

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GIOVANNI ORCIUOLO

**ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM  
UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA LOCALIZADA NO OESTE DO  
PARANÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

MEDIANEIRA

2015

GIOVANNI ORCIUOLO

**ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM  
UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA LOCALIZADA NO OESTE DO  
PARANÁ**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC2.

Orientador: Prof. Edson Hermenegildo Pereira Junior

MEDIANEIRA

2015



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Medianeira  
Coordenação de Engenharia de Produção  
Engenharia de Produção



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

**ESTUDO DE CASO: APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM  
UMA INDÚSTRIA MOVELEIRA LOCALIZADA NO OESTE DO PARANÁ**

por

**GIOVANNI ORCIUOLO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 20 de novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

**Edson Hermenegildo Pereira Junior**  
Prof. Orientador

---

**Neron Alipio Cortes Berghauser**  
Membro titular

---

**Peterson Diego Kunh**  
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder a vida e me abençoar em toda a minha trajetória de vida.

A minha família, que me incentivou em todos os momentos da minha graduação, com palavras de incentivo e motivação.

Ao meu professor orientador, sempre disposto a ajudar e apontar caminhos para elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos, pelas amizades e companheirismo em todos os momentos difíceis desta caminhada.

Aos meus professores e colegas de curso, pelo aprendizado profissional e pessoal.

A empresa em que o estudo foi realizado, por abrirem portas para a realização deste trabalho.

“Leve na sua memória para o resto de sua vida as coisas boas que surgiram no meio das dificuldades. Elas serão uma prova de sua capacidade em vencer as provas e lhe darão confiança na presença divina, que nos auxilia em qualquer situação, em qualquer tempo, diante de qualquer obstáculo.”

Chico Xavier

## RESUMO

ORCIUOLO, Giovanni. **Estudo de Caso: Aplicação da Teoria das Restrições em uma indústria moveleira localizada no oeste do Paraná.** 2015. Monografia (Bacharel Em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015

Diante de um mercado altamente competitivo, preço e qualidade estão muito equilibrados entre as empresas, logo para se destacar da concorrência, o prazo de entrega deve ser o menor possível. O Planejamento e Controle da Produção é essencial em todas as organizações e através de suas ferramentas, como a Teoria das Restrições, pode auxiliar as empresas a atingir níveis de prazos de entrega adequados. Esta ferramenta foi desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu Goldratt que possui cinco etapas sendo: identificação da restrição, exploração da restrição, subordinar não-restrições à restrição, elevar a restrição e por último retomar ao primeiro passo. O presente estudo foi realizado em uma indústria moveleira, que possui altos índices de atrasos de entrega, com o intuito de identificar as restrições pertinentes no processo produtivo, assessorado frente as 5 etapas da ferramenta. Foi analisada uma família de produtos, composta por três tipos de cadeira, devido alto grau de significância das mesmas em relação à produção. Posteriormente foram identificadas as restrições no processo produtivo, e assim foram exploradas através de análises para detectar quais as causas que fazem a mesma se tornar uma restrição. Posteriormente, foi realizado a subordinação dos recursos não-gargalos à restrição encontrada. Por fim, conduziu-se a elevação da restrição construindo curvas dente de serra que auxiliaram os gestores da empresa na aquisição de matéria-prima. Ao retomar ao primeiro passo, especula-se encontrar novas restrições, desta vez em outros setores.

**Palavras-chave:** Prazo. Teoria das Restrições. Planejamento.

## ABSTRACT

Orciuolo, Giovanni. **Case study: The Application of the Theory of Constraints in a furniture industry in the west part of Paraná.** 2015. Monograph (Bachelor of Production Engineering) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The business market is extremely competitive as price and quality are nearly equal between various companies, therefore a way to stand out among the competition is to have the shortest delivery period. Production planning and control tools are essential in all companies and with its tools, as the Theory of Constraints, the organization can reach the proper and desired delivery time. Developed by the Israeli physicist Eliyahu Goldratt, the mentioned tool has five focusing steps: Identify the system's constraints; exploit the system's constraints; subordinate everything else to constraints; elevate the system's constraint and by last go back to step one. The presented study was realized in a furniture industry with high index of deliveries delay and the objective is, assisted by the five steps tool, to identify and restrain the possible reasons. A group of items was analyzed, being this group compounded by three types of chairs, as they highly represent the industry's production. Further on, the restrictions in the production process were identified and explored through several analyses to detect the reason for that to become a restriction initially. The next step was to associate the non-bottleneck resources to the identified restriction. At last, all led to raise of the restriction building a sawtooth curve that helped the company's managers in the acquisition of raw material. Returning to step one, it is expected to find new restrictions, this time, in new sectors.

**Keywords:** Delivery Time. Theory of Constraints (Toc). Planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Fluxo de informações e PCP .....	20
Figura 2– Programação da produção e horizontes de planejamento .....	22
Figura 3 - Modelo simples de controle.....	24
Figura 4 – Ciclo PDCA .....	25
Figura 5– Uso do gráfico de Gantt para controle de fabricação .....	26
Figura 6– Árvore de produto associada à montagem de um triciclo.....	28
Figura 7– Curva dente de serra.....	28
Figura 8– Etapas do planejamento e controle de capacidade.....	31
Figura 9– Custos, Receitas e Ponto de equilíbrio .....	32
Figura 10– O método de focalização em 5 etapas .....	38
Figura 11– classificação da pesquisa.....	42
Figura 12– Etapas da Pesquisa .....	45
Figura 13 – Estoque de madeira (matéria-prima).....	50
Figura 14 – Fluxograma do processo produtivo .....	51
Figura 15 – Setor: supermercado.....	52
Figura 16 – Setor de montagem.....	53
Figura 17 – Setor de lixamento .....	54
Figura 18 – Setor de pintura.....	55
Figura 19 – Setor de estofaria (tecido) .....	56
Figura 20 – Setor de estofaria (junção).....	56
Figura 21 – Faturamento da família de produtos.....	57
Figura 22 – Faturamento da família de cadeiras x outros produtos .....	58
Figura 23 – Família de produtos estudada.....	58
Figura 24 – Cálculo da Capacidade Produtiva .....	59
Figura 25 – Demanda diária da família de produtos.....	60
Figura 26– Capacidade produtiva x demanda da Cadeira A .....	60
Figura 27 – Capacidade produtiva x demanda da Cadeira B .....	61
Figura 28 – Capacidade produtiva x demanda da Cadeira C.....	61
Figura 29 - Estados de cada etapa do processo produtivo .....	62
Figura 30 – Comparativo entre compra e consumo de espuma.....	64
Figura 31 – Tempos de percurso entre PCP e estofaria .....	65
Figura 32 – Cálculo do Estoque Mínimo.....	66
Figura 33 – Cálculo do Ponto de Pedido.....	67
Figura 34 – Curva Dente de Serra da Espuma de 0,5 cm.....	67
Figura 35 – Curva Dente de Serra da Espuma de 1 cm.....	68
Figura 36 – Curva Dente de Serra da Espuma de 2 cm.....	68
Figura 37 – Curva Dente de Serra da Espuma de 4 cm.....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças básicas entre os sistemas <i>jobshop</i> e <i>flowshop</i> .....	15
Quadro 2 – As vantagens da programação para frente e para trás. ....	20

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

FIFO	<i>First in, First out</i>
IEMI	Inteligência de Mercado
MDF	<i>Medium Density Fiberbord</i>
MRP	<i>Manufacturing Resource Planning</i>
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PDCA	<i>Plan, Do, Check, Act</i>
RRC	Recurso com Restrição de Capacidade
TOC	<i>Theory of Constrains</i>
TPC	Tambor-Pulmão-Corda

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>16</b>
3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO.....	16
3.2 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	19
3.2.1 Planejamento .....	19
3.2.2 Programação .....	21
3.2.3 Controle.....	24
<b>3.3 PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS.....</b>	<b>26</b>
3.3.1 Curva Dente de Serra .....	27
<b>3.4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE.....</b>	<b>29</b>
3.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	33
3.5.1 Restrições .....	34
3.5.3 Programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC).....	38
3.5.3.1 Tambor .....	39
3.5.3.2 Pulmão .....	39
3.5.3.3 Corda.....	40
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA.....	41
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	41
4.2.1 Natureza da Pesquisa.....	41
4.2.2 Objetivos da Pesquisa .....	42
4.2.3 Abordagem do Problema .....	43
4.2.4 Procedimentos Técnicos.....	43
4.3 COLETA DE DADOS .....	44
4.3.1 Primário.....	45
4.3.2 Secundário.....	45
4.3.2.1 Observações.....	46
4.3.2.2 Análise Documental .....	46
4.3.2.3 Entrevistas Semiestruturadas .....	47
4.3.3 Terciário .....	47
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
5.1 A EMPRESA .....	49
5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO.....	49
5.2.1 Usinagem.....	50
5.2.2 Supermercado .....	52
5.2.3 Montagem .....	52
5.2.4 Lixamento .....	53
5.2.5 Pintura.....	54

5.2.6 Estofaria.....	55
5.2.7 Expedição .....	56
5.3 FAMÍLIA DE PRODUTO ESTUDADA.....	57
5.4 APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	59
5.4.1 Identificar restrições no sistema.....	59
5.4.2 Explorar a Restrição .....	63
5.4.3 Subordinar todo o Sistema a Restrição .....	64
5.4.4 Elevar a Restrição.....	65
5.4.5 Retornar à Primeira Etapa .....	69
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>77</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>89</b>
<b>APÊNDICE F.....</b>	<b>91</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Em um contexto globalizado, a permanência das organizações se torna mais difícil a cada dia. As empresas estão lutando e quebrando paradigmas pela competitividade, em meio às mudanças ocorrendo rapidamente e continuamente. Para sobrevivência no mercado é necessário um processo de aprimoramento contínuo (GOLDRATT; FOX, 1989). Segundo Bornia (2002, p.25) "ao acompanhar no tempo a direção das mudanças, verifica-se claramente que a competição tende a ficar cada vez mais acirrada".

Nos últimos cinco anos, o mercado moveleiro nacional cresceu expressivamente, 27,1%, passando de 370 milhões de peças produzidas para 470 milhões em 2013. A indústria moveleira, no Brasil, produziu (em valores) no ano de 2014 cerca de US\$ 14,5 bilhões (IEMI, 2014).

As mudanças nas organizações ocorreram consideravelmente, e prosseguirão em um ambiente de mudança a cada dia. O mercado está muito competitivo, fazendo com que as empresas se desdobrem e realizem as adaptações necessárias, tornando a mudança uma norma. Neste cenário, o melhoramento, fundamentado nos movimentos de qualidade, devem ser contínuos e o grande desafio das empresas é justamente a mudança de mentalidade (CORBETT, 1997).

Atualmente, qualidade associada à produtividade são os pontos de destaque da indústria no mundo. A redução do ciclo de vida do produto aliado a variedade que é encontrada, geram desafios para as empresas em face da escassez de recursos. As necessidades do mercado, é outro desafio da capacidade das empresas para atingir o alto grau de exigência (CHECOLI, 2000).

Segundo Blanchard apud JOHNSON (2001, p. 14) "a adaptabilidade às mudanças é uma condição indispensável para a sobrevivência de pessoas e organizações, e mais ainda para seu sucesso na economia globalizada de hoje".

O aumento da concorrência gera consideráveis mudanças nos sistemas produtivos das organizações. Essas transformações ficam visíveis ao comparar sistemas de empresas modernas e sistemas de empresas tradicionais. A primeira, a versatilidade é uma necessidade na produção, evitando trabalhos inúteis, além da

ineficiência provocada da má qualidade. Na tradicional existe uma tendência de adequação (BORNIA, 2002).

Neste novo ambiente, as empresas, que buscam perfeição, são mais exigidas. Especialmente para as pequenas empresas, esse âmbito é desfavorável devido serem menos preparadas gerencialmente. Particularmente por serem, na sua maioria, de categoria familiar. Sá (2001, p.84), afirma esta ideia frisando que “não podemos dizer, pois, que uma empresa de natureza familiar seja condenável só porque é constituída de parentes e nem porque não o é”.

Os setores produtivos sofrem com este novo cenário mundial e a indústria moveleira não foi diferente. A procura da qualidade com o intuito de satisfazer o cliente (mercado consumidor), transforma este setor cada vez mais competitivo. Para as empresas de móveis, o mercado atual impõe altos padrões de exigência, forçando as organizações a produzirem com alta qualidade (MOVELAR, 2001).

Uma ferramenta poderosa para auxiliar as organizações nas tomadas de decisões, a atingir um desempenho melhor e obter vantagem competitiva, é a Teoria das Restrições. Este método de melhoria contínua é uma filosofia de gestão global (GOLDRATT, 1998).

Para as pequenas empresas, com as variações de mercado, o ônus é ainda mais crítico devido a não suficiência de recursos para pleitear neste cenário. A aplicação da Teoria das Restrições será de grande importância para buscar soluções dos problemas enfrentados. Sendo assim, o intuito deste trabalho é reduzir o índice de atrasos de entrega com a aplicação da Teoria das Restrições no processo produtivo de uma indústria moveleira.

## 2 OBJETIVOS

O presente estudo de caso será desenvolvido em uma indústria moveleira, localizada no oeste do Paraná, que possui problemas de atrasos de entrega. A seguir são apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Reduzir o índice de atrasos de entrega com a aplicação da Teoria das Restrições no processo produtivo de uma indústria moveleira.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) identificar os gargalos no processo produtivo;
- b) otimizar os gargalos;
- c) reduzir o índice de atrasos de entrega.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado uma revisão de literatura abordando temas pertinentes para a realização do estudo.

#### 3.1 SISTEMAS DE PRODUÇÃO

Sistema produtivo é uma transformação, via processo, de insumos (entradas) em produtos (saídas) úteis aos clientes. Para tal transformação é necessário ter refletido prazos e planos, cujos objetivos traçados sejam alcançados através de ações transcorridos nestes prazos (TUBINO, 2009). Lustosa et al (2008), também conceitua em uma visão macro que as operações de produção convertem bens de entrada (*input*) em saídas (*output*) como bens e serviços. Desafios são encontrados nestas operações devido à grande diversidade das mesmas (minas, fábricas, escolas, hospitais, hotéis, serviços de entretenimento, correios, bancos, entre outros), além das diferenças econômicas, sociais, culturais e políticas encontradas em diversos ambientes do globo.

Martins e Laugeni (2005) destacam que um sistema de produção é um conjunto de fatores interconectados tendo como objetivo: fabricação de bens manufaturados, prestação de serviços ou fornecimento de informações. Estes fatores são compostos por: entradas, saídas e as funções de transformação. As entradas são os insumos (capital, mão-de-obra, tecnologia, energia elétrica, informações, entre outros) que são transformados em saídas (produtos manufaturados, prestação de serviços, informações fornecidas) através das funções de transformação (decisões, processos, algoritmos matemáticos, entre outros).

Tubino (2009) define que as saídas, produtos, podem ser manufatura de bens ou manufatura de serviços. O primeiro se classifica quando a saída for produtos concretos, como: computadores, aeronaves. Já o segundo se enquadra quando o produto for abstrato, como: teatro, consulta ao dentista, etc.

Fernandes e Godinho (2010), definem que um sistema de produção são operações conectadas umas às outras, com um conjunto de variáveis (mão-de-obra, matéria-prima) que são projetadas para criar produtos acabados com valor

agregado. Russomano (1986), considera que um sistema de produção é a transformação de elementos em produtos úteis ao consumidor, e ela deve ocorrer de forma planejada e organizada para se obter da melhor forma possível a transformações de insumos em produtos acabados.

Estes produtos devêm ter valores superiores aos custos totais incorridos para obtê-los. No sistema, objetivos devem ser alcançados para que se tenha êxito. O produto criado pode ser um bem (sistema de manufatura) ou serviço (sistema de serviço), ou até mesmo uma combinação de ambos (FERNANDES; GODINHO, 2010).

Entretanto, segundo Moreira (2011), sistema de produção é uma essência abstrata, sendo um conjunto de atividades e operações associadas, comprometidas na formação de bens ou serviços. Diferenciam-se peças fundamentais no sistema: insumos, processo de criação ou conversão, produtos ou serviços e subsistema de controle. Matéria-prima, mão-de-obra, capital, máquinas e equipamentos, conhecimento são considerados insumos a serem transformados em produtos através do processo de conversão. Este processo na indústria acontece na mudança de formato ou composição dos insumos. Já em serviços, não há transformação e sim criação de um determinado serviço. Comparativamente, o capital humano (mão-de-obra) é mais acentuado nas atividades de serviços enquanto o capital físico (equipamentos) é mais volumoso na indústria.

A classificação dos sistemas de produção tem como propósito a compreensão das peculiaridades pertinentes a cada sistema de produção e seu entendimento da complexidade das tarefas de planejamento e controle destes sistemas. Esses sistemas podem ocorrer de forma variada, como em quantidade, por lotes, encomendas, que dependerá da necessidade do cliente (TUBINO, 2009). Moreira (2011), acredita que a classificação dos sistemas auxilia na execução de técnicas de planejamento e gestão da produção. Ressalta que é possível distinguir grupos de técnicas e outras ferramentas gerenciais em função do particular tipo de sistema. O autor classifica os sistemas de produção em três grandes grupos:

- a) Sistemas de produção contínua ou de fluxo de linha;
- b) Sistemas de produção por lotes ou fluxo intermitente;
- c) Sistemas de produção para grandes projetos sem repetição.

Fernandes e Godinho (2010), classificam os sistemas de produção paralelo ao autor acima, com base no tipo de produto e tipo de processo. Os autores frisam que sistema contínuo é a produção em grande volume, em pouca variedade de produtos. Sistema intermitente *flowshop* é a produção de todos os itens na mesma sequência dentro da linha de produção, em diversas máquinas. Sistema intermitente *jobshop* é a fabricação não linear de produção (não seguem o mesmo roteiro) em um setor produtivo. Sistema de grandes projetos que são produtos intrincados e especiais, produzidos muitas vezes uma única vez. O mesmo autor difere da classificação acima em um quesito, onde enquadra uma quarta classificação do sistema de produção, chamada sistema puro de estoques. Nesse sistema não há etapa de processamento, apenas os produtos são comprados, estocados, distribuídos e revendidos.

Para maior entendimento na diferenciação entre sistemas *jobshop* e sistemas *flowshop*, Putnam (1983) apud Fernandes e Godinho (2010), elaborou o Quadro 1:

<b>JOBSHOP</b>	<b>FLOWSHOP</b>
Opera em lotes.	Opera em fluxo de materiais e peças.
Varia a produção variando o tamanho dos lotes ou a frequência dos lotes.	Varia a produção alterando a taxa de produção.
Tende a ser custos maiores de <i>set-up</i> .	Tende a ter custos menores de <i>set-up</i> .
Materiais são trazidos para os departamentos ou centros de trabalho onde cada operação é realizada. Filas nos centros de trabalho são maiores.	As operações de tipos diferentes são sequenciadas de modo que o fluxo seja mantido. Filas são pequenas e variações têm que ser acompanhadas.
Utilização de equipamentos de uso geral.	Utilização de equipamentos de uso especializado (dedicado).

**Quadro 1 – Diferenças básicas entre os sistemas *jobshop* e *flowshop***

**Fonte: Adaptado de Fernandes e Godinho (2010)**

Slack et al (2009), classificam os sistemas de produção diferentemente dos autores acima, demonstrando que apesar das operações serem similares entre si na maneira de transmutar recursos de entrada (*input*) em saída (*output*) de bens e serviços, caracterizam em quatro grupos: volume de *output*; variedade de *output*; variação da demanda do *output*; grau de visão da empresa com o consumidor envolvido na produção do *output*.

A eficiência do sistema produtivo irá depender da relação entre o produto final, produzido após o processo de conversão, e o que se consumiu para obtê-lo medidos na mesma unidade. Usualmente, em sistemas físicos, o resultado do cálculo é sempre menor do que 1 (um) e em sistemas econômicos, devendo ser maior do que 1 (um) (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Ainda segundo o autor, eficácia é a medida de quão próximo se chegou dos objetivos traçados previamente. Logo, verifica-se quanto eficaz são as tomadas de decisões, comparando a proximidade dos objetivos estabelecidos com os resultados obtidos. Martins e Laugeni (2005), define eficácia como o “o grau no qual um gerente alcança as exigências de produto de sua posição.”

