

Aplicação do processo de focalização a partir da teoria das restrições em uma empresa fabricante de garrafas térmicas

Ricardo Kroth (UNISC) ricardokroth90@hotmail.com
Tiago Alexandre Pacheco (UNISC) tiagopacheco81@hotmail.com

Resumo:

O projeto foi realizado junto a uma metalúrgica localizada em Santa Cruz do Sul – RS, tendo seus princípios voltados à aplicabilidade da Teoria das Restrições (TOC). Este método tem como objetivo abordar os princípios e as práticas que viabilizam identificar, monitorar e administrar da melhor forma os gargalos em um sistema produtivo. A busca de uma melhor produtividade do processo de montagem e embalagem das garrafas térmicas de pressão é a principal razão do desenvolvimento deste projeto, tendo a aplicação dos conceitos da TOC aliada à busca e eliminação de possíveis gargalos existentes dentro do sistema. A aplicação do método engloba o processo de focalização com os critérios das cinco etapas. O desenvolvimento abrange informações do estado atual e pós-aplicação do método, trazendo no seu contexto métodos e técnicas da Engenharia de Produção, tais como: cronoanálise, rede PERT/CPM e layout de produção. Os resultados obtidos com a aplicação das etapas do processo de focalização foram satisfatórios, havendo uma melhora na produtividade, eliminação de uma atividade e reorganização do layout de produção. Com resultado de 20,66% de aumento da capacidade produtiva, pode-se concluir que a aplicação da TOC alcançou os objetivos esperados na busca de melhoria contínua e a sua continuidade pode ser observada nas sugestões apresentadas no projeto.

Palavras chave: Teoria das restrições, Gargalo, Melhoria contínua.

Application of the focusing process from the constraint theory in a thermal bottle manufacturer

Abstract

The project was accomplished a located metal works located in Santa Cruz do Sul – RS, , tends their beginnings returned to the applicability of the Theory of Constraints (TOC). This method has as objective approaches the beginnings and the practices that it makes possible to identify, to monitor and to administer the bottle mouths in the best way in a productive system. The search of a better productivity of the assembly process and embalagem of the pressure Thermos flasks is the main reason of the development of this project, tends the application of the concepts of the TOC allied to the search and elimination of possible existent bottle mouths inside of the system. The application of the method includes the focalization process with the criteria of the five stages. The development includes information of the current state and powders application of the method, bringing in his/her context methods and techniques of the Engineering of Production, such as: cronoanálise, network PERT/CPM and layout of production. The results obtained with the application of the stages of the focalization process were satisfactory, having an improvement in the productivity, elimination of a activity and reorganization of the layout of production. With a result of 20.66% increase in production capacity, it can be ended that the application of the TOC it reached the expected objectives in the

search of continuous improvement and his/her continuity can be observed in the suggestions presented in the project.

Key-words: Restriction theory, gap, continuous improvement.

1. Introdução

Os principais focos de uma empresa, seja ela de pequeno ou grande porte, são as obtenções de lucro e de sucesso. Para que uma organização seja bem sucedida, é fundamental o controle e o gerenciamento dos seus custos e despesas, assim podendo desempenhar suas tarefas com eficiência e alcançar os seus objetivos. Partindo deste ponto, se faz necessária a observação sobre a maneira em que são utilizados os recursos disponíveis, para que assim seja alcançado um nível de competitividade, que é exigido cada vez mais pelo mercado global. As organizações devem buscar o aperfeiçoamento contínuo de seus sistemas produtivos, a fim de reduzir seus custos, onde se faz necessário um estudo organizacional e operacional (ARAÚJO et al., 2012). A otimização dos processos tem sido um dos objetivos norteadores das empresas, fazendo com que as mesmas desenvolvam técnicas e maneiras para almejar a excelência operacional.

A Teoria das Restrições é um método de aplicação que visa à eliminação de gargalos existentes no processo produtivo, tendo como objetivo alavancar ganhos operacionais. Segundo Oliveira (2016), o principal objetivo da Teoria das Restrições, é eliminar ou reduzir os gargalos existentes em uma linha de produção, tornando-a mais competitiva. Conforme Rodrigues e Peixoto (2015), este conceito vem sendo amplamente utilizado, pois objetiva um impacto positivo na eficiência e na redução dos custos operacionais do processo.

