número de reclamações de clientes, modos de falhas de máquinas, perdas de produção, entre outros), os quais se traduzem sob a forma de perdas, podem ser classificados em duas categorias: os “poucos vitais” e os “muito triviais”. Os poucos vitais representam um pequeno número de problemas, mas que, no entanto, resultam em grandes perdas para a empresa. Já os muito triviais representam uma extensa lista de problemas, mas que apesar de seu grande número, convertem-se em perdas pouco significativas. Em outras palavras, o princípio de Pareto estabelece que se forem identificados, por exemplo, cinquenta problemas relacionados à qualidade, a solução de apenas cinco ou seis destes problemas já poderá representar uma redução de 80 ou 90% das perdas que a empresa vem sofrendo devido à ocorrência de todos os problemas existentes.

O princípio de Pareto também estabelece que um problema pode ser atribuído a um pequeno número de causas. Logo, se forem identificadas as poucas causas vitais dos poucos problemas vitais enfrentados pela empresa, será possível eliminar quase todas as perdas por meio de um pequeno número de ações. Ou seja, em um primeiro momento devemos concentrar nossa atenção sobre os poucos vitais, deixando de lado os muito triviais, para que os problemas possam ser resolvidos da forma mais eficaz possível.

O princípio de Pareto foi inicialmente estabelecido por J. M. Juran, que adaptou aos problemas da qualidade a teoria para modelar a distribuição de renda desenvolvida pelo sociólogo e economista italiano Vilfredo Pareto (1843-1923). Pareto mostrou, em 1897, que a distribuição de renda é muito desigual, com a maior parte da riqueza pertencendo a muito poucas pessoas. Juran foi o primeiro a notar que esta mesma idéia se aplicava aos problemas da qualidade: a distribuição dos problemas e de suas causas é desigual e, portanto, as melhorias mais significativas poderão ser obtidas se nossa atenção for concentrada, primeiramente, na direção dos poucos problemas vitais e, logo a seguir, na direção das poucas causas vitais destes problemas. Segue na Figura 2.1. uma ilustração de

um Gráfico de Pareto para os defeitos de lentes, que é o escopo do presente trabalho – os dados, entretanto, são fictícios, apenas usados como ilustração.



**Figura 2.1 – Gráfico de Pareto (Adaptado de WERKEMA, 2005)**

A Figura 2.1 mostra que – no exemplo – os três principais problemas de defeitos nas lentes são: arranhão, trinca e revestimento inadequado. Dentre todas as lentes que apresentaram defeitos, 81,8% foram decorrentes dos problemas mencionados. Portanto, são esses problemas que deveriam ser atacados antes de tudo.

### 2.2.1.3. Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito é utilizado para sumarizar e apresentar as possíveis causas do problema considerado. Como sua forma lembra o esqueleto de um peixe, o diagrama também é conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe. Uma terceira denominação para este diagrama é Diagrama de Ishikawa, em homenagem ao Professor Kaoru Ishikawa, que

construiu o primeiro diagrama de causa e efeito para explicar a alguns engenheiros de uma indústria japonesa como os vários fatores de um processo estavam inter-relacionados.

Segundo MIGUEL (2001), um diagrama de causa-efeito pode ser elaborado segundo os seguintes passos:

- ✓ Determinar o problema a ser estudado (identificação do efeito).
- ✓ Relatar sobre as possíveis causas e registrá-las no diagrama.
- ✓ Construir o diagrama agrupando as causas em “4M” (mão-de-obra, máquina, método e matéria-prima). Pode ser considerado como “6M”, incluindo “medida” e “meio ambiente”.
- ✓ Analisar o diagrama, a fim de identificar as causas verdadeiras.
- ✓ Correção do problema.

Ainda segundo MIGUEL (2001), basicamente, o resultado do diagrama é resultado de um *brainstorming* (ou “tempestade cerebral”), sendo o diagrama o elemento de registro e representação de dados e informações. Segue na Figura 2.2 um exemplo de sua utilização para o aparecimento de trincas no núcleo de placas de aço.

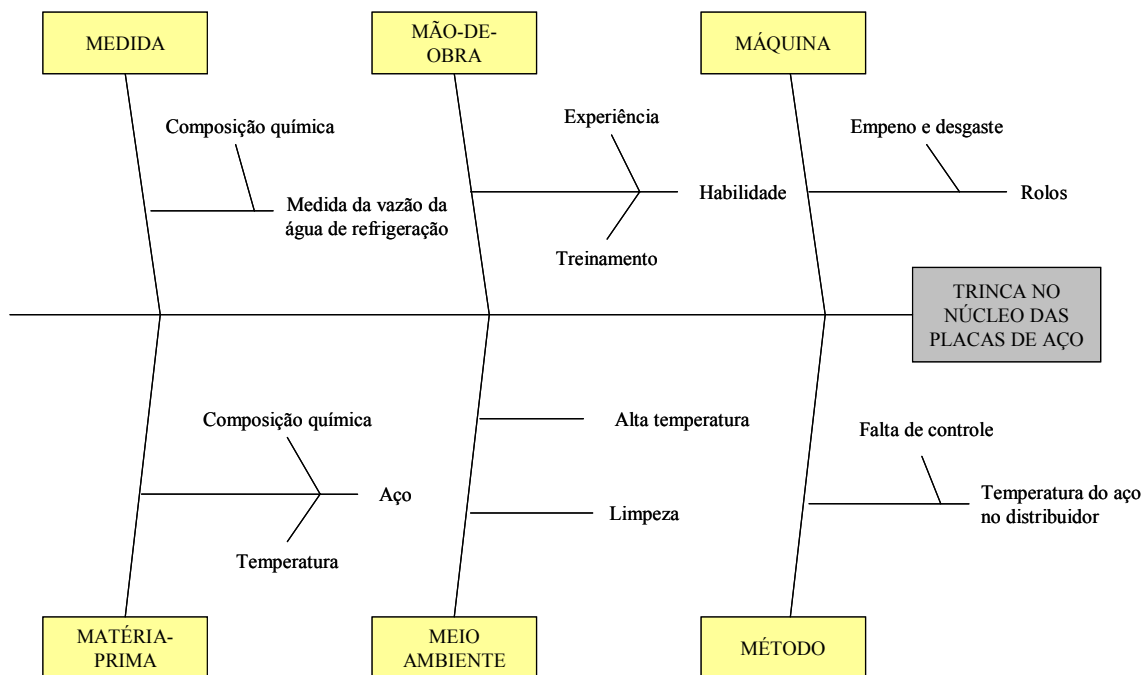


Figura 2.2 – Exemplo de Diagrama de Causa e Efeito (Adaptado de WERKEMA, 1995)

1 *Brainstorming* significa tempestade de idéias, ou seja, pensamentos e idéias que cada membro de u grupo de discussão expõe sem restrições e democraticamente.

### 3. DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE PRODUÇÃO ATUAL

O diagnóstico do processo de produção do laboratório das Óticas Carol, realizado pelo autor entre os meses de Junho e Agosto, indica uma série de problemas e conseqüentes oportunidades de melhoria.

A primeira visita ao laboratório da empresa, em Sorocaba, foi realizada pelo autor em Junho de 2008, com o objetivo de entender todas as etapas do processo de produção das lentes. Desde a primeira visita até meados de Agosto, o autor teve a oportunidade de desenvolver um fluxograma detalhado do processo produtivo e também pesquisar conceitos de qualidade e produtividade para embasar qualquer proposta de melhoria futura.

#### 3.1. Layout do laboratório

A primeira tarefa do autor foi a elaboração de uma planta simplificada do laboratório das Óticas Carol. Não havia nenhum tipo de esboço e tampouco a planta original do terreno. Portanto, o desenho simplificado do *layout* não está em escala. O autor visitou a planta do laboratório, buscou informações sobre todas as máquinas existentes e enumerou cada uma delas. A Figura 3.1 ilustra o *layout* da fábrica.

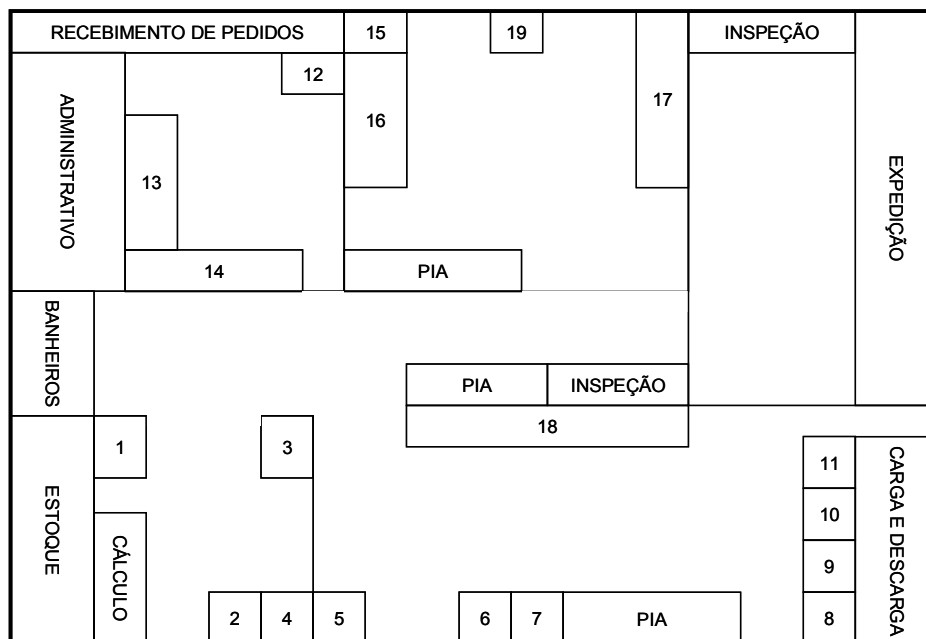


Figura 3.1 - Planta simplificada da fábrica (sem escala)

Os números ilustrados na Figura 3.1 são referentes às máquinas presentes no chão de fábrica do laboratório das Óticas Carol. A única exceção é o número 18, que refere-se ao local onde estão guardadas as fôrmas utilizadas na etapa de lixamento das lentes. A Tabela 3.1 a seguir contém informações acerca das máquinas.

**Tabela 3.1 - Especificações das máquinas (elaborado pelo autor)**

NÚMERO	NOME	MODELO	Nº DE SÉRIE	DATA DE FABRICAÇÃO
1	Fitadeira	CM 6300	13.067	10/10/2006
2	Blocadora de Alloy	CM 9100	12.920	03/07/2007
3	Desblocadora de Alloy	CM 6200	13.191	07/05/2007
4	Resfriadora da Blocadora	CM 9200	13.250	27/03/2007
5	Gerador CNC	CM 9000 Duo	13.354	26/06/2007
6	Lixadeira	CM 7500	13.209	13/04/2007
7	Lixadeira	CM 7500	13.210	13/04/2007
8	Resfriadora da Polidora	CM 9200T	13.328	03/07/2007
9	Polidora	CM 7500	13.212	13/04/2007
10	Polidora	CM 7500	13.213	13/04/2007
11	Polidora	CM 7500	13.214	13/04/2007
12	Facetadora	Compass M03	55.101	10/02/2007
13	Facetadora	Kappa Connections M10	95.152	25/05/2007
14	Leitor/Blocador	Kappa L10	124.159	06/06/2007
15	Leitor/Blocador	Kappa L10	65.128	28/07/2007
16	Furadeira	-	-	05/11/2006
17	Lensômetro digital	CLE 60 C	17.532	01/04/2007
18	Fôrmas para lixamento	-	-	-
19	Coloração	Tint Color SG-700	57.974	05/12/2006

É importante ressaltar que, como mostra a Tabela 3.1, todas as máquinas são relativamente novas. Quando a decisão de reabrir o laboratório foi tomada, optou-se por comprar tão somente máquinas novas, de modo a capturar as melhores tecnologias da época e não correr o risco de comprar máquinas usadas para depois gastar quantias elevadas na manutenção e conserto das mesmas.

### 3.2. Detalhamento do processo produtivo

A seguir, serão ilustradas as etapas do processo produtivo atual no laboratório. Será feito um diagnóstico bem detalhado da situação atual, o que será de suma importância para a posterior sugestão de melhorias. Nesse item, todos os tempos de cada etapa apresentados foram medidos pelo autor em visita realizada em Junho de 2008.

Segue ilustrado na Figura 3.2 um fluxograma simplificado do processo de produção do laboratório.