### 3.2 PLANEJAMENTO, PROGRAMAÇÃO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Dentro do sistema produtivo, o Planejamento e Controle da Produção exerce atividades de programação e acompanhamento dos recursos do mesmo, abrangendo desde o planejamento até o gerenciamento e administração dos insumos, através da absorção e entendimento de informações recebidas dentro do contexto produtivo, tais como: previsão de vendas, capacidade produtiva (MARTIN, 2005).

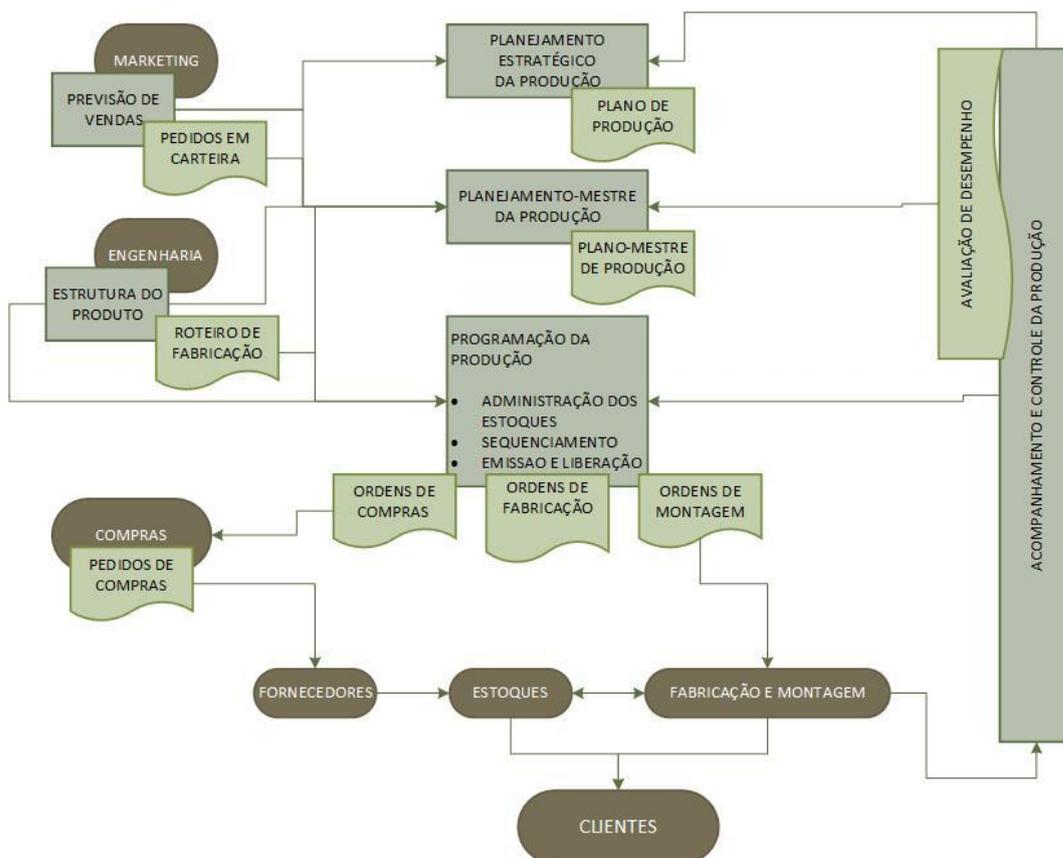
Tubino (2009), acredita que dentro dos níveis estratégico, tático e operacional, o PCP é responsável pela coordenação e inserção dos recursos produtivos de maneira a abranger da melhor maneira possível aos planos estabelecidos.

O autor acima contextualiza afirmando que para se obter os objetivos estabelecidos, o PCP deve administrar informações (estrutura do produto, *lead times*, previsões de demanda, planos de manutenção, entradas e saídas dos materiais em estoque, treinamento de colaboradores, plano de investimentos, fluxo de caixa, entre outros) captadas de diversas áreas dentro do sistema produtivo. Logo o PCP desempenha, de forma direta ou indireta, função de coordenação de apoio ao sistema produtivo.

#### 3.2.1 Planejamento

Fernandes e Godinho (2010) entendem que o Planejamento e Controle da Produção têm como função compreender uma série de decisões com o objetivo de definir a produção, de como deve ser feita, em que quantidade, qual especificação, quanto se deve adquirir e entregar, como se deve produzir. Essas decisões seguem uma estrutura hierárquica. As estruturas hierárquicas, segundo Tubino (2009), ao nível estratégico são estabelecidas políticas a longo prazo, formulando o *Planejamento Estratégico da Produção*. Ao nível tático são definidos planos para produção a médio prazo, desenvolvendo o Planejamento-mestre de Produção. Ao nível operacional é realizada a Programação da Produção, onde são preparados os programas a curto prazo de produção, gerenciando os estoques, ordens de compras, fabricação e montagem, execução do Acompanhamento e Controle da Produção obtendo-se um relatório de avaliação de desempenho.

Para uma visão macro do fluxo de informações do PCP, segue a Figura 1:



**Figura 1– Fluxo de informações e PCP**

Fonte: Tubino (2009)

Segundo Russomano (1989), Planejamento Estratégico é o processo de estabelecer aos objetivos da Organização, às mudanças desses objetivos, aos

recursos usufruídos para alcançar esses objetivos, paralelamente às políticas usadas para gerenciar a compra, uso e propósito desses recursos. Entretanto Tubino (2009) disserta que o Planejamento Estratégico da Produção é fundamentado na maximização dos resultados das operações e minimização dos riscos nas tomadas de decisões da empresa através do plano de produção. Este plano é elaborado através das previsões de demanda e oferta de recursos financeiros e produtivos.

O Planejamento-mestre da Produção está inter-relacionado entre os conceitos estratégicos e tático. Essa relação ocorre por meio de informações de venda (estratégico) para programar a produção (tático) e promover o sistema produtivo, com o objetivo de avaliar quaisquer tomadas de decisões realizadas pelas áreas envolvidas (TUBINO, 2009; FERNANDES; GODINHO, 2010). Para Anthony (1965), apud Russomano (1986), os gerentes sustentam que os recursos são recebidos da Organização neste processo de controle gerencial.

### 3.2.2 Programação

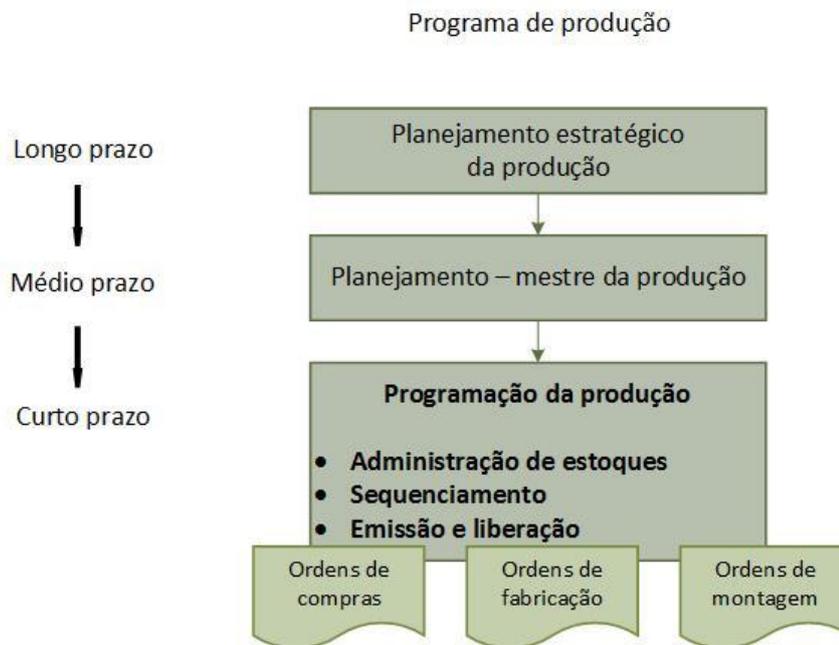
Corrêa e Corrêa (2012), afirmam que o planejamento e controle a curto prazo é composto por programação, acompanhamento e controle da produção. Os dois últimos visam o bom emprego das máquinas e mão-de-obra, otimização de estoques de produtos em processo e alta qualidade da relação consumidor/empresa, constituídos a partir da coleta e análise de informações para mesclar os níveis de desempenho alcançados.

Analogamente a curto prazo, a Programação e o Acompanhamento e Controle da Produção decompõem-se em três grupos: administração dos estoques, o sequenciamento, e a emissão e liberação das ordens. Conforme Figura 2 (TUBINO, 2009).

Arnold (1999), indica que a programação tem por objetivo, fundamentada no planejamento do fluxo de trabalho, consumir da melhor maneira possível os recursos produtivos e cumprir os prazos de entrega.

Programação é a atividade operacional que se encerra um ciclo de planejamento mais longo, tendo como objetivos: produtos com qualidade

especificada, níveis desejados de produtividade, redução de estoques e custos operacionais, melhoria contínua perante atendimento ao cliente (MOREIRA, 2011).



**Figura 2– Programação da produção e horizontes de planejamento**

**Fonte: Adaptado de Tubino (2009)**

O autor anterior reproduz que o primeiro grupo, estoques, possuem inúmeros problemas do sistema produtivo, além de não agregarem valor ao produto. Quanto menor o índice, mais eficiente e enxuto será o processo produtivo. Portanto, a administração de estoques tem importantes responsabilidades para definir as variáveis para a produção, tais como: tamanho dos lotes, maneiras de reposição e os estoques de segurança dos itens comprados, fabricados e montados.

Gaither e Frazier (2002), afirmam que o sequenciamento consiste na determinação da ordem de produção em que um conjunto de pedidos que serão produzidos.

Prioridades ou sequenciamento é o processo de decidir que atividade realizar primeiramente em específicos centros de trabalho. Para obtenção das prioridades, são utilizadas regras que são consideradas informações como: tempo de processamento da ordem, momento de entrada da ordem na fábrica e no centro de trabalho, cliente, *lead time*, entre outras (CORREA; CORREA, 2012)

Sequenciamento é a atividade que engloba as tomadas de decisões sobre a ordem em que as tarefas serão executadas. Frequentemente um conjunto de regras

são utilizadas para priorizar operações de trabalho e conseqüentemente atender ao prazo. Estas regras variam de acordo com: restrições físicas do produto, prioridade ao consumidor, seqüência de chegadas, ou seja, primeiro a entrar, primeiro a sair FIFO (*First In First Out*), entre outras (SLACK et al, 2009).

Tubino (2009), afirma que o último grupo, emissão e liberação das ordens, é responsável por iniciar suas atividades após despachar os documentos indispensáveis para procedimentos de compra, fabricação e montagem. A liberação das ordens ocorre de acordo com a disponibilidade de recursos.

Após o detalhamento da seqüência do trabalho a ser realizado, algumas atividades requerem um cronograma detalhado. Para tal complexidade, a programação compreende determinar os momentos iniciais e finais de cada trabalho (SLACK et al., 2009). Do mesmo raciocínio, Corrêa e Corrêa (2009), conceituam, expressando que para os objetivos finais serem atingidos, a programação se fundamenta no sequenciamento da distribuição dos tempos das atividades, sendo a prioridade como ordem de produção.

Sistemas de programação são diferenciados conceitualmente por diferentes características, tais como: carregamento infinito e carregamento finito dos recursos, programação para trás (*backward*) e programação para frente (*forward*) no tempo (CORREA; CORREA, 2012).

Slack et al (2009), assegura que programação para frente funciona de forma que quando o trabalho chegue, ele deve ser inicializado imediatamente. A programação para trás se difere da anterior, pois o trabalho deve ser inicializado no último instante possível, sem que afete o prazo de entrega. Determinar a programação dependerá das circunstâncias. As vantagens das duas concepções são abordadas no Quadro 2:

<b>Vantagens da programação para frente</b>	<b>Vantagens da programação para trás</b>
Alta utilização do pessoal (os trabalhadores sempre começam a trabalhar para manter-se ocupados).	Custos mais baixos com materiais – os materiais não são usados até que o tenham de ser, retardando assim a agregação de valor até o último momento.
Flexível: as folgas de tempo no sistema permitem que o trabalho inesperado seja programado.	Menos exposto a risco no caso de mudança de programação pelo consumido.

**Quadro 2 – As vantagens da programação para frente e para trás**

**Fonte: Adaptado de Slack et al (2009)**

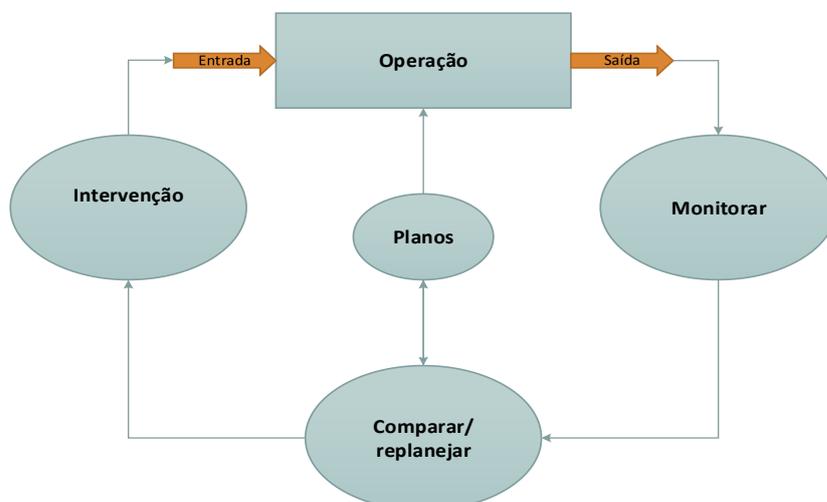
### 3.2.3 Controle

O objetivo do acompanhamento e controle da produção é identificar os equívocos, sua dimensão e fornecer subsídios para que os responsáveis possam agir, através da ligação entre o planejamento e a realização das atividades operacionais (TUBINO, 2009). Segundo o autor Russomano (1989), o controle da produção deve garantir que todas as especificações solicitadas estão sendo realizadas dentro dos prazos e quantidades previstas.

Corrêa e Corrêa (2012), afirmam que o controle das operações na produção tem como objetivo coletar e analisar dados informativos retirados do processo produtivo, comparativos a eficiência das funções ou processos, com a finalidade de agir caso houver significantes diferenças em relação ao planejado.

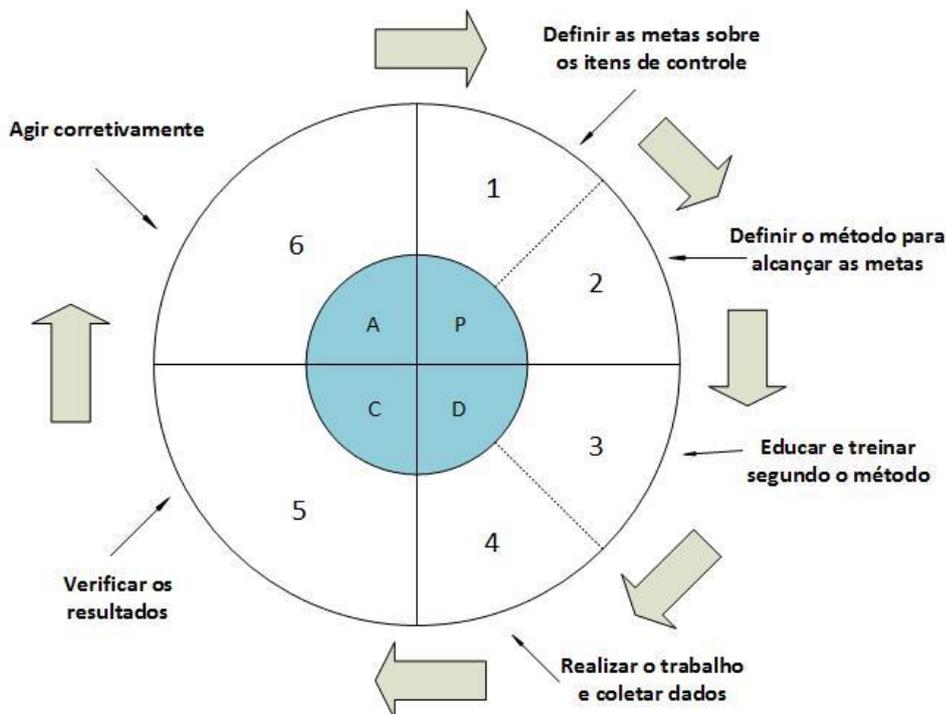
O controle da produção deve ser realizado no mínimo uma vez ao final de cada execução, e avaliar se os objetivos planejados foram atingidos. Este monitoramento se faz necessário para gerenciar e analisar os resultados. Um método para controle é o PDCA, que engloba um ciclo de melhoria contínua necessitando itens de controle preestabelecidos (LUSTOSA et al, 2008).

Slack et al (2009) considera que cada parte da operação deve ser controlada para certificar que as tarefas planejadas estejam sendo cumpridas. Quaisquer diferenças no planejado, intervenções acontecem para retificar os erros e certamente haverá algum replanejamento. A figura 3 ilustra uma visão simples de controle:



**Figura 3 - Modelo simples de controle**  
Fonte: Adaptado de Slack et al (2009)

Tubino (2009), analisa da mesma forma do autor acima, que de fato o ciclo PDCA é um método de gerenciamento da qualidade dentro do controle. Este método é composto de quatro etapas como demonstra a Figura 4:



**Figura 4 – Ciclo PDCA**

**Fonte: Adaptado de Tubino (2009)**

O autor anterior explica que o ciclo PDCA é composto de quatro etapas básicas: planejar (*Plan*), executar (*Do*), verificar (*Check*) e agir corretivamente (*Action*). A primeira etapa, planejamento, tem como função estabelecer os objetivos a serem alcançados. A segunda etapa, execução, são os procedimentos de realização dos colaboradores, através de treinamentos. Após estes passos, o terceiro, verificação, é a comparação dos resultados obtidos com os padrões de qualidade e controle previamente estabelecidos. A última etapa almeja eliminar os problemas encontrados anteriormente, de modo a não se repetir os mesmos.

Métodos são utilizados para controlar as operações, e, um dos mais simples é baseado nos gráficos de *Gantt*. Este método são cronogramas representados graficamente. A figura 5 ilustra um gráfico de *Gantt* usado para controle de fabricação (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Russomano (1986), prossegue o autor anterior dizendo que o gráfico *Gantt* é um dispositivo simples, onde o cronograma

registra sincronicamente a programação e a produção, visualizando graficamente a comparação entre as duas.

Tarefa	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	
Ordem 20.010						
Ordem 14.031						
Ordem 10.902					↓	
Ordem 22.003						
	Tempo alocado para a atividade pela programação					
	Percentual de complemento da atividade					
	Relação de dependência entre as atividades					

**Figura 5– Uso do gráfico de Gantt para controle de fabricação**

Fonte: Adaptado de Corrêa e Corrêa (2012)

Outro método que o autor acima considera é o de entrada e saída, que tem como finalidade controlar o fluxo dos diversos centros de trabalho, de maneira a manter sob controle os índices quantitativos de estoques em processos nos centros. Este método contribui de forma a gerenciar o consumo real da capacidade disponível durante a realização das tarefas previamente planejadas.

Cada empresa possui suas peculiaridades no sistema produtivo, de tal forma que o acompanhamento da produção acontece frente as medidas de desempenho relacionadas à produtividade dos recursos empregados, dos estoques, *lead times* e ao nível de atendimento da demanda. Para organizar seu controle pode-se utilizar o método 5W2H: *What, When, Where, Why, Who, How* (TUBINO, 2009).

### 3.3 PLANEJAMENTO DAS NECESSIDADES DE MATERIAIS

Ausência de materiais e insumos de produção estabelece dificuldades para atender a demanda. Entretanto apesar de reduzir custos para atender a demanda,

elevados estoques aumentam os custos de manutenção de estoques, fazendo-se necessário o planejamento e verificação da disponibilidade de materiais ao sistema de produção (LUSTOSA et al, 2008).

Para Moreira (2011) o MRP (do inglês *Material Requirements Planning*) é um método utilizado para transformar “a previsão de demanda de um item de demanda independente em uma programação das necessidades das partes componentes do item” (MOREIRA, 2011, p.523).

