

# **A Aplicação do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições no Ensino de Conceitos Básicos de Administração das Operações**

Autoria: Luis Henrique Rodrigues

**Resumo:** O Processo de Pensamento da TOC é uma ferramenta analítica que busca, em um primeiro momento, a observação das relações de efeito-causa-efeito de uma situação problemática, visando a identificação das verdadeiras causas básicas do problema. Ou seja, aquelas causas, que uma vez eliminadas, fazem com que os problemas sejam extintos. Para tanto, a TOC utiliza a ferramenta chamada de Árvore da Realidade Atual. Assim sendo, o presente artigo apresenta detalhadamente uma abordagem para o ensino de alguns conceitos básicos de Administração das Operações baseados nas árvores lógicas da TOC. Propiciando um entendimento sistêmico desses conceitos com as demais áreas de uma organização (e.g. relação tempo longos de preparação, gerando lotes grandes de produção, os quais incrementam os lead times de produção, podendo prejudicar os prazos de entrega dos pedidos). A abordagem proposta está sendo aplicada em disciplinas de graduação de Administração de Operações. Os resultados, em termos de aceitação e efetividade, da abordagem também serão apresentados.

## **1- Introdução**

O ensino dos conceitos básicos de Administração de Operações, nos cursos de Administração de Empresas, apresenta como grande dificuldade o entendimento, por parte dos alunos, das inter-relações sistêmicas desses conceitos. Essa dificuldade, muitas vezes, resulta em uma resistência ao entendimento e à percepção de importância do próprio tema.

O presente artigo utiliza-se do Processo de Pensamento da Teoria das Restrições (*Theory of Constraints* – TOC) como uma ferramenta analítica de entendimento de conceitos básicos de Administração das Operações através das relações de efeito-causa-efeito de uma situação problemática, visando a identificação das verdadeiras causas básicas do problema. Para tanto, a TOC utiliza a ferramenta chamada de Árvore da Realidade Atual.

Assim sendo, desenvolveu-se uma abordagem de ensino que a partir de um dado conceito básico, constrói-se, utilizando como base teórica a Árvore da Realidade Atual da TOC, uma dinâmica de reflexão sobre as inter-relações teóricas desse conceito. A abordagem proposta, a qual será detalhada no trabalho, foi aplicada em duas turmas da disciplina de Administração de Operações do curso de Administração de Empresas de uma grande universidade privada do sul do país. Finalizando o trabalho, os principais resultados dessa aplicação prática serão apresentados.

## **2- O Processo de Pensamento da TOC**

O atual ambiente competitivo mercadológico vem exercendo uma pressão constante às empresas em geral, de modo que as mesmas necessitam estar ajustadas ao ritmo imposto pelo mercado, tanto em termos estratégicos, passando pelo nível gerencial, quanto em termos operacionais. Entretanto, este contexto de mudança nem sempre ocorre harmoniosamente. Diversos problemas/barreiras surgem nessa tentativa de acompanhar o mercado. Infelizmente, a prática demonstra que muitas vezes estes problemas/barreiras são tratados de uma maneira superficial, não atacando as verdadeiras causas do problema, ou em outras palavras, a famosa expressão “apagando incêndios” é uma rotina usual em várias empresas. Vários fatores

explicam esta tendência de tratar-se das conseqüências ao contrário das causas de um problema mas, certamente, a inexistência de uma abordagem estruturada para resolução de problemas contribui fortemente para a continuidade desta situação.

Nesse sentido, um grande número de métodos de Identificação, Análise e Solução de Problemas (MIASP) surgiram visando a instrumentação para o tratamento das verdadeiras causas dos problemas, dentre os quais destacam-se: Método Kepner Tregoe (KEPNER & TREGOE, 1980), QC Story ou MASP tradicional do TQC (ISHIKAWA, 1993), Mecanismo do Pensamento Científico de Shingo (SHINGO, 1996), Processo de Pensamento da TOC (GOLDRATT, 1994) etc. Uma análise mais detalhada desses métodos, pode levar à conclusão que os mesmos possuem indicações dependendo do tipo de situação a ser trabalhada (ALVAREZ, 1996).

O Processo de Pensamento da TOC é uma ferramenta analítica que busca, em um primeiro momento, a observação das relações de efeito-causa-efeito de uma situação problemática, visando a identificação das verdadeiras causas básicas do problema (**O QUE MUDAR?** – Fase de **Identificação**). Ou seja, aquelas causas, que uma vez eliminadas, fazem com que os problemas sejam extintos. Nesse sentido, geralmente as situações organizacionais seguem um princípio de Pareto – um pequeno número de causas básicas, explicam um grande número de efeitos indesejáveis. Para tanto a TOC utiliza a ferramenta chamada de Árvore da Realidade Atual.

