Maximização da Margem de Contribuição Unitária Baseada na Teoria das Restrições, Aplicada a uma Indústria Química

Mauro Lizot
mauro.lizot@unochapeco.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato s/n – Jardim Carvalho, Ponta Grossa – PR CEP 84016-210

Flavio Trojan
trojan@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato s/n – Jardim Carvalho, Ponta Grossa – PR CEP 84016-210

Shirley Suellen Thesari
shirleythesari@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato s/n – Jardim Carvalho, Ponta Grossa – PR CEP 84016-210

Andreia Goffi
andreiagoffi@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato s/n – Jardim Carvalho, Ponta Grossa – PR CEP 84016-210

RESUMO

Essa pesquisa apresenta uma proposta de utilização da Teoria das Restrições (TOC - *Theory of Constraints*) na gestão estratégica de custos com o objetivo identificar as melhorias proporcionadas pela implantação da metodologia. A TOC foi aplicada ao processo produtivo de uma indústria química situada no Oeste de Santa Catarina. Para tanto, foram analisados os processos de produção de quatro produtos do *mix* produzido pela empresa, por serem os produtos com maior participação no faturamento e com maior tempo de produção. Para obter os resultados, foi necessário realizar o cálculo da margem de contribuição unitária e da rentabilidade por minuto dos produtos. Os resultados evidenciaram que a aplicação das cinco etapas componentes do TOC no sistema produtivo pode auxiliar na identificação e correção de gargalos produtivos de tempo disponível e para aumentar a produção, o que alavancou o resultado final de 20% de incremento.

Palavras-chave: Gestão de Custos; Teoria das Restrições; Processos produtivos.

ABSTRACT

This research presents a proposal to the Theory of Constraints (TOC) use in strategic cost management in order to identify the improvements provided by the implementation of the methodology. The TOC was applied to the productive process in a chemical industry, which is located in the west of Santa Catarina. For that, four products from the mix produced by the company had their production processes analyzed, since they are the products with the largest participation in the company billing and with the longest production time. To obtain the results, it was necessary to calculate the unit contribution margin and the profitability per minute of the products. The results have showed that the application the TOC in five steps in the productive system can help to identify and correct productive bottlenecks of available time and to increase the production, which led to 20% of increase in the final result.

Keywords: Cost Management; Theory of Constraints; Production process.

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

1 Introdução

Para manterem-se competitivas no cenário atual é necessário que as organizações tenham equipamentos de produção adequados, tecnologia, mão de obra qualificada e, principalmente, eficiência na gestão dos custos de produção (CAMPOS, 2016). Desde o aparecimento de um cenário de mudanças na economia global, vários autores como Johnson e Kaplan (1987), Berliner e Brimsom (1998), Bromwich e Bhimani (1989) e Shank (1989) iniciaram um debate sobre a necessidade e importância dos sistemas de contabilidade gerencial, uma vez que esses sistemas eram deixados em segundo plano (SOUZA, HEINEN; 2012).

A gestão estratégica de custos (GEC) destaca que a abordagem tradicional da gestão de custos tem como objetivo a identificação da oportunidade mais rentável dentre diversas opções disponíveis, buscando otimizar a alocação de recursos financeiros (Callado e Callado 2014). Assim, visa a melhoria nos processos de determinada indústria, possibilitando a conversão de um plano estratégico em medidas administrativas e operacionais voltadas para o crescimento da empresa em questão (RAUPP *et al*., 2012).

A GEC tem embasamento em três pilares estratégicos, sendo eles: a cadeia de valores, o posicionamento estratégico e os determinantes de custos. A visão estratégica e operacional da GEC atua em nível operacional buscando a eficiência organizacional por meio do planejamento e da melhor utilização dos recursos, e atua em nível estratégico na busca de eficácia com visão para o mercado. Com o objetivo de auxiliar a empresa no crescimento, a gestão estratégica de custos preza pela redução de custos de produção enquanto simultaneamente deixa a entidade mais competitiva frente ao mercado de atuação (SOUZA, HEINEN; 2012; RAUPP *et al*.; 2012).

O enfoque de gestão de custos passou a contemplar toda a cadeia de produção, como estratégia para incrementar competitividade frente ao mercado. (SOUZA; HEINEN, 2012). Como ferramenta estratégica, os gestores passaram a utilizar a Margem de Contribuição, que tem como objetivo maximizar o resultado e também atua como direcionadora de informações para as tomadas de decisões no ambiente produtivo, sendo medida relevante para o aumento do resultado líquido da organização (MARJANOVIC*, et al*., 2011). Ainda, um eficiente sistema de custos produz relatórios para os gestores que devem indicar os custos de produção, bem como as respectivas margens de contribuição e de lucratividade que os produtos vêm proporcionando. Deste modo, os gestores têm em suas mãos uma ampla variedade de informação que são voltadas ao auxílio na tomada de decisões e no controle das operações (CALLADO, CALLADO; 2014).