Baseado nas tomadas de decisões na produção dos produtos acabados, o MRP determina instintivamente o que, quando, quanto produzir e comprar os mais variados itens semiacabados, matérias-primas e componentes (FERNANDES; GODINHO, 2010).

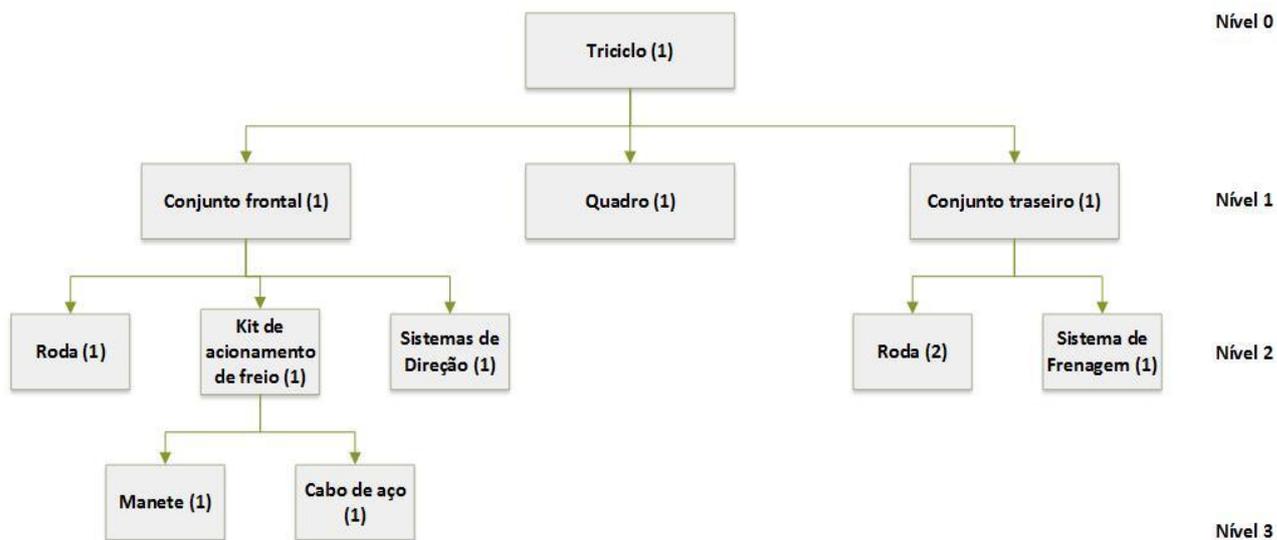
Para execução do MRP são necessários elementos fundamentais, tais como: programa mestre de produção, posição de estoques, estrutura do produto, árvore do produto. Programa mestre de produção alimenta o MRP com a programação dos produtos acabados, indicando índices (quantidade, prazo) de produção e entrega (LUSTOSA et al, 2008).

A lista de materiais deve ter seu controle rigoroso, pois ela estabelece a necessidade da quantidade de cada item a ser adquirido, devido ao fato de indicar a posição de estoque. Para tal controle normalmente usa-se: código de identificação, quantidade atual em estoque, tempo de espera, tamanho do lote de compra, fabricação ou montagem, entre outros (MOREIRA, 2011).

A estrutura do produto indica quanto cada unidade do produto necessita em números de componentes. Já a árvore do produto define a estrutura de formação do produto. A Figura 6 ilustra que os componentes são organizados em níveis e agrupados em subconjuntos que forma o produto (LUSTOSA et al, 2008).

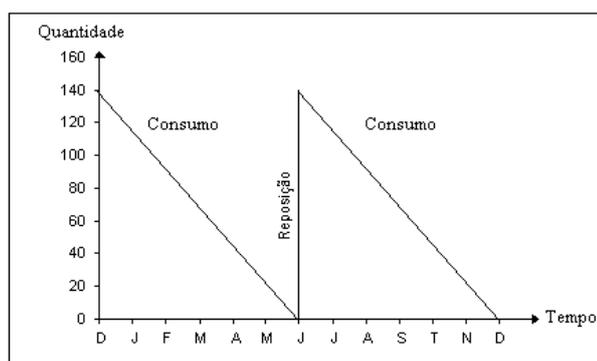
### 3.3.1 Curva Dente de Serra

Segundo Dias (2008), uma das ferramentas de gestão de material em movimentação é o gráfico dente de serra. Esta ferramenta tem como objetivo auxiliar gestores a reposição de material, no tempo e quantidade corretos.



**Figura 6–** Árvore de produto associada à montagem de um triciclo  
**Fonte:** Adaptado de Lustosa et al (2008)

A Figura 7 representa a curva dente de serra. O gráfico possui na abcissa o tempo corrido, para consumo, usualmente em meses, e a ordenada o índice quantitativo em unidades por peça. Entretanto, pode existir casos que o gráfico dente de serra possua ruptura, ou seja, o consumo de material variar. Para tal, é possível calcular um estoque de segurança a fim de suprir eventuais percalços no fornecimento do material.



**Figura 7 -** Curva dente de serra  
**Fonte:** Dias (2012)

O autor acima segue dizendo que para o cálculo do estoque mínimo, em virtude das variações do consumo, é necessário uma constante “k” que é tabelado de acordo com o grau de atendimento que empresa deseja, conforme a Equação (1). Já o ponto de pedido, é o ponto onde o estoque virtual chegar a um determinado índice, calculado conforme Equação (2), para assim ser repostos.

$$\text{Estoque mínimo} = \frac{K}{\text{Desvio Padrão}} * \sqrt{\frac{\text{Tempo de Resposta}}{\text{Período}}} \quad (1)$$

$$\text{Ponto de Pedido} = \text{Consumo} * \text{Tempo de Reposição} + \text{EMn} \quad (2)$$

### 3.4 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA CAPACIDADE

Capacidade é o máximo número de horas que um departamento pode dispor em um determinado tempo e, a produção do maior número possível de unidades em um intervalo de tempo (FERNANDES; GODINHO, 2010).

Dentro de um processo, a capacidade é um indicativo quantitativo de produção, sendo expresso por razões, não obrigatoriamente relacionado a uma taxa temporal (LUSTOSA et al, 2008).

Moreira (2011) define capacidade como a máxima produção de produtos ou serviços em um período, inseridos em uma instalação produtiva. Esta instalação varia de acordo com o produto ou serviço, em geral podem ser: indústrias, máquinas, hospitais, entre outros.

O autor acima exemplifica o cálculo da capacidade de uma maneira simples para entendimento, de tal forma: uma instalação produtiva possui cinco empregados na área de montagem, sendo cada indivíduo trabalhando 8 horas diárias, realizando a montagem do produto à 20 montagens por hora, sendo expressa pela Equação 3:

$$5 \text{ empregados} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{dia}} \times 20 \frac{\text{montagens}}{\text{hora} \times \text{empregado}} = 800 \frac{\text{montagens}}{\text{dia}} \quad (3)$$

As empresas usualmente não utilizam sua capacidade máxima, capacidade projetada, devido não existir folgas no processo, entre as possíveis mudanças da demanda ou oferta de matéria-prima. A utilização da capacidade máxima induz a um ambiente de tensão na organização (LUSTOSA et al., 2008).

Os autores acima citam que neste contexto, calcula-se a utilização da capacidade sob condições ideais de operação que é razão entre a capacidade esperada e a capacidade projetada. Sendo expressa pela Equação (4). A eficiência

pode ser calculada pela razão entre a capacidade disponível e a capacidade efetiva, Equação (5).

$$\textit{utilização} = \frac{\textit{capacidade efetiva}}{\textit{capacidade projetada}} \quad (4)$$

$$\textit{eficiência} = \frac{\textit{capacidade operacional}}{\textit{capacidade efetiva}} \quad (5)$$

Lustosa et al (2008) descrevem que a capacidade projetada é a capacidade realizada sobre condições ideais de trabalho de uma empresa, calculado pela fórmula (6). A capacidade operacional é a capacidade que de fato pode-se contar para o planejamento, sendo expressa pela Equação (7):

$$\textit{capacidade projetada} = \frac{\textit{capacidade operacional}}{\textit{utilização} \times \textit{eficiência}} \quad (6)$$

$$\textit{capacidade operacional} = \textit{capacidade projetada} \times \textit{utilização} \times \textit{eficiência} \quad (7)$$

Dentro da empresa, existem processos que utilizam sua capacidade abaixo da capacidade máxima e outros processos que utilizam sua capacidade máxima (limite). No primeiro caso acontece devido políticas da empresa ou a demanda é insuficiente para completar sua capacidade. No segundo caso, quando isso acontece, as partes são as restrições de capacidade, afetando a capacidade de toda a operação. Entretanto recursos podem ser inseridos para minimizar restrições e fluir o sistema (SLACK et al, 2009).

Kato et al (2003) afirmam que a capacidade pode ser calculada a partir do tempo padrão como base, sendo a capacidade produtiva, expressa pela Equação (8):

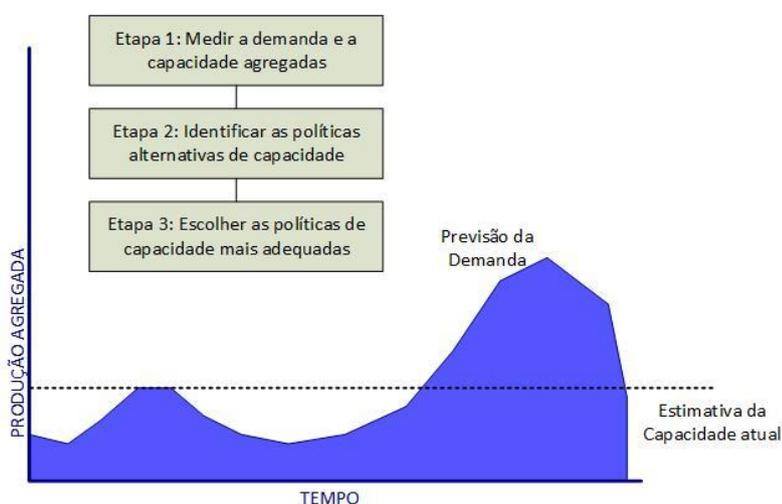
$$\textit{Capacidade Produtiva} = \frac{\textit{Carga horária diária de Trabalho}}{\textit{Tempo padrão de um produto em operação}} \quad (8)$$

O planejamento e controle de capacidade é a atividade que tem as tomadas de decisões para responder a eventuais flutuações na demanda. Estratégias são utilizadas para lidar com estas mudanças e ocorrem em diversos prazos: longo, médio e curto prazo (SLACK et al, 2009).

A análise de capacidade a médio prazo ocorre em três níveis hierarquicamente: análise do planejamento agregado, análise do programa mestre da produção e análise da capacidade da coordenação de ordens. Seus objetivos são subsidiar decisões realizadas em cada etapa (FERNANDES; GODINHO, 2010).

A curto prazo são definidos termos agregados, que são fundamentados na junção dos variados produtos e serviços para obter uma visão macro da demanda e capacidade, relevando diversos detalhes dos mesmos (SLACK et al, 2009).

Para tomadas de decisões no planejamento e controle da capacidade, etapas são sequenciadas para melhores resultados. Primeiro, no período de planejamento, medem-se os níveis agregados. Posteriormente, identificam-se políticas alternativas e por último escolhe-se a política mais adequada para as circunstâncias encontradas. A figura a seguir, ilustra estas etapas (SLACK et al, 2009).



**Figura 8– Etapas do planejamento e controle de capacidade**  
**Fonte: Adaptado de Slack et al (2009)**

A análise do ponto de equilíbrio é uma alternativa para o estudo da capacidade. Ela estabelece correlação entre receitas, custos (fixos ou variados) e quantidade produzida. Sua meta varia de acordo com o comportamento dos custos e a receita (MOREIRA, 2011).

Para calcular o ponto de equilíbrio, Equação (11), é necessário calcular índices importantes, tais como: custo total, Equação (9) e receita total, Equação (10) (MOREIRA, 2011).

$$CT = CF + q \cdot CV_u \quad (9)$$

$$R = q \cdot PV \quad (10)$$

$$q = \frac{CF}{PV - CV_u} \quad (11)$$

O autor anterior ressalta que a Equação (11) gera o ponto de equilíbrio, ou seja, a quantidade (q) produzida corresponde ao lucro zero. Valores abaixo de (q) acarretará em lucros negativos, em contrapartida, valores superiores gerarão lucro positivos. O gráfico ilustra os custos, receitas e ponto de equilíbrio:

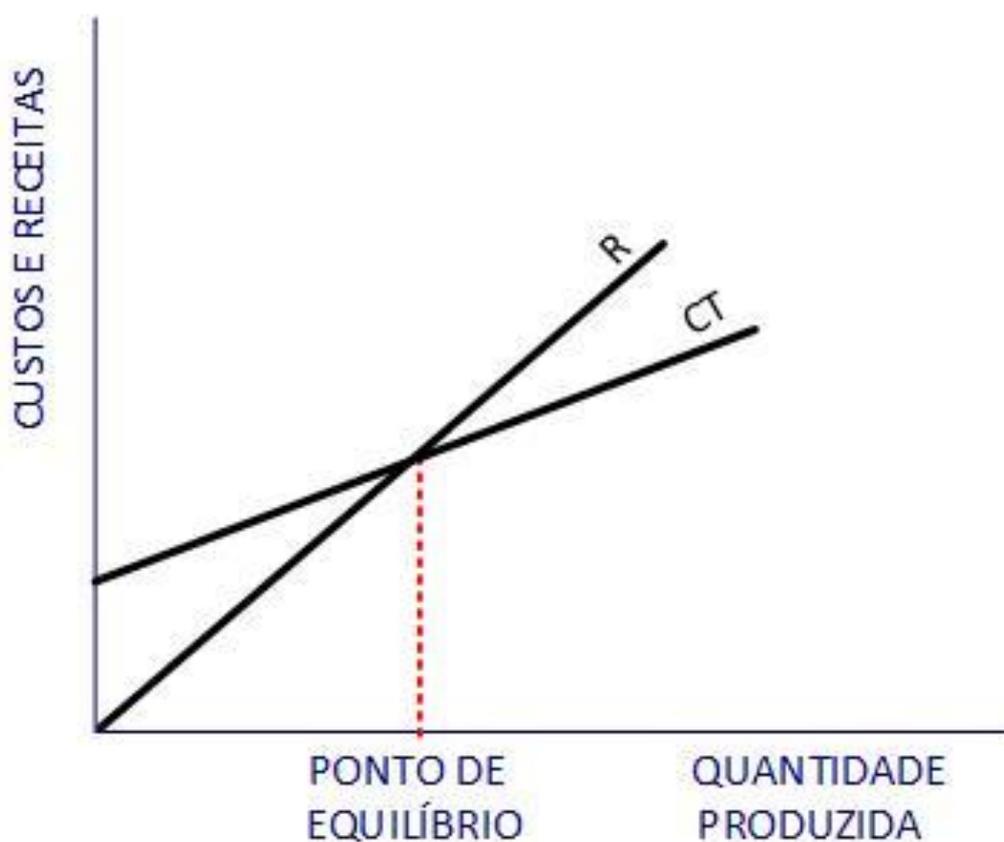


Figura 9– Custos, Receitas e Ponto de equilíbrio  
Fonte: Adaptado de Moreira (2011)

### 3.5 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Teoria das Restrições conhecido também por Teoria dos Gargalos, foi desenvolvido pelo físico Eliyahu M. Goldratt, natural de Israel, que criou um software chamado *Optimized Production Technology* (Tecnologia da Produção Otimizada), usado com as siglas OPT, sendo seu objetivo identificar e solucionar problemas (GOLDRATT; COX, 1997).

Cogan (2007), pondera da mesma maneira que o autor acima, dizendo que a Teoria das Restrições, ou do original *Theory of Constraints* (TOC), foi criada pelo físico na década de 1980.

A Teoria das Restrições é um procedimento de tarefas multifuncionais, que ao longo do tempo melhorou visando ajudar as pessoas e organizações a refletirem sobre problemas e suas origens, criando soluções revolucionárias e colocando-as em prática com êxito (MABIN; BALDERSTONE, 2003).

A TOC é um sistema de gestão que pode ser utilizada em diversos serviços, tais como: gestão de manufatura e operações, *marketing*, gestão de projetos e cadeia de suprimentos. O planejamento, efetivação e controle do sistema são procedidos ante a gestão das restrições, fundamentando-se na atuação na origem da restrição, a qual cria barreiras para alcançar os objetivos (MOELMANN, 2009).

Corrêa e Corrêa afirmam que não é garantido uma solução ótima, quando aplicado a OPT, visto o fato de ser um procedimento fundamentado em uma série heurística, ou seja, procedimentos de bom-senso sistematizados.

A TOC não é somente um sistema de harmonização da produção, é um modelo sistêmico de gestão (CORBETT, 1997). A partir da Teoria das Restrições que a filosofia sistêmica passar a ter outro eixo, ou seja, o taylorismo não é utilizado e passa a se trabalhar o elo mais fraco do sistema (gargalo), onde o resultado será a melhoria do todo, focando-se somente no ponto mais fraco (NETTO; TAVARES, 2006).

Martins e Laugeni (2005), centralizam o sistema OPT em um exclusivo objetivo: produzir dinheiro. Para isso, índices financeiros (lucro líquido, retorno sobre investimento e fluxo de caixa) e de desempenho operacional (taxa de produção de produtos, inventário, custos operacionais) são importantes.

### 3.5.1 Restrições

De acordo com Tubino (2009), gargalo (restrição) é um local na linha de produção (máquinas, pessoas, demanda, etc.) que estabelece barreiras perante o fluxo de itens no sistema. Ou seja, gargalo é o local onde se localiza um específico problema, em que ele inibe o desenvolvimento contínuo das tarefas na linha do sistema produtivo em sua capacidade total.

As restrições estão inseridas em grande parte das empresas e frequentemente não são adequadamente identificadas pelos seus gestores. A falta de planejamento, escassez de máquinas e ausência de mão de obra acarreta, em um sistema produtivo, gargalos ou restrições, que podem ser apresentados em mais de um tipo (GOLDRATT; COX, 1997).

Watson et al. (2007), agregam dizendo que as restrições podem apontar de três maneiras:

- a) Física, ou seja, a capacidade é menor do que a demanda;
- b) Mercado, ou seja, a demanda é menor do que a capacidade de algum recurso;
- c) Políticas, ou seja, regras impostas que delimitam a capacidade produtiva do sistema.

A essência da TOC baseia-se no entendimento da existência de restrições no sistema, visto o fato de que todo sistema abriga ao menos uma restrição, pois caso não existisse algo que limitasse o sistema, seu rendimento seria infinito e conseqüentemente seu lucro também (CORBETT, 1997).

De acordo com Davis et al. (2001, p. 550):

Na abordagem do sistema de gargalos, o processo em consideração é visto em termos de bens e serviços em movimento, análogo ao fluxo de um rio. Os bens ou serviços produzidos pelo processo são o fluxo da "água", e os gargalos são os "bloqueios" na corrente que diminuem a velocidade da água. Um gargalo se aplica ao caso de uma etapa, ou número de etapas, de um sistema que não puder processar o bem ou serviço suficientemente rápido para prevenir atrasos e o recurso com restrição de capacidade é um bem ou serviço necessário para a criação do produto final que é esgotado antes do produto final ser entregue.

Compreender e admitir as variáveis que limitam a performance do sistema, significa identificar a restrição. Entretanto essas restrições não são somente empecilhos de capacidade física, mas também podem ser barreiras encontradas na administração, mercado ou até mesmo no clima organizacional da empresa (RAHMAN, 2002).

É importante o entendimento entre recursos gargalos e não-gargalos, pois quando o recurso gargalo, fica ocupado o tempo todo, existe grande diferença entre os recursos. Uma hora perdida em um gargalo com esta restrição, significa uma hora desperdiçada em toda a saída (*output*) do sistema, visto o fato de não haver folgas e consequentemente um período de tempo que nunca será recuperado. Em contrapartida, uma hora em um não-gargalo é desprezível, devido o recurso ficar ocioso, e não passando apenas de um equívoco (CSILLAG; CORBETT, 1998).

Rahman (1998) considera a oportunidade de melhorias no conhecimento de restrições. Sob este entendimento, a TOC, idealiza os gargalos positivamente, contrário dos modelos convencionais de administração. Isto se deve ao fato da restrição determinar o desempenho do sistema e aumentando a capacidade do gargalo, haverá uma evolução da *performance* macro do sistema.