Em um segundo momento, analisando os pressupostos que perpetuam as causas básicas identificadas e verificando que soluções inovadoras seriam necessárias para o rompimento dos paradigmas atuais, o Processo de Pensamento da TOC busca a construção de soluções criativas que eliminem as causas básicas (**PARA O QUE MUDAR?** – Fase de **Análise**). Nesse momento a TOC utiliza duas ferramentas distintas: Diagrama de Evaporação das Nuvens e a Árvore da Realidade Futura.

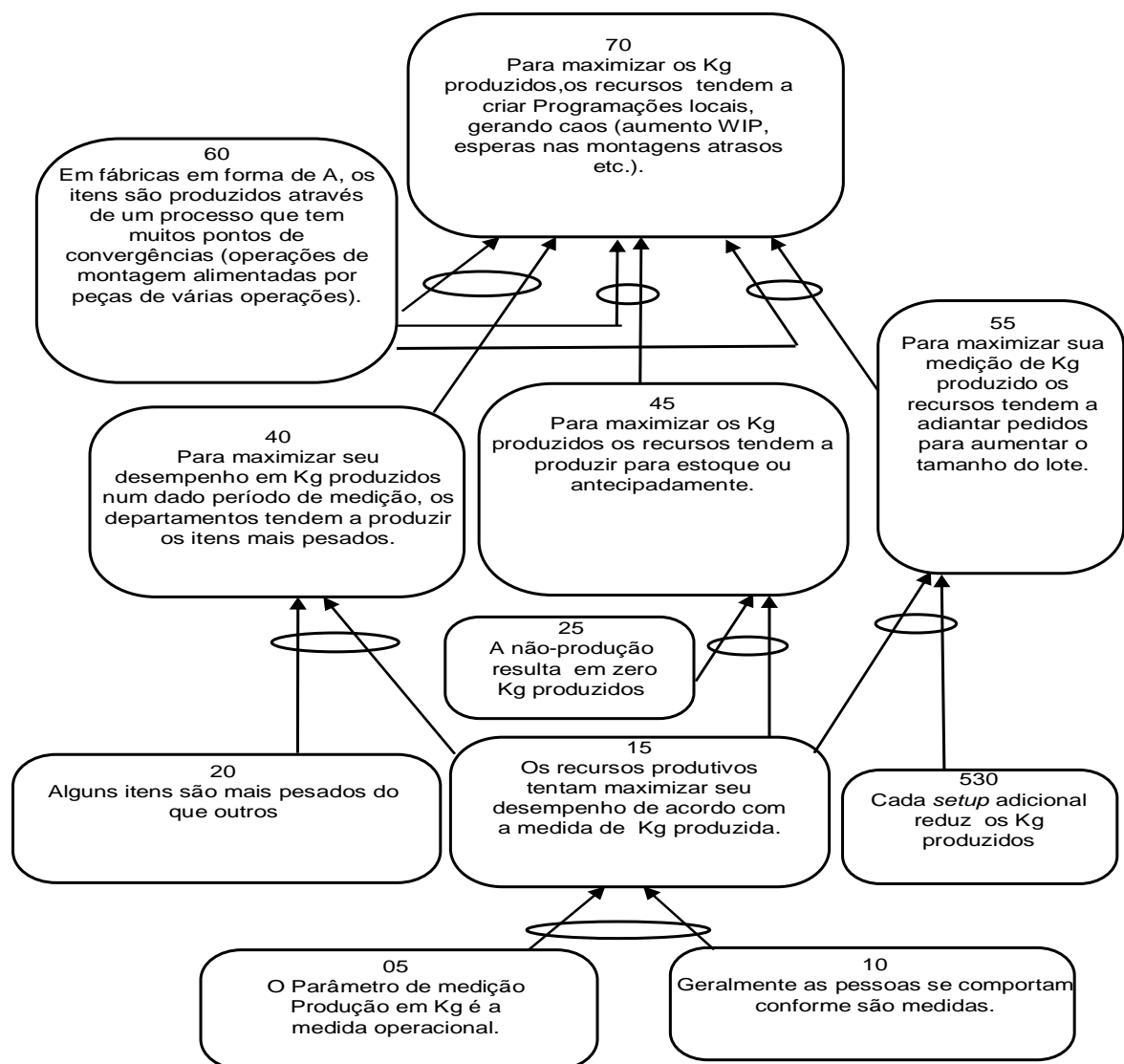
Finalmente, o Processo de Pensamento da TOC procura desenvolver um plano de ação viável para a implantação das soluções propostas na fase anterior. Entretanto, o método procura antecipar e planejar eventuais obstáculos/resistências às soluções definidas (**COMO CAUSAR A MUDANÇA?** Fase de **Solução**). Nessa última fase a TOC usa as ferramentas intituladas: Árvore dos Pré-Requisitos e Árvore de Transição.