2. Materiais e métodos

O trabalho foi realizado em uma empresa fabricante de garrafas térmicas, localizada no Rio Grande do Sul, e tem o ramo metalúrgico como referência base em seus 55 anos de história. Sua realização foi de suma importância para identificação de possíveis pontos de melhoria no processo produtivo, pois demonstrará a aplicação da Teoria das Restrições, contribuindo assim para a gestão do processo produtivo no processo de montagem e embalagem na fabricação das garrafas térmicas, que consequentemente, aumentará o seu lucro e eficiência.

A sua abordagem se concentra na área de Engenharia de Operações e Processos da Produção, tendo como foco a Gestão de Sistemas de Produção e Operações; apresentando no seu decorrer, as referências técnicas e descrições sobre a aplicação da Teoria das Restrições (TOC) no processo de montagem e embalagem na fabricação de garrafas térmicas, em uma produção puxada. O trabalho limita-se nos processos de montagem e embalagem da garrafa térmica. Os processos anteriores de fabricação como injeção e sopro não se aplicam neste trabalho.

3. Referencial Teórico

3.1 Teoria das restrições

A Teoria das Restrições (TOC) é um método de gestão da produção, que visa à melhoria contínua dos processos, através da minimização ou eliminações das restrições do processo (VERMA, 1997). Os conceitos e ferramentas da TOC estão voltados para a busca da melhoria contínua dos processo que almejam a redução, ou, até mesmo, a eliminação das restrições existentes em uma produção.

O físico israelense Eliyahu Moshe Goldratt ficou conhecido por desenvolver um software em

meados da década de 80, que foi denominado como um método para administrar a produção, a ideia foi chamada de Tecnologia de Produção Otimizada (OPT – Optimized Production Technology), que é considerado por Akkari (2009), como pai dos sistemas de gargalos. O grande sucesso alcançado por este software animou Goldratt a desenvolver um novo método a partir da ampliação dos seus conceitos, filosofias e práticas.

Em 1984, Goldratt lançou o livro “A Meta”, tendo como objetivo a divulgação do novo método de gestão, que voltava seus esforços nas formas de gerenciar os gargalos dos sistemas de produção. Após dois anos, Goldratt lançou a segunda versão do livro “A Meta”, onde foram aperfeiçoados os conceitos sobre a melhoria contínua, passando a adotar o termo de Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC).

Para um melhor entendimento sobre a Teoria das Restrições, é fundamental a compreensão do significado da palavra restrição, que segundo Watson, Blackstone e Gardiner (2007), pode ser definida como qualquer fator que impeça que um processo atinja um nível superior de eficiência em relação a sua meta. Para Nascimento et al. (2016), uma restrição pode ser entendida como uma limitação, ou seja, existem algumas limitações que impedem uma determinada meta ou objetivo de serem alcançados.

Segundo Lacerda, Rodrigues e Neto (2011), a partir do método da Teoria das Restrições (TOC), é possível identificar e explorar as restrições como um recurso para aumentar o nível produtivo. As restrições podem ser divididas em dois tipos: físicas e não físicas. As físicas são relacionadas aos recursos (máquinas, instalações e sistemas) e as restrições não físicas são relacionadas ao procedimento (WANKE, 2004).

Para um melhor entendimento, a figura 1 demonstra a divisão da estrutura da Teoria das Restrições.

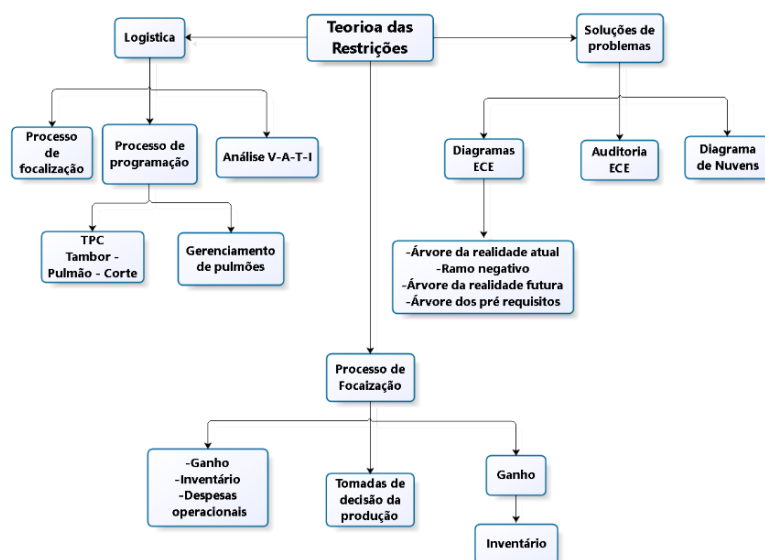


Figura 1 – Fluxograma Teoria das Restrições

Por estar dividido em um conjunto de conceitos, se fez necessária a realização de uma triagem dos conceitos que aqui serão empregados. Desta forma, o pressuposto trabalho irá abordar a tese dos conceitos voltados ao Processo de Focalização.

