

# Elevação de recurso restritivo em uma indústria metalúrgica: um estudo de caso

Nelson Borges da Cunha Filho

Curso de Administração da Faculdade Unida de Suzano (nelson.borgesfilho@gmail.com)

Fernando Souza Cáceres

Faculdade Unida de Suzano (fscaceres@yahoo.com.br)

## Resumo

Neste artigo será demonstrada a forma de elevar o gargalo de uma linha de produção sob a luz da melhoria contínua sugerida pela Teoria das Restrições elaborada por Eliyahu M. Goldratt. A Teoria das Restrições (TOC - Theory of Constraints) é uma filosofia de negócios, ela é baseada na aplicação de princípios científicos e do raciocínio lógico para guiar organizações humanas. A TOC é desenhada para auxiliar organizações a alcançar seus objetivos continuamente, e é baseada em um conjunto de princípios básicos, alguns processos simples (Perguntas Estratégicas, Passos para Focalizar, Efeito-Causa-Efeito), ferramentas lógicas (o Processo de Raciocínio) com aplicação através da dedução lógica a áreas específicas como finanças, logística, gerência de projetos, administração de pessoas, estratégia, vendas e marketing.

**Palavras-chave:** Gargalo, lead time, Melhoria Contínua e Teoria das Restrições.

## Introdução

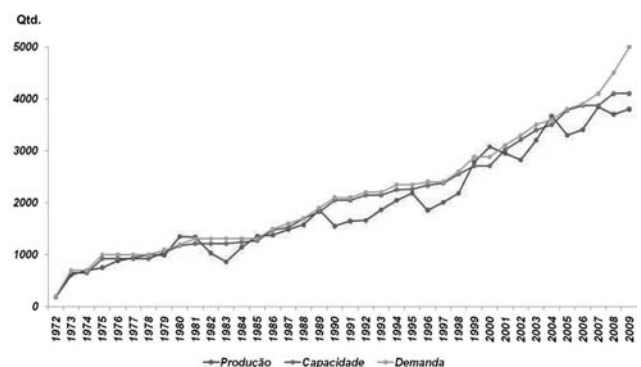
Nos últimos anos as empresas têm enfrentado grande pressão competitiva pelos efeitos da globalização. Novas Teorias e técnicas nas mais diversas áreas foram elaboradas, e a aplicação de seus preceitos tem sido o desiderato de gestores inclusos na competição hodierna. Este trabalho procura evidenciar a clareza do processo de melhoria contínua fornecido pela Teoria das Restrições. Em uma indústria metalúrgica da região do Alto Tietê, foram aplicadas ações de melhoria utilizando fundamentos da Teoria das Restrições. Temos por objetivo neste artigo demonstrar um estudo de caso relacionando princípios da teoria e os benefícios decorrentes de sua aplicação.

A empresa estudada busca excelência e visando aumentar sua produção, facilitar a forma de trabalho para seus funcionários e diminuir custos por produtos produzidos, está almejando projetos de desenvolvimentos tecnológicos na área produtiva, em particular no setor de retificação, por tratar-se de um processo cuja terceirização é inviável em virtude da precisão necessária, pois as características aplicadas na fabricação são de extrema particularidade.

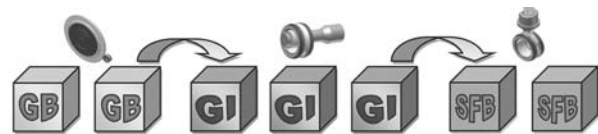
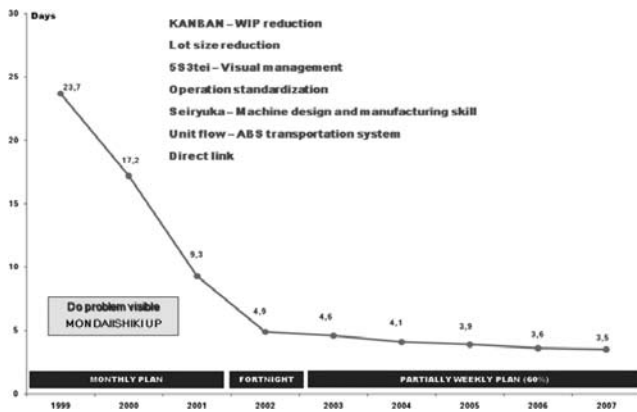
Esse investimento em novas tecnologias se deve ao crescimento obtido durante anos no mercado brasileiro desde sua inauguração em 1972 na cidade de Suzano. A empresa iniciou sua produção fabricando mensalmente 250.000 unidades e hoje com uma produção de 3.700.000 peças mensais, ocupa 90% de sua capacidade total de produção estimada em 4.100.000