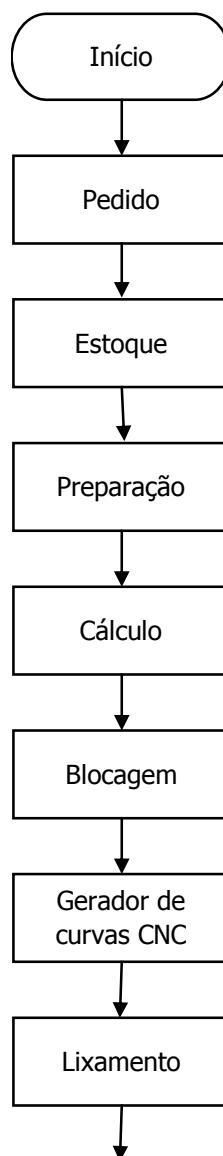
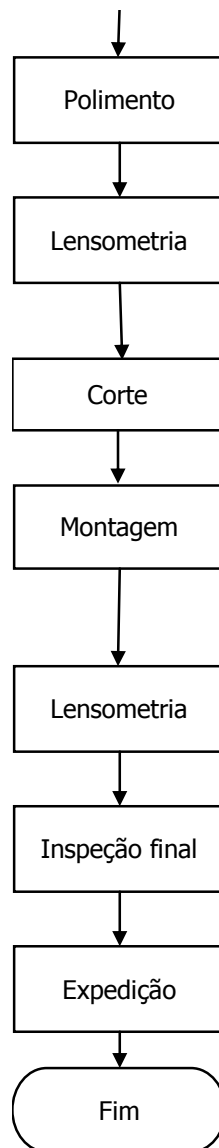


Figura 3.2 - Fluxograma simplificado do processo de produção de uma lente (elaborado pelo autor)



**Figura 3.2 - Fluxograma simplificado do processo de produção de uma lente (continuação)**

Cada lente pode seguir diversos caminhos ao longo do processo de produção. Por exemplo: a lente pode ser cortada no laboratório ou não, pode receber tratamento de coloração ou não, etc. Portanto, o autor realizou um estudo no laboratório, englobando todos os destinos possíveis para as lentes. Os fluxogramas para todos os caminhos possíveis estão no ANEXO I. A seguir, na Figura 3.3, o autor apresenta um dos possíveis caminhos que a lente pode percorrer: a lente passará pelo processo de coloração e corte e, finalmente, será expedida.

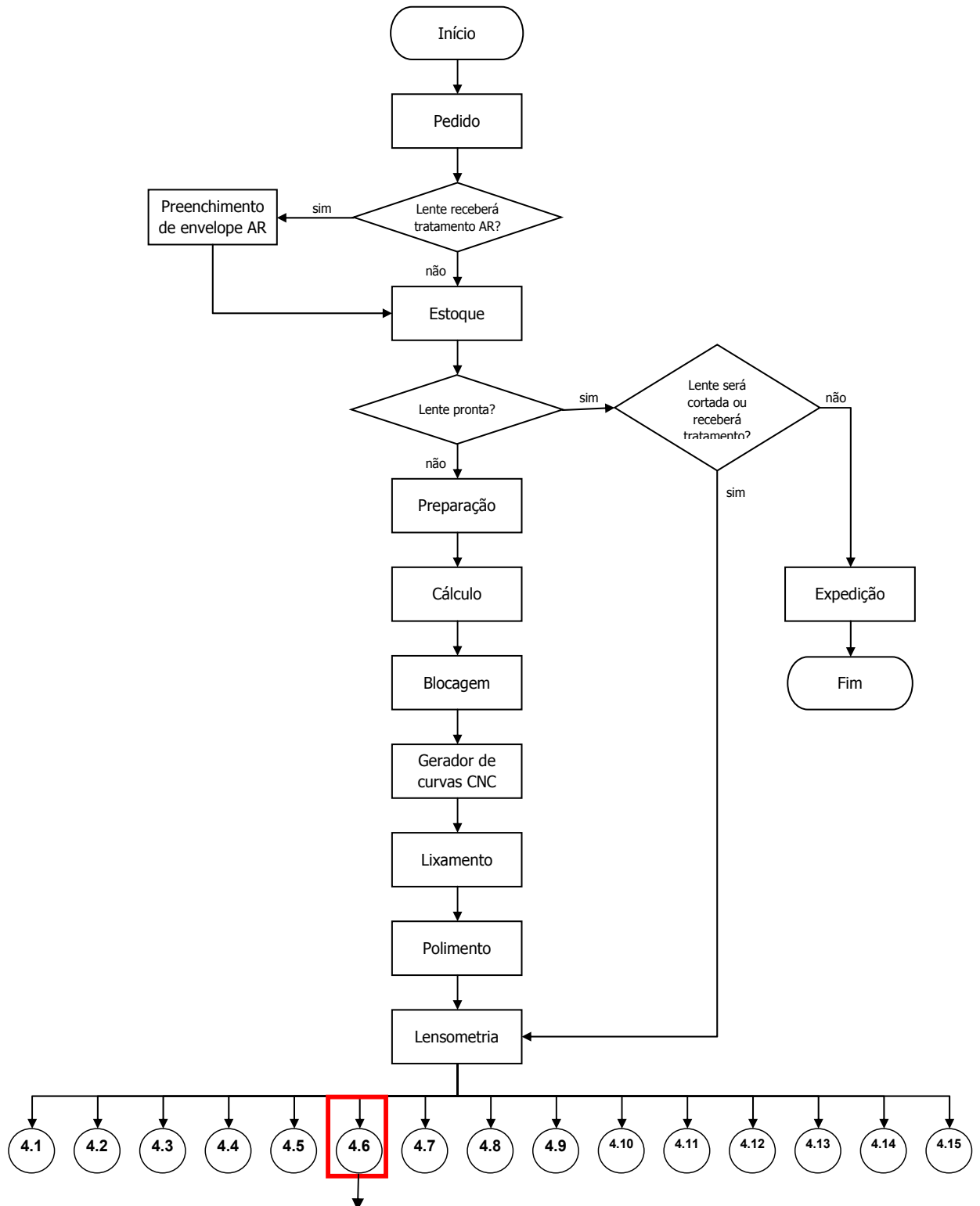
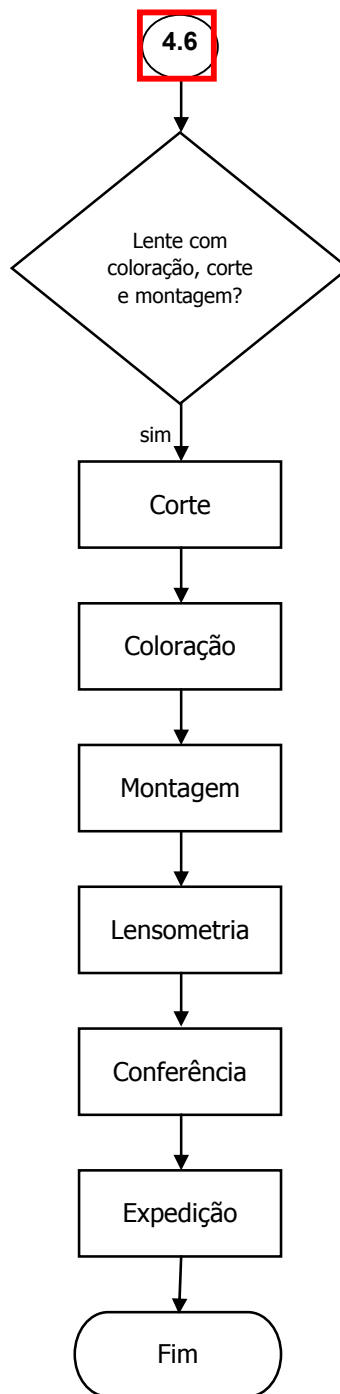


Figura 3.3 - Fluxograma do processo de produção (elaborado pelo autor)



**Figura 3.3 - Fluxograma do processo de produção (continuação)**

A seguir, será desenvolvida uma descrição mais detalhada sobre as etapas mais importantes do processo produtivo, mostradas no fluxograma da Figura 3.3.

### 3.2.1. Pedido (cadastro de pedidos)

Atualmente, existem três formas de cadastramento do pedido: via site da Essilor (chamado aqui de Opticlick) - grupo de origem francesa, com 150 anos de tradição, que atua em diversos países do mundo na produção e comercialização de lentes e equipamentos oftálmico -, via site das Óticas Carol ou entregues pelo portador.

O cadastro manual é o menos representativo – aproximadamente 10% do total de pedidos – e é a forma como eram cadastrados os pedidos antigamente. Os pedidos chegam ao laboratório via portador ou via sedex, em um pacote contendo a armação dos óculos e a receita do oculista. É uma forma de cadastro com maior risco, porque há o risco de quebra da armação ou perda da receita (que nesse caso exigiria uma nova consulta do cliente ao oculista).

O cadastro via site da Essilor e via site Carol são os mais importantes, representando, juntos, um total de 90% dos pedidos (60% Essilor e 30% Carol). Em ambos os casos, não são enviados à empresa a armação junto com a receita original. São cadastrados as especificações da lente (grau, curvatura, índice de refração, etc.) no respectivo site (OptiClick ou Carol) e por meio dos sites o laboratório consegue imprimir essas especificações e começar o processo. Segue na Figura 3.4 a participação dos pedidos.

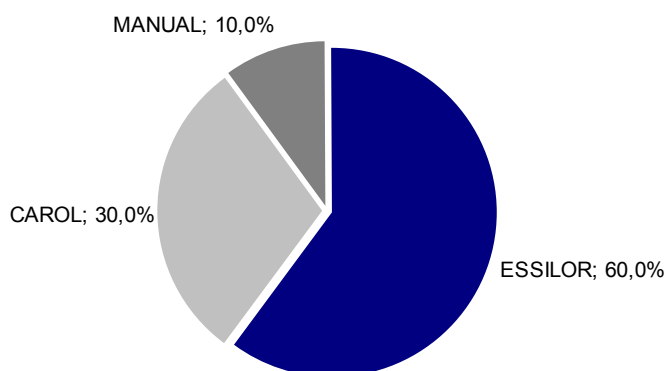


Figura 3.4 - Participação dos pedidos

### 3.2.2. Estoque – separação da matéria-prima

Independente de qual cadastro fora feito anteriormente, uma folha é impressa com as especificações do par de lentes e é então enviada para o setor de estoques. Um funcionário

lê as especificações das lentes e separa um par de “blocos” (matéria-prima). O bloco tem três características principais: matéria-prima (resina ou policarbonato), mono focal, bifocal ou multifocal e índice de refração (quanto maior o índice, mais rápido passa a luz e, portanto, mais fina a lente). Uma ilustração do estoque é mostrada na Figura 3.5.



**Figura 3.5 - Ilustração do setor de estoque**

Os dois blocos e a receita são colocados numa bandeja. Dependendo do prazo de entrega das lentes, a bandeja tem uma cor diferente. Além disso, cada bandeja apresenta um código de barras diferente. A Tabela 3.2 mostra as características de cada cor de bandeja.

**Tabela 3.2 – Características de cada bandeja**

COR DA BANDEJA	PRAZO DE ENTREGA
AMARELO	MENOS DE UM DIA
VERMELHA	1 DIA
AZUL	MAIS DE 3 DIAS
VERDE	LENTE PRONTA

A cor verde, como mostrado na Tabela 3.2, significa que as lentes estão prontas, faltando apenas o corte. Algumas lentes são deixadas prontas no estoque (com a curvatura e o grau). Segue na Figura 3.6 uma ilustração da bandeja vermelha.



**Figura 3.6 - Ilustração da bandeja vermelha**

Antes de sair do estoque, o código de barras da bandeja é identificado no computador. Ao longo de todo o processo produtivo, esse código será muito útil: sempre que for identificado, o computador saberá as especificações das lentes em questão. O funcionário da área de estoques confere se os blocos colocados na bandeja têm as mesmas características da receita do cliente.

### 3.2.3. Preparação e cálculo das especificações da lente

A próxima etapa é o setor de preparação da lente e cálculo dos dados de armação. Para a etapa de preparação da lente, é utilizada a máquina CM 6300 (“Fitadeira”). A máquina serve para colocar uma fita adesiva, que servirá de proteção contra riscos e pontos no lado que não será realizado nenhum tipo de corte ou lixamento. A fita é removida somente na última etapa, no processo de polimento. Segue na Figura 3.7 uma ilustração do operador colocando a fita no bloco.



Figura 3.7 - Ilustração da colocação da fita no bloco

Na etapa do cálculo, é usado um *software* chamado *Gen Lab* que calcula as especificações da lente. Existem três formas de cálculo, dependendo da origem do pedido:

- Sem armação: determinação do valor do diâmetro usando a fórmula:

$$D = P + LA - DP + DMA$$

Onde:

D = diâmetro;

P = ponte;

LA = largura do aro;

DNP = distância naso-pupilar

DMA = diagonal maior do aro.

- Leitura Opticlick (site da Essilor): o leitor do código de barras realiza o carregamento dos dados automaticamente, basta selecionar o item “blocos” e as espessuras das lentes. O programa calcula automaticamente.
- Com armação: nesse caso as medidas devem ser digitadas pelo operador. As medidas digitadas são: largura, altura e ponte. Também devem ser digitados os dados da receita (grau esférico e cilíndrico, eixo, adição e DNP).

Neste setor, portanto, são feitos os cálculos matemáticos de acordo com o tamanho, tipo e formato da armação para determinação da espessura e curvatura interna da lente, dados necessários para formação da dioptria<sup>1</sup>. As Óticas Carol dispõem de um software que auxilia neste processo de cálculo de espessura e também na transmissão de dados para a blocadora e para o gerador de curvas – ambos computadorizados – pois este software é interligado com estes equipamentos. Além disso, é calculado nessa etapa o tempo de duração da etapa de lixamento e polimento, dependendo do tamanho e do material da lente.

