

Avaliação da teoria das restrições: a questão do excesso de inventário

Luciano Ferreira Carvalho (UFU) - lucianofc@netsite.com.br

Rodrigo Fernandes Malaquias (UFU) - rodrigofmalaquias@yahoo.com.br

Resumo:

De acordo com a Teoria das Restrições, ganhar dinheiro agora e no futuro deve ser a meta de toda empresa. Esse dinheiro deve ser gerado pela venda de bens e serviços e não pelo acúmulo de estoques, cujo excesso deve ser totalmente evitado, segundo tal teoria. Este artigo busca identificar e avaliar as situações em que os estoques podem não ser indesejáveis, sendo fontes de ganhos para a empresa. Para fazer essa avaliação, foi criado um exemplo hipotético de uma empresa fictícia, onde foram feitas simulações com o objetivo de verificar a eficácia da TOC na otimização do resultado em determinadas situações que envolvem estoque. Além disso, foi feita uma simulação de Monte Carlo para verificar o impacto do aumento de estocagem no lucro líquido. Como resultado mostrou-se que, nos casos analisados, os estoques apresentaram-se como fonte de ganho. Mostrou-se ainda que a aplicação do modelo de decisão da Teoria da Restrição, nos casos em que envolve estoques, leva às melhores decisões locais em detrimento das globais. Além disso, na situação em que se considera a acumulação de estoque, as decisões TOC parecem privilegiar os custos em vez do ganho.

Palavras-chave: Teoria das Restrições. Estoques. Ganhos.

Área temática: Novas Tendências Aplicadas à Gestão de Custos

Avaliação da teoria das restrições: a questão do excesso de inventário

Resumo

De acordo com a Teoria das Restrições, ganhar dinheiro agora e no futuro deve ser a meta de toda empresa. Esse dinheiro deve ser gerado pela venda de bens e serviços e não pelo acúmulo de estoques, cujo excesso deve ser totalmente evitado, segundo tal teoria. Este artigo busca identificar e avaliar as situações em que os estoques podem não ser indesejáveis, sendo fontes de ganhos para a empresa. Para fazer essa avaliação, foi criado um exemplo hipotético de uma empresa fictícia, onde foram feitas simulações com o objetivo de verificar a eficácia da TOC na otimização do resultado em determinadas situações que envolvem estoque. Além disso, foi feita uma simulação de Monte Carlo para verificar o impacto do aumento de estocagem no lucro líquido. Como resultado mostrou-se que, nos casos analisados, os estoques apresentaram-se como fonte de ganho. Mostrou-se ainda que a aplicação do modelo de decisão da Teoria da Restrição, nos casos em que envolve estoques, leva às melhores decisões locais em detrimento das globais. Além disso, na situação em que se considera a acumulação de estoque, as decisões TOC parecem privilegiar os custos em vez do ganho.

Palavras-chave: Teoria das Restrições. Estoques. Ganhos.

Área Temática: Novas tendências aplicadas à gestão de custos.

1 Introdução

A *Theory Of Constraints* (TOC) ou Teoria das Restrições foi desenvolvida por Goldratt como uma solução para resolver problemas que a contabilidade tradicional baseada em custos por absorção não é capaz de resolver. De acordo com essa teoria, as técnicas de rateio utilizadas pelo método de custeio por absorção são totalmente condenadas, pois tais técnicas privilegiam a formação de estoques e levam a empresa a tomar decisões erradas. Além disso, Goldratt propõe a contabilidade do ganho ao invés da contabilidade do custo. Segundo ele pensar no custo leva o gerente a pensar localmente e pensar no ganho obriga o gerente a pensar globalmente.

De acordo com Noreen (1996, P.12) o pressuposto subjacente, em grande parte, da TOC é que o alvo da maioria das empresas é ganhar dinheiro, agora e no futuro. O dinheiro é gerado pela venda de bens e serviços aos clientes. Ele não é gerado pelo acúmulo de inventários, embora alguns inventários sejam necessários para assegurar as entregas aos clientes dentro do prazo. Os inventários tanto criam como escondem ineficiências e problemas operacionais. A TOC tenta eliminar inventários excessivos de material em processo e melhorar os processos, a fim de que menores inventários de segurança precisem ser mantidos contra problemas imprevisíveis.

A idéia central da TOC é que todo sistema tem uma restrição que limita suas possibilidades de ganho. A partir dessa idéia Goldratt desenvolveu uma série de princípios que conduzem a empresa, segundo ele, ao lucro máximo possível considerando a restrição.

Considerando a relevância do assunto, este artigo visa responder as seguintes questões: **Quais as situações em que o excesso de inventários sobre as operações pode não ser indesejável?** Para responder essa questão foi feita uma simulação do processo produtivo de uma empresa fictícia e supostas duas situações com o objetivo de avaliar a eficácia dos princípios TOC.

Este artigo justifica-se pela importância do inventário na gestão de uma empresa, podendo ser visto tanto como um custo financeiro que deve ser evitado em excesso como uma opção estratégica usado para aumentar os ganhos. Justifica-se também pelo tratamento dado pela TOC aos estoques excessivos, considerando-os como totalmente indesejáveis.

Este trabalho divide-se em quatro partes além desta. Na etapa seguinte é realizada uma revisão bibliográfica, levantando os principais aspectos da Teoria das Restrições. No item três apresentam-se os aspectos metodológicos do trabalho. Em seguida, no item quatro, tem-se a análise dos resultados, onde as simulações são desenvolvidas e comentários são feitos em torno desses resultados. Por fim são feitas as considerações finais.