3.2 Processo de focalização

O processo de focalização é utilizado para identificar a restrição e efetuar uma ação, para que

seja transformado em um benefício na eficiência da produção. Para Junior et al. (2015), este processo visa à identificação das restrições do processo, maximizando assim os lucros e aumentando a eficiência, que são determinados a partir de cinco etapas que englobam o processo de focalização.

Para Nascimento et al. (2016), este processo pode ser aplicado a qualquer organização, pois cada uma possui ao menos uma restrição que a impedem de alcançar alguma meta. Goldratt e Cox (1988) desenvolveram as cinco etapas de modo a assegurar o desempenho do sistema, onde o mesmo poderá ser verificado a seguir, na Figura 2.

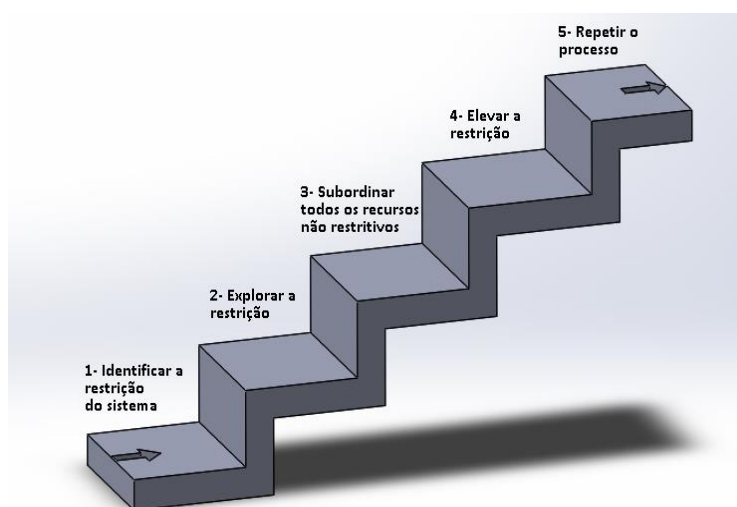


Figura 2 – Etapas da TOC

Nesta primeira etapa é realizada a identificação da restrição no processo produtivo. A restrição é a limitação da capacidade do processo em gerar ganhos. As restrições podem ser apresentadas através de máquinas, materiais, pessoas e procedimentos. Segundo Reis (2007), podem existir diversas restrições ou um grupo de recursos que de alguma forma possa se tornar uma restrição, diminuindo assim a eficiência do processo. Segundo Goldratt (1991), após a identificação da restrição, a mesma pode ser facilmente tratada.

Após a identificação do recurso que limita o desempenho do processo produtivo, a segunda etapa contempla a exploração da restrição, ou seja, tirar o máximo possível dele. Segundo Noreen, Smith e Mackey (1995), já com a restrição identificada, ela deve ser melhorada a fim de aumentar o seu poder (ganho), de produção. A exploração de um gargalo deve se dar a partir da definição de como será tratada a capacidade do sistema, ou seja, como a mesma será otimizada a fim de evitar os desperdícios em função de processos indevidos ou inadequados (REIS, 2007).

Na terceira etapa, a subordinação definirá a funcionalização das demais atividades do sistema produtivo, ou seja, elas devem ser utilizadas na medida correta, sendo guiadas pela restrição do sistema. Os demais recursos do sistema não devem trabalhar mais rápido que a restrição, pois não estariam elevando o nível produtivo (NETO, 1997). Segundo Cox III e Spencer (2002), as demais atividades não restritivas devem ser alinhadas junto às restrições, evitando assim as complicações e problemas voltados ao mau dimensionamento do processo.

Na etapa 4, elevar a restrição, tem como ideia principal o aumento da capacidade dos recursos restritivos. Segundo Bornia (2002), é essencial a execução das etapas anteriores, pois muitos

recursos considerados inicialmente como possíveis gargalos deixam de existir. Conforme Schragenheim e Dettmer (2001), esta etapa é atingida quando se aumenta a capacidade produtiva do recurso restritivo.