A única medição necessária nessa etapa do processo é a medição da espessura da lente. Todo o restante dos dados é imputado via leitura do código de barras – cadastrado quando as lentes saíam do estoque. Segue na Figura 4.8 uma ilustração da máquina de cálculo das especificações da lente.

#### 3.2.4. Blocagem das lentes

A etapa seguinte chama-se blocagem. É utilizada a máquina CM 9100 (chamada Blocadora), equipamento computadorizado automático, onde acontece a fixação do bloco e posicionamento do eixo, em um suporte de alumínio necessário para as próximas etapas do processo de produção.

A empresa utiliza para fixação das lentes uma liga metálica<sup>2</sup> de baixo ponto de fusão que possui uma aparência similar ao mercúrio quando no estado líquido. Um quilo do material fundido serve para fixação de cerca de 10 lentes. O preço do quilo do material gira em torno de R\$ 1.100,00.

A Figura 3.8 é uma ilustração do processo de fundição do material:

<sup>1</sup> Unidade de medida que afere o poder de refração de um sistema óptico. Exprime a capacidade de um meio transparente de modificar o trajeto da luz.

<sup>2</sup> O nome técnico da liga metálica é “MCP-47 ALLOY”. A liga metálica possui a seguinte composição química: 44,7% de bismuto (Bi), 22,6% de chumbo (Pb), 19,1% de índio (In), 8,3% de estanho (Sn) e 5,3% de cádmio



**Figura 3.8 - Ilustração do processo de fusão do material**

O metal é colocado num recipiente com água aquecida a 50 °C e com isso é fundido. O metal derretido é então colocado na máquina. Posteriormente, um porta-bloco é colocado na máquina. A liga metálica fundida envolve o porta-bloco e a lente e é então resfriada (temperatura ambiente) por vinte (20) segundos. Retira-se a lente e o porta-blocos, unidos pela liga metálica em seu estado sólido. Segue na Figura 3.9 uma ilustração da máquina CM 9100 (Blocadora).



**Figura 3.9 - Blocadora (CM 9100)**

### 3.2.5. Gerador de curvas

Feita esta fixação, o bloco é encaminhado para o Gerador de Curvas (CM 9000 Duo), equipamento que utiliza a tecnologia de Comando Numérico Computadorizado (CNC), com a finalidade de gerar a curvatura interna, reduzir o diâmetro e espessura de acordo com os dados gerados no setor de cálculo. Somente nesta etapa acontece a transformação do bloco em lente propriamente dita, pois, até então, o bloco permanece conforme veio do fabricante. A Figura 3.10 mostra uma ilustração do Gerador de Curvas.



Figura 3.10 - Gerador de Curvas CNC (CM 9000 Duo)

### 3.2.6. Lixamento e polimento

Em seguida, as lentes vão para o setor de lixamento. O laboratório das Óticas Carol possui cinco máquinas do tipo CM 7500: duas usadas para o processo de lixamento e três usadas no processo de polimento das lentes.

Inicialmente, as lentes são posicionadas na máquina e uma lixa para cada lente é colocada na máquina CM 7500. É usado nesta parte do processo bastante água, de modo a não esquentar as lentes quando estas estão sendo lixadas ou polidas. São duas etapas de lixamento: uma com uma lixa mais grossa e outra mais fina. Cada etapa de lixamento leva em média 30 segundos; totalizando, portanto, 60 segundos.

A seguir, a lente vai para o setor de Polimento e sofre um aperfeiçoamento por meio de um polimento da superfície interna em outra máquina CM 7500. Neste processo, a lente adquire o seu brilho característico. Nesta etapa, usa-se somente um veludo e, ao invés de água, é usado um líquido polidor, composto de óxido de alumínio e liberado numa temperatura de cerca de 9°C a 14°C. O tempo de processo de polimento depende muito do material e do tamanho da lente. Se for uma lente de resina, por exemplo, o processo dura em média três minutos e trinta segundos; se for uma lente de policarbonato, pode durar mais de cinco minutos. Esse tempo é calculado no setor de Cálculo. Segue na Figura 3.11 uma ilustração de duas máquinas de polimento (CM 7500).



**Figura 3.11 - Máquina de polimento (CM 7500)**

### 3.2.7. Lensometria: inspeção das lentes

Depois de polidas, as lentes são descoladas do suporte de alumínio e então levadas ao “Setor de Inspeção”. Nesse setor é utilizado um aparelho chamado Lensômetro Computadorizado (modelo CLE 60 C), que tem por objetivo conferir a dioptria e o eixo que foi determinado no pedido. Neste setor também é conferida a espessura central e das bordas das lentes.

A partir desse momento, as lentes podem ter três destinos diferentes. A lente pode seguir na linha de produção para a etapa de corte. Também, pode ser expedida para o cliente, quando

ele tem o seu próprio processo de corte. Alternativamente, as lentes são expedidas para fazerem um tratamento anti-reflexo em São Paulo, na planta da Essilor; depois do tratamento, as lentes são recebidas novamente para a etapa de corte.

### 3.2.8. Corte das lentes

Nesta etapa as lentes são cortadas de modo a encaixarem na armação dos óculos do cliente. É usada a máquina facetadora (modelo Compass M03 ou Kappa Connections M10). O processo de corte dura algo em torno de dois minutos e trinta segundos. Segue na Figura 3.12 uma ilustração da Facetadora (modelo Compass M03) e na Figura 3.13 uma ilustração da Facetadora (modelo Kappa Connections).



**Figura 3.12 - Facetadora (modelo Compass M03)**



**Figura 3.13 - Facetadora (Kappa Connections)**

### 3.2.9. Coloração das lentes

As lentes de resina que precisam ser coloridas vão para esta etapa do processo. A máquina utilizada é a SG-700, do fabricante *Segment System Optic Instruments*. A coloração é realizada na temperatura de 92°C, em uma mistura de água e corante em pó. O tempo do processo varia bastante, de cinco minutos a 30 minutos. Segue na Figura 3.14 uma ilustração do processo de coloração de um par de lentes.



**Figura 3.14 - Processo de coloração das lentes**

### 3.2.10. Montagem final e inspeção final

Por último, as lentes são conferidas. Quando a armação está junto com a receita, o funcionário responsável testa o encaixe da lente; caso a lente esteja maior do que a armação permite (algo que raramente acontece), a lente é mandada de volta para a seção de corte. Caso a lente esteja menor, não há outra possibilidade senão o descarte e a elaboração de um novo par de lentes. Se a armação não estiver junto com a receita, as lentes são enviadas para seu destino, onde a montagem com a armação será realizada.

### 3.2.11. Expedição

Finalmente, as lentes são embaladas e mandadas para a área de expedição. As lentes podem ser expedidas por quatro formas: malote para o laboratório, malote para o franqueado, moto para o franqueado ou via Sedex. As lentes são separadas de acordo com o seu destino (cidade) em caixas pequenas. Segue na Figura 3.15 uma ilustração do setor de expedição.



Figura 3.15 - Setor de expedição

## 3.3. Identificação dos principais problemas no laboratório

As primeiras informações necessárias para o início de análise, certamente, são: (1) a quantidade de itens produzidos, (2) a quantidade de defeitos e (3) os tipos de defeitos encontrados no processo.

O gerente de produção do laboratório não tinha nenhuma das informações descritas no parágrafo anterior. O único objetivo do laboratório era encontrar meios de aumentar o número de clientes e produzir o máximo possível. Além disso, nunca foram feitas Demonstrações do Resultado do Exercício para o laboratório; ou seja, não se sabe ao certo se o laboratório é lucrativo ou deficitário; em outras palavras, a diretoria não soube dizer se quanto mais peças o laboratório produz, mais ele lucra ou o contrário. Como a análise de

viabilidade econômica do laboratório não é o foco do presente trabalho, o assunto não será discutido. Entretanto, a análise será sugerida no item Sugestões de Melhorias.

Seguindo a sugestão do autor, a gerência do laboratório começou a coletar informações sobre a produção. O autor propôs ao gerente do laboratório que os dados sobre a produção fossem coletados diariamente. Apesar de simples, essa sugestão representa um avanço importante para o laboratório, uma vez que – como foi dito anteriormente – nunca antes em sua história algo foi efetivamente medido; prova disso é a ausência completa de qualquer dado histórico sobre produção diária, índice de quebras ou qualquer outra informação acerca de sua produção. Os dados começaram a ser coletados em Outubro de 2008, sendo que toda sexta-feira os dados eram encaminhados ao autor pelo gerente do laboratório. Os dados coletados englobavam:

- Tipo de defeito
- Quantidade de cada defeito
- Quantidade de pares de lentes produzidas em cada etapa

As informações foram divididas em duas planilhas diferentes; a primeira indicava quantas lentes tinham sido produzidas em cada etapa da produção e a segunda ilustrava a quantidade de defeitos. Segue na Tabela 3.3 uma ilustração da planilha indicando a produção das lentes.

**Tabela 3.3 – Levantamento da quantidade de pares de lentes produzidos em cada etapa (elaborado pelo autor)**

	OUTUBRO / 2008					
	6/10 a 11/10	13/10 a 18/10	20/10 a 25/10	27/10 a 31/10	TOTAL	MÉDIA
<b>QUANTIDADE PRODUZIDA (EM Nº DE PARES)</b>						
CORTE	883,0	780,0	789,0	765,0	<b>3.217</b>	<b>804</b>
MONTAGEM	176,0	174,0	148,0	184,0	<b>682</b>	<b>171</b>
COLORAÇÃO	113,0	102,0	92,0	96,0	<b>403</b>	<b>101</b>
CÁLCULO	803,0	811,5	771,5	709,0	<b>3.095</b>	<b>774</b>
GERADOR DE CURVAS	771,0	809,5	751,5	709,0	<b>3.041</b>	<b>760</b>
LIXAMENTO e POLIMENTO	791,0	794,0	645,0	709,0	<b>2.939</b>	<b>735</b>

O próximo passo foi a definição dos tipos de defeitos que surgem ao longo da produção. O gerente de produção do laboratório optou por separar duas partes do processo: a parte de

surfaçagem<sup>3</sup> e a parte de montagem, inspeção, lensometria e coloração. O autor prontamente sugeriu ao gerente que a coleta de defeitos fosse feita etapa por etapa, separadamente. Com isso, as análises de defeitos ficariam muito mais completas, pois seria elaborado um gráfico de Pareto para cada setor. O gerente argumentou que precisava ter alguém confiável para realização da tarefa e, portanto, elegeu somente duas pessoas de confiança: uma para o processo de surfaçagem e outra para o restante do processo.

Resolvido essa questão, o gerente de produção enumerou todos os erros que ocorrem ao longo do processo de produção de lentes. O resultado da coleta de dados ao final de Outubro está ilustrado na Tabela 3.4.

**Tabela 3.4 - Folha de verificação para o mês de Outubro (elaborada pelo autor)**

	OUTUBRO / 2008			
	6/10 a 11/10	13/10 a 18/10	20/10 a 25/10	27/10 a 31/10
<b>SURFAÇAGEM</b>				
A-Risco com ferro corta fita	0	0	0	0
B-Erro/ digitação	2	0	4	3
C-Erro/blocagem	0	0	0	0
D-Erro/corte gerador	0	1	1	0
E-Erro/lixa/Modelo	1	2	3	3
F-Erro/ Polimento	0	0	0	0
G-Quebra/risco/desbloca.	0	0	0	0
H- Bloco	6	4	3	4
I - Outros	0	1	0	2
<b>TOTAL I</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>MONTAGEM / COLORAÇÃO / LENSOMETRIA</b>				
A- RISCO / PONTO	3	8	7	3
B- EIXO	3	1	0	1
C- MARCOU EIXO ERRADO	0	3	0	0
D/E- LASCOU	4	5	5	1
F- DEFEITO NO BLOCO	3	7	2	2
L- DIGITAÇÃO ERRADA	2	0	0	2
N- LENTES INVERTIDAS	0	4	0	1
O- LEITURA OPTICCLICK ERR.	0	4	0	0
S- MANCHAS NAS LENTES	1	7	0	0
U- QUEBRA	0	9	3	0
V-DEFORMOU MODELO	2	5	0	3
X - OUTROS	0	1	3	2
<b>TOTAL II</b>	<b>18</b>	<b>54</b>	<b>20</b>	<b>15</b>
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>27</b>	<b>62</b>	<b>31</b>	<b>27</b>

<sup>3</sup> Processo de produção da lente que engloba desde a etapa de Preparação até a etapa de Corte (Figura 3.2)

A partir dos dados da Tabela 3.4, com o objetivo de elaborar dois Gráficos de Pareto (um para surfacagem e outro para montagem, coloração e lensometria), foram feitas duas tabelas auxiliares (Tabela 3.5 e Tabela 3.6).