A proposta desse artigo está focada na ferramenta da **Árvore da Realidade Atual** (ARA). A ARA é uma ferramenta de base lógica usada para descrever plenamente uma realidade, através de relações de causa e efeito que permitem mostrar como efeitos indesejáveis de um sistema se interligam e decorrem de poucas raízes: conflitos não resolvidos e pressupostos errôneos. A leitura da Árvore da Realidade Atual deve ser feita de baixo para cima, como mostra o exemplo da Figura 1:

Iniciando-se pelas caixas “05” e “10”: **Se** “o parâmetro de medição Produção em Kg é a medida operacional” (causa 05) **e se** “Geralmente as pessoas se comportam conforme são medidas” (causa 10), **então** o “Os recursos produtivos tentam maximizar seu desempenho de acordo com a medida de Kg produzida” (efeito 15). Ou seja, as flechas são direcionadas das causas para os efeitos, estabelecendo uma lógica de relacionamentos causa-efeito, desde as causas básicas até o efeito indesejado mais amplo. Ainda com relação à simbologia na Árvore da Realidade Atual, quando um efeito é resultado de causas mutuamente necessárias (sem qualquer uma das causas o efeito não ocorre) aplica-se uma elipse sobre as flechas. Nesse

caso, de causas mutuamente necessárias, basta quebrar/eliminar uma das causas para eliminar a possibilidade de ocorrência do(s) efeitos correspondentes.

Assim sendo, a ARA descreve uma realidade através de um conjunto de inter-relações sistêmicas do tipo efeito-causa-efeito, apresentando as verdadeiras causas básicas e culminando nas conseqüências nocivas das mesmas. Entretanto, para a construção da ARA, além do conhecimento técnico do problema a ser estudado, faz-se necessário de um domínio teórico do assunto em questão. Por exemplo: o efeito 60 da ARA da Figura 2, apresenta o conceito de tipologia de sistemas produtivos, as empresas do tipo “A” são aqueles processos onde o número de matérias-primas é superior ao número de produtos finais, existindo um conjunto de pré-montagens, as quais transformam os materiais e componentes nos respectivos produtos. Esse conhecimento teórico é fundamental para o entendimento da ARA em questão.



**Figura 1 – Exemplo de Árvore da Realidade Atual (Adaptado de Goldratt, 1997)**

Dessa maneira, desenvolveu-se uma abordagem sistemática para o ensino de conceitos de Administração das Operações utilizando-se do enfoque da Árvore da Realidade Atual.

### 3- A Abordagem Metodológica

A presente pesquisa em conformidade as suas características poderia ser classificada em termos de **natureza** como uma pesquisa **aplicada**, pois trata-se de conhecimento com fins específicos de resolver lacunas teóricas/práticas. A **abordagem** a ser adotada foi **qualitativa**, pois a amostra utilizada, embora tenha tido um tratamento quantitativo, não possibilita uma avaliação mais ampla e na verdade o seu objetivo foi de avaliação inicial do método desenvolvido, sendo os **objetivos exploratórios**. Os **procedimentos técnicos** da pesquisa foram conduzidos no formato de uma **pesquisa-ação**. A pesquisa-ação (THIOLLENT, 2000) pode ser definida como um tipo de pesquisa social concebida e realizada para a resolução de um problema, onde os pesquisadores e envolvidos no problema trabalham de modo cooperativo ou participativo. No entanto, a participação isoladamente não pode ser vista como a característica principal da pesquisa-ação e sim a solução de um problema não-trivial envolvendo a participação dos diversos atores do processo.

A pesquisa-ação (THIOLLENT, 2000) necessita atender dois objetivos básicos: o prático e o do conhecimento. Entende-se o primeiro como a contribuição da pesquisa na solução do problema em questão e o segundo como o conhecimento gerado a partir da solução do problema e apresentado no item anterior. O objetivo prático desse trabalho foi o desenvolvimento e aplicação de uma abordagem de ensino de conceitos básicos de Administração de Operações em duas disciplinas do curso de graduação em Administração de Empresas. Em termos de conhecimento, procurou-se avaliar a efetividade do uso do Processo de Pensamento da TOC como uma ferramenta de ensino.

A Figura 2 apresenta as três grandes fases do método de trabalho da pesquisa.

