



Revista ADM.MADE

Revista do Mestrado em Administração e
Desenvolvimento Empresarial - Universidade
Estácio de Sá

Revista ADM.MADE, ano 11, v.15, n.1, p.93-114, janeiro/abril, 2011

Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial da Universidade
Estácio de Sá – Rio de Janeiro (MADE/UNESA). ISSN: 1518-9929
Editora responsável: Isabel de Sá Affonso da Costa

Utilizando os Passos da Teoria das Restrições para a Melhoria Contínua da Produção: um Estudo Aplicado a uma Fábrica de Jeans

Alessandro Pereira Alves¹

Tatiane Gomes Silva²

Rodrigo Santana de Almeida³

Samuel Cogan⁴

Artigo recebido em 12/11/2010. Aceito em 10/03/2011. Artigo submetido a avaliação *double-blind*.

¹ Bacharel em Ciências Contábeis pela Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ). Mestrando em Ciências Contábeis na FACC/UFRJ. Endereço: Câmara Municipal de Petrópolis, Departamento de Orçamento e Finanças – Praça Visconde de Mauá - Centro - Petrópolis/RJ - CEP: 25750-000. E-mail: alessandropalves@yahoo.com.

² Bacharel em Ciências Contábeis pela Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ). Mestranda em Ciências Contábeis na FACC/UFRJ. Av. Pasteur, 250 – Urca – Rio de Janeiro/RJ – CEP: 22290-240. E-mail: tatianegsilva@gmail.com.

³ Bacharel em Ciências Contábeis pela Universidade Gama Filho (UGF). Mestrando em Ciências Contábeis na Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ). Endereço: Investe Rio – Rua México, 125 – Centro – Rio de Janeiro - CEP: 20031-145. E-mail: rodrigo.rsa@globo.com.

⁴ Doutor em Engenharia de Produção pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Professor Associado da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da Universidade Federal do Rio de Janeiro (FACC/UFRJ). Endereço: Av. Pasteur, 250 – Urca – Rio de Janeiro/RJ – CEP: 22290-902. E-mail: scogan@uol.com.br.

Utilizando os Passos da Teoria das Restrições para a Melhoria Contínua da Produção: um Estudo Aplicado a uma Fábrica de Jeans

Este artigo apresenta o mapeamento do processo de produção de uma fábrica de jeans com potencial de incremento de produtividade. O objetivo principal foi investigar os principais problemas do seu processo produtivo utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC), que busca otimizar a produção de uma organização por meio da identificação das restrições do sistema, minimizando-as ou eliminando-as, e sugerir a implementação de mudanças a fim de melhorar o desempenho global da fábrica. Os resultados apontaram que a principal restrição era o excesso de erros no setor de costura ocasionado por um determinado grupo de costureiras. Sugeriu-se, então, a utilização das ferramentas citadas como forma de solução para as restrições. Agora, há a necessidade de aplicação, pela empresa, das sugestões propostas, de modo a evidenciar - ou não - a melhoria nos resultados, especialmente pela atuação direta na produção, eliminando as paradas, ainda que também pela mudança de perspectiva. A pesquisa realizada é aplicada e exploratória, e, para proceder ao levantamento descrito acima, foram realizadas entrevistas e várias visitas à fábrica.

Palavras-chave: Teoria das Restrições; melhoria contínua; cinco passos da TOC; tambor-pulmão-corda.

Keywords: Theory of Constraints; continuous improvement; the five steps of TOC; drum-buffer-rope.

Using Theory of Constraints' Steps for Continuous Improvement of Production: An Applied Study on a Jeans Factory

This article presents the production process of a jeans factory that has potential to increase productivity. The study's main objective was to investigate the main problems of the production process using the Theory of Constraints (TOC) tools, which seeks to optimize the production of an organization by identifying the constraints of the system, minimizing or eliminating them, and suggest the implementation of changes to improve the overall factory performance. The results revealed that the main constraint was the excess of errors in the Sewing department caused by a particular group of seamstresses. It has been suggested, then, using the tools mentioned, TOC, as a solution for the constraints. Now, there is the need for implementation by the company of the proposed suggestions, in order to demonstrate whether or not the improvement in results, especially by acting directly in the production, eliminating the stops. This study may be classified as an applied and exploratory research. In order to conduct this analysis interviews were conducted and several visits to the factory were made.

1. Introdução

No início da década de 1990, o Brasil passava por forte recessão econômica e por crise de desemprego. Além disso, sua economia era fechada ao fluxo de comércio internacional, que, no entanto, caminhava em direção a um amplo programa de privatização. Em 1994, deu-se início a um programa de estabilização monetária que produziu uma significativa redução de preços relativos dos bens importados e, conseqüentemente, maior concorrência entre as empresas nacionais. A partir de então, deu-se início a uma grande reestruturação da indústria nacional.

Segundo Braga (2005), a indústria de confecção nacional foi a que mais sofreu nessa época. A crise no setor ainda continuava no início da década seguinte, principalmente porque cerca de 70% (12.818) das firmas era composto de micro e

pequenas empresas voltadas para o atendimento do mercado interno, com problemas de defasagem tecnológica, baixo nível de informatização, e sistemas de produção e de comercialização ineficientes.

De acordo com dados do Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2003 (CIDE, 2004), a indústria de vestuário do município de Petrópolis (RJ) seguia o padrão de crise do setor, tendo reduzido sua participação no PIB industrial do município de 18% em 1996 para 14% em 1999, e para 6% em 2003. Em 2007, conforme o Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2007 (CIDE, 2008), a indústria de vestuário apresentou uma forte redução na participação do PIB estadual: -10,4%.

Pesquisas realizadas na região indicam uma mudança no cenário, principalmente após o apoio do governo via aumento do crédito através do BNDES; do apoio de outras instituições locais; e da vontade de competir dos empresários (CARVALHO, 2003; BRAGA, 2005; BAPTISTA, 2007).

Dado seu estreito relacionamento e a determinação de manter a competitividade, as empresas locais formaram o Arranjo Produtivo Local (APL)ⁱ de Confecção de Petrópolis.

De acordo com Baptista (2007), o APL de Confecção de Petrópolis possui grande interação entre suas empresas, que realizam constantemente negócios entre si e que, em grande parte, se unem para defesa de seus interesses através de entidades representativas do setor. Dessa forma, apostando na melhoria da qualificação profissional aliada à tecnologia, o atual APL é cenário de uma indústria de moda contemporânea e inovadora, focada em investimentos profissionais, e vem conquistando, a cada ano, destaque no mercado nacional e internacional.

Além disso, ainda de acordo com Baptista (2007), essas confecções têm aumentado e diversificado o investimento na produção e em seu leque de produtos, que vão desde camisetas de malha a tricô, jeans, *fitness* e até moda praia.

Nesse contexto, e no sentido de verificar a competitividade dessas empresas, constitui tarefa importante a realização de pesquisas, com o objetivo de avaliar a relevância do setor para o município e, conseqüentemente, para o estado e para o país. Ademais, conhecendo melhor o funcionamento do setor como um todo é possível contribuir para aperfeiçoar a eficiência de unidades fabris particulares, o que poderá melhorar o resultado global e, portanto, trazer ganhos não apenas econômicos, mas também sociais.

Assim, o objetivo principal desta pesquisa é estudar o processo de produção de uma fábrica, que está integrada a alguma forma de aglomeração entre produtores locais, em setor com potencial de incremento de produtividade. Escolheu-se, então, uma empresa do setor de confecção, mais particularmente, uma fábrica de *jeans* localizada na Região Serrana do Rio de Janeiro, no município de Petrópolis. Deste modo, irá se investigar e avaliar os principais problemas do processo produtivo da fábrica de *jeans* utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC), que busca otimizar a produção por meio da identificação das restrições de um sistema. Essas ferramentas serão utilizadas como uma proposta de solução para as restrições, seguindo as regras da TOC. Para alcançar os objetivos acima foram realizadas diversas entrevistas e visitas à fábrica e aplicou-se a teoria em uma situação real.

O trabalho está estruturado da seguinte forma: na primeira parte, a introdução; na segunda parte, o referencial teórico; na terceira parte será detalhada a metodologia utilizada; na sequência, apontam-se os resultados da pesquisa e, por fim, as considerações finais.