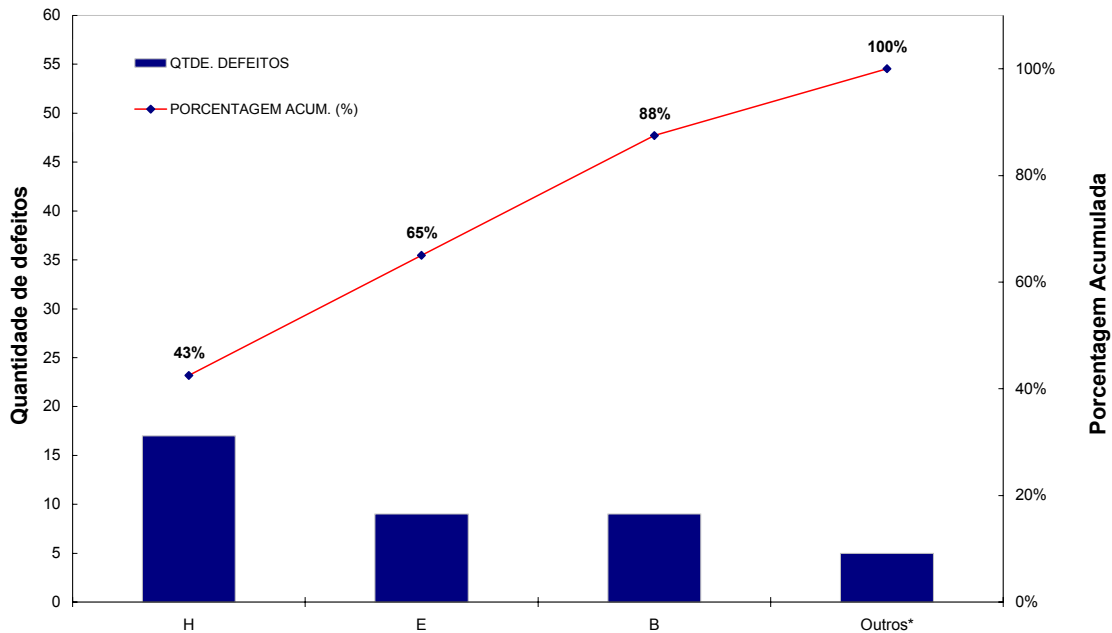
**Tabela 3.5 - Tabela auxiliar para elaboração do Gráfico de Pareto para Surfacagem (elaborada pelo autor)**

<b>CONTROLE DE PROCESSO – SURFAÇAGEM</b>				
<b>TIPO DE DEFEITO</b>	<b>QTDE. DEFEITOS</b>	<b>PORCENTAGEM TOTAL GERAL (%)</b>	<b>TOTAL ACUM.</b>	<b>PORCENTAGEM ACUM. (%)</b>
H	17	43%	17	43%
E	9	23%	26	65%
B	9	23%	35	88%
Outros*	5	13%	40	100%
<b>TOTAL</b>	<b>40</b>	<b>100,0%</b>		

**Tabela 3.6 - Tabela auxiliar para elaboração do Gráfico de Pareto para Montagem/Coloração/Lensometria (elaborada pelo autor)**

<b>CONTROLE DE PROCESSO – MONTAGEM /COLORAÇÃO/LENSÔMETRIA</b>				
<b>TIPO DE DEFEITO</b>	<b>QTDE. DEFEITOS</b>	<b>PORCENTAGEM TOTAL GERAL (%)</b>	<b>TOTAL ACUM.</b>	<b>PORCENTAGEM ACUM. (%)</b>
A	21	20%	21	20%
D/E	15	14%	36	34%
F	14	13%	50	47%
U	12	11%	62	58%
V	10	9%	72	67%
S	8	7%	80	75%
B	5	5%	85	79%
N	5	5%	90	84%
L	4	4%	94	88%
O	4	4%	98	92%
C	3	3%	101	94%
Outros	6	6%	107	100%
<b>TOTAL</b>	<b>107</b>	<b>100,0%</b>		

A partir da Tabela 3.5 e da Tabela 3.6, foi possível a elaboração de dois Gráficos de Pareto: o primeiro para o processo de surfacagem e o segundo para os processos de montagem, coloração e lensometria. Após a elaboração de ambos os gráficos, o autor realizou uma nova visita à planta do laboratório para compreender cada um dos defeitos principais. Segue na Figura 3.16 o primeiro gráfico citado.



**Figura 3.16 - Gráfico de Pareto para o processo de surfacagem (elaborado pelo autor)**

Como está ilustrado na Figura 3.16, apenas três defeitos são responsáveis por 88% dos defeitos totais do processo de surfacagem. Os três defeitos são:

- H. Bloco. É o defeito referente ao bloco utilizado como matéria-prima do processo de produção. Na maioria das vezes, os defeitos dizem respeito à presença de pontos ou riscos, curvatura indicada diferente da curvatura real, etc. Na maioria das vezes, é o bloco da fabricante *Multimax* que apresenta o maior número de problemas.
- E. Erro de lixamento. Nesse caso, o erro é proveniente do operador: no processo de lixamento, o operador deve escolher – e encaixar na lente – a fôrma indicada na receita da lente que servirá para lixar a mesma. Muitas vezes, o operador escolhe uma fôrma diferente da indicada nas especificações da lente (ou pouco maior ou um pouco menor), que em última instância danifica a lente na hora do lixamento.
- B. Erro de digitação. Novamente, um erro do operador; nesse caso, o operador deve digitar na máquina características das lentes, tais como: grau, eixo, base, espessura.

No entanto, por falta de atenção, o operador pode digitar incorretamente algum dos dados mencionados, causando problemas quando a máquina for realizar o processo.

Os defeitos classificados como “Outros” englobam todos os defeitos restantes, que não se enquadram nesses três tipos.

Segue na Figura 3.17 o segundo Gráfico de Pareto, elaborado a partir dos defeitos presentes nos processos de montagem, coloração e lensometria.

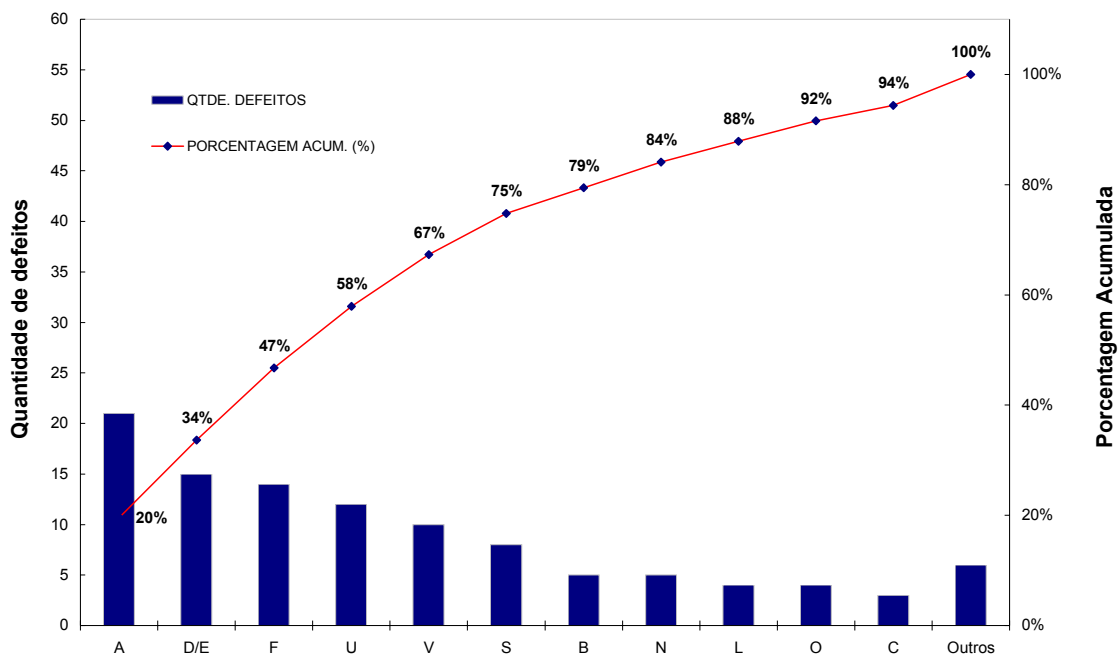


Figura 3.17 - Gráfico de Pareto para os processos de montagem, coloração e lensometria (elaborado pelo autor)

Novamente, uma pequena variedade de defeitos representa uma grande parte da quantidade de defeitos totais: somente seis defeitos representam 75% do número total de defeitos nos processos de montagem, coloração e lensometria. Os principais defeitos são:

- A. Risco/Ponto. Ocorre no caso de aparição e um risco ou ponto na lente. Acontece normalmente de três maneiras diferentes: (1) o defeito veio originalmente no bloco – defeito do fabricante –, (2) acontece na etapa de lixamento e (3) ocorre quando o operador está limpando manualmente a lente. Como as lentes são muito sensíveis,

qualquer poeira que entre na máquina na hora do processo de lixamento, ou na hora exata da limpeza manual, pode danificar a lente.

- D/E. “Lascou”. Nesse caso, pode acontecer tanto na lente de grau (D) como na lente solar (E). Ocorre casualmente, quando o operador tenta eliminar algum tipo de “canto vivo” da lente, resultado principalmente depois do processo de corte da mesma. Na tentativa de eliminar tal problema, o operador acaba danificando a lente. Outra forma de ocorrer o problema citado é na etapa de montagem: o operador força demais a lente para encaixá-la na armação dos óculos e acaba danificando a lente.
- F. Defeito no bloco. É o mesmo defeito apresentado anteriormente no processo de superfície; o bloco vem com defeito do fabricante – e acaba prejudicando o processo produtivo no laboratório.
- U. Quebra. A quebra da lente pode acontecer de duas maneiras: dentro do laboratório ou fora. Ocorre dentro do laboratório quando o operador deixa cair a lente no chão, ou na pia, etc. Pode ocorrer fora do laboratório, quando a lente é enviada para o tratamento anti-reflexo; algumas vezes, a empresa responsável pelo tratamento quebra acidentalmente a lente ao longo do processo; nesse caso específico, no entanto, o laboratório fica com um crédito contra a empresa. Assim, o laboratório não pagará pelos próximos dois ou três serviços, dependendo do preço da lente que foi quebrada.
- V. Deformou o modelo. Acontece quando a máquina danifica a lente. Pode ser por falta de manutenção na máquina, por queda de energia ou por quebra da máquina.
- S. Manchas nas lentes. Acontece esse tipo de defeito na etapa de coloração. Quando a lente apresenta uma diferença muito grande no tamanho de poros na sua superfície, a coloração da lente não ocorre de forma uniforme, apresentando ao final do processo faixas de coloração levemente diferentes. Também nesse caso, o defeito veio direto do fabricante.

Os outros defeitos são menos relevantes e estão indicados na Tabela 3.4.

A coleta de dados acerca da produção e dos defeitos foi de grande valia para realização dos gráficos de Pareto e, principalmente, para a conscientização da gerência do laboratório e

---

dos operadores de máquina, da importância de medir os defeitos para atacar as causas principais. As principais causas identificadas apontam para:

- Falta de treinamento aos funcionários

Desde o início das atividades do laboratório, o processo de treinamento tem sido da seguinte maneira: o operador contratado trabalha cerca de uma semana ao lado de um operador experiente para aprender as atividades que deve realizar. Depois desse período, o funcionário contratado fica responsável pelas atividades e sempre que tiver dúvidas, deve perguntar a algum operador experiente. Em primeiro lugar, o autor sugeriu a elaboração de um plano de treinamento para cada funcionário contratado na área de produção do laboratório das Óticas Carol. Assim, o funcionário teria uma semana de aulas sobre o processo de produção de uma lente e, principalmente, sobre a etapa do processo específica que fora contratado inicialmente. Concomitantemente a esse período, o operador teria a oportunidade de observar o operador experiente trabalhar. Depois alguns dias observando – dependendo da complexidade da atividade –, o operador contratado poderia começar a operar, mas com a vigilância constante do operador experiente. Depois que o operador experiente entender que as atividades estão sendo desenvolvidas corretamente, o operador contratado assumiria a responsabilidade das atividades desenvolvidas por ele.

- Planta industrial

A segunda grande causa identificada pelo autor diz respeito à planta industrial. Primeiramente, a planta opera normalmente com todas as janelas abertas e, conseqüentemente, é susceptível a poeira. Segundo, a temperatura de estocagem dos insumos deve ser, de acordo com os fornecedores de equipamentos, no máximo 24°C. Apesar disto a temperatura do Laboratório não é medida, nem controlada (em Sorocaba a temperatura ambiente pode chegar acima de 35°C). Em dias mais quentes ao longo do ano, segundo o gerente de produção, a incidência de defeitos é consideravelmente maior. Por exemplo: em dias mais quentes, o processo de polimento não é tão eficaz, pois o líquido polidor (composto por óxido de alumínio) não mantém a temperatura ideal entre 9°C e 14°C. Também, há dificuldade de fixação das lentes na etapa de blocagem, pois a liga metálica não resfria corretamente. Terceiro, o ambiente possui um pé direito elevado e o telhado, sem forro, apresenta vãos abertos que permitem a entrada de insetos e poeira.

