



APLICAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES PARA A MELHORIA CONTÍNUA DO PROCESSO PRODUTIVO DE UMA INDÚSTRIA DE ENVASE DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO

Renato Bezerra Reis (UFERSA) - renato_ktn@hotmail.com

Mariana Simião Brasil De Oliveira (UFERSA) - marianabr4sil@gmail.com

Marília Sousa Teixeira (UFERSA) - mariliasousat@hotmail.com

Nayara Jhébica Marques da Fonsêca (UFERSA) -jhessica_marques5@hotmail.com

Kellyton Lamarck Santos Rodrigues (UFERSA) -kellytonlamarck@hotmail.com

Resumo:

Este artigo apresenta um mapeamento do processo produtivo de uma indústria de envase de água com potencial incremento de produtividade. O objetivo principal foi investigar os principais problemas do seu processo produtivo (gargalos), utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições, que buscam otimizar a produção das organizações 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 indústria. Os resultados que apontaram como principais pontos críticos no sistema foram: Lavadora Automática, Mangueira de Alta Pressão e Carregamento, considerados como gargalos e recurso restritivo de capacidade (RCC). A partir da identificação dos gargalos foi possível apresentar sugestões como forma de solução para as restrições, visando elevar a capacidade de produção. Havendo a necessidade de aplicação, pela empresa, das sugestões propostas, de modo a evidenciar 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 realizados estudos de tempos, entrevistas e visitas à indústria.

Palavras Chave:

Gargalo. Teoria das Restrições. Recurso Restritivo de Capacidade.





1. Introdução

Atualmente as empresas encontram-se inseridas num mercado cada vez mais competitivo e apresentam mudanças contínuas devido ao grande avanço tecnológico, inseridos, principalmente, nos processos produtivos com a necessidade de reduzir custos e ganhar mais espaço no mercado.

A água é um recurso natural de valor inestimável. É um recurso indispensável para a existência dos seres vivos e um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico (SANTOS et. al, 2011). Vivemos em uma área onde a água potável é um recurso escasso, pois o Nordeste sempre está envolvido em secas que são duradouras, e o crescimento em demasia das cidades fazem com que a oferta de água própria para o consumo seja ampliada de forma a atender essas novas regiões, diminuindo ainda mais o recurso. Nesse contexto, as indústrias de envase de água mineral oriundo de lençóis subterrâneos têm seus negócios bastante alavancados.

Portanto, o presente estudo tem como objetivo identificar o gargalo da produção por meio da Teoria das Restrições e apresentar melhorias ao processo produtivo utilizando conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia de produção aplicando-os à indústria de envase de garrafas retornáveis de 20L, localizada no município de Assú/RN.

Deste modo, irá se investigar e avaliar os principais problemas do processo produtivo da indústria de envase utilizando as ferramentas da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* – TOC), que busca otimizar a produção por meio da identificação das restrições do sistema produtivo. Essas ferramentas serão utilizadas como uma proposta de solução para as restrições, seguindo as regras da TOC.

2. Teoria das restrições

Segundo Corrêa & Corrêa (2007), o conceito que deu origem ao termo Teoria das Restrições entrou em fase de discussão, quando o físico Eliyahu Goldratt um de seus criadores, realizou estudos referentes à gestão de produção e operações. Dando ideias que proporcionou o surgimento da OPT (*Optimized Production Technology*), onde a aplicação da mesma não





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

garante uma solução ótima por ser um método que utiliza procedimento que considera a utilização de bom-senso sistêmico.

De acordo com Verma (1997 apud ALVES et al., 2011), a TOC pode ser definida como uma abordagem de gestão centralizada na melhoria dos processos que restringem o fluxo da produção com perspectivas de melhorar continuamente o desempenho das operações de fabricação.

Martins & Laugeni (2005), fez uma relação entre o interesse das empresas gerarem mais lucro, com os indicadores financeiros, citando como mais importantes o lucro líquido, o retorno sobre investimentos e o fluxo de caixa. Relacionou também outros indicadores que afetam diretamente os indicadores financeiros, nos quais são: taxa de produção de produtos, onde uma excelente taxa não é relevante quando não tem mercado consumidor suficiente; o inventário, que são os gastos com equipamentos ou bens para a empresa, e; os custos operacionais, que são representados pelos custos para a transformação do inventário em taxa de produção.

