

A teoria das restrições na prática: elevação dos gargalos no processo produtivo de uma indústria metal mecânica

Anselmo Rocha Neto (UNOCHAPECÓ) anselmo@unochapeco.edu.br

Ricardo Antonio de Marco (UNOESC Campus Xanxerê) ricardo@unoescxxe.edu.br

Resumo: *Este trabalho objetiva implementar a Teoria das Restrições em um sistema produtivo de uma indústria metal mecânica localizada na região Oeste de Santa Catarina. Objetivou-se avaliar, verificar e dimensionar os resultados obtidos a partir da aplicação dessa teoria, possibilitando aos gestores uma alternativa estratégica na resolução de problemas restritivos do sistema atual. A pesquisa caracterizou-se como estudo de caso e os dados foram coletados através de pesquisa documental e observação, onde foram medidos os tempos de produção dos produtos engate de reboque e protetor de cárter que geraram tabelas para a identificação dos pontos restritivos dos fluxos de produção. Os resultados foram analisados de forma quantitativa através do cálculo dos custos de produção antes da aplicação da teoria e após a aplicação da teoria, permitindo a verificação efetiva dos resultados na medida em que as alterações sugeridas pela teoria sejam aplicadas no sistema produtivo, objeto do estudo. Além da melhoria nos fluxos de produção, o estudo tem a pretensão de demonstrar os ganhos financeiros a partir da aplicação da Teoria das Restrições.*

Palavras-chave: *Teoria das Restrições, Otimização da Produção, Indústria Metal Mecânica.*

1. Introdução

Observa-se que as indústrias metal mecânicas fazem parte de um ambiente turbulento e de alta competitividade, caracterizando-se em ramo fértil para estudos de melhoria de desempenho. Considerando as organizações através do prisma sistêmico, várias fronteiras podem ser transpassadas, permitindo a substituição e experimentação de novas estratégias de gestão, a fim de obter melhores resultados da capacidade dos seus processos ou sistemas.

Abordagem da Teoria das Restrições (TOC - Theory of Constraints) neste tipo de estudo, se dá pela lógica que envolve o processo de análise e praticidade de operacionalização. Como princípio lógico Corbett Neto (1997, p.39) enfatiza que “a Teoria das Restrições é baseada no princípio de que existe uma causa comum para muitos efeitos, de que os fenômenos vistos são consequência de causas mais profundas, encara qualquer empresa como um sistema, isto é, um conjunto de elementos entre os quais há alguma relação de interdependência. Cada elemento depende de esforços conjuntos de todos os seus elementos”.

Uma particularidade peculiar da TOC está em reconhecer e gerenciar a restrição do sistema, possibilitando assim o início da aplicação dessa ferramenta estratégica, sendo que restrição pode ser definida como qualquer coisa que impeça uma organização de alcançar a sua meta (GOLDRATT e COX, 1993).

Segundo Guerreiro (1996, p.14) “na Teoria das Restrições a palavra chave passa a ser “restrição”, definida como qualquer coisa que limite o alcance do objetivo da empresa. As restrições podem ser físicas, como capacidade de determinadas máquinas e ou setores, pessoal insuficiente, pessoal não capacitado, ausência de pedidos de clientes, não disponibilidade de matéria-prima de fornecedores, dificuldade de logística, etc. ou restrições não físicas ou políticas que são as normas, procedimentos e práticas adoradas pela organização”.

A busca intermitente de métodos de custeios adequados, sistemas de produção balanceados e o gerenciamento dos recursos produtivos com o foco voltado para a redução dos custos fixos e otimização dos custos variáveis, motiva os gestores a procurarem alternativas para problemas que normalmente são encarados isoladamente.

A TOC apresenta-se como alternativa para implementação de melhorias no sistema, controlar de forma simplificada os custos e direcionar a organização para o seu caminho, a meta, que é o lucro. (GOLDRATT e COX, 1993)

Para melhor posicionar as definições práticas e estruturais das análises que seguem, a meta da organização será considerada, pelo conceito de Goldratt e Cox (1993), como ganho real. Portanto, priorizando o lucro líquido como o objetivo fim de todas as operações dentro da empresa e na cadeia produtiva (fornecedor, empresa, cliente) onde ela está localizada. Com o mesmo foco serão tratados todos os custos, ou seja, todo o dinheiro que o sistema gasta para transformar o inventário em ganho, como despesa operacional.