### 3.5.2 Processo de 5 etapas

De acordo com Goldratt (1994) o processo de melhoria contínua é uma das grandes contribuições da TOC, composta de cinco etapas:

- 1ª. Etapa - identificar a restrição do sistema:

Rahman (2002), afirma que identificar a restrição do sistema é encontrar a menor capacidade e assim definir a capacidade máxima do sistema ao todo. Siha (1999) afirma que se pode atingir e manter o funcionamento pleno do sistema somente caso todo o sistema for guiado contra o desperdício nestas restrições.

Guerreiro (1996, p.21), explica que “um gargalo é qualquer recurso cuja capacidade seja igual ou menor que a demanda exigida deste recurso”. Existem vários meios de identificar restrições no processo produtivo, como por exemplo, medir o ciclo de utilização do tempo do recurso, a capacidade de cada máquina.

Recurso com restrição de capacidade (RRC) é denominado quando o recurso estabelece o fluxo máximo, ou seja, delimita a capacidade da linha produtiva (GOLDRATT, 1997).

Portanto ao reconhecer as barreiras do sistema, deve se conduzir juntamente com o auxílio dos processos de raciocínio da TOC, comprovar usualmente de que há poucas ou somente uma causa-raiz, que esclarece as inúmeras limitações de um sistema (WATSON et al., 2007).

- 2ª Etapa – explorar a restrição do sistema:

Avaliação de como explorar a restrição do sistema, ou seja, tirando o máximo aproveitamento do recurso que o restringe a fim de maximizar a execução de toda a estrutura (RAHMAN, 2002). As restrições devem ser exploradas para ter o maior ganho possível. Para os autores Cox III e Spencer (2002, p. 72), deve-se “aproveitar a capacidade existente na restrição que, frequentemente, é desperdiçada por se produzir e vender os produtos errados ou por causa da utilização de regras e procedimentos inadequados para programar e controlar a restrição”.

Caso a restrição for física, ela deve ser usufruída ao limite na condição em que se encontra. Se a restrição for política ou gerencial, ela deve ser excluída do sistema, pois não há como explorá-la, e deve ser trocada por uma política que traga benefícios e ganhos. Para isso, devem ser mapeadas e redefinidas em direção a uma política integral de ganhos (RAHMAN, 2002).

O autor segue frisando que essas restrições, normalmente sua causa-raiz, tem origem no clima interno da empresa, cujos motivos da existência de políticas restritivas, podem ser entendidas com ajuda dos processos de raciocínio da TOC.

- 3ª Etapa – subordinar todo o sistema à restrição:

Devem ser ajustados todos os recursos, para não ultrapassarem a máxima produtividade da restrição. Logo como os recursos têm uma maior capacidade que a restrição, a dependência dos mesmos à capacidade avariada pela restrição, impedirá o aumento de material em processo (RAHMAN, 2002).

Os gargalos devem ser usados na medida precisa, pela maneira usada na exploração das restrições, dado o fato de que elas determinam o

aproveitamento das empresas. Para Guerreiro (1996, p. 22), “subordinar qualquer outro evento à decisão anterior significa que todos os demais recursos não restritivos devem ser utilizados na medida exata demandada pela forma empregada de exploração das restrições.”

Uma dificuldade é encontrada nesta etapa ao ir ao encontro a uma teoria, que filosofa dizendo que pessoas e recursos ociosos são sinais de prejuízo, pois não estão produzindo receitas, indo contra o modelo do mundo dos custos (MOELLMANN, 2009).

- 4ª Etapa – elevar a restrição do sistema:

Caso existia um recurso com restrição de capacidade no sistema, e o melhor comportamento (saída) do processo corresponde à maior produtividade neste recurso, melhora-se a capacidade deste recurso com restrição, com a finalidade de impulsionar o lucro do sistema (WATSON et al., 2007).

Neste caso, Goldratt (1997) acredita na necessidade de investimentos no sistema, seja ela por compra de novos maquinários, tecnologias novas ou melhoramento de processos, ou seja, conclusões para maximizar a capacidade da restrição.

Entretanto, se a demanda tiver obstáculos criados pelo mercado, deve-se impulsionar a ampliação para novas regiões e/ou clientes, podendo incentivar novas pastas de pedidos (MOELLMANN, 2009).

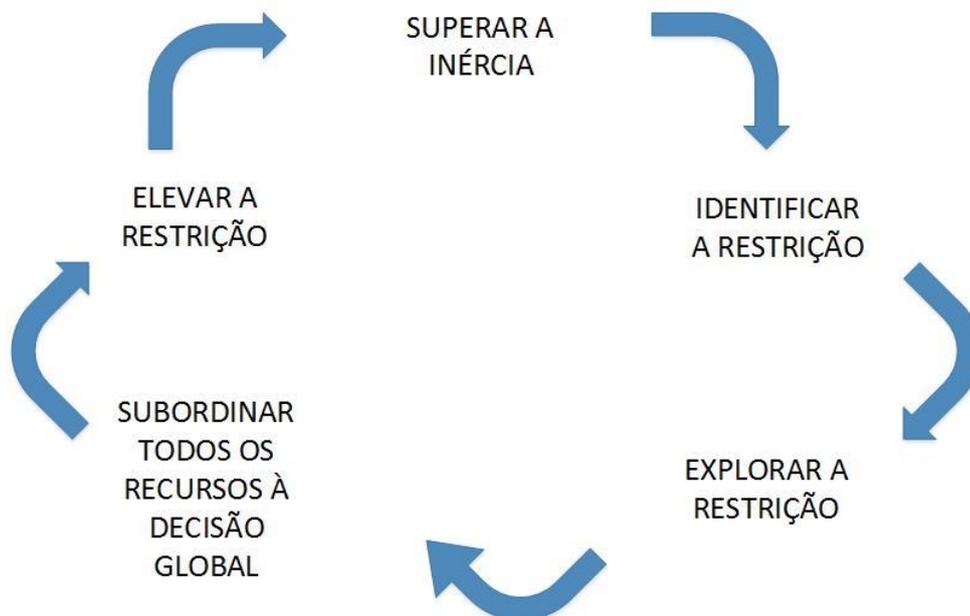
- 5ª Etapa – retornar à primeira etapa:

Segundo Cox III e Spencer (1995, p.31) “voltar a 1ª etapa se a restrição for eliminada em algum passo anterior, e não permitir que a inércia atue no processo”. Não praticar esta etapa, pode ocasionar a organização à estagnação, reduzindo o poder de reação a possíveis ameaças causadas por novos ambientes (RAHMAN, 1998).

Deve-se examinar as restrições vinculadas ao processo constantemente para sempre manter um sistema produtivo máximo em termos de rendimento, conforme os seguintes passos: investigar o sistema, identificar os gargalos, analisar medidas cabíveis, planejar e executar ações para ajustes necessários, acompanhar periodicamente o processo (GOLDRATT, 1997).

Entretanto, riscos podem ocorrer, visto que todas as etapas e comportamentos estabelecidos nos passos 2 e 3 foram fundamentados na

restrição anterior. Logo, sendo identificada uma nova restrição, os procedimentos não terão mais validade. Neste cenário, todas as variáveis devem ser reavaliadas (MOELLMANN, 2009).



**Figura 10– O método de focalização em 5 etapas**

Fonte: Adaptado de Rahman (2002)

### 3.5.3 Programação Tambor-Pulmão-Corda (TPC)

A programação TPC é uma evolução e melhoramento da programação OPT (SOUZA, 2005), sendo que ao longo do tempo, este modelo transcendeu do chão de fábrica para os níveis estratégicos das organizações (RAHMAN, 1998).

Para implementação da programação TPC, é necessário identificar a restrição mais significativa (tambor), isto pode ser realizado na etapa 1, do método de focalização em 5 etapas (WATSON et al., 2007).

Este tipo de programação, TPC, é traçado para realizar o uso das restrições, físicas ou de mercado, identificadas, tendo como objetivo da programação a harmonia em coordenar a produção às necessidades dos clientes (PEREZ, 1997).

Os materiais e recursos são consumidos somente na quantidade satisfatória para ajudar a organização em atingir seus objetivos. Para maior entendimento, deve-se compreender o significado de cada palavra que compõe seu nome (RAHMAN, 1998).

### 3.5.3.1 Tambor

Segundo Moellmann (2009), dentro do sistema, o Tambor é o recurso mais vulnerável, podendo inclusive ser fundamentado como a sua principal restrição. Suas particularidades são:

- É um RRC;
- É um recurso complicado de ser aumentado, pois é estratégico;
- Todo o processo é concentrado para ele;
- Relação mais delicada do sistema.

De acordo com a ordem de relevância dentro da organização, o Tambor sofre um processo de conflito entre suas atividades. Logo “o Tambor marca o ritmo de produção determinado pela restrição do sistema” (COX III; SPENCER, 1995, p.25).

Portanto o Tambor é o eixo fundamental do sistema, onde a restrição determina o compasso macro da produção, pareando o sistema com o terceiro passo de focalização em 5 etapas (RAHMAN, 1998).

### 3.5.3.2 Pulmão

Goldratt (1997), define o Conceito dos Pulmões como a sucção de excessos existentes no processo e coloca-as em níveis estratégicos da programação, assim protegendo o processo contra “incertezas, permitindo ao mesmo poder maximizar e sustentar o ganho e/ou o desempenho dos prazos de entrega” (COX III et al., 1995, p. 10).

Para aguentar o segundo passo do processo de 5 etapas, são necessários os pulmões nos RRC e nos locais de convergência (WATSON et al., 2007). Para garantir o aproveitamento, sem pausa, do RRC, os pulmões são utilizados, por intermédio dos estoques de segurança, que defendem o tambor e os processos seguintes no sistema, cobrindo a capacidade em atender a programação (MOELLMANN, 2009).

As características dos pulmões estão em serem apresentados como materiais em processo ou produtos acabados. Entretanto, ao analisar em função do

tempo, existem estoques que protegem a programação do recurso com restrição de capacidade, chamados “pulmões de tempo” (MOELLMANN, 2009).

Portanto, o gerenciamento dos pulmões, auxilia o controle de fluxo do processo, e o consumo é acompanhado pelo seguimento entre as tarefas predecessoras ao pulmão consumido, “ajudando a evitar a ociosidade na restrição e o atraso nas entregas dos clientes” (COX III et al., 1995, p. 10).

### 3.5.3.3 Corda

A corda tem como objetivo dominar a *performance* dos recursos não-restritivos à amplitude de produção do tambor. Esse objetivo é permitido, pois, a entrada de matéria-prima no processo produtivo é monitorada no controle de fluxo, fundamentado no consumo e processamento pelo RRC (WATSON et al., 2007).

O comprimento da corda é igual ao índice quantitativo de estoques ou tempo estocados nos pulmões e cadeias predecessoras. Esse índice deve ter no mínimo o suficiente para defender o recurso com restrição de capacidade, e o devido sistema contra paralisações indesejadas (MOELLMANN, 2009).

A comunicação entre pontos críticos é feita pela corda (RAHMAN, 2002). Isto se deve para certificar a harmonia do fluxo de materiais com a produção, cooperando a otimização das possíveis consequências das variações dos setores produtivos, de maneira a conservar contínuos os graus de estoques (WATSON et al., 2007).

Portanto, Moellmann (2009) descreve o raciocínio do modelo TPC, em três passos, da seguinte maneira resumida:

1. Todo o fluxo da cadeia se subordina ao tambor;
2. Resguardar o tambor e o sistema contra atrasos, por meio da adição dos pulmões em locais estratégicos;
3. Visar manter o fluxo contínuo, por intermédio do controle dos níveis dos pulmões.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

O estudo de caso ocorreu em uma empresa do ramo de produção de móveis, localizada na região oeste do Paraná. A empresa foi fundada em 1966, no setor de importação e exportação de madeira. Entretanto nos anos 90, para uma adequação à nova realidade do mercado, a empresa começou a produzir móveis sofisticados, com um grande portfólio, como: cadeiras, poltronas, mesas e outros móveis de sala.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Pesquisa é um sistema coerente e organizado que procura fornecer respostas aos problemas colocados (GIL, 2010). Seguindo o mesmo raciocínio, Marconi e Lakatos (2013) esclarecem que a pesquisa surge a partir de algum problema, e que ela tem como função dizer se as teorias analisadas estão corretas ou incorretas.

Existem várias formas de classificar as pesquisas, sempre se enquadrando em natureza da pesquisa, forma de abordagem do problema, procedimentos técnicos e objetivos esperados. A Figura 11 a seguir ilustra as formas e sua classificação (SILVA; MENEZES, 2005).

#### 4.2.1 Natureza da Pesquisa

Frente a natureza da pesquisa, ela pode ser classificada como básica ou aplicada. A primeira busca novos conhecimentos, englobando interesses universais, sem intenção de aplicação prática. A segunda tem como finalidade, envolvendo interesses locais, buscar soluções para problemas existentes (SILVA; MENEZES, 2005).



**Figura 71– classificação da pesquisa**

Fonte: Adaptado de Gil (2010), Silva e Menezes (2005)

Este estudo se enquadra, no quesito natureza da pesquisa, como aplicada, dado ao fato de querer solucionar problemas específicos, demonstrando interesse prático, através de ferramentas de gestão, procurando aplicar as melhorias propostas (KAUARK et al., 2010).

#### 4.2.2 Objetivos da Pesquisa

Os objetivos da pesquisa podem ser classificados como exploratória, descritiva ou explicativa (SEVERINO, 2007).

A pesquisa exploratória tem como objetivo fundamental alinhado com o assunto proposto, relevando variáveis, características relacionadas ao tema (GIL, 2010). Para Severino (2007) a pesquisa exploratória tem como finalidade coletar informações sobre algo específico e detalhar suas condições de surgimento.

A pesquisa descritiva descreve peculiaridades de um determinado grupo, visando enxergar a existência de relações entre elas, além da sua origem (GIL, 2010).

O objetivo da pesquisa explicativa é identificar e analisar os elementos estudados e suas causas (SEVERINO, 2007).

Este trabalho, em vista dos objetivos, é classificado como pesquisa exploratória, dado ao fato de criar alinhamentos com o tema teoria das restrições, através de entrevistas, análises de documentos, entre outros.

#### 4.2.3 Abordagem do Problema

Para abordagem do problema, a pesquisa classifica-se em quantitativa e qualitativa. A primeira significa que todas as informações podem ser transformadas em números, de maneira a serem classificadas e analisadas, usando técnicas estatísticas. A segunda, o levantamento de dados é o clima natural, sendo o pesquisador o instrumento-chave, analisando detalhadamente os dados (SILVA; MENEZES, 2005).

O trabalho é classificado como pesquisa qualitativa e quantitativa, devido seu objetivo analisar e coletar dados, em grandezas ou quantidades de variáveis necessárias para o estudo. Foram realizadas análises do processo produtivo como um todo, verificação de documentos, realização de entrevistas e aplicação de questionários.

As entrevistas foram realizadas aos responsáveis do setor de produção, com o intuito de obter informações importantes no processo. Neste caso, o entrevistador é livre para desenvolver perguntas, sempre buscando situações favoráveis para obtenção dos dados.

#### 4.2.4 Procedimentos Técnicos

Os procedimentos técnicos, na pesquisa, podem ser classificados como bibliográfica, documental, experimental, levantamento, pesquisa-ação, estudo de caso, ex-post-facto e pesquisa participante (GIL, 2010).

Pesquisa bibliográfica refere a toda a bibliografia já publicada sobre o tema, tendo como objetivo que o pesquisador se baseie e se fundamente nas teorias já escritas, fazendo com que novas conclusões sejam feitas (LAKATOS; MARCONI, 2013).

A pesquisa documental é parecida com a bibliográfica, porém as fontes utilizadas na pesquisa documental são para documentos feitos com diversas funções, capazes de provar algo (GIL, 2010).

Segundo o Gressler (2003), pesquisa experimental é caracterizada por ser um rigoroso controle das variáveis experimentais, dado ao fato de ser uma procura de identificar relações de causa e efeitos, com base em experimentos em determinadas populações sob específicas condições.

Gil (2010) classifica a pesquisa levantamento com base em perguntadas às pessoas as quais se deseja conhecer as respostas. Estas informações são coletadas de uma população significativa e as respostas são realizadas através de análise quantitativa. Caso todos os componentes forem interrogados, o levantamento se torna um censo.

Pesquisa-ação não tem como objetivo generalizar resultados específicos, entretanto isso pode ocorrer quando os resultados forem semelhantes (GIL, 2010).

Análises de causa e efeito fundamentadas em consequências existentes são estudadas na pesquisa post-facto, levando em consideração os dados coletados após acontecer os fatos (GRESSLER, 2003).

Quando houver participação massiva da amostra, significa uma pesquisa-participante. Isso ocorre de maneira que a própria amostra de pessoas consiga identificar os próprios problemas e propor soluções (GIL, 2010).

Estudo de caso, com base em Gil (2010, p. 37), “consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetivos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento”.

Este trabalho, frente a procedimentos técnicos, é classificado como um estudo de caso, pois seu tema central está na solução de problemas específicos de prazo de entrega, encontrados na empresa estudada. O trabalho também se enquadra em pesquisa bibliográfica, devido a necessidade de pesquisa das fundamentações teóricas, em publicações, para embasamento em solução dos problemas.

#### 4.3 COLETA DE DADOS

Os dados coletados foram de três tipos: primários, secundários e terciários, que podem ser observados na Figura 12.

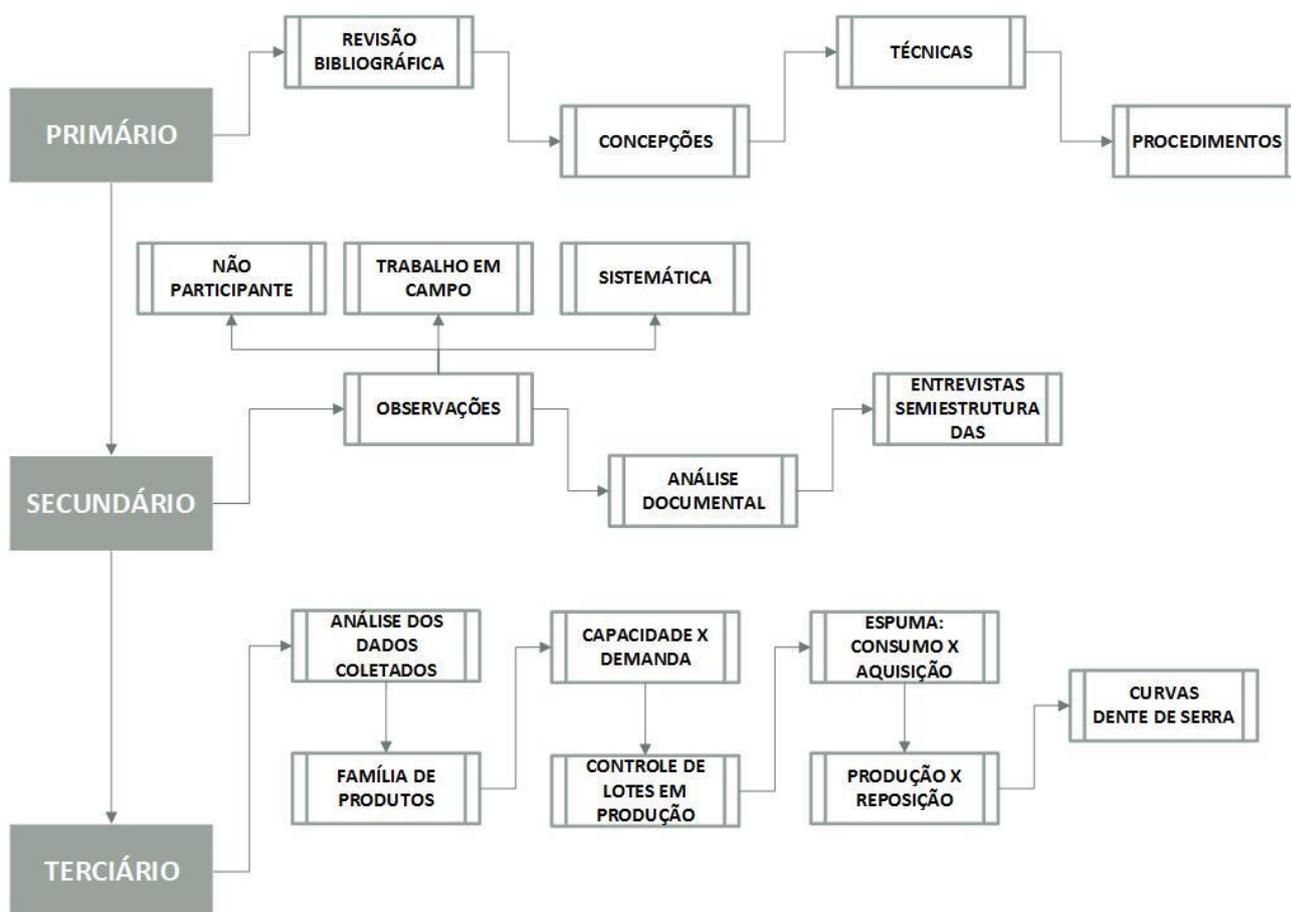


Figura 12– Etapas da Pesquisa

#### 4.3.1 Primário

Nesta etapa da pesquisa, foi verificado o referencial teórico a respeito das concepções, técnicas e procedimentos expressivos para fundamentar a efetuação deste trabalho. As concepções trabalhadas foram: programação, planejamento e controle da produção; teoria das restrições; capacidade produtiva; ressuprimento de material. Para tal, foram utilizados embasamentos em diversos autores da literatura citada acima.