Aliado a GEC, a Teoria das Restrições (*Theory of Constraints*) surge a partir da evolução e aperfeiçoamento do software *Optimized Production Technology* (OPT) criado por Eliyahu Goldratt. A TOC se desenvolveu em um amplo conceito de controle e planejamento de produção (THÜRER *et al*., 2017). A partir disso, o termo TOC deixou de ser para a simples redução de custos e tornou-se mais completa para lidar com gestão estratégica ou até mesmo *throughput* empresarial que tem como tradução ganho empresarial, então se admitiu que qualquer sistema de gestão é limitado para o alcance das metas estipuladas (SOBREIROA; NAGANOB, 2013). Assim, a base desta teoria é que qualquer processo é controlado pelo elo mais fraco, que restringe o sistema, a restrição é o elemento do processo que limita a organização no alcance de suas metas (GAION *et al*., 2015).

A metodologia visa compreender as organizações, especialmente o processo produtivo, visualizando a empresa não em partes isoladas, mas como um sistema integrado ou um conjunto de elementos interligados (SILVA *et al*., 2017). Para isso, um procedimento importante para o aumento dos resultados da organização sugerido pela TOC é a implantação do processo de identificação de gargalos dos setores produtivos (UTIYAMA; GODINHO FILHO, 2013). Buzzi, Ribeiro e Carlesso (2013), apontam o conceito de que gargalo é qualquer recurso cuja capacidade é inferior a demanda e, se ele não for solucionado comprometerá o desempenho de produção na organização, afetando o cumprimento de metas. Assim, a TOC é amplamente considerada como uma metodologia para tratar as restrições do sistema e alcançar excelência no gerenciamento e desempenho de mais elevado (TSOU, 2013). O ideal para a indústria é que todos os processos e setores trabalhem na velocidade máxima instalada, sem que se criem gargalos no sistema que

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

possam impedir a realização da produção planejada (BUZZI; RIBEIRO; CARLESSO, 2013. Cada recurso que requer capacidade que excede a capacidade disponível é considerado como gargalo (BADRI *et al.,* 2014). Os gargalos controlam a circulação e a taxa de saída de todo o sistema (LEI, LI, 2015). A afirmação de que todo sistema existe no mínimo uma restrição se justifica ou é explicada pelo fato de que se não houvesse algo que limitasse o desempenho do sistema esse seria infinito (SOBREIROA; NAGANO, 2013).

A utilidade prática da TOC como uma metodologia de melhoria é bem estabelecida e os documentos de literatura demonstram vários casos de aplicações de sucesso (NAOR *et al*., 2013). Os estudos elaborados até então identificam a necessidade do bom aproveitamento da TOC como o de Silberman et al. (2012), que analisaram a aplicação da TOC em trabalhos apresentados em anais eletrônicos. Buzzi, Ribeiro e Carlesso (2013) estudaram gargalos de produção para apresentar melhorias no sistema produtivo e Gaion *et al.* (2015) analisaram a aplicação da TOC voltada para o setor de prestações de serviços. Ainda, o estudo de Silva Souza (2013) analisou a tomada de decisão frente a restrição na capacidade produtiva de uma empresa. Sobreiroa e Nagano (2013) buscaram entender como a definição do *mix* produtivo ajuda na alocação de recursos para a produção, e Raymundo, Gonçalves e Ribeiro (2015), definiram o *mix* produtivo com base nos produtos com maior rentabilidade para a empresa.

Assim, percebe-se a relevância da Teoria das Restrições que pode ser utilizada em vários setores, pois possibilita identificar, controlar, gerenciar da melhor maneira os gargalos em sistemas produtivos, por meio dos cinco passos que fazem parte desta metodologia de gerenciamento de restrições. Também, incentiva os atores do ambiente produtivo para busca constante de oportunidades de melhoria, tornando-se assim protagonista do desempenho fabril (SILVA *et al*, 2017).

Dessa forma, esse estudo teve como objetivo identificar as melhorias proporcionadas pela implantação da Teoria das Restrições, que é uma ferramenta da gestão estratégica de custos, especificamente no processo produtivo de uma indústria de produtos químicos, localizada no Oeste do estado de Santa Catarina. Justifica-se a relevância do estudo ao considerar a importância da melhoria contínua dentro de uma organização e sua vantagem competitiva a partir da identificação dos gargalos produtivos e custos inerentes a esses gargalos. Consequentemente, pretende-se também alcançar uma melhor adaptação da capacidade produtiva da empresa estudada, ao mesmo tempo proporcionando a possibilidade de replicar a metodologia em outras empresas.

2. Metodologia

A base metodológica da TOC é que toda organização tem restrições que impedem de atingir um nível maior de desempenho, portanto, deve ser identificada e gerida para aumentar o desempenho, assim, gerando um processo de melhoria contínua (VOTTO, FERNANDES; 2014). Para apresentar melhorias devem ser seguidos cinco passos, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Passos para atingir a meta

1) Identificar a(s) restrição(ões) do sistema;	Encontrar o elemento que limita o desempenho do sistema, denominado como Recurso com Restrição de Capacidade (RRC). Caso haja mais de uma restrição devem ser priorizadas àquelas que tenham maior ganho.
2) Decidir como explorar a(s) restrição(ões) do sistema;	Definir as ações que determinam como maximizar o desempenho do sistema dado a restrição e explorar os RRC's do sistema extraindo o máximo deles.
3) Subordinar qualquer outra coisa à decisão anterior;	Os recursos que não são restrição devem trabalhar no mesmo ritmo da restrição. O gerenciamento destes recursos deve garantir o funcionamento dos RRC's.
4) Elevar a(s) restrição(ões) do sistema;	Aumentar a capacidade do RRC. Pode ser aumentada com a aquisição de uma máquina, horas extras, ou até outro turno.