2 Teoria das restrições

A Teoria das Restrições (TOC), desenvolvida por Eliyahu M. Goldratt, teve seu início a partir dos anos 70, quando tal autor desenvolveu uma fórmula matemática para otimizar a produção de uma fábrica de gaiolas para aves de um amigo. A partir dessa fórmula matemática Goldratt desenvolveu o software OPT (*Optimizer Production Technology*). Goldratt era estudante de física e desenvolveu o modelo de otimização da programação da produção a partir de uma técnica de previsão do comportamento de um átomo.

Ao mesmo tempo em que desenvolveu o software, Goldratt desenvolveu também uma série de princípios conhecidos como OPT (Tecnologia da Produção Otimizada). Nos anos 80, nos EUA, Goldratt desenvolveu a Teoria das Restrições baseada no OPT, mas ampliada para toda a empresa, englobando restrições financeiras, mercadológicas e produtivas. Na Teoria das Restrições a palavra “restrição” significa qualquer coisa que limite ou impeça o alcance da meta da empresa, que segundo Goldratt é ganhar mais dinheiro.

De acordo com Noreen (1996, p.XXVII), a idéia central da teoria das restrições é que a empresa apresenta pelo menos uma restrição que impede ela de atingir suas metas, caso contrário os sistema produziria uma quantidade infinita daquilo que almeja. As restrições podem ser classificadas como físicas ou políticas. A primeira caracteriza-se como restrição de recursos ou capacidade insuficiente, que pode ser de materiais, de pessoas, de mercado, etc. A segunda restrição refere-se a práticas, normas e procedimentos usados pela empresa no passado.

Desde que nasceu, nos anos 70, a teoria das restrições vem tendo inúmeras publicações. Balderston e Marbin (1998) estudaram 100 casos de TOC, tirados da literatura internacional e concluíram que: em média os inventários foram reduzidos em 50%; tempo de produção melhorou 60%; e medidas financeiras melhoraram 80%. Além disso, a redução de inventário foi acompanhada por redução no *lead-time*.

2.1 Medidas de desempenho

Goldratt define a meta como o objetivo maior da empresa, que é “ganhar dinheiro”. Em uma empresa com fins lucrativos cada decisão deve ser tomada no sentido de conduzir a empresa a atingir sua meta que é ganhar dinheiro.

A Teoria das Restrições define três medidas que ajudam na mensuração do alcance da meta da empresa:

- Lucro Líquido(LL): Resultado obtido após a dedução das despesas operacionais(DO) do Ganho(G).

$$LL = G - DO \quad (1)$$

- Retorno sobre o Investimento (RSI): Índice que expressa o esforço necessário para o alcance de determinado nível de lucro. É obtido dividindo-se o LL pelo Investimento (I).

$$RSI = \frac{LL}{I} \quad (2)$$

- Fluxo de caixa: O fluxo de caixa é considerado mais uma situação necessária para sobrevivência da empresa do que propriamente um medidor do alcance da meta. (GOLDRATT, 2002; GUERREIRO, 1999; NOREEN *et. al.*, 1996).

Nota-se que este sistema apresentado acima é uma variação do custeio variável, diferenciando-se pelo tratamento dado aos custos variáveis. Na TOC o ganho é obtido deduzindo-se das vendas os custos totalmente variáveis, enquanto no custeamento variável o ganho é obtido pela diferença entre vendas materiais diretos. Além disso há diferença de nomenclatura entre ganho, utilizado pela TOC, e Margem de Contribuição, utilizado pelo custeio variável.

Além das medidas de desempenho apresentadas acima, Goldrat (2002, p.57) define alguns parâmetros operacionais que norteiam as ações para o alcance da meta: Ganho, Inventário e Despesa operacional.

- Ganho: Índice pelo qual a empresa gera dinheiro por meio de vendas.
- Inventário: Dinheiro que o sistema investe na compra de coisas que a empresa pretende vender.
- Despesa operacional: Dinheiro que a empresa gasta para transformar o inventário em ganho.

2.2 Modelo de decisão da teoria das restrições

De acordo com Goldratt (2002, p.283) a tomada de decisão na Teoria das restrições segue os seguintes passos:

- 1º Identificar as restrições do Sistema;
- 2º Decidir como explorar as restrições do sistema;
- 3º Subordinar qualquer outro evento à decisão anterior;
- 4º Elevar a restrição do sistema;
- 5º Se, nos passos anteriores, uma restrição for quebrada, deve-se voltar ao passo 1, sem deixar que a inércia se torne uma restrição do sistema.

Identificar as restrições do sistema

Toda empresa tem pelo menos uma restrição, que não será fácil de identificar, uma vez que a maior parte das empresas mantêm um certo nível de estoque em cada etapa do processo.

Decidir como explorar as restrições

Uma vez identificada a restrição, deve-se explorá-la tirando o máximo proveito dela. Tirar o máximo proveito significa obter o máximo de ganho dada a restrição. Por exemplo, se a restrição for uma máquina de determinada etapa do processo, de acordo com a Teoria das Restrições a empresa deverá fabricar os produtos que geram maior ganho em cada hora trabalhada nessa máquina.

Subordinar qualquer outro evento à decisão anterior

Essa etapa, consiste em subordinar todos e quaisquer demais recursos não-restrição à restrição identificada.

Elevar as restrições do sistema

Após determinada restrição ser quebrada, o desempenho da organização se elevará até um determinado limite quando será limitado por uma nova restrição.

Se nos passos anteriores, uma restrição for quebrada, volte a etapa 1

Sempre que surgir uma nova restrição, o ciclo recomeça e o processo decisório deve ser reiniciado na etapa 1.

2.3 Teoria das restrições e contabilidade de custos

De acordo com Goldratt a contabilidade de custos tornou-se obsoleta. Na época em que a contabilidade de custos foi criada a mão-de-obra era paga proporcionalmente a produção, por peça fabricada, por exemplo. Além disso, as demais despesas (*Overheads*) representavam um valor muito pequeno em relação aos gastos de mão-de-obra direta e material direto. Sendo assim o rateio dessas despesas aos produtos não provocavam grandes distorções.

