



# APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES NA GESTÃO DE PRODUÇÃO DE UMA EMPRESA FABRICANTE DE VEDAÇÕES: UMA PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO<sup>1</sup>

Marilei Aparecida de Paiva<sup>2</sup>

Edson Aparecida de Araújo Querido Oliveira<sup>3</sup>

Vilma da Silva Santos<sup>4</sup>

Paulo Cesar Corrêa Lindgren<sup>5</sup>

## Resumo

Este artigo tem como objetivo geral descrever e analisar o processo de implantação do sistema de administração da produção baseado nos conceitos e na utilização da Teoria das Restrições. Será realizada uma pesquisa bibliográfica e sugerido a aplicação de um procedimento para implantação da Teoria das Restrições em uma empresa fabricante de anéis de vedação, busca-se apresentar e analisar as etapas de implantação, identificar as limitações e gargalos, apresentar os prováveis resultados que poderão ser obtidos com a aplicação da ferramenta. Quais os impactos sejam positivos ou negativos, com a utilização da Teoria das Restrições na produção da empresa, se essa utilização interfere na produtividade e ganho da empresa, por meio do foco no gargalo da produção. Será utilizado como técnica de coleta de dados a análise de documentos da empresa, para identificar a restrições e posteriormente sugerir como explorá-la. A Teoria das Restrições visa aumentar o lucro com a maximização dos gargalos produtivos. Com base nesta teoria foi elaborado um plano de aplicação a fim de descrever as etapas e construir um procedimento que deve ser seguido pela empresa estudada.

**Palavras-chave:** Teoria das Restrições; Gargalo; Produtividade; Ganho.

## APPLICATION OF THE THEORY OF CONSTRAINTS IN THE MANAGEMENT OF PRODUCTION OF MANUFACTURER SEALING: IMPLANTATION PROPOSAL

### Abstract

This article aims generally describe and analyze the process of implementing of the management system of production based on the concepts and the use of Theory of Constraints. There will be a literature review and suggested the application of a procedure for implementing the Theory of Constraints in a manufacturer of sealing rings. We seek to present and analyze the stages of implementation, identify constraints and bottlenecks, and provide the likely results that may be obtained from the application of the tool, the positive or negative using the Theory of Constraints, if such use interferes with productivity and gain of the company, by focusing on the production bottleneck. Will be used as a technique for data collection the analysis of company documents to identify the constraints and then suggest how to explore it. The Theory of Constraints aims to increase profit by the maximization of bottlenecks productive. Based on this theory was developed an implementation plan to outline the steps and build a procedure to be followed by the company.

**Key words:** Theory of Constraints; Bottleneck; Productivity; Gain.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 65º Congresso Anual da ABM, 26 a 30 de julho de 2010, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> MBA em Gerência Produção e Tecnologia - Programa de Pós-graduação em Administração – Universidade de Taubaté.

<sup>3</sup> Doutor em Organização Industrial - ITA – Professor e Coordenador do Programa de Pós-graduação em Gestão e Desenvolvimento Regional da Universidade de Taubaté.

<sup>4</sup> MBA em Gerência Financeira e Controladoria/ Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional – UNITAU - Professora do Programa de Pós-graduação em Administração – Universidade de Taubaté.

<sup>5</sup> MBA em Gerência Produção e Tecnologia/ Mestre em Gestão e Desenvolvimento Regional – UNITAU - Professor do Programa de Pós-graduação em Administração – Universidade de Taubaté.

## 1 INTRODUÇÃO

O tema Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC) vem sendo cada vez mais difundida entre várias empresas de todos os seguimentos. A TOC teve sua origem no início dos anos 80 com a sistematização do pensamento lógico aplicado às operações das fabricas e divulgado em massa, em forma de romance, por Goldratt e Fox no livro “A Meta”.<sup>(1)</sup>

Os métodos de administração da produção aplicados à Teoria das Restrições foram divulgados por Eliyahu Goldratt, e passou a ser colocado em prática por muitas empresas. Nesta monografia, por meio da revisão da literatura, busca-se verificar se atualmente essas idéias continuam válidas e aplicáveis.

Com a finalidade de apoiar as decisões dos administradores tradicionais a Teoria das Restrições se preocupa com a busca de medidas de desempenho baseadas em produtividade, eficiência e o ganho unitário.

No caso da empresa de manufatura, que fabrica anéis de vedação, durante a pesquisa para elaboração do plano de melhoria foi identificado o limitante, ou seja, foi identificado o gargalo que não deixava a empresa ter mais lucro e também como poderia explorar este processo para maximizar e aumentar o ganho e lucratividade da empresa.

Partindo do princípio que toda a organização visa aumentar o lucro e o retorno para os *shareholders* (acionistas), a questão principal do artigo é responder como a aplicação da Teoria das Restrições poderá refletir na produtividade e lucratividade de uma empresa de vedações?

