

APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA INDÚSTRIA DE MÓVEIS

Cleberton Franceski (UNOCHAPECÓ) clebertonfranceski@hotmail.com

Resumo

Este trabalho teve a pretensão de gerenciar os gargalos de produção de uma indústria de móveis por meio do delineamento metodológico e conceitual da teoria das restrições. Para dar conta deste propósito utilizou-se como objeto de estudo o sistema produtivo da família dos roupeiros da indústria em análise. Nesse sentido foi levantado o *layout* e o fluxograma detalhado do processo produtivo; identificado as restrições do processo produtivo por meio da coleta dos tempos de processamento (tempos utilizado nas atividades realizadas para a produção de cada peça do roupeiro) até o produto final; decidido como explorar as restrições verificadas no sistema; e subordinado o processo a decisão anterior. Esse estudo caracteriza-se como exploratório e quantitativo, visto o escopo de dados analisados e comparados para a verificação das restrições do sistema. Os dados foram explorados por meio da observação (medições específicas) e levantamento junto aos controles de produção. Por consequência o estudo classifica-se como descritivo, condição que permitiu a caracterização do sistema produtivo e a apresentação dos dados da pesquisa. O estudo cumpriu seu propósito, procurou otimizar o processo produtivo da família dos roupeiros pela aplicação do processo de otimização da teoria das restrições, aumentando a produtividade com a utilização dos recursos disponíveis. Por conseguinte, as restrições do sistema produtivo foram gerenciadas, indicado alternativas de melhoria para o aumento da produtividade e do ganho (lucro) para a indústria.

Palavras chave: Administração da Produção, Teoria das Restrições, Princípios da Otimização, Gargalo.

APPLICATION OF THE THEORY OF RESTRICTIONS ON THE FURNITURE INDUSTRY

Abstract

This work was the desire to manage production bottlenecks of a furniture industry through the methodological and conceptual design of the theory of constraints. To account for this purpose was used as an object of study the production system of the family closets of industry analysis. In this sense he was raised the layout and detailed flowchart of the production process, identified the constraints of the production process through the collection of processing times (times used in the activities for the production of every piece of wardrobe) until the final product, decided to explore the restrictions found in the system, and subordinated the process the earlier decision. This study is characterized as exploratory and quantitative, since the scope of data analyzed and compared for the verification of system constraints. The data were explored by means of observation (specific measurements) and data collected at the production controls. Consequently the study is classified as descriptive, a condition that allowed the characterization of the production system and the presentation of research data. The study fulfilled its purpose, sought to optimize the production process of the family closets of the application of the optimization process of the theory of constraints, increasing productivity with the use of available resources. Therefore, the restrictions of the production system were managed indicated improvement alternatives to increase productivity and

gain (profit) for the industry.

Keywords: Production Administration, Theory of Constraints, Principles of Optimization, Bottlenec

1. Introdução

A crescente demanda por produtos e serviços têm gerado muitas discussões no meio empresarial em relação aos métodos de planejamento e controle da produção, visto a eminente necessidade das empresas em diminuir custos e otimizar a produção, permitindo níveis mais elevados de produtividade com os recursos disponíveis. Nessa perspectiva, Adizes (2004) e Zanardo et. al (2014) argumentam que as organizações devem melhorar o seu desempenho produtivo, considerando os altos níveis de competição que o mercado impõe ao setor industrial.

Nesse contexto a administração da produção tem papel fundamental nas organizações. É responsável pela atividade de transformação de insumos em produto acabado. É a partir dela que se define o ritmo da produção, quanto produzir, o que produzir, quais insumos e em qual quantidade produzir.

Assim, a teoria das restrições (TOC), desenvolvida pelo israelense Elyahu M. Goldratt na década de 80, de acordo com Guerreiro (1999), apresenta um conceito mais amplo de otimização dos processos produtivos. Essa ferramenta busca identificar as restrições do sistema, conhecidas também como gargalo, e priorizá-las, subordinando as demais atividades não gargalo aos processos críticos, para que tudo caminhe de forma sincronizada, resultando na otimização dos processos e redução de custos.

Em meio a este cenário e a possibilidade de melhoria que se apresenta com a teoria das restrições, este estudo tem como objetivo geral gerenciar os gargalos de produção de uma indústria de móveis por meio do delineamento metodológico da teoria das restrições. Para atender essa proposta foi necessário levantar o fluxograma do processo produtivo em análise; identificar as restrições do processo produtivo; decidir com explorar as restrições do processo produtivo; e subordinar o processo a decisão anterior.

A partir da aplicação teoria das restrições é possível identificar problemas críticos e limitadores na produção de uma empresa, levando-se em consideração o fato de que a TOC encara qualquer empresa como um sistema, havendo, portanto, relação de interdependência entre seus recursos transformadores e em transformação, sendo que o desempenho da organização depende dos esforços conjuntos de todos os seus recursos (GOLDRATT, 1991; 1998).