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

5) Se nos passos anteriores uma restrição for quebrada, volte ao passo 1. Não deixar que a inércia se torne uma restrição do sistema.	Por se tratar de um sistema de melhoria contínua a TOC demanda análise e ação permanentes, após o fim de um ciclo, sempre há o início de outro. É necessário voltar ao passo 1 e não deixar que a inércia se instale no sistema.

Fonte: CARRISSIMO *et al*., 2013;.ROGERS *et al*., 2007.

2.1 Coleta de dados

Para realização deste estudo foi necessário o levantamento dos dados da linha de produção da indústria de produtos químicos para limpeza. Os dados sobre os produtos, tempos e demandas foram realizadas por meio de visitas presenciais a linha de produção entre os meses de março e maio do ano de 2017 e foram indispensáveis para a busca pelas restrições do sistema.

Na primeira visita na empresa foi efetuado o levantamento do *mix* produtivo, e identificado os 17 itens na sua linha de produção. Para a aplicação da teoria da TOC foram utilizados os produtos que totalizaram maior participação no faturamento (60%) e que demandam maior tempo na linha de produção, sendo eles:1) Amaciante; 2) Detergente; 3) Alvejante; e 4) Limpeza Pesada.

A partir das observações feitas, escolheu-se 04 produtos do mix total para a análise e posteriormente aplicação da teoria da TOC. Os processos produtivos ficaram classificados em quatro etapas, ao final dessas etapas de produção tem-se o produto acabado e pronto para ser distribuído ao mercado consumidor. As etapas de produção das linhas estão descritas na Figura

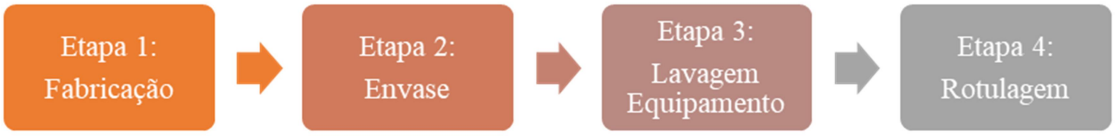


Figura 01 – Etapas do processo produtivo

2.1.1 Tempos

Definidos os produtos com maior faturamento e maior tempo no processo produtivo, foi possível medir o tempo de cada processo dentro da linha de produção. Com o auxílio de um colaborador da linha de produção da empresa foram medidos os tempos gastos para cada etapa do processo produtivo, posteriormente o tempo total gasto. O processo como um todo pode ser observado om maior clareza com a elaboração da mesma ficha técnica, mas em quantidades utilizadas para a produção dos itens, com os valores gastos para cada item tanto em moeda monetária tanto em quantidades, exemplificado na Tabela 01.

Descrição	Amaciante 5 litros	Detergente 5 litros	Alvejante 5 litros	Limpeza Pesada 5 litros
Armsoft	R$ 0,21	-	-	-
Isogen Det	-	R$ 0,45	-	-
Noxipon	-	R$ 0,20	-	-
Peróxido	-		R$ 0,35	R$ 0,50
Lairil	-		R$ 0,15	R$ 0,20
Essência	R$ 0,21	R$ 0,21	R$ 0,20	R$ 0,20
Corante	R$ 0,01	R$ 0,01	R$ 0,01	R$ 0,01
Embalagem	R$ 1,00	R$ 1,00	R$ 1,00	R$ 1,00
Rótulo	R$ 1,00	R$ 1,00	R$ 1,00	R$ 1,00
Total	R$ 2,43	R$ 2,87	R$ 2,71	R$ 2,91

Tabela 01 – Ficha técnica de produtos.

2.1.2 Demanda

Para que a teoria da TOC fosse aplicada, era necessário conhecer as demandas de mercado, preço de venda e custos com matéria prima. Com as informações exemplificadas na Tabela 02, pode ser dado início a análise dos primeiros dados para o começo da aplicação da teoria da TOC.

	Amaciante	Detergente	Alvejante	Limpeza Pesada
Demanda (unidades/mês)	400	500	1.000	1.000
Preço de venda	R$ 8,50	R$ 10,00	R$ 8,50	R$ 10,50
Custos matéria prima	R$ 5,83	R$ 6,33	R$ 5,83	R$ 7,83

Tabela 02 – Demanda de mercado, preço de venda e custos com matéria prima

Ainda para complementar tomou-se posse de dados adicionais referente a produção, como jornada de trabalho, dias de trabalho e número de funcionário. Com Tabela 03 abaixo é possível observar a quantidade de horas, de dias e funcionários que estão em função do processo produtivo, e que foi calcular o tempo disponível para produção destes itens.