O objetivo da empresa estudada é o aumento de produtividade e lucratividade, por isso a importância do estudo da Teoria das Restrições para verificar se com a utilização desta teoria a empresa pode alcançar os resultados desejados. Com essa possível comprovação, por meio da identificação dos possíveis resultados, pode-se sugerir a aplicação da Teoria das Restrições para garantir retornos com a sua aplicação, tais como: alta confiabilidade de entrega, ganho, retornos sobre os investimentos e lucratividade.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Goldemberg,<sup>(2)</sup> para uma pesquisa ser considerada científica é imprescindível que ela contenha os seguintes critérios:

- deve existir uma pergunta na qual se pretenda responder;
- deve elaborar um conjunto de etapas que visam chegar à resposta da pergunta; e
- deve ter fontes confiáveis para as respostas apresentadas.

Do ponto de vista do objetivo a pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito ou a construir hipóteses.<sup>(3)</sup> Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, para Gil,<sup>(3)</sup> a pesquisa apresentada pode ser considerada uma pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, com a sugestão de implementação em uma empresa, pois foi elaborado um procedimento a ser seguido pela empresa, para aplicação da Teoria estudada.

A pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de material já publicado, como livros, artigos de periódicos, teses ou outras monografias, e/ou até materiais científicos disponibilizado na Internet.<sup>(3)</sup>

Para Luna,<sup>(4)</sup> a revisão de literatura em um trabalho de pesquisa pode ser realizada com vários objetivos, no caso da monografia o objetivo foi uma revisão



empírica, ou seja, foi explicado como o problema vem sendo aplicado do ponto de vista metodológico, e visou responder as questões principais de uma pesquisa empírica, que são: Quais os procedimentos normalmente empregados no estudo desse problema? Que fatores podem afetar os resultados? Que procedimentos podem ser empregados para aplicação e analisar os resultados?

De acordo com Gil,<sup>(3)</sup> pesquisa Documental é elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico, neste caso são os documentos da empresa, que também foram utilizados nesta pesquisa.

A primeira etapa da presente pesquisa foi a realização da revisão bibliográfica, identificando os principais pontos abordados pelos principais autores sobre a Teoria das Restrições e suas aplicações. Nessa pesquisa bibliográfica foram utilizados livros, publicações e artigos científicos.

Após a revisão bibliográfica foi apresentada uma sugestão para aplicação da Teoria das Restrições em uma empresa fabricante de anéis de vedação, com o objetivo de identificar os pontos positivos e negativos da aplicação, para finalmente avaliar esses resultados.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC) teve sua origem nos anos 1970, no século passado, quando Eliyahu M. Goldratt, físico israelense, se envolveu com os problemas da logística de produção. Usou os métodos de solução de problemas que aprendeu na Física para tentar resolver os problemas de uma linha de produção.<sup>(1)</sup>

O livro “A Meta” que é na forma de um romance, relata o problema da sobrevivência de uma empresa industrial e como foi solucionado seu problema de produção, a partir da aplicação dos conceitos básicos da Teoria das Restrições.<sup>(5)</sup>

A ênfase fundamental das idéias de Goldratt<sup>(6)</sup> é o alcance do que ele denomina meta da organização, ou seja, ganhar mais dinheiro por meio de uma gestão da produção adequada. O ponto central da teoria é que toda empresa, no processo de atingir sua meta, apresenta uma ou mais restrições. Se isso não ocorresse às organizações teriam lucro infinito.

Depois da implementação dos conceitos da TOC o desempenho das empresas aumentam de forma significativa. Percebendo isto, abordou soluções para outras áreas como logística de distribuição e gerenciamento de projetos. Porém, após perceber que depois da implantação as empresas acabavam se acomodando, ele decidiu então externar o seu processo lógico de raciocínio para resolução de problemas.<sup>(7)</sup>

Por ser uma ferramenta potencialmente poderosa para identificar e resolver vários tipos de problemas, e, principalmente, por ser uma filosofia gerencial que aborda conceitos que quebram paradigmas pelo uso da lógica de causa-efeito, justifica-se a aplicação da Teoria das Restrições em varias empresas e em todos os seguimentos de mercado, pois o ponto principal é a identificação do gargalo e a maximização dele, com o objetivo de aumentar a lucratividade.

Para Corbett<sup>(1)</sup> a TOC é baseada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, ou seja, é a relação de causa e efeito, de que os fenômenos que acontecem tem consequência e tem suas causas mais profundas. Esse princípio nos leva a uma visão sistêmica da empresa.

Para Goldratt<sup>(6)</sup> restrição é o que limita a empresa de ganhar mais dinheiro, ou seja, ter mais lucro, sendo assim o gargalo impede a produção de fabricar as quantidades que o mercado necessita.

Goldratt e Cox<sup>(5)</sup> ainda citam que o sistema organizacional é como uma corrente formada por elos que representam os diferentes setores da produção. Comparando as capacidades de produção de cada elo da corrente produtiva, seguindo o pensamento de que cada elo é um setor diferente, com capacidade diferente, pode-se identificar qual é o elo que limita a empresa e este elo representará a restrição do sistema. Este conceito é conhecido como conceito da corrente, pois se assemelha a uma corrente de verdade conforme Figura 1.



Figura 1: Conceito da Corrente.

