

# Análise da aplicação do Processo de Pensamento nas restrições econômico-financeiras de projetos de Ergonomia

*Tatiana Cecagno Galvan (PPGEP/UFRGS)*

*Marcelo Pereira da Silva (PPGEP/UFRGS)*

*Cláudia de Souza Libânio (PPGEP/UFRGS – UniRitter)*

*Fernando Gonçalves Amaral (PPGEP/UFRGS)*

## Resumo

*A identificação de uma restrição em uma organização torna-se importante para o alcance de suas metas. Dentre os métodos da Teoria das Restrições está o Processo de Pensamento, que dispõe de ferramentas como: Árvore da Realidade Atual, Árvore da Realidade Futura, Nuvens de Evaporação, Árvore de Transição e Árvore de Pré-Requisitos. Este artigo tem como objetivo explorar a aplicabilidade de algumas de suas ferramentas na solução de problemas de gestão de indicadores de uma empresa do setor metal-mecânico. A metodologia utilizada foi exploratória, de natureza qualitativa e se utilizou da aplicação da Sistemática de Apoio para Análise de Benefício-Custo de Projetos Ergonômicos (SAABEPE). Os dados coletados foram analisados, possibilitando a comparação destes com o referencial teórico pesquisado. Foram seguidas diretrizes propostas por Cox e Spencer (2002) para a elaboração da Árvore da Realidade Atual. Após a validação da Árvore da Realidade Atual, uma injeção foi avaliada e sugerida, formando também a Árvore da Realidade Futura com as respostas da injeção aplicada. Desta forma, pode-se depreender os desdobramentos desta nova perspectiva de aplicação das ferramentas mencionadas.*

*Palavras chave: Teoria das Restrições, Ergonomia, SAABEPE.*

## 1 Introdução

A Teoria das Restrições (TOC) foi desenvolvida pelo físico israelense Elyahu M. Goldratt, tendo seu início aproximadamente na década de 70, trazendo para a administração da produção um novo conceito na identificação das situações (restrições) que impedem ou dificultam a empresa de atingir sua meta (RODRIGUES, 1990; CRUZ et al, 2010). Sendo uma filosofia de gestão, a TOC serve como uma teoria unificadora na gestão de operações (GUPTA; BOYD, 2008), tendo por finalidade alcançar a meta da organização. Para isto, a mesma dispõe de métodos como o Processo de Pensamento (PP), que por sua vez, possui um conjunto de ferramentas que permite identificar, analisar e propor soluções aos problemas organizacionais (WATSON; BLACKSTONE; GARDINER, 2007).

Para Cox e Spencer (2002), as ferramentas do PP podem ser utilizadas individualmente ou estarem ligadas de modo lógico, permitindo a identificação de problemas centrais, determinação de soluções do tipo ganha-ganha e na determinação e superação dos obstáculos possíveis para implementação da solução, buscando consequentemente atingir a meta organizacional.

Em um contexto empresarial, a gama de possibilidades de aplicação para tais ferramentas é vasta e engloba casos de problemática complexa. A Ergonomia é um exemplo de disciplina em que a visão do PP pode se tornar bastante útil durante a solução de determinadas barreiras. A própria Ergonomia, que muitas vezes é vista exclusivamente voltada para esforços de controle e prevenção de problemas de saúde e segurança ocupacional, possui entraves como esse. No seu sentido real e prático ela é, além de uma disciplina científica multidisciplinar, uma tecnologia utilizada na busca de melhorias e que considera todas as facetas do desempenho humano no trabalho. Ao mesmo tempo, uma reconhecida característica empresarial é a necessidade de justificativas econômicas para investimentos em projetos de intervenção. Em geral, empresas não aprovam projetos que necessitem de altos investimentos sem esperar resultados significativos que serão conhecidos, tendo o projeto sucesso ou não (Kirwan, 2003). Segundo Jenkins e Rickards (2001), a chave para o sucesso da justificativa de um projeto ergonômico está na incorporação de todos os custos e benefícios que impactam nesta análise. Entretanto, fatores como a definição, a organização e a quantificação financeira dos problemas passíveis de solução ergonômica não são conhecidos. Isto acaba por gerar barreiras que impedem a aprovação de tais projetos (SILVA et al., 2012).

