

# ANÁLISE DA APLICAÇÃO DOS CINCO PASSOS DE IMPLANTAÇÃO DA TEORIA DAS RESTRIÇÕES EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE SABONETES

Caroline Hellen Gomes Ferreira<sup>(1)</sup>; Danilo José Guimarães Bispo<sup>(2)</sup>; Aline Cristina Maciel<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> Graduando em Engenharia de produção, Centro Universitário de Itajubá (FEPI), Itajubá-MG, caroline.hellen@bol.com.br;

<sup>(2)</sup> Graduando em Engenharia de produção, Centro Universitário de Itajubá (FEPI), Itajubá-MG, daniloguimaraes.dg@gmail.com,

<sup>(3)</sup> Prof. MSc, Centro Universitário de Itajubá (FEPI), Itajubá-MG, alinecrismaciell@gmail.com

---

## RESUMO

Esse trabalho irá analisar os resultados obtidos através da aplicação da Teoria das Restrições em um dos processos produtivos de uma empresa que atua no ramo de cosméticos. O processo em questão trata-se de uma linha de produção de sabonetes de fluxo contínuo, no qual era necessário melhorar seu desempenho. Através da implantação dos métodos e filosofia de pensamento da Teoria das Restrições foi possível aumentar a capacidade do processo em 14,30%, permitindo à organização maximizar o seu lucro em 4%. Serão analisados a seguir, por meio de um estudo de caso, os resultados obtidos através dessa implantação. Os dados e informações necessários para concluir esse estudo, foram disponibilizados pela empresa estudada.

Palavras-chave: Teoria das Restrições; Gargalos; Restrição.

---

## INTRODUÇÃO

A Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* - TOC) busca otimizar o processo, encontrando a restrição do sistema com o objetivo de minimizá-la ou eliminá-la (ALVES *et al.*, 2011). Esta abordagem segundo Goldratt e Cox (2002), reconhece a importância que a restrição (recurso limitante), tem em relação ao alcance da meta de uma empresa.

Assim, o objetivo dessa pesquisa é analisar os resultados obtidos através da TOC em uma linha de produção de sabonetes, por meio de um estudo de caso realizado em uma empresa de produtos de higiene pessoal, na qual os dados e informações necessários para o desenvolvimento da mesma foram fornecidos pelo objeto de estudo.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa a seguir é de natureza aplicada e pode ser classificada quanto aos seus procedimentos como uma pesquisa exploratória, de abordagem qualitativa, quanto aos objetivos seu método se classifica como um estudo de caso, como já mencionado anteriormente. Esse tipo de pesquisa ajuda a compreender fenômenos individuais e processos organizacionais.

De acordo com Yin (2005), o estudo de caso é um método que analisa e descreve o objeto e a situação pesquisada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo produtivo em questão consiste na transformação de massa base em sabonetes prensados e embalados. Para concluir essa transformação são necessárias 5 etapas: a primeira etapa ocorre no misturador, onde são manipulados massa base, essência e outros componentes necessários para a composição do sabonete. Na segunda etapa, a massa manipulada passa por uma extrusora e é compactada em barras de sabão, que em seguida são direcionadas para terceira etapa, a prensagem. Nessa etapa, as barras de sabão são submetidas a uma prensa, onde serão formados os sabonetes de acordo com o seu modelo. Na quarta etapa, os sabonetes prensados são embalados e direcionados para quinta, e última etapa, onde são formados os *packs* (pacotes com cinco sabonetes).

Para efeito de confidencialidade da empresa, os dados reais de demanda e os tempos de cada etapa de processo, foram multiplicados por um fator numérico não revelado.

Os pedidos eram realizados semanalmente e em múltiplos de *packs*. Sendo pré acordado com o cliente uma demanda semanal de

150.000 *packs*. Tendo como base essa necessidade foi realizado um estudo sobre a capacidade do sistema, afim de prever possíveis atrasos de produção.