Hoje a realidade é outra. A mão-de-obra direta não é mais paga por peça e as outras despesas (*Overheads*) não são mais tão pequenas, e, por isso, seu rateio aos produtos provoca grandes distorções. Segundo a Teoria das Restrições,

o custeio variável fica mais perto dos fluxos de caixa, pode ser usado mais facilmente do que o custeio por absorção para calcular custos e benefícios relevantes, e, mais importante, não contém incentivos para acumular inventários apenas para melhorar os lucros pelo custeamento por absorção. (NOREEN 1996, p.18)

Sendo assim, de acordo com essa abordagem, os custos fixos não devem ser rateados aos produtos, pois tal ação pode conduzir a tomada de decisões erradas.

Goldratt afirma ainda que não existe lucro líquido do produto. Segundo tal autor o lucro líquido é da empresa e não do produto. Outra crítica é feita ao conceito de orçamento. As empresas realizam um orçamento baseado no custeio por absorção, apurando o custo e o lucro unitário do produto. Esse modelo de custeio por absorção estimula a maximização do desempenho individual e não contribui para a otimização da produção.

A partir do momento em que os custos fixos não são rateados aos produtos e que o método da teoria das Restrições é adotado, o conceito de custo do produto não faz mais sentido. A partir daí é introduzido o conceito de ganho, calculado pelo valor de receitas menos os valores pagos a fornecedores de recursos empregados nos produtos vendidos.

O custeio por absorção segue uma lógica sem sentido, onde o lucro da empresa aumenta com a elevação de estoques e diminui quando as vendas aumentam. Segundo Guerreiro (1999, p.67), para solucionar esse problema, a teoria das restrições incorre em outro problema: a de avaliação de ativos. Segundo o mesmo autor, a utilização da metodologia de custeio não significa que a mensuração dos estoques deva ser efetuada pelo valor do custo variável (custo da matéria prima). À luz das premissas do sistema de gestão econômica, os ativos de qualquer natureza devem ser mensurados por seus valores econômicos e não por custos, sejam eles apenas custos variáveis ou custos totais.

2.4 Classificação e razão dos estoques

Um importante assunto ao se tratar de otimizar resultados é a determinação ideal dos níveis de estoques. Quando estes são elevados, geram custos de manutenção que podem reduzir a rentabilidade da empresa. Entretanto, os estoques podem evitar perdas de vendas.

Os estoques se dividem em: estoque de matéria prima; materiais em processamento; produtos finais; e materiais de consumo.

Outros itens necessários para a operação e manutenção de equipamentos e serviços administrativos também devem estar disponíveis em estoque. São exemplos desses itens: combustíveis, lubrificantes, fluidos de sistemas de refrigeração; peças de reposição; material

de limpeza; material de escritório; equipamentos de proteção individual; uniformes; e alimentos.

As empresas podem manter estoque de matéria-prima com o objetivo de não parar a produção. Se faltar a matéria prima, a produção interrompe, ainda que a empresa possua os recursos de equipamento e de mão-de-obra e, neste caso, as operações ficam sujeitas à chegada desses materiais. Quando as empresas industriais produzem vários tipos de produtos usando o mesmo equipamento, há custos e tempos envolvidos na preparação da produção em função da troca, na linha de fabricação, de um produto para o outro. Este tipo de produção exige a manutenção de estoques de matéria-prima e de material em processamento para permitir a produção em uma determinada etapa do processo produtivo, ainda que outra esteja parada.

Não importa o que está sendo armazenado como estoque, ou onde ele está posicionado na operação; ele existirá porque existe uma diferença de ritmo ou de taxa entre fornecimento e demanda. Se o fornecimento de qualquer item ocorresse exatamente quando fosse demandado, o item nunca seria estocado (SLACK, 1996, p.383).

Os estoques devem, então, garantir as operações cotidianas das organizações e cobrir as oscilações de demanda, de produção e de oferta (por parte dos fornecedores), principalmente, quanto às oscilações no prazo de resposta ao pedido. Estas variações exigem a formação dos estoques de segurança. Scherr (1989, p.283) aponta que, se a demanda futura e o recebimento de bens pudessem ser conhecidos com precisão (sem oscilações), não haveria necessidade de se manter estoques de segurança. Sanvicente (1997, p.128) afirma que manter estoques, seja qual for o tipo, é uma condição muito importante para a flexibilidade operacional da empresa.

Em termos amplos, os estoques, tal como acontece com disponibilidades, funcionam como amortecedores das entradas e saídas entre duas etapas dos processos de comercialização e produção. Assim sendo, os estoques podem contribuir para minimizar os efeitos de erros de planejamento e oscilações inesperadas de oferta e procura, bem como para ajudar a isolar ou diminuir a interdependência de todas as partes da organização (SANVICENTE, 1997, p.129).

Nesse sentido, lotes de compra ou de fabricação elevados podem proporcionar vantagens de preço ou de custos de produção, em função dos ganhos de economia de escala conquistados com a redução dos tempos dedicados à preparação dos equipamentos ou devido ao melhor aproveitamento de equipamentos de transportes de alta capacidade e baixo custo operacional.

A manutenção dos estoques pela empresa implica em uma imobilização de capital, gerando um custo de oportunidade, que poderia ser obtido se estes recursos rendessem alguma quantia em uma aplicação externa. De acordo com Clemente (1998), o custo de oportunidade é o custo de se investir em uma alternativa que não a melhor. Portanto, ao imobilizar recursos financeiros em estoques (que não proporcionam rendimento algum), a perda dos rendimentos é chamada de custo de oportunidade em que a empresa incorre. Aqui, ambas as alternativas (aplicar os recursos financeiros no estoque ou noutra alternativa) são consideradas de baixo risco e alta liquidez.