Pode-se considerar que a corrente acima tem vários elos com forças diferentes, cada elo representa um setor da produção, o primeiro com capacidade de 200 peças/hora; o segundo: 100 peças/hora; o terceiro: 150 peças/hora e o quarto: 250 peças/hora. No exemplo, a restrição do sistema está localizada no segundo elo da corrente, que é o mais fraco. Então a pergunta principal é: Quantas peças esta empresa pode produzir por hora?

Resposta: 100 peças/hora. A restrição marca o ritmo da funcionalidade do processo de fabricação, pois o sistema não consegue produzir mais que o gargalo.

Segundo Guerreiro<sup>(8)</sup> as restrições, podem ser de dois tipos:

- *restrição de recurso*: a primeira é chamada de restrição de recurso e são físicas, englobando todo o mercado, os fornecedores, as máquinas, os materiais, os pedidos, os projetos, as pessoas, o gargalo reflete que a restrição é falta de capacidade; e
- *restrição política*: a segunda restrição é chamada de restrição política e é aquela formada por normas, procedimentos e práticas usuais do passado.

Uma restrição é definida como algo que restringe um melhor desempenho do sistema, como o elo mais fraco de uma corrente. A Teoria das Restrições é constituída por três ramos principais de acordo com Cox III e Spencer:<sup>(8)</sup>

- logístico;
- gerenciamento das restrições; e
- processo de pensamento da Teoria das Restrições.

O primeiro é o ramo logístico, que engloba metodologias de programação e controle de produção e estoques, como o sistema Tambor-Pulmão-Corda (TPC), como forma de gerenciamento fino da produção.<sup>(7)</sup>

A solução segundo Norren et al.<sup>(7)</sup> começa com a premissa de que os recursos são diferentes e possuam capacidades diferentes. Neste ramo TPC as tarefas são



liberadas após o programa, ou seja, não deve produzir para estoque, ou o estoque deve ser o menor possível para manter o gargalo.

As ordens de trabalho devem passar de processo a processo, até que ele chegue ao pulmão antes do gargalo, isso devido ao tempo médio, pois nem sempre os centros de trabalhos trabalham na média, pode um centro trabalhar acima da média, os inventários servem para que o centro não pare, e ele tenha peça para trabalhar até chegar o novo lote, um exemplo é a ferramenta Kanban. Neste caso, segundo Noreen et al.<sup>(7)</sup> o conceito de Tambor-Pulmão-Corda pode ser definido da seguinte forma:

- *Tambor*: dita o ritmo, ou seja, é o programa ou previsão da produção;
- *Pulmão*: é o estoque estratégico, geralmente é aplicado para proteger o gargalo; e
- *Corda*: funciona como um sistema puxado do processo produtivo, fazendo a ligação entre os processos e o gargalo, de forma a garantir a continuidade do processo.

Adicionalmente propõe a utilização da análise V-A-T para identificação dos processos produtivos e contribuir para a tomada de decisão sobre quais formas de planejar e controlar a produção. De acordo com Cox III e Spencer:<sup>(9)</sup>

A análise V-A-T é uma abordagem que quebra as barreiras tradicionais e percebe a organização como uma interação entre produtos e processos. Vendo a organização a partir dessa visão sistêmica, três categorias gerais de estruturas ou formas de produção emergem cada estrutura exigindo uma abordagem um pouco diferente para o gerenciamento de planejamento e controle.

Segundo COX e SPENCER<sup>(9)</sup> a análise V-A-T enfoca atenção da gerência em determinados locais da operação, fornecendo um gerenciamento efetivo para todo o processo. A estrutura lógica V-A-T é constituída por dois documentos básicos de manufatura, que são: estrutura de produtos e roteiro de produção.

Segundo Goldratt<sup>(10)</sup> a análise V-A-T é dividida em três plantas:

- *Plantas V*: a estrutura lógica tipo V começa com um ou poucos materiais e se amplia em diferentes produtos;
- *Plantas A*: a estrutura lógica A é dominada por pontos convergentes é caracterizada pela entrada de muitos tipos de materiais no processo para pouca variedade de produtos fabricados; e
- *Plantas T*: a estrutura lógica T é caracterizada por um número relativamente pequeno de componentes sendo montados para um excesso de únicos itens finais.

Cox e Spencer<sup>(9)</sup> argumentam que o formato das estruturas lógicas V-A-T influencia na definição dos pontos de controle que serão dominantes no processo da Teoria das Restrições.

A Teoria das Restrições trata do gerenciamento das restrições, englobando Processo de Aprimoramento Contínuo (PAC), e que constitui num processo lógico e encadeado de ações voltadas a identificação e remoção das restrições existentes na empresa.

Propõe também um conjunto de indicadores de desempenho que permite acompanhar a evolução e qualidade das ações desenvolvidas na busca da eliminação das restrições, e um processo de decisão sobre mix de produção, importante para auxiliar a empresa a decidir sobre qual ou quais produtos serão necessários concentrar esforços de forma a garantir o atendimento de suas metas<sup>(9)</sup>.