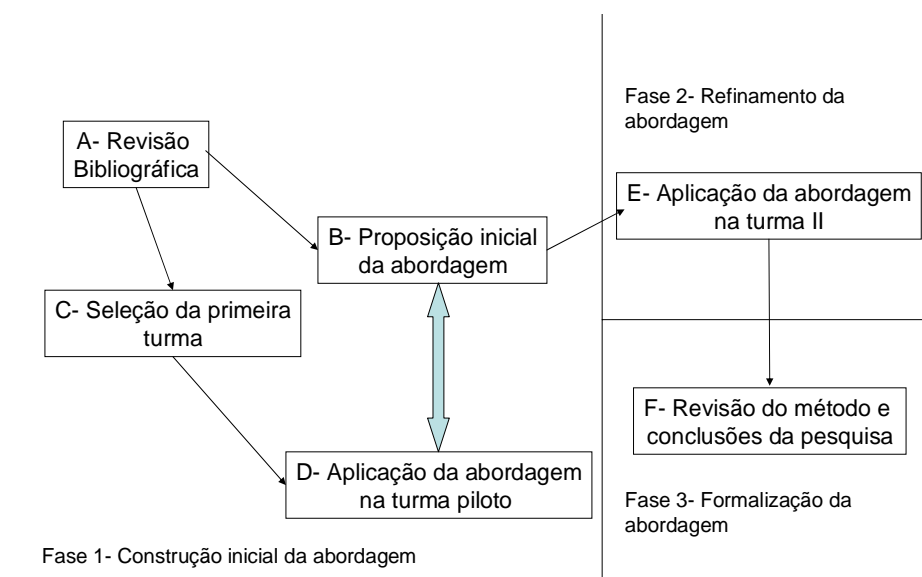


Figura 2- Desenho do método de pesquisa

A Fase 1- Construção inicial da abordagem, teve como objetivo principal a construção preliminar da abordagem de ensino utilizando o Processo de Pensamento da TOC. Para

tanto, uma ampla revisão bibliográfica sobre o tema foi efetuado, visando subsidiar a proposição de uma primeira versão de sistematização da presente abordagem. Em paralelo às etapas de revisão e proposição inicial da abordagem, uma turma piloto foi escolhida para o desenvolvimento de campo do estudo. Fechando essa primeira fase, foi desenvolvida a primeira aplicação da abordagem, a qual serviu como modelador da própria abordagem desenvolvida.

A Fase 2 – Refinamento da abordagem, teve como objetivo a aplicação da abordagem em uma segunda turma, visando uma avaliação da robustez do método desenvolvido, bem como, realizar possíveis refinamentos sobre o mesmo. Finalizando o desenho de pesquisa, a Fase 3- Formalização da abordagem, apresentou as conclusões da pesquisa e um retorno para o conhecimento teórico através da formalização teórica da abordagem desenvolvida.

#### **4- O Método Utilizado para Ensino dos Conceitos Básicos em Administração das Operações**

O método desenvolvido está baseado em um conjunto de etapas sequenciais, nas quais o instrutor e os alunos possuem participações diferenciadas. A seguir, visando o melhor entendimento do método desenvolvido, cada etapa será apresentada através de um exemplo prático:

- a) **Escolha dos conceitos a serem trabalhados:** nessa fase o instrutor desenvolve uma lista de conceitos que deveriam ser explorados nos exercícios a serem propostos pelos alunos. Por exemplo: explorar a relação entre estoque em processo, lead time e os respectivos impactos financeiros;
- b) **Desenvolvimento de uma narrativa de uma situação problemática:** nessa fase o instrutor deverá desenvolver uma pequena narrativa, descrevendo uma situação hipotética que desperte o interesse dos alunos sobre os conceitos em questão. Por exemplo:

Em uma empresa, a vários meses vem ocorrendo um problema que a alta direção não consegue encontrar a solução. O faturamento vem diminuindo, devido a queda nas vendas, com uma conseqüente diminuição na lucratividade. Dificuldade no fluxo de caixa já começa a se tornar preocupante.

A empresa não consegue entender o que esta acontecendo, pois segundo o dono da empresa ela vem agindo da mesma forma a anos e nunca teve este problema anteriormente.

A empresa possui bastante estoque de produtos acabados, bem como os demais tipos de estoques (em processo e de matéria prima). Mas mesmo com estes estoques grandes a empresa tem dificuldades para entregar no prazo.

- c) **Identificação dos efeitos indesejáveis:** o instrutor deve solicitar que os alunos identifiquem os efeitos indesejáveis diretamente relacionados com a narrativa apresentada. Após uma certa análise é apresentada aos alunos uma lista completa desses efeitos indesejáveis, explicando o significado de cada efeito de maneira isolada:

- Dificuldades no fluxo de caixa
- Aumento dos custos totais da empresa
- Excesso de inventário
- Clientes exigem em termos de necessidade: atendimento no prazo, qualidade, preço e prazo de entrega
- Não consegue atender as necessidades dos clientes
- Redução do faturamento
- Pressão dos clientes para reduzir os prazos de entrega
- Necessidades de empréstimos financeiros
- Mercado competitivo, com concorrentes eficientes
- Lead time de produção elevado
- Perda da lucratividade
- Empresa tem dificuldades para entregar no prazo

**d) Apresentação da estrutura de efeito-causa-efeito:** nesse momento o instrutor apresenta uma estrutura de relação de efeito-causa-efeito em branco (Figura 3), cabendo aos alunos o preenchimento da mesma a partir da lista apresentada na etapa anterior:

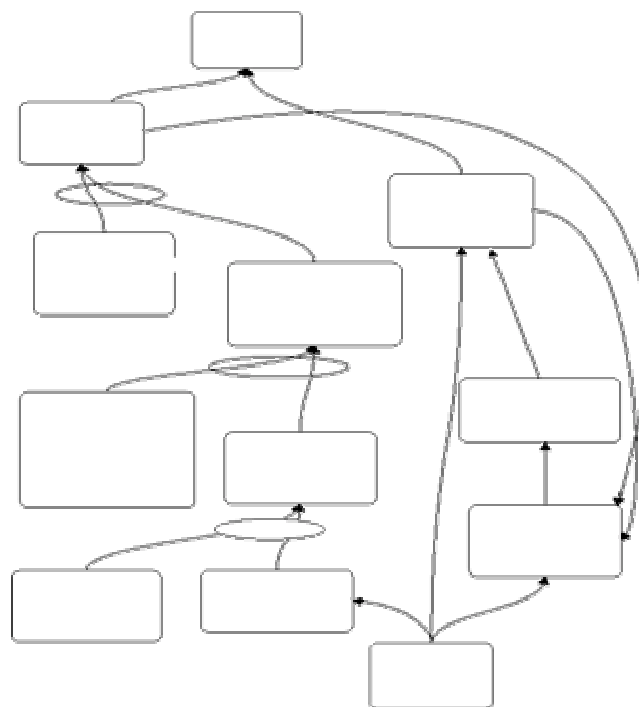
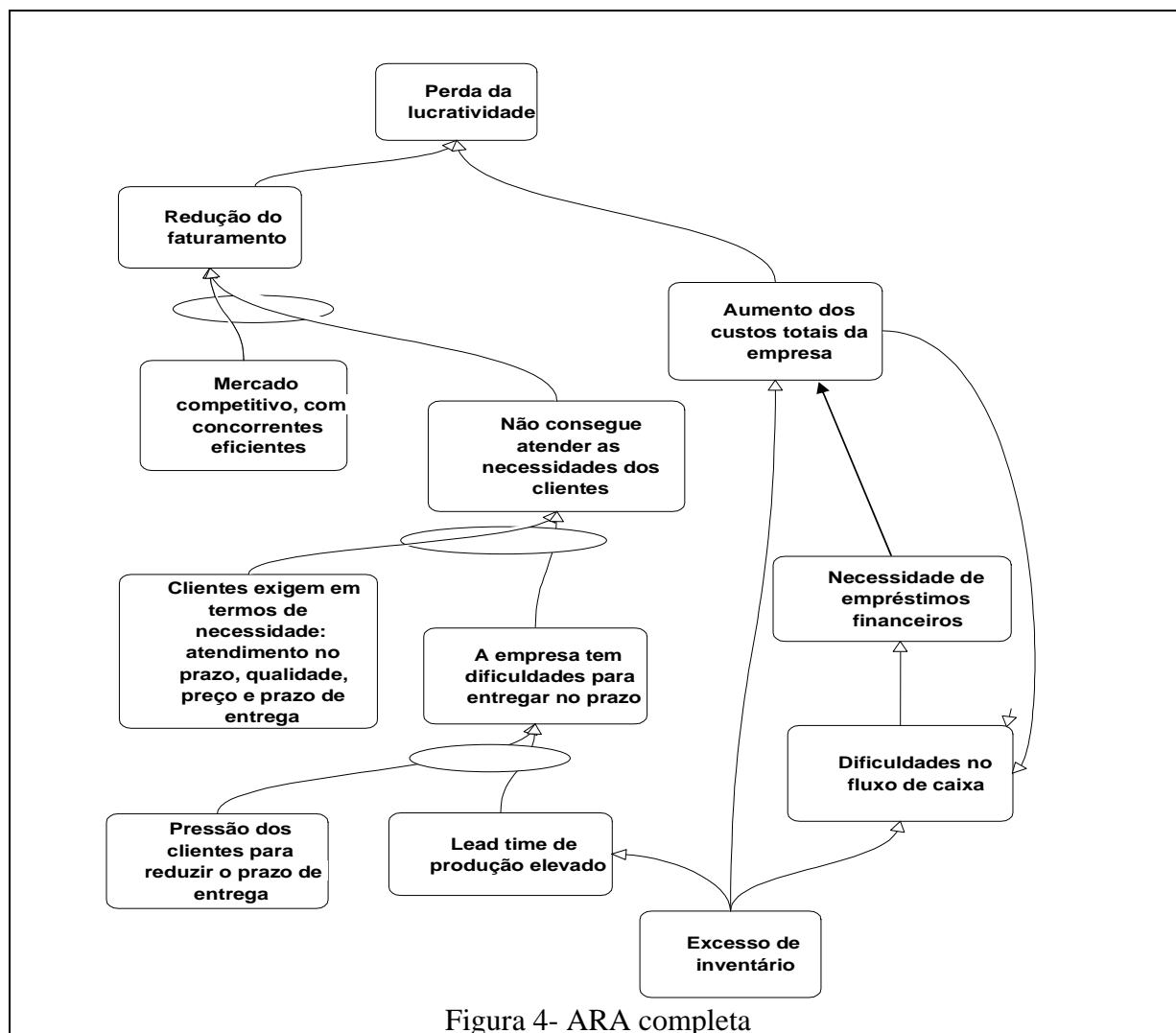


Figura 3- Estrutura em branco das relações de efeito-causa-efeito

**e) Apresentação da ARA:** o instrutor apresenta a ARA completa para os alunos Figura 4, lendo-a de baixo para cima, conforme as relações de efeito-causa-efeito. A cada relação casual, o instrutor deverá estressar os conceitos teóricos que suportam a mesma.