Nesta etapa (etapa 5) da Teoria das Restrições é necessário dar continuidade no planejamento do sistema produtivo e imaginar que a restrição não tenha sido resolvida, caso contrário, a otimização do processo irá ser congelada. Apesar de não representar tamanha importância, esta etapa se faz necessária, pois sem este passo a inércia poderia prejudicar todo o sistema (COGAN, 2007). Conforme Ferreira (2007), após ser elevada uma restrição, deve-se retornar à primeira etapa do processo, tornando assim, a identificar uma nova restrição.

3.3 Cronoanálise

A cronoanálise é usada para a análise dos tempos e movimentos, tendo como finalidade a obtenção dos tempos padrões para as atividades de uma produção. Conforme Slack, Chambers e Johnston (2009), essa técnica é utilizada para definir o tempo padrão de uma atividade, sendo ela, executada em condições normais de trabalho. Com a cronoanálise dos tempos pode-se gerar ganhos para a organização como: a eliminação de atividades desnecessárias, movimentação excessiva, otimizar os métodos de execução (XAVIER et al., 2016). Para Silva et al. (2016), a partir desta técnica é possível compreender todo o processo produtivo e seu tempo de produção, além de demonstrar os tempos improdutivos do sistema.

3.4 Rede PERT/CPM

O método PERT/CPM consiste na elaboração do projeto de uma rede, onde nela são demonstradas todas as ações e precedências que o conjunto de atividades será realizado (CUKIERMAN, 1993). Sendo de fácil elaboração e entendimento, o método permite que qualquer pessoa compreenda visualmente o processo e tenha noção do tempo de execução de cada atividade (SOUZA et al., 2015). Conforme Stanger (1976), este método decorre do planejamento, replanejamento e avaliação do progresso das atividades do sistema, a fim de encontrar a melhor disposição para a execução do mesmo. Para Panta et al. (2015), através do método é possível analisar a sequência de atividades bem como identificar o gargalo de um processo de fabricação.

3.5 Arranjo físico

O arranjo físico, também conhecido como layout, possui finalidade de organizar e dispor os recursos de transformação, utilizados dentro de uma área de operações (CORRÊA; CORRÊA, 2012). Conforme Moura et al. (2016), o arranjo físico é uma forma que organizações adotam para o cumprimento do posicionamento dos recursos de transformação, para que a operação seja executada dentro de um padrão.

A escolha de um arranjo físico, segundo Slack et al. (2009), é determinada pelo tipo de processo, ou seja, condizente ao sistema produtivo ou ao serviço, os quais irão implicar no fluxo de materiais e pessoas. Ainda conforme Slack (2009), existem quatro tipos básicos de arranjos físicos: Arranjo físico posicional (fixo), Arranjo físico por produto (linha), Arranjo físico por processo ou funcional; e Arranjo físico celular.

4. Resultados e discussão

4.1 Situação atual do processo de fabricação de garrafas térmicas

Neste capítulo são apresentados os dados da situação atual como a rede de atividades, tabela de cronoanálise, rede PERT/CPM e o layout do processo.

4.1.1 Atividades de fabricação do processo atual

Foi elaborada uma rede de atividades do processo de fabricação de garrafas térmicas de pressão. Estes dados foram retirados do sistema informatizado utilizado pela empresa e auxilia no entendimento do processo, conforme figura 3.

TABELA DE ATIVIDADES					
Seq.	Descrição tarefa	Tarefa precedente	Nº pessoas	Ciclo atividade (seg.)	Pç/h
A	Injetar vedante	-	1	1,06	3403
B	Injetar fundo	-	1	14,40	250
C	Injetar alça	-	1	4,29	839
D	Injetar botão	-	1	2,57	1401
E	Injetar bico bomba	-	1	2,00	1800
F	Injetar cabeça	-	1	5,54	650
G	Injetar base cabeça	-	1	6,00	600
H	Injetar disco	-	1	5,14	700
I	Injetar vedante do fole	-	1	0,72	5000
J	Injetar botão	-	1	0,72	5000
K	Soprar fole	-	1	3,6	1000
L	Montar cabeça	D,E,F,G,H,I,J,K,L	7	84,00	300
M	Injetar corpo	-	1	11,25	320
N	Colocar vedante no corpo	M,A	1	10,11	356
O	Colocar ampola e parafuso fundo	N,B	2	19,40	371
P	Colocar manual e cabeça	O,L	1	10,89	331
Q	Revisar garrafa e colocar adesivo	P	1	8,21	438
R	Limpar e ensacar	Q	1	14,85	242
S	Montar caixa máster	-	1	12,33	292
T	Colocar a garrafa na caixa	R,S	1	7,71	467

Figura 3 – Atividades do Sistema produtivo de garrafas térmicas de pressão

A Figura 3 demonstra todas as atividades da fabricação do produto, porém a área destacada representa as atividades que fazem parte deste trabalho.