#### 4.3.2 Secundário

Nesta fase da pesquisa, foi realizada a coleta de dados, na família de produtos estudada. Sendo assim, foi necessária a utilização das seguintes técnicas:

observações, análise documental e entrevistas semiestruturadas com os responsáveis dos setores (PCP, compras, almoxarifado, estofaria e engenharia).

#### 4.3.2.1 Observações

Através das observações, foi possível a coleta de dados do processo produtivo da empresa a fim de identificar e coletar informações pertinentes para a pesquisa como: fluxo da produção, estoques em processo, paralisação por falta de material. Os autores Marconi e Lakatos (2008) fundamentam que a observação é um procedimento de absorção de dados e assim obter informações utilizando-os como aspectos da realidade.

Outra técnica utilizada foi um tipo de observação, a observação não participante. Segundo os mesmos autores citados acima, esse procedimento é quando há contato com a empresa, entretanto sem interagir com ela. Ou seja, presencia-se os fatos, porém não participando, e assim, não há como as circunstâncias o envolver.

A observação na vida real, também foi utilizada devido ao fato dos dados serem coletados diretamente na empresa, conforme os processos ocorreram de forma natural.

Por fim, a observação sistemática, porque houve necessidade de compreensão de aspectos importantes como processo produtivo e utilização de matéria-prima. Esta etapa ocorreu diversas vezes para poder ter evidências suficientes para afirmar determinados fatos.

#### 4.3.2.2 Análise Documental

Através da análise documental é possível obter informações formais pertinentes à empresa. Nesta fase foram obtidas informações como: tempo de reposição de material, tempo de percurso dos produtos entre as etapas do processo produtivo, demanda dos produtos de um determinado período de tempo, tempos de produção e controle de lotes em processo.

De acordo com Severino (2007) a análise documental é alimentada através de documentos na concepção macro, como: jornais, filmes, documentos legais,

manuais, catálogos, fotos. Dessa forma, o explorador progride sua indagação e verificação, da forma que lhe for conveniente.

#### 4.3.2.3 Entrevistas Semiestruturadas

Houveram entrevistas semiestruturadas com os responsáveis dos setores de PCP, compras, almoxarifado, estofaria e engenharia. Gil (2002) classifica entrevistas semiestruturadas como as quais exploram as posições de interesse do entrevistador, a fim de manter os objetivos das questões, ou seja, é realizado um questionário e conforme for necessário, altera-se o rumo das questões. No Apêndice A encontre-se a estrutura das perguntas que foram aplicadas na entrevista semiestruturada, vale salientar que foram modificadas as perguntas de acordo com as respostas dos entrevistados.

#### 4.3.3 Terciário

Nesta etapa do estudo, foi feita a análise dos dados levantados, e assim foi possível desenvolver informações importantes para a aplicação dos cinco passos da teoria das restrições no processo produtivo da empresa estudada.

Primeiramente foi verificada a família de produtos a ser estudada. Através de análise de significância na produção, foi decidido optar por três tipos de cadeiras. As Figuras 21 e 22, páginas 57 e 58, demonstram a representatividade dos produtos em relação ao total.

Posteriormente, foi feita a comparação entre a capacidade produtiva da empresa, calculada pela Equação (1), e a demanda. Este demonstrativo seu deu a partir de gráficos, representados nas Figuras 26, 27 e 28, páginas 60 e 61.

Para explorar ainda mais o sistema produtivo, foi analisado o controle de lotes em produção, ou seja, o mapeamento do lote em produção. Nesta etapa foi feito um gráfico, representado na Figura 29, página 62.

Em sequência, após a descoberta da restrição, foi obtido informações através de entrevistas informais no setor de estofaria junto aos funcionários do setor. Dessa forma foi realizado um demonstrativo comparando a compra de matéria-prima (espuma) com o consumo, disponível na Figura 30, página 64.

Após estes e levantamento de informações, através da análise documental, foi possível o mapeamento do produto entre os setores de PCP, Estofaria e por fim produto acabado. Este diagrama se encontra na Figura 31, página 65.

Ao elevar a restrição encontrada, setor de estofaria, foi realizado o cálculo do estoque mínimo e ponto de pedido, ambos de espuma. Por fim, foi construído curvas dente de serra, com auxílio do software Microsoft Office Excel, representados nas Figuras 34, 35, 36 e 37, páginas 67 a 69.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 A EMPRESA

A indústria moveleira estudada iniciou seus trabalhos em 1966 na região oeste do estado do Paraná, com objetivos voltados ao beneficiamento, exportação e importação da matéria-prima madeira e comércio. Com o passar dos anos, na década de 1990, onde as tecnologias, concorrência e troca de informações cresceram vertiginosamente, a empresa estudada investiu recursos em produção de móveis, como: cadeiras, mesas, poltronas, banquetas.

Atualmente, a empresa atinge todo o mercado nacional, principalmente a região de Santa Catarina e São Paulo. Para abranger todo este cenário, as vendas ocorrem através de representantes de vendas espalhados por todo o Brasil ou diretamente por clientes.

A condução da empresa é familiar, sendo parte integrante familiar os cargos de diretor geral, diretor financeiro e diretor comercial. Abaixo a estes cargos estão os funcionários de diversos setores como: compras, comercial, engenharia, recursos humanos, financeiro, PCP, assistência técnica e qualidade, manutenção.

Diante de alguns fatores citados ao longo do trabalho, a empresa apresenta falhas na compra de matéria-prima (quantidade e tempo) implicando em altos índices de atraso de entrega. Portanto, diante desse cenário, verificou-se a oportunidade de estudar o processo produtivo e aplicar a Teoria das Restrições e suas ferramentas.

### 5.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO

A indústria moveleira estudada possui um grande estoque de matéria-prima, madeira. Isto se deve ao fato, do processo produtivo iniciar com a compra da mesma e existir algumas variáveis consideradas, como volume de pedido de madeira que varia, pois há uma grande dificuldade de encontrar o tipo de madeira desejada devido a variações climáticas.

A Figura 13 demonstra o estoque:



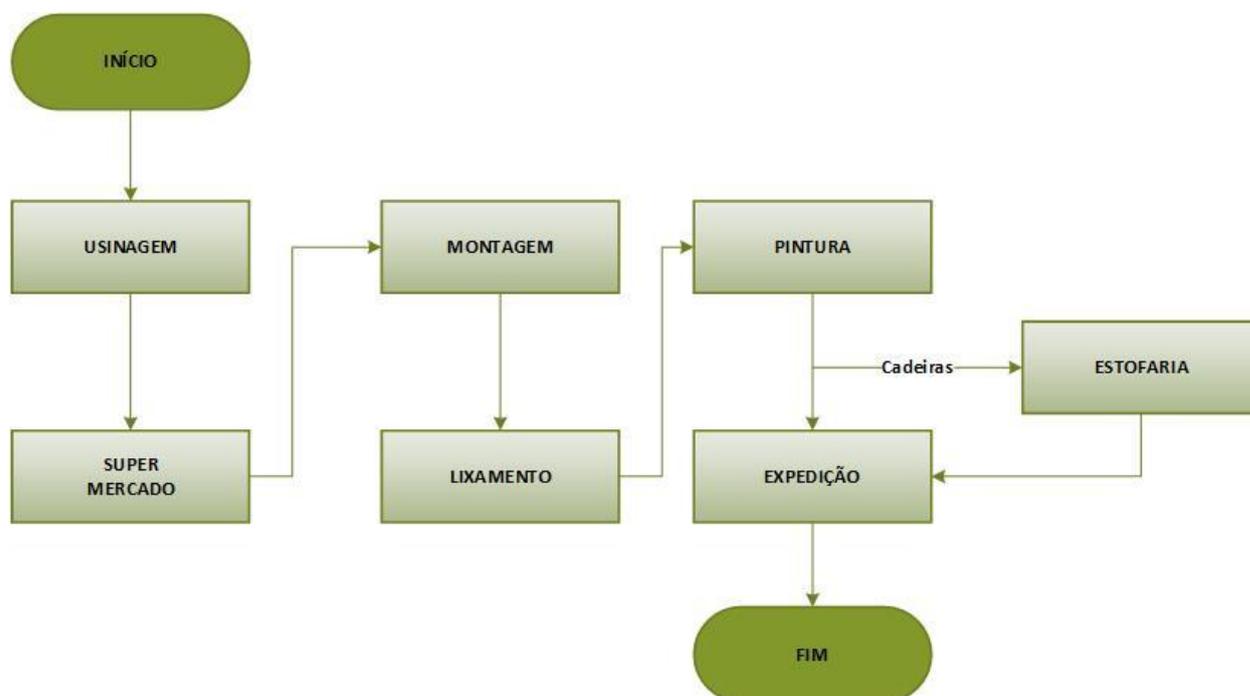
**Figura 13 – Estoque de madeira (matéria-prima)**

Posteriormente, o processo produtivo continua com o pedido do cliente, seja de maneira online ou pessoalmente. Deste modo o fluxo de informações segue para o PCP da empresa, que aguarda fechar um lote de pedidos (valor monetário exigido pela empresa) e emite duas ordens de serviço, uma para o setor de compras e outra para o setor de produção. A primeira ordem de serviço, enviada ao setor de compras, é o detalhamento da necessidade de material para produzir o determinado lote. Nessa etapa, verifica-se a quantidade de material em estoque e a requerida. Caso a requerida for maior do que a existente em estoque, é efetuado a compra dos materiais. Caso contrário, utiliza-se material em estoque.

A segunda ordem de serviço, enviada ao setor de produção, é o detalhamento da quantidade de produtos a ser produzida. Nesse setor, o fluxo de materiais e informações segue conforme a Figura 14:

### 5.2.1 Usinagem

O setor de usinagem é aonde o processo produtivo inicia, com produção de peças bases para confecção do produto. Primeiramente é feito o pré-corte das bitolas de madeira, no tamanho específico de acordo com a ordem de produção, com auxílio de maquinário - serra destopadeira.



**Figura 84– Fluxograma do processo produtivo**

**Fonte: A empresa (2015)**

Prosseguindo o processo, as peças pré-cortadas são levadas até a plaina. Neste maquinário as peças são plainadas uma a uma, de forma a plainar as 4 faces de uma só vez. Caso a peça não for retilínea, é necessária uma diferenciação no processo. Para isto, são formados painéis, com peças coladas um a um, e prensadas para a junção. Após a secagem, os painéis são plainados, uma face por vez, no maquinário desengrossadeira, retirando o excesso de cola escoado pela mesma.

Posteriormente, as peças são transportadas para uma mesa onde são desenhadas de acordo com o tamanho desejado, usando um molde. Manualmente é feito o corte em uma serra fita e logo são encaminhadas para a copiadora, que é o maquinário faz a cópia perfeita do molde na peça.

Em seguida, é feito a furação (furadeira) das peças ou inserção de espigas, peça de madeira utilizada para junção de duas partes (respigadeira). Isto varia de acordo com a peça, por exemplo: são furados os pés traseiros e dianteiros, já nas travessas dianteira e traseira são inseridas as espigas.

Todos os componentes produzidos são encaminhados para a alocação no supermercado.

### 5.2.2 Supermercado

O processo produtivo é separado em dois ciclos, o primeiro antes do supermercado, onde a produção é empurrada, ou seja, produz peças básicas em quantidades programadas, porém sem efetivamente existir demanda. O outro é puxado, ou seja, produz conforme a demanda. Portanto o supermercado é a divisão entre os ciclos e o mesmo sempre está equipado com quantidades significativas de peças para atender a demanda da produção.

O supermercado possui um quadro de orientações, na entrada, a respeito da localidade de cada material no seu interior, conforme a Figura 15:



**Figura 15 – Setor: supermercado**

No segundo ciclo, produção puxada, o processo segue para montagem.

### 5.2.3 Montagem

Neste setor, funcionários buscam as peças preparadas na usinagem, no supermercado, com auxílio de um carrinho. Posteriormente é realizado a pré-montagem dianteira e traseira, ou seja, aplicação da cola, encaixe da peça, inserção de pinos e finalmente prensado. Nesta etapa, usam-se maquinários em respectiva ordem: pinadeira e prensa pneumática.

Para união de ambas as partes é necessário a secagem delas, que demora cerca de um dia. Após a secagem a junção é feita com auxílio de prensa e inserção de pinos nos encaixes.

Neste setor é feito um controle de qualidade, que é a verificação do nivelamento da cadeira. A mesma é colocada em uma mesa com tampo de vidro e verificado o nível. Caso não esteja nivelada, os pés da cadeira são lixados. Caso contrário é enviado direto para o setor de lixamento. A Figura 16 ilustra o processo de montagem:



**Figura 16 – Setor de montagem**

#### 5.2.4 Lixamento

Após a montagem, o produto segue para o setor de lixamento. Nesta etapa, é feito o acabamento do produto, usando lixas de espessuras em ordem decrescente para assim obter o melhor retoque possível. Nesta fase do processo, os operadores presentes têm perfis cuidadosos, pois eles precisam enxergar possíveis imperfeições, para assim reparar com massas que os mesmos produzem de acordo com a cor da madeira. Nesta etapa, existe novamente um controle de qualidade, que é a inspeção final do lixamento. Caso a cadeira está apta a ser pintada, a mesma é direcionada. Caso contrário é conduzida para novos reparados, no mesmo setor de lixamento. A Figura 17 ilustra o processo de lixamento:



**Figura 17 – Setor de lixamento**

### 5.2.5 Pintura

O próximo setor que o produto percorre, é a pintura. Neste setor, é realizado a pintura do produto, de acordo com a especificação do pedido. Para pintura, primeiramente é feito uma camada de tingidor e selador. Posteriormente é aplicado o verniz, que é o acabamento da pintura. Nesta etapa, existe novamente um controle de qualidade que verifica as imperfeições existentes. Caso existam imperfeições possíveis de serem corrigidas, as mesmas são reparadas com lixas de menor granulometria. Caso não for possível, as cadeiras defeituosas são encaminhadas novamente para o setor de lixamento, que lixa até deixar a peça crua novamente (sem selador e tingidor).

Após a aplicação do verniz, o produto é alocado em uma cabine para a secagem.

Esta fase do processo acontece em um barracão anexo, onde no local existe um controle de resíduos sólidos, como: poeira, cavaco de madeira. A Figura 18 ilustra este processo:



**Figura 18 – Setor de pintura**

#### 5.2.6 Estofaria

Após o processo de pintura o produto move-se para a estofaria, caso for cadeira. Caso contrário, desloca-se direto para a expedição.

Nesta etapa do processo, é realizado: o corte da espuma, colocação de espuma e tecido no espaldar e assento da cadeira. O corte da espuma é realizado em cima de uma bancada, onde o operador mede a espuma no tamanho desejado e corta com uma faca.

Prosseguindo, a espuma é colada no assento e espaldar. A inserção do tecido é feita da seguinte forma: corta-se o tamanho do tecido desejado; costura-se o tecido; fixa-se o tecido com pinos – auxiliado por uma pinadeira e grampos, amparado por uma grampeadeira.

A Figura 19 demonstra parte do processo, colocação do tecido no assento e espaldar.



**Figura 19 – Setor de estofaria (tecido)**

Já a Figura 20 ilustra a junção da peça (tecido e espuma) na cadeira. Esta etapa é feita por lotes, devido as variações de cor de tecido, de um lote de compras e outro.



**Figura 20 – Setor de estofaria (junção)**

### 5.2.7 Expedição

A última etapa é o setor da expedição, onde há um controle de qualidade, com a inspeção do produto. Verifica-se o nivelamento e acabamento da pintura.

Caso haja grandes falhas, o produto é reprovado e segue para o setor responsável para correção. Caso aprovado, o produto é embalado com papel bolha, para sua proteção contra riscos e amassamentos, e inserido dentro de uma caixa de papelão com identificação da empresa.

Posteriormente o produto é levado pela empresa terceirizada que faz o transporte até o cliente.

### 5.3 FAMÍLIA DE PRODUTO ESTUDADA

A empresa estudada possui um portfólio com diversos tipos de cadeiras, banquetas e produtos denominados peças grandes, que são mesas, aparadores e puffs. Para a realização deste trabalho, os gestores da empresa solicitaram que o estudo deveria ser aplicado em três tipos de cadeiras, das quais duas são as mais vendidas e a terceira por possui o mesmo processo de fabricação. A Figura 21 ilustra a porcentagem de faturamento da família de produtos estudada em relação ao total:

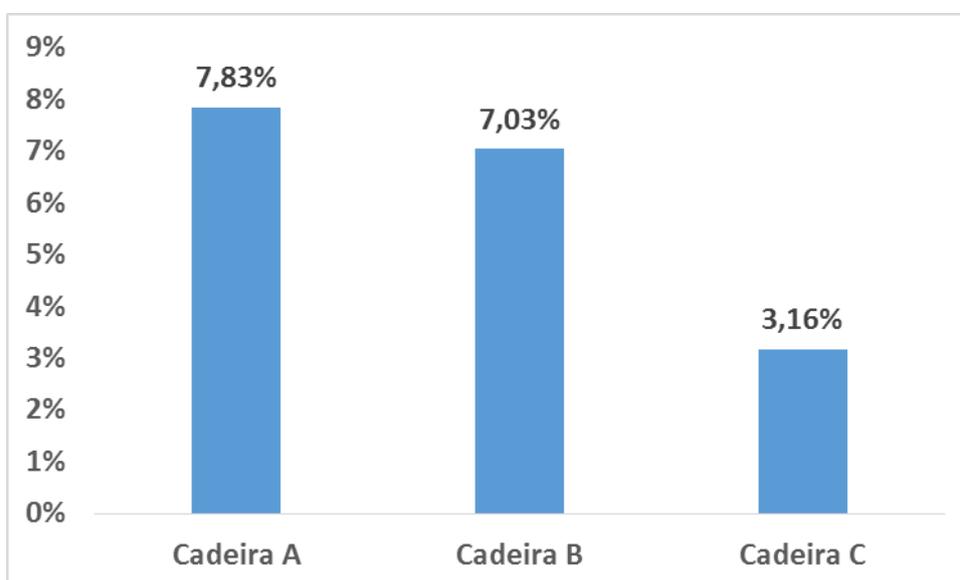
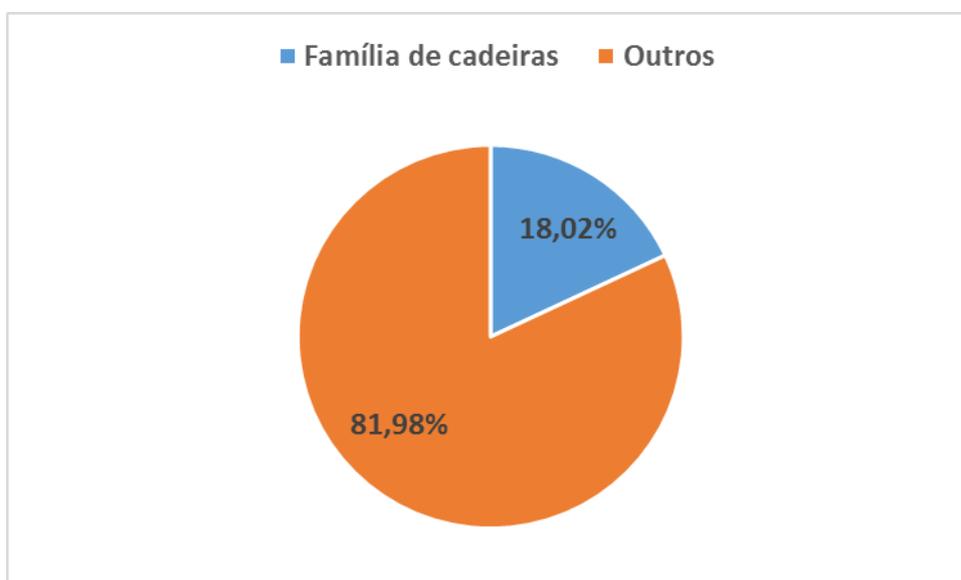


Figura 21 – Faturamento da família de produtos

A Figura 22 demonstra a comparação entre a família de produtos estudada em relação ao restante de produtos fabricados na indústria. Vale ressaltar, que a empresa possui mais de 220 produtos fabricados com pequenas participações em

faturamento cada um, logo a família estudada representa relevância no consenso contábil da fábrica.