- f) **Revisão sistêmica da ARA:** após a apresentação da ARA o instrutor deverá revisar as ligações sistêmicas da mesma, ressaltando os impactos da causa básica (excesso de inventário) no problema principal (perda da lucratividade), questionando as causas que poderiam explicar a existência da referida causa básica;

O método descrito foi aplicado em duas turmas de Administração de Operações (cada qual com cerca de 40 alunos) do curso de Administração de Empresas e Recursos Humanos. Ao longo do semestre, uma série de exercícios, utilizando o método proposto, foram desenvolvidos, sendo que as etapas “C” (Apresentação da estrutura de efeito-causa-efeito) e “D” (Apresentação da estrutura de efeito-causa-efeito) eram cobrados nas avaliações da disciplina. O Apêndice desse trabalho apresenta alguns exemplos de questões formuladas nas avaliações.

#### 4- Avaliação da Abordagem Desenvolvida

Visando avaliar a efetividade da abordagem proposta, utilizou-se das seguintes ferramentas de mensuração: resultados obtidos nas provas da disciplina e questionário respondido pelos alunos.

Em termos das avaliações da disciplina, na quantidade de duas provas, observou-se três fatores:

- **Percentual Global:** foi medido o percentual médio da turma de acertos do correto posicionamento do efeito descrito na lista na respectiva estrutura de efeito-causa-efeito. Por exemplo, dada uma lista inicial de 10 efeitos, caso o aluno acertasse o posicionamento de 5 efeitos, esse percentual global será de 50%;
- **Percentual Causa Básica:** foi mensurado o percentual de alunos que acertaram a verdadeira causa básica do problema descrito (base da ARA);
- **Percentual Problema:** foi medido o percentual de alunos que acertaram o problema central da situação descrita (topo da ARA);

A Tabela 1 apresenta os valores desses fatores para as duas turmas:

Turma	Avaliação	% Global	% Causa Básica	% Problema
1	1	44%	41%	93%
	2	38%	32%	68%
2	1	36%	64%	89%
	2	36%	19%	79%
<b>Média Global</b>		<b>38,61%</b>	<b>39,01%</b>	<b>82,30%</b>
<b>Desvio Global</b>		<b>3,20%</b>	<b>16,37%</b>	<b>9,53%</b>

**Tabela 1- Resultados obtidos nas avaliações da disciplina de Administração de Operações**

Como o objetivo desse trabalho não é o estudo de uma eventual correlação entre as performances das duas turmas, analisaram-se os resultados globais dos fatores avaliados. Em termos gerais, observa-se um baixo percentual de acerto global da ARA (38,61%) e da seleção da causa básica (39,01% dos alunos), contra um elevado percentual de acertos do problema central (82,3% dos alunos). Esses percentuais podem ser explicados pelas dificuldades encontradas, pelos alunos, na construção das relações sistêmicas de efeito-causa-efeito. A troca entre a relação de efeito-causa-efeito, designando um efeito como causa e vice-versa foram frequentes. Como decorrência desse erro, a determinação da causa básica foi dificultada. Entretanto, a determinação do problema central foi identificada pela maioria dos alunos. De qualquer maneira, o processo de ensino não se limitava no preenchimento da ARA, mas tinha a sua continuidade na correção do exercício em aula, seguindo os passos “e” (Apresentação da ARA) e “f” (Revisão sistêmica da ARA) do método proposto. Dessa maneira os conceitos básicos eram revisados e discutidos.

Visando avaliar a efetividade do método, aplicou-se um questionário escalar para as turmas, solicitando a opinião dos alunos no início e no final do semestre sobre a utilização da ARA como ferramenta instrucional:



Para as questões de 1 a 5 utilizar a seguinte escala:

- 1- Discordo plenamente
- 2- Discordo em boa parte
- 3- Concordo em parte
- 4- Concordo em boa parte
- 5- Concordo plenamente

Pergunta	Início do Semestre	Final do Semestre
1- A construção da ARA facilita o entendimento dos conceitos da disciplina		
2- A construção da ARA possibilita um entendimento sistêmico de uma dada realidade		
3- Você utilizaria uma ARA em uma situação prática profissional		
4- Você acha que a expertise na construção de uma ARA poderia ser um diferencial profissional		
5- Você acha que a ARA deveria ser mantida na matéria dessa disciplina		

A Tabela 2 apresenta o resultado dos questionários, sendo que o número de respondentes foi de 79 alunos no total.