Manter um estoque mais elevado é uma alternativa para a empresa garantir a produção de alta escala, o que pode proporcionar um menor custo unitário de produção. Esta é uma particularidade para manter altos estoques, denominada de vantagens de economia de escala. Entretanto, é necessário que exista demanda para este volume.

Tratando deste assunto, Assaf Neto (2006) afirma:

Para muitas empresas, um alto nível de produção poderá gerar importantes reduções (econômicas) nos custos unitários dos produtos acabados, determinadas, fundamentalmente, por maior diluição dos custos de despesas fixas nas unidades fabricadas. Essa forma de barateamento de custos, conhecida como economia de escala, pode economicamente justificar a manutenção de maiores estoques de produtos acabados que em vez de serem produzidos todos os meses, em pequenas quantidades, o são uma, duas ou três vezes por ano, em lotes maiores (ASSAF NETO 2006, p.532).

Em certos casos, estoques elevados protegem a empresa contra a elevação de preços de matéria-prima sazonal; em outros, o estoque elevado é resultado da compra de um grande lote de produtos, forçada pelo desconto no preço unitário devido à elevação do volume negociado.

Em determinados tipos de produção, o estoque de material em processamento entre duas etapas de produção sucessivas garante a continuidade da operação a partir da próxima etapa, reduzindo os custos de parada de equipamentos.

Um elevado estoque de produto final diminui a probabilidade de falta de produtos ou serviços para os clientes. Se a demanda e os intervalos de tempo entre as chegadas de mercadorias são incertos, é necessário manter o estoque de segurança para cobrir os erros de previsão e garantir um nível de atendimento adequado aos clientes, mantendo, em condições específicas, as receitas mínimas para tornar o fluxo de caixa positivo.

Manter estes estoques pode levar a empresa a empatar elevados montantes financeiros em materiais que nem sempre possuem alta liquidez. Assaf Neto (2006) comenta esta possibilidade:

Os estoques costumam manter uma participação significativa no total dos investimentos ativos da maior parte das empresas industriais e comerciais. Na realidade, por demandarem vultosos volumes de recursos (imobilizados) aplicados em itens de baixa liquidez, devem as empresas promover rápida rotação em seus estoques como forma de elevar sua rentabilidade e contribuir para manutenção de sua liquidez (ASSAF NETO 2006, p.530).

Outro custo que não pode ser desprezado pela empresa é o custo de falta de estoque. De acordo com Scherr (1989, p.287), custo de falta de estoque ocorre quando uma mercadoria é requerida, mas não há estoque disponível. Ele está relacionado à incerteza da demanda e do tempo de reabastecimento de mercadorias. Uma decisão errada quanto ao tamanho do estoque de segurança pode levar à probabilidade de não atendimento à totalidade dos clientes, o que causará a insatisfação dos mesmos e a perda de receita.

O custo de falta inclui a perda de lucros por não atender ao cliente ou à demanda das operações da empresa. No que se refere aos produtos finais, quando a falta torna-se freqüente, aumenta a chance de o cliente deixar de comprar o item no futuro, prejudicando a imagem da empresa.

3 Aspectos Metodológicos

Este artigo caracteriza-se como um quase-experimento, onde foi criado um exemplo hipotético e situações foram simuladas com o objetivo de verificar a influência dessas simulações no resultado.

De acordo com Siena (2006), um quase-experimento é uma pesquisa *Expost-Facto*, onde a preocupação é verificar a existência de relação entre variáveis; o experimento ou quase experimento é realizada depois dos fatos.

O exemplo hipotético apresentado neste artigo refere-se a uma empresa fictícia, onde foi simulado um processo produtivo dessa empresa, bem como a apuração de seu resultado. A

empresa fictícia tem em seu mix 5 produtos (A, B, C, D e E) que passam por 4 departamentos (1, 2, 3 e 4) no processo produtivo. Num primeiro passo são apresentados os dados originais do exemplo hipotético (tabelas 1, 2 e 3). Em uma segunda etapa, serão feitas simulações que representam duas situações que podem ocorrer na realidade e que afetam a tomada de decisões: Estoque como alternativa estratégica; e aumento da margem de contribuição decorrente do aproveitamento de desconto condicional ao aumento da quantidade comprada. Além disso, é apurado o resultado para cada uma dessas duas situações hipotéticas.

Finalmente foi realizado um experimento de Monte Carlo para cada uma das duas situações propostas, com o objetivo de verificar o impacto do aumento de estocagem no lucro líquido. O método de monte Carlo é um método de simulação que tem por princípio a geração de números aleatórios de acordo com parâmetros definidos para as variáveis que compõem o modelo a ser utilizado. Foram feitos 10.000 experimentos, considerando uma distribuição normal, para cada situação. Para realização dos experimentos foi usado o software Crystal Ball versão 7.1.2.

4 Análise dos resultados

As tabelas a seguir apresentam o processo produtivo e a apuração do resultado, de acordo com a teoria das restrições, de uma empresa fictícia. Tais tabelas foram elaboradas com o objetivo de simular e avaliar situações ignoradas na teoria das restrições.

A Tabela 1 apresenta o processo produtivo de uma empresa fictícia. Além disso, o primeiro passo do processo decisório é realizado e a restrição do sistema é identificada. O departamento 3 do processo foi identificado como a restrição do sistema.

O tempo necessário em cada departamento é obtido pelo somatório do produto da demanda pelo tempo gasto em cada departamento. A folga é calculada pela diferença entre tempo necessário e tempo disponível. A demanda, o tempo do produto em cada departamento e o tempo disponível são dados.