Portanto a TOC é considerada um sistema que obtém maiores resultados quando aplicado em indústrias que usam linhas de produção complexas, onde o sistema não é somente uma alternativa para MRP, mas um complemento que devem ser usados para facilitar no foco dos recursos gargalos (restrições) e não-gargalos (MARTINS & LAUGENI, 2005).

2.1. Os cinco passos da TOC do processo de melhoria contínua

Para a TOC cada organização possui pelo menos uma restrição que impede a gestão de atingir sua meta em um maior grau. Dessa forma, a TOC desenvolve um conjunto de procedimentos para identificar e otimizar tais restrições, ao qual a partir delas será possível derivar diferentes situações de contorno do problema a ser equacionado. Assim, de acordo com Goldratt e Cox (2002), a metodologia consiste em cinco passos que são utilizados para promover a melhoria contínua, a saber, Quadro 1:



Quadro 1 – Os cinco passos da TOC e seus Procedimentos

Passos	Procedimentos
1 – Identificar as restrições do sistema	O passo inicial visa encontrar no sistema, o “elo mais fraco”, qualquer elemento que limite a organização de alcançar seu objetivo de ganhar dinheiro. Sendo elas externas ou internas como: mercado, material, capacidade, norma ou política.
2- Decidir como explorar as restrições	Nesta etapa é preciso identificar a melhor forma de explorar a restrição, busca extrair o máximo da capacidade da restrição de forma a maximizar o ganho, isto é, qualquer ação que otimize a restrição é permitida.
3 – Subordinar os demais recursos	Significa que os demais devem trabalhar no ritmo da restrição, e não mais rápido e nem devagar. O objetivo é proteger o conjunto de decisões relativas ao aproveitamento da restrição durante as operações diárias.
4 – Elevar a restrição	Após definir como explorar as restrições, e ainda houver restrições de capacidade, é possível realizar intervenções no processo a fim de quebrar a restrição. No entanto, uma vez que se quebra uma restrição, conseqüentemente aparecerá outra.
5 – Elevar a inercia do sistema	É necessário renovar o ciclo de melhoria para elevar a inercia do sistema. Se a restrição dos passos anteriores for quebrada, deve-se começar de novo.

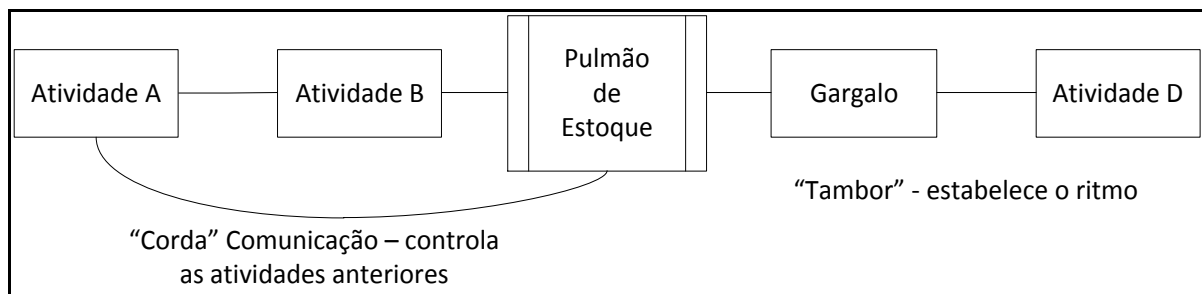
Fonte: Adaptado de ALVES et al (2011).

2.2. Método tambor-pulmão-corda

De acordo com a TOC, o desenvolvimento desse método consiste em, primeiramente, desenvolver um cronograma para saber o tempo que o material (garrações vazios de 20L) 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 seguida, determina-se quando deve ser liberado o material para os grupos de trabalho (ou a restrição). Esse tempo de deslocamento é chamado de “corda”, e serve para “segurar” o grupo mais acelerado ou “puxar” o grupo mais atrasado, servindo como um sistema de informação. 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, isto é, estoques de “segurança”. Desta forma, a descrição torna clara a origem do nome Tambor-Pulmão-Corda, Figura 1, (ALVES et al., 2011).