Questão	Turma 1		Turma 2		Média Global	
	Início	Final	Início	Final	Início	Final
1	3,10	3,97	2,89	3,59	<b>3,00</b>	<b>3,78</b>
2	3,62	4,03	3,26	3,82	<b>3,44</b>	<b>3,93</b>
3	3,31	4,00	2,92	3,59	<b>3,12</b>	<b>3,79</b>
4	3,38	3,91	3,13	3,63	<b>3,26</b>	<b>3,77</b>
5	3,41	4,22	3,39	3,92	<b>3,40</b>	<b>4,07</b>

**Tabela 2- Tabulação das respostas do questionário sobre a utilização da ARA**

De maneira geral observa-se uma boa aceitação, por parte dos alunos, da abordagem utilizada, sendo que a percepção do seu uso foi incrementado ao longo do semestre. Nota-se que a Turma 1 apresentou uma pequena predileção à abordagem em comparação a Turma 2, ainda que esse fato não seja significativo para a presente pesquisa. O índice médio de todas as questões se aproximou ao ponto de **concordância em boa parte** (nível 4 da escala). A quinta pergunta foi a de maior aceitação, justamente corroborando com a continuidade da utilização da abordagem em outras turmas da mesma disciplina.

## 5- Conclusões

A aplicação da abordagem proposta apresentou uma certa resistência por parte dos alunos, dado a complexidade de construção das inter-ligações sistêmicas das relações de efeito-causa-efeito. Entretanto, essa resistência foi sendo dissipada ao longo do semestre através do desenvolvimento continuado de uma série de exercícios. Notou-se que, apesar das dificuldades enfrentadas pelos alunos, os mesmos passaram a formalizar de uma maneira mais contextualizada os conceitos percebidos em aula. O questionário aplicado aos alunos demonstrou a concordância dos mesmos na continuação da aplicação da abordagem em outras turmas.

A presente abordagem está sendo testada em turmas de mestrado em Administração de Empresas. Os resultados preliminares, apontam para o mesmo tipo de dificuldades em termos de construção das ARAS, mas com mesmo grau de absorção do conceito básico.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R. R. **Desenvolvimento de uma Análise Comparativa de Métodos de Identificação, Análise e Solução de Problemas**. Porto Alegre, PPGEP/UFRGS, 1996. (Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção).

KEPNER, Charles H. & TREGOE, Benjamin B.. **O Administrador Racional: Uma Abordagem Sistemática à Solução de Problemas e Tomada de Decisões**; 2ª Edição. São Paulo, Editora Atlas, 1980.

GOLDRATT, E. M. **Mais que Sorte ... Um Processo de Raciocínio**. Editora Educator, São Paulo, 1994.

GOLDRATT, E. M. **A Corrente Crítica**. Nobel, São Paulo, 1997.

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle da Qualidade Total - À Maneira Japonesa**. Rio de Janeiro, Editora Campus, 1993.

MACKNESS, John Robert & RODRIGUES, Luís Henrique. A Review of the Theory of Constraints as a Thinking Process. Working paper. Lancaster, England, 1994.

NOREEN, E.; SMITH D. & MACKEY, J. T. **A Teoria das Restrições e suas Implicações na Contabilidade Gerencial**. São Paulo, Editora Educator, 1996.

SCHEINKOPF, Lisa. **Thinking for a change: putting the TOC Thinking Process to Use**. Boca Raton (USA), St Lucie Press/APICS, 1999.

SHINGO, S. **Sistema de Produção com Estoque-Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas**. Porto Alegre, Editora Bookman, 1996.

## 7- APÊNDICES

A seguir apresenta-se as ARAS utilizadas nas avaliações das turmas (Figura 5 e 6):