4.1.2 Cronoanálise do processo atual

Com o auxílio da figura 4, foi realizado a cronoanálise do processo atual, levando em conta que cada atividade é realizada por colaboradores que possuem posto de trabalho fixo.

TABELA DE ATIVIDADES					
Seq.	Descrição tarefa	Tarefa precedente	Nº pessoas	Ciclo atividade (seg.)	Pç/h
M	Injetar corpo	-	1	11,25	320
N	Colocar vedante no corpo	M,A	1	10,11	356
O	Colocar ampola e parafuso fundo	N,B	2	19,40	371
P	Colocar manual e cabeça	O,L	1	10,89	331
Q	Revisar garrafa e colocar adesivo	P	1	8,21	438
R	Limpar e ensacar	Q	1	14,85	242
S	Montar caixa máster	-	1	12,33	292
T	Colocar a garrafa na caixa	R,S	1	7,71	467
Total			9	94,75	

Figura 4 – Atividades do processo atual

Ela demonstra o número de colaboradores utilizados em cada atividade bem como o tempo individual de cada processo.

4.1.3 Rede PERT/CPM atual

A figura 5 demonstra a rede de atividades envolvidas na fabricação de garrafas térmicas de pressão. É possível verificar as atividades precedentes e sucessoras do fluxo de atividades, sendo que a partir destas informações foi construída a rede PERT/CPM do processo fabril, conforme figura 6.

REDE DE ATIVIDADES			
Atividades	Descrição das atividades	Atividades precedente	Atividades sucessoras
M	Injetar corpo	-	N
N	Colocar vedante no corpo	M	O
O	Colocar ampola e parafuso fundo	N	P
P	Colocar manual e cabeça	O	Q
Q	Revisar garrafa e colocar adesivo	P	R
R	Limpar e ensacar	Q	S
S	Montar caixa máster	R	T
T	Colocar a garrafa na caixa	S	-

Figura 5 – Fluxo de atividades

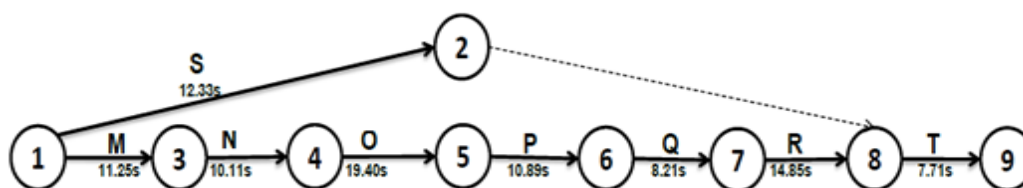


Figura 6 – Rede PERT/CPM

A rede PERT/CPM destaca o tempo individual de cada atividade em sua respectiva ordem do sistema fabril, possibilitando assim, um melhor entendimento do fluxo de atividades pertinentes ao processo.

4.1.4 Layout atual

O processo fabril das garrafas térmicas está localizado dentro da unidade fabril 5, onde a mesma é dividida em duas macro operações, as operações primárias de injeção plástica e sopro e as operações de montagem e embalagem do produto. A linha de montagem e embalagem de garrafas térmicas de pressão ocupa uma área de 124,46m² e a disposição dos seus recursos pode ser vista conforme o figura 7.