Figura 1: Tambor – Pulmão – Corda



Fonte: Adaptado de Tubino (2007)

Segundo Tubino (2007), este método funciona “amarrando-se uma corda” inelástica que liga o estoque por tempo de segurança à operação inicial do sistema produtivo. Assim, a primeira operação será programada de acordo com as necessidades futuras de chegada de material no estoque de segurança, uma vez que os estoques se mantenham em níveis adequados. O centro de produção gargalo torna-se o “tambor”, ditando o ritmo e o volume da produção do sistema. A “corda” representa a sincronização entre a necessidade de chegada de materiais no “pulmão” de estoque.

O tamanho de um lote de peças em processo não é igual ao tamanho do lote de transferência, pois podem ocorrer restrições no sistema e nem sempre um determinado número de unidades de garrafões inspecionados e iniciado na produção passa em igual quantidade, pelos diversos estágios no mesmo momento, podendo assim ocorrer restrições no sistema. Assim, seguindo a TOC, todos os outros recursos produtivos são sincronizados com a programação da restrição, pois o recurso restritivo de capacidade (RRC) determina o passo ou o ritmo da batida a ser seguido pelo resto dos recursos operacionais, por isso considera-se o RRC como o tambor (COGAN, 2007).

2.3. Nove princípios da teoria das restrições

No início da implantação da TOC nas empresas dos Estados Unidos, Goldratt encontrou muitas dificuldades. Uma delas era que as empresas mantinham alguns centros de trabalho muito ocupados, enquanto outros ficavam ociosos, contradizendo o sistema de medição de desempenho. Diante desses problemas ocorridos, Goldratt decidiu educar os gerentes e trabalhadores, abordando 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 sempre uma restrição que limita a capacidade do sistema como um todo, isto é, àquela que é a mais restritiva. Desta forma, lançou as nove regras (princípios) da Teoria das Restrições (WATSON ET AL. (2007 APUD ALVES ET AL., 2011). As regras podem ser vistas no Quadro 2.

Quadro 2: Nove regras de programação da TOC

Nº	Regras de programação da TOC
1ª	<u>Balancear o fluxo e não a capacidade:</u> A ênfase desse princípio é pelo fato de que não se deve equilibrar a capacidade com a demanda, mas sim, o balanceamento do fluxo de produção na fábrica com a demanda.
2ª	<u>O nível de utilização de um recurso não gargalo não é determinado pelo seu próprio potencial e sim por uma outra restrição do sistema:</u> Este 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.
3ª	<u>A utilização e ativação de um recurso 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.
4ª	<u>Uma hora perdida no 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.
5ª	<u>Uma hora economizada onde não é gargalo, é apenas uma ilusão:</u> 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.
6ª	<u>Os gargalos governam o ganho e o inventário:</u> O que quer dizer que os recursos restritivos determinam o ritmo do sistema e o ganho, bem como os níveis de estoque.
7ª	<u>O lote de transferência não pode e, muitas vezes, não deve ser igual ao lote de processamento:</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 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.
8ª	<u>O lote de processamento de ver ser variável e não fixo:</u> Na TOC, os lotes de processamento podem variar de uma operação para outra.
9ª	<u>Os programas devem ser estabelecidos, considerando todas as restrições simultaneamente:</u> Os tempos de ressuprimentos serão estabelecidos em função de como a produção é programada, isto é, eles são resultados do processo de planejamento da produção.

Fonte: Adaptado de ALVES et al (2011).



3. Metodologia

O presente estudo trata-se de uma pesquisa descritiva e quantitativa dado que os resultados obtidos precedem de análises de tempos e processos previamente observados.

Para o estudo em questão será analisado, para formatação dos dados, apenas uma linha de produção da indústria. Em seguida, serão analisadas todas as etapas do processo produtivo, por meio da coleta dos tempos, a fim de identificar o gargalo da produção (Apêndice). O estudo em questão pode ser classificado como sendo de natureza aplicada, como também exploratória e enquadrada quanto ao delineamento em um estudo de caso (SILVA; MENEZES, 2001).

Para Fonseca (2002), a pesquisa bibliográfica é constituída a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meio de escritos eletrônicos como livros e artigos científicos. Desta forma, o presente estudo iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica para se aprofundar de forma mais aprimorada nos conceitos que seriam aplicados no decorrer do trabalho, isto é, conceitos referentes à Teoria das Restrições. Portanto, o estudo contribuiu para fins práticos, visando à solução de problemas de curto e médio prazos encontrados na realidade da indústria de envase.