**Figura 92 – Faturamento da família de cadeiras x outros produtos**

Portanto na Figura 23 é possível visualizar a família de produtos estudada para realização deste trabalho. Nota-se a linearidade do padrão da estrutura da cadeira, apenas variando alguns conceitos.



**Figura 23 – Família de produtos estudada**

## 5.4 APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Com os procedimentos iniciais definidos, a sequência do estudo da Teoria das Restrições, deu-se através dos cinco passos descritos no referencial teórico, de tal forma a encontrar possíveis causas para os altos índices de atrasos de entrega.

### 5.4.1 Identificar restrições no sistema

Para identificar as restrições no processo produtivo da empresa estudada, foi necessário levantamento de dados quantitativos e qualitativos. No presente estudo, inicialmente foi adotado o mapeamento macro do processo, e assim, através de análise documental, verificou-se os tempos padrão de cada etapa do processo.

Posteriormente foi levantado a carga horária diária de trabalho, 8 horas e 48 minutos, correspondente a 31680 segundos, e assim foi possível calcular, conforme a Equação (8), a capacidade produtiva.

A Figura 24 demonstra o cálculo realizado acima em uma planilha no Microsoft Office Excel:

	A	B	C
1	<b>Cálculo da Capacidade Produtiva</b>		
2	<b>Cadeira A</b>		
3	Etapa do Processo	Tempo Padrão (s)	Capacidade Produtiva
4			
5	Montagem	614,20	
6	Jornada de Trabalho	31680	=B6/B5

Figura 24 – Cálculo da Capacidade Produtiva

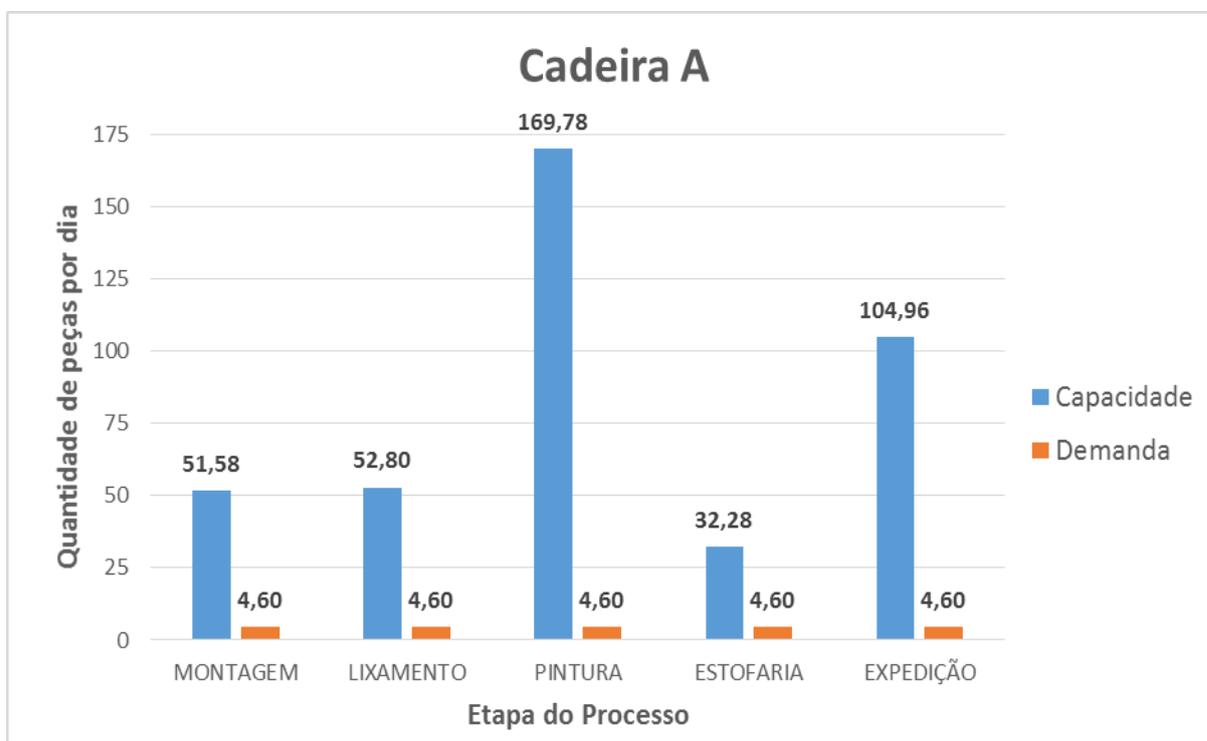
Este cálculo foi aplicado para as demais etapas do processo e os resultados são encontrados no Apêndice B.

Posteriormente foi levantado os valores de demanda da Cadeira A, Cadeira B e Cadeira C, fornecido pela empresa, através dos dados de produção do ano de 2014. Conforme solicitação da empresa, os dados foram preservados e assim apenas foi demonstrado a média de demanda, ou seja, foi somado todos os meses dividido pelo período. A Figura 25 representa os valores da demanda das respectivas Cadeiras.

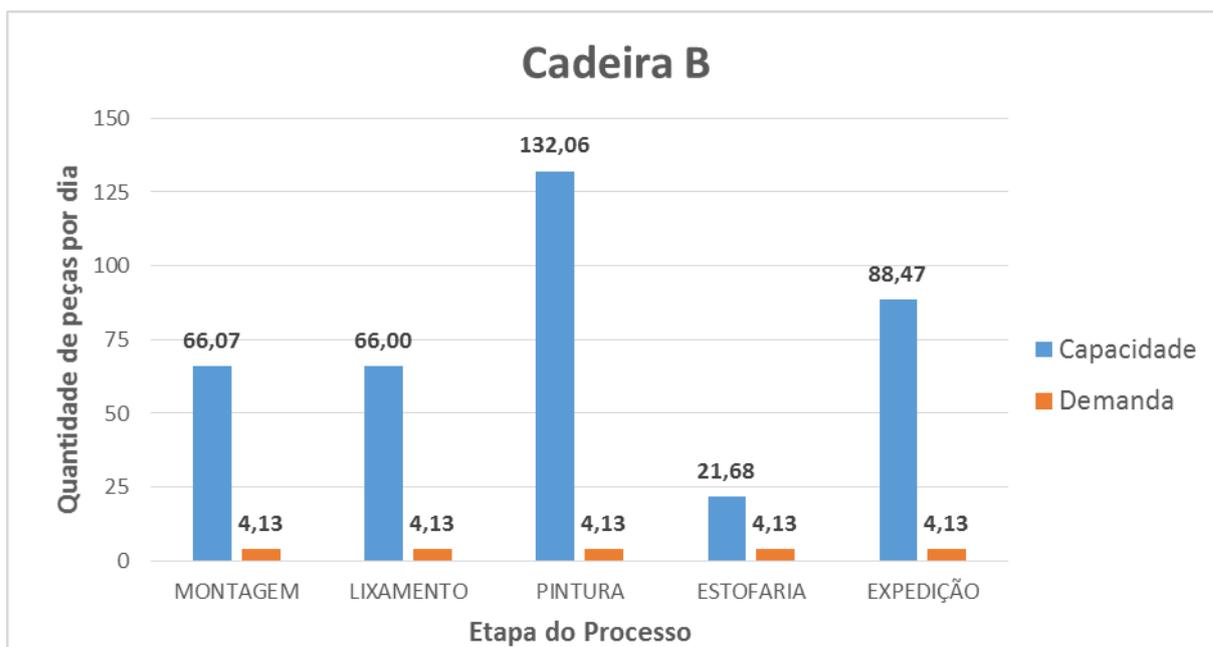
Produto	Demanda Diária
Cadeira A	4,60
Cadeira B	4,13
Cadeira C	2,12

**Figura 25 – Demanda diária da família de produtos**

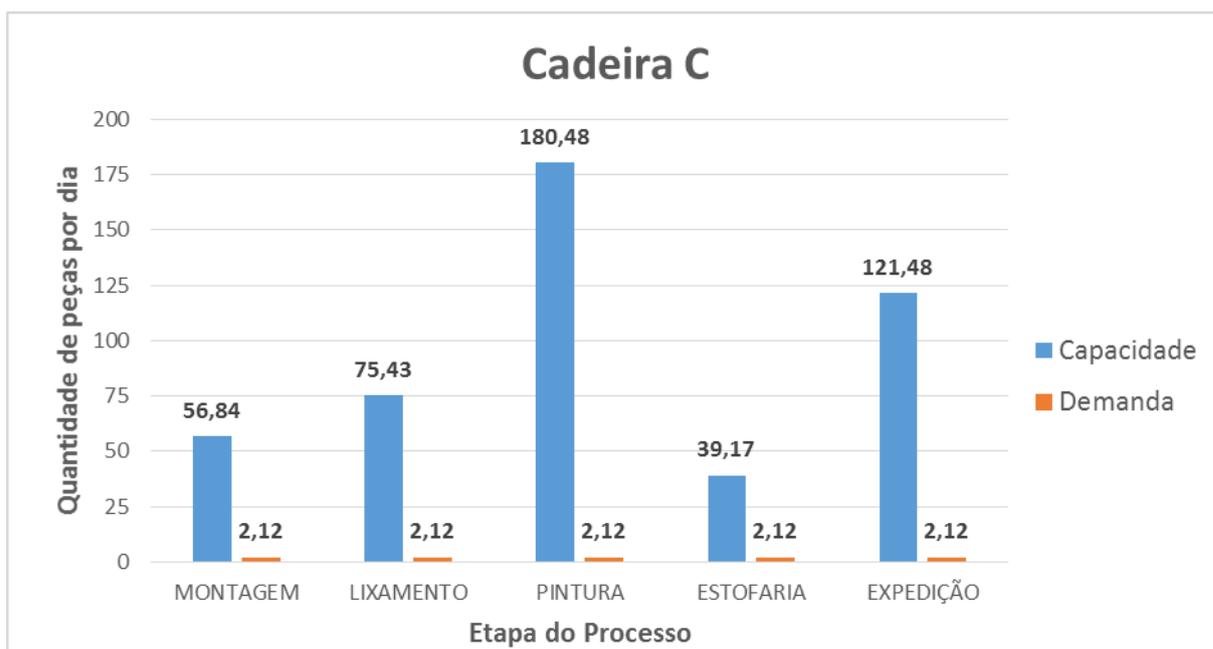
Assim, foi feito um demonstrativo entre a capacidade produtiva (de todas as etapas) de cada cadeira e sua respectiva demanda. As Figuras 26, 27 e 28 ilustram estas comparações:



**Figura 26– Capacidade produtiva x demanda da Cadeira A**



**Figura 27 – Capacidade produtiva x demanda da Cadeira B**



**Figura 28 – Capacidade produtiva x demanda da Cadeira C**

Após o levantamento dos dados e análise dos mesmos, pode-se observar que a capacidade produtiva supri a demanda da família de produtos estudada.

Logo, concluiu-se que o processo produtivo da empresa não possui uma restrição física, ou seja, a demanda maior que a capacidade.

Portanto, foi necessário analisar outros fatores do processo produtivo a fim de encontrar os gargalos. Assim, através de observações, verificou-se um grande

acúmulo de produtos em processo. Para comprovação do observado com o real, foi analisado o controle de lote na produção.

O controle de lote na produção, disponível no Apêndice C, permite visualizar o tráfego dos produtos, em lotes, dentro do processo produtivo. Três observações são feitas neste controle, através das cores: verde, amarelo e vermelho. O verde significa que o lote está de acordo com o cronograma traçado, sem atrasos. O amarelo indica estado de alerta, ou seja, o lote está prestes a atrasar na determinada etapa. O vermelho expressa estado crítico, ou seja, o lote está atrasado. Neste último caso, salienta-se que acarreta atrasos nas etapas posteriores, conseqüente na entrega para o cliente.

Foi mensurado os dados encontrados no controle de lote na produção a fim de verificar qual processo encontra em estado crítico, vermelho. A Figura 29 demonstra o parecer:

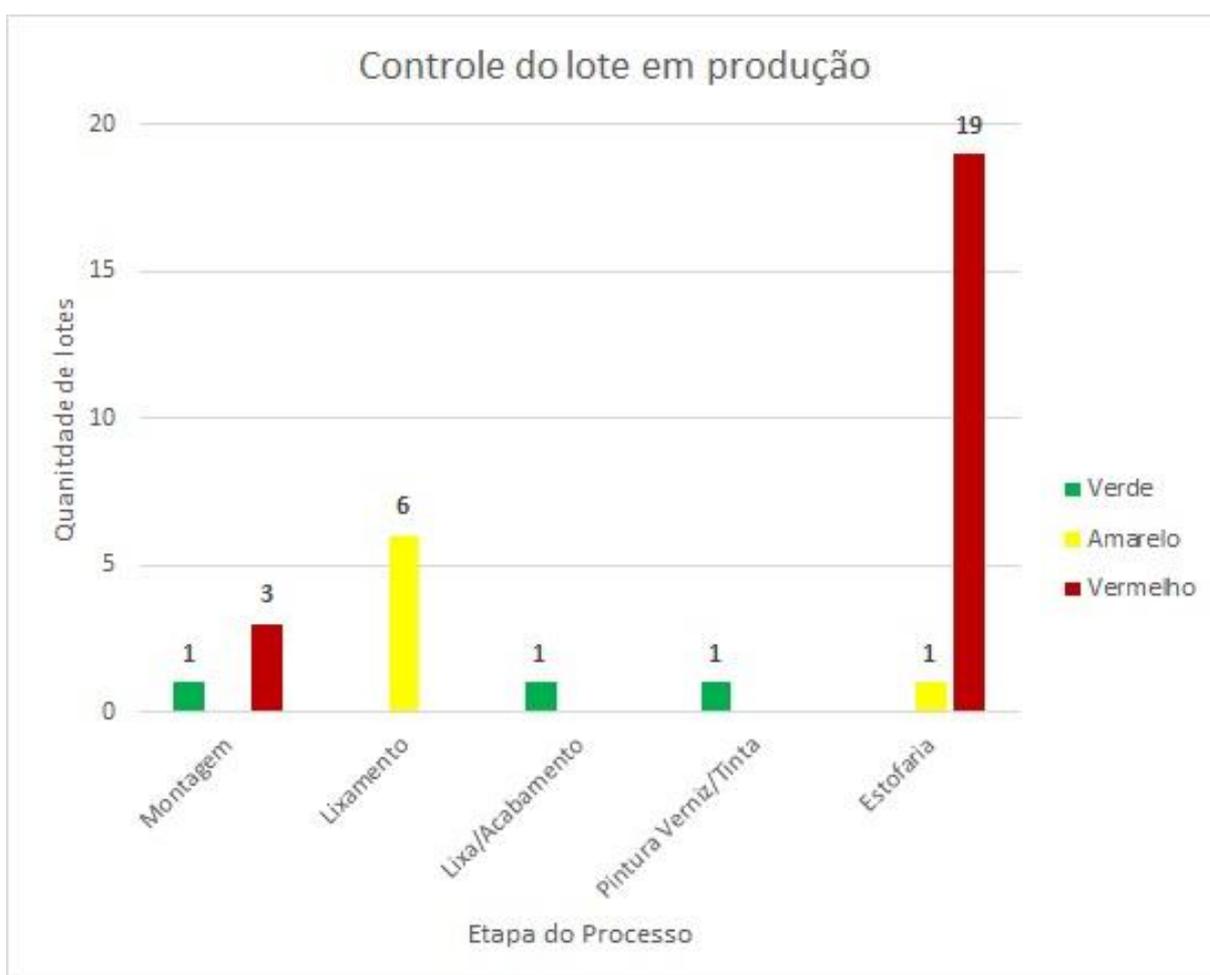


Figura 29 - Estados de cada etapa do processo produtivo

Este controle do lote em produção foi atualizado na última quinzena de outubro de 2015. Sendo assim, na Figura 29, e com base no Apêndice C, os lotes em verde e amarelo possuem início de produção no mês de outubro.

Já os índices críticos, em vermelho, possuem lotes com diversos inícios, desde agosto (sendo embarque final para setembro), como setembro (embarque final para outubro), além de outubro.

Dessa forma, o processo em que apresenta grande acúmulo de lotes em processo é o setor de estofaria, ou seja, a restrição do processo.

#### 5.4.2 Explorar a Restrição

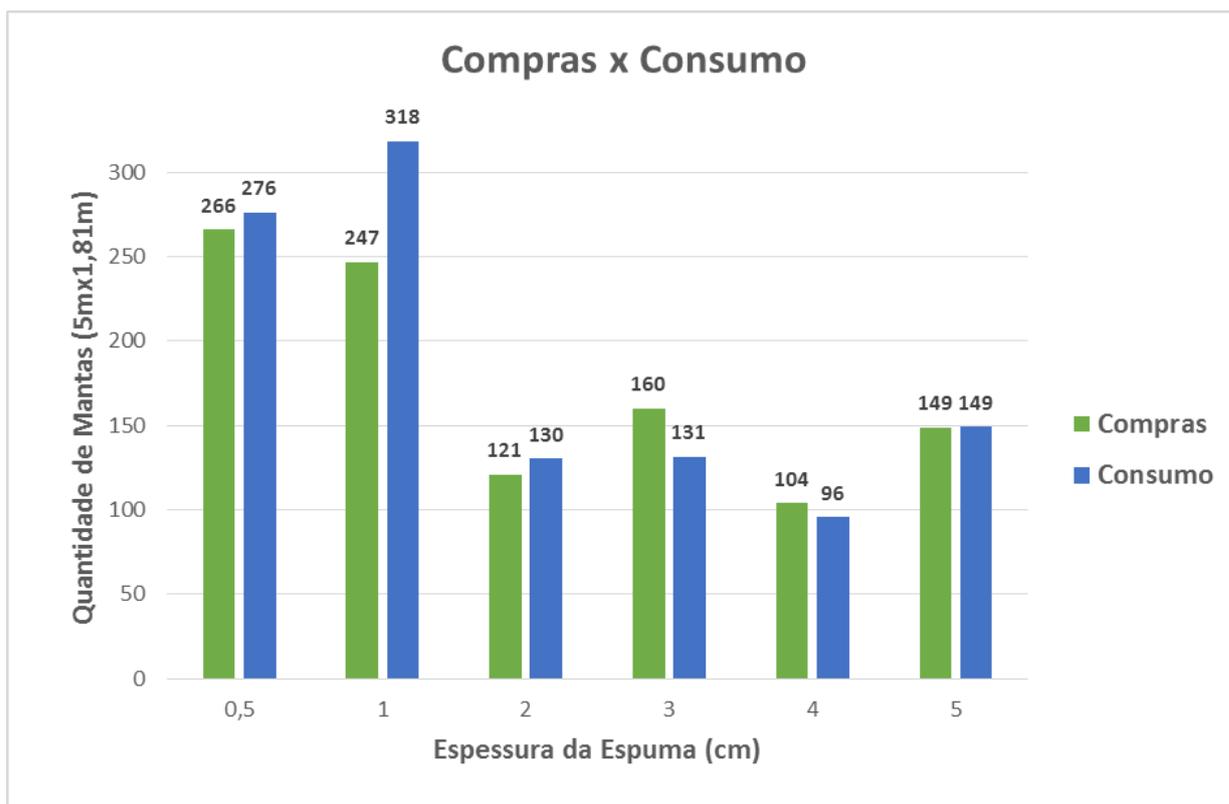
Após a identificação da restrição do processo produtivo, a próxima etapa foi a exploração da restrição. Dessa forma, foi feito um estudo específico no setor de estofaria, para encontrar quais as causas para o alto índice de produtos em espera no setor.