Processo	Disponibilidade
Jornada de trabalho	8 horas por dia
Dias de trabalho	5 dias
Número de funcionários na linha	4 funcionários

Tabela 03 – Dados adicionais de produção

Com a coleta de dados realizada, a próxima etapa do estudo foi utilizar os dados disponíveis e as visitas realizadas na planta industrial para análise e identificação de gargalos e aplicação da Teoria das Restrições. Verificou-se ainda, via pesquisa de consumo, que será absorvido pelo mercado uma variação positiva de 30% sobre a demanda atual, sem afetar elementos de preços, de vendas e da estrutura de custos de produção.

3. Aplicação da TOC e análise dos resultados

3.1. Primeiro passo: encontrar a restrição do sistema

Com o objetivo de encontrar o ponto restritivo foi considerado todos os tempos gastos na passagem dos itens de uma operação para outra, até o fim do fluxo de produção, e depois, multiplicado pela demanda mensal de cada produto (ROGERS *et al*., 2007).

Os processos de produção podem ser analisados em conjunto, sendo que os produtos analisados têm processamento em comum com outro, e até mesmo utilizam de matérias primas iguais ou semelhantes. Para melhor análise definiu-se que os processos seriam analisados separadamente. A compreensão da Tabela 04 permite identificar que o gargalo produtivo para esse produto é a etapa 2, ou seja, o envase dos produtos, pois é a onde está localizada o maior valor de carga total.

	Tempo produção (t_{ij}) * demanda (d_{ij})	Amaciante (T_{ij}) (min.)
Etapa 1 (Fabricação)	1,00 minuto x 400 unid/mês	400
Etapa 2 (Envase)	1,62 minutos x 400 unid/mês	648
Etapa 3 (Lavagem)	1,47 minutos x 400 unid/mês	588
Etapa 4 (Rotulagem)	0,38 minutos x 400 unid/mês	152
Total	-	1.788

Tabela 04 – Tempo de produção x demanda

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

O mesmo procedimento foi aplicado para o produto Detergente. O entendimento da Tabela 05 também evidencia que a etapa 2, processo de envase, é o gargalo de produção, já que a maior parcela da carga está concentrada no mesmo.

	Tempo produção (t_{ij}) * demanda (d_{ij})	Detergente (T_{ij}) (min.)
Etapa 1	1,50 minutos x 500 unid/mês	750
Etapa 2	1,70 minutos x 500 unid/mês	850
Etapa 3	1,47 minutos x 500 unid/mês	735
Etapa 4	0,38 minutos x 500 unid/mês	190
Total	-	2.525

Tabela 05 – Tempo de produção x demanda

O processo aplicado para o alvejante foi o mesmo, conforme Tabela 06. Nesse produto foi identificado que o gargalo se encontra na etapa 01, pois é onde o maior valor está concentrado.

	Tempo produção (t_{ij}) * demanda (d_{ij})	Alvejante (T_{ij}) (min.)
Etapa 1	0,95 minutos x 1.000 unid/mês	950
Etapa 2	0,72 minutos x 1.000 unid/mês	720
Etapa 3	0,67 minutos x 1.000 unid/mês	670
Etapa 4	0,38 minutos x 1.000 unid/mês	380
Total	-	2.720

Tabela 06 – Tempo de produção x demanda.

O produto “Limpeza Pesada”, por se tratar de um item com matéria-prima, produção e demais processos que tem extrema semelhança com o produto Alvejante, pode se observar que o gargalo produtivo também está na primeira etapa, pois o maior valor de carga está concentrado na mesma, conforme demonstrado na Tabela 07.

	Tempo produção (t_{ij}) * demanda (d_{ij})	Limpeza Pesada (T_{ij}) (min.)
Etapa 1	1,08 minutos x 1.000 unid/mês	1.080
Etapa 2	0,72 minutos x 1.000 unid/mês	720
Etapa 3	0,67 minutos x 1.000 unid/mês	670
Etapa 4	0,38 minutos x 1.000 unid/mês	380
Total	-	2.850

Tabela 07 – Tempo de produção x demanda.

3.2. Segundo passo: explorar a restrição do sistema

Depois da identificação do gargalo, foram realizados cálculos para se encontrar a melhor forma de explorar a restrição. Para prosseguir o processo de aplicação da TOC foi observado o tempo utilizado para a fabricação do *mix* produtivo da empresa que gira em torno de 5 horas dias. Deve-se observar que os itens escolhidos para a análise utilizam apenas 60% do tempo disponível para a produção dos 17 itens que constam no catálogo de produtos da empresa, por tanto, foi aplicado essa porcentagem sobre o tempo total para a produção e chegou-se ao tempo total disponível para a produção dos itens escolhidos para a análise, apresentado na Tabela 08.

	Total	Produção do *Mix* (T_{ij})
Minutos dia	300 minutos	180 minutos
Minutos semana	1.500 minutos	900 minutos
Minutos mês	6.420 minutos	3.852 minutos

Tabela 08 – Tempo de produção disponível.