Quarto, os pisos e paredes são de material permeável, dificultando a remoção da sujeira e contribuindo para o aparecimento de partículas no ar. Todos esses fatores contribuem significativamente para a incidência da maioria dos defeitos apresentados na Tabela 3.4.

- Falta de inspeção dos blocos

A falta de inspeção nos blocos é outro fator determinante do número de defeitos do processo produtivo do laboratório. Muitas vezes, a lente passa por todas as etapas do processo de produção e, finalmente, quando recebe o tratamento de coloração, percebe-se que o bloco tinha defeitos, pois é verificado o surgimento de manchas nas lentes. Portanto, durante todo o processo, foram desperdiçados tempo e dinheiro. Em pesquisas realizadas pelo autor, foi identificada uma máquina justamente para fazer a inspeção dos blocos – antes do início do processo de produção. A máquina, chamada *Check Lens*, é da fabricante Mello Industrial e tem duas características principais: identificação de pequenos riscos e identificação de pequenos defeitos na superfície (que futuramente causarão o aparecimento de manchas, por exemplo), ambos não visualizados a olho nu. O preço da máquina é de R\$ 500,00. Segue na Figura 3.18 uma ilustração da máquina.



**Figura 3.18 - Máquina para identificação de defeitos nos blocos**

Esses foram as três grandes causas identificadas pelo autor no processo de produção do laboratório. Inicialmente, o autor planejou a elaboração de um Diagrama de Causa e Efeito para cada defeito principal na produção. Entretanto, por falta de conhecimento da equipe do laboratório, essa atividade não será desenvolvida no presente relatório.

## **4. PROPOSTAS DE MELHORIA**

Em primeiro lugar, vale ressaltar a importância da continuidade da coleta diária de dados acerca da produção por parte da gerência do laboratório das Óticas Carol. A coleta de dados é o primeiro passo para qualquer empresa que almeje um aumento em sua produtividade ou mesmo um controle dos defeitos de sua produção. Além disso, os dados coletados servirão como subsídio para elaboração de estudos estatísticos e para a correta utilização das Ferramentas da Qualidade. Como argumentou MONTGOMERY (2004), “... A experiência dos tempos de guerra tornou claro que as técnicas estatísticas eram necessárias para controlar e melhorar a qualidade do produto.”

O presente capítulo está dividido em duas partes; a primeira parte contém propostas de melhorias imediatas, que podem – e devem – ser adotadas em poucos meses. A segunda parte, e não menos importante, apresenta sugestões e propostas futuras que serão muito essenciais para a continuidade das operações do laboratório.

### **4.1. Propostas de melhorias imediatas**

Atualmente, a coleta de dados está dividida em (1) surfacagem e (2) montagem, coloração e lensometria; a principal razão mencionada pelo gerente de produção para essa divisão foi a falta de uma pessoa responsável pela coleta das informações. Foram designados para coleta um operador do setor de cálculo – responsável pela surfacagem – e outro operador do setor de montagem – responsável pelo restante dos processos. Essa designação – de operadores para controlarem os defeitos – tem, como toda escolha, suas vantagens e suas desvantagens. A maior vantagem é o compromisso do operador com a diminuição dos defeitos sob sua responsabilidade; a maior desvantagem é o conflito de interesses dessa decisão, uma vez que o operador tende a sub-dimensionar os próprios erros. Levando em consideração a impossibilidade (financeira) da criação de uma equipe voltada exclusivamente para o controle da qualidade das lentes do laboratório, o autor sugeriu que a coleta de dados fosse dividida por setor e realizada por cada um dos operadores – e não fosse somente responsabilidade de duas pessoas. Assim, a tarefa seria dividida mais equilibradamente entre os operadores e a sobrecarga em cima do operador responsável pela coleta dos dados

referentes aos processos de montagem, coloração e lensometria seria eliminada. Outra grande vantagem de separar os defeitos por setor, será a elaboração de um índice de defeitos por setor; a gerência terá conhecimento, então, de quantas peças foram produzidas e quantas foram consideradas defeituosas em cada etapa da produção. Isso facilitará a comparação semanal dos índices, indicando antes do final do mês que alguma causa especial pode ter aparecido. Segue na Tabela 4.1 a sugestão do autor, como exemplo.

Tabela 4.1 - Cálculo do índice de pares defeituosos

2008			
SEMANA 1			
EM Nº DE PARES DE LENTES	QTDE. TOTAL	QTDE. DEFEITUOSOS	ÍNDICE DE DEFEITUOSOS
CORTE	883,0	20,0	2,3%
MONTAGEM	176,0	10,0	5,7%
COLORAÇÃO	113,0	6,0	5,3%
CÁLCULO	803,0	15,0	1,9%
GERADOR DE CURVAS	771,0	7,0	0,9%
LIXAMENTO e POLIMENTO	791,0	15,0	1,9%

Assim, para cada setor, mensalmente, poderia ser desenvolvido um gráfico de acompanhamento. Sempre que o índice mudar de patamar, a gerência deverá identificar a causa dessa variação. Apenas como exemplo, segue na Figura 4.1. uma ilustração desse acompanhamento para o setor de montagem.

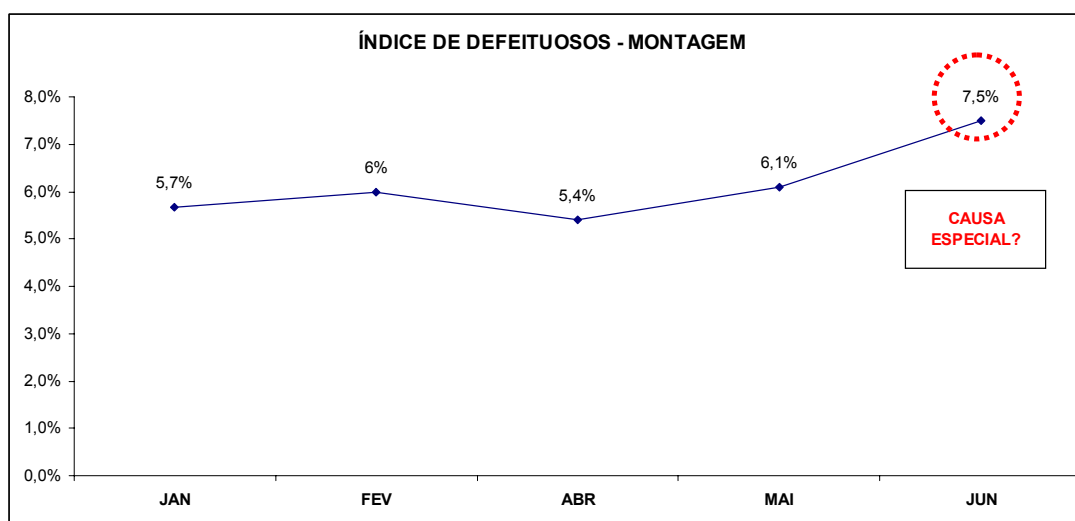


Figura 4.1 - Exemplo de Gráfico de Controle (elaborado pelo autor)

---

Para o monitoramento contínuo da produção de lentes, o autor propõe uma rotina a ser seguida pela equipe gerencial do laboratório das Óticas Carol. Em primeiro lugar, a coleta de dados e o preenchimento da folha de verificação – proposta pelo autor – deverão ser realizados diariamente (como já está sendo feito no laboratório). Em segundo lugar, na primeira semana de cada mês, o gerente de produção deverá elaborar (1) o Gráfico de Pareto e (2) o Diagrama de Causa e Efeito para os principais defeitos do mês anterior; o Diagrama de Causa e Efeito deverá ser realizado no primeiro dia útil após a elaboração do Gráfico de Pareto e deverão participar pelo menos quatro colaboradores do laboratório, para que assim a coleta de idéias seja rica o suficiente para elaboração do Diagrama. Além disso, também na primeira semana de cada mês, o gerente de produção deverá elaborar um Gráfico de Controle (Figura 4.1), para que sejam identificadas eventuais causas especiais para uma queda ou aumento brusco na quantidade de defeitos na produção. Todo mês, portanto, a gerência terá como objetivo a solução para as principais causas apontadas nos Diagramas de Causa e Efeito elaborados no início de cada mês. Assim, certamente haverá uma melhora gradativa e contínua na qualidade e na produtividade do laboratório.

Outro ponto importante: registro do número de reclamações dos clientes. Atualmente, não existe um responsável pelo recebimento e registro das reclamações dos clientes; o gerente de produção fala diretamente com o cliente, explicando o defeito e oferecendo novas lentes, quando é o caso. Certamente, os defeitos identificados pelos clientes devem ser registrados e analisados da mesma maneira como os defeitos identificados na produção. Deve-se, portanto, coletar os dados diariamente, elaborar um Gráfico de Pareto e, posteriormente, um Diagrama de Causa e Efeito mensalmente para cada reclamação principal.

Como explicitado no item 3.3, a falta de inspeção dos blocos no início do processo de produção é uma das principais causas do aparecimento de defeitos nas lentes. Essa causa está presente no setor de surfacagem (erro H) e nos setores de montagem, coloração e lensometria (erros F e S), que juntos representaram cerca de 20% do total de defeitos no mês de outubro – mostrado na Tabela 3.5 e na Tabela 3.6. Com a aquisição da máquina *Check Lens* para detectar defeitos nos blocos no início do processo, antes de sair do estoque, esse número de defeitos deve reduzir consideravelmente.

Outra sugestão de melhoria, nesse caso simples e imediata, tem a ver com o número de blocos cadastrados no sistema. Antes do bloco – matéria-prima – sair do estoque, todas as suas especificações devem ser selecionadas no computador, para que sejam vinculadas ao código de barras da bandeja. O operador seleciona o tipo de bloco em uma lista, com um número extremamente elevado de tipos diferentes. No entanto, a maioria dos tipos de blocos nunca foi usada; causando dois tipos de problemas: (1) demora na busca pelo bloco e (2) seleção de um bloco diferente, porém com a maioria das especificações iguais. A sugestão, prontamente adotada pela gerência, foi a eliminação de todos os cadastros de blocos que não tinham sido usados nos últimos 12 meses. Com isso, a lista reduziu de aproximadamente 2.000 itens para cerca de 300, facilitando consideravelmente o trabalho do operador do setor do estoque e diminuindo as chances de seleção incorreta do tipo de bloco.

Finalmente, a última sugestão para melhoria imediata diz respeito ao treinamento dos colaboradores do laboratório. No mês de outubro, nada menos do que 45% dos defeitos do setor de superfície (18 defeitos) foram referentes aos erros cometidos pelos operadores (erros E e B, da Tabela 3.5). Atualmente, existem diversos de fabricantes que oferecem treinamentos a terceiros, como, por exemplo, a Sáfilo, uma das maiores empresas do setor ótico. As empresas disponibilizam treinamentos, principalmente, como forma de aproximar-se dos clientes. Então, além da proposta de um processo de treinamento mais adequado (presente no item 3.3), o autor propõe a participação dos funcionários nos treinamentos dessas grandes empresas. Assim, além do aprendizado, o funcionário do laboratório aumentará sua motivação e satisfação ao trabalhar no laboratório. Também a respeito do treinamento, seria muito importante a definição de um plano de carreira para cada um dos funcionários do laboratório. Todas essas medidas certamente trariam vantagens ao laboratório – tanto na diminuição do índice de defeitos, como na retenção dos melhores talentos. Apesar de não haver no momento um setor de recursos humanos no laboratório, o treinamento dos colaboradores deve ser encarado como uma atividade essencial para, no curto prazo, diminuir consideravelmente a quantidade de defeitos e, no médio e longo prazos, garantir a sobrevivência e o crescimento do laboratório das Óticas Carol.

## 4.2. Propostas de melhorias futuras

O autor identificou um importante foco de desperdício ao longo do processo, no setor de lixamento, etapa que utiliza uma grande quantidade de água. A água vem canalizada e é usada na temperatura ambiente para lubrificar as lentes quando essas são submetidas ao processo de lixamento. O autor identificou duas oportunidades de melhoria: reutilização da água e modificação na máquina. Como a água utilizada é jogada novamente para o esgoto, uma grande economia seria a reutilização dessa água. Essa proposta foi enviada à gerência e o projeto será estudado no começo de 2009. Além da redução dos gastos com água, a empresa melhorará a sua imagem perante o mercado, uma vez que sinalizará o comprometimento com a preservação do meio ambiente. O segundo problema do setor tem origem na fabricação da máquina: o processo foi planejado para lixar um par de lentes. A quantidade de água utilizada, então, é sempre a mesma. Entretanto, muitas vezes o processo de lixamento é realizado em apenas uma lente e, por isso, não precisaria de tanta água. Existem na máquina duas saídas de água: uma para a lente direita e outra para lente esquerda. O autor sugeriu que buscasse uma maneira de, por exemplo, colocar uma torneira em cada uma das saídas. Assim, sempre que o processo fosse realizado em apenas uma lente, a outra torneira seria fechada, eliminando o desperdício. Independentemente dessas duas sugestões, o autor sugeriu, também, o controle da água utilizada: a sugestão foi inserir um reservatório de água para que, ao final do dia, um operador medisse a quantidade de água usada ao longo do dia. Assim, com o número de lentes lixadas, a gerência saberá quantos litros de água são utilizados por lente nesse processo. Outro ponto: a água é usada nesse processo, principalmente, para diminuir a temperatura da lente e da lixa; portanto, outra saída para economizar água seria o resfriamento da água antes do seu uso. Numa temperatura mais baixa, talvez a quantidade de água necessária para o processo seja até menor.