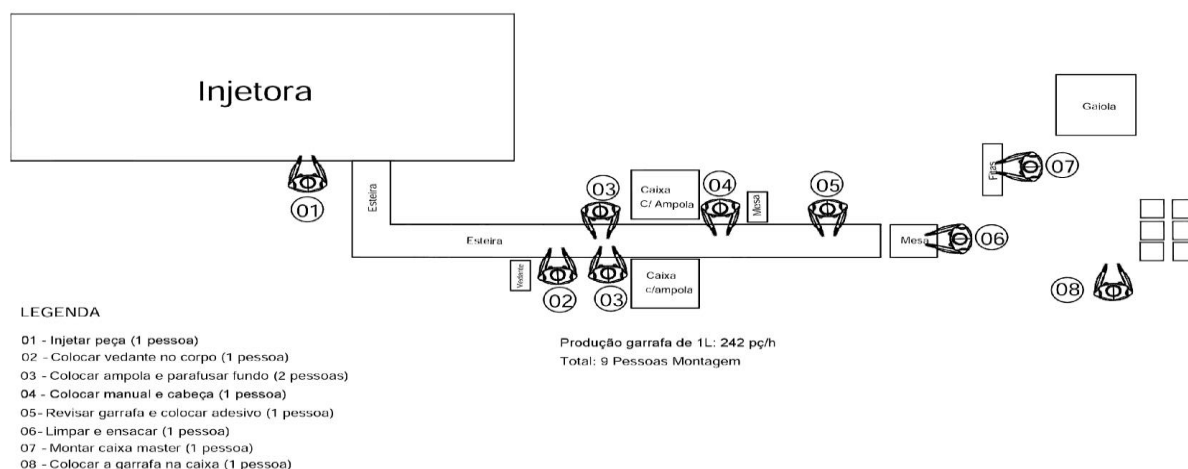


Figura 7 – Layout atual

4.1.5 Aplicação da TOC no processo atual

Etapa 1 – Identificar a restrição do sistema

A melhoria do processo contínuo imposta pela TOC tem inicialmente a etapa de identificação da restrição do sistema, ou seja, identificar o que impede o processo de alcançar um resultado melhor do que sua meta. A partir dos levantamentos de dados realizados dentro do processo produtivo de garrafas térmicas de pressão foi constatado que a atividade de “limpar e ensacar” (atividade R) exercia uma baixa produtividade em relação às demais atividades. A atividade ocorre da seguinte forma: Atividade R – um colaborador é responsável por executar a limpeza da garrafa térmica, eliminando assim possíveis manchas de óleo e ou gordura, e por ensacar manualmente e individualmente cada garrafa térmica, após finalizar a atividade pertinente, ele devolve a garrafa para a esteira e a mesma segue até o próximo posto de trabalho. Todas as atividades são exercidas no decorrer de uma esteira automática. O dado atual da atividade R pode ser visto na figura 8.

Antes da TOC 1	
ITEM	QUANTIDADE
Pç/h	242
Tempo por peça (seg.)	14,85

Figura 8 – Dado atual da atividade R

Etapa 2 – Explorar a restrição do sistema

Posterior à identificação da restrição, deve-se explorá-la com intuito de torná-la mais eficiente no sistema, eliminando assim, fatores que estejam afetando a capacidade e produtividade do

recurso. Neste sentido, observou-se que a atividade precedente a atividade R estaria executando sua tarefa com um tempo inferior, ou seja, estaria 44,72% ociosa em relação à atividade R, conforme figura 9.

Comparativo de tempos	
Atividade	Tempo de ciclo (seg)
Q	8,21
R	14,85

Figura 9 – Comparativo de tempos

Para resolução desta restrição, unificaram-se as duas atividades de modo que as mesmas sejam balanceadas entre si, ou seja, a nova atividade passa a ser denominada de “revisar, colocar adesivo, limpar e ensacar garrafa”, este balanceamento pode ser visto conforme figura 10.

Balanco das atividades			
	Atividade	Tempo de ciclo (seg)	Nº Pessoas
Antes	Revisar e colocar adesivo	8,21	1
	Limpar e ensacar	14,85	1
Depois	Revisar, colocar adesivo, limpar e ensacar	11,53	2

Figura 10 – Balanceamento das atividades

O resultado alcançado com a exploração da restrição do sistema foi a melhoria na capacidade produtiva do processo. A produção/hora passou de 242 para 312 peças, ou seja, proporcionou um aumento significativo do sistema de 28,92%, conforme figura 11.

Resultado no fim da etapa 2 – TOC 1	
ITEM	QUANTIDADE
Pç/h	312
Tempo por peça (seg)	11,53

Figura 11 – Resultado pós etapa 2

Etapa 3 – Subordinar os demais processos à restrição

Realizou-se uma reunião com os responsáveis do setor de fabricação de térmicos, onde foi destacada a importância na busca da melhoria contínua do processo fabril e com intuito de repassar as novas coordenadas em relação à mudança realizada no sistema. A reunião teve também como assunto norteador a importância do balanceamento entre os postos de trabalho, de maneira a aumentar a eficácia e eficiência do sistema. Este conceito foi repassado para os líderes e aplicado no chão de fábrica, o que gerou um novo valor de capacidade produtiva para a atividade.