Este trabalho demonstra o impacto dos gargalos de produção nos ganhos da empresa, demonstrando que a TOC reúne condições de dissolução dos eventos restritivos apresentando melhorias financeiras.

2. Teoria das restrições

A Teoria das Restrições criada pelo físico israelense Eliyahu M. Goldratt, e definida como um processo de melhoramento contínuo, começou a ser incubada nos anos 70, quando ele desenvolveu um software para o planejamento de produção de uma fábrica de gaiolas para aves. (NOREEN, SMITH, MACKKEY, 1996)

Este software deu origem à OPT (Optimized Production Technology) que consistia em uma série de princípios para a otimização da produção baseado em novos paradigmas.

Conforme Oenning *et al.* (2004, p.3) “... a Teoria das Restrições objetiva compor uma sistemática de auxílio na tomada de decisões relacionadas à maximização do ganho através da otimização da produção”.

Já na década de 80, com as experiências acumuladas pela implantação do software desde sua criação, Goldratt desenvolve a TOC que então passa a ser uma nova filosofia de gerenciamento global, como Just-in-Time e o Total Quality Management. (GOLDRATT, 1992).

Para Guerreiro (1999, p.14), ‘Na OPT a palavra-chave é ‘gargalo’,[...] Na TOC, a palavra-chave passa a ser ‘restrição’, definida como qualquer coisa que limite o alcance do objetivo da empresa’.

A TOC considera que existem restrições em todos os sistemas e que deve-se considerá-las para que elas não se tornem um grande problema. Segundo Cogan (2005, p.7) ‘a TOC é considerada uma poderosa técnica de otimização de mix de produtos no curto prazo (devido a sua capacidade de gerenciamento das restrições)’.

Para administrar as restrições Goldratt criou um processo contínuo de 5 passos que objetiva identificar, controlar e gerenciar da melhor maneira possível as restrições. Os passos são:

1) Identificar as restrições do sistema

Segundo Guerreiro (1996, p.21), ‘Nesta primeira etapa, devem ser identificadas as restrições existentes no sistema. Todo sistema deve ter pelo menos uma restrição, mas, por outro lado, normalmente terá um número muito pequeno de restrições’.

Nesta etapa procura-se encontrar o fator limitante de ganho no sistema, um meio de identifica-lo é medindo a capacidade de cada equipamento ou centro de trabalho para cada tipo de produto produzido, quando a carga de trabalho for maior que a sua capacidade eis a restrição.

Uma outra boa dica de onde está a restrição é observando os inventários, normalmente eles serão maiores à frente da restrição. Os pedidos atrasados também podem fornecer pistas sobre as restrições deve-se identificar em quais recursos eles são processados e onde estão ocorrendo estes atrasos.

2) Decidir como explorar as restrições do sistema.

Significa fazer com que as restrições existentes tragam o maior ganho possível, para isto elas devem ser utilizadas em todo seu tempo disponível. Se a restrição for uma máquina e não houver meios de aliviar a carga de trabalho (como utilizar uma máquina alternativa para determinadas peças, terceirizar parte da produção das peças, mudar a especificação de determinados produtos, etc.) deve-se escolher entre os produtos a serem produzidos aquele que melhor aproveita a restrição.

Segundo Cox III, Spencer (2002, p.72), deve-se “... aproveitar a capacidade existente na restrição que, freqüentemente, é desperdiçada por se produzir e vender os produtos errados ou por causa da utilização de regras e procedimentos inadequados para programar e controlar a restrição”.

3) Subordinar o resto à decisão anterior (garantir que tudo caminhe de acordo com as restrições).

Guerreiro (1996, p.22) diz que, “Na etapa anterior, ficou definido o que fazer a respeito das restrições. Nesta etapa, fica estabelecido o que fazer com os demais recursos não-restrição. Assim, subordinar qualquer outro evento à decisão anterior significa que todos os demais recursos não restritivos devem ser utilizados na medida exata demandada pela forma empregada de exploração das restrições”.