4. Análise dos dados

Neste tópico serão apresentados os resultados encontrados, iniciando-se pelo detalhamento do processo produtivo para, na sequência, aplicar as ferramentas da TOC.

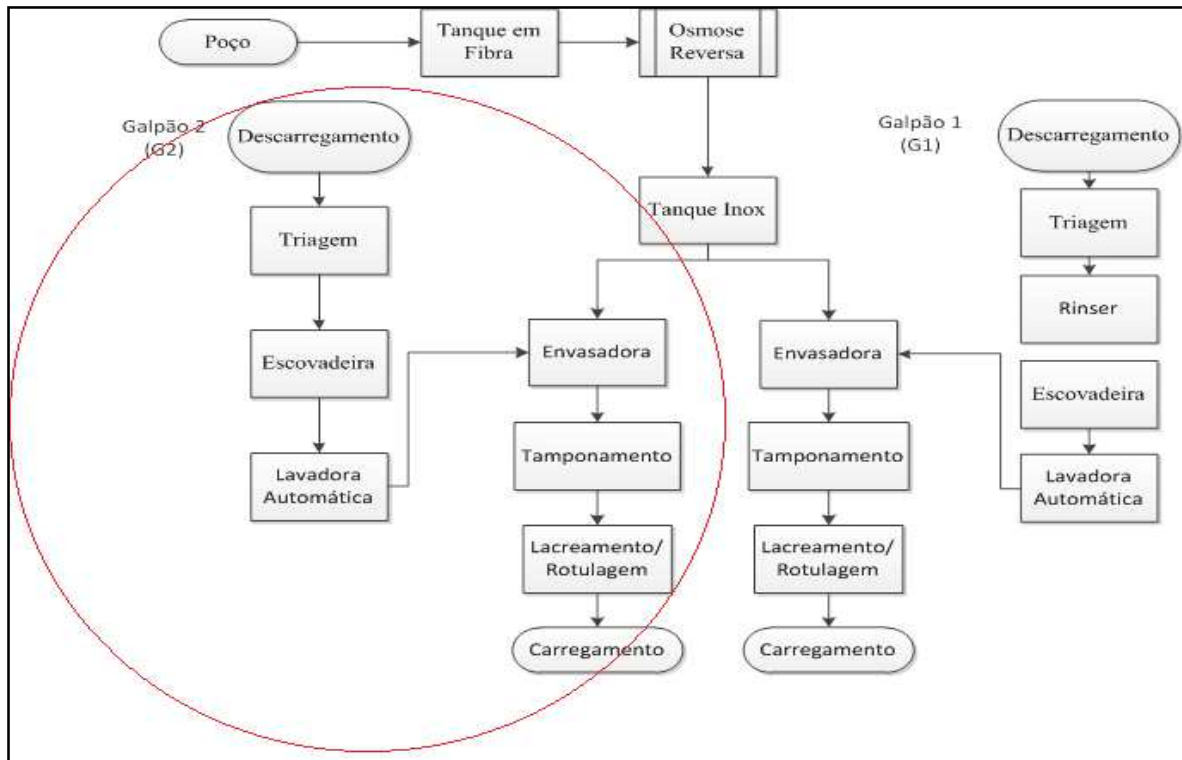
4.1. Detalhamento do processo produtivo

O processo de produção deste segmento é bastante simples em relação às grandes indústrias. Para a realização do processo de envase de garrações, a empresa conta com a colaboração de 22 colaboradores, atuando diretamente na linha de produção do Galpão 2 (G2). As etapas de produção podem ser vistas mais detalhadas no Fluxograma 1, que permite um melhor entendimento do processo produtivo como um todo, porém será foco deste estudo somente as etapas da área em destaque. E, vale



ressaltar que, a produção deste processo produtivo de garrafões retornáveis de 20L só dão início com a chegada dos seus clientes (distribuidores).

Fluxograma 1: Etapas do Processo produtivo do G1 e G2



Fonte: Autoria própria (2015)

A primeira etapa é a do Descarregamento, onde os colaboradores ficam responsáveis por retirar tampas, lacres e rótulos dos garrafões. A segunda é a etapa de Triagem, onde se seleciona garrafões limpos e sujos, realizando um procedimento de inspeção (verificando a validade, cheirando e visualizando se há sujeiras no interior dos garrafões).