2. Teoria das Restrições

A Teoria das Restrições (TOC) foi desenvolvida pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt na segunda metade da década de 80. Os conceitos dessa filosofia surgiram quando Goldratt desenvolveu um software de gerenciamento de informações chamado tecnologia otimizada de produção (*OPT – optimized production technology*).

Segundo Gaither e Franzier (2004) a OPT é um método de gerenciamento de informação de planejamento e controle da produção completo aplicado principalmente para ambientes de *job-shop* complexos. Submetido a quantidade de trabalho a ser desenvolvido em cada centro de trabalho, a OPT, a partir da combinação (mix) de produtos, localiza os gargalos nos processos de produção.

Nesse sentido, Souza e Batista (2010) destaca que na OPT a palavra chave é gargalo, cuja ferramenta tem seu foco principal nos sistemas de informação de controle e planejamento da produção. Na filosofia da Teoria das Restrições, desenvolvida por Goldratt (1991), a palavra chave é restrição entendida como qualquer coisa que limite o alcance do objetivo da empresa. “O ponto focal de sua teoria é que toda empresa, no processo de atingir sua meta, apresenta sempre uma ou mais restrições. Se assim não fosse, a empresa teria lucro infinito”.

(GUERREIRO, 1999, p. 14).

Portanto a “Teoria das Restrições (TOC) consiste em um sistema de programação de produção criado a partir da análise e reestruturação das restrições encontradas na linha. Fundamenta-se em uma seqüência de passos a serem implementados na empresa.” (MOELLMANN ET. AL, 2006, p. 94).

A teoria das restrições é uma filosofia que busca constantemente a melhoria contínua no processo de produção. Procura gerenciar as restrições de forma que determinem o ritmo de produção, ou seja, subordinar todo o sistema em função do recurso limitante.

Nesse sentido Pozo; Tachizawz e Souza (2008, p.3) acrescentam que “Faz-se necessário, então, que a organização fale uma linguagem “comum e simples”, evitando os freqüentes problemas de comunicação existente nas empresas”. Acrescentam ainda que no sistema convencional, a avaliação do desempenho de um administrador deve ser feita a a partir dos objetivos que ele atingiu ou não, em relação a empresa, ou seja, em termos de: produção obtida, lucro líquido, fluxo de caixa, retorno do investimento, etc.

Sob a ótica da gestão, Goldratt (1991, p. 149) focou seu trabalho em resolver os problemas intrínsecos à restrição ou gargalo da gestão “[...] é qualquer recurso cuja capacidade é igual ou menor que a demanda imposta a ele”. Nesse ínterim Guerreiro (1999) destaca que existem dois tipos de restrições: restrições físicas, em que o gargalo reflete capacidade insuficiente de produção, englobando mercado, máquinas, fornecedor, demanda, pessoas; e, restrições não-físicas, ou políticas, formada por normas, procedimentos e práticas tradicionais de administração.

Consoante Cobett Neto (1997, p.42) destaca que “as restrições não são intrinsecamente boas ou ruins, elas simplesmente existem. Se você escolher ignorá-las elas se tornam ruins. Se você escolher reconhecê-las e administrá-las elas se tornam uma grande oportunidade, uma alavanca para o seu negócio”.

A meta da empresa é ganhar mais dinheiro. De acordo com Cox III e Spencer (2002) devem existir condições necessárias para se atingir a meta da empresa, tais como, o cumprimento de todas as regras, gerenciar de forma ética, produzir produtos e serviços de qualidade, atendimento especializado ao cliente e também proporcionar um ambiente adequado e seguro de trabalho.

A partir do princípio de que a meta da empresa é ganhar mais dinheiro, deve-se gerenciar os efeitos das incertezas. “Eventos incertos vão sempre ocorrer em sistemas complexos como são os sistemas de produção. Como é difícil antecipar onde, no sistema, os eventos vão ocorrer, é necessários que o sistema esteja protegido em seus pontos frágeis ou críticos”. (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 151).

Esse contexto, de acordo com Corbertt Neto (1997), leva a dois fatos que criam uma ilusão de capacidade balanceada numa fábrica, fato perigoso para as empresas chamadas de: a) Flutuações estatísticas são as variações do tempo de execução de uma mesma operação cada vez que é executada. b) Eventos dependentes, de acordo com Corrêa e Ganesi (1993), é o encadeamento de operações, ou seja, para que uma operação subsequente possa acontecer a operação anterior deve estar concluída.

De acordo com Corrêa e Ganesi (1993) o recurso restritivo é quem determina o ritmo de produção, portanto, o *lead time* do produto. *Lead time* de produção é o tempo que decorre desde o processo de tramitação da ordem de produção até o momento que o produto está disponível para uso. Também pode ser definido como a soma dos tempos de preparação da máquina, tempo de processamento, tempo de movimentação e tempo de espera em fila.

Para reduzir o *lead time* é necessário que o sistema de manufatura e o processo de produção sejam projetados de forma a facilitar o rápido fluxo de produção. *Lead time* de produção menores tendem a operar com maior flexibilidade em relação a seus concorrentes, tornando a empresa mais competitiva. (CORRÊA; GIANESI, 1993; CORBERTT NETO, 1997).