Como foi dito anteriormente, o processo produtivo não possui restrições físicas, logo foi realizado uma análise para encontrar restrições políticas e de mercado.

As matérias-primas utilizadas na estofaria são: tecido e espuma. Ao entrevistar informalmente funcionários do setor, foi possível obter informações importantes, como reclamações de ausência de espuma para realizar o processo no setor.

Logo, foi realizado um levantamento de dados de compras de espuma do ano de 2014 e o consumo do material no mesmo ano. Este levantamento foi feito através de análise documental. Os dados armazenados da empresa, em relação a espuma, são em quantidade de mantas (5m x 1,8m).

Todos estes dados citados acima são encontrados no Apêndice D. Com base nestes dados foi possível realizar um demonstrativo entre as duas variáveis, conforme Figura 30:



**Figura 30 – Comparativo entre compra e consumo de espuma**

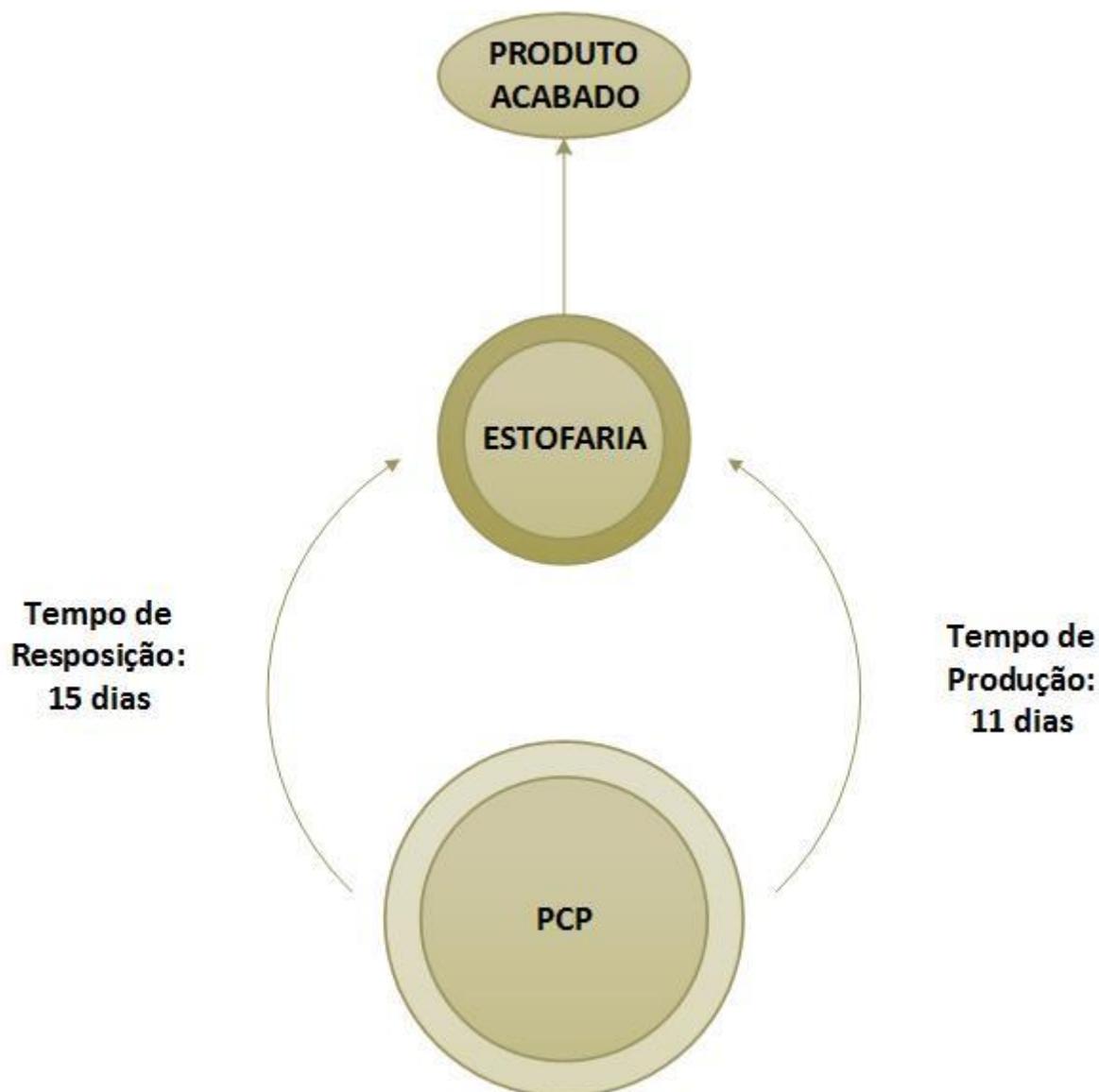
Com este comparativo, foi possível visualizar a disparidade entre a quantidade consumida e adquirida. Espumas com espessuras de 0,5cm, 1cm e 2cm tiveram índices de consumo maiores do que compradas, demonstrando assim a insuficiência de material e conseqüentemente atrasos no setor.

#### 5.4.3 Subordinar todo o Sistema a Restrição

Nesta fase da aplicação do estudo da Teoria das Restrições no processo produtivo da empresa estudada, foi necessário subordinar as demais etapas do processo não-gargalos à restrição.

Para isso foi feito uma análise do tempo de percurso entre a chegada do produto ao setor de estofaria e chegada de espuma no mesmo setor. Esta análise foi realizada através de informações fornecidas pelo responsável do setor de compras e do PCP.

A Figura 30 ilustra os tempos de cada segmento ao setor de estofaria.



**Figura 31 – Tempos de percurso entre PCP e estofaria**

Observa-se que os tempos de percurso do produto são 11 dias e o tempo de reposição de espuma, desde a compra até sua chegada, são 15 dias. Esses dados mostram que existe um mau planejamento entre estes fatores, visto que 4 dias são perdidos, caso no setor de estofaria não possua espuma. Foi dito anteriormente que a compra de material, espuma, também não é de forma adequada (quantitativamente), demonstrando tempo perdido neste setor.

Para minimização destes problemas foram propostas soluções descritas na próxima etapa.

#### 5.4.4 Elevar a Restrição

Esta etapa tem o objetivo de maximizar a capacidade da restrição a um grau mais elevado, de forma a suprir as dificuldades encontradas. A restrição, setor de estofaria, possui, conforme descrito nos passos anteriores, dificuldades de planejamento de compra de material.

Para tal, foi diagnosticado que o ponto de pedido de espuma é feito conforme o lote de produção, ou seja, a partir do lote de produção, verifica-se o estoque e é adquirida a diferença. Porém, conforme a Figura 30, isto acarreta em atrasos no setor.

Outro fator é a ausência de estoques de segurança, cuja empresa fica impossibilitada de cobrir possíveis atrasos no suprimento de material e assim, não garantindo o funcionamento sem pausas do processo produtivo.

Portanto foi feito um estudo entre ponto de pedido de material e estoque de segurança a fim de minimizar os percalços no setor.

O cálculo do estoque mínimo foi realizado, conforme Equação (1), através do consumo da família de produtos compreendido entre um período considerável, não informado a pedido da empresa. Sendo assim, foi somado o consumo de espuma de cada espessura, utilizadas na família (0,5cm, 1cm, 2cm e 4cm).

O tempo de reposição (TR) é o prazo que demora entre o pedido da espuma no fornecedor até sua chegada à indústria (DIAS, 2008). Esta informação foi fornecida pelo responsável do setor de compras, através de análise documental, no valor de 8 (oito) dias úteis. Outro dado observado foi o período de operação da fábrica, 22 dias.

A Figura 32 demonstra o cálculo realizado acima em uma planilha no Microsoft Office Excel:

Cálculo do Estoque Mínimo							
	A	B	C	D	E	F	G
	Espuma (cm)	consumo médio	TR (úteis)	Período	Desvio Padrão	k (95% de GA)	Estoque mínimo
	0,5	9,27	8,00	22,00	3,07	1,65	=(F4 * E4) * R

Figura 32 – Cálculo do Estoque Mínimo

Posteriormente foi realizado o cálculo dos pontos de pedido, conforme a Equação (2), de cada espessura de espuma. A Figura 33 demonstra o cálculo realizado, em uma planilha Microsoft Office Excel:

Cálculo do Ponto de Pedido				
Espuma 0,5 cm				
Consumo médio	TR (úteis)	Periodo	EM	PP
9,27	8,00	22,00	3,05	$=A4*(B4/C4)+D4$

Figura 33 – Cálculo do Ponto de Pedido

O cálculo do ponto de pedido das demais espessuras é encontrado no Apêndice F.

Após o cálculo do estoque mínimo e ponto de pedido foi possível a construção das curvas dente de serra. Estes gráficos, conforme descrito no referencial teórico, auxiliam os gestores ao planejamento de compra de material. As Figuras 34, 35, 36 e 37 ilustram as curvas dente de serra das espumas com espessuras utilizadas, na família de produtos estudada.

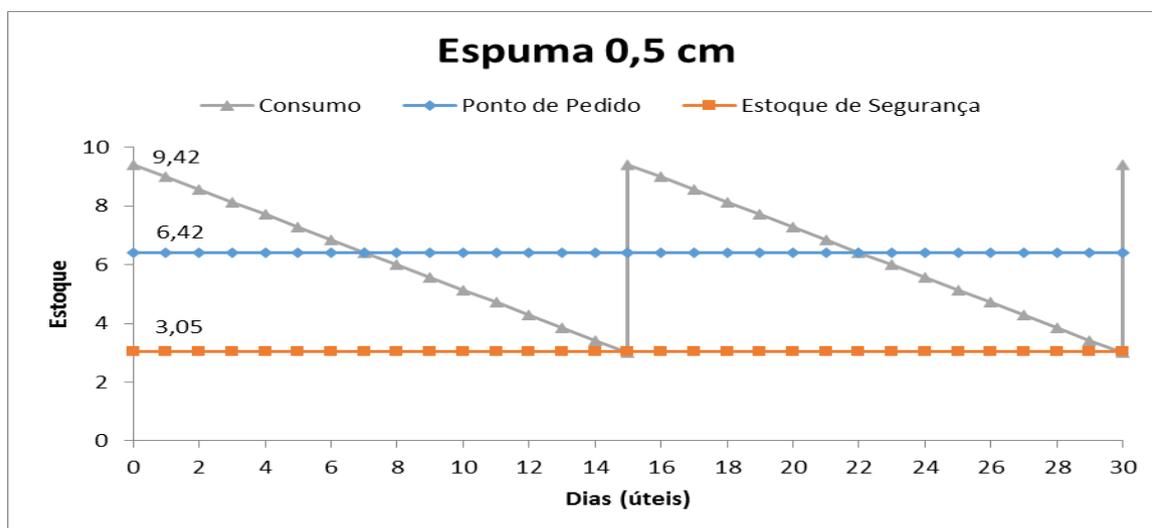


Figura 34 – Curva Dente de Serra da Espuma de 0,5 cm

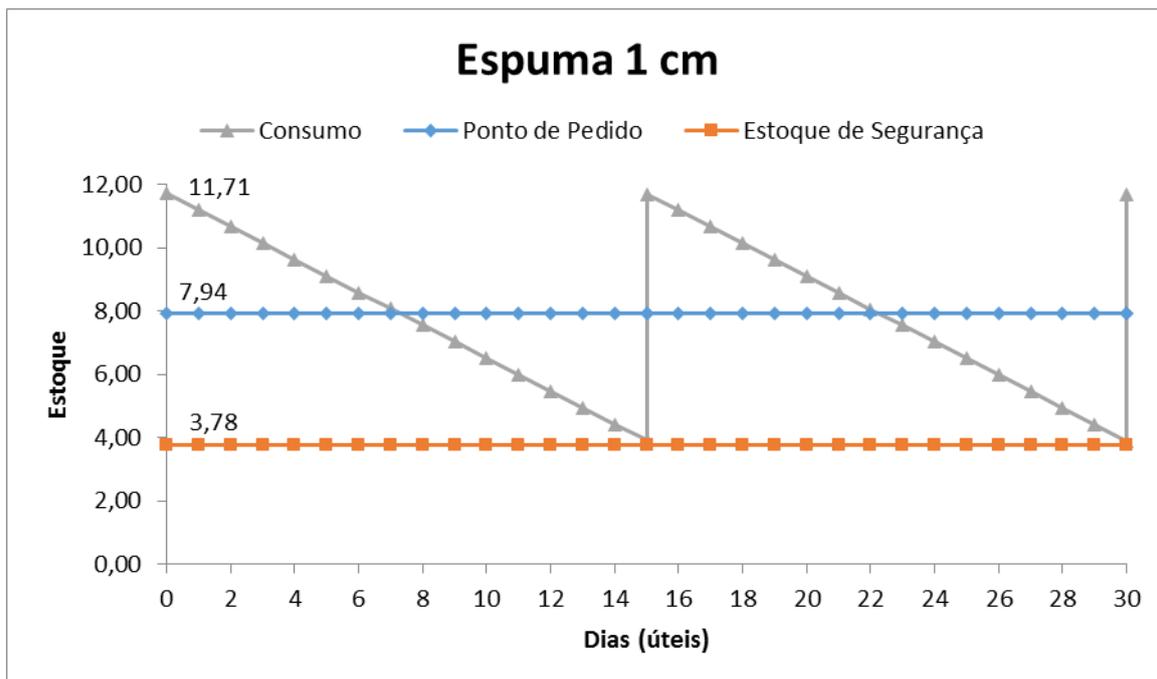


Figura 35 – Curva Dente de Serra da Espuma de 1 cm

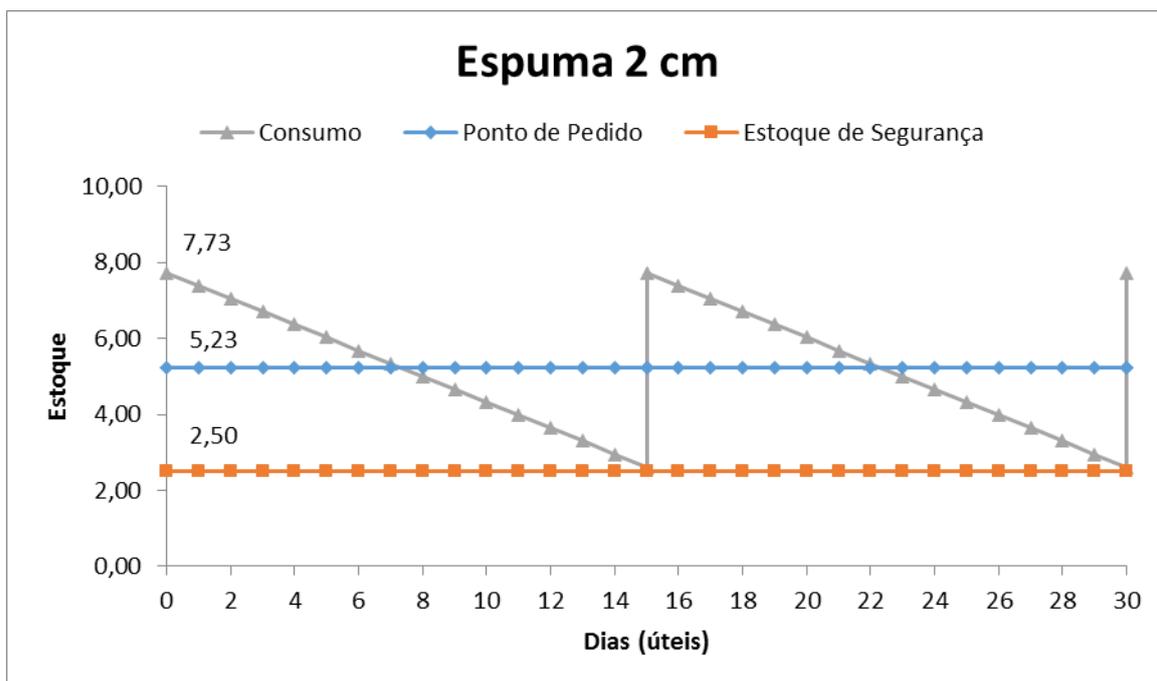
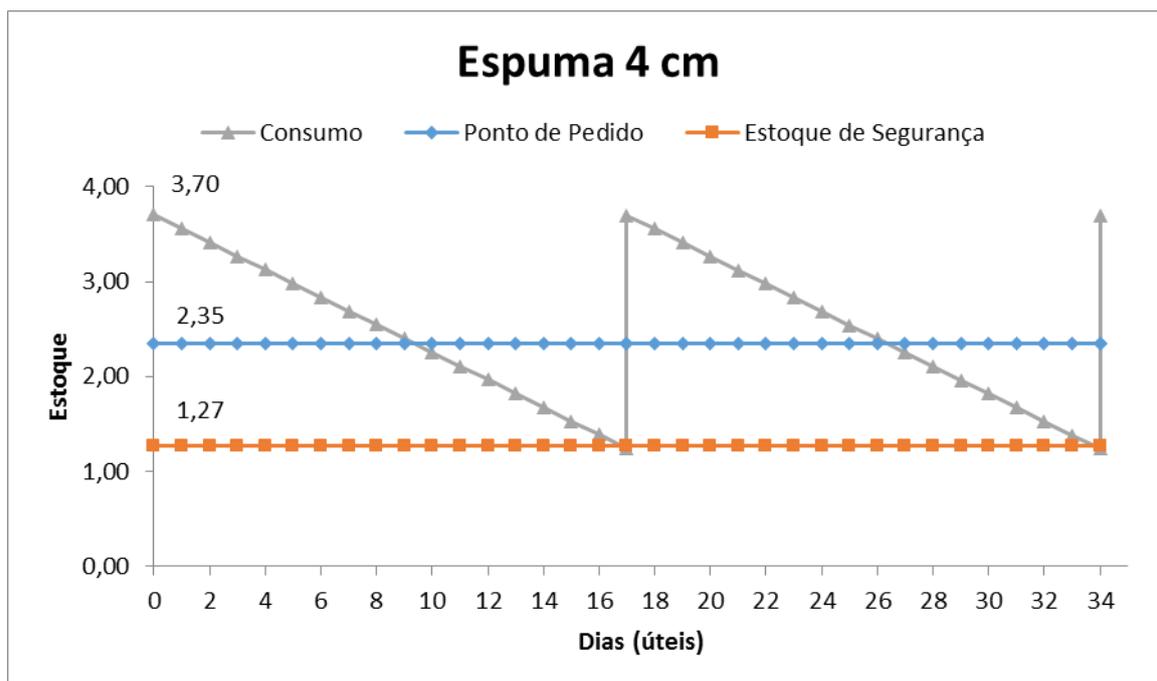


Figura 36 – Curva Dente de Serra da Espuma de 2 cm



**Figura 37 – Curva Dente de Serra da Espuma de 4 cm**

Observa-se nas curvas dente de serra os pontos de intersecção entre o consumo e ponto de pedido, momento onde é feito o pedido da respectiva espuma, e a intersecção do consumo com o estoque mínimo, que é o ponto que a empresa recebe o ressuprimento de material.

Sendo assim, foi encaminhado para a empresa estudada este levantamento de curvas dente de serra para assim ser implantando no sistema.

A fim de implantar o que foi proposto, a empresa adquiriu as quantidades necessárias de mantas de cada espessura, ou seja, o estoque máximo para assim dar início ao planejado.