Etapa 4 – Elevar a restrição

A ociosidade entre os tempos do sistema produtivo era visível, com isto a existência de restrições e/ou gargalos na linha produtiva aumenta. A utilização de um dispositivo para dispor a garrafa facilitaria e agilizaria o processo de colar o adesivo. Antes da aquisição do dispositivo a produção era de 312 peças/hora, e após a instalação do dispositivo (figura12) o

processo passa a operar uma produção de 325 peças/hora, conforme figura13.



Figura 12 – Dispositivo para garrafa térmica

	Atividade	Tempo de ciclo (seg)	Produção/h
Antes	Revisar, colocar adesivo,	11,53	312
Depois	limpar e ensacar.	11,07	325

Figura 13 – Resultado após etapa 4 TOC 1

Estes dados foram obtidos a partir de uma nova cronoanálise do processo, levando em conta as melhorias impostas. O resultado obtido após a aplicação da etapa 4 representou uma melhora de 4,16% em relação à etapa anterior.

Etapa 5 – Repetir o processo

Nesta etapa serão apresentados os resultados obtidos com a aplicação da Teoria das Restrições, onde foi possível reduzir e/ou eliminar a restrição existente no sistema. A figura 14 apresenta os dados alcançados.

	Antes da Etapa 1	Após Etapa 2	Após Etapa 4	Total de ganho após etapas
Restrição sistema	242 pç/h	312 pç/h	325 pç/h	34,29%

Figura 14 – Resumo dos resultados

A figura 14 demonstra a representação dos ganhos a partir da aplicabilidade da Teoria das Restrições em relação à restrição do sistema (atividade R), onde foi verificado que a atividade em questão que realizava 242 pç/h, passou a ter uma capacidade de 325 pç/h.

5. Conclusão

De modo a objetivar um aumento na eficiência e no desempenho dos aspectos envolvidos no processo produtivo de garrafas térmicas de pressão, realizou-se um trabalho de avaliação e emprego do método da Teoria das Restrições. Foram aplicados os 5 passos da TOC na linha de montagem e embalagem do produto. Os benefícios alcançados com a TOC proporcionaram a elevação da capacidade produtiva e uma melhora na performance do sistema fabril.

Realizada junto ao setor de montagem e embalagem de garrafas térmicas de pressão, a TOC indicou a partir da etapa de identificação do sistema restritivo uma capacidade média de 242

garrafas por hora. As vantagens apresentada na etapa 2 de explorar a restrição foi à melhoria da capacidade produtiva, que passou a exercer uma produção de 312 garrafas por hora, ou seja, 28,92% a mais do que o sistema exercia. Apesar do resultado, a etapa 4 contempla a elevação da restrição, ou seja, identificar a necessidade e viabilidade de melhoria na infraestrutura do sistema, seja na aquisição de uma máquina, modificação de um layout, etc. A análise feita nesta etapa indicou a aquisição de um dispositivo (suporte) para acomodar a garrafa de modo a agilizar o processo de colocação de etiqueta. Com esta aquisição a restrição passou de 312 pç/h para 325 pç/h, ou seja, um ganho de 4,16% de produção.

No contexto geral, pode-se afirmar que a antiga produção da linha de garrafas térmicas era de 242 pç/h, e com a aplicação da Teoria das Restrições a produção passa a ser de 292 pç/h (montagem da caixa máster), gerando assim um aumento da capacidade produtiva de 20,66%. É importante enfatizar que os ganhos na atividade exploração alcançaram números superiores (citados anteriormente) em relação a capacidade como um todo da linha, ou seja, após a aplicação, outra restrição que realiza a atividade com capacidade de 292 pç/h por hora, ocupada a capacidade máximo do sistema fabril.

Referências

AKKARI, A. M. P. *Proposição de um método de nivelamento a partir de princípios da teoria das restrições para o planejamento operacional*, 2009. Tese (doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-19062009-132233/pt-br.php>>. Acesso em: 15 outubro. 2017.

ARAÚJO, M. C. B. et al. *A reorganização do arranjo físico na redução de custos em uma empresa metalúrgica: um estudo de caso*. In: *XXXII Encontro nacional de engenharia de produção*. Anais. Bento Gonçalves, 15 a 18 de outubro, 2012. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2012_TN_STO_157_916_20628.pdf>. Acesso em: 10 outubro. 2017.

BORNIA, Antonio Cezar. *Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas*. Porto Alegre: Bookman, 2002.

COGAN, S. *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*. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COX III, J. F., SPENCER, M. S. *Manual da Teoria das Restrições*. Porto Alegre: Bookman Editora, 2002.