A teoria das restrições baseia-se no fato de que aproveitar o máximo possível de um recurso não restritivo não proporciona ganhos em todo o sistema, pois o sistema está sofrendo influências dos recursos com restrição de capacidade, os quais determinam o ritmo de produção.

O processo de identificação das restrições em um sistema produtivo está vinculado a aplicação de cinco passos fundamentais, os quais são utilizados como ferramentas para a maximização do processo e definindo fluxos ótimos de produção.

Goldratt (1991) desenvolveu os cinco passos para identificar as restrições do sistema:

1º Passo: identificar a restrição do sistema

De acordo com Cox III e Spencer (2002) todo sistema deve ter pelo menos uma restrição, caso contrário teria lucros infinitos. “[...] identificar aqueles recursos cuja capacidade produtiva restringe a capacidade do sistema como um todo de atender a seu fluxo de vendas de produtos”. (CORRÊA; GIANESI, 1993, p. 161).

“Numa fábrica haverá sempre um recurso que limita o seu fluxo máximo, assim como numa corrente há sempre um elo mais fraco. Para poder aumentar o desempenho do sistema ou a resistência da corrente, é necessário identificar o elo mais fraco”. (CORBETT NETO, 1997, p. 40).

Depois de identificada a restrição Goldratt (1998) enfatiza dois modos diferentes de aumentar a capacidade de um recurso restritivo. “[...] um é simplesmente adicionar mais capacidade, contratando mais pessoas ou comprando mais máquinas. Mas há outro modo. Tirar o máximo de capacidade que já temos”. (GOLDRATT, 1998, p. 98).

2º Passo: decidir como explorar a restrição do sistema.

Segundo Corrêa e Giansesi (1993) explorar os recursos restritivos é tirar o máximo possível de sua capacidade. Não desperdiçar tempo algum nas restrições. Na ótica de Cox III e Spencer (2002, p.72) “A segunda etapa consiste em decidir como explorar a restrição do sistema. A palavra “explorar” é muito interessante. Significa aproveitar-se de algo. E, neste caso, significa aproveitar a capacidade existente na restrição que, freqüentemente, é desperdiçada por se produzir e vender os produtos errados [...]”.

Os autores sugerem algumas maneiras para manter o fluxo de produção através da restrição, como redução do tempo de preparação da restrição, procedimentos de controle da qualidade e práticas de manutenção preventiva.

3º Passo: subordinar tudo o mais à decisão acima.

De acordo com Guerreiro (1999, 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”. Na visão de Corbett Neto (1997, p.41):

“Os outros recursos devem trabalhar ao passo da restrição, e não mais rápido ou mais devagar. Eles não podem deixar faltar material para a restrição trabalhar, pois assim ela pararia e o desempenho do sistema seria afetado negativamente. Por outro lado, os recursos não-restrição não devem trabalhar mais rápido que a restrição, pois não estariam aumentando o nível de produção da linha, mas apenas aumentando o nível do estoque em processo”.

Segundo Cox III e Spencer (2002) este passo é uma tarefa difícil de ser executada porque questiona práticas e procedimentos gerenciais tradicionais, uma vez que todas as atividades devem ser subordinadas a restrição. É nesta etapa que muitos gerentes perdem a coragem.

4º Passo: elevar a restrição do sistema

De acordo com Corrêa e Giansesi (1993) este passo procura relaxar a restrição. Encontrar alguma forma de aumentar a capacidade de produção do gargalo, podendo ser mais turnos, mais um equipamento, mais mão-de-obra, entre outros. “A quarta etapa consiste em elevar a

restrição o sistema. Elevar neste caso significa aumentar a capacidade para um nível mais alto. Esta etapa pode ser confundida com a etapa 2, que fala sobre explorar a restrição” (COX III; SPENCER, 2002, p. 74).

Portanto, ao elevar uma restrição o desempenho da empresa aumentará, mas não irá para o infinito. Alguma coisa limitará esse ganho, ou seja, uma nova restrição aparecerá.

5º Passo: se, num passo anterior, uma restrição for eliminada, volte ao primeiro passo, mas não permita que a inércia gere uma restrição no sistema.

“Tendo em vista que sempre surgirá uma nova restrição após a etapa 4, o ciclo deve ser reiniciado novamente a partir da etapa 1. Uma recomendação importante é no sentido de que a inércia não se torne uma restrição do sistema”. (GUERREIRO, 1999, p. 22).

Conforme Guerreiro (1999) a inércia nas organizações gera restrições políticas, sendo que em muitas situações pode não existir restrições físicas e o sistema operar de forma ineficiente em função das normas e procedimentos internos da empresa.

Para Goldratt (1991, p. 100), “[...] esse não é o último passo. [...] Aqui está a nossa corrente. [...] Aqui está o elo mais fraco. Reforcei esse elo. Toda corrente ficou mais forte. Reforcei-o de novo, a corrente ficou mais forte ainda. Reforcei-o de novo, e nada aconteceu. Por quê? [...] Esse elo não é mais a restrição. Então tenho de evitar a inércia e voltar ao passo um”.