2. A Teoria das Restrições

O desenvolvimento da Teoria das Restrições iniciou-se principalmente pelo esforço de Goldratt, quando ainda um estudante de física, que se envolveu com um projeto de sistema de produção para ajudar um amigo numa pequena produção de gaiolas (ou galinheiros). O amigo chamou Goldratt para ajudar a projetar um sistema de planejamento. Seu sistema triplicou a produção da planta. Assim, o sucesso desse empreendimento foi a base do *software* OPT (*Optimized Production Technology*), voltado para otimização e programação da produção (VERMA, 1997).

Segundo Watson et al. (2007), as técnicas da TOC foram aplicadas em certo número de empresas citadas na Fortune 500ⁱⁱ, entre as quais a 3M, a Boeing, a Delta Airlines, a Ford Motor Company, a General Electric, a General Motors e a Lucent Technologies, que divulgaram publicamente melhoras significativas alcançadas através da implementação de soluções de TOC.

A despeito disto, existia certa resistência à utilização do OPT. A polêmica surgiu pelo fato de que determinadas empresas tinham que executar o cronograma sem compreendê-lo, porque Goldratt se recusou a liberar detalhes de seu algoritmo de escalonamento (muitas das programações eram contraintuitivas) e algumas empresas (clientes) tinham dificuldades para executar tarefas na sequência solicitada pelo cronograma. Em um esforço para aliviar este problema, em 1984 Goldratt escreveu o livro *A Meta*, em que explica a filosofia subjacente ao algoritmo de forma romaneada.

2.1. Conceituação

Para definir a Teoria das Restrições, é necessário primeiro definir o conceito de restrição. Uma restrição é “qualquer elemento ou fator que impeça que um sistema atinja um nível maior de desempenho em relação a sua meta” (WATSON et al., 2007, p.391 – trad. dos autores). Esta definição indica que a teoria das restrições pode ter uma aplicação mais ampla do que simplesmente o planejamento da produção e sistemas de gestão.

Para Verma (1997), a TOC pode ser definida como uma abordagem de gestão centrada na melhoria dos processos que restringem o fluxo da produção com vistas a melhorar continuamente o desempenho das operações de fabricação; isto é, essa filosofia busca otimizar a produção, por meio da identificação das restrições de um sistema, minimizando-as ou eliminando-as, a fim de melhorar o desempenho da organização como um todo.

Mabin e Balderstone (2003) afirmam que a TOC é uma metodologia multifacetada que foi desenvolvida para ajudar as pessoas e organizações a pensar sobre os problemas, desenvolver soluções adequadas e implementá-las com sucesso.

Goldratt e Cox (2002) apresentam vários conceitos importantes como os cinco passos da TOC, as Regras de Programação (OPT) e o método Tambor-Pulmão-Corda. Juntos, esses conceitos são conhecidos como a Teoria das Restrições. Assim, na sequência, iremos abordá-los, ainda que de forma bastante resumida.

2.2. Os cinco passos da TOC

Para a TOC cada organização tem pelo menos uma restrição que impede a gestão de atingir a meta da organização a um maior grau. As restrições consideradas para esta ferramenta são de natureza física. Desta forma, a Teoria desenvolve um conjunto de procedimentos para identificar e otimizar tais restrições. De acordo com Goldratt e Cox (2002), a metodologia consiste em cinco passos e é utilizada para promover a melhoria contínua, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Os cinco passos da TOC e seus procedimentos

Passos	Procedimentos de acordo com alguns autores
1. Identificar as restrições do sistema	Segundo Noreen et al. (1996), as restrições podem ser facilmente identificadas, desde que a fábrica seja bem organizada, através da localização de inventários de material em processo. Esses inventários poderão ser localizados (concentrados) na fase anterior da restrição. Outra forma de identificar as restrições, citada por Cogan (2007), é por meio da realização de cálculos da carga que cada máquina suporta <i>versus</i> a carga que é solicitada para produção.
2. Decidir como explorar as restrições	De acordo com Watson et al. (2007), nesta etapa é preciso identificar a melhor forma de explorar as restrições. É preciso conseguir atingir a melhor taxa de rendimento possível, dentro dos limites dos recursos atuais do sistema, atentando para o fato de que a saída do sistema é limitada pela taxa de transferência da restrição.
3. Subordinar os demais recursos	Csillag e Corbett Neto (1998) colocam que os demais recursos devem trabalhar no ritmo da restrição, e não mais rápido e nem mais devagar. O objetivo é proteger o conjunto de decisões relativas ao aproveitamento da restrição durante as operações diárias. Não se pode 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 restritivos não devem trabalhar mais rápido que a restrição, pois não estariam aumentando o nível de produção da linha. Estariam apenas aumentando o nível do estoque em processo.
4. Elevar (Levantar) a restrição	Segundo Noreen et al. (1996), nesta etapa deve-se “aumentar” a produção da restrição. Desta forma, parte do trabalho que rotineiramente passaria pela restrição pode ser enviado para fábricas externas e, se a restrição for uma máquina, outra pode ser adquirida. Para Cogan (2007), melhoramentos, como redução do tempo de preparação de máquinas, redução do tempo de parada de manutenção preventiva ou aumento do nível de habilidade do operário, podem ser realizados para melhorar o desempenho do sistema.
5. Elevar a inércia do sistema	No último passo, Csillag e Corbett Neto (1998) dizem que é preciso renovar o ciclo de melhoria para elevar a inércia do sistema. Se a restrição dos passos anteriores foi quebrada deve-se começar de novo.

Fonte: Noreen et al. (1996), Csillag e Corbett Neto (1998), Watson et al. (2007), Cogan (2007), adaptados pelos autores.

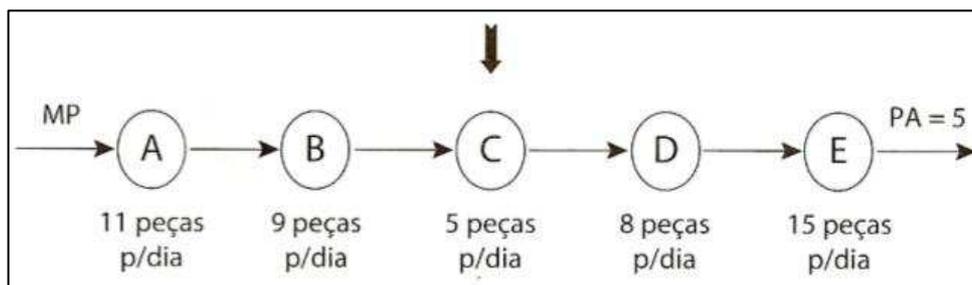
Para Noreen et al. (1996), um dos principais pressupostos por trás da TOC é de que o processo de produção, como numa empresa que visa o lucro, sempre tem pelo menos uma restrição. Sendo assim, para melhorar o desempenho do sistema é preciso administrar a restrição do sistema. “Não há realmente escolha neste assunto. Ou o indivíduo controla as restrições ou elas o controlam. As restrições irão determinar a ‘saída’ (ganho) do sistema, quer sejam reconhecidas e controladas ou não” (NOREEN et al., 1996, p.27).

2.3. O método tambor-pulmão-corda

O tamanho de um lote de peças em processo não é igual ao tamanho do lote de transferência, isto é, nem sempre um determinado número de unidades de peças iniciado na produção passa em igual quantidade, no mesmo momento, pelos seus diversos estágios, pois podem ocorrer restrições no sistema. Assim, de acordo com a TOC, todo e qualquer sistema pode produzir tanto quanto a capacidade de seu recurso restritivo.

Dessa forma, entende-se porque Goldratt (2009) se refere ao recurso restritivo de capacidade (RRC) como o tambor, porque o RRC determina o passo ou o ritmo da batida a ser seguido pelo resto dos recursos operacionais. Isso significa que todos os outros recursos produtivos são sincronizados com a programação da restrição. Na Figura 1, apresenta-se um exemplo do que seria uma restrição em um processo contínuo de operação, constituído por cinco grupos de trabalho (A,B,C, D e E), onde cada grupo só consegue produzir certas quantidades de peças por dia. Por exemplo, no caso de uma confecção de *jeans*, imagine-se o início da produção com a matéria-prima (tecido *jeans*) passando por cada grupo e cada peça equivalendo a uma calça parcialmente acabada. Identifica-se, então, a principal restrição no grupo C, pois ele só é capaz de produzir 5 peças por dia. Como os grupos estão interligados e cada um produz uma parte da calça, se o grupo “C” só consegue produzir 5 peças então a produção final será de 5 peças, logo a restrição comanda a produção (COGAN, 2007).