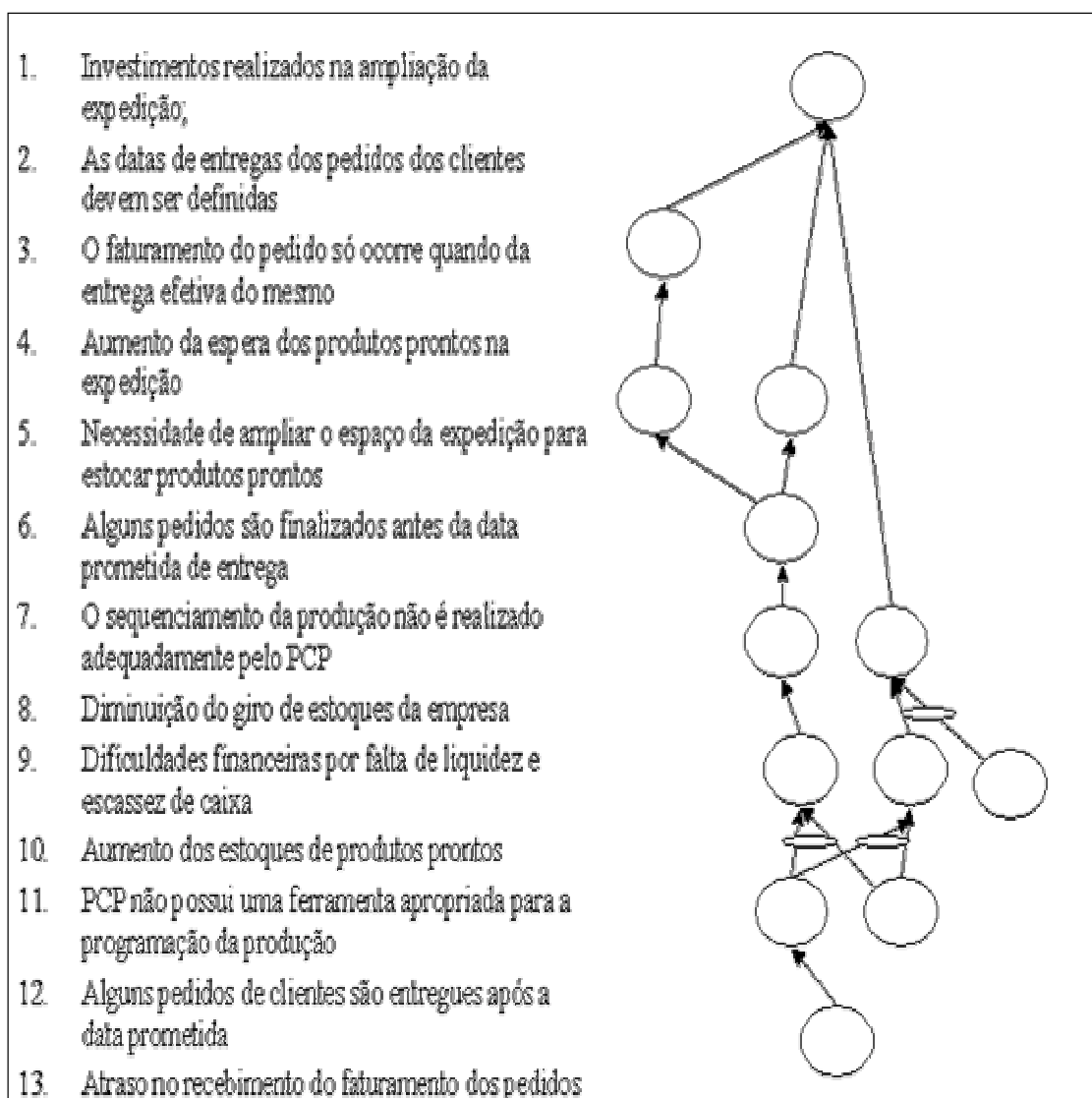
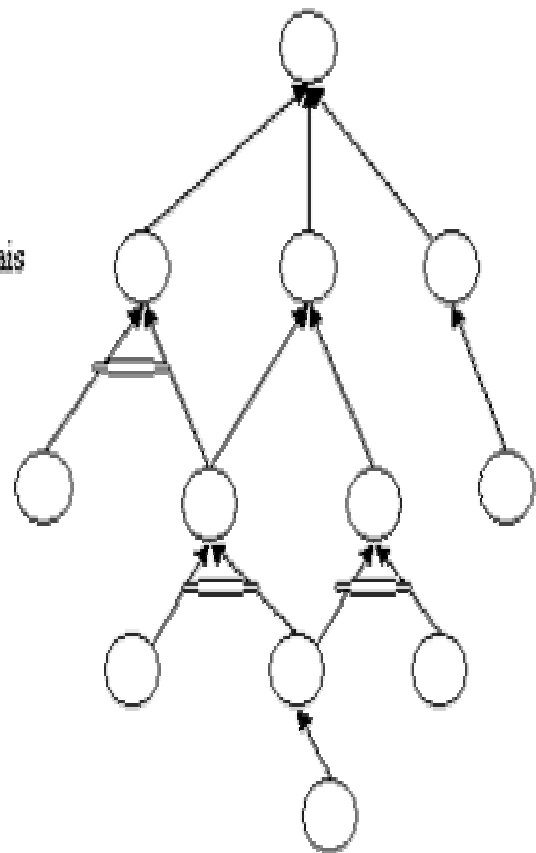


Figura 5- ARA da primeira avaliação

- 1- Tempo de preparação elevado
- 2- A produção não está sincronizada ao ritmo do gargalo
- 3- Indicadores locais de eficiência
- 4- O mercado solicita lotes pequenos de produtos
- 5- Fornecedores exigem lotes mínimos de entrega de materiais
- 6- Perda por estoque
- 7- O sistema produtivo apresenta recursos com capacidade desbalanceada
- 8- Formação de estoques de materiais
- 9- Lotes grandes de produção
- 10- Formação de estoques intermediários
- 11- Recursos tendem a otimizar a sua produção local
- 12- Formação de estoques de produtos finais



**Figura 6- ARA da segunda avaliação**