Nesta etapa pode acontecer de algum recurso não-restrição ficar ocioso, o que é um impacto grande aos sistemas tradicionais gerenciais (nenhuma máquina pode ficar parada, pois a eficiência irá despencar!). Se o estabelecido não for cumprido os inventários logo subirão novamente e os benefícios da ativação da restrição serão inócuos. Portanto, um não-gargalo pode, e muitas vezes deve, ficar ocioso pois, ótimos locais não garantem ótimos globais.

4) Elevar as restrições do sistema

Neste passo deve-se procurar maneiras de aumentar a capacidade da restrição, normalmente isto se dá através de investimentos que possam aumentar a capacidade do recurso restritivo como compra de novos equipamentos, mudanças de tecnologias, desenvolvimentos de processos e matérias-primas alternativas, etc.

Conforme Goldratt (1993, p.55-56), “Elevar significa ‘levantar a restrição’”. Este é o quarto passo, não o segundo. Às vezes temos testemunhado uma situação onde todos se queixam de uma grande restrição, mas quando exercem o segundo passo da exploração, de não desperdiçar o disponível, começam a aparecer mais do que suficiente. Portanto, não vamos precipitadamente aprovar uma sub-contratação ou lançar uma elaborada campanha de propaganda. Quando o segundo e terceiro passos estão completos e ainda existe uma restrição, este é o momento de passar ao quarto passo, a não ser que estejamos falando em casos muito claros, onde uma restrição está fora de proporção com relação ao restante”.

5) Se, num passo anterior, uma restrição for eliminada, volte ao primeiro passo, mas não permita que a inércia gere uma restrição no sistema.

Deve-se, sistematicamente, reavaliar as restrições pois na medida que ocorra alguma alteração no sistema ou no ambiente (interno ou externo) pode haver a alteração da restrição.

Segundo Cox III e Spencer (2002, p.75), “Se a restrição é quebrada na etapa 4, é importante não deixar que a inércia apareça. Pelo contrário, volte ao passo 1 e recomece todo o processo. O processo de focalização de cinco etapas faz com que a administração pense, planeje, e só então realize e verifique. É um processo mais sistemático de melhoria contínua”.

3. Metodologia utilizada

Este estudo foi desenvolvido em uma empresa metal-mecânica sediada em Xanxerê - SC, entre abril e novembro de 2005.

As técnicas de coleta de dados utilizadas foram a pesquisa bibliográfica, a observação e a pesquisa documental.

A pesquisa documental foi realizada nas fichas de produção onde foram obtidos o seqüenciamento de produção, tempo de cada processo de produção e quantidades de matéria-prima utilizadas na fabricação dos dois produtos em questão; foram analisados também os relatórios financeiros obtendo as informações sobre despesas operacionais, dados de custo de matéria-prima e preço de venda dos produtos.

Na observação buscou-se analisar o fluxo de produção dos produtos em questão, o sequenciamento dos processos produtivos e os tempos de cada processo e confrontá-los com os dados dos documentos pesquisados.

A pesquisa bibliográfica trouxe subsídios para a aplicação da Teoria das Restrições.

O estudo é caracterizado como estudo de caso.

A pesquisa foi quantitativa e os dados levantados foram apresentados em tabelas presentes neste trabalho.

4. Aplicação da TOC na empresa (estudo de caso)

O processo produtivo que envolve o sistema em análise é constituído pelas seguintes máquinas, equipamentos e matéria-prima apresentados no quadro 1, os mesmos foram identificados através de simbologias para facilitar a compreensão, observa-se que as máquinas FC 02 e LX 01 trabalham na mesma célula de produção:

QUADRO 1 – Máquinas e Matérias Primas do processo produtivo

Máquinas	Matérias Primas
SM 30 – Máquina de Solda MIG / MAG - Automática	Chapa A – Blank comprado cortado SAE 1006 na dimensão própria do protetor.
SM 31 – Máquina de Solda MIG / MAG - Automática	Chapa B – Chapa de aço carbono SAE 1006 de 1000 x 2000 x 1,50mm
PH 02 – Prensa Hidráulica	Tubo – Tubo de aço carbono Ø 44,45 x 3,0 mm.
PE 20 – Prensa Excêntrica	
OX 01 – Oxicorte	
GU 02 – Guilhotina	
SF 02 – Serra Fita	
FC 02 – Furadeira de Coluna	
LX 01 – Lixa	

A figura 1 apresenta o fluxo produtivo com os respectivos tempos de processamento.