Como foi discutido no item 3.3, uma das principais causas da ocorrência de riscos e pontos nas lentes ao longo do processo de produção é a localização e as características da planta industrial. De acordo com a Tabela 3.6, 29% dos defeitos nos setores de montagem, coloração e lensometria ocorreram em decorrência da planta industrial (defeitos A e V). Não coube ao presente trabalho a realização de um estudo de viabilidade econômica para a

mudança de local; entretanto, certamente tal estudo deverá ser feito. O local adequado seria completamente diferente do local atual: deverá ser um local com pisos e paredes impermeáveis, com o objetivo principal de facilitar a limpeza do local ao final de cada dia. Além disso, o local deverá ser fechado e utilizar ar-condicionado, por duas razões: (1) controlar a temperatura ao longo do processo, reduzindo os gastos com manutenção das máquinas e reduzindo o aparecimento de defeitos nas lentes decorrentes de temperaturas muito elevadas e (2) não propiciar o aparecimento de poeira proveniente do ambiente externo.

Outra grande vantagem com a mudança de local será a completa revisão do *layout* da fábrica. Atualmente, as lentes circulam muito no chão de fábrica, propiciando mais oportunidades para a ocorrência de quebras, riscos ou pontos na superfície das mesmas: no mês de outubro, houve 12 casos de quebra de lentes (11% do total para os setores de montagem, coloração e lensometria). A Figura 4.2 ilustra o caminho de uma lente ao longo do processo.

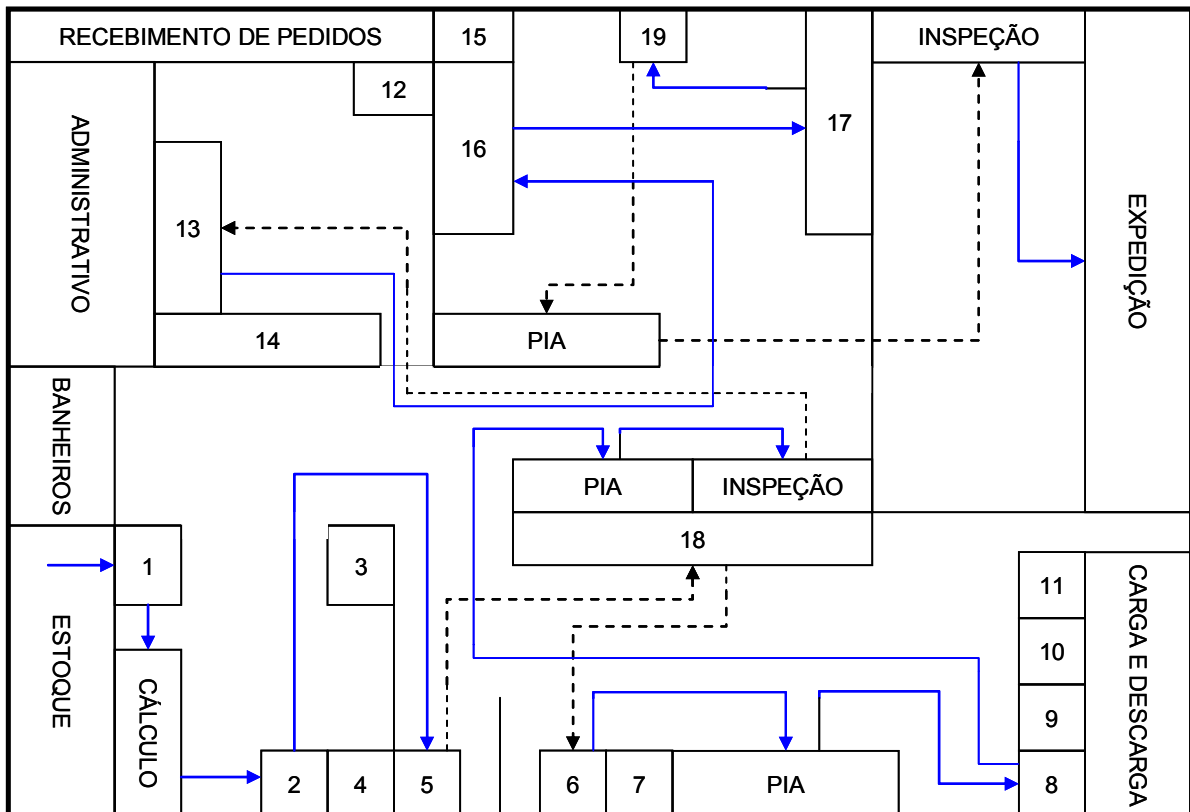


Figura 4.2 - Caminho da lente ao longo do processo (elaborado pelo autor; sem escala)

Como o autor não teve acesso à planta do terreno e não era o objetivo do presente trabalho, não foi realizado um estudo de viabilidade mais detalhado sobre a nova disposição das máquinas. Logo, a sugestão preliminar para a disposição das máquinas leva-se em conta o mínimo de mudanças possíveis nas máquinas – inclusive mantendo o local das três pias, mas diminuindo o número de cruzamentos no fluxo. Assim, o número de defeitos relativos a quebra das lentes deverá diminuir consideravelmente. O novo *layout* é apresentado na Figura 4.3.

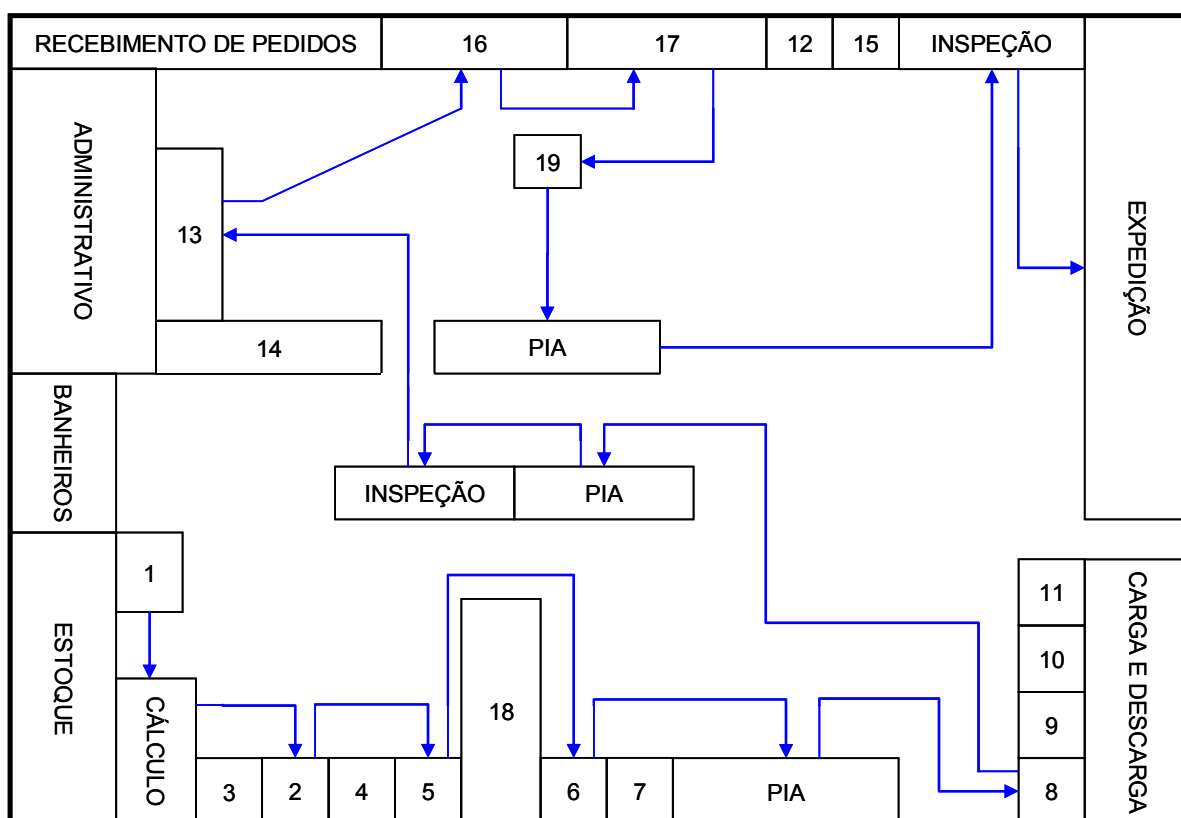


Figura 4.3 - Disposição sugerida (elaborada pelo autor; sem escala)

Outra sugestão importante diz respeito à certificação de qualidade ABNT NBR ISO 9001. Alguns laboratórios de lentes no Brasil já possuem a certificação e o laboratório das Óticas Carol daria um importante salto de qualidade recebendo esse importante selo de qualidade. Segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), a ABNT NBR ISO 9001 é a versão brasileira da norma internacional ISO 9001 que estabelece requisitos para o Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ) de uma organização não significando,

necessariamente, conformidade de produto às especificações do cliente. O objetivo da ABNT NBR ISO 9001 é prover confiança ao cliente de que o seu fornecedor poderá fornecer, de forma consistente e repetitiva, bens e serviços de acordo com o que o cliente especificou. A preparação para tal certificação não foi o foco do presente trabalho, porém certamente é de extrema relevância para o aprimoramento dos processos de produção do laboratório e para um salto ainda maior na qualidade de sua produção.

Segue na Tabela 4.2 um resumo com todas as propostas de melhoria, tanto imediatas quanto futuras.

**Figura 4.2 - Resumo das propostas de melhoria**

<b>RESUMO DAS PROPOSTAS DE MELHORIA</b>	
<b>PROPOSTAS PARA MELHORIAS IMEDIATAS</b>	
1	COLETA DE DADOS POR SETOR
2	GRÁFICO DE ACOMPANHAMENTO
3	ELABORAÇÃO DE UMA ROTINA DIÁRIA E MENSAL
4	COLETA DAS RECLAMAÇÕES DOS CLIENTES
5	INSPEÇÃO INICIAL DOS BLOCOS
6	DIMINUIÇÃO DO NÚMERO DE BLOCOS CADASTRADOS
7	TREINAMENTO DOS COLABORADORES
<b>PROPOSTAS PARA MELHORIAS FUTURAS</b>	
8	REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA
9	ADEQUAÇÃO DA LIXADEIRA (CM 7500)
10	MUDANÇA DE PLANTA INDUSTRIAL
11	MUDANÇA DE <i>LAYOUT</i>
12	CERTIFICAÇÃO ISO 9001

Finalmente, depois que todas as sugestões de melhorias (e novas sugestões que surgirem ao longo do tempo) forem tomadas, nos próximos 12 meses, será conveniente um estudo de viabilidade econômica para o laboratório das Óticas Carol. Deve ser feito um estudo detalhado e escolher entre (1) a manutenção do laboratório e (2) o fechamento do laboratório e a terceirização completa dos serviços de lentes.

---

## 5. CONCLUSÕES

O objetivo principal do presente trabalho era a implantação de ferramentas da qualidade, visando controlar e melhorar a qualidade das lentes produzidas no laboratório, considerando dados da produção de lentes e a elaboração de um diagnóstico do processo de produção atual. Tal objetivo foi alcançado, na medida em que a implantação dessas ferramentas da qualidade foi realizada com sucesso. Para chegar a esse resultado foi necessário coletar dados acerca da produção e analisar todas as etapas do processo de produção das lentes.

Desta forma, foi possível demonstrar para a gerência do laboratório a importância da coleta de dados e do uso das ferramentas da qualidade para a melhoria contínua e gradativa da qualidade e da produtividade do processo de produção das lentes.

Com a competição atual entre as empresas, fica claro que uma empresa – qualquer que seja o seu ramo de atuação – deve ter como objetivo nada menos que a excelência operacional, seja nas questões de qualidade, seja nas questões de produtividade. A gerência de qualquer empresa deve, constantemente, motivar seus funcionários para alcançarem o máximo em eficiência e eficácia. Caso contrário, não vale a pena o esforço de manter uma empresa funcionando. Utilizando continuamente e corretamente as ferramentas no presente trabalho apresentadas, a excelência operacional pode ser alcançada.

Desta forma, o conteúdo do presente trabalho torna-se um meio tangível de apresentar as reais vantagens do uso das teorias da qualidade ao longo de um processo de produção. Finalmente, nas palavras de Thomas Edison:

“Há uma forma de fazer isso melhor – encontre-a.”

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOTICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS E EQUIPAMENTOS ÓPTICOS– **Avaliação do Mercado Ótico Brasileiro**. Disponível em: <<http://www.abiotica.com.br/gallup.pdf>>. Acesso em 20 de Maio de 2008.

CONTADOR J.C. (Coord.) **Gestão de Operações**. São Paulo: Fundação Alberto Carlos Vanzolini, 1997.