O terceiro ramo contempla o Processo de Pensamento da Teoria das Restrições, que agrega o uso dos diagramas Efeito-Causa-Efeito (ECE), o processo de auditoria ECE, e a metodologia de dispersão das nuvens. Basicamente, é um processo de análise e solução de problemas, que atua como auxiliar na identificação e remoção das restrições.<sup>(9)</sup>

#### 4 PLANO DE MELHORIA BASEADO NA TOC

Para iniciar o projeto de implantação na empresa, primeiramente será apresentado o processo da empresa e depois a sugestão para implantação do plano de aplicação da TOC.

##### 4.1 Processo e *Layout* da Empresa

Antes da apresentação do plano de melhoria, será descrito o processo produtivo e o layout que foi utilizado para realizar o fluxo do produto e fazer o levantamento dos tempos de processo.

O layout e o fluxo do processo não foram detalhados para garantir a confidencialidade das informações estudadas.

Descrição dos equipamentos destacados na Planta 1:

- *Copê*: equipamento para homogeneização (mistura) dos compostos de borracha para corte em tiras ou tarugos (rolos) para extrusão;
- *Barwell*: equipamento de extrusão que corta a borracha em slugs (pedaços de borrachas pequenos) que são utilizados nas prensas;
- *Terenzio*: máquina utilizada para fabricação de anéis de vedação, sistema de compressão dos slugs para formação dos anéis;
- *Desma*: máquina utilizada para fabricação de anéis de vedação utilizando sistema de injeção de borracha para formação dos anéis;
- *Storck*: máquina utilizada para fabricação de anéis de vedação utilizando sistema de injeção de borracha para formação dos anéis;
- *Pan-Stone*: máquina utilizada para fabricação de anéis de vedação, sistema de compressão dos slugs para formação dos anéis;
- *Mewo*: rebarbação por criogenia (método que utiliza policarbonato e nitrogênio líquido para retirar rebarba das peças);
- *Rosler*: máquina utilizada também para retirar as pequenas rebarbas deixadas no processo anterior, por meio do processo de tamboreamento, utilizando mídia (esferas de porcelana ou cerâmica), ou utilizada para lavagem das peças;
- *Turbex*: máquina de lavar utilizada para lavar e secar as peças;
- *Máquina de alongar*: máquina utilizada para alongar o anel, garantindo com isso que ele não irá romper na linha de montagem do cliente;
- *Forno*: equipamento semelhante a uma estufa de aquecimento, após o forno a borracha termina de chegar a suas propriedades garantindo mais resistência ao produto; e
- *Inspeção*: departamento com lentes de aumento para inspeção visual em 100% dos anéis de vedação produzidos na célula de borracha.

Na Figura 2 pode-se observar o layout da empresa estudada. O que se pode observar no layout da empresa é que o produto segue um fluxo que está descrito mais detalhado na Figura 3 do fluxograma do processo, nem todos os produtos tem o mesmo fluxo, o fluxograma apresentado a seguir é o fluxo padrão.