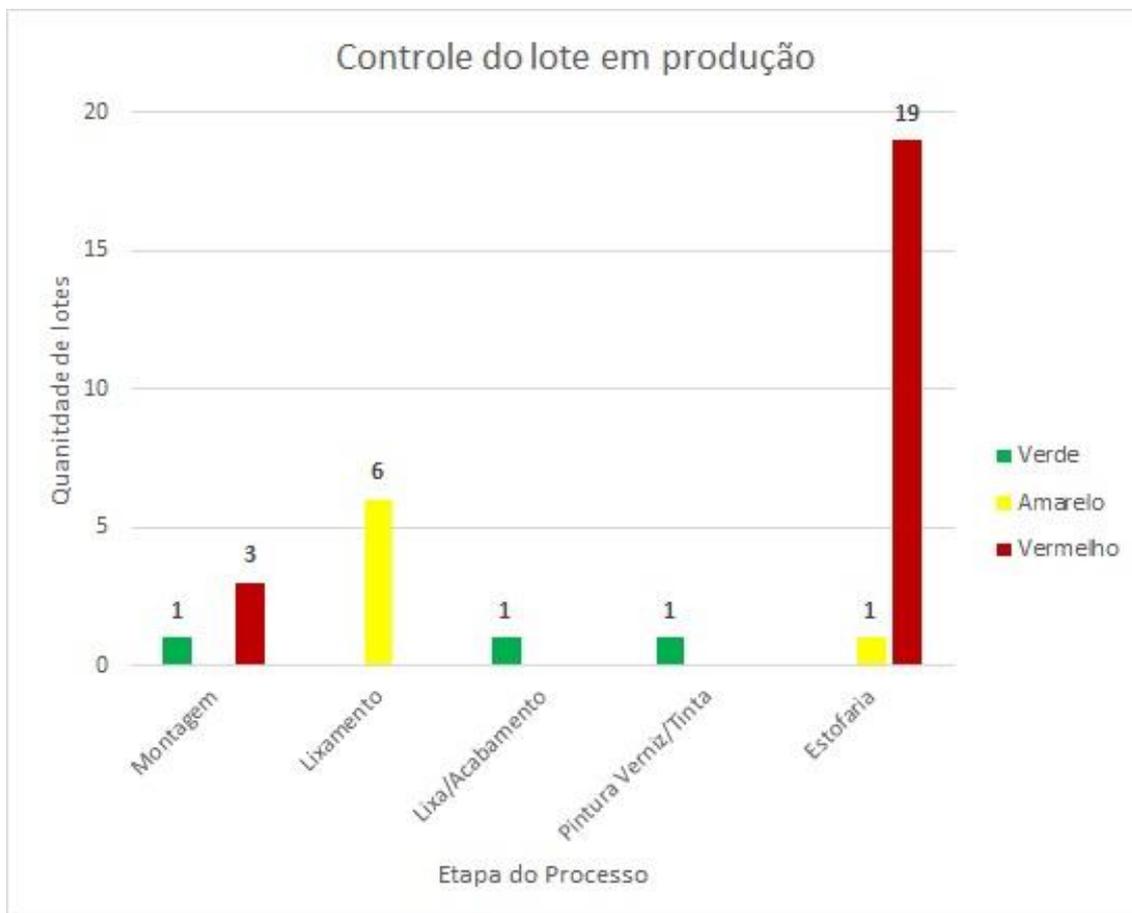
As curvas estão sendo utilizadas a fim de minimizar a restrição. Até o presente momento do trabalho, o que se verificou foi a coerência entre o planejado nos gráficos e a realidade. A empresa fez um pedido de espuma no momento em que a curva evidenciava o mesmo.

#### 5.4.5 Retornar à Primeira Etapa

Esta etapa do processo é fundamental para a empresa a fim de aumentar o poder de reação a possíveis ameaças causadas por novo ambientes. Para isso, foi

examinado o processo após a implantação das curvas dente de serra e o prognóstico prévio obtido.

Sendo assim foi analisado novamente o processo da Figura 29:



**Figura 39 - Estados de cada etapa do processo produtivo**

Como o setor de lixamento possui muitos lotes em estado de alerta e isso pode acarretar, caso haja quaisquer problemas inesperados, novos atrasos em etapas posteriores. Portanto especula-se que a próxima restrição a ser encontrada no processo produtivo é o setor de lixamento.

## 6 CONCLUSÃO

No século XXI, devido ao grande avanço da tecnologia, o fluxo de informações é praticamente instantâneo, seja entre pessoas, empresas ou máquinas. Devido a este e outros fatores, o mercado está altamente competitivo, sendo a competitividade entre as empresas muito acirrada. Para se destacar dos adversários, preço e qualidade são elementos obrigatórios, exigidos pelos clientes, sendo o prazo de entrega um diferencial neste cenário fortemente competitivo.

Diante disso, as empresas, seja ela pequeno, médio ou grande porte, devem possuir uma estruturação sólida do planejamento e controle da produção. O PCP é essencial em todas as organizações e através de suas ferramentas, como a teoria das restrições, e dos cinco passos fundamentados na ferramenta, é possível atingir níveis de prazos de entrega adequados.

Por meio deste estudo, foi possível verificar os ganhos obtidos através da aplicação da teoria das restrições, visto o fato de que ao implantar as sugestões propostas, a empresa estará apta a atingir os níveis sugeridos pelos mesmos.

Dentre os objetivos propostos, identificar os gargalos no processo produtivo, foi conquistado na primeira etapa da aplicação da ferramenta. Para encontrar o gargalo foi necessário calcular e analisar as capacidades produtivas de cada etapa do processo produtivo junto à demanda, e assim verificou-se que a restrição não é física. Consequentemente, foi necessário um outro diagnóstico, verificando o controle de lote em produção. Ao verificar o controle, percebeu-se altos índices de lotes em estado crítico no setor de estofaria, concluindo-se que a restrição ali se encontrava.

Outro fator que comprovou que a restrição estava neste setor, foi o comparativo entre o consumo de espuma (matéria-prima utilizada no setor) e aquisição do material. O consumo é maior do que a compra, estabelecendo-se restrição política.

A otimização do gargalo foi concebida, segundo objetivo específico, com o cálculo de estoque mínimo e ponto de pedido, construindo curvas dente de serra, para auxiliar o responsável do departamento de compras, a adquirir material na quantidade e período correto. O estoque de segurança calculado faz com que a empresa possua garantias caso haja eventuais problemas com fornecedores

O último objetivo específico, redução do índice de atrasos de entrega, foi atingido, pois até o presente momento a empresa implantou o sistema das curvas dente de serra e verificou-se redução de estoques intermediários no setor de estofaria, conseqüentemente reduzindo o índice de atrasos.

Por consequência o objetivo geral, reduzir o índice de atrasos de entrega com a aplicação da Teoria das Restrições no processo produtivo de uma indústria moveleira, foi conquistado após a diminuição de lotes em processo no estado de alerta (vermelho) e como resultado não atrasos nas etapas dos processos seguintes.

Portanto, o presente trabalho deixa para a empresa, uma pesquisa e levantamento de soluções para os problemas encontrados. Como sugestão a futuros trabalhos, é a exploração da futura restrição então encontrada, o setor de lixamento, sendo necessário um aprofundamento de pesquisa no setor para então encontrar causas que geram lotes em processo no estado de alerta.

## REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. T. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos em Empresas Modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

CHECOLI, P.F. **Aplicação da Teoria das Restrições em Linha Produtiva: Um Estudo de Caso**. 2000. 105 f. Dissertação (Mestrado em Administração) – Curso de Pós-Graduação em Administração, UFSC, 2000.

COGAN, S. **Contabilidade Gerencial: uma abordagem da teoria das restrições**. São Paulo: Saraiva, 2007.

CORBETT, Thomas. **Contabilidade de Ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das Restrições**. São Paulo: Nobel, 1997.

COX III, J. F.; SPENCER, M. S. **Manual da Teoria das Restrições**. Tradução: Fernanda Kohmann Dietrich. Porto Alegre: Bookman, 2002.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2012.

CSILLAG, J. M.; CORBETT, N. T. Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura em empresas no Brasil. **EAESP/FGV/NPP – Núcleo de Pesquisas e Publicações**, relatório de pesquisa n.17, 1998.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B. **Fundamentos da Administração da produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.

DIAS, Marco Aurélio P. **Administração de materiais: princípios, conceitos e gestão**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

FERNANDES, Flavio Cesar Faria; GODINHO FILHO, Moacir. **Planejamento e controle da produção: dos fundamentos ao essencial**. São Paulo: Atlas, 2010.

GAITHER, N; FRAZIER, G. **Administração de produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

GUERREIRO, Reinaldo. **A meta da empresa: seu alcance sem mistérios**. São Paulo: Atlas, 1996.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLDRATT, E. M. **Corrente Crítica**. São Paulo: Nobel, 1998.

GOLDRATT, E. M., FOX, R. E. **A Corrida**. São Paulo: Educator, 1989.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A meta**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1997.

GRESSLER, Lori Alice. **Introdução à pesquisa: Projetos e Relatórios**. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

IEMI. Disponível em: < <http://www.iemi.com.br/press-release-producao-moveleira-deve-crescer-35-em-2014-aponta-iemi/>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

JOHNSON, Spencer. **Quem mexeu no meu queijo?** 20ª ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.

KATO, A. K; TAKAKI, E. Y; SOUZA, G. C. **Modelagem da capacidade produtiva através da aplicação da engenharia de métodos em uma empresa de beneficiamento de mármore e granitos**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - ENEGEP, 23. 2003, Ouro Preto, MG, Brasil. **Anais...** 2003. Disponível em: < [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003\\_TR0114\\_0937.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0114_0937.pdf) >. Acesso em: 22 abr. 2015.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Bahia: Litterarum, 2010.

LUSTOSA, Leonardo et al. **Planejamento e Controle da Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MABIN, V. J.; BALDERSTONE, s. J. the performance of the theory of constraints methodology: analysis and discussion of successful TOC applications. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 23, n. 6, p. 568-595, 2003.

MARCONI, Marina A. LAKATOS, Eva M. **Técnicas de Pesquisa**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2013.

MARTINS, Petrônio G.; Laugeni, Fernando P. **Administração da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MOELMANN, A. H. **Aplicação da teoria das restrições no gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.

MOREIRA, Daniel A. **Administração da Produção e Operações**. 2ed. São Paulo: Pioneira Cengage Learning, 2011.

MOVELAR. Disponível em <<http://www.moveelar.com.br/empresa.asp>>. Acesso em 21 abr. 2015.

OLIVEIRA, A. A.; TAVARES, W.R. **Introdução à Engenharia de Produção**. Florianópolis: Visual Books, 2006.

PEREZ, J. L. TOC for world class global supply chain management. **Computers Industrial Engineering**, v. 33, n.1-2, p.289-293, 1997.

RAHMAN, S. Theory of Constraints: a review of the philosophy and its applications. **International Journal of Operations & Production Management**, v.18, n.4, p.336-355, 1998.

RAHMAN, S. The Theory of constraints 'thinking process approach to developing strategies in supply chain. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v.32, n.9/10, p. 809-827, 2002.

RUSSOMANO, V. H. **Planejamento e acompanhamento da produção**. 6.ed. São Paulo: Pioneira, 1986.

SÁ, Antônio Lopes. **Pensamentos, Tempos e Decisões**. Belo Horizonte: Una, 2001.

SENGE, P. M. **A Quinta Disciplina**. 7 ed. São Paulo: Best Seller, 2000.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007

SILVA, Edna Lúcia da.; MENEZES, Eстера Muszkat . **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 2005. Disponível em <[https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia\\_de\\_pesquisa\\_e\\_elaboracao\\_de\\_teses\\_e\\_dissertacoes\\_4ed.pdf](https://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia_de_pesquisa_e_elaboracao_de_teses_e_dissertacoes_4ed.pdf)> Acesso em: 12 mai. 2015.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção**. Tradução: Maria Teresa Corrêa de Oliveira, Fabio Alher. Revisão Técnica: Henrique Luiz Corrêa. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SOUZA, F. B. Do OPT à teoria das restrições: avanços e mitos. **Revista Produção**, v.15, n.2, p.184-197, 2005.

TUBINO, Dalvio F. **Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2009.

WATSON, K. J. et al. The evolution of a management philosophy: the theory of constraints. **Journal of Operations Management**, n.25, p.387-402, 2007.

**APÊNDICE A – ROTEIRO DA ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA  
APLICADA AO GESTOR DA PRODUÇÃO**

1. Qual produto mais vende na empresa?
2. Qual o tamanho (quantidade ou dinheiro) do lote de produção?
3. Quantos fornecedores a empresa possui?
4. Qual o tamanho do lote de compras?
5. Quanto tempo demora, desde o pedido até a entrega, de espuma?

**APÊNDICE B - TABELA COM A CAPACIDADE PRODUTIVA DE CADA  
ETAPA DO PROCESSO PRODUTIVO**

### **Cadeira A**

---

<b>Etapa do Processo</b>	<b>Tempo Padrão (s)</b>	<b>Capacidade Produtiva (dia)</b>
Montagem	614,20	51,58
Lixamento	600,00	52,80
Pintura	186,59	169,78
Estofaria	981,50	32,28
Expedição	301,83	104,96

---

### **Cadeira B**

---

<b>Etapa do Processo</b>	<b>Tempo Padrão (s)</b>	<b>Capacidade Produtiva (dia)</b>
Montagem	479,51	66,07
Lixamento	480,00	66,00
Pintura	239,90	132,06
Estofaria	1461,20	21,68
Expedição	358,09	88,47

---

## Cadeira C

<b>Etapa do Processo</b>	<b>Tempo Padrão (s)</b>	<b>Capacidade Produtiva (dia)</b>
Montagem	557,40	56,84
Lixamento	420,00	75,43
Pintura	175,53	180,48
Estofaria	808,81	39,17
Expedição	557,40	56,84

**APÊNDICE C – TABELA DO CONTROLE DE LOTE NA PRODUÇÃO**

**CONTROLE DE LOTE NA PRODUÇÃO (agosto)**

LOTE	Usinagem	Montagem	Lixamento	Pré-Pintura Selador	Lixa/Acabamento	Pintura Verniz/Tinta	Estofaria	Prazo limite para embarque
535	17/ago	18/ago	19/ago	20/ago	21/ago	24/ago	7499 26/08/2015	<u>12/set</u>
536	19/ago	20/08/2015	21/ago	24/ago	25/ago	26/ago	7504 28/08/2015	<u>13/set</u>
537	20/ago	21/ago	24/ago	25/ago	26/ago	27/ago	31/ago	<u>14/set</u>

**CONTROLE DE LOTE NA PRODUÇÃO (setembro)**

LOTE	Usinagem	Montagem	Lixamento	Pré-Pintura Selador	Lixa/Acabamento	Pintura Verniz/Tinta	Estofaria	Prazo limite para embarque
538	24/ago	25/08/2015	7539 26/08/2015	27/ago	28/ago	1/set	7539 02/09/2015	<u>14/set</u>
539	25/ago	26/08/2015	27/ago	28/ago	31/ago	2/set	7523 03/09/2015	<u>17/set</u>
540	27/ago	28/ago	31/ago	1/set	2/set	4/set	7549 08/09/2015	<u>25/set</u>
541	31/ago	1/set	2/set	3/set	4/set	9/set	7561 10/09/2015	<u>27/set</u>

542	1/set	2/set	03/09/2015	4/set	8/set	10/set	7572 11/09/2015	<u>28/set</u>
543	2/set	3/set	7583 04/09/2015	8/set	9/set	11/set	7586 14/09/2015	<u>1/out</u>
544	4/set	CAD NATURA C/B 08/09/2015	7595 09/09/2015	10/set	11/set	15/set	7595 7597 7599 16/09/2015	<u>1/out</u>
545	9/set	10/set	11/09/2015	14/set	15/set	17/set	7604 18/09/2015	<u>4/out</u>
546	10/set	11/set	14/09/2015	15/set	16/set	18/set	7609 21/09/2015	<u>9/out</u>
547	14/set	15/set	16/09/2015	17/set	18/set	22/set	7623 23/09/2015	<u>11/out</u>
548	16/set	17/set	18/set	21/set	22/set	24/set	7628 7641 25/09/2015	<u>14/out</u>
549	17/set	18/set	21/set	22/set	23/set	25/set	7655 28/09/2015	<u>16/out</u>

### CONTROLE DE LOTE NA PRODUÇÃO (outubro)

LOTE		Usinagem	Montagem	Lixamento	Pré-Pintura Selador	Lixa/Acabamento	Pintura Verniz/Tinta	Estofaria	Prazo limite para embarque
551	24/set		POLT MELINA 25/09/2015	7679 7981 28/09/2015	29/set	30/set	2/set	7676 7677 7679 7680 7681 7682 7683 05/09/2015	<u>22/out</u>
552	29/set		CAD VOID POLT MELINA 30/09/2015	7684 7689 01/10/2015	2/out	5/out	7/out	7684 7686 7688 7689 7693 08/10/2015	<u>24/out</u>
553	30/set	1/out		7704 02/10/2015	5/out	6/out	8/out	7698 7702 7704 7705 7708 09/10/2015	<u>28/out</u>

554	6/out	7/out	7711 7715 7724 7728 08/10/2015	9/out	13/out	15/out	16/out	<u>30/out</u>
555	8/out	9/out	7721 7730 7732 7735 13/10/2015	14/out	15/out	19/out	20/out	<u>2/nov</u>
556	13/out	14/10/2015	7738 7740 7743 7744 7748 15/10/2015	16/out	19/out	21/out	22/out	<u>9/nov</u>
557	16/out	19/out	20/out	21/out	22/out	26/out	27/out	<u>13/nov</u>

---

**APÊNDICE D – TABELA DE DADOS DE COMPRAS E CONSUMO DE  
ESPUMA NO ANO DE 2014**

### Consumo de Espuma 2014

Mês	0,5 (cm)	1 (cm)	2 (cm)	3 (cm)	4 (cm)	5 (cm)
Janeiro	25,10	25,53	10,97	7,73	5,39	17,50
Fevereiro	31,98	35,96	14,46	16,18	13,26	18,80
Março	23,36	26,53	7,53	16,57	4,64	9,11
Abril	25,26	24,17	12,29	9,30	10,06	6,74
Mai	15,81	21,24	8,08	7,61	5,27	13,64
Junho	23,38	21,57	9,39	9,46	11,98	8,61
Julho	30,82	40,10	13,55	14,96	8,95	13,48
Agosto	25,80	32,55	15,83	8,70	7,21	15,51
Setembro	23,94	27,77	12,49	13,24	6,06	14,64
Outubro	26,70	31,58	13,49	14,30	10,48	12,44
Novembro	17,01	19,00	7,09	10,63	8,28	10,24
Dezembro	7,25	12,28	5,16	2,53	3,98	8,32
<b>Total</b>	<b>276</b>	<b>318</b>	<b>130</b>	<b>131</b>	<b>96</b>	<b>149</b>

### Compra de Espuma 2014

2014	0,5 (cm)	1 (cm)	2 (cm)	3 (cm)	4 (cm)	5 (cm)
<b>Total</b>	266	247	121	160	104	149

**APÊNDICE E – TABELA COM OS ESTOQUES MÍNIMOS DE CADA  
ESPESSURA DE ESPUMA UTILIZADA NA FAMÍLIA DE PRODUTOS  
ESTUDADA**

### Cálculo do Estoque Mínimo

<b>Espessura</b>	<b>Consumo médio</b>	<b>TR (dias úteis)</b>	<b>Período (dias úteis)</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>K (95% de GA)</b>	<b>Estoque mínimo</b>
0,5 cm	9,27	8,00	22,00	3,07	1,65	<b>3,05</b>
1 cm	11,44	8,00	22,00	3,81	1,65	<b>3,78</b>
2 cm	7,51	8,00	22,00	2,52	1,65	<b>2,50</b>
4 cm	3,19	8,00	22,00	1,28	1,65	<b>1,27</b>

**APÊNDICE F – TABELA COM OS PONTOS DE PEDIDOS DE CADA  
ESPESSURA DE ESPUMA UTILIZADA NA FAMÍLIA DE PRODUTOS  
ESTUDADA**

## Cálculo do Ponto de Pedido

---

<b>Espessura (cm)</b>	<b>Consumo médio</b>	<b>TR (úteis)</b>	<b>Período</b>	<b>EM</b>	<b>PP</b>
0,5	9,27	8,00	22,00	3,05	6,42
0,1	11,44	8,00	22,00	3,78	7,94
0,2	7,51	8,00	22,00	2,50	5,23
0,4	3,19	8,00	22,00	1,27	2,43

---