unidades/mês. Vale ressaltar que o mercado brasileiro, demanda em média 5.000.000 unidades/mês. Em decorrência de tal fato há necessidade de desenvolver tecnologias e aumentar a sua capacidade produtiva sem aumentar o seu quadro de funcionários que já passa de 500. Não só houve um aumento durante os anos em sua produção, como também reduziu seu lead time (tempo equivalente desde a entrada do material para o início da produção até sua disponibilização para a distribuição) de produção de 23,7 dias para 3,5 dias.

## Histórico do crescimento nos últimos anos em relação a quantidades produzidas:



Redução do lead time devido os trabalhos executados no setor de produção:



GB: Usinagem do diâmetro externo do anel interno

GI: Usinagem do diâmetro interno do anel interno

SFB: Polimento da pista do anel interno

Custo por processo	GB		GI			SFB	
	R\$ 0,0446		R\$ 0,0673			R\$ 0,0300	
Ciclo/segundos	5,0	5,0	9,5	9,5	9,5	5,0	5,0
Utilização da máquina (%)	85	85	80	80	80	85	85
Horas programadas (PCP)	20,5						
Produção programada PCP (Un.)	21.750						
Produção real pela capacidade	25.092		18.683			25.092	
Produção trabalhando 24h	27.648		21.873			27.648	

A deficiência do gargalo na linha 12 obrigava a utilização dos equipamentos 24h por dia, sendo que a programação do Planejamento e Controle da Produção era de apenas 20,5 horas a fim de possibilitar as devidas manutenções. A utilização de 3,5 horas adicionais por dia gerava também o aumento no gasto de energia e elevava o risco de parar a produção para uma eventual manutenção corretiva já que as preventivas foram suprimidas.

De acordo com Goldratt (1993, p. 318), "[...] a Teoria das Restrições é uma filosofia de negócios, baseada na aplicação de princípios científicos e do raciocínio lógico para guiar organizações humanas, havendo em toda organização em um dado momento no tempo, pelo menos uma restrição que limita a performance do sistema em relação a seus objetivos".

Segundo Goldratt (1993, p. 310), "[...] a força de uma corrente é determinada pelo elo mais fraco, sendo assim a teoria citada sustenta que é essencial focar esforços de melhoria no elo mais fraco da corrente, pois é ele que determina o desempenho global do sistema em estudo. Qualquer iniciativa de tentar melhorar outros elos que não o mais fraco, não trará benefícios sistêmicos, e mesmo os potenciais benefícios locais poderão ameaçar a meta global [...]"

Por isso, os cinco passos de atenção que fundamentam um processo de melhoria contínua são: 1- Identificar a restrição; 2- Decidir como Explorar a restrição; 3- Subordinar tudo à decisão acima; 4- Elevar a restrição; 5- Se a restrição for quebrada, voltar ao início, mas não deixar que a inércia crie uma restrição.

## 1-Identificar a restrição

Identificamos a principal restrição dentro do processo.

Linha de produção:

Foi identificado, após análise e coleta de dados, que o gargalo do processo é o setor de retificação do diâmetro interno com ciclo de 9,5 segundos por peça. Neste setor trabalhamos com três equipamentos, então a cada 9,5 segundos o diâmetro interno de três peças era retificado com o ciclo médio unitário de 3,16 segundos. Desse modo a produção diária alcançada era limitada em 21.873 peças, trabalhando 24h para atender a quantidade programada pelo PCP, porém desobedecendo a quantidade de horas projetadas reais de 20,5h. Na hipótese de seguir a recomendação das horas projetadas pelo departamento responsável, a produção seria de apenas 18.683 peças dia, situação nada interessante para um mercado cuja demanda era consideravelmente superior.