Tabela 1 – Processo produtivo de uma empresa fictícia

Produto	Demanda	Depto 1 (Min)	Depto 2 (Min)	Depto 3 (Min)	Depto 4 (Min)
A	1000	2	3	5	2
B	800	3	3	2	1
C	1500	5	2	3	2
D	1250	4	3	2	1
E	500	2	3	4	3
Tempo Necessário		17900	13650	15600	8550
Tempo Disponível		19000	14000	14000	9000
Folga		1100	350	-1600	450

Logo abaixo, na tabela 2, é apresentada a classificação estratégica dos produtos, onde é feita uma ordenação dos mesmos de acordo com o ganho por minuto no departamento 3. Esse procedimento obedece à segunda etapa do processo decisório da teoria das restrições: decidir como explorar as restrições do sistema. Foi identificado que o produto A tem o menor ganho por minuto e por isso é o ultimo item na classificação estratégica.

O preço e o custo variável são dados. O ganho do produto é obtido pela receita (preço X demanda) menos o custo variável total (CV X Demanda), sendo que a demanda é obtida da tabela 1. O ganho por minuto é obtido pela divisão entre o ganho unitário (Preço – CV) e os minutos gastos pelo produto no departamento 3 (tabela 1).

Tabela 2 – Classificação estratégica dos produtos

Produto	Preço	CV	Ganho Produto	Ganho/Min Depto 3	Classificação
A	5,00	3,50	1.500,00	0,30	5
B	5,50	3,00	2.000,00	1,25	1
C	3,20	1,70	2.250,00	0,50	4
D	4,00	2,30	2.125,00	0,85	2
E	8,00	5,00	1.500,00	0,75	3

Na terceira tabela é feita a apuração do resultado de acordo com a teoria das restrições, onde primeiramente é apurado o ganho (Receita – Custos Variáveis) e em seguida deduzem-se as despesas operacionais para se chegar ao lucro líquido. Nota-se nessa tabela que a demanda do produto A não foi totalmente atendida e que de acordo com a teoria das restrições o lucro obtido dessa maneira é o lucro máximo possível considerando a restrição do sistema.

A demanda é obtida da tabela 1 e o ganho por produto da tabela 2 exceto do produto A que é limitado pela restrição do sistema por ser o que possui o menor ganho. O valor da despesa operacional é dado.

Tabela 3 – Apuração de resultados

Produto	Demanda	Utiliz. Acumulada	Ganho/Produto
B	800	11,428571	2.000,00
D	1250	29,285714	2.125,00
E	500	43,571429	1.500,00
C	1500	75,714286	2.250,00
A	680	100	1.020,00
Ganho			8.895,00
Despesa Operacional			(3.500,00)
Lucro Líquido			5.395,00

Os dados apresentados nas tabelas um a três são os dados originais do exemplo hipotético, onde se buscou seguir as premissas da teoria das restrições. A partir desses dados serão feitas simulações e comparações de resultados.

4.1 Quanto o estoque é uma boa alternativa estratégica

Nessa etapa supõe-se que a matéria prima necessária para a produção do produto D terá um aumento de 35% no preço (daqui a 2 meses) em função do aumento das exportações dessa matéria prima para a china, o que irá reduzir a oferta no Brasil. Em função disso, o fornecedor dessa matéria prima oferece a empresa uma quantidade muito maior dessa matéria prima pelo preço praticado atualmente, o que representa uma vantagem a ser aproveitada no futuro (2 meses) uma vez que o preço desse produto irá aumentar.

A compra de uma quantidade acima do que é necessário para atender a demanda significa a presença de estoque dessa matéria prima, o que leva a um custo financeiro para manter esse estoque. A nova situação, considerando a presença do custo financeiro do inventário é apresentada na tabela 4.

Tabela 4 – Nova situação com a presença de estoque

Produto	Demanda	Ganho/Produto
B	800	2.000,00
D	1250	2.125,00
E	500	1.500,00
C	1500	2.250,00
A	680	1.020,00
Ganho		8.895,00
Despesa Operacional		(3.500,00)
Custo financeiro inventário		(350,00)
Lucro líquido		5.045,00

Supõe-se agora que o aumento do estoque da matéria prima proporcionou a empresa uma vantagem sobre seus concorrentes, porque agora ele pode vender o produto D por um preço abaixo do oferecido por eles. Essa nova situação elevaria a demanda do produto D de 1250 unidades para 2500 unidades. Para atender a essa demanda a empresa deve restringir ainda mais a produção do produto A devido à restrição do sistema. O resultado dessa nova situação é apresentado na tabela 5.

Tabela 5 – Resultado para o aumento da demanda do produto D

Produto	Demanda	Utiliz. Aumulada	Ganho/Produto
B	800	11,42857143	2.000,00
D	2500	47,14285714	3.750,00
E	500	61,42857143	1.500,00
C	1500	93,57142857	2.250,00
A	180	100	270,00
Ganho			9.770,00
Despesa Operacional			(3.500,00)
Custo financeiro inventário			-
Lucro líquido			6.270,00

O lucro líquido proporcionado pela nova situação mostra-se maior que o resultado na presença de estoque e maior também que o resultado original de lucro máximo possível considerando a restrição, apresentado na tabela 3. Na tabela 6 a seguir é apresentado um comparativo entre a situação original, em que a empresa não considera a opção de estocar matéria prima, com a situação proposta, em que a empresa considera tal opção.

Tabela 6 – Comparativo entre a situação original e proposta com estoque

	Ganho		
	Sem estoque	Com Estoque	Diferença
Mês 1	5.395,00	5.395,00	
Mês 2	5.395,00	5.045,00	
Mês 3	5.395,00	6.270,00	
Trimestre	16.185,00	16.710,00	525,00

A diferença apresentada na tabela acima mostra que apesar de um resultado desfavorável do segundo mês, em função da presença de estoque, a situação em que se aproveita uma oportunidade estratégica foi melhor que a opção original, superando-a em \$ 525,00. Tal situação mostra que a perda no segundo mês foi mais que compensada no mês seguinte.