CUKIERMAN, Z. S. *O modelo PERT/CPM aplicado a projetos*. 5 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1993.

FERREIRA, A. H. *Aspectos importantes na implantação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso*, 2007. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP, São Paulo. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-25042008-113059/pt-br.php>>. Acesso em: 15 fevereiro. 2018.

GOLDRATT, E. M. *A síndrome do palheiro: garimpando informação em um oceano de dados*. São Paulo: Educator, 1991.

GOLDRATT, E.M.; COX, J.F. *A Meta*. Editora do IMAM, São Paulo, 1988.

JUNIOR, D.J.A. et al. *A contribuição da programação linear e da teoria das restrições para o planejamento a médio prazo do mix de produção em uma fábrica de refrigerantes*. XXXV encontro nacional de engenharia de produção. Anais. Fortaleza – CE, 13 a 16 de outubro, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_211_250_28120.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

LACERDA, D. P.; RODRIGUES, L. H.; NETO, S. L. H.C. *Restrições: Uma Abordagem para Compreensão, Aprendizagem e Ação sobre Problemas Complexos. Perspectivas em Gestão & Conhecimento*, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 59-76, jul./dez. 2011.

NASCIMENTO, C.C.C. et al. *Aplicação da teoria das restrições para a melhoria contínua de um processo produtivo: um estudo aplicado a uma empresa de extração e distribuição de água mineral.* XXXVI encontro nacional de engenharia de produção. Anais. João Pessoa – PB, 03 a 06 de outubro, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_323_30565.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

NETO, Thomas Corbett. *Contabilidade de ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a teoria das restrições.* São Paulo: Nobel, 1997.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. *A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial.* Trad. Claudiney Fullmann. São Paulo: Educator, 1995.

OLIVEIRA, J.A.A. *Aplicação da teoria das restrições em uma indústria alimentícia.* XXXVI encontro nacional de engenharia de produção. Anais. João Pessoa – PB, 03 a 06 de outubro, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_WIC_226_316_28660.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

PANTA, E.S. et al. *Elaboração de rede PERT/CPM em uma empresa de confecção: um estudo de caso.* XXXV encontro nacional de engenharia de produção. Anais. Fortaleza – CE, 13 a 16 de outubro, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_221_27048.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2018.

REIS, Elias dos Santos Reis. *Teoria das restrições e gestão da demanda: Um modelo de análise conceitual,* 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismos, da Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste. Disponível em: <<https://www.unimep.br/phpg/bibdig/pdfs/2006/LTQODARXQKRQ.pdf>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

RODRIGUES, M.R.O., PEIXOTO, J.K.C. *Teoria das restrições como uma ferramenta de análise e solução de problemas: um estudo de caso em uma confecção na cidade de Limoeiro do Norte – CE.* XXXV encontro nacional de engenharia de produção. Anais. Fortaleza – CE, 13 a 16 de outubro, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_219_28385.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2018.

SCHRAGENHEIM, E. M.; DETTMER, H.W. *Manufacturing at Warp Speed.* North Press, 2001.

SILVA, J.P.S. et al. *Análise de estudo de tempos do setor de corte de uma metalúrgica para determinação dos tempos padrões e capacidade produtiva.* XXXVI encontro nacional de engenharia de produção. Anais. João Pessoa – PB, 03 a 06 de outubro, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_226_317_29790.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção.* 2ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009. 747 p.

SOUZA, I.S., SOUZA, T.F., CARVALHO, P.P.S. *Proposta de um método para o dimensionamento de prazo de projetos da construção civil.* XXXV encontro nacional de engenharia de produção. Anais. Fortaleza – CE, 13 a 16 de outubro, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_213_264_27323.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2018.

STANGER, L. B. P. *PERT/CPM: técnica de planejamento e controle.* Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1976.

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.

WANKE, P. *Teoria das Restrições: Principais conceitos e aplicações.* Revista Tecnológica, São Paulo, 2004

WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. *The evolution of a management philosophy: The theory of constraints.* Journal of Operations Management, v. 25, n. 2, p. 387-402, 2007.

XAVIER, E.R.C. et al. *Análise de tempos e movimentos aplicados na produção de bolos em uma confeitaria no município de Castanhal/PA.* XXXVI encontro nacional de engenharia de produção. Anais. João Pessoa – PB, 03 a 06 de outubro, 2016. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_226_317_29447.pdf>. Acesso em: 30 jan. 2018.