## 2-Decidir como explorar a restrição

Identificada restrição, busca-se explorar o aperfeiçoamento do processo a fim de se alcançar sua capacidade máxima com o menor desperdício ou investimento possível.

Para Noreem, Emith e Mackey (1996), no passo de explorar, a idéia é não perder qualquer parte do recurso com restrição de capacidade.

Tendo em vista o modelo de trabalho utilizado, o excedente de 3,5 horas em relação à programação gerava um gasto adicional no valor de R\$ 480,00 na energia elétrica.

A empresa possui um departamento de desenvolvimento, que pode ser utilizado para diversas ações, tais como: criar uma nova linha de produção desta série em questão, projetar o acréscimo de mais maquinários para elevar o gargalo, balancear a utilização de uma linha que estivesse com a demanda baixa para produzir esse material e até desenvolver a importação de anéis da China para aumentar a capacidade produtiva.

Porém, com o gargalo identificado, resolvemos utilizar essa inteligência para trabalhar em uma nova ferramenta que atuasse direto no gargalo, e que utilizasse um menor valor de investimento. Até o desenvolvimento da ferramenta, trabalhamos 24h produzindo 21.873 peças para atender a necessidade diária de 21.750.

### 3-Subordinar tudo à decisão acima

*A terceira etapa consiste em subordinar todas as outras atividades à restrição. Está é uma tarefa difícil de implementar. É nesta etapa que a maioria dos gerentes perde a coragem. O que significa exatamente esta ação? Significa exatamente o que diz – todas as outras atividades devem ser subordinadas à restrição. É a etapa mais difícil porque questiona todas as práticas e procedimentos gerenciais tradicionais, além dos indicadores locais. (COX III, JAMES F; SPENCER, MICHAEL S., 2002, P. 73).*

Nesse sentido Goldratt (1993) argumenta que quando um processo de restrição estiver trabalhando na sua capacidade máxima, os demais serão subordinados e adaptados a ele. Com isso, é possível que alguns processos sejam sacrificados em prol do sistema.

Os processos com capacidade acima da restrição foram subordinados de forma que tivessem o mesmo ciclo do gargalo. Essa subordinação foi justificada pela ausência de estoques desnecessários no processo produtivo.

### 4- Elevar a restrição

A respeito da elevação, para Goldratt (1993) se o resultado de um sistema não estiver dentro do esperado será necessário o aperfeiçoamento. Dessa forma não serão necessárias grandes mudanças, reorganizações ou grandes investimentos.

Iniciamos o desenvolvimento de uma nova ferramenta de retífica do diâmetro interno, e após vários testes realizados e aperfeiçoamento junto ao fornecedor dessa ferramenta, foi então encontrada a ideal para retífica do diâmetro interno, que era superior em comparação ao processo vigente, assim conseguimos elevar o gargalo na linha do anel interno. Para concretização do projeto de melhoria, as seguintes etapas foram realizadas:

1-Formalizamos uma planilha para acompanhamento de toda evolução dos testes realizados para o desenvolvimento da nova ferramenta.

2-Desenvolvemos um Rebolo CBN (ferramenta uti-

lizada para o desbaste do metal) com maior poder de corte para redução do tempo de parada para sua correção.

3-Reuniões com o fornecedor após cada teste realizado para melhoria da ferramenta.

Resultado do Projeto:

Custo por processo	GB		GI			SFB	
	R\$ 0,0446		R\$ 0,0673			R\$ 0,0300	
Ciclo/segundos	5,0	5,0	8,1	8,1	8,1	5,0	5,0
Utilização da máquina (%)	85	85	90	90	90	85	85
Horas programadas (PCP)	20,5						
Produção programada PCP (Un.)	21.750						
Produção real pela capacidade	25.092		24.600			25.092	

Os resultados abaixo foram obtidos após a conclusão do projeto:

1-Redução do ciclo de 9,5s para 8,0s

2-Aumento no rendimento do equipamento gargalo que era de 80% para 90%. A nova ferramenta possibilitou a redução de troca de rebolo por dia, viabilizando maior tempo produtivo. Acréscimo na quantidade de peça por dressagem, pois a cada quatro peças o equipamento parava para correção do perfil da ferramenta, e agora as paradas do equipamento são após 400 peças usinadas para correção do perfil.