Assim, Goldratt e Cox (2001) argumentam que se uma empresa que visa lucro quiser melhorar o desempenho do sistema, precisa aprender a administrar suas restrições. Elas determinam o ganho do sistema, ou seja, a empresa controla as restrições, ou elas a controlarão.

3. Metodologia

Para a realização deste estudo utilizou-se a pesquisa exploratória, que segundo Collins; Hussey (2005) e Trivinos (2007) este tipo de pesquisa têm como objetivo reunir dados e informações que permitam a criação de padrões de comportamento em relação a determinados conceitos e teorias. Por meio da pesquisa exploratória foi efetuado o levantamento dos dados primários necessários para o estudo.

Quanto à forma, o estudo caracteriza-se em pesquisa quantitativa, fato que se sustenta nas definições de Collins; Hussey (2005) e Trivinos (2007), em que a pesquisa quantitativa caracteriza-se pela análise de dados numéricos, fato que é plenamente aplicável visto que a coleta de dados deste estudo contará com a medição dos tempos de processamento, tempo de espera e *lead time* produtivo.

Para o mapeamento do processo produtivo e construção do *layout* foi utilizado o método de observação, procedimento que “em seu sentido mais amplo, a observação é um método para coletar dados associados [...]”. (COLLINS; HUSSEY, 2005, p. 163). Segundo os autores trata-se de observar e registrar o comportamento e ações em determinado ambiente. Deste modo o estudo pode ser classificado em pesquisa descritiva, porque se buscou descrever todos os fatos observados no setor produtivo da indústria. (TRIVINOS, 2007).

A empresa foco deste estudo é uma indústria de móveis, localizada no município de São Domingos – SC. Esta indústria trabalha com três famílias de produtos: roupeiros, cozinhas e móveis sob medidas. Como objeto de análise desta pesquisa, optou-se pelo processo produtivo da família dos roupeiros. A escolha específica de análise - família dos roupeiros -, justifica-se em razão da alta complexidade do processo produtivo quando considerado todos os produtos em processo, fato que inviabilizaria a verificação dos pontos restritivos do processo.

Portanto, este trabalho limitou-se ao estudo do processo produtivo da família dos roupeiros, considerando apenas as restrições físicas (gargalo). A família dos roupeiros possui 5 modelos de roupeiros. Utilizou-se cronômetros para análise dos tempos de processamento e as coletas foram aleatórias. A coleta aconteceu durante 30 dias no processo produtivo.

Para atingir os objetivos propostos neste estudo fez-se necessário analisar e interpretar os dados, os quais ajudam a compreender a situação atual da empresa para buscar soluções e propor melhorias nos processos produtivos. Na análise e interpretação dos resultados foram usados gráficos, tabelas, planilhas e quadros desenvolvidos no *Excel* os quais foram confrontados com os resultados possibilitando a comparação entre ambos.

4. Apresentação e Análise dos Dados

Nesta seção estão apresentados o fluxograma do processo produtivo da família dos roupeiros da indústria de móveis e a aplicação da teoria das restrições.

Para melhor entendimento do processo de produção elaborou-se o fluxograma que compreende o processo produtivo da produção de roupeiros. Nesse sentido, o processo produtivo da família dos roupeiros da indústria de móveis obedece o fluxo de produção apresentado a seguir.