Este artigo tem por objetivo explorar a aplicabilidade de algumas das ferramentas do PP na busca por soluções de problemas na gestão de indicadores empresariais que possuem relação com a Ergonomia. Essa pesquisa está estruturada em cinco seções, sendo a primeira esta introdução. Na segunda seção apresenta-se a revisão teórica,

fundamentada nos conceitos da TOC, PP e metodologias decorrentes das mesmas. Na terceira seção é apresentada a metodologia de pesquisa. Na quarta seção são apresentados e analisados os resultados da pesquisa empírica realizada e na quinta e última seção são apresentadas as discussões e considerações finais.

## 2 Teoria das Restrições (TOC)

Com origem do software Optimized Production Technology (OPT) nas décadas de 70, e sua aplicação nas décadas de 80, Goldratt “rompe as barreiras do sistema produtivo e generaliza para empresa como um todo o pensamento OPT” (RODRIGUES, 1990). Neste pensamento OPT Goldratt e Cox 2002 afirmam que a meta de uma empresa é ganhar dinheiro, tanto no presente como no futuro. Para que esta meta seja atendida é necessário: “satisfazer os empregados, tanto no presente como no futuro” e “satisfazer os clientes, tanto no presente como no futuro” (GOLDRATT, 1994). Assim o termo gargalo (situações que impede ou dificulta a empresa de atingir sua meta) é substituído pelo termo restrição (COX; SPENCER, 2002). Partindo da ideia de que uma restrição é qualquer coisa que limite um sistema de atingir sua meta (GOLDRATT,1990), Blackstone (2001) afirma que a restrição pode se apresentar em três formas: física, comportamental e política.

Já Goldratt e Cox (2002) afirmam que a TOC é composta por cinco etapas de focalização para obtenção do sucesso: 1. Identificação da restrição; 2.Exploração da restrição; 3.Subordinação à restrição; 4. Elevação da restrição; 5. Estando superada esta restrição, retornar ao passo um.

A identificação da restrição em uma empresa torna-se importante para o alcance da meta e, para isso, entre os métodos da TOC está o PP que dispõe das seguintes ferramentas: Árvore da Realidade Atual (ARA), Árvore da Realidade Futura (ARF), Nuvens de Evaporação (NE), Árvore de Transição (TT) e Árvore de Pré-Requisitos (APR) (SCHEINKOPF, 1999).

### 2.1 Processo de Pensamento (PP)

Na gestão empresarial há diariamente problemas para serem enfrentados, mas nem sempre há definições claras destes. E mesmo com uma definição clara existem várias alternativas diferentes de solução. A TOC, com auxílio do PP, que apresenta um caráter qualitativo com base nos fatos de realidade (ANTUNES, et al., 2004) orienta o processo de identificação do problema, através do conhecimento causa e seu efeito (LACERDA, et al., 2011).

A lógica do PP baseia-se em relações de efeito-causa-efeito e na visão crítica da realidade, procurando compreender por que as coisas acontecem e não como elas acontecem (ALVAREZ, 1995). Portanto este método pode ser considerado a solução de problemas, análises e método de identificação tendo o objetivo de responder a três questões essenciais que buscam o aprimoramento contínuo das operações, como o seguinte: a) O que mudar? ; b) Para o que mudar? ; c) Como fazer com sucesso a mudança? (GOLDRATT, 1994).

Para responder estas perguntas utilizam-se algumas ferramentas que serão apresentados no Quadro 1, conforme Cox e Spencer (2002). Sabendo que as várias fases do PP podem ser aplicadas individualmente (NOREEN, et al., 1996) para fins deste trabalho será utilizada a ARA, injeções da NE e ARF.

Quadro 1: Ferramentas do Processo de Pensamento

<u>Pergunta</u>	<u>Ferramenta</u>
O que mudar?	Árvore da Realidade Atual
Para o que mudar?	Evaporação das Nuvens Árvore da Realidade Futura
Como fazer com sucesso a mudança?	Árvore de Transição Árvore de Pré Requisitos

Fonte: Adaptado de Cox e Spencer (2002)

#### 2.1.1 Árvore da Realidade Atual (ARA)

Com o objetivo de definir os problemas centrais em um sistema específico foi utilizada a ARA (ANTUNES, et al., 2004; BLACKSTONE, 2001). Segundo Wanderley e Cogan (2012), a ARA busca a resposta para a pergunta ‘O que mudar?’. A ARA é um diagrama que, através de conexões de causa e efeito, interliga todos os sintomas do sistema, permitindo encontrar a restrição (WANDERLEY E COGAN, 2012). Cox e Spencer (2002)

apresentam um conjunto de diretrizes que auxiliam na construção dessa árvore, como é mostrado no quadro 2.