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

3.3 Modelamento Matemático

Assim para a aplicação foi possível modelar matematicamente como um problema de Programação Linear de maximização, considerando as restrições orientadas pelos procedimentos da TOC, apresentado no conjunto de expressões (1) e (2), sendo:

Função Objetivo:

$$Max\ MgCU = \sum_{i=1}^{n} Rec_i - cv_i \quad (1)$$

Sujeita às restrições:

$$\text{(I)} \quad \sum_{k=1}^{p} (t_{ik} * d_{jk}) \leq Tpd \quad (2)$$

$$\text{(II)} \quad \sum_{k=1}^{p} [(pv_{ik} * pr_{jk}) - (cmp_{ik})] \geq \sum_{i=1}^{n} Rec_i \qquad \forall i \in N$$

$$\text{(III)} \quad \sum_{i=1}^{n} Irec_i \leq 30\% \qquad (i) \in \{1,2,\dots n\} \qquad \forall i \in N$$

$$MgCU, Rec, cv, t, d, Tpd, pv, p, cmp, Irec \geq 0$$

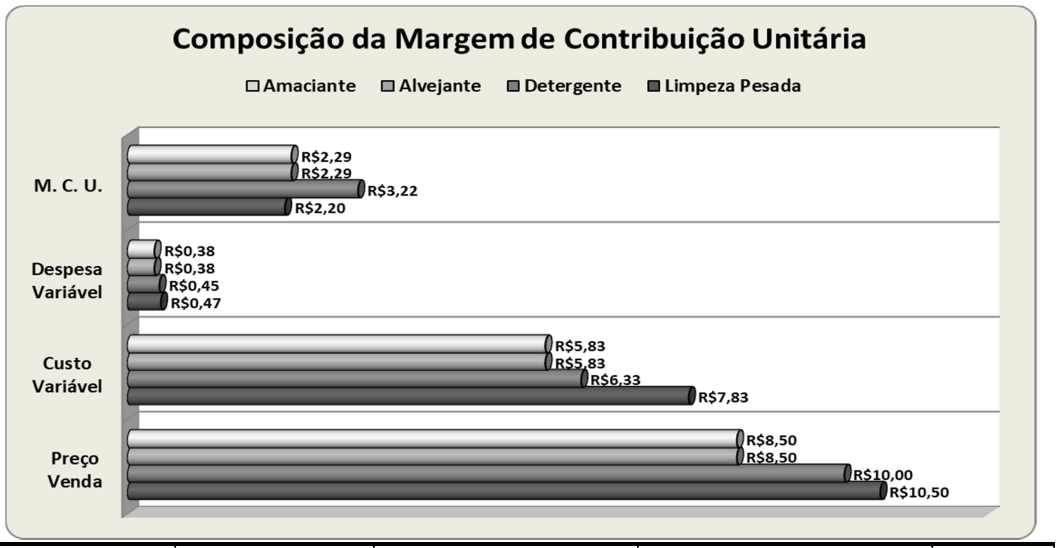
Onde:

$MgCU$	=	Margem de Contribuição Unitária para os produtos;
Rec_i	=	Receita de cada produto;
cv_i	=	Custo Variável para cada produto;
t_{ik}	=	Tempo de produção para cada produto em cada etapa de produção;
d_{jk}	=	Matriz Transposta da Demanda de produtos em cada etapa de produção;
Tpd	=	Tempo Total disponível para produção;
pv_{ik}	=	Preço de Venda de cada produto;
pr_{jk}	=	Quantidade de Produção para cada produto;
cmp_{ik}	=	Custo da matéria prima para cada produto;
$Irec_i$	=	Incremento na receita para cada produto.

Onde, em (I) apresenta-se a restrição relacionada ao tempo de produção, em (II) a restrição das receitas dos produtos e em (III) a restrição relacionada à demanda inelástica do mercado. Após a definição das restrições determinou-se a margem de contribuição unitária de cada produto, dessa maneira tem-se embasamento para a definição do *mix* produtivo e também para o aumento da produção, conforme exemplificado no Gráfico 1 e Tabela 09.

No Gráfico 01 e a Tabela 09 estão demonstradas as informações essenciais para elaborar uma análise financeira, bem como evidenciar a margem de contribuição unitária, a qual será objeto principal do estudo, devendo essa ser maximizada. Percebe-se também, que as margens de contribuição unitárias de três dos quatro produtos estudados (Amaciante, Alvejante, Limpeza Pesada), estão semelhantes, apenas o produto "Detergente" apresenta uma margem de contribuição maior que os demais produtos, impulsionado principalmente pelo preço de venda.

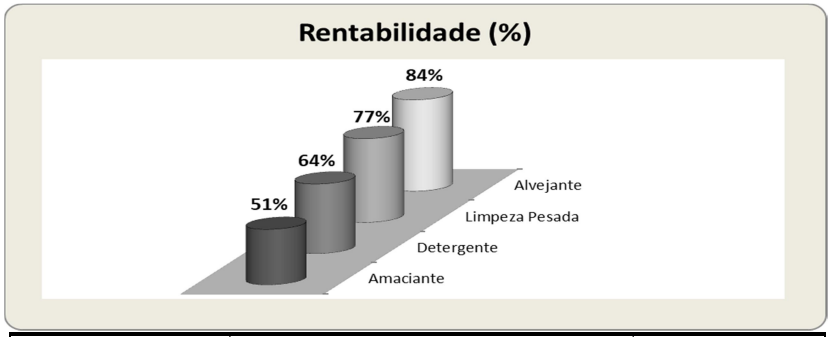
https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br