Figura 1: Restrição do Sistema



Fonte: Cogan (2007)

Segundo a TOC, o desenvolvimento do método consiste em: primeiro, desenvolver um cronograma para saber a data em que o material deve ser adquirido e processado. Este cronograma ou plano é chamado de tambor. Quando um grupo acelera ou atrasa demais o ritmo da produção, o tambor é tocado para que diminuam ou aumentem o ritmo. Em segundo lugar, determinar quando deve ser liberado o material para os grupos de trabalho (ou a restrição). Esse tempo de deslocamento é

Revista ADM.MADE, Rio de Janeiro, ano 11, v.15, n.1, p.93-114, janeiro/abril, 2011.

chamado de “corda”, e serve para “segurar” o grupo mais acelerado ou “puxar” o grupo mais atrasado. Além disso, deve ser reservada uma quantidade de material a ser enviada a qualquer momento ao grupo restrição: essa reserva é chamada de pulmão da restrição. Desta forma, a descrição torna clara a origem do nome “tambor-pulmão-corda”.

2.4. Pesquisas recentes sobre TOC em ambiente de manufatura.

É crescente a quantidade de pesquisas que utilizam as ferramentas da TOC para mostrar que é possível otimizar a produção. Todavia, ainda são poucas as pesquisas apresentadas em caso real, isto é, com aplicação prática. Segundo Fernandes et al. (2009), alguns estudos desenvolvem a Teoria das Restrições sob a forma de simulação sobre sua aplicação. Entretanto, observar sua utilização no mundo real permite uma compreensão maior de sua finalidade, bem como abre perspectivas de estudos complementares em outros ramos de atividade, visto que a interação entre academia e as empresas possibilita o aprofundamento do conhecimento e experiência de ambos.

As pesquisas por simulações são justificadas, na maioria das vezes, pela falta de tempo do pesquisador e pela dificuldade de se conseguir com gerentes a liberação ao acesso no interior da fábrica por algum tempo, já que, para verificar a eficácia da aplicação da ferramenta, é preciso conhecer muito bem todo o processo produtivo, sobretudo quando não é possível fazer parte dele.

Apesar das questões de limitação de tempo e dificuldade de acesso às empresas, foram identificadas pesquisas recentes no contexto da manufatura que utilizaram as ferramentas da TOC como meio de otimização da produção.

Belincanta et al. (2006) realizaram um estudo em uma indústria de embalagens plásticas com a finalidade de verificar a eficiência da aplicação da TOC na melhoria da produção, buscando o aumento da produtividade através da redução e eliminação de gargalos produtivos, focando a redução de custos. O resultado foi bastante satisfatório, já que, além de aumentar a produtividade, também trouxe redução de custos na produção da fábrica, possibilitando, assim, que a empresa realizasse entregas em tempos menores e, conseqüentemente, renegociasse seus preços de vendas.

Fernandes et al. (2009) estudaram a aplicação dos fundamentos da TOC em uma indústria de couros, caracterizada como curtume integrado. O objetivo do estudo foi evidenciar de forma empírica a aplicação da teoria para a tomada de decisão, relacionada à gestão das restrições e promoção de melhorias na produtividade. Foram analisadas as principais restrições do processo produtivo da empresa e a aplicação prática da TOC, levantadas por meio de entrevistas e de demonstrativos contábeis. De acordo com esses autores, o resultado demonstrou que a aplicação dos princípios da TOC permite o aprimoramento e a agilização do processo de tomada de decisões, focado em suas metas: lucro e crescimento.

Santos et al. (2006) estudaram a aplicação dos conceitos da TOC na indústria de refino de petróleo. Segundo os princípios da TOC, os esforços da empresa devem ser direcionados visando à otimização do seu resultado global, concentrando-se na identificação e gerenciamento de suas restrições. Para esse autores, na indústria de refino não é diferente: o resultado global da refinaria será dado pelo Ganho no Refino menos as Despesas Operacionais do Refino, sendo o Ganho a soma das vendas dos diversos derivados menos a soma dos custos dos diversos tipos de petróleo processados (SANTOS et al., 2006). Dessa forma, ao se decidir qual o composto de

derivados a ser produzido evidenciou-se que, com a utilização dos princípios da TOC, se pode obter um resultado mais favorável à empresa.

Castro et al. (2008) realizaram um trabalho com o objetivo de demonstrar que as ferramentas da TOC podem ser aplicadas para a otimização de ganhos no segmento de geração de energia elétrica por usinas termelétricas. Como resultados, encontraram que nas usinas termelétricas, destacam-se, preponderantemente, as restrições relativas ao fornecimento de combustível para o processo de geração de energia e a capacidade das linhas de transmissão até os usuários finais. Aplicando o processo geral de tomada de decisão proposto pela TOC, foi possível encontrar a melhor carteira de clientes para a usina, ou seja, aquela que otimiza o seu lucro total, tendo em vista a restrição de uma das linhas de transmissão para atender alguns de seus clientes potenciais.

Como apontado no início deste tópico, além dos estudos apresentados, diversos outros estão sendo realizados de forma crescente no Brasil, mas poucos são os que têm foco na prática. Sendo assim, existe certa dificuldade em saber a verdadeira eficácia dessas ferramentas na indústria manufatureira, sobretudo, nas empresas pequenas ou de médio porte, já que nessas empresas nem sempre há profissionais qualificados e um plano de gestão da produção adequado. Além disso, há que serem considerados alguns problemas que são de difícil controle como, por exemplo, sazonalidade da produção, crise financeira, catástrofes ambientais, entre outros.

Ademais, para utilizar as ferramentas da TOC é preciso levar-se em consideração a utilização de algumas regras tal como são preconizadas na literatura e descritas, de forma resumida, no tópico seguinte.

2.5. Regras de programação da produção - OPT

No início da implantação do OPT nas empresas dos Estados Unidos, alguns dados do cronograma eram controversos, pois as empresas mantiveram alguns centros de trabalho muito ocupados, enquanto, às vezes, outros ficavam ociosos, contradizendo o sistema de medição de desempenho, já que os trabalhadores eram geralmente medidos pela eficiência individual. Assim, existiam trabalhadores que, por vezes, ignoravam o cronograma e produziam peças para o estoque em uma tentativa de se manterem ocupados e evitarem avaliações de desempenho desfavoráveis (WATSON et al., 2007).

Para combater esse comportamento, Goldratt decidiu educar os gerentes e trabalhadores e abordou a primeira falácia da eficiência como a medida primordial de produtividade do trabalhador. Assim, o dogma principal da TOC é que dentro de cada sistema, existe pelo menos uma restrição que limita a capacidade do sistema para atingir níveis mais elevados de desempenho em relação ao seu objetivo, isto é, existe sempre aquele que é mais restritivo.

Desta forma, como parte de seus esforços iniciais, Goldratt lançou as nove regras de OPT que têm como lema: "a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total". As regras são apresentadas no Quadro 2.