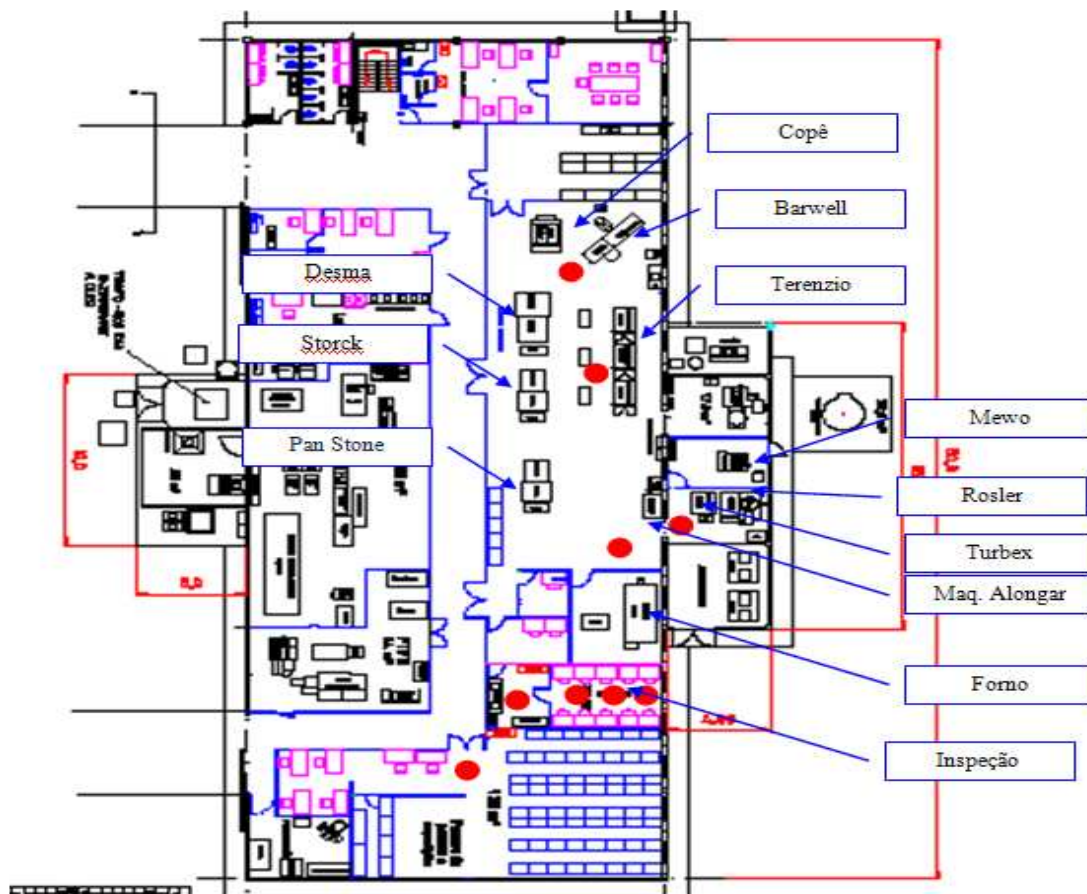


Figura 2 – Layout do processo de Borracha.

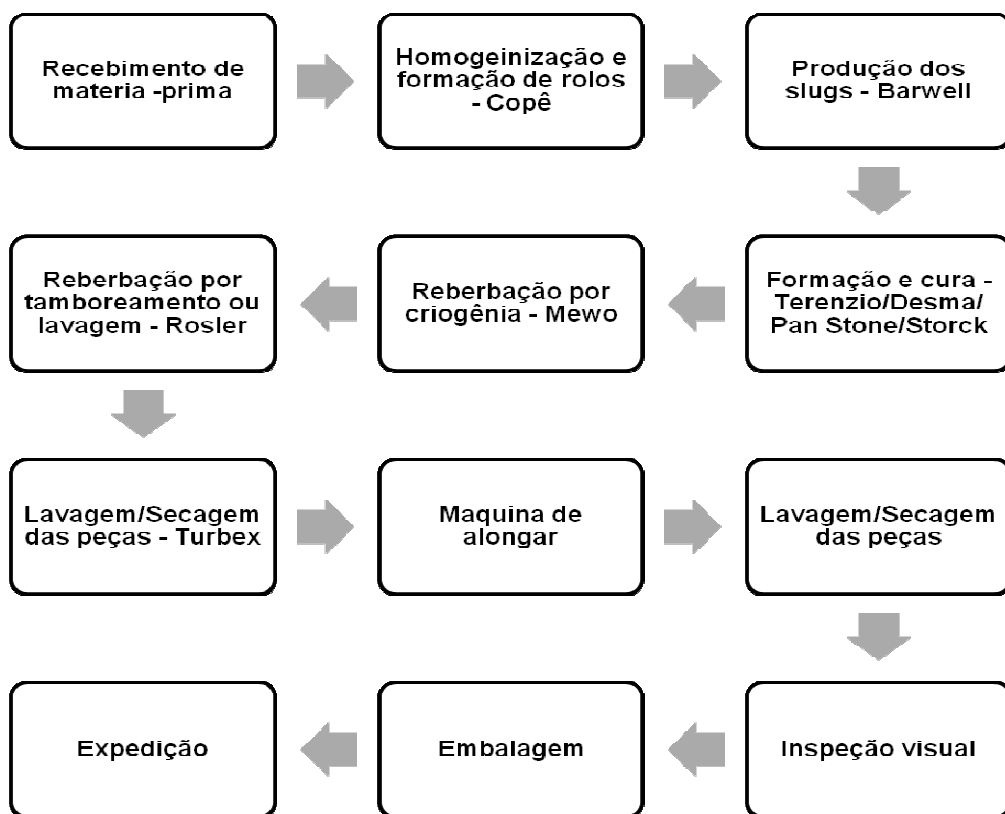


Figura 3 – Fluxo Padrão do Processo Produtivo.



Para garantir que as etapas definidas serão seguidas e poderá após esta implantação ser aplicada em outros departamentos da empresa, foi criado um procedimento descrevendo e detalhando todas as etapas que deve ser seguida, aplicada e monitorada.

## 4.2 Procedimentos para Aplicação da Teoria das Restrições

O que ficou evidenciado é que não existia um conhecimento profundo sobre o assunto e também não existia um procedimento a ser seguido pela empresa, por esse motivo serão utilizadas as etapas sugeridas por Martins<sup>(10)</sup> adicionadas às etapas para identificação de gargalo indicadas por Goldratt<sup>(11)</sup>, para criar o procedimento a ser seguido:

1º. *Verificar se a empresa, ou grupo de trabalho, tem conhecimento sobre a Teoria das Restrições:*

- Verificar se a equipe sabe utilizar as técnicas como: *brainstorming* e debates, e também se a equipe tem um bom conhecimento sobre a TOC e suas aplicação, um dos pontos mais importantes é que a equipe tenha conhecimento para que a aplicação atinja bons resultados;
- Caso a equipe não tenha conhecimento, a empresa deve proporcionar treinamento ou indicar leituras para que as pessoas possam adquirir conhecimento para a aplicação.