De acordo com Soares, Jardim e Lemos (2009), para verificar se um processo produtivo pode atender a demanda é preciso calcular o *takt time* (TT). Esse cálculo relaciona o tempo disponível de trabalho (jornada líquida) com a necessidade de mercado (demanda) e determina o ritmo em que os processos produtivos devem atuar para atender a demanda. Essa forma de cálculo é apresentada na Equação (1).

$$TT = \frac{\text{Jornada líquida}}{\text{Demanda}} \quad (1)$$

Assim, a empresa, em questão, trabalha 6 dias por semana e opera com 2 turnos de 8 horas, sendo que 1 hora por turno é destinada à refeição, ou seja, totalizando 14 horas por dia de jornada líquida que correspondem por semana à 302.400 segundos. Assim, considerando a demanda de 150.000 *packs*, mencionada, e a jornada líquida de produção, foi realizado cálculo da *takt time* (TT), através da Equação (1), para estabelecer o ritmo que o sistema produtivo deveria trabalhar para atender a demanda, pode-se notar a seguir, como o cálculo foi realizado:

$$TT = \frac{302.400 \text{ [s]}}{150.000 \text{ [pack]}} = 2,016 \left[ \frac{\text{s}}{\text{packs}} \right] \quad (1)$$

Nota-se que para atender a demanda era necessário que o sistema atuasse na taxa de produção estabelecida pela *takt time*, que nesse caso, era de 2,016 segundos por *pack*. Desta forma, o próximo passo era verificar se o sistema estaria atuando de acordo com essa necessidade. E a partir daí, as etapas do processo foram estudadas individualmente com objetivo de conhecer sua capacidade produtiva.

Para facilitar o entendimento, a Tabela 1 mostra o tempo de processamento em segundos consumido por cada etapa do processo para a fabricação de um *pack*.

Tabela 1 – Tempo de processamento

PROCESSO	PROCESSAMENTO [s]
Misturador	1,39
Extrusora	1,49
Prensa	1,66
Embaladora	2,13
Empacotadeira	2,15

Relacionando o tempo de processamento de cada etapa do processo com o a *takt time*, foi possível verificar que as duas últimas

etapas do processo, a embaladora e a empacotadeira, estavam trabalhando à uma taxa acima dos 2,016 segundos estabelecidos pela *takt time*, o que teria como consequência o não atendimento da demanda. Também foi possível verificar que o misturador, a extrusora e a prensa, a trabalhavam a uma taxa muito inferior a *takt time*, porém sua capacidade não era realmente aproveitada, as etapas finais do processo não comportavam tal capacidade e como consequência geravam estoques intermediários no processo.

Esse cenário viabilizou a aplicação dos conceitos e filosofia de pensamento da TOC. Seus cinco passos de implantação foram aplicados afim de melhorar o desempenho de suas restrições. A seguir serão detalhados os resultados dessa aplicação:

- 1º Passo: Identificando a restrição do sistema; de acordo com Travessini *et al.* (2013), se uma empresa estiver bem organizada, o fator ou restrição que limita o seu ganho facilmente será identificado. Ferreira (2007) afirma que para alcançar a melhor performance é necessário identificar o elo mais fraco da corrente que impossibilita a organização de atingir melhores resultados.

Através dos estudos sobre demanda e capacidade realizados anteriormente foi possível, verificar que em duas etapas do processo a taxa de processamento era maior do que a *takt time*, impossibilitando o sistema de ter um melhor desempenho. Desta forma, essas duas etapas seriam juntas as restrições do mesmo. Sendo a empacotadeira o pior cenário, pois o seu tempo de processamento era de 2,15 segundos e a embaladora o segundo pior cenário com um tempo de processamento de 2,13 segundos. Ambos superiores aos 2,016 segundos definidos pela taxa de necessidade do mercado, a *takt time*

- 2º Passo: Explorando as restrições do sistema; nessa etapa deve-se eliminar toda ocorrência que prejudique a capacidade do recurso restritivo. Em caso de restrições físicas, todo tempo perdido em *setups*, limpeza, problema de manutenção, falta de mão de obra e possíveis paradas em troca de turno e horário de almoço, acarretaram no não atendimento à demanda (GUSMÃO, 2004).

Após definidas, as restrições foram estudadas com o objetivo de eliminar todo o tempo perdido desnecessariamente em seu processamento. Os tempos de *setups* eram mínimos e ocorriam apenas nas trocas dos envoltórios utilizados para embalar os sabonetes. Em ambas as restrições não havia tempo perdido em limpeza e nas trocas de turnos os envolvidos foram orientados à efetuar a mudança com as máquinas em funcionamento.