Quadro 2: Resumo das nove regras de programação da TOC

Ord.	Regras de programação da TOC
1	<u>Balancear o fluxo, não a capacidade:</u> não se deve equilibrar a capacidade com a demanda, mas, sim, o balanceamento do fluxo de produção na fábrica com a demanda.
2	<u>O nível de utilização de um recurso não-gargalo não é determinado por seu próprio potencial, mas por alguma restrição do sistema:</u> este princípio determina que a utilização de recursos não-gargalos é nivelada em função das restrições existentes no sistema. Elas podem ser representadas pelos recursos internos com capacidades limitadas ou pela limitação da demanda do mercado.
3	<u>Ativação e utilização de recursos não são sinônimos:</u> a utilização corresponde ao uso de um recurso não- gargalo de acordo com a capacidade do recurso gargalo. Já a ativação corresponde ao uso de um recurso não gargalo em volume superior ao requerido pelo recurso gargalo.
4	<u>Uma hora perdida em um gargalo é uma hora perdida no sistema inteiro:</u> a TOC determina que só existe benefício na melhoria da eficiência do processo produtivo se a redução dos tempos for fator restritivo.
5	<u>Uma hora economizada em um não-gargalo é apenas uma miragem:</u> assim como já mencionado na regra anterior, é importante toda a economia de tempo nos recursos gargalos. As economias de preparação em recursos não-gargalos não tornam o sistema nem um pouco mais produtivo. O tempo e dinheiro economizados são uma miragem.
6	<u>Os gargalos governam tanto o fluxo como os inventários:</u> o que quer dizer que os recursos restritivos determinam o ritmo do sistema e o ganho, bem como os níveis de estoque.
7	<u>O lote de transferência não precisa e, muitas vezes, não deve ser igual ao lote de processo:</u> o lote de produção só é movimentado quando totalmente concluído. Isso simplifica o fluxo de informações dentro do sistema, mas gera um aumento no <i>lead time</i> médio dos itens (pois o primeiro item terá que esperar o último para ser transferido) e nos estoques em processo dentro do sistema. Para evitar esses problemas, os lotes de transferência devem ser considerados segundo a ótica do fluxo, enquanto os lotes de processamento devem seguir a ótica do recurso no qual será trabalhado.
8	<u>O lote de processo deveria ser variável e não fixo:</u> nos sistemas tradicionais o lote deve ter o mesmo tamanho para todas as operações de fabricação do produto, o que conduz a um problema de escala do tamanho a ser adotado, uma vez que as características das operações individuais podem conduzir a um cálculo diferente. Na TOC, os lotes de processamento podem variar de uma operação para outra.
9	<u>A programação deveria ser estabelecida analisando-se todas as restrições simultaneamente:</u> os tempos de ressumprimentos serão estabelecidos em função de como a produção é programada, isto é, eles são resultados do processo de planejamento da produção.

Fonte: Adaptado de Cogan (2007) e Watson et al. (2007).

2.6. Considerações sobre a TOC no contexto dos demais métodos de gestão das operações

Vários estudos foram realizados buscando analisar e comparar metodologias de melhoria contínua da TOC com o *Just-in-Time* (JIT), a *Total Quality Management* (TQM), e o Sistema Toyota de Produção (STP). Juntas, elas respondem pela grande maioria das iniciativas de melhoria contínua nas empresas manufatureiras e de serviços

(MATSUURA et al., 1995; WATSON e PATTI, 2008; SALE e INMAN, 2009; GUPTA e SNYDER, 2009; ALMEIDA et al., 2010).

De acordo com Cogan (2007), a TOC não utiliza medidas físicas para avaliação de desempenho, apoiando-se em medidas financeiras. Além disso, apesar de estar em concordância, na maioria dos aspectos, com o JIT e a TQM, faz críticas à filosofia JIT, por ignorar a questão das restrições; e à TQM, por incentivar a utilização de medidas não financeiras. No que tange à questão do estoque, que o JIT procura reduzir a zero, a TOC defende um estoque “amortecedor” para proteger o equipamento em que existem gargalos.

Com relação à TQM, ela enfatiza em primeiro lugar a redução de custos; em segundo lugar, um aumento dos ganhos; e em terceiro lugar, a redução dos inventários. A TOC, por outro lado, coloca em primeiro lugar o ganho; o inventário em segundo; e em terceiro, o custo (despesas operacionais).

Por fim, no que se refere ao STP, Goldratt (2009) relata que as técnicas desenvolvidas pela TOC e pelo STP para a gestão de fluxo seguem os mesmos conceitos fundamentais voltados à cadeia de suprimentos.

Dessa forma, ainda que seja possível verificar diferenças significativas entre os processos, técnicas ou ferramentas, as abordagens possuem conceitos muito semelhantes e, em alguns casos, são complementares.

3. Metodologia

Segundo Silva e Menezes (2001), as pesquisas podem ser classificadas de várias formas, sendo que as formas clássicas são: quanto à natureza (básica ou aplicada); quanto aos objetivos (explicativa, descritiva e exploratória); e quanto ao delineamento (bibliográfica, documental, experimental, estudo de caso, pesquisa-ação, pesquisa participante, levantamento e pesquisa *ex-post-facto*).

A pesquisa realizada foi de natureza aplicada (SILVA; MENEZES, 2001), exploratória e o delineamento, um estudo de caso. Para a base conceitual teórica, os dados foram coletados por meio da bibliografia e documentos disponíveis sobre o assunto.

A pesquisa contribui para fins práticos, visando à solução de problemas de curto e médio prazos encontrados na realidade da fábrica de *jeans*. Desta forma, quanto à natureza é classificada como aplicada, pois de acordo com Silva e Menezes (2001) esse tipo de pesquisa objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos e que envolve verdades e interesses locais. Neste tipo de pesquisa existe a necessidade do conhecimento dos resultados para a aplicação imediata.

Do ponto de vista dos seus objetivos a pesquisa é exploratória, pois busca identificar as restrições da produção. Consoante Gil (1991), a pesquisa exploratória tem como objetivo identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de determinados problemas.

Por fim, quanto ao delineamento, a pesquisa caracteriza-se por um estudo de caso. Segundo Yin (2005), o estudo de caso é um método de investigação que se concentra sobre o estudo de um determinado contexto, analisando e descrevendo ao mesmo tempo o objeto e a situação pesquisada. Envolve o estudo profundo e exaustivo

de um ou poucos objetos de maneira que se permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

Em suma, para a realização desta pesquisa, inicialmente foram estudados em profundidade os conceitos da base teórica adotada, isto é, os conceitos da Teoria das Restrições. Posteriormente, para justificar a realização da pesquisa com uma fábrica de *jeans* realizou-se uma análise da situação do setor e da sua importância para a economia local e para a sociedade. Na sequência, após o planejamento do projeto, dado o limite de tempo e do custo, optou-se por escolher uma fábrica que fosse de fácil contato, receptiva à pesquisa, além de ser considerada importante para a economia local.

Para a coleta de dados, foram realizadas entrevistas com uma gerente de criação (estilista), com a gerente de produção (costureira) e com mais dois funcionários de diferentes setores. Também foram realizadas observações nos processos de produção no interior da fábrica durante a realização de algumas visitas. Após essa fase, as entrevistas continuaram por telefone e por troca de mensagens via correio eletrônico para o esclarecimento de dúvidas que iam surgindo na elaboração e aplicação da pesquisa. As entrevistas e visitas à fábrica foram realizadas no período de dezembro de 2009 e janeiro de 2010.

Após a coleta dos dados, foram usados os cinco passos para a focalização e as regras de programação da produção da Teoria das Restrições, conforme capítulo a seguir.

4. Análise dos Resultados

Neste tópico apresentar-se-ão os resultados encontrados, iniciando-se pela caracterização da empresa e, de forma resumida, pelo seu processo de produção, para, na sequência, aplicar as ferramentas da TOC.

4.1. Caracterização da empresa

O presente estudo tem por objeto uma fábrica de *jeans* localizada na região serrana do estado do Rio de Janeiro, no município de Petrópolis, mais precisamente no distrito de Correias. Antes de começar a confeccionar *jeans* (até 1998), a fábrica era uma facção de malhas, tendo também experiência com esse tipo de produto. Atualmente, conta com cerca de 200 funcionários, a maioria costureiras, com idade entre 20 e 60 anos.

A fábrica faz parte de um conjunto composto por ela e seis lojas que constituem os pontos de venda exclusivos para o material que produz, não sendo aceitos pedidos para produção e venda no atacado. Todas as lojas estão localizadas no estado do Rio de Janeiro, sendo duas em Petrópolis (uma no Centro e a outra no próprio bairro da fábrica), uma em Niterói, uma em Três Rios, uma em Teresópolis e outra no Rio de Janeiro (capital), em um shopping no bairro de Campo Grande.

Os principais produtos fabricados são calças, bermudas, shorts, jaquetas e vestidos. A produção utiliza como principal matéria-prima o *jeans*, mas a empresa também vende produtos de malha, que são criados na fábrica, mas confeccionados por outra empresa.

Os produtos são classificados nas categorias *Básico*, *Fashion* e *Premium*, de acordo com os seguintes critérios: i) categoria *Básico*, que passa sempre pelas mesmas máquinas na produção; ii) categoria *Fashion*, que passa por alguma mudança, utilizando alguns adereços ou costuras a mais; iii) categoria *Premium*, que é a mais customizada. Trata-se do *Fashion* mais elaborado.