Além disso, comprova-se que a formação de estoque nem sempre é uma decisão errada que prejudica o resultado da empresa. Como mostrado acima há situações em que a presença de estoque pode ser uma boa decisão estratégica. Tal resultado mostra uma incoerência na Teoria das restrições quando Goldratt diz: “**pensar no custo leva o gerente a pensar localmente e pensar no ganho obriga o gerente a pensar globalmente**”. Mas quando se diz que os estoques são indesejáveis porque geram custos financeiros para sua manutenção, está se pensando no custo. A situação hipotética apresentada acima mostra que pensar no ganho, nessa situação específica, é acumular estoques.

4.2 Quanto o estoque gera um aumento na margem de contribuição

Nessa nova situação, oferta-se à empresa um desconto na aquisição da matéria prima necessária para produzir o produto “A”. A condição para a concessão desse desconto é que a empresa compre uma quantidade muito maior do que a de costume. A aceitação do desconto pela empresa implicaria em acúmulo de estoque, em face de uma maior quantidade condicional ao desconto. Supõe-se ainda que o desconto no preço da matéria prima não é repassado ao cliente, gerando um aumento na margem de contribuição da empresa.

A situação proposta, considerando o aumento da margem, é apresentada na tabela sete. Nessa tabela é realizada uma reclassificação estratégica, onde o produto A, em função do aumento da margem, troca de posição com o produto C que passa a ser o último na classificação.

Tabela 7 - Classificação estratégica dos produtos considerando o desconto oferecido

Produto	Preço	CV	Ganho Produto	Ganho/Min Depto 3	Classificação
A	5,00	1,75	3.250,00	0,65	4
B	5,50	3,00	2.000,00	1,25	1
C	3,20	1,70	2.250,00	0,50	5
D	4,00	2,30	2.125,00	0,85	2
E	8,00	5,00	1.500,00	0,75	3

O ponto crucial da situação proposta é verificar se o aumento da margem é suficiente para cobrir o custo financeiro gerado pela presença de estoque. A tabela oito a seguir apresenta o resultado considerando o aumento na margem e o custo financeiro. Percebe-se que o ganho obtido com o aproveitamento do desconto foi mais do que suficiente para cobrir o custo financeiro de estocagem, gerando um lucro superior ao resultado original apresentado na tabela três.

Tabela 8 – Resultado para o aumento na margem de contribuição

Produto	Demanda	Utilização Acum.	Ganho
B	800	11,42857143	2.000,00
D	1250	29,28571429	2.125,00
E	500	43,57142857	1.500,00
A	1000	79,28571429	3.250,00
C	967	100	1.450,00
Ganho			10.325,00
Despesa Operacional			(3500,00)
Custo Financeiro Inventário			(350,00)
Lucro líquido			6.475,00

O resultado apresentado na tabela oito acima, não pode ser generalizado para todas as situações que apresentam aumento na margem. Obviamente o resultado vai depender da relação entre margem de contribuição e custo financeiro do inventário. No exemplo proposto houve um aumento de R\$ 1.430,00 (R\$ 10.325,00 – R\$ 8.895,00) na margem de contribuição enquanto o custo financeiro do inventário foi e apenas R\$ 350,00.

Em uma outra situação, pode ser que o ganho não supere o custo financeiro. Pode ser até que o aumento na margem não mude nem a classificação do produto A, fazendo com que tal produto continue como última opção estratégica. Para ilustrar essa situação, suponha que a matéria prima já com o desconto custe R\$ 2,80 (80% do seu custo real). O ganho por minuto do produto A seria de R\$ 0,44, que é maior que R\$ 0,30 (situação real) mas ainda menor do que o ganho do produto C (R\$ 0,50). O produto A continuaria sendo a última opção na classificação estratégica e o lucro não mudaria muito. Supondo que o custo financeiro do inventário seja agora R\$ 500,00 o lucro líquido seria R\$ 5.371,00, ficando R\$ 24,00 abaixo do lucro original. O resultado dessa simulação é apresentado na tabela nove a seguir.

Tabela 9 – Ganho menor que o custo financeiro

CV	2,80
Ganho/min	0,44
Diferença Ganho/Prod.	476,00
Custo Financeiro Inventário	(500,00)
Ganho/Perda	(24,00)

O que se espera com essas duas simulações é demonstrar que deve haver mais flexibilidade ao se lidar com a questão de estoques. A TOC condena o acúmulo de inventário, mas por meio dessas simulações pode-se verificar que uma análise de custo/benefício antes de se condenar os estoques torna-se necessária.

4.3 Experimento de Monte Carlo

Nessa etapa, realizou-se uma simulação de Monte Carlo, para cada uma das duas situações propostas acima, envolvendo 10.000 experimentos. A forma de distribuição considerada para esses experimentos foi a distribuição normal.

Para a primeira situação onde se avalia o impacto do aumento dos estoques (seguido de um aumento na demanda) no lucro líquido, considerou-se a demanda do produto “D” como variável de entrada e o lucro líquido como variável de saída. Para realização das simulações a demanda do produto “D” variou entre 1.250 e 2.500 unidades, quantidades essas tiradas da situação 1 do item 4.1 acima. Considerou-se também que a medida que a demanda

aumentava, o nível de estoques diminuía e consequentemente o custo financeiro do inventário. Para simplificar foram simulados três faixas de valores para o custo financeiro do inventário, conforme tabela 10, abaixo. Além disso, considerou-se que para um nível de demanda até 1300 unidades, não houve aumento de estocagem e o custo financeiro foi zero.