Na etapa seguinte, os garrafões que foram selecionados sujos na etapa anterior, são levados para uma Pré-Lavagem. Posteriormente, os garrafões já inspecionados e limpos na parte interna serão levados para a Escovadeira Automática, responsável pela lavagem externa dos garrafões.



Em seguida os garrafões são manuseados para uma Lavadora Automática, responsável por uma lavagem interna mais eficiente, eliminando todas as impurezas. Seguidamente, os garrafões são transportados para a Cabine de Envase – Envasadora Giratória, que é responsável pelo envasamento dos garrafões, e, após o envase são transportados para o Tamponamento, tendo finalidade de posicionar as tampas e tampá-las seguidamente.

Após esta etapa, os garrafões são transportados para o Lacreamento e Rotulagem, e em seguida, transportados para a etapa do Carregamento. Vale ressaltar que, desde a Lavadora Automática até o Carregamento os garrafões são transportados através de esteiras e em todas as etapas são realizadas inspeções.

4.2. Aplicando a teoria das restrições

Após detalhar 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.

4.2.1. Identificando a restrição do sistema

A partir de observações do processo produtivo e coleta de tempos de cada operação, foram identificados como pontos críticos no sistema: Lavadora Automática; Mangueira de Alta Pressão e Carregamento, ocasionados pelos tempos que levaram para realizar tais tarefas. Todos esses fatores mencionados ocasionam os gargalos, originando as restrições do sistema. Todavia, como o primeiro recurso gargalo – Lavadora Automática, gerado pelo tempo superior às demais máquinas e processos, ocasiona o que podemos chamar de a principal restrição do sistema, este será tratado aqui como o “tambor”, ou seja, ele determinará o ritmo dos demais recursos. Já os outros pontos críticos encontrados serão considerados como Recursos com Capacidade Restritiva (RCR), que também poderão ser chamados de “não-restrições”, assim como os outros recursos existentes em todo o processo produtivo (COGAN, 2007).





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Para melhorar o entendimento das restrições encontradas, elas serão descritas de forma mais detalhada abaixo. Ressaltando-se que a primeira será considerada como a principal restrição e as outras como RCR.

A restrição encontrada na Lavadora Automática dar-se pelo fato de possuir longa distância da Envasadora Automática e necessitar fazer limpeza mais eficiente, porém duradouras nos garrafões de 20 litros. Outro ponto observado foi a ocorrência, pouco frequente, porém não menos relevante, de quebra na máquina, causando também quebras de garrafões, devido às faltas de manutenção programadas, ocasionando paradas na produção e demandando um maior tempo.

A outra restrição encontrada, considerada como não-restrição, foi a Mangueira de Alta Pressão, uma etapa de pré-lavagem, que antecede a Lavadora Automática. Ressalta-se que nesta etapa observou-se e coletou-se um maior tempo (675 segundos), superior até ao da Lavadora Automática (528 segundos), ocasionado, principalmente, pelo o enxague e inspeção que é realizada após o jateamento da mangueira no interior dos garrafões. Entretanto, essa restrição não foi considerada como a principal do sistema porque a etapa de Triagem, realizada anteriormente e simultaneamente, alimenta tanto a Escovadeira quanto a Lavadora Automática, não ocorrendo, necessariamente, paradas na produção.

A etapa de Carregamento (etapa final do processo, 525 segundos), também considerada como não-restrição, ocorre pelo fato de não possuir recursos (pessoas) suficientes no ato do carregamento de garrafões. Observou-se que neste procedimento necessita de, pelo menos, três colaboradores com experiências em manusear garrafões e organizá-los nos caminhões. Neste processo final, existem algumas dificuldades encontradas, devido à falta de experiência de alguns colaboradores que são alocados para realizar tal tarefa e também pela falta de atenção dos mais experientes, ocasionando quebras de garrafões, isto é, produto acabado, e assim, ter que repô-los passando por todos os processos anteriores, ou então, retirá-los de estoques mínimo previamente formados, ocasionando maior custo para a empresa. A restrição também ocorre pelos problemas encontrados em etapas anteriores, já mencionados, como quebra de máquinas, ausência de colaboradores e por não possuir garrafões suficientes para alimentar as máquinas (Escovadeira e Lavadora Automática).





Outra RCC, não menos importante, é a demanda de mercado, que é crucial para este tipo de negócio, pois é a partir dos clientes (distribuidores) que dar-se início à produção.

4.2.2. Explorando a principal restrição do sistema

Com a identificação das restrições do sistema, relativas aos pontos que demandam maior tempo e também ocasionadas por paradas na produção, essa etapa se destina a identificar a melhor forma de utilizar os recursos restritos, com o objetivo de tirar o máximo possível deles, tendo-se o melhor aproveitamento de sua capacidade.

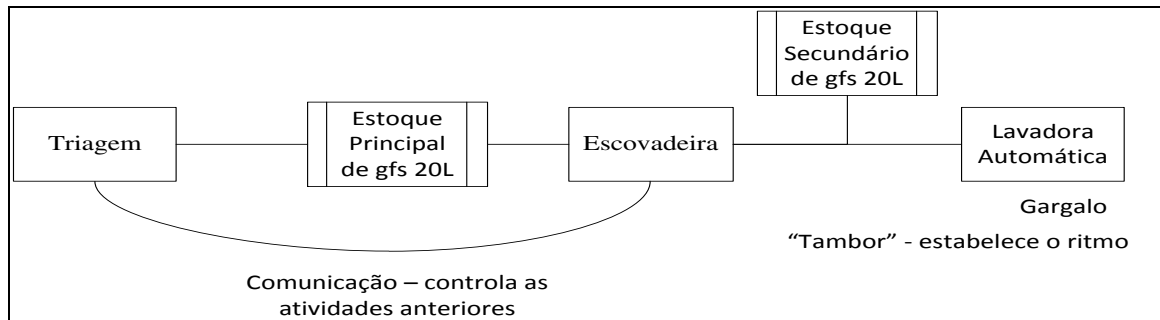
Para elevar a capacidade de produção da primeira restrição, isto é, da Lavadora Automática, decorrente principalmente da falta de garrações para alimentá-la, com reflexos especialmente em etapas anteriores. Para resolução deste problema foi necessário conscientizar os colaboradores a formar estoques de “segurança” próximo das máquinas, Escovadeira e Lavadora Automática, formando-se estoques principais e secundários, conforme visto na literatura, utilizando o método “tambor-pulmão-corda”, adaptando-o a realidade do sistema.

Um dos outros problemas encontrados foram à falta de pró-atividade e comunicação dos colaboradores, que por sua vez, ocasionavam retrabalho e outros desperdícios, como tempo, energia, água e outras matérias-primas (tampas, rótulos). Logo, por meio deste método, associou-se a comunicação “corda – sistema de informação” como sendo um fator crucial para “comandar” a produção.

Sendo assim, sugere-se que tenha estoques de garrações já inspecionados próximo da Escovadeira (estoque principal) e Lavadora Automática (estoque secundário), que atuariam como o “pulmão”, para que não haja paradas na produção entre atendimento de demandas. Além de reforçar as inspeções realizadas em etapas anteriores, especialmente na Triagem, para que não ocasionem retrabalhos e desperdícios. Portanto, foi aplicado o método Tambor-Pulmão-Corda, adaptando-se à realidade da empresa para resolução de alguns problemas mencionados, podendo ser visto na Figura 2.



Figura 2: Método Tambor – Pulmão – Corda aplicado à realidade da empresa



Fonte: Autoria Própria (2015)

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. Pozo (2007 apud NOREEN et al., 1996).

A segunda restrição não pôde ser eliminada, como foi sugerido aos gestores, por ser uma etapa de pré-lavagem e inspeção importante para o processo. Portanto, foi sugerido que melhor realocassem os colaboradores existentes, dando suporte maior nesta etapa, diminuindo o tempo que levava para um ou dois operador (es) realizar (em) a (s) tarefa (s), que por sua vez, aumentará o volume de garrações acumulados em estoques, sendo considerado fator positivo para o processo produtivo, uma vez que acarretará maior agilidade do mesmo.

A terceira restrição pode ser explorada a partir do monitoramento e alocação de pessoas mais experientes e atenciosas, identificando àquelas que apresentarem melhor desempenho, permitindo a não ocorrência de falhas (quebras de garrações) no processo.

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 TOC, considerar que em primeiro lugar a empresa deve visar o ganho, em segundo diminuir inventário e em terceiro reduzir os custos (despesas operacionais).



4.2.3. Subordinando os demais recursos

Sabendo-se que é possível aumentar o ganho aumentando a demanda e, após tomada de decisão de como explorar as demais restrições do sistema, interligando todas as etapas do processo produtivo de modo que os outros recursos trabalhem no mesmo ritmo da restrição principal, ou seja, a produção não deve ser nem rápida demais e nem lenta.

Logo, atuando-se sobre as restrições do sistema será possível explorar ao máximo a capacidade de cada recurso restrito. E, para que não haja restrições, as etapas que não apresentam restrições devem trabalhar com o ritmo limitado pelas etapas de menor produtividade.

Para alterar o ritmo das etapas restritivas do sistema, sugere-se a realocação de colaboradores para etapas mais críticas, para que assim aumente a capacidade das restrições. Observou-se que não seria necessário aumentar o quadro de funcionário da empresa, uma vez que aumentará o custo da mesma e, conseqüentemente, diminuirá seu lucro. Então, a sugestão mais confortável para os gestores seria de manter o quadro de pessoal e conscientizá-los para que realizem mais de uma atividade, não comprometendo o processo produtivo de etapas anteriores.

A empresa após realizar a realocação de pessoal para as etapas mais críticas obteve sucesso, diminuindo o seu tempo de realização e aumentando a sua quantidade produzida. Sendo assim, cabem aos gestores e supervisores avaliarem os ganhos potenciais de utilizar essa possibilidade, conscientizando e orientando adequadamente os colaboradores, para assim manter as limitações do sistema balanceadas ao fluxo de produção da empresa com a demanda.

Assim, ao estabilizar o processo produtivo, seriam evitadas paradas desnecessárias na produção em função do atendimento de outros clientes que vierem surgir. Outra possibilidade, seria aproveitar trabalhadores ociosos, prejudicadas por paradas ocorridas na produção, para realizar tarefas de implantações de melhorias, como por exemplo, a aplicação dos 5Ss na indústria.





Desta forma, mesmo com a diminuição da produtividade individual em função da falta de paradas na produção e demanda, o impacto seria menor, uma vez que o custo da mão-de-obra não seria totalmente atribuível à ociosidade. E, ainda, ressalta-se que são indispensáveis à implantação de controles do processo produtivo, com registros da produtividade diária, erros ocorridos nos processos e quebras de máquinas, para que as ações sejam adotadas com sucesso.

4.2.4. Elevando a restrição

Esse passo objetiva aumentar a capacidade das áreas que representavam restrições e, com as ações adotadas, pode-se atingir o melhor uso do seu potencial. Elevar as restrições poderia ocasionar necessidades de expansão da indústria, necessitando o aumento da área ocupada, ou o aumento da capacidade de determinadas etapas do processo. Para tanto, a ampliação da capacidade produtiva foi atendida com a realocação de pessoal, para atuação em momentos necessários, visando o aprimoramento do nível de habilidade dos empregados. Desta forma, considera-se que todas as medidas mencionadas foram de grande valia para “aumentar a produção da restrição”, conseqüentemente, melhorando o desempenho do sistema.

4.2.5. Elevando a inércia do sistema

Após a elevação da capacidade e o melhoramento nas etapas mencionadas como restrições, outros pontos passarão a representar a limitação do sistema, o que resultaria na constante expansão de capacidade. Desta forma, há possibilidades de aumento na produção, sem aumentar a infraestrutura, somente por melhorias no processo.

Assim, todas as etapas de produção devem ser acompanhadas, constantemente, de forma a manter o processo produtivo alinhado em cada operação e observar possibilidades de ganho de produtividade baseado em melhorias no processo ou em avanços tecnológicos.

4. Considerações finais





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

O objetivo principal do trabalho foi investigar e avaliar os principais problemas do processo produtivo indústria de envase de água, utilizando como ferramenta os princípios 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 existiam pontos críticos a serem explorados, no caso, a Lavadora Automática; Mangueira de Alta Pressão e Carregamento, tendo como característica restritiva os tempos de processamento de cada tarefa.

Os pontos críticos identificados são responsáveis pela formação de gargalos ao longo do processo de envase, originando as restrições do sistema. Observou-se que o primeiro recurso gargalo (Lavadora Automática), em consequência do seu tempo de processamento superior às demais máquinas, ocasiona a principal restrição do sistema, que no decorrer do estudo foi tratado como o “tambor” do processo produtivo, ditando o ritmo da produção. Como também a exploração dos demais pontos críticos, no que diz respeito à implementação das mudanças propostas no estudo, ficará a cargo da empresa analisada onde se faz necessário à implementação de uma “nova filosofia” dentro da organização, que por sua vez, irá gerar algumas resistências por parte de seus colaboradores.

Verificou-se também a importância do método tambor-pulmão-corda por se tratar de um estudo focado no processo produtivo e na exploração das restrições encontradas, servindo de valor agregado futuro a empresa que o adotar.

Durante o estudo percebeu-se que a falta de pró-atividade por parte dos colaboradores, ocorreram retrabalhos no processo, bem como desperdício dos ativos do processo produtivo como, por exemplo, energia, água, rótulos, dentre outros insumos, gerando um custo adicional e não previsto para a empresa.

Com as considerações feitas sobre as restrições encontradas, os gestores consideram que o processo produtivo tem retorno satisfatório e que não justifica uma mudança de filosofia a curto prazo dentro da empresa.

Portanto, o estudo objetivou a aplicação da Teoria das restrições em Rede de Operações na unidade produtiva da Indústria de envase, adaptando-os à realidade da empresa.





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

REFERÊNCIAS

ALVES, Alessandro Pereira et al. Utilizando os Passos da Teoria das Restrições para a Melhoria Contínua da Produção: um Estudo Aplicado a uma Fábrica de Jeans. **Revista ADM.MADE: Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial da Universidade Estácio de Sá**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 15, p.93-114, 10 mar. 2011.

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.

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.

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

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A.. **Administração de Produção e Operações**: Manufatura e Serviços: Uma Abordagem Estratégica. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 690 p.

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.

GOLDRATT, E. M.; COX, R. E. **A meta**: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel, 2002.





III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

GUERREIRO, R. **A meta da empresa: seu alcance sem mistérios.** São Paulo: Atlas, 1995.

POZO, Hamilton. **Teoria das restrições: o sucesso através de redução do tempo set up em uma pequena indústria de manufatura.** Egesta - Revista Eletrônica de Gestão de Negócios, Santos, v. 3, n. 3, p.156-196, set. 2007.

SANTOS, Ademir et al. **Produtividade.** Faculdade de Tecnologia de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul, 2011.

SLACK, Nigel et al. **Administração da Produção.** 10. ed. São Paulo: Atlas, 2006. 525 p.






















TUBINO, Dalvio Ferrari. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** São Paulo: Atlas, 2007. 183 p.

MARTINS, Petrônio G.; LAUGENI, Fernando P.. **Administração da Produção.** 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005. 555 p.

APÊNDICE



Quadro 1: Atividades realizadas no G2 com seus respectivos tempos e distâncias

Fluxograma	Seqüência	Atividades	Atividades precedentes	NÓS	Duração (segundos)	Distância (m, cm)
	1	A		-	370	-
	2	B		1 - 3	25	6,65
	3	C	A	-	446	-
	4	D		3 - 8	19	4,88
	5	E		3 - 6	22	5,94
	6	F	C	-	675	-
	7	G		6 - 8	19	4,98
	8	H	F	-	520	-
	9	I		8 - 10	5	0,87
	10	J	H	-	528	4,01
	11	K		10 - 12	18	3,2
	12	L	J	-	520	-
	13	M		12 - 14	263	0,92
	14	N	L	-	260	-
	15	O		14 - 16	6	0,8
	16	P	N	-	390	-
	17	Q		16 - 18	8	1,14
	18	R	P	-	390	-
	19	S		18 - 20	10	1,47
	20	T	R	-	260	-
	21	U		20 - 22	13	2,27
	22	V	T	-	525	-
TEMPO TOTAL (SEGUNDOS)					5292	
DESLOCAMENTO TOTAL (SEGUNDOS)					408	

Fonte: Autoria própria (2015)