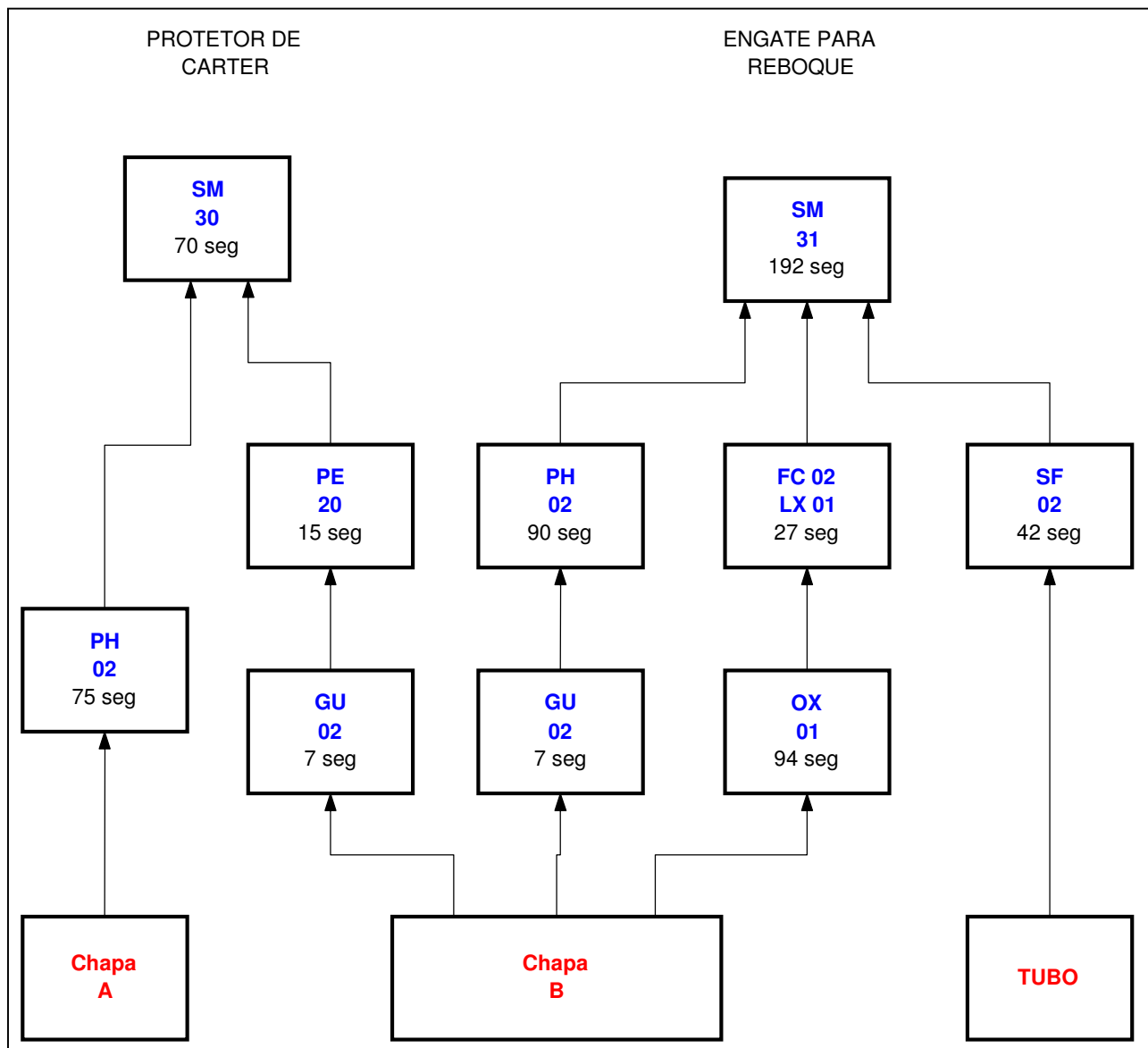


FIGURA 1 – Fluxo produtivo do Protetor de Carter e Engate para Reboque

O processo de fabricação atende a padrões pré-estabelecidos pelo projeto dos produtos e tem início com o recebimento das Chapas de Aço Carbono, Chapas Blank e Tubos de Aço Carbono que entram na linha de produção já com as medidas padronizadas do fornecedor.