DELLARETTI FILHO, O. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade** – Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

FRANCISCHINI, P. G. **Produtividade**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005a. Apostila para disciplina de graduação do Departamento de Engenharia de Produção, PRO-2421.

GOLDRATT, E. M., COX, J. **A Meta**. São Paulo: Educator, 1994.

MEIRELLES, H. **Agência Brasil**. Disponível em:

<<http://www.agenciabrasil.gov.br/noticias/2008/09/02/materia.2008-09-02.7297830150/view>>. Acesso em 10 de Setembro de 2008.

MOURA, EDUARDO C. **As Sete Ferramentas Gerenciais da Qualidade** – São Paulo: Makron Books, 1994.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade: enfoques e ferramentas**. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

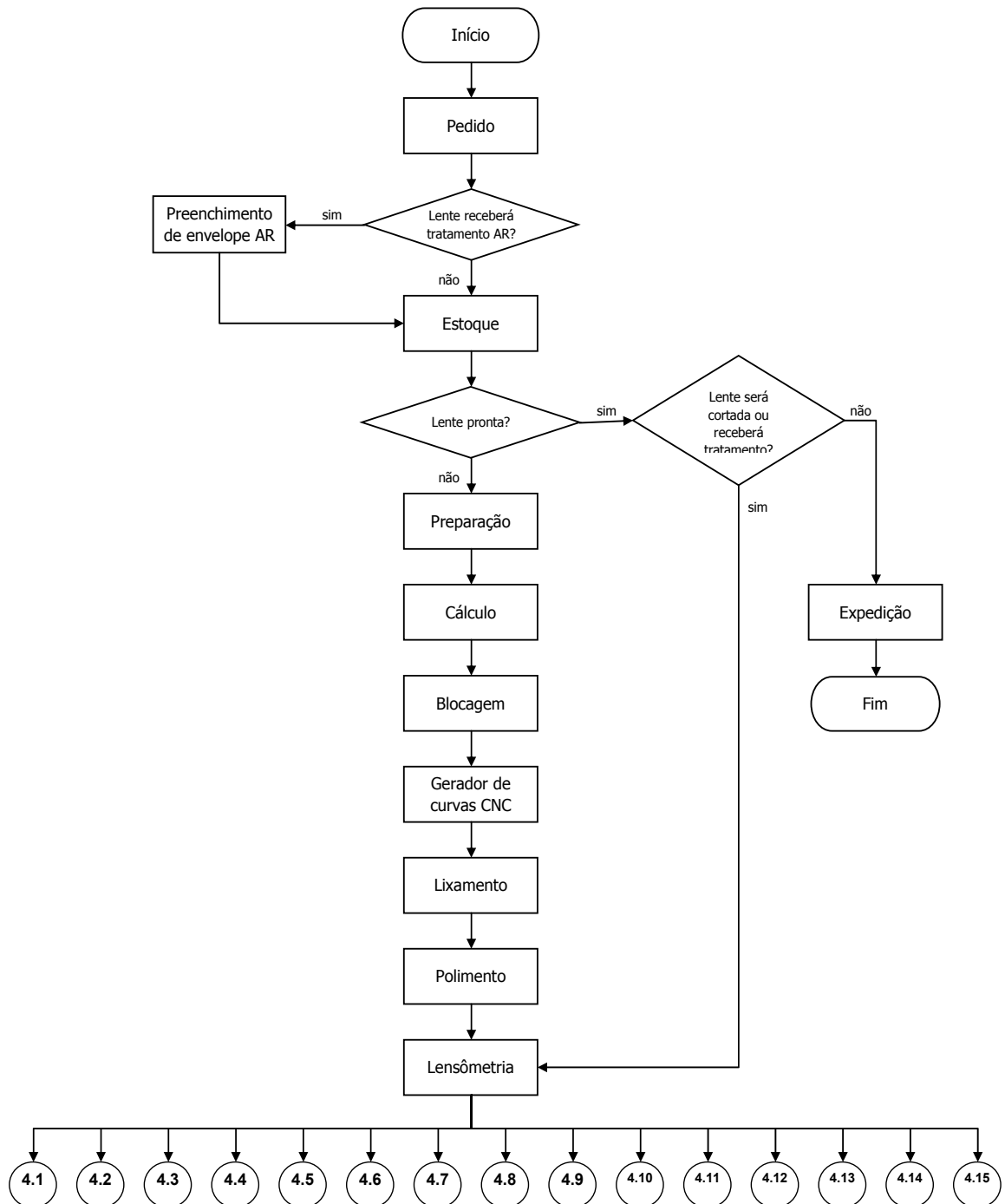
MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade** – Rio de Janeiro: LTC (Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.), 2004.

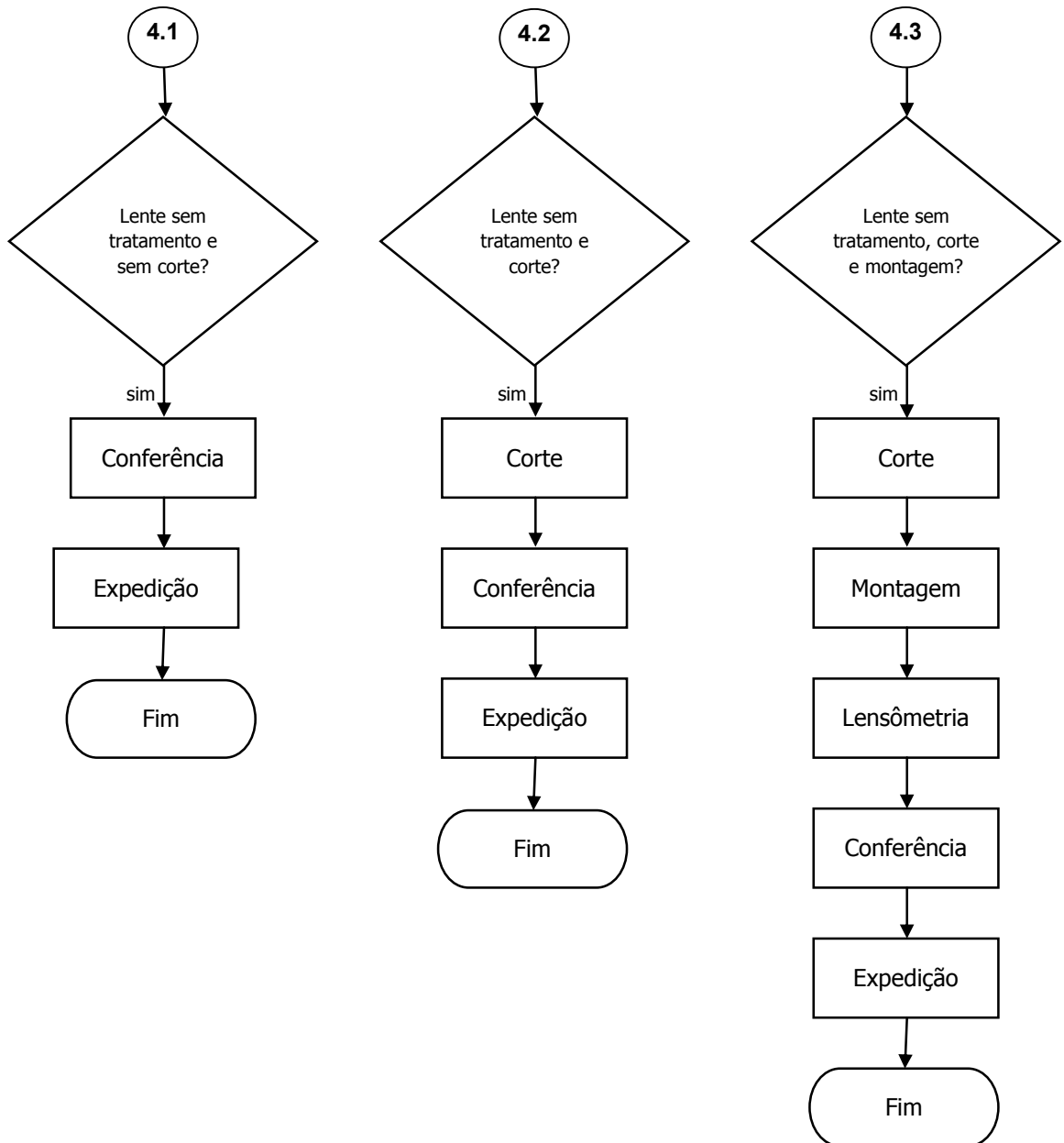
NORMAN GAITHER e GREG FRAZIER, **Administração da Produção e Operações**. São Paulo.

VIEW – REVISTA DA ÓPTICA OFTÁLMICA. Disponível em: <[http://www.revistaview.com.br/anteriores/27/negocio\\_2.html](http://www.revistaview.com.br/anteriores/27/negocio_2.html)>. Acesso em 20 de Setembro de 2008.

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

## ANEXO I – Fluxograma completo do processo de produção de lentes do laboratório



**Figura A1.1 - Fluxograma do processo de produção de lentes (elaborado pelo autor)****Figura A1.1 - Fluxograma do processo de produção de lentes (continuação)**

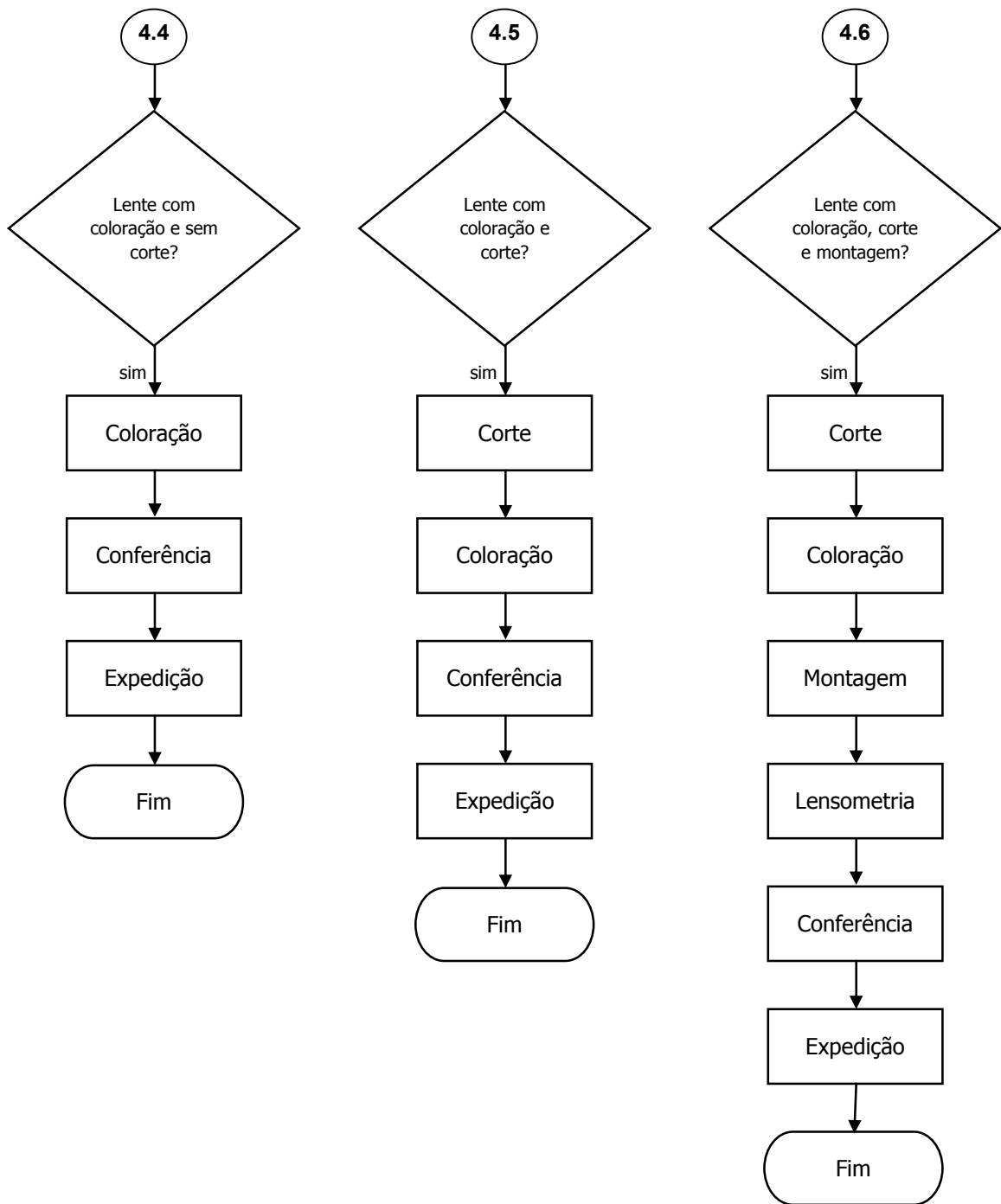


Figura A1.1 - Fluxograma do processo de produção de lentes (continuação)