No Quadro 3 apresentamos algumas características da política de funcionamento da fábrica, as quais algumas serão consideradas na análise realizada pela equipe e nas sugestões para eliminar os problemas existentes.

Quadro 3: Políticas de funcionamento de algumas atividades

Tipo	Como são realizadas
Vendas	A venda é realizada apenas em lojas próprias, exclusivas para os produtos que cria ou fabrica, sem haver a prática do planejamento específico dos itens a serem comercializados - o que ela produz, encaminha para as lojas e vende - salvo em casos de sinalização da falta de determinado item.
Preço	Preço de venda nas lojas é variável, sendo formado considerando o custo de fabricação e o fator de mercado, que consiste no valor pelo qual o consumidor está disposto a pagar.
Qualidade	A fábrica tem por objetivo fornecer um produto confortável e barato; em função disso, não aceita a troca do fornecimento de matérias-primas (estabilidade de fornecedor), nem terceirizar a produção (salvo a lavanderia, por questão específica).
Financeira	A parte financeira aparenta saúde/sustentabilidade: pagamentos normalmente à vista, com desconto no valor, mas há crédito junto aos fornecedores, utilizado eventualmente. Os recebimentos são habitualmente realizados no prazo programado.
Produção	Há resistência ao aumento da produção, acreditando que a fábrica já está na capacidade plena. A possibilidade de aumento é descartada por fatores como necessidade de investimento na ampliação das instalações físicas e aumento de custos.
Rotatividade de empregados	Já houve a tentativa de aproveitar trabalhadores em outras áreas da produção, mas a experiência não foi bem sucedida, de forma que a empresa não utiliza a flexibilidade na alocação dos empregados da produção.
Motivação dos empregados	Para a motivação dos funcionários, existem faixas de premiação de acordo com a meta alcançada. Todavia, como a produção tem uma sequência, em que o setor seguinte depende do cumprimento da meta pelo setor anterior, o alcance da meta não depende somente do próprio setor. Um setor pode, por exemplo, não ter recebido a quantidade suficiente de produtos para realizar a sua atividade.

Fonte: Dados da pesquisa

A partir dessas características, verifica-se na fábrica a existência de dois aspectos que funcionam como limitadores ou norteadores da mudança a ser proposta: a qualidade do produto como fator central; e a ausência de dados sobre a capacidade produtiva de cada setor. O primeiro aspecto pode reforçar a resistência a algumas mudanças; o segundo dificulta a visualização e reorganização do processo.

Considerados os fatores iniciais, passa-se ao detalhamento do processo produtivo.

4.2. Detalhando o processo de produção

O processo é composto por quatro etapas: criação (P&D), produção, expedição e comercialização.

Para a criação, as estilistas realizam pesquisas para identificar as tendências da moda, a partir da leitura de revistas especializadas, consultas a *sites*, participação em desfiles e eventos de moda em geral. Essas atividades são realizadas pelo menos oito meses antes de iniciar a produção de um determinado modelo, sendo feitas para cada coleção. Normalmente em agosto inicia-se a pesquisa para o que será produzido em abril do ano seguinte.

A partir da pesquisa, o processo de criação é elaborado. Depois de criado, calculados o custo e o preço de venda, o produto é aprovado ou não para a fabricação. Porém, para isso é preciso ter um produto pronto, um produto piloto.

Quando o produto é desenvolvido (criado), começa o processo produtivo propriamente dito, que é resumidamente apresentado na Figura 2.

A primeira etapa de produção ocorre no setor de Modelagem, onde é feita a plotagemⁱⁱⁱ de cada peça que irá compor o produto. Com a utilização de um *software*, são definidos o padrão para o produto, o molde e a forma. A partir daí, são feitos desenhos para compor um mapa de corte. Essa ação tem por objetivo o melhor aproveitamento da matéria-prima, com um conjunto de cortes que resultem na melhor utilização do tecido.

Ao final, o mapa para corte das peças, com os desenhos e tecidos, é encaminhado para o Corte, de acordo com a quantidade previamente estimada. Antes de ser cortado, o *jeans* (matéria-prima) passa por uma inspeção para saber existe algum defeito.

Após o corte, as peças são separadas, marcadas e contadas de acordo com a classificação (*Básico, Fashion e Premium*) e outras especificações, como tamanho e tipo de peça (bolso, parte de trás, parte da frente etc.), sendo amarradas em lotes para serem encaminhadas para a costura.

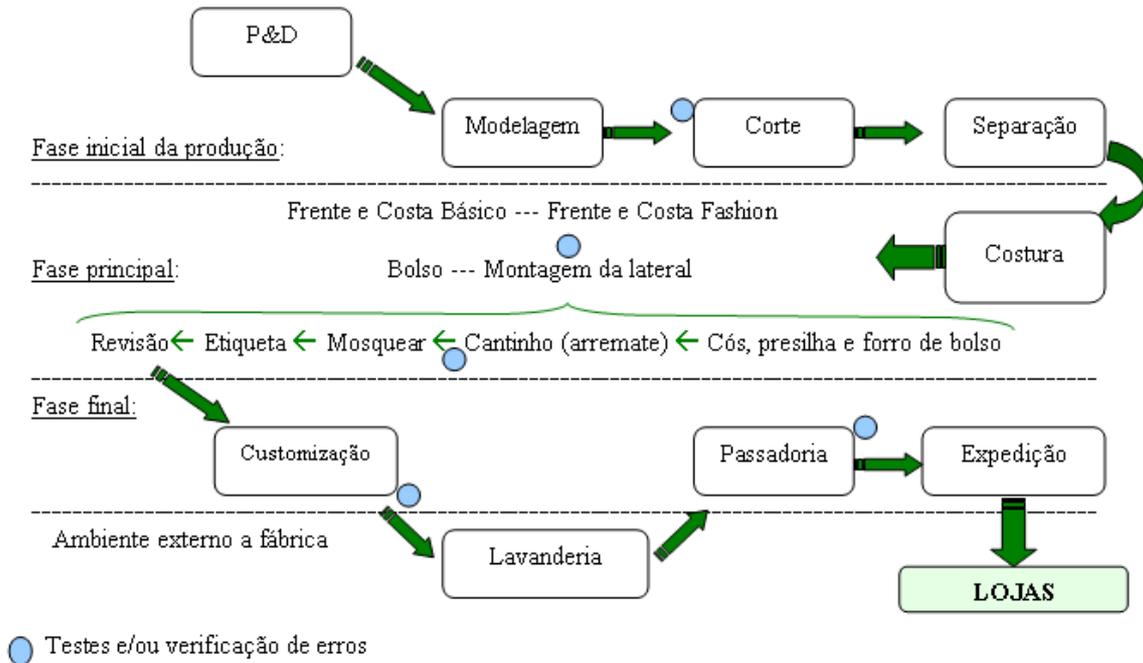
No setor de Costura, as peças (lotes) são distribuídas para as várias máquinas e cada uma faz um tipo de costura diferente. Dependendo do tipo de peça e modelo que sai do setor de Corte, elas podem ser encaminhadas para diferentes máquinas do setor de Costura. Nesse setor, as peças são costuradas por grupos de trabalhadores e cada grupo faz uma parte do produto, como: frente *Básico* e parte de trás *Básico*; frente *Fashion* e parte de trás *Fashion*; bolso, cós, arremate, forro do bolso, bainha, etiqueta, mosquear^{iv}, cantinho.

Ainda no setor de Costura, antes de passar pelo grupo “mosquear” e depois do cós, as peças são inspecionadas para a verificação de erros, pois antes de mosquear é possível desmanchar a costura para corrigir.

Nessa etapa do processo, o produto já está praticamente preparado para o acabamento geral e pronto para ser enviado para o setor de Customização, que faz toda a modificação da peça (antes de ir para lavanderia). Normalmente os produtos *Fashion* ou *Premium* recebem maiores customizações que os produtos *Básicos*.

Após todo o processo de customização o *jeans* é enviado para a Lavanderia, que é terceirizada. A atividade é realizada fora da fábrica por questões de normas ambientais, que demandariam alto custo para a fábrica.

Figura 2: Processo simplificado da produção



Fonte: Dados da pesquisa.