3-Ganho na quantidade de peça usinada por ferramenta que era de 300 passando para 34.000 peças

4-Redução do custo pago ao fornecedor do rebolo a cada 1000 peças usinadas. Antes era de R\$2,69 e agora a R\$2,65.

### Investimento

Foi necessário inverter a máquina 12.2 pela máquina 15, pois a máquina 12.2 não possui sistema de dressagem necessária para correção da ferramenta nova. Dessa maneira, a fabricação de dispositivos novos para ambas as linhas, demandou investimento necessário de R\$35.500,00.

A elevação do gargalo proporcionou o aumento de capacidade de 21.750 para 24.600 peças por dia, um aumento de 13,10% na capacidade de produção. Este acréscimo diário representa uma soma mensal de 68.400 peças/mês a um preço de venda de R\$4,54 por unidade para o cliente externo, gerando uma receita incremental por mês de R\$310.536,00.

### Conclusão

A proposta de desenvolver uma ferramenta para o gargalo no qual seria possível aumentar a quantidade de peças produzidas por ferramenta e aumentar os avanços qualitativos, diminuiu o tempo de usinagem por peças produzidas. Tal idéia seria uma ousadia até então não praticada em nossa empresa em anos

de sua existência no Brasil. O projeto foi aceito pela supervisão, então se iniciou o trabalho de desenvolvimento, que realmente como previsto demandou muita energia. O custo do desenvolvimento da ferramenta em questão para o projeto não foi cobrado pelo fornecedor, pois havia interesse na parceria duradoura que se iniciaria após o fornecimento de um produto personalizado. Com êxito na satisfação da nossa necessidade o fornecedor poderia aumentar a margem de contribuição de seu produto em decorrência do aumento do preço cobrado.

Após um ano de testes exaustivos, conseguimos desenvolver a ferramenta proposta no início do projeto, ainda com aumento de algumas despesas ao longo da implantação, a volumosa receita adicional reduziu quaisquer dúvidas durante o projeto. Vale ressaltar que para a viabilidade deste projeto foi necessário o empenho e aprovação de todos envolvidos, bem como a utilização de critérios rigorosos na obtenção e avaliação dos dados coletados.

Pude perceber que somente a tecnologia aplicada não gera eficiência do sistema, mas quando utilizada na sua forma mais completa traz grandes benefícios à área produtiva. Concluindo o quinto passo do processo de melhoria contínua, conforme Cox III e Spencer (2002, p.75), “Se a restrição é quebrada nesta etapa, é importante não deixar que a inércia apareça. Pelo contrário, volte ao passo um e recomece todo o processo. É um processo mais sistemático de melhoria contínua”. Sob a luz da teoria das restrições trabalharemos para elevar a produção de outra série que não está atendendo a demanda do mercado.

## Referências Bibliográficas

- GOLDRATT, Elyahu Mosche; COX, Jeff. **A meta: um processo de aprimoramento contínuo**. 7. ed. São Paulo: Educator, 1993.
- COX III, James F.; Spencer, Michael S.; **Manual da Teoria das Restrições**. ed. Bookman, Porto Alegre, 2002.
- NOREEN, Eric W. ; Smith, Debra; Machej, James T, **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**. São Paulo, Educator, 1996.

## Informação sobre os autores

### Nelson Borges da Cunha Filho

Técnico mecânico pela Escola Industrial de Adamantina/SP, graduado em Administração pela Faculdade Unida de Suzano. Exerce a função de Líder Geral na área produtiva com diversos cursos na área.

### Fernando Souza Cáceres

Graduado em administração pela Universidade Cida-

de de São Paulo, especialista em finanças de empresas pela Universidade Presbiteriana Mackenzie. Professor orientador de estágio supervisionado e trabalhos de conclusão do curso de administração da Faculdade Unida de Suzano.