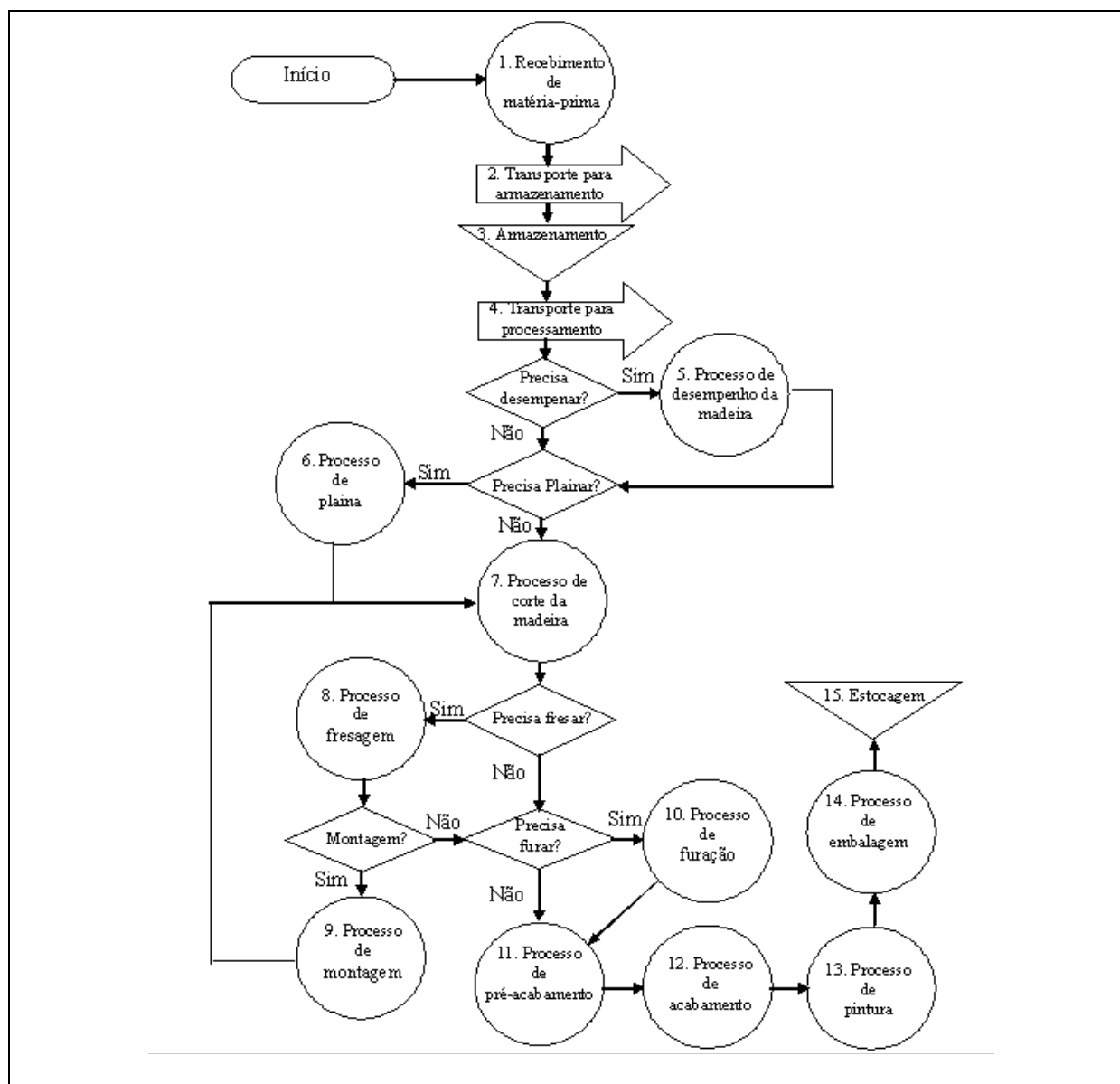


Figura 1: Fluxograma do processo produtivo da família dos roupeiros

O fluxo de produção da família dos roupeiros, objeto desse estudo, é a linha de fabricação mais complexa entre os produtos fabricados, por apresentar o maior número de componentes, exigindo maior tempo de fabricação, sendo, portanto, os itens mais críticos para a produção, fato que permite análise criteriosa e, por conseguinte esperam-se melhores resultados

4.1 Aplicação da Teoria das Restrições

Neste tópico apresentação a aplicação do processo de decisão, as 5 etapas da teoria das restrições de Goldratt (1991), visando identificar a restrição do sistema com o objetivo de maximizá-la, explorando o gargalo para a otimização do processo.

Segundo o autor a teoria das restrições procura identificar o recurso restritivo (gargalo) e explorá-lo o máximo possível. Para isso buscou-se o entendimento do processo produtivo da família de roupeiros na indústria de móveis para aplicar efetivamente os passos da teoria a fim de otimizar o processo produtivo. Neste contexto, apresentam-se a seguir a aplicação dos cinco passos da teoria das restrições.

1º Passo: Identificar a restrição do sistema

O processo de identificação da restrição do sistema produtivo da indústria de móveis na família dos roupeiros foi um processo complexo que exigiu a tomada de tempos de processamento de cada equipamento. Cronometrou-se três vezes o mesmo processo para que os resultados fossem confiáveis e produzissem efeito satisfatório no estudo proposto. Esses tempos de processamento foram tomados em diferentes horários e também se tomou o cuidado para que diferentes funcionários realizassem a atividade.

A partir da coleta dos dados elaboraram-se as planilhas dos tempos de processamento de cada item dos roupeiros, analisando a capacidade produtiva efetiva, considerando os tempos de preparação das máquinas e transportes das peças. O parâmetro de análise é referente à jornada de oito horas diárias de trabalho.

A tabela 1 representa o resumo de todas as coletas realizadas e apresenta as quantidades produzidas por dia em relação aos tempos de processamento dos roupeiros em cada processo, quando identificou-se a restrição do sistema.

Processos	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4
Plaina	23 pç/dia	20 pç/dia	17 pç/dia	14 pç/dia
Corte	35 pç/dia	32 pç/dia	24 pç/dia	21 pç/dia
Fresagem	43 pç/dia	34 pç/dia	31 pç/dia	26 pç/dia
Montagem	13 pç/dia	12 pç/dia	10 pç/dia	10 pç/dia
Furação	26 pç/dia	21 pç/dia	17 pç/dia	15 pç/dia
Pré-Acabamento	24 pç/dia	20 pç/dia	16 pç/dia	14 pç/dia
Acabamento	20 pç/dia	17 pç/dia	15 pç/dia	13 pç/dia
Pintura	12 pç/dia	11 pç/dia	9 pç/dia	8 pç/dia
Embalagem	22 pç/dia	17 pç/dia	15 pç/dia	14 pç/dia

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 1: identificação da restrição

A tabela 1 apresenta as capacidades de produção de cada um dos processos produtivos necessários para elaboração dos modelos de roupeiros. Por exemplo, a máquina de plaina tem capacidade para produzir 23 roupeiros por dia do modelo 1, 20 roupeiros por dia do modelo 2, 17 modelos por dia do modelo 3 e 14 modelos por dia do modelo 4. Da mesma forma lê-se para os demais equipamentos.