Produto (i)	Pr.Venda (pv_i)	Custo Variável (cv_i)	Despesa Variável (dv_i)	$MgCU_i$
Amaciante	R$ 8,50	R$ (5,83)	R$ (0,38)	R$ 2,29
Detergente	R$ 10,00	R$ (6,33)	R$ (0,45)	R$ 3,22
Alvejante	R$ 8,50	R$ (5,83)	R$ (0,38)	R$ 2,29
Limpeza Pes.	R$ 10,50	R$ (7,83)	R$ (0,47)	R$ 2,20

Gráfico 01 / Tabela 09 – Cálculo da margem de contribuição unitária

Com o cálculo da margem de contribuição unitária têm-se os elementos necessários para completar o cálculo da rentabilidade por unidade de recurso consumida para a fabricação dos produtos, indicado no Gráfico 2 e na Tabela 10.



Produto (***i***)	$MgCU_i$ / Rentabilidade (***i***) (R$).	Rentabilidade
Amaciante	2,29 / 4,47	51%
Detergente	3,22 / 5,05	64 %
Alvejante	2,29 / 2,72	84 %
Limpeza Pesada	2,20 / 2,85	77 %

Gráfico 02 / Tabela 10 – Cálculo da rentabilidade por produto.

O Gráfico 02 e a Tabela 10 apresentam a rentabilidade para cada um dos produtos estudados, esta informação complementa os demais dados apresentados anteriormente. A rentabilidade dos três produtos apresentam índices com grande variabilidade.

A rentabilidade mais expressiva, ocorre no produto “Limpeza Pesada”, já o produto que apresentou maior margem de contribuição “Detergente”, não apresenta a rentabilidade na mesma proporção, apresentando-se como terceira maior rentabilidade entre os produtos estudados.

3.4 Terceiro passo: subordinar os demais recursos ao gargalo

O terceiro passo diz respeito à área de gestão estratégica e devem ser feitas ações administrativas para que todos os recursos trabalhem no mesmo ritmo da restrição, não mais rápido para que não aumentem o nível do estoque em processo e nem mais devagar para que consiga atender a demanda (BRANDÃO *et al*., 2012). Como também, pode-se utilizar a Margem de Contribuição para determinação de restrições ao estudo. Um gargalo possível diz respeito ao Custo Variável dos produtos, que por originar-se de uma lista técnica, pode ser otimizados mediante políticas efetivas de negociação com fornecedores (MARJANOVIC, *et al*., 2011). Após o entendimento dos dados apresentados pode-se identificar que os produtos com maior rentabilidade por minuto são o Alvejante e o Limpeza Pesada, sendo assim pode-se alavancar os resultados explorando maior produtividade nesses produtos.

3.5 Quarto passo: elevar a produção

Para a produção dos quatro produtos são utilizados 9.883 minutos/mês sendo que a empresa tem uma disponibilidade de 11.556 minutos/mês, dessa forma ficou evidenciada uma ociosidade de 1.673 minutos/mês, que pode ser utilizada para a produção dos produtos com maior rentabilidade, ou seja, Alvejante e Limpeza Pesada. Assim o tempo ocioso poderá ser dividido igualmente entre os dois produtos. Para entender melhor a Tabela 11, deve-se compreender que o resultado apresentado é o resultado atual para a empresa, levando em consideração a venda de toda a produção dos itens da análise.

	Amaciante	Detergente	Alvejante	Limpeza Pes.	Total
Quantidade	400 un.	500 un.	1.000 un.	1.000 un.	2.900 un.
Preço de Venda	R$ 8,50	R$ 10,00	R$ 8,50	R$ 10,00	-
Receita	R$ 3.400,00	R$ 5.000,00	R$ 8.500,00	R$10.500,00	R$ 27.400,00
Matéria Prima	(R$2.332,00)	(R$3.165,00)	(R$5.830,00)	(R$7.830,00)	(R$19.157,00)
Tributos	(R$ 153,00)	(R$ 225,00)	(R$ 382,50)	(R$ 472,50)	(R$ 1.233,00)
Gastos Gerais	-	-	-	-	(R$ 3.720,00)
Lucro/Prejuízo	-	-	-	-	R$ 3.290,00

Tabela 11 – Resultado antes do aumento da produção.

Conforme os dados apresentados na Tabela 11, pode-se explorar um dos gargalos de produção que é o tempo, porém na mesma proporção em que há um incremento de produção, deve-se esperar um aumento na ativação de custos variáveis. Após a apresentação do resultado antes do aumento da produção e sabendo que pode ser explorado o aumento de produção nos itens com maior rentabilidade por minuto, utilizou-se igualmente o tempo ocioso em dois produtos, para simular um resultado para a empresa, exemplificado na Tabela 12.