Tabela 10 – Níveis de demanda e custo financeiro do inventário

Para uma demanda entre:	Houve um custo financeiro do inventário de:
1.300 un. e 1700 un.	R\$ 460,00
1.700 un. e 2.100 un.	R\$ 400,00
2.100 un. e 2500 un.	R\$ 350,00

Vale ressaltar que para o experimento de Monte Carlo, os princípios TOC foram seguidos, sendo que um aumento na demanda do produto “D” significa mudanças nas quantidades atendidas dos outros produtos com classificação abaixo desse produto. Nesses termos, fazendo uso do software Crystal Ball, o experimento foi realizado e o resultado é apresentado no gráfico da Figura 1, a seguir.

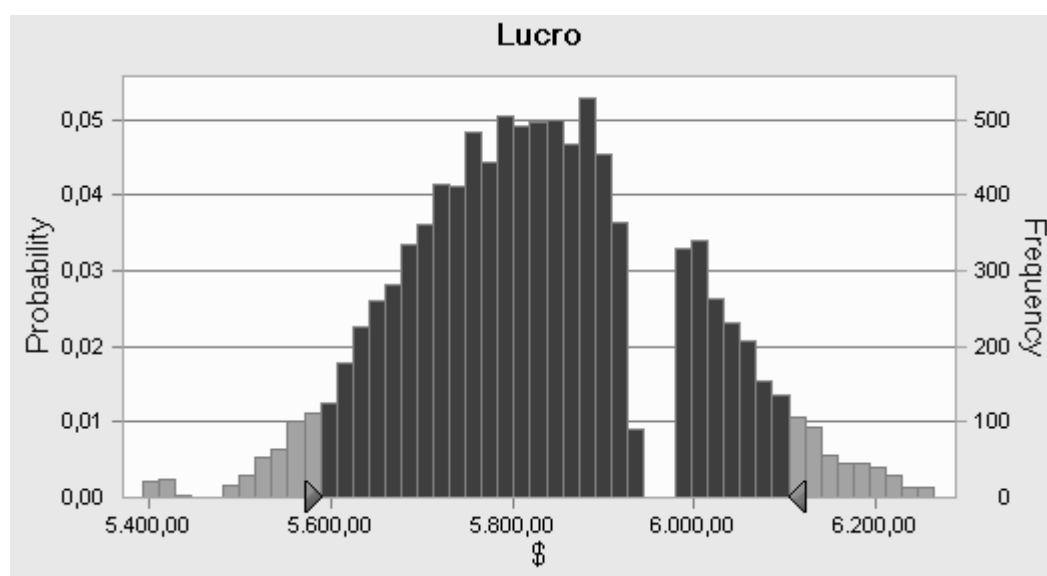


Figura 1 – Experimento de Monte Carlo para a primeira situação

Os resultados obtidos no primeiro experimento apontam para um lucro líquido entre R\$ 5.592,54 e R\$ 6.099,25 com 90% de certeza e o lucro médio foi de R\$ 5.829,83. Além disso, a probabilidade de que o lucro obtido fique abaixo de R\$ 5.395,00 (lucro líquido do exemplo original) é de apenas 0,48%. Esses resultados apenas confirmam os obtidos no item 4.1 de que o aumento de estoque nem sempre prejudica o resultado da empresa.

Para a segunda situação onde se avalia o impacto do aumento dos estoques (acompanhado de um aumento na margem de contribuição) no lucro líquido, considerou-se o custo variável do produto “A” como variável de entrada e o lucro líquido como variável de saída. Para realização das simulações o custo variável do produto “A” variou entre R\$ 1,75 e R\$ 3,50, valores esses tirados da situação 2 do item 4.2 acima. Considerou-se também que a medida que o custo variável diminuía, o nível de estoques aumentava e consequentemente o custo financeiro do inventário. Seguindo o exemplo da simulação anterior, foram simulados três faixas de valores para o custo financeiro do inventário, conforme tabela 10, abaixo. Além disso, considerou-se que para um custo variável acima de R\$ 3,25, não houve aumento de estocagem e o custo financeiro foi zero.

Tabela 11 – Níveis de custo variável e custo financeiro do inventário

Para um custo variável entre:	Houve um custo financeiro do inventário de:
R\$ 1,75 e R\$ 2,25	R\$ 460,00
R\$ 2,25 e R\$ 2,75	R\$ 400,00
R\$ 2,75 e R\$ 3,25	R\$ 350,00

Assim como no experimento anterior, os princípios TOC são respeitados e uma mudança no custo variável representa uma mudança na classificação dos produtos e nas quantidades atendidas. O gráfico da Figura 2 apresenta o resultado dessa simulação.