Em seguida, ao voltar da Lavanderia, o produto vai para a Passadoria. Nesse setor, os trabalhadores passam todas as roupas e verificam a existência de falhas, como encolhimento do *jeans*, problemas na costura ou acessórios, etc.

Depois de passados e inspecionados, os produtos são destinados à Expedição. Nesse setor, o produto é preparado para deixar a fábrica. Caso o encolhimento verificado no setor anterior seja muito exagerado, o produto retorna para trocar a etiqueta para outro tamanho, ou então, o produto não é expedido para a loja. Normalmente tudo é encaminhado para a loja central. Entretanto, há a possibilidade de separação na Expedição para a remessa direto para as outras lojas.

4.3. Aplicando a Teoria das Restrições

Identificadas as características da empresa e detalhado o processo produtivo, passa-se a aplicar os cinco passos da Teoria das Restrições, para a identificação dos pontos críticos, de forma a viabilizar a apresentação de propostas para a reestruturação do processo de produção.

4.3.1. Identificando a restrição do sistema

A partir da observação do processo produtivo e da realização de entrevistas, foram identificados como pontos críticos no sistema: a parada da produção por conta de erros no setor de Costura; o excesso de roupa no setor de Passadoria; e o limitador de demanda de mercado, ocasionado, a princípio, pelo pequeno número de lojas. Todos esses fatores mencionados ocasionam os gargalos, gerando as **restrições do sistema**. Todavia, como o primeiro recurso (os erros no setor de costura) ocasiona o que podemos chamar de a principal restrição do sistema, este será tratado aqui como o “tambor”, ou seja, ele irá determinar o ritmo dos outros recursos. Já os outros pontos críticos encontrados serão considerados como Recursos com Capacidade Restritiva (RCR)^v, que também poderão ser chamados de “não-restrições”, assim como os outros recursos existentes em todo o processo produtivo (COGAN, 2007).

Para melhorar o entendimento das restrições encontradas na fábrica, elas serão descritas de forma mais detalhada abaixo. Vale lembrar que a primeira será considerada como a principal restrição e as outras como RCR:

- **Restrição com a parada da produção por causa de erros:**

Um dos aspectos prioritários da empresa é oferecer um produto de qualidade; para isso, são realizados vários testes (conforme Figura 2) para a verificação de erros durante todo o processo de produção. Mesmo assim, ainda são identificados erros^{vi} em fases diferentes do processo produtivo, com a observação de paradas na produção, especialmente na fase de costura.

Nesse setor, existem grupos para a costura de cada parte da roupa e cada grupo tem uma determinada meta a cumprir relativa à sua produtividade. A meta de um grupo impacta de forma direta na meta do grupo seguinte, que depende das peças produzidas pelo anterior para poder trabalhar, exceto quando há pequenos estoques de períodos passados.

A restrição foi identificada em um dos grupos do processo de costura, que sempre produz bem abaixo da meta estabelecida, travando a produção sequencial e fazendo com que os outros grupos recebam quantidade de material inferior à meta inicialmente estabelecida.

Nesse mesmo grupo, são identificados muitos erros de costura, ocasionando a recusa do recebimento do material pelo grupo seguinte ou a necessidade de refazer várias etapas do trabalho. Cita-se, por exemplo, quando o erro é identificado posteriormente, na avaliação pela Customização, antes de encaminhar para a Lavanderia.

- **Restrição com o excesso de roupas no setor de Passadoria:**

No processo final de acabamento as peças vão para o setor de Passadoria. A etapa anterior - Lavanderia - é terceirizada e, atualmente, existe certa dificuldade em controlar o recebimento de produtos porque, às vezes, a empresa terceirizada atrasa a entrega em função de problemas em sua operação, que fogem ao controle da fábrica. A restrição ocorre no atraso da entrega, caso não exista estoque de produtos para serem trabalhados pela Passadoria. A restrição também ocorre após a Lavanderia regularizar a entrega, em função do acúmulo de peças entregues no mesmo momento.

Além disso, no mesmo setor ocorre a verificação de peças defeituosas pelas próprias passadeiras. O tempo empregado na atividade resulta em mais demora na entrega do produto para a Expedição, ocasionando paradas nesse ponto.

- **Restrição com a demanda de mercado**

A produção é pautada pela matéria-prima disponível e pela demanda do mercado, entendida como a necessidade de peças para venda nas lojas (short, camisa, calça etc.). Dependendo do desempenho nas vendas, determinados produtos, que apresentam boa saída, têm sua produção priorizada para não ocorrer a falta dos itens nas lojas.

Como não há rotina de planejamento da produção associada ao monitoramento das vendas de produtos nas lojas, em alguns momentos surge a necessidade de produção imediata de alguns itens. Quando isso ocorre, é parado o processo que está em andamento para dar lugar à produção dos itens de que as lojas necessitam, criando um estoque nos setores dos materiais relativos ao processo produtivo interrompido. Sendo assim, ocorre a parada não prevista do processo para preparar a linha de produção para suprir a emergência.

4.3.2 Explorando a principal restrição do sistema

Com a identificação das restrições do sistema, relativas aos pontos de parada da produção, essa etapa se destina a identificar a melhor forma de utilizar os recursos restritos, com o objetivo de tirar o máximo possível deles, ou seja, ter o melhor aproveitamento de sua capacidade.

Para elevar a capacidade de produção da primeira restrição, isto é, da parada da produção decorrente de erros, com reflexos especialmente na área de costura, é preciso identificar se o erro acontece por causa de um trabalhador ou de vários, se o problema é a falta de entrosamento, de capacidade técnica ou mesmo de algum outro fator.

Numa das observações e de acordo com informações dos entrevistados, verificou-se que o grupo que apresenta maior quantidade de erros possui conflitos internos frequentes, refletindo no descumprimento da meta, porque uma das trabalhadoras comete muitos erros. Todavia, não foi possível identificar quem seria ela.

Assim, será preciso identificar, de alguma forma, quem comete os erros e proceder a um rearranjo no grupo. Pode ser necessário realizar atividades de treinamento, redução da meta com o posterior aumento de forma gradual, além da substituição de pessoas ou mudança de setor. No entanto, para identificar a causa, são necessárias duas ações: a vinculação da responsabilidade do supervisor de cada etapa da produção pelo acompanhamento do grupo, especialmente para identificação de conflitos; e a realização de verificação de uma parte dos produtos de cada lote, para inspeção por amostragem, a ser realizada por um novo setor, responsável pela Qualidade.

Inicialmente poderia haver um aumento no tempo de produção, sendo necessário criar pequenos estoques, que atuariam como o pulmão, para não parar as áreas. Com o tempo e resolvendo problemas pontuais de falta de pessoal ou de capacidade técnica de indivíduos, a qualidade passaria a ser a prática, diminuindo a ação do novo setor - que atuaria com amostras menores e em menos pontos da produção.

4.3.2.1. Gerenciando os Recursos com Capacidade Restritiva - RCR

Para esta situação é importante ter um “pulmão” para proteger o gargalo em potencial, a fim de evitar que ele se transforme numa verdadeira restrição. Assim, uma vez eliminada a causa subjacente do problema e cessando a paralisação do trabalho, a velocidade em que o pulmão protetor pode ser abastecido depende de quanta capacidade ociosa existe na frente do pulmão. (NOREEN et al., 1996)

Portanto, para elevar a capacidade de produção da restrição do setor de Passadoria, três ações poderão ser realizadas: a utilização de empregados de outros setores, já que no setor de Passadoria não há necessidade de qualificação específica; a negociação com a empresa terceirizada responsável pela atividade de Lavanderia, para viabilizar a estabilidade na entrega dos produtos, a ser realizada com maior frequência e com o cumprimento do prazo, diminuindo o volume de entrega num mesmo dia; e a criação de um setor de Qualidade, responsável pela inspeção do produto, inclusive de sua medida, retirando essa atribuição da Passadoria.

Não há a opção de a fábrica ter o seu próprio setor de Lavanderia, em função dos altos custos envolvidos e da inviabilidade em função de normas ambientais.

A terceira restrição pode ser explorada a partir do monitoramento das vendas nas lojas, de forma a permitir o planejamento da produção aliado à projeção de saída dos produtos, identificando aqueles que apresentaram melhor desempenho.