A partir da coleta dos tempos de processamento e elaboração das planilhas identificou-se que o processo de pintura como recurso restritivo, pois, de todos os processos necessários é o que

possui menor capacidade de produção, logo impede a empresa de obter maior lucro. Após identificada a restrição parte-se para o segundo passo da teoria das restrições.

2º Passo: Explorar a restrição do sistema

Explorar a restrição do sistema significa aproveitar o máximo possível o recurso restritivo. Isso significa otimizar ao máximo o processo. Para isso, sugere-se como medida de otimização a utilização de um funcionário de outro recurso com capacidade ociosa. Isso aumentaria a capacidade do processo de pintura em 50% pois atualmente apenas dois funcionários realizam a atividade de pintura que é a restrição do sistema. Este outro funcionário deve ser treinado e capacitado.

Esse aumento justifica-se pela otimização resultante do processo. No atual processo são duas pessoas que efetivamente pintam, as demais retiram as peças. Então com mais um funcionário pintando teria essa capacidade aumentada.

Analisando os tempos de processamento sugere-se a utilização de um funcionário do processo de fresagem, o qual está com capacidade ociosa e utiliza dois funcionários. Essa utilização deve ser mantida somente até o processo de fresagem tornar-se a restrição.

A tabela 2 apresenta as quantidades produzidas por dia em relação aos tempos de processamento com a utilização de mais um funcionário no recurso restritivo, ou seja, processo de pintura.

Processos	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4
Montagem	13 pç/dia	12 pç/dia	10 pç/dia	10 pç/dia
Pintura	18 pç/dia	16 pç/dia	13 pç/dia	12 pç/dia

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 2: explorar restrição do sistema

Com a otimização do processo de pintura, houve uma mudança da restrição, sendo o próximo passo subordinar todos os processos a nova restrição do sistema. Como pode ser verificado, com a mudança realizada, ou seja, com a realocação do funcionário da fresagem para a pintura, essa atividade deixa de ser a restrição do sistema, conseqüentemente, surgirá outra. Os demais processos permaneceram inalterados.

Dessa forma a restrição passou a ser o processo de montagem. E para otimização deste recurso, sugere-se como medida de otimização a utilização de um funcionário de outro setor com capacidade ociosa. A utilização de mais um funcionário no setor de montagem, representaria um ganho de produção no setor de 50%. Isso se justifica porque atualmente são dois funcionários que realizam a atividade de montagem.

Utiliza-se apenas uma máquina no setor, a qual tem capacidade ociosa, ou seja, o setor de montagem não tem maior produtividade por falta de mão-de-obra, e não por falta de capacidade do equipamento, caracterizando desbalanceamento de linha.

Com a utilização de mais um funcionário no setor de montagem, a quantidade de modelos de roupeiros por dia será aumentada, conforme apresentado na tabela 3.

Processos	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4
Montagem	19 pç/dia	18 pç/dia	16 pç/dia	16 pç/dia
Pintura	18 pç/dia	16 pç/dia	13 pç/dia	12 pç/dia

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 3: explorar a restrição do sistema

Com a alocação de um funcionário do setor de corte, o qual possui capacidade ociosa, otimizou-se o processo de montagem, conseqüentemente houve uma mudança na restrição, novamente para o processo de pintura. Os demais processos permanecem inalterados. Com essa alocação para o setor de montagem houve um ganho na produção de modelos por dia.

A alocação do funcionário do setor de corte para o setor de montagem deve acontecer somente até que o setor de corte não se torne a restrição do sistema. Depois de otimizado ao máximo a capacidade do setor de montagem, ou seja, explorada a restrição, deve-se aplicar o terceiro passo da teoria das restrições: subordinar tudo o mais a decisão anterior.

3º Passo: Subordinar tudo o mais a decisão acima

Neste passo da teoria das restrições, significa dizer que todos os processos devem ser subordinados pela restrição do sistema, ou seja, de acordo com as quantidades de modelos por dia produzidos no recurso restritivo. Nesse sentido a quantidade diária produzida em cada setor deverá ser de 18 peças/dia do modelo 1, 16 peças/dia do modelo 2, 13 peças/dia do modelo 3 e 12 peças/dia do modelo 4.

Utilizar a capacidade ociosa dos outros processos não proporcionará ganhos em todo o sistema, conseqüentemente ocasionará desperdícios de recursos financeiros, matéria-prima e mão-de-obra, além de ocupar espaço e gerar estoques intermediários de peças produzidas nos recursos não-restritivos.