2º. *Diagnóstico da empresa e construção da árvore da realidade atual:*

- Primeiramente devem-se identificar os efeitos indesejáveis, posteriormente identificar a inter-relação de pelo menos dois efeitos indesejáveis;
- Fazer as ligações lógicas de causa e efeito entre os outros efeitos indesejáveis;
- Elaboração da Árvore da Realidade Atual;
- O mais importante é a etapa da reflexão sobre as críticas e as observações levantadas, pois é nesta etapa que se identifica a restrição do sistema (problema-cerne) e como se pode modificá-la.

3º. *Montar o diagrama de dispersão de nuvem:*

- Determinar o objetivo: normalmente deve ser o oposto do problema-cerne;
- Identificar dois requisitos e seus pré-requisitos para atingir o objetivo final;
- Identificar uma idéia (a injeção) que deverá ajudar a solucionar o problema e solucioná-lo.

4º. *Transformar os efeitos indesejáveis em efeitos desejáveis e construção da árvore da realidade futura:*

- Elaborar um quadro com os efeitos indesejáveis e seus opostos, que neste caso são os efeitos desejáveis;
- Verificar se existe relação de causa e efeito entre os efeitos desejáveis;
- Utilizar da lógica para identificar as ligações de causa e efeito entre os efeitos desejáveis;
- Adicionar novas idéias (injeções) como parte da solução;
- Estruturar a árvore iniciando pela base, por meio da injeção definida no processo 3.

5º. *Identificar os obstáculos à implementação das injeções:*

- Construir a Árvore de Pré-requisitos;
- Listar todos os possíveis obstáculos para a aplicação de cada uma das idéias (injeções) definidas nos processos 3 e 4;



- Escrever abaixo de cada obstáculo identificado um objetivo intermediário que poderá ser o oposto do obstáculo;
- Fazer uma conexão lógica de dependência entre os obstáculos e os objetivos intermediários, de forma inversa a partir da base da árvore.

6º. *Elaboração do plano de implementação:*

- Construção da Árvore de Transição;
- Identificar as ações a serem tomadas com o fim de superar os obstáculos identificados no processo 5;
- Verificar se as ações identificadas são eficazes para atingir os objetivos intermediários que irão superar os obstáculos para a aplicação das idéias (injeções);
- Descrever de forma detalhada a mudança gradual e progressiva para antever a realidade.

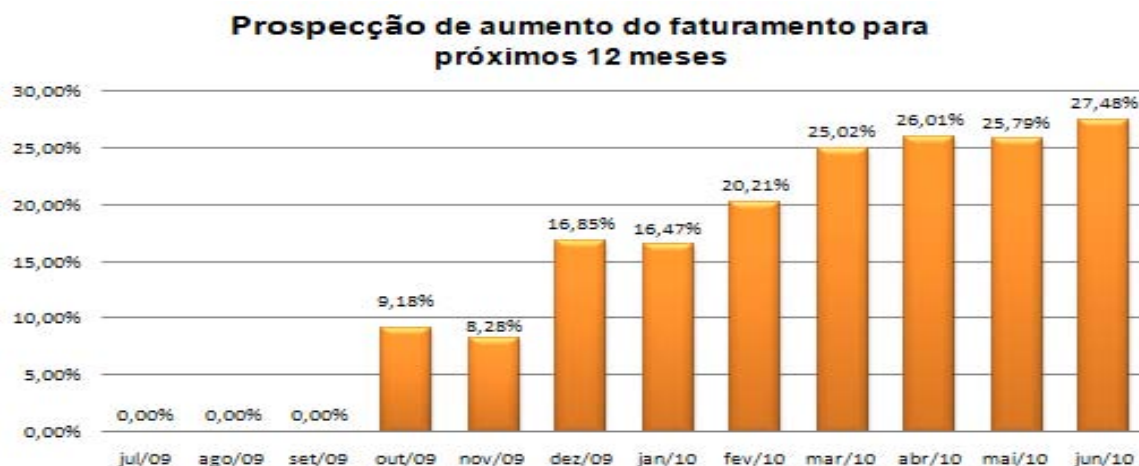
7º. *Seguir os cinco passos de melhoria continua de Goldratt (2006):*

- Identificar a restrição do sistema;
- Decidir como explorar as restrições do sistema;
- Subordinar qualquer outro evento à decisão anterior;
- Elevar as restrições do sistema;
- Se, nos passos anteriores, uma restrição for quebrada, volte ao passo 1, mas não deixe que a inércia se torne uma restrição do sistema.

## 5 RESULTADOS

Para a TOC o importante não é o aumento de produtividade, mas sim o aumento de ganho, ou seja, lucro para a empresa, não adianta investir em um produto com margem negativa, pois com o aumento das vendas e produção deste item, irá aumentar também os prejuízos.

O principal investimento será o aluguel de outra maquina de criogenia, com esse novo equipamento a empresa terá um aumento de 50% de produtividade e um ganho de 10% a 28% sobre o faturamento do departamento, como pode ser observado na Figura 4 do Gráfico de Prospecção.