Mesmo com as atuais restrições, os gestores consideram que a produção é satisfatória. Todavia, com base no pressuposto de que essas empresas visam o lucro, para aumentar o ganho é preciso otimizar a produção e, conforme é enfatizado pela Teoria das Restrições, considerar que em primeiro lugar a empresa deve visar o ganho, em segundo diminuir inventário e em terceiro reduzir os custos (despesas operacionais).

Nesse sentido, para explorar as restrições de demanda de mercado (apenas otimizando a produção) é preciso saber se diminuindo o preço de venda (com o objetivo de aumentar a quantidade vendida), o ganho aumentará. Para aumentar as vendas, no início talvez seja preciso aumentar as despesas operacionais com *marketing* e propaganda. Como consequência, um volume de produção maior produzirá uma elevação nos custos variáveis (materiais). Entretanto, mesmo com o incremento desses custos, talvez seja possível que o ganho aumente sem que para isso seja necessário elevar outros custos (fixos), como novas lojas. Caso o ganho não melhore, deve-se fazer um estudo para saber a viabilidade de abrir outra loja sem que isso produza aumento exagerado nos custos e diminua os ganhos.

4.3.3. Subordinando os demais recursos

Tendo o conhecimento de que é possível aumentar o ganho aumentando a demanda e, após a decisão de como explorar as outras restrições do sistema, pode-se interligar todo o processo de modo que os outros recursos trabalhem no mesmo ritmo da restrição, isto é, a produção não deve ser nem mais rápida e nem mais devagar.

Atuando-se sobre as restrições será possível explorar ao máximo a capacidade de cada recurso restrito. Todavia, para que não haja gargalos, as áreas que não apresentam restrições devem trabalhar com o ritmo limitado pelas áreas de menor produtividade.

Para alterar o ritmo dos setores, sugere-se a realocação de empregados e/ou a flexibilização do trabalho. Nesse caso, o processo é dinâmico. Seria possível manter o quadro de pessoal, porém haveria estímulo aos trabalhadores para que realizem mais de uma atividade, a depender da necessidade da produção. Uma possibilidade é a ida de pessoas do setor de Corte para a Passadoria, quando houver demanda e for possível não comprometer o processo produtivo nas etapas anteriores.

A fábrica já realizou a realocação de pessoal, mas não obteve sucesso. Dessa forma, compete aos gestores avaliarem os ganhos potenciais de utilizar essa possibilidade, com o adequado treinamento, supervisão e controle da qualidade, contrapondo os pontos favoráveis e as dificuldades para a implantação. A opção possibilita à fábrica manter a maior parte dos trabalhadores em atividade, mesmo com variações na demanda para os setores, e dar-lhes conhecimento de outras etapas do processo produtivo, diminuindo a vinculação dos trabalhos a pessoas específicas e minimizando riscos de parada da produção em caso de ausências justificadas de empregados do mesmo setor.

Optando pela flexibilização do trabalho, a administração teria a possibilidade de dar folgas para posterior compensação em momentos de necessidade de maior capacidade produtiva. Para isso, é necessário que haja o planejamento da produção, com a posição constante das vendas nas lojas, permitindo estimar os itens que serão produzidos.

Estabilizando-se o processo produtivo, seria evitada a terceira restrição (parada da produção em função da demanda por produto específico) e haveria a possibilidade de prever o ritmo de cada setor, visualizando as paradas antes que elas ocorram e utilizando as folgas ou a realocação dos trabalhadores do setor que ficaria parado.

Assim, com a produção previsível, seria possível identificar gargalos temporários e dar folga ao setor seguinte. De forma alternativa, seria possível aproveitar trabalhadores das áreas seguintes, prejudicadas pela parada ou produção inferior à sua capacidade, para atuar nos setores anteriores.

Em relação à realocação de pessoas, mesmo com a diminuição da produtividade individual em função da falta de prática, o impacto seria menor, uma vez que o custo da mão-de-obra não seria totalmente atribuível à ociosidade.

A realocação pode apresentar risco de qualidade, combatido com a atuação efetiva dos supervisores e o acompanhamento da qualidade em cada etapa.

É indispensável implantar controle do processo produtivo, com registro da produtividade e dos erros observados em cada área, para que as ações sejam adotadas com sucesso.

4.3.4. Elevando a restrição

Basicamente, esse passo objetiva aumentar a capacidade das áreas que representavam restrição e, com as ações adotadas, já estão no melhor uso do seu potencial.

Elevar a restrição poderia ocasionar a necessidade de expansão da fábrica, com a necessidade de aumento da área ocupada, ou o aumento da capacidade de determinadas etapas do processo. A ampliação da capacidade dos setores foi considerada com a atividade de realocação de pessoal, para atuação em momentos

específicos, em função da necessidade de maior produção em determinados setores para evitar a parada do setor seguinte.

Uma das considerações da administração da fábrica é que não há o desejo de ampliar a produção, especialmente por poder ocasionar a necessidade da mudança da empresa de local e gerar novos custos. Acatando-se essa premissa, a atividade de elevar a restrição fica limitada à otimização do processo produtivo, eliminando as paradas da produção e alinhando a capacidade dos diversos setores, porém inicialmente sem a possibilidade de expansão da fábrica.

Assim, sugere-se como solução para tentar garantir a quebra da restrição e solucionar o problema principal da fábrica, a adoção de políticas de controle da operação do setor de costura pelo supervisor e a implementação de políticas de incentivo à redução de erros. De acordo com as metas da empresa, caso os trabalhadores consigam elaborar as peças sem erros ou com um número mínimo e aceitável de incorreções, dentro do padrão de qualidade organizacional estabelecido, poderiam usufruir de premiações, como a inclusão de ganho variável por peça concluída em seu ordenado ou folgas concedidas em dias úteis. Outra ação interessante seria a criação de cursos internos com curta duração, visando o aprimoramento do nível de habilidade dos empregados. Acredita-se que todas as medidas mencionadas serviriam para aumentar a “produção” da restrição (NOREEN et al.,1996) e melhorar o desempenho do sistema (COGAN, 2007).

Com a elevação da capacidade, chega o momento em que é quebrada a restrição. É válido lembrar que a quebra de uma restrição faz com que surjam outros limitadores, outros gargalos.

4.3.5. Elevando a inércia do sistema

Com a superação da restrição, outro ponto passará a representar a limitação do sistema, o que resultaria na constante expansão de capacidade. Todavia, como destacado, considerou-se o limitador da capacidade produtiva em função da manutenção da fábrica no mesmo local. Esse fato possibilita o aumento de produção, sem aumentar a infraestrutura, somente por melhorias no processo.

Mesmo nesse cenário, cabe o alerta para que não haja a inércia do sistema. Todos os setores devem ser acompanhados, constantemente, de forma a manter o processo produtivo alinhado em cada setor e observar possibilidades de ganho de produtividade baseado em melhorias no processo ou em avanços tecnológicos.

Também é possível o investimento na análise do composto de produção, considerando o fator preço aplicado em cada loja e a estimativa de demanda que já é realizada por sistema que a empresa possui, de forma a produzir visando à obtenção do maior ganho.

5. Considerações Finais

Para a realização de uma intervenção bem-sucedida em qualquer empresa, é indispensável conhecer e respeitar as suas características, assim como observar as limitações impostas por condições específicas apresentadas pela direção da empresa. Desta forma, conforme Goldratt e Cox (2002, p. 364), temos que levar em consideração que “um dos maiores obstáculos para uma implementação bem-sucedida é superar a

resistência à mudança. A chave está em saber como orientar a dinâmica da interação entre pessoas com diferentes objetivos e níveis de entendimento”.

No presente estudo, os fatores fundamentais foram a opção pela qualidade do produto comercializado, a perspectiva de determinada faixa de preço para o produto e a limitação de expansão da produção pela necessidade de permanecer no mesmo local, não havendo perspectiva de sucessivas quebras de restrição para aumento constante de produtividade.

Certamente, algumas imposições iniciais poderiam ser alteradas, todavia seria necessário apresentar os fatores positivos de quebrar certos paradigmas e haver o desejo de promover as mudanças. Do contrário, opta-se por trabalhar com os parâmetros iniciais como fatores norteadores das ações a serem implementadas.

Nesse contexto, o objetivo principal do trabalho foi investigar e avaliar os principais problemas do processo produtivo de uma fábrica de *jeans* utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições e, através da proposição de mudanças, para melhorar o desempenho da organização como um todo.