Quadro 2: Diretrizes para construção da ARA

<u>Diretriz</u>	
1	Liste 5 a 10 problemas chamados Efeitos Indesejáveis (EI) relacionados com a situação.
2	Teste a clareza de cada EI. O EI é uma afirmação clara e concisa? Esse teste é o chamado de ressalva de clareza.
3	Procure alguma relação causal entre quaisquer dos EI.
4	Determine qual EI é a causa e qual é o efeito. Leia como “Se causa, Então efeito”. Esse teste é chamado de ressalva de causalidade. Ocasionalmente a causa e o efeito podem ser revertidos. Avalie utilizando a seguinte afirmação: “Efeito” PORQUE “Causa”.
5	Continue o processo de conexão dos EI utilizando a lógica SE-ENTÃO até que todos os EI estejam conectados.
6	Frequentemente, a causalidade é forte para a pessoa que sente o problema, mas parece não existir para os outros. Nessas circunstâncias, a “clareza” é o problema. Utilize a ressalva de clareza para eliminar o problema. Geralmente, faltam entidades entre a causa e o efeito.
7	Algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito. Esses casos são testados com a ressalva de insuficiência de causa e são aprimorados lendo-se da seguinte forma: “SE causa E ___ ENTÃO”. Esse “E” conceitual é representado por uma linha horizontal que corta ambos os conectores entre o efeito e as causas.
8	Algumas vezes, o efeito é causado por muitas causas independentes. As relações são fortalecidas pela ressalva de causa adicional.
9	Algumas vezes, um relacionamento SE-ENTÃO parece lógico, mas a causalidade não é apropriada da maneira como está escrita ou verbalizada. Nestas circunstâncias palavras como “alguns”, “poucos”, “muitos”, “frequentemente”, “algumas vezes” e outros modificadores podem fazer a causalidade se torne mais forte.
10	A numeração dos EI na ARA serve apenas para facilitar a localização das mesmas. Um asterisco no EI indica que este faz parte da lista original.

Fonte: Adaptado de Cox e Spencer (2002)

Conforme Noreen, Smith e Mackey (1996) a ARA deve ser construída de maneira *top-down*, entretanto deve ser lida e compreendida de forma *bottom-up*, sendo ela utilizada para estabelecer sistematicamente e rapidamente os problemas raízes de uma atividade genérica.

Cogan (2007) enfatiza que a elaboração da ARA não é uma tarefa simples, todavia é de grande importância no PP da TOC, tendo em vista que a construção destas ligações de causa e efeito da maneira correta é essencial para evidenciar do que deve ser mudado. Com isso entramos na segunda pergunta: “- Para o que mudar?”, tendo como alternativa de uso as seguintes ferramentas do PP: Nuvem de Evaporação (NE) e Árvore da Realidade Futura (ARF).

### 2.1.2 Árvore da Realidade Futura (ARF)

Para Goldratt (2002), o primeiro passo para resolver um problema é defini-lo claramente. Isto sendo feito na ARA, passa-se para o segundo passo que é eliminar ou explorar os problemas centrais, aplicando o exercício de NE e a técnica da ARF (ANTUNES, et al, 2004).

A NE é uma ferramenta que busca soluções inovadoras, injeções e/ou ações que deverão ser empenhadas, por meio da criatividade, buscando elementos que possam eliminar os problemas raízes, dessa forma é possível construir soluções consistentes (LACERDA, et al., 2011). Para a elaboração das injeções (soluções/ações), não há nenhuma sequência ou técnica formal (ALVAREZ, 1995), sendo abordada neste trabalho como forma de consultoria.

Os passos para a confecção da ARF aparecem na Figura 1, iniciando-se pela definição dos efeitos desejados a partir das injeções propostas (ALVAREZ, 1995). Em seguida, verifica-se a existência dos efeitos desejados, nesse processo é possível que outras injeções surjam em função do processo de criação (HSU; SUN, 2005).