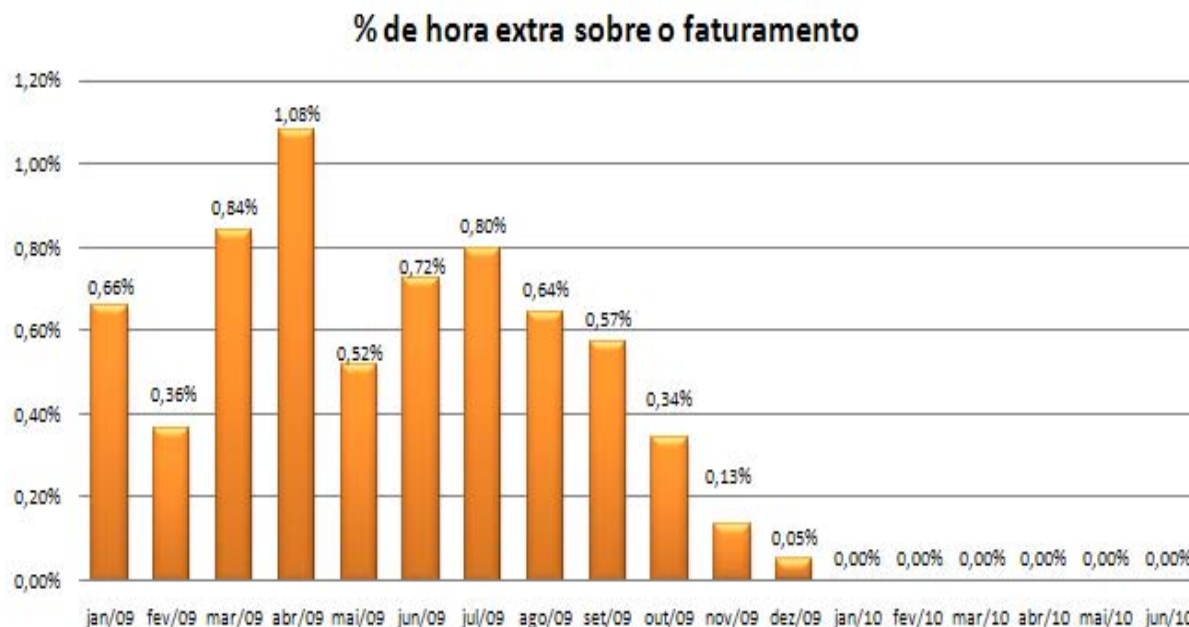
**Figura 4** – Gráfico de Prospecção de aumento do faturamento para os próximos 12 meses.

Não será apresentada a percentagem sobre o faturamento total da empresa, pois a empresa aumentou em quase 50% sua quantidade de novos produtos. Considerando o novo valor de faturamento, o investimento passara a absorver



somente 0,27% do novo faturamento da empresa, sendo assim pode-se considerar que a aplicação da TOC poderá trazer inúmeros benefícios para a empresa.

Outro fator importante é que com mais uma máquina no setor de criogenia as horas extras deverão diminuir entre 50% a 80% em relação do faturamento, como é apresentado na Figura 5 no gráfico de horas extras, sendo que a meta para o ano de 2010 é de zero hora extra, pois anteriormente para o departamento posterior, a criogenia, não parar era necessário hora extra todos os finais de semana e a produção operava em três turnos, podendo até diminuir para dois turnos, diminuindo os custos adicionais gerados pelo terceiro turno.



**Figura 5** – Gráfico de % de horas extras sobre o faturamento.

O ponto fundamental observado durante o desenvolvimento deste trabalho é que se a empresa não pode produzir para atender toda a demanda, então deve produzir o que traz retorno para a empresa, ou seja, deve produzir o item que lhe traz a maior margem de contribuição.

Uma das principais falhas dos indicadores, definidos no início do processo de implementação da TOC é que eles devem ser monitorados e gerem resultados que possa ser rastreados a partir de cada iniciativa de melhoria proposta.

Os indicadores devem ser definidos no início da implantação, a fim de serem monitorados e rastreáveis, para que outras melhorias, oriundas de outros locais do processo, não gerem ruídos e interferência na medição e confirmação da viabilidade da aplicação desta teoria.

O que se pode observar facilmente nas empresas brasileiras é que alguns empresários confundem produtividade com ganho (retorno para empresa), sendo que para se minimizar essa falha, os indicadores propostos para monitoramento destes resultados devem ser os sugeridos por Goldratt<sup>(12)</sup> para se analisar os mesmos.

Os resultados esperados com esta implantação é ganho na produtividade refletindo diretamente no lucro da empresa, sendo que as medidas de desempenho que devem ser analisados para posteriormente comprovar estes resultados positivos são:



1º. *Ganho - G (Throughput): medir o ganho e não a produtividade.*

Equação 6 – Ganho Unitário

$$\text{Ganho Unitário (GU)} = \text{Preço de Venda Unitário (PV)} - \text{Custo Totalmente Variável (CTV)}$$

Equação 7 – Ganho Unitário

$$\text{Ganho (G)} = \text{Ganho Unitário (GU)} \times \text{Quantidade Vendida (QV)}$$

Não adianta a empresa aumentar a sua produtividade se isto não trouxer ganho para a empresa. Muitas vezes as empresas acabam aumentando sua produtividade em um item que é estratégico para o grupo, ou seja, a margem do item é negativa e, ao aumentar a produtividade neste item, ele ao invés de trazer mais ganho, ela acaba trazendo mais prejuízo. Essa falha é muito comum nas multinacionais, onde se raciocina em termos de ganhos globais, mesmo à custa de alguns prejuízos locais.