Na primeira etapa as Chapas de Aço Carbono passam pelas guilhotinas GU 02 e oxicorte OX 01 em paralelo às Chapas Blank são prensados na PH 02, os tubos passam direto para a Serra Fita SF 02. As Chapas de Aço Carbono ainda necessitam de acabamento, utilizando-se das máquinas LX 01, FC 02, PE 20 e PH 02.

Terminado o processo de conformação dos materiais as Chapas de Aço Carbono e as Chapas Blank encontram-se no processo de montagem, resultando no produto final Protetor de Carter.

A junção das Chapas de Aço Carbono e dos Tubos de Aço Carbono após a conformação dos materiais, é realizada na máquina SM 31, solda e montagem, que resulta no produto final - Engate para Reboque.

A tabela 1 apresenta os custos de matéria-prima, preço de venda e demanda dos produtos.

TABELA 1 – Custos de matéria-prima, preço de venda e demanda dos produtos

	Protetor de Cârtter	Engate de Reboque
Chapa A	R\$ 4,89 / peça	-----
Chapa B	R\$ 0,65 / peça	R\$ 3,10 / peça
Tubo	-----	R\$ 7,15 / peça
Custo Total de Matéria-Prima	R\$ 5,54 / peça	R\$ 10,25 / peça
Preço de Venda	R\$ 17,00 / peça	R\$ 40,00 / peça
Demanda	3.000 pç / mês	6.000 pç / mês

As despesas operacionais totais são de: R\$ 58.729,19/mês (9 funcionários).

A indústria dispõe de 220 horas mensais para programar sua produção, trabalhando em um turno de 8 horas e 27 minutos durante seis dias úteis (de segunda-feira á sábado).

Apresenta-se a seguir a aplicação prática da TOC.

4.1 Passo 1: Identificar a restrição do sistema

A demanda total é de 3.000 protetores de cârtter e 6.000 engates de reboque por mês. O tempo disponível para produção é de 792.000 segundos por mês por máquina.

Os tempos de utilização das máquinas para atender a demanda estão apresentados na tabela 2:

TABELA 2 – Tempo de utilização das máquinas na fabricação do protetor de cârtter e engate de reboque

Protetor de Cârtter	Engate de Reboque
GU02: 7seg/pç x 3.000 pç/mês = 21.000 seg/mês	GU02: 7seg/pç x 6.000 pç/mês = 42.000 seg/mês
PE20: 15seg/pç x 3.000 pç/mês = 45.000 seg/mês	PH02:90seg/pç x 6.000 pç/mês = 540.000 seg/mês
PH02: 75seg/pç x 3.000 pç/mês = 225.000 seg/mês	OX01: 94seg/pç x 6.000 pç/mês = 564.000 seg/mês
SM30: 70seg/pç x 3.000 pç/mês = 210.000 seg/mês	SF02: 42seg/pç x 6.000 pç/mês = 252.000 seg/mês
	FC02/LX01: 27seg/pç x 6.000 pç/mês = 162.000 seg/mês
	SM31: 192seg/pç x 6.000 pç/mês = 1.152.000 seg/mês

A máquina SM31 com utilização de 1.152.000 segundos de 792.000 segundos disponíveis é a restrição do sistema, então compõe-se o *mix* ideal de produção com a capacidade disponível.

Observa-se que o protetor de cârtter não possui restrição em nenhum dos seus processos, pois as máquinas não são ocupadas todo o tempo com a demanda prevista. Portanto, terá produção de 3.000pç/mês (100% da demanda). O engate de reboque tem sua produção limitada pela restrição, portanto 4.125 pç/mês (68,75% da demanda).

Como a capacidade da restrição determina a capacidade do sistema, calcula-se, com os dados da tabela 1, o ganho mensal que o sistema terá na tabela 3:

TABELA 3 – Receitas, Despesas e Lucro Líquido dos produtos

	Protetor de Cârtter	Engate de Reboque	Total
Receita	R\$ 51.000,00	R\$ 165.000,00	R\$ 216.000,00
Custo da Matéria-Prima	R\$ 16.620,00	R\$ 42.281,25	R\$ 58.901,25
Despesa Operacional			R\$ 58.729,19
Lucro Líquido			R\$ 98.369,56

Portanto, o lucro máximo obtido é de R\$ 98.369,56.