	Amaciante	Detergente	Alvejante	Limpeza Pesada	Total
Quantidade	400 un.	500 un.	1.307 un.	1.293 un.	3.500 un.
Preço de Venda	R$ 8,50	R$ 10,00	R$ 8,50	R$ 10,00	-
Receita	R$ 3.400,00	R$ 5.000,00	R$11.109,50	R$ 12.930,00	R$ 32.439,50
Matéria Prima	(R$2.332,00)	(R$3.165,00)	(R$ 7.619,81)	(R$10.124,19)	(R$23.241,00)
Tributos	(R$ 153,00)	(R$ 225,00)	(R$ 499,83)	(R$ 581,85)	(R$ 1.459,78)
Gastos Gerais	-	-	-	-	(R$ 3.720,00)
Lucro/Prejuízo	-	-	-	-	R$ 4.018,72

Tabela 12 – Resultado após a aumento da produção na identificação dos gargalos

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

Contudo, após o aumento da produção até o ponto máximo do recurso tempo, incentivando a produção dos dois produtos com maior rentabilidade, tem-se que levar em consideração que os custos e despesas variáveis se elevarão na mesma proporção que o aumento da quantidade produzida. Ainda conforme demonstrado no estudo de Marjanovic, *et al.* (2011), os custos fixos serão inelásticos até determinado ponto, devendo ser conhecido pelo gestor qual é este ponto de ruptura, em que estes custos elevam-se de patamar, para desta forma não tornar também os custos fixos uma restrição ao sistema.

3.6 Quinto passo: elevar a inércia do sistema

Para responder a problemática da pesquisa sobre quais melhorias podem ser implantadas no processo produtivo de uma indústria de produtos químicos com a aplicação da teoria das restrições foram realizadas várias visitas a empresa estudada e análises do tempo de produção dos itens com maior participação no mercado externo. Foram identificadas as margens de contribuição de cada produto e também a rentabilidade por minuto dos mesmos. Como resultado, identificou-se ociosidade em relação ao tempo disponível e também ao tempo utilizado, dessa maneira o tempo ocioso foi aplicado nos produtos que obtiveram maior rentabilidade por minuto, possibilitando o aumento do resultado da empresa. Desta maneira pode-se traçar um paralelo com o estudo de Buzzi, *et al*. (2013), no qual, aborda que os gargalos quando tratados e eliminados podem trazer benefícios e melhores resultados econômicos para as companhias, podendo ser visualizado nos resultados deste estudo.

4 Considerações finais

Ao analisar os dados, observa-se que o aumento da produção dos itens em questão é viável economicamente, pois alavanca a receita final em aproximadamente 22%. Cabe destacar que outros fatores devem ser levados em consideração, como a demanda de mercado necessária para que a empresa não fique com produtos por tempo desnecessário em estoque.

Desse modo a TOC integrada com boas práticas de gestão empresarial, pode ser uma ferramenta relevante para o aumento da produção e incremento no resultado líquido da empresa. Diante disso fica evidenciada a necessidade de proposta para novos estudos na empresa em questão para que os processos produtivos estejam em constante evolução e os resultados possam ser alavancados. O fator mais importante nesse estudo foi a necessidade de retornar à primeira etapa e identificar a próxima restrição, desta forma, iniciando o ciclo da melhoria contínua.

Como indicações de melhorias no processo, mediante as análises realizadas, pode-se elencar o desenvolvimento da lacuna que existe entre o aumento de produção indicado nos resultados em relação à sensibilidade da absorção do mercado ao aumento da oferta, de aproximadamente 8%. Porém, esta sugestão é possível somente após mudança na estrutura produtiva ou de gastos, desta forma necessitando redefinir novas restrições.

Como retorno dos resultados para a empresa estudada, por se tratar de uma indústria que revende seus produtos para o varejo e consumidor final, não há urgência na adoção das medidas de melhoria, porém quanto antes os gestores realizarem as adequações indicadas, melhor o reflexo do resultado para o desempenho econômico da empresa. Demonstrando assim a relevância do presente estudo para o crescente desenvolvimento do ambiente analisado.

Por fim, este artigo alcança o seu objetivo de identificar quais melhorias podem ser implantadas no processo produtivo de uma indústria de produtos químicos com a aplicação da teoria das restrições, incrementando dados adicionais para melhorar a implantação e futura gestão destas mudanças. Ainda, como sugestão para futuros estudos, pode-se indicar a abordagem de uma completa análise de viabilidade financeira e econômica dos possíveis investimentos que podem emergir do processo de melhoria após o ajuste dos gargalos.

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br

Referências

Badri, S. A., G., Mehdi, S., Kamran (2014). **A multi-criteria decision-making approach to solve the product mix problem with interval parameters based on the theory of constraints**. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology,* N. 70, pp.1073–1080.

Berliner, C., Brimson, J (1998). **Cost Management for Today's Advanced Manufacturing: The CAM-I Conceptual Design**. Boston, MA*: Harvard Business School Press,* pp. 253.

Buzzi, E. M., Ribeiro, M. E. O., Carlesso, R (2013). **A teoria das restrições na identificação de gargalos no setor produtivo: a indústria uniformes 1000 cores**. *Revista Eletrônica da Faculdade de Alta Floresta*, V. 3, N. 2, pp. 156-196.

Brandão, B. P., Nascimento, G. R Do, Abadia, L. S. De, Paco, T. Da R., Rezende, R. C (2012). **Teoria das Restrições aplicada a uma linha de produção de Ketchup**. *XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Bento Gonçalves.