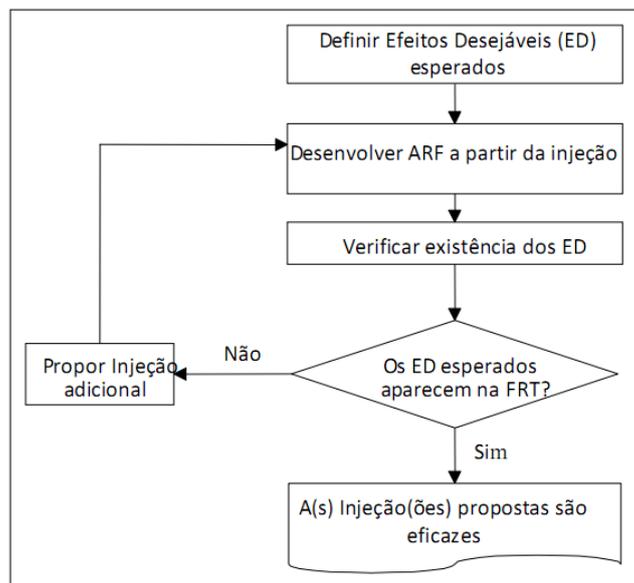


Figura 1 – Construção da Árvore de Realidade Futura  
Fonte: Alvarez (1995, pag.17)

#### 4 Procedimentos metodológicos

Considerando o objetivo do artigo, os procedimentos metodológicos foram desenhados para conduzir um estudo de caso na busca por resultados aplicados. Uma empresa do ramo metal-mecânica, localizada no Rio Grande do Sul, foi utilizada para este fim. Uma aplicação da sistemática proposta por Silva (2012) chamada de Sistemática de Apoio para Análise de Benefício-Custo de Projetos Ergonômicos (SAABEPE) foi utilizado. Esta sistemática tem a finalidade de viabilizar a utilização e a aplicação de análises econômico-financeiras em projetos de Ergonomia em empresas que, não necessariamente, tenham uma gestão consolidada neste âmbito. Sua aplicação prática é composta por cinco etapas: apresentação de conceitos, definição de pessoas envolvidas, checklist, identificação de lógicas de origens das informações e possibilidades de melhoria e sugestões. Tais etapas contaram com a participação de representantes dos principais setores da empresa e envolveram reuniões e entrevistas visando a caracterização dos tipos e lógicas de utilização de informações na empresa.

Este trabalho tem caráter exploratório qualitativo, com foco na análise de uma empresa do setor metal-mecânico. O estudo exploratório, conforme Gil (1999), compreende levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram (ou tem) experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que permitam a compreensão. Malhotra (2001) destaca que a pesquisa qualitativa é uma metodologia de pesquisa não-estruturada, exploratória, fundamentada em pequenas amostras, possibilitando a compreensão do problema. Com relação ao estudo de caso, Gil (1999) afirma que se caracteriza por um estudo profundo e detalhado de um ou mais objetos, de maneira que possibilite um conhecimento abrangente e minucioso – tarefa praticamente irrealizável a partir de outras formas de delineamentos. De acordo com Yin (2001, p.32), define-se um estudo de caso, como sendo um estudo que “investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos”. O autor também salienta que o estudo de caso é utilizado como estratégia de pesquisa quando perguntas do tipo ‘como’ e ‘por que’ são colocadas, quando o pesquisador não controla os eventos e quando o foco da pesquisa está em fenômenos contemporâneos.

Foi elaborado um roteiro semiestruturado para aplicação nas entrevistas realizadas com gestores da empresa. A amostra é não probabilística, escolhida por conveniência. Os dados foram obtidos através de fontes primárias, sendo utilizada uma abordagem direta nas entrevistas. Na etapa da análise dos dados, foi desenvolvida uma análise de conteúdo (BARDIN, 2005), almejando atingir os objetivos desta pesquisa. Esta técnica é definida por Bardin (2005, p.33), “como um conjunto de técnicas de análise das comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”. A finalidade da utilização deste caso foi de avaliar a aplicabilidade de algumas ferramentas do PP em um contexto de análise de projetos de Ergonomia.