A partir deste cenário sugere-se formar um estoque pulmão antes da restrição de quatro horas de processamento, de forma a garantir o seu abastecimento, caso ocorra uma parada não programada no processo anterior. Porém, destaca-se que a empresa não processa apenas roupeiros, a mesma possui um mix de produtos, sendo assim, não se pode afirmar que a restrição encontrada na família dos roupeiros, seja restrição também no restante do mix.

Desta forma, subordinando os demais processos, o sistema produzirá somente o que a restrição tem capacidade de processar. Nesse sentido a empresa conhece suas limitações e deve vender somente a quantidade que tem condições de processar (até a capacidade do gargalo). Após subordinado parte-se para o quarto passo, elevar a restrição do sistema.

4º Passo: elevar a restrição do sistema

Elevar a restrição do sistema significa propor melhorias no sistema produtivo. Como pode ser percebido, até então, aumentou-se a capacidade produtiva de todos os modelos apenas com a otimização dos processos, sendo utilizados os recursos com capacidade ociosa para suprir as necessidades dos recursos com restrição de capacidade.

Porém, otimizou-se o sistema o máximo possível sem a utilização de recursos financeiros (investimentos). Para melhor aproveitamento dos recursos, faz-se necessário à utilização de recursos financeiros para investimentos em máquinas e equipamentos, bem como mão-de-obra treinada e qualificada.

Apresentam-se algumas sugestões de investimentos para otimização e aumento da capacidade produtiva na família dos roupeiros da indústria de móveis.

- Desenvolvimento de um projeto de planejamento e controle da produção;
- Ativação da terceira sala de pintura. Conforme observado, a empresa dispõe de instalações de uma terceira sala de pintura, a qual encontra-se desativada. Mesmo ela não sendo mais a restrição possui capacidade baixa de produção, o que provavelmente logo será a restrição novamente.
- Aquisição de uma cortina d'água e um tanque de pintura completo para a ativação da sala de pintura.
- Contratação, treinamento e capacitação de pessoal para as atividades de montagem e pintura.

5º Passo: se, num passo anterior, uma restrição for eliminada, volte ao primeiro passo, mas não permita que a inércia gere uma restrição no sistema.

De acordo com os princípios da teoria das restrições, sempre que se eliminar uma restrição no sistema aparecerá outra, e assim sucessivamente. Porém, deve-se tomar o cuidado para que não se torne um ciclo vicioso e que as ferramentas utilizadas para a identificação e eliminação dos gargalos não se tornem obsoletas, não gerando reação ao sistema, prejudicando o objetivo da teoria das restrições.

Esse trabalho, em função do tempo e da condição financeira atual da empresa, foi desenvolvido, efetivamente, até o terceiro passo, ou seja, subordinar o resto à decisão anterior. O quarto passo pode ser desenvolvido como seqüência e, para isso, o pesquisador propôs possíveis soluções à empresa, que poderá adotá-las dentro de suas condições.

4.1.1 Análise de ganhos

Aplicou-se os cinco passos da teoria das restrições da família dos roupeiros da indústria de móveis com o objetivo de otimizar o processo. Porém, faz-se necessário uma análise do ganho gerado para a empresa após a otimização, para verificar se efetivamente proporcionou resultados satisfatórios com a utilização dessa ferramenta.

Como pode ser observado na tabela 1, a capacidade de produção antes da aplicação da TOC é de 12 peças/dia do modelo 1, 11 peças/dia do modelo 2, 9 peças/dia do modelo 3 e 8 peças/dia do modelo 4. Vale ressaltar que as quantidades produzidas por dia referem-se a apenas um modelo, ou seja, a capacidade de produção é de somente 12 peças/dia do modelo 1 e somente desse modelo.

Ressalta-se também que as quantidades apresentadas são baseadas na capacidade de produção diária e não estão sofrendo influência de demanda, sendo que esses valores referem-se a 100% da capacidade de produção da empresa, ou seja, supõe-se que a empresa não produza outros itens. O objetivo é estritamente o de mostrar o ganho gerado em capacidade com a aplicação da teoria das restrições.

Destaca-se que dos 100% da capacidade de produção da indústria de móveis, atualmente a produção de roupeiros corresponde a 40% do total do mix de produtos, totalizando 60 peças por semana, divididas entre os modelos, conforme apresentado na tabela 4.

Descrição	MOD 1	MOD 2	MOD 3	MOD 4
Quantidade produzida semanal (atual)	16	28	7	7
Quantidade produzida após a otimização	24	42	10	10

Fonte: Dados da pesquisa

Tabela 4: comparativo da quantidade produzida

Como pode ser verificado, após a aplicação da teoria das restrições, a empresa tem a oportunidade de produzir mais roupeiros sem afetar o restante do mix de produtos. Pode-se afirmar que existe demanda para esse aumento de produção, em vista de sua produção atual ser absorvida quase que totalmente pelo estado do Rio Grande do Sul. Sendo assim, existem muitos mercados a serem explorados pela empresa.