Bromwich, M., Bhimani, A (1989). **Management Accounting: Evolution not Revolution**. London: *Chartered Institute of Management Accountants*, 1989.

Callado, A. L., Callado, A. A. C (2014). **Caracterizando o sistema de informação gerencial na gestão de custos em micro e pequenas empresas**. *Revista Ciências Administrativas*, V. 17, N. 2, pp. 351-373.

Campos, G. R (2016). Gestão Estratégica De Custos: **A Prática Das Indústrias Moveleiras Da Região Noroeste Do Estado Do Paraná**. *Revista de Ciências Empresariais da UNIPAR*, V. 16, N. 1, pp.131-150.

Gaion, A. V. F., De Oliveira, C. R., Scarpin, M. A., Calijuri, M. S. S (2015). **Teoria das restrições aplicada à prestação dos serviços.** *Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais*, V. 1, N. 1, pp.67-82.

Johnson, T., Kaplan, R. (1987). *Relevance Lost***.** Boston: Havard Business School Press.

Lei, Q. Li, T. (2015). **Identification approach for bottleneck clusters in a job shop based on theory of constraints and sensitivity analysis**. *Journal of Engineering Manufacture*, V: 231, N. 6, pp. 1091-1101.

Marjanovic, V., Gavrilovic, J., Stanic, N (2011). **Us American Versus German Activity-based Costing. Effects on business decisions management in the automotive industry**. *Ekonomska Istrazivanja-Economic Research*, V. 24, pp. 99-111.

Naor, M., Bernardes, E.S. Coman (2013). **A Theory of constraints: is it a theory and a good one?** *International Journal of Production Research*. V. 51, N. 2, 15, pp. 542–554.

Raupp, S. W., Borgert, A., Nunes, P., Ferrari, M. J (2012)**. O processo de implementação da gestão estratégica de custos em uma empresa estatal de energia elétrica**. *Revista Eletrônica de Estratégia & Negócios*, V. 5, N. 1, pp. 137-166.

Raymundo, E. A., Gonçalves, L. W. N., Ribeiro, N. S. (2015). **Pesquisa operacional na tomada de decisão: modelo de otimização de produção e maximização do lucro**. *Revista de Gestão & Tecnologia*, V. 3, N. 1, pp. 12-16.

Rogers, P., Reis, E. A., Securato, J. R (2007). **Definição do Mix de Marketing em Situações de Variabilidade da Demanda e dos Preços Sob o Enfoque da Teoria das Restrições**. *RPA Brasil - Revista de Práticas Administrativas*, V. 3, N. 5.

Silberman, I. M., Ayres, R. M., Da Silva, P. R., Cogan, S. (2012). **Teoria das Restrições (TOC): uma análise de estudos de caso disponíveis em anais de congressos.** *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ*, V. 17, N. 2, p. 28-44.

Shank, J.K., Govindarajan, V (1997). ***A revolução dos custos: como reinventar e redefinir sua estratégia de custos para vencer em mercados crescentemente competitivos***. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus.

Silva Souza, R. da (2013). **Tomada de decisão quanto ao *mix* de produção diante de um fator restritivo na capacidade produtiva.** *Revista Eletrônica Acadêmica da Faceca*, V. 1, N. 11, pp. 13.

Silva, A.L. E, Silva, V. C., Kipper, L. M., Carvalho, F. S., Moraes, J., A. R (2017). **Aumento do desempenho fabril sob a luz da Teoria das Restrições: o caso de uma fábrica de colhões**. *Revista Produção Online*, V. 17, N. 1..

Sobreiroa, V. A., Nagano, M. S. (2013**). Proposta de uma heurística construtiva baseada na TOC para definição de mix de produção.** *Production Journal*, V. 23, N. 3, pp. 468-477.

Souza, M. A., Heinen, A. C. (2012). **Práticas de gestão estratégica de custos: uma análise de estudos empíricos internacionais.** *Contabilidade, Gestão e Governança*, V. 15, N. 2, pp. 23-40.

Souza, F. B., Pires, S. R. I. (2014). **Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da teoria das restrições em ambientes de produção para estoque**. *Gestão da Produção*, V. 21, N. 1, pp. 65-76.

Thürer, M., Stevenson, M., Silva, C., Qu, T. (2017). **Drum-buffer-rope and workload control in High-variety flow and job shops with bottlenecks: An assessment by simulation**. *International Journal of Production Economics* N. 188, pp. 116–127.

Tsou, C. (2013). **On the strategy of supply chain collaboration based on dynamic inventory target level management: A theory of constraint perspective**. *Applied Mathematical Modelling*, V.37, N. 7, 1 pp. 5204-5214.

Utiyama, M. H. R., Godinho Filho, M. (2013). **A literatura a respeito da comparação entre a teoria das restrições e a manufatura enxuta: revisão, classificação e análise**. *Gestão e Produção*, V. 20, N. 3, pp. 615-638.

Votto, R. G., Fernandes, F. C. F. (2014). **Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na indústria de bens de capital sob encomenda**. *Gestão & Produção,* V. 21, N. 1, pp. 45-63.

https://proceedings.science/p/85518?lang=pt-br