4.2 Passo 2: Decidir como explorar a restrição

Este passo garante que todo o tempo disponível (792.000 segundos por mês) seja totalmente utilizado, pois, é a restrição que governa a capacidade do sistema.

É importante mencionar que estes cálculos foram realizados com o tempo máximo disponível da restrição, para tanto a empresa adota medidas tais como:

- A manutenção preventiva na restrição (realizada todo o dia após a realização da produção e programada em alguns domingos);
- Adoção de controle de qualidade antes da restrição para não trabalhar em peças defeituosas que é efetuada por um auxiliar do operador da restrição (um dos 9 funcionários da indústria);
- Sistema Kanban de controle para garantir que apenas peças que incorporarão produtos para vendas sejam trabalhados na restrição e não trabalhar em peças que não irão se tornar ganho imediatamente;
- E ativação da restrição em intervalos como lanches, almoço, ginástica laboral, entre outros, com a ajuda do auxiliar de produção da restrição que substitui o operador nestes casos.

As experiências destas práticas têm demonstrado uma garantia da utilização dos 792.000 segundos no mês disponíveis.

4.3 Passo 3: Subordinar o resto a decisão anterior

Como a máquina SM31 é a restrição, as demais máquinas estarão subordinadas a ela, ou seja, só serão liberados os materiais necessários a produção de 4.125 engates de reboque por mês, conforme a necessidade da restrição.

Este passo foi implementado com a utilização do sistema Kanban, onde *containers* são abastecidos com a quantidade de peças necessárias a produção dos engates. O sistema é simples, com base em cartões o operador sabe a necessidade de produção de determinada peça, constando as informações: tipo de peça, quantidade a ser produzida, cliente que receberá o produto final, prazo de entrega, entre outros.

Outro aspecto levantado neste passo foi a definição de estoques pulmão (*time buffers*) antes da restrição. As máquinas PH 02; FC 02 e LX 01; e, SF 02, que abastecem a restrição, devem manter sempre um estoque dimensionado em um dia de trabalho (8 horas e 27 minutos).

Portanto, as três máquinas que abastecem a restrição têm o mesmo dimensionamento de estoque. Cabe ressaltar que este aspecto está sendo analisado para um melhor dimensionamento dos três estoques pulmão, pelas análises realizadas, provavelmente, cada máquina terá um tamanho diferente de estoque a ser mantido (o que não é foco deste estudo).

O passo seguinte é a elevação da restrição.

4.4 Passo 4: Elevar a restrição do sistema

Como alternativa de elevação da restrição adquiriu-se uma nova máquina SM31, no valor de R\$ 500.000,00, deve-se então, determinar o novo *mix* de produção, lucro líquido e o tempo retorno do capital investido.

O novo fluxo de produção é alterado apenas com a incorporação da máquina comprada (SM31A), portanto, têm-se 192 segundos de utilização na máquina SM31 e mais 192 segundos na máquina SM31A.

As despesas operacionais totais que eram de R\$ 58.729,19/mês, com a contratação de 01 (um) operador para a SM31A ao custo de R\$ 1.500,00 por mês, sobem para R\$ 60.229,19.

Os tempos de utilização das máquinas para atender a demanda estão apresentados na

tabela 4, observa-se que as máquinas SM31 e SM31A dividem o trabalho (3.000 peças para cada máquina por mês).

TABELA 4 – Tempo de utilização das máquinas na fabricação do protetor de cárter e engate de reboque com aquisição da máquina SM31A

Protetor de Cárter	Engate de Reboque
GU02: 7seg/pç x 3.000 pç/mês = 21.000 seg/mês	GU02: 7seg/pç x 6.000 pç/mês = 42.000 seg/mês
PE20: 15seg/pç x 3.000 pç/mês = 45.000 seg/mês	PH02:90seg/pç x 6.000 pç/mês = 540.000 seg/mês
PH02: 75seg/pç x 3.000 pç/mês = 225.000 seg/mês	OX01: 94seg/pç x 6.000 pç/mês = 564.000 seg/mês
SM30: 70seg/pç x 3.000 pç/mês = 210.000 seg/mês	SF02: 42seg/pç x 6.000 pç/mês = 252.000 seg/mês
	FC02/LX01: 27seg/pç x 6.000 pç/mês = 162.000 seg/mês
	SM31: 192seg/pç x 3.000 pç/mês = 576.000 seg/mês
	SM31A: 192seg/pç x 3.000 pç/mês = 576.000 seg/mês