Neste sentido, salienta-se que o ganho atribui-se as quantidades produzidas e conseqüentemente refletirá na lucratividade. O aumento da produção foi de 50%. Diante destas análises reforça-se a necessidade de contínuos estudos no setor produtivo indústria de móveis para se chegar a um fluxo ótimo de produção.

5. Considerações Finais

A teoria das restrições demonstrou-se muito eficaz na otimização dos processos produtivos, justificando seus fundamentos, quanto ao princípio de que todo sistema possui restrições e que quando eliminada uma restrição aparecerá outra e ainda que cada elemento depende um

do outro, sendo que a maximização dos elementos isolados não garantem a maximização do sistema como um todo. (GOLDRATT, 1991).

Dessa forma, evidenciou-se nesse estudo que uma empresa que visa lucro e pretende melhorar o desempenho do sistema, precisam aprender a administrar suas restrições, ratificando as ponderações de Goldratt e Cox (2001). Conforme os autores as restrições determinam o ganho do sistema, ou seja, o estudo em tela confirma a posição dos autores em que ou a empresa controla as restrições do sistema, ou as restrições do sistema controlarão os resultados da empresa.

Os resultados alcançados é o reflexo de um estudo, em certa media complexo, minucioso, com rigor metodológico teórico confiável realizado no setor de produção de uma indústria de móveis. Os ganhos verificados para a indústria após a aplicação dos cinco passos da teoria das restrições refletem claramente um crescimento de 50% na produção e conseqüentemente no faturamento. Resultados satisfatórios também deverão ser observados no lucro, conseqüência da otimização do processo.

A partir do embasamento teórico e o confronto da teoria com a prática, conclui-se que este estudo agregou significativa contribuição para a comunidade acadêmica, considerando o teste exitoso da teoria das restrições. Para a indústria objeto de estudo, houve contribuição sobre a importância do registro dos tempos de processamento dos produtos, o impacto dos *setups* do sistema de produção, a necessidade de observar e reconhecer a complexidade dos fluxos de produção e a importância de os mesmos trabalharem de acordo com as restrições e a influência que estas variáveis causam no sistema como um todo.

Em fim, abordar os conceitos que permeiam as teorias dos sistemas produtivos traz conhecimentos superficiais sobre os assuntos, mas estudá-los no chão-de-fábrica enriquecem esses conhecimentos e os tornam consistentes capazes de entender os processos e respectivos impactos nos resultados almejados pelas organizações.

Referências

ADIZES, I.; *Os Ciclos de Vida das Organizações. Como e porque as Empresas Crescem e Morrem e o que fazer a Respeito.* São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BUFFETT, M.; CLARK, D. *O Tão de Warren Buffett.* Rio de Janeiro: Sextante, 2007.

COLLINS, J.; HUSSEY R. *Pesquisa em administração.* Porto Alegre: Bookmann, 2005.

CORBETT NETO, T.; *Contabilidade de Ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a teoria das restrições.* São Paulo: Nobel, 1997.

CORRÊA, H.; L.; GIANESI, I. G. N.; *JUST IN TIME, MRP II, E OPT: um enfoque estratégico.* 2 ed. São Paulo: Atlas, 1993.

COX III, J. F.; SPENCER, M. S.; *Manual da Teoria das Restrições.* 1 ed. Porto Alegre: Bookmann, 2002.

GAITHER, N.; FRAZIER, G.; *Administração da Produção e Operações.* 8 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOLDRATT, E. M. *A meta.* São Paulo: Educator, 1991.

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

GOLDRATT, E. M.; COX, J.; *A Meta: um processo de melhoria contínua.* 2 ed. São Paulo: Nobel, 2001.

GUERREIRO, R.; *A Meta da Empresa – Seu Alcance sem Mistérios.* 2 ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MOELLMANN, A. H. et. al. *Aplicação da Teoria das Restrições e do Indicador de Eficiência Global do Equipamento para Melhoria de Produtividade em uma Linha de Fabricação.* Disponível em <<http://www.pg.cefetpr.br/ppgep/revista/revista2006>> Acessado em 30/07/2009.

POZO, H.; TACHIZAWA, T.; SOUZA, J. H. *Teoria das Restrições: um estudo de caso através da redução do tempo de set up em uma metalúrgica do ABC.* Disponível em <<http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2008/artigos/E2008>> Acessado em 02/08/2009.

SOUZA, F. B., BAPTISTA, H. R. *Proposta de Avanço para o método Tambor – Pulmão – Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda.* Gestão & Produção, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735-746, 2010.

TRIVINOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais.* São Paulo: Atlas, 2007.

ZANARDI, Rafael Petri et. al. *Proposta de melhoria do processo produtivo a partir da aplicação dos conceitos do Sistema Toyota de Produção e Teoria das Restrições aliados a ferramenta de Workflow.* In: IV Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Ponta Grossa, PR. 03 a 05 de Dez. 2014. Disponível em: <<http://www.aprepro.org.br/conbrepro/2014/anaais/eng%20op%20pp.html>> Acesso em 30 ago. 2015.