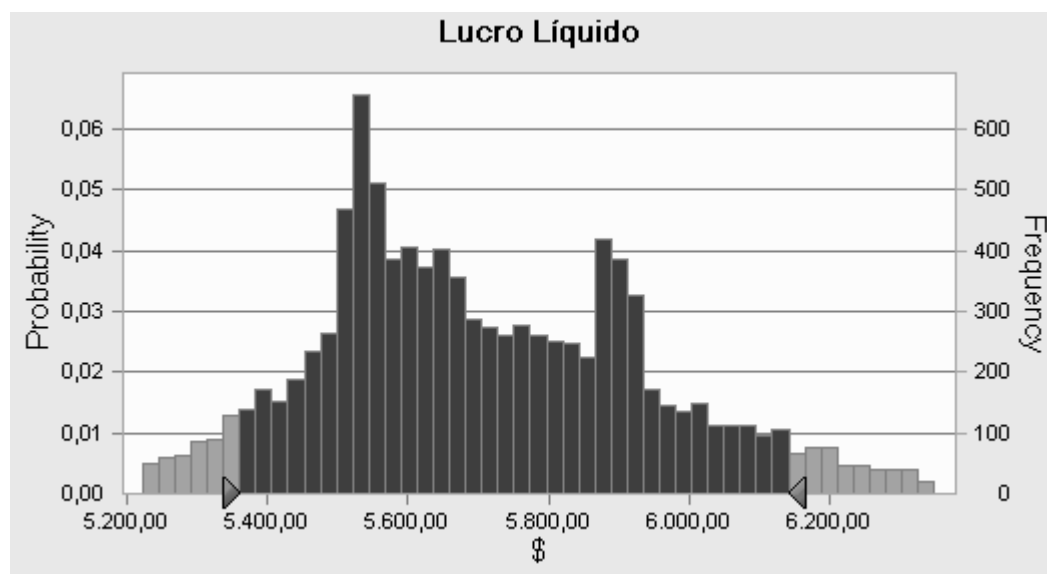


Figura 2 – Experimento de Monte Carlo para a segunda situação

Os resultados obtidos para esse segundo experimento apontam para um lucro líquido entre R\$ 5.363,30 e R\$ 6.135,60 com 90% de certeza e o lucro médio foi de R\$ 5.708,04. Além disso, a probabilidade de que o lucro obtido fique abaixo de R\$ 5.395,00 (lucro líquido do exemplo original) é de apenas 7,08%. Esses resultados, a exemplo da simulação anterior, apenas confirmam os obtidos no item 4.2 de que o aumento de estoque nem sempre prejudica o resultado da empresa.

5 Considerações finais

Neste artigo analisou-se, pela simulação de uma empresa fictícia e por meio de suposições de duas situações diferentes, a eficácia dos princípios TOC na maximização do resultado da organização. As duas situações consideradas foram: Estoque como alternativa estratégica; e quando o estoque proporciona um aumento na margem de contribuição.

Observou-se neste trabalho que as decisões TOC nem sempre levam ao lucro máximo. Condenar totalmente os estoques, como na Teoria das Restrições, é pensar apenas no custo financeiro do inventário. Com as simulações apresentadas neste artigo, mostrou-se que há situações em que o acúmulo de estoque pode gerar ganhos que superam o custo financeiro do inventário. O aproveitamento de oportunidades relacionadas ao acúmulo de estoque podem levar a empresa a um lucro maior do que aquele lucro máximo sugerido pela TOC.

Além disso, dizer que os estoques são indesejáveis porque geram custos financeiros é pensar em custo e não em ganho como propõe a TOC. Os exemplos hipotéticos desenvolvidos nesse artigo demonstraram que pensar no ganho seria acumular estoque pois geraria um lucro maior do que aquele apresentado sem a presença de estoques.

Por fim, as limitações da TOC apresentadas nesse artigo parecem seguir os mesmos problemas tão criticados pela própria TOC em relação ao método de custeio por absorção, ou seja, privilegiar o ótimo local em detrimento do global e pensar no custo e não no ganho.

As conclusões obtidas aqui não podem ser generalizadas para todas as situações que envolvem estoques. No exemplo hipotético houve um aumento da demanda quando o estoque aumentava, coisa que nem sempre acontece. Como dito anteriormente deve haver flexibilidade ao avaliar cada situação.

Referências

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2006.

CATELLI, Armando. **Controladoria**: Uma abordagem da gestão econômica – GECON. Coordenador: Armando Catelli. 2. ed. – São Paulo: Atlas, 2001.

BALDERTONE, S.J.; MABIN, V.J.; **A Review of Goldratt's Theory of Constraints (TOC)** – lessons from the international literature. School of Business and Public Management. Victoria University of Wellington. New Zealand, 1998.

CLEMENTE, Ademir. **Projetos empresariais e públicos**. São Paulo: Atlas, 1998.

CORBETT NETO, T. **Contabilidade de ganho**: a nova contabilidade gerencial de acordo com a Teoria das Restrições. São Paulo: Nobel, 1997. 191p.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A Meta**: Um processo de melhoria contínua. 2. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

GOMES, Jarbas Augusto; Et al. **ABC versus TOC**: Uma Questão Temporal? Anais do ENANPAD 2003.

GUERREIRO, Reinaldo. **A meta da empresa**: Seu alcance sem mistérios. São Paulo: Atlas, 1999.

MARTINS, Fábio Augusto. **O processo de raciocínio da teoria das restrições na indústria moveleira de pequeno porte**: UM ESTUDO DE CASO. Florianópolis, 2002.

NOREEN, Eric; SMITH, Débora; MACKEY, James T. **A Teoria das Restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**: um relatório independente. São Paulo: Educator, 1996.

REIS, Ernando Antônio dos. **Valor da empresa e resultado econômico em ambientes de múltiplos ativos intangíveis**: Uma abordagem de Gestão Econômica. São Paulo: FEA/USP, 2002. Tese – Doutorado.

RODRIGUES, Luis Henrique; SCHUCH, Cristiano; PANTALEÃO, Luis Henrique. **Uma Abordagem para Construção de Sistemas de Indicadores Alinhando a Teoria das Restrições e o Balanced Scorecard**. Anais do ENANPAD.

ROGERS, P; REIS, E.; SECURATO, J.R. **Teoria das restrições e decisões de longo prazo**: o caminho para a convergência. Revista de Negócios, Blumenau. V.11, n.4, p.83-99. Outubro/dezembro 2006.

SANVICENTE, Antônio Zoratto. **Administração Financeira**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1997.

SCHERR, F.C. **Modern Working Capital Management**. New York: Prentice-Hall, 1989.

SIENA, Osmar. **Metodologia da Pesquisa Científica**: Elementos para Elaboração e Apresentação de Trabalhos Acadêmicos. Porto Velho, 2006.

SLACK, Nigel; et al. **Administração da produção**. Revisão técnica: Henrique Corrêa; Irineu Giansi. São Paulo: Atlas, 1996.