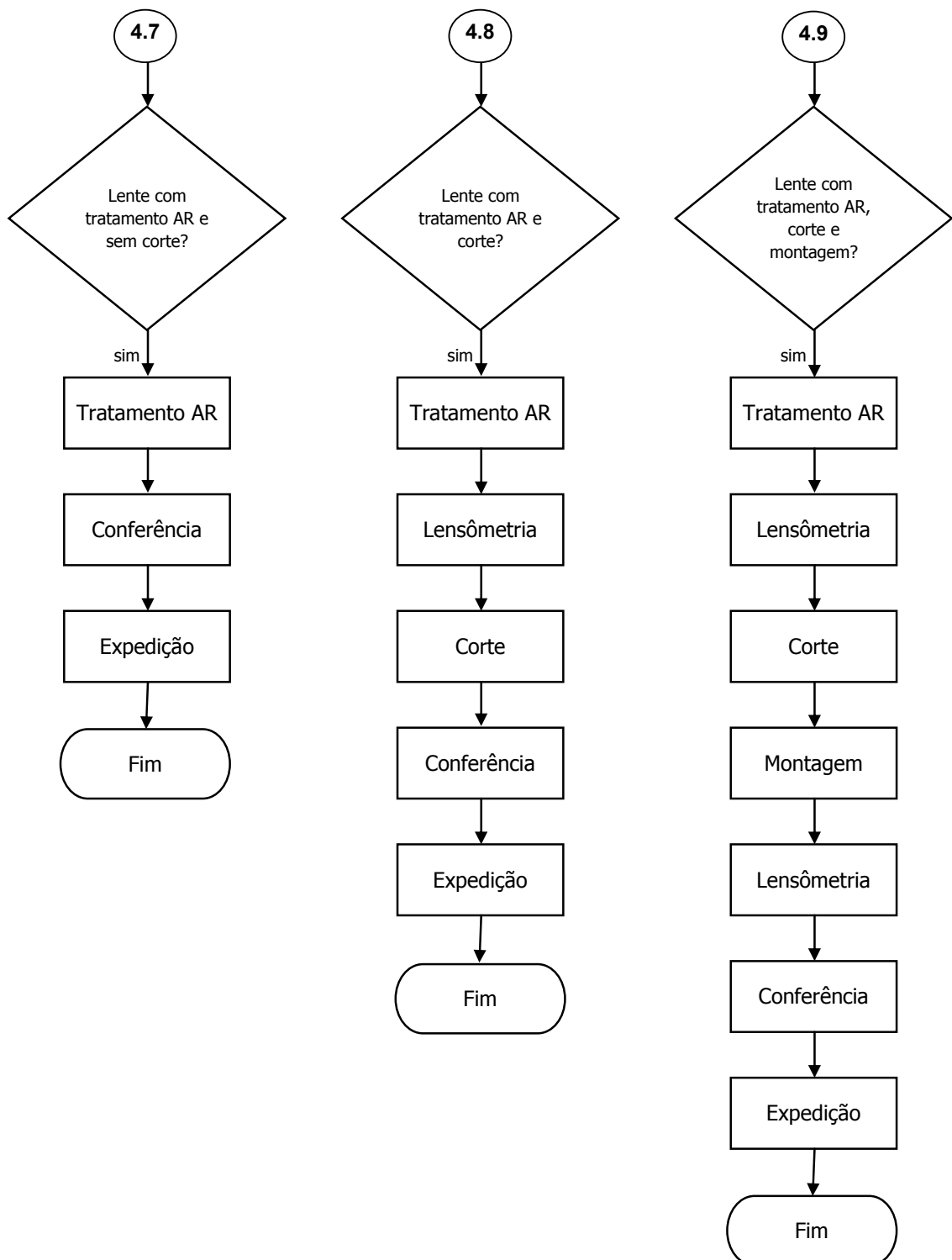


Figura A1.1 – Fluxograma do processo de produção de lentes (continuação)

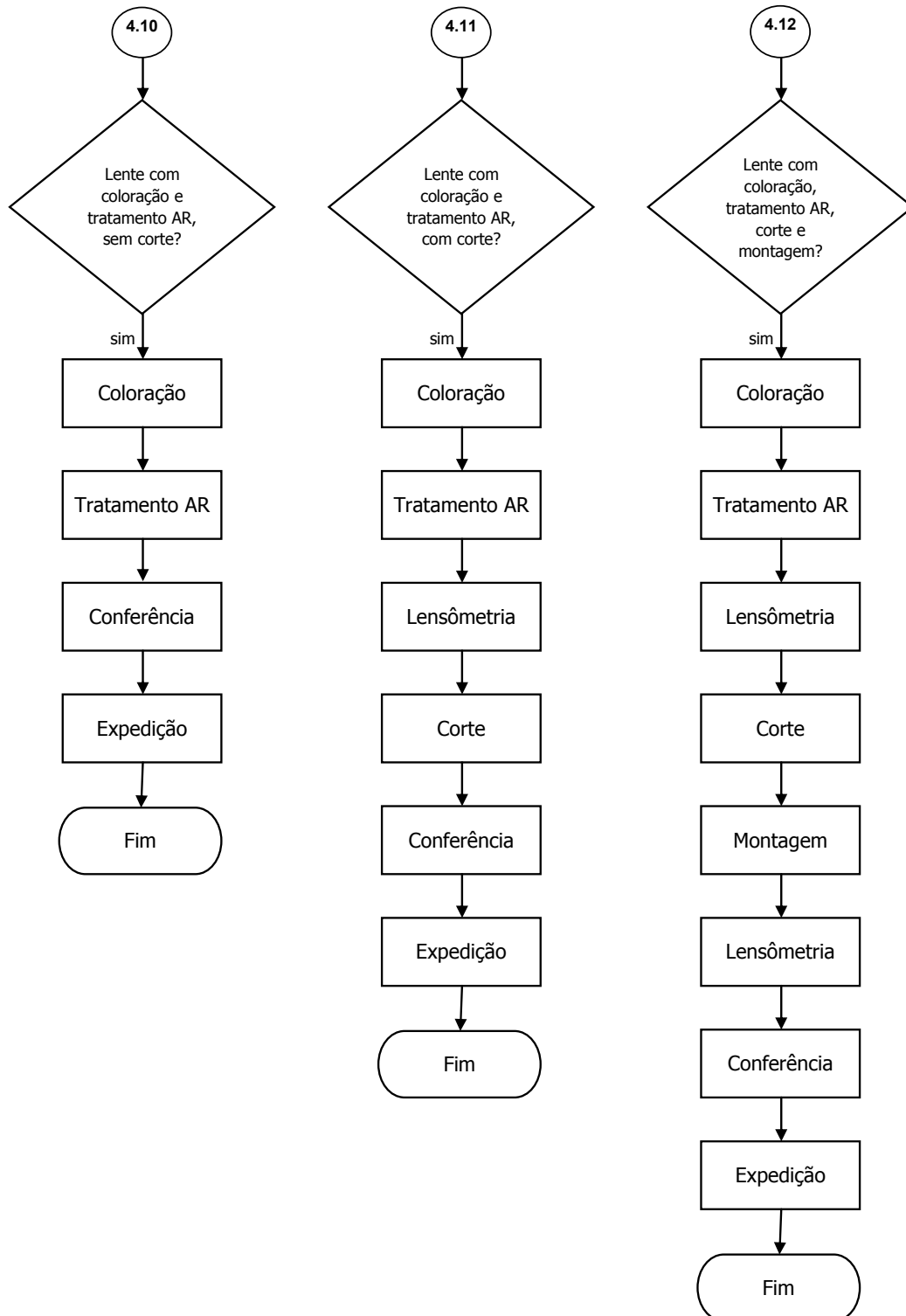


Figura A1.1 - Fluxograma do processo de produção de lentes (continuação)

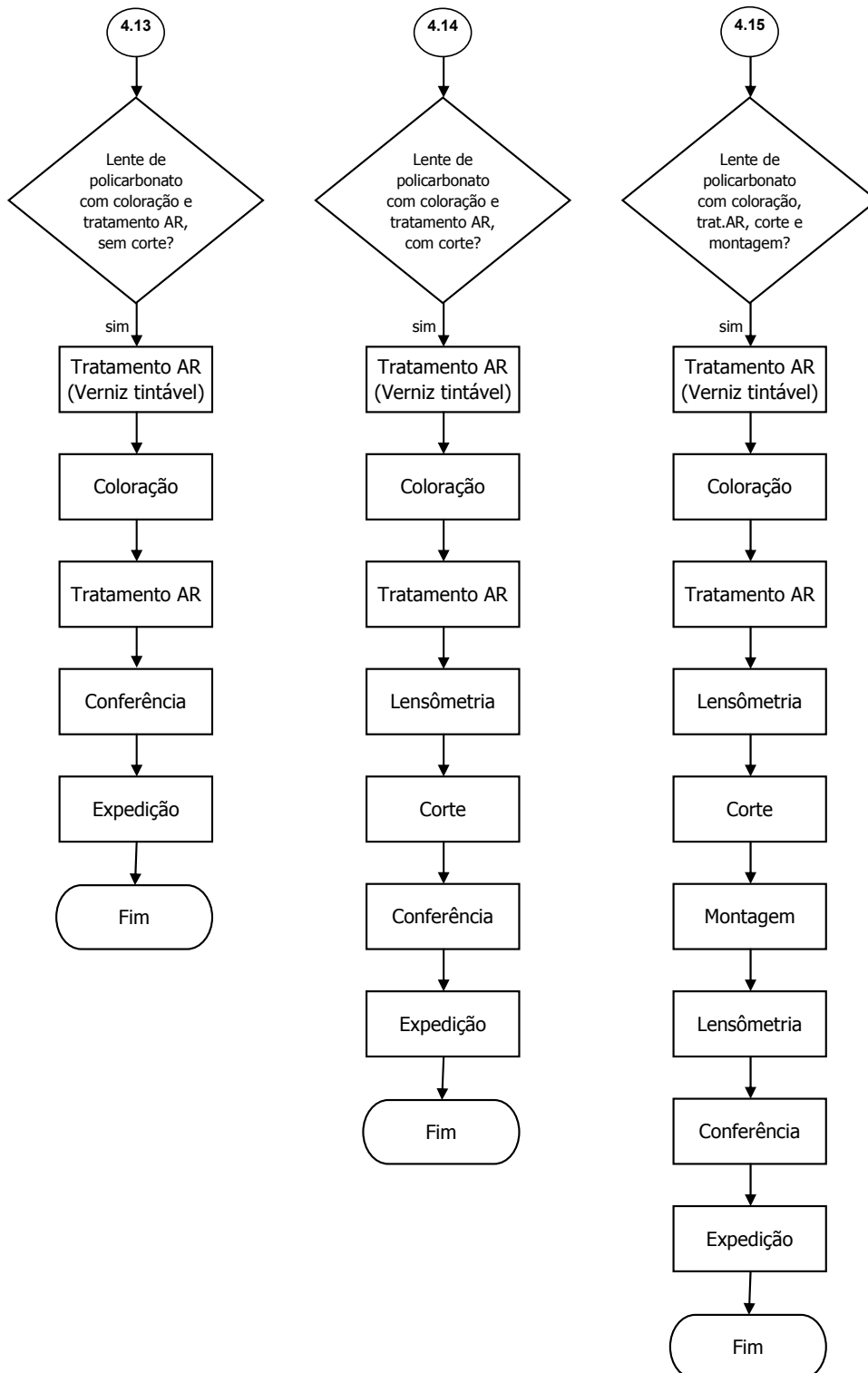


Figura A1.1 - Fluxograma do processo de produção de lentes (continuação)

## ANEXO II – Folha de Verificação para a quantidade de defeitos

Data do estudo:	2008												
	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	
Responsável:													
<b>SURFAÇAGEM</b>													
A-Risco com ferro corta fita													
B-Erro/ digitação													
C-Erro/blocagem													
D-Erro/corte gerador													
E-Erro/lixa/Modelo													
F-Erro/ Polimento													
G-Quebra/risco/desbloca.													
H-Outros													
I - ?													
<b>TOTAL 1</b>													
<b>MONTAGEM / COLORAÇÃO / LENSOMETRIA</b>													
A- RISCO / PONTO													
B- EIXO													
C- MARCOU EIXO ERRADO													
D- LASCOU													
E- LASCOU / SOLAR													
F- DEFEITO NO BLOCO													
G- BASE ERRADA													
H- ESPESSURA IRREGULAR													
I- DIOPTRIA ERR. (CORTADA)													
J- ADIÇÃO ERREDA(CORTADA)													
L- DIGITAÇÃO ERRADA													
M- LENTE Ñ AUMENTADA													
N- LENTES INVERTIDAS													
O- LEITURA OPTICLICK ERR.													
P- FURAÇÃO ERRADA													
Q- BLOCAGEM ERRADA													
R- MEDIDAS/ DNP/ ALTURA													
S- MANCHAS NAS LENTES													
T- VERNIZ ESCORRIDO													
U- QUEBRA													
V-DEFORMOU MODELO													
X - ?													
<b>TOTAL II</b>	<b>0</b>	<b>0</b>											
<b>TOTAL GERAL (I + II)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>										

Figura A2.1 - Folha de verificação