A aplicação da metodologia da TOC revelou que o principal problema da empresa consiste na “restrição com a parada da produção por causa de erros”, especialmente na fase de costura dos produtos. Outros fatores apontados, classificados como RCR, foram a “restrição com o excesso de roupas no setor de Passadoria” e a “restrição com a demanda de mercado”. Como possível solução para a restrição principal sugere-se proceder a um rearranjo no grupo e/ou a realização de requalificação dos empregados e/ou alguma forma de incentivo de modo que eles cumpram as metas satisfatoriamente. Para tanto, há a necessidade premente de vinculação da responsabilidade do supervisor de cada etapa da produção pelo acompanhamento do grupo, especialmente para identificação de conflitos e a verificação da qualidade dos serviços.

Para o gerenciamento dos RCRs, propõe-se para o setor de Passadoria, a utilização de trabalhadores de outros setores, já que neste setor não há necessidade de qualificação específica e, também, a negociação com a empresa terceirizada responsável pela atividade de Lavanderia, para promover a estabilidade na entrega dos produtos. Para explorar as restrições de demanda de mercado (apenas otimizando a produção) é preciso diminuir o preço de venda (com o objetivo de aumentar a quantidade vendida), mantendo a qualidade. Todavia, deve-se fazer um estudo mais detalhado para conhecer a viabilidade de crescimento das vendas e o aumento dos ganhos.

A respeito dos resultados da pesquisa, há a necessidade de aplicação, pela empresa, das sugestões propostas, de forma a evidenciar a melhoria nos resultados, especialmente pela atuação direta na produção, eliminando as paradas, mas também pela mudança de perspectiva, saindo da ênfase em custo para o foco no ganho, como é preconizado pela Teoria das Restrições.

Verifica-se a importância da aplicação da metodologia tambor-pulmão-corda em processos produtivos, especialmente por não se limitar à análise numérica e à questão dos custos, tendo seu principal valor no estudo do processo produtivo, de forma a atuar a partir da identificação das restrições.

Citam-se duas limitações relacionadas à aplicação da Teoria das Restrições no presente trabalho. Conforme aponta Ricketts (2007), a TOC pode ser de difícil

implementação por várias razões, incluindo restrições internas e externas; e a TOC, em geral, mantém o otimismo em relação às mudanças encontradas para a solução dos problemas, assumindo algumas premissas, tais como: os participantes são racionais, tolerantes e sinceros.

Há três sugestões para pesquisas posteriores, sendo a primeira a continuidade do presente estudo com a utilização de outras ferramentas da Teoria das Restrições, como o processo de raciocínio; a segunda seria o acompanhamento da implementação das sugestões a partir da verificação dos resultados financeiros e mercadológicos; e a terceira seria a aplicação da Teoria das Restrições em empresas brasileiras de pequeno porte e o acompanhamento dos resultados, a partir de uma visão multidisciplinar.

Referências

- ALMEIDA, G. V.; SOUZA, F. B.; BAPTISTA, H. R. Toyota e TOC: uma comparação com base em seus princípios fundamentais. In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 13., São Paulo, 2010. **Anais...** São Paulo: FGV-EAESP, 2010.
- BELINCANTA, F. P.; NERY, M. L.; SAMED, M. M. A. Otimização da produção segundo a teoria das restrições: análise de suas aplicações em uma indústria de embalagens plásticas. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., Bauru, 2006. **Anais...** Bauru: UNESP, 2006.
- BRAGA, C. A. **Acirramento da concorrência e alternativas nas estratégias competitivas na indústria de vestuário: o caso do APL de Petrópolis.** 2005. Dissertação (Mestrado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.
- CARVALHO, A.P.G.M. **Arranjo produtivo de confecções e Petrópolis Tecnópolis: coordenação, governança e vínculos.** 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Departamento de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- CASTRO, G. S.; AMARAL, M. A.; RODRIGUES, R. A. T.; COGAN, S. Os princípios da teoria das restrições aplicados à geração de energia termelétrica. In: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 8., São Paulo, 2008. **Anais ...** São Paulo: FEA/USP, 2008.
- CIDE. Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. **Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2003.** Rio de Janeiro: CIDE, 2004.
- _____. Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. **Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro 2007.** Rio de Janeiro: CIDE, 2008.
- COGAN, S. **Contabilidade gerencial: uma abordagem da teoria das restrições.** São Paulo: Saraiva, 2007.
- CSILLAG, J. M.; CORBETT NETO, T. **Utilização da teoria das restrições no ambiente de manufatura de empresas no Brasil.** São Paulo: Núcleo de Pesquisas e Publicações. EAESP/FGV/NPP, 1998. (Relatório de Pesquisas n. 17).
- FERNANDES, F. S.; FERNANDES, L. J. D.; PEREIRA, R. G.; COGAN, S. A teoria das restrições: estudo de caso em uma indústria de couros do Estado de Santa Catarina. **Revista Contemporânea de Contabilidade**, v.1, n.11, p. 59-82, 2009.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 1991.
- GOLDRATT, E. M. Standing on the shoulders of giants - production concepts versus production applications: The Hitachi tool engineering example. **Revista Gestão & Produção**, v.16, n.3, p.333-343, 2009.
- _____.; FOX, R. E. **A meta: um processo de melhoria contínua.** São Paulo: Nobel, 2002.
- 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.

MATSUURA, H. A.; KUROSUB, S.; LEHTIMÄKI, A. Concepts, practices and expectations of MRP, JIT and OPT in Finland and Japan. **International Journal of Production Economics**, v.41, n. 1-3, p.267-272, 1995.

NOREEN, E. W.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente**. São Paulo: Educator, 1996.

RICKETTS, J. A. **Reaching the goal: how managers improve a services business using Goldratt's theory of constraints**. Westford: IBM Press, 2007.

SALE, M. L.; INMAN, R. A. Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC. **International Journal of Production Research**, v.41, n.4, p.829-844, 2003.

SANTOS, O. M.; SILVA, P. D. A.; FURTADO, K. G.; COGAN, S. A teoria das restrições no processo de refino de petróleo. In: Congresso USP de Controladoria e Contabilidade, 6., São Paulo, 2006. **Anais ...** São Paulo: FEA/USP, 2006.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. rev. atual. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância/UFSC, 2001.

VERMA, R. Management science, theory of constraints/optimized production technology and local optimization. **Omega, International Journal of Management**, v.25, n.2, p. 189-200, 1997.

WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C. The evolution of a management philosophy: the theory of constraints. **Journal of Operations Management**, v.25, p.387-402, 2007.

_____.; PATTI, A. A comparison of JIT and TOC buffering philosophies on system performance with unplanned machine downtime. **International Journal of Production Research**, v. 46, n.7, p.1869-1885, 2008.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

Notas:

ⁱ Os arranjos produtivos são aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e mantêm algum vínculo de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais tais como governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa.

ⁱⁱ A Fortune 500 é uma lista anual compilada e publicada pela Revista Fortune, que classifica as 500 maiores empresas de capital fechado e empresas públicas dos Estados Unidos.

ⁱⁱⁱ Plotagem é o desenho impresso. Ocorre quando o projeto já criado é destinado à produção. Antes, cada peça é desenhada por um *software* que tem o objetivo de apresentar todas as suas especificações, isto é, medida, espessura, tipo de tecido, tipo de linha, os traçados que as linhas deverão realizar, as cores da linha e do tecido. Tudo isso é detalhado para cada peça do produto e para o produto como um todo. O *software* faz todos os cálculos e emite um relatório como um manual a ser seguido.

^{iv} Mosquear é reforçar uma parte da costura. É realizado por uma máquina que faz o movimento de uma máquina de costura normal, mas de forma bem rápida e concentrada num único lugar.

^v A TOC denomina de Recurso com Capacidade Restrita (RCR) o recurso que ainda não é gargalo até o presente momento, mas, se não for gerenciado convenientemente, poderá se tornar um gargalo - os demais são recursos não-restritos. Os RCRs também são recursos não-restritos, porém eles estão quase se tornando restrição.

^{vi} Os erros no setor de costura podem ser explicados porque é nesse setor que os trabalhadores trabalham quase que manualmente em cada peça. Mesmo existindo algumas máquinas eletrônicas, tais equipamentos necessitam de uma excelente capacidade técnica do empregado.