Após a elevação da restrição do sistema a composição do mix mensal ideal de produção atendendo na sua totalidade a demanda do mercado será de 3.000 protetores de cárter e 6.000 engates de reboques. Observa-se que não há restrição em nenhum dos processos.

Como a capacidade da restrição determina a capacidade do sistema, calcula-se, com os dados da tabela 1 e do novo mix de produção, o ganho mensal que o sistema terá na tabela 5:

TABELA 5 – Receitas, Despesas e Lucro Líquido dos produtos após elevação da restrição

	Protetor de Cárter	Engate de Reboque	Total
Receita	R\$ 51.000,00	R\$ 240.000,00	R\$ 291.000,00
Custo	R\$ 16.620,00	R\$ 61500,00	R\$ 78.120,00
Despesa Operacional			R\$ 60.229,19
Lucro Líquido			R\$ 152.650,81

O lucro líquido com a elevação da restrição é de R\$ 152.650,81, portanto o ganho em relação ao lucro líquido anterior (R\$ 98.369,56) é de R\$ 54.281,25. O tempo de amortização da máquina SM31A (sem considerar os juros do período) é de 9,21 meses.

4.5 Passo 5: Se, num passo anterior, uma restrição for eliminada volte ao primeiro passo, mas não permita que a inércia gere uma restrição no sistema

Observa-se que para a continuação do processo de melhoramento contínuo deve-se utilizar o passo 5 voltando ao passo 1, ou seja, identificar a nova restrição do sistema. Este deverá ser o próximo passo, que não será abordado neste artigo.

5. Considerações finais

Portanto, seguindo os 5 passos da Teoria das Restrições foi identificada a restrição (máquina SM31 que produz engate para reboque); a quantidade de tempo da restrição foi utilizada na sua totalidade; as demais operações foram subordinadas à restrição liberando quantidades de materiais necessárias para o abastecimento da restrição; e a elevação da restrição foi proporcionada com a aquisição de uma nova máquina SM31.

Deve-se salientar o ganho obtido pois, o lucro líquido passou de R\$ 98.369,56 para R\$ 152.650,81, com um aumento de 55,18%.

O investimento na elevação da restrição (R\$ 500.000,00 para a aquisição de outra máquina SM31) será pago em 9,21 meses (desconsiderando os juros do período) o que pode ser considerado um bom tempo de *payback*.

Este trabalho alcança seu objetivo de utilizar a Teoria das Restrições no sistema produtivo de uma empresa metal mecânica, melhorando o seu resultado.

6. Referências Bibliográficas

COGAN, S. (2005) - Aplicação da teoria das restrições nas decisões de longo prazo através da integração com o custeio baseado-em-atividades e com a utilização de um modelo de programação linear mista-inteira. In: IX CONGRESSO INTERNACIONAL DE CUSTOS.

CORBETT NETO, T. **Contabilidade de ganhos**: a nova contabilidade gerencial de acordo com a teoria das restrições. São Paulo: Nobel, 1997. 192p.

COX III, J.F.; SPENCER, M.S. **Manual da teoria das restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002. 280 p.

GOLDRATT, E.M.; COX, J. **A meta**: um processo de aprimoramento contínuo. 7. ed. São Paulo: Educador, 1993. 318 p.

GOLDRATT, E.M. **A síndrome do palheiro**: garimpando informação num oceano de dados 2. ed. São Paulo: Educador, 1992. 243 p.

GUERREIRO, R. **A meta da empresa**: seu alcance sem mistérios. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1999. 133 p.

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKAY, J.T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**. São Paulo: Educador, 1996. 184 p.

OENNING, V.; RODRIGUES, L.H.; CASSEL, R.A. & ANTUNES JUNIOR, J.A.V. (2004) - Teoria das restrições e programação linear: uma análise sobre o enfoque da otimização da produção. In: XIV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.