Explorando as duas restrições foi possível verificar que as duas trabalhavam de maneira sincronizada. A empacotadeira era acionada juntamente com a embaladora que por sua

vez ditava a velocidade em que ambas trabalhavam. Era possível aumentar a velocidade da embaladora sem prejudicar a embalagem do sabonete, mas não sem prejudicar a qualidade dos pacotes visto que, a empacotadeira não conseguia trabalhar em tal velocidade.

- 3º Passo: Subordinando tudo à decisão anterior; a capacidade dos recursos não gargalos devem ser parametrizadas com a taxa de produção da restrição. Se um recurso não gargalo trabalha em sua capacidade máxima, sem levar em consideração o tempo de processamento do recurso restritivo, estoques intermediários serão construídos no sistema (FEITOSA, ELIAS e CARDOSO, 2014).

Como foi mostrado no estudo de capacidade acima, três etapas do processo produtivo trabalhavam com o tempo de processamento menor do que a *takt time* e maior do que a capacidade produtiva das restrições. Gerando um estoque desnecessário entre a prensa e a embaladora.

Nesse cenário eram necessários dois colaboradores na inspeção dos sabonetes prensados, pois os mesmos não eram comportados pela embaladora, eram retirados da esteira sem embalar e estocados entre os processos de prensagem e embalagem como produtos semiacabados. Essa estocagem era excessiva e prejudicava a qualidade do sabonete, gerando um volume alto de reprocesso.

Aplicando o terceiro passo da TOC, todo o fluxo do sistema foi balanceado de acordo com as restrições. A velocidade em que o misturador, a extrusora e a prensa atuavam foram diminuídas. E através dessa diminuição foi possível eliminar um posto de trabalho na inspeção. Pois, nesse cenário não era mais necessário a retirada de sabonetes da esteira, apenas inspecionar os mesmos após a prensagem e com a velocidade reduzida, um colaborador era o suficiente para tal função. Também foi possível através dessa redução, eliminar os desperdícios gerados em reprocessos pela má alocação dos sabonetes semi-acabados.

- 4º Passo: Elevando as restrições do sistema; não se pode confundir o quarto passo, com o segundo passo. Os objetivos no segundo passo eram explorar a restrição a fim de eliminar tempos desperdiçados em operações. Agora o objetivo é descobrir alternativas que elevem a capacidade da restrição como, por exemplo, a aquisição de uma máquina que diminua os atrasos provocados pelo gargalo, aquisição de mão de obra, turnos extras de trabalho ou possíveis horas-extras (GUSMÃO, 2004).

Após balancear o fluxo do sistema, os custos de produção sofreram uma redução, porém era necessário aumentar a capacidade

das restrições que ainda trabalhavam a uma taxa superior a *takt time*.

Em contato com a manutenção foi visto que não era possível nenhum ajuste mecânico ou elétrico para aumentar a capacidade de ambas as restrições sem prejudicar a qualidade do produto acabado. Trabalhando na capacidade atual era possível fabricar aproximadamente 140.600 *packs*, deixando de atender a demanda semanal em 9.400 *packs*. A empresa não tinha disponibilidade de investir em novos recursos. A solução seria extrair o máximo da capacidade de ambas as restrições, fazendo com que as mesmas trabalhassem o tempo todo sem interrupções.

Em renição, o setor de planejamento e controle de produção (PCP), verificou a possibilidade de manter a linha de produção trabalhando durante o horário da refeição, aumentando sua jornada líquida em uma hora. Para isso era necessário disponibilizar mão de obra de outros processos produtivos. Todos os processos produtivos da empresa foram estudados e em um deles verificou-se que a demanda era atendida com folga. E que era possível mantê-lo parado por dois horários de refeição. Deslocando assim, os colaboradores envolvidos no mesmo para manter em funcionamento as restrições.

Aumentando em uma hora a jornada líquida de trabalho na linha de produção em questão, foi possível aumentar a quantidade de *packs* fabricados por semana que eram de aproximadamente 140.600 para 160.700, superando a demanda em aproximadamente 10.700 *packs*.

- 5º Passo: Elevando a inércia do sistema; de acordo com Travessini *et al.* (2013), se no quarto passo a restrição foi elevada e deixou de ser o elo mais fraco da corrente, deve-se retornar ao primeiro passo e identificar novamente o que impede a organização de alcançar um melhor desempenho. Desta forma, evita-se que inércia se torne a restrição do sistema.

Elevando a capacidade das restrições foi possível superar a demanda. E desta forma, tinha-se uma nova restrição no sistema, o mercado.