Para desenvolver a Árvore da Realidade Atual (ARA), foram seguidas as diretrizes sugeridas por Cox e Spencer (2002). Na diretriz 1 do Quadro 2, cada um dos integrantes do grupo pensou em 5 efeitos indesejáveis iniciais. No seguimento da diretriz 1, foi realizada uma lista inicial de efeitos indesejáveis (EI). O teste de clareza foi realizado em uma reunião com todos integrantes do grupo de pesquisa (diretriz 2), procurando-se também as relações entre os EI (diretriz 3). As diretrizes 4, 5 e 6 foram seguidas paralelamente, levando a discussão e completo entendimento do que seria causa e o que seria efeito, lendo-as de forma “se...então...”. Após o término destas diretrizes, a ARA foi retomada, observando a diretriz 8, 9 e 10.

Assim, após o término da diretriz 10, solicitamos a avaliação de um especialista em TOC e PP, que fez algumas sugestões que foram discutidas entre o mesmo e o grupo, e assim foi feita a validação da ARA pelo mesmo.

Após a validação da ARA, uma injeção foi avaliada e sugerida, formando também a ARF com as possíveis respostas da injeção aplicada.

## 5 Resultados

Os resultados abaixo explicitam aspectos julgados relevantes para a melhor compreensão e análise do estudo em questão e foram organizados em itens como: a empresa objeto do estudo e a aplicação do PP nos projetos de Ergonomia.

### 5.1 Empresa objeto do estudo

A empresa que participou deste estudo pertence à indústria metal-mecânica e a unidade escolhida localiza-se no estado Rio Grande do Sul. Ela trabalha em três turnos (parcialmente) e possui a maior parte da sua produção voltada para a exportação. As principais características do trabalho em chão de fábrica se assemelham àquelas das empresas do mesmo ramo, incluindo alta repetitividade, ambientes com elevado nível de ruído e contato direto com máquinas potencialmente perigosas.

A aplicação da sistemática foi iniciada por uma reunião com representantes dos principais setores da empresa. Uma apresentação dos principais conceitos acerca da pesquisa foi então realizada em formato de palestra. Após a apresentação, uma discussão sobre algumas dúvidas e contribuições pessoais foi iniciada. Por fim, considerando informações financeiras e não-financeiras da SAABEPE, foram definidos os representantes responsáveis pelo fornecimento de cada tipo de informação. Os setores escolhidos para isso foram: custos, produção, recursos humanos, segurança e meio ambiente, qualidade e departamento médico.

A empresa, principalmente seus gestores, parece desconhecer a possibilidade de utilização das informações tratadas nesse estudo para justificar projetos e investimentos em Ergonomia. Isso foi evidenciado pela falta de utilização para esta finalidade de informações disponíveis. Muito embora todos os entrevistados se mostrassem favoráveis às sugestões dadas e indicassem um grande potencial de benefícios financeiros para a empresa. O nível de informação disponível encontrado mostrou que existem condições para realização de uma análise mais aproximada da realidade, no que se refere a custos de problemas ocupacionais passíveis de controle através de soluções ergonômicas.

### 5.2 Aplicação do PP nos Projetos de Ergonomia

Para o desenvolvimento da ARA, seguiram-se as diretrizes sugeridas por Cox e Spencer (2002). Na primeira diretriz, somando e agrupando os EI analisados por cada componente do grupo, foram citados 12 EI totais que são apresentados na Figura 2.

O teste de clareza foi realizado em uma reunião com todos os integrantes do grupo de pesquisa (diretriz 2), procurando-se também as relações entre os EI (diretriz 3) encontrados. As diretrizes 4, 5 e 6 foram seguidas paralelamente, levando a divergências, seguidas por discussões e completo entendimento do que seria causa e o que seria efeito, lendo-as de forma “se...então...”. Nestas diretrizes foram feitas alterações na ARA por 3 vezes consecutivas. Após o término destas diretrizes, a ARA foi retomada por todos, aferindo causa e efeito e

observando a diretriz 8, 9 e 10.

Quando a ARA estava completa, foi solicitada a avaliação de um especialista em TOC, que por sua vez fez algumas sugestões de acréscimo de três EI, e alteração de causa efeito em quatro EI. Essas sugestões foram discutidas entre o mesmo e o grupo, chegando à conclusão unânime da necessidade de acrescentar apenas duas das três EI, sendo então acrescentadas as mesmas na ARA, que são: Dificuldades de quantificação financeira de perdas em Ergonomia, e aprovação de projetos vinculada a visualização das perdas. Sobre as sugestões de causa-efeito, todas as quatro foram consideradas. Assim, foi feita a validação da ARA conforme a Figura 02.