2º. *Investimento ou Inventário - I (Inventory): dinheiro parado*

Equação 8 – Inventário

$$\text{Inventário (I)} = \text{Estoque em Processo} + \text{Estoque Acabado}$$

O estoque parado no processo ou no estoque de produtos acabados são dinheiro investido e o retorno só vem por meio das vendas então, se não existe venda, é melhor não se investir e não criar estoque, pois isto se constitui em dinheiro parado, que poderia ser investido em outros produtos, ou seja, o dinheiro está aplicado em um lugar onde não está trazendo retorno para a empresa.

3º. *Despesa Operacional - DO (Operational expense):*

Equação 9 – Lucro Líquido

$$\text{Lucro Líquido (LI)} = \text{Ganho (G)} - \text{Despesa Operacional (DO)}$$

Equação 10 – Retorno sobre Investimento

$$\text{Retorno Sobre Investimento (RSI)} = \frac{\text{Ganho (G)} - \text{Despesa Operacional (DO)}}{\text{Inventário (I)}}$$

É todo o dinheiro gasto para transformar a matéria-prima em produto acabado, ou seja, quanto menor os gastos, mais lucro a empresa terá, por isso a importância de sempre se buscar melhorar os processos produtivos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o objetivo da Teoria das Restrições é maximizar o ganho, por meio da utilização máxima do gargalo, um dos pontos fundamentais é que uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida em todo o processo produtivo e que não poderá ser recuperada. Utilizando o gargalo em sua capacidade máxima e não deixando faltar peças antes dele, para que ele não pare e isso aumenta o ganho e a lucratividade da empresa.

Um dos pontos fundamentais é confirmar que a utilização da Teoria das Restrições é capaz de trazer benefícios para a empresa estudada, se sabe que na maioria das vezes qualquer alteração pode aumentar ou baixar a produtividade da empresa e que muitas vezes isso não reflete em nada no faturamento e ganho da

organização, o que se observa com o desenvolvimento deste trabalho é que se as avaliação e identificação dos pontos críticos e dos gargalos da empresa forem feitos de forma correta, a aplicação pode trazer tanto benefícios como o aumento de produtividade, como o aumento de ganho.

Os resultados em termos de benefícios para a organização poderá ser um ganho considerável em termos de produtividade, mas pequeno em termos de retorno, pode-se ainda citar como dificuldades que a empresa possivelmente irá enfrentar o quebra de paradigma das pessoas, pois ao mesmo tempo em que todos querem aplicar a TOC, ninguém quer deixar uma maquina parada, mas para que produzir e gastar dinheiro se o item irá ficar em estoque?

Como os gargalos da empresa foram facilmente identificados e confirmados por meio da medição dos tempos, a maximização do gargalo trouxe benefícios para a empresa. O embasamento teórico foi fundamental para a realização deste trabalho, sendo que a confusão de ganho e produtividade acaba afetando a forma de como medir esses resultados.

Os indicadores sugeridos por Goldratt<sup>(12)</sup> são um dos principais pontos a serem analisados e adotados para se realmente comprovar os resultados, não deixando que a inércia coloque um ponto final no projeto, pois esta teoria deve seguir continuamente, a fim de aumentar, cada vez mais, os resultados e ganhos das empresas.

## REFERÊNCIAS

- 1 CORBETT, T. Uma comparação entre “Activity-Based Costing” e Teoria das Restrições, no contexto da contabilidade gerencial. Dissertação (Mestrado) - Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1996.
- 2 GOLDEMBERG, M. A arte de pesquisar. Rio de Janeiro: Record, 1999.
- 3 GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1999.
- 4 LUNA, S. V. Planejamento de pesquisa: uma introdução. São Paulo: Educ, 1997.
- 5 GOLDRATT, E. M.; COX, A Meta: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 2002.
- 6 GOLDRATT, E. M. Corrente Crítica. São Paulo: Nobel, 1998.
- 7 NOREEN, E. W.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial. São Paulo: Educator, 1996.
- 8 GUERREIRO, R. A meta da empresa: Seu alcance sem mistério. São Paulo: Atlas, 1999.
- 9 COX III, J. F.; SPENCER, M. S. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- 10 MARTINS, F. A. O processo de raciocínio da teoria das restrições na indústria moveleira de pequeno porte: Um estudo de caso. Dissertação (Engenharia de Produção) - Curso de Mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.
- 11 GOLDRATT, E. M. A Meta na Prática. São Paulo: Nobel, 2006.
- 12 GOLDRATT, E. M. A síndrome do palheiro, garimpando informação num oceano de dados. São Paulo: IMAM, 1991.