Baseando-se nesse estudo o PCP, verificou a possibilidade de aumentar a quantidade pré-acordada de 150.000 *packs*, e assim foi realizada a tentativa de uma nova negociação buscando aumentar as entregas, visto que nesse passo a TOC determina que se a restrição foi eliminada, os passos anteriores devem ser aplicados novamente visando encontrar o que restringe o sistema de maximizar o seu lucro. Nesse caso, como a capacidade de produção era de aproximadamente 160.700 *packs* e a demanda era de 150.000, o mercado passava ser a nova restrição do sistema.

Em negociação foi levado em consideração dados históricos de problemas mecânicos nas

restrições afim de não comprometer as entregas em eventuais falhas. E foi determinado que 156.000 *packs* poderiam ser produzidos no pior cenário de quebra em uma das restrições.

Em contato com o cliente foi aprovado a nova quantidade de entrega proposta pelo PCP. Sendo agora, uma demanda semana de 156.000 *packs*.

## CONCLUSÕES

Através da TOC foi possível atuar diretamente no que restringia o sistema de atingir a sua meta. Verificou-se que a embaladora e a empacotadeira eram os gargalos do processo e ambas trabalhavam de maneira simultânea. Assim, os mesmos foram explorados e todo o fluxo do sistema foi balanceado em função das restrições

O misturador, a extrusora e a prensa, tiveram suas capacidades diminuídas no terceiro passo de aplicação da TOC. Na velocidade em que os mesmos atuavam eram necessários dois colaboradores entre a prensa e a embaladora inspecionando os sabonetes prensados. Devido à alta velocidade, além de inspecioná-los os colaboradores realizavam a retirada dos sabonetes que não seriam comportados pela embaladora e os alocavam como produto semi-acabado entre os processo. Tal alocação gerava problemas de qualidade nos sabonetes que por sua vez eram reprocessados.

Subordinando todas as decisões em função das restrições, foi possível diminuir os custos de produção, eliminando os desperdícios gerados em reprocesso, e eliminando também um posto de trabalho. Uma vez que, não era mais necessário a retirada de sabonetes e que apenas um colaborador poderia inspecionar-los na velocidade atual

Elevando as restrições do sistema foi possível aumentar a quantidade de *packs* produzidos semanalmente em aproximadamente 14,30%. O que permitiu uma nova negociação entre o PCP da empresa e o cliente, aumentando a demanda inicial de 150.000, para 156.000 *packs*, considerando o pior cenário em possíveis falhas nas restrições. Tal negociação permitiu um aumento de 4% no lucro que seria obtido na demanda anterior.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. P.; SILVA, T. G.; ALMEIDA, R. S.; COGAN, S. Utilizando os Passos da Teoria das Restrições para a Melhoria Contínua da Produção: um Estudo Aplicado a uma Fábrica de Jeans. *Revista ADM.MADE*, v.15, n.1, p.93-114, 2011.

- FEITOSA, A. M. ELIAS, S. J. B. CARDOSO, K. G. Análise do processo de implantação da

teoria das restrições em uma indústria de confecções de grande porte do estado do Ceará. *In: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2014, Curitiba. Anais... Curitiba, 2014.

- FERREIRA, A. H. *Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso*. 2007. 163 f. Dissertação (Mestrado em Administração das Organizações) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

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

- GUSMÃO, S. L. L. *Proposição de um esquema integrando a teoria das restrições e a teoria dos custos de transação para identificação e análise de restrições em cadeias de suprimentos: estudo de casos na cadeia de vinhos finos do Rio Grande do Sul*. 223 f. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

- MARCONDES, P. L., SCARSIOTTA, S. M. *Revista de Administração da Unimep*, v. 2, n. 3 (2004) volume 2, número 3, setembro a dezembro de 2004.

- NEVES, L. O. PALETTA, M. A. Modelo de aplicação prático da TOC. *In: XXXIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2014, Curitiba. Anais...Curitiba, 2014.

- SOARES, J. P. M. JARDIM, S. B. LEMOS, F, O. Proposta para racionalização de recursos em célula de manufatura: estudo de caso em uma empresa automotiva. *In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2009, Salvador. Anais... Salvador, 2009.

- TRAVESSINI, R. ZOCHE, L. BAUMGARTNER, D. BACK. L. Identificação de gargalo em uma indústria de mangueiras com auxílio da Teoria das Restrições. *In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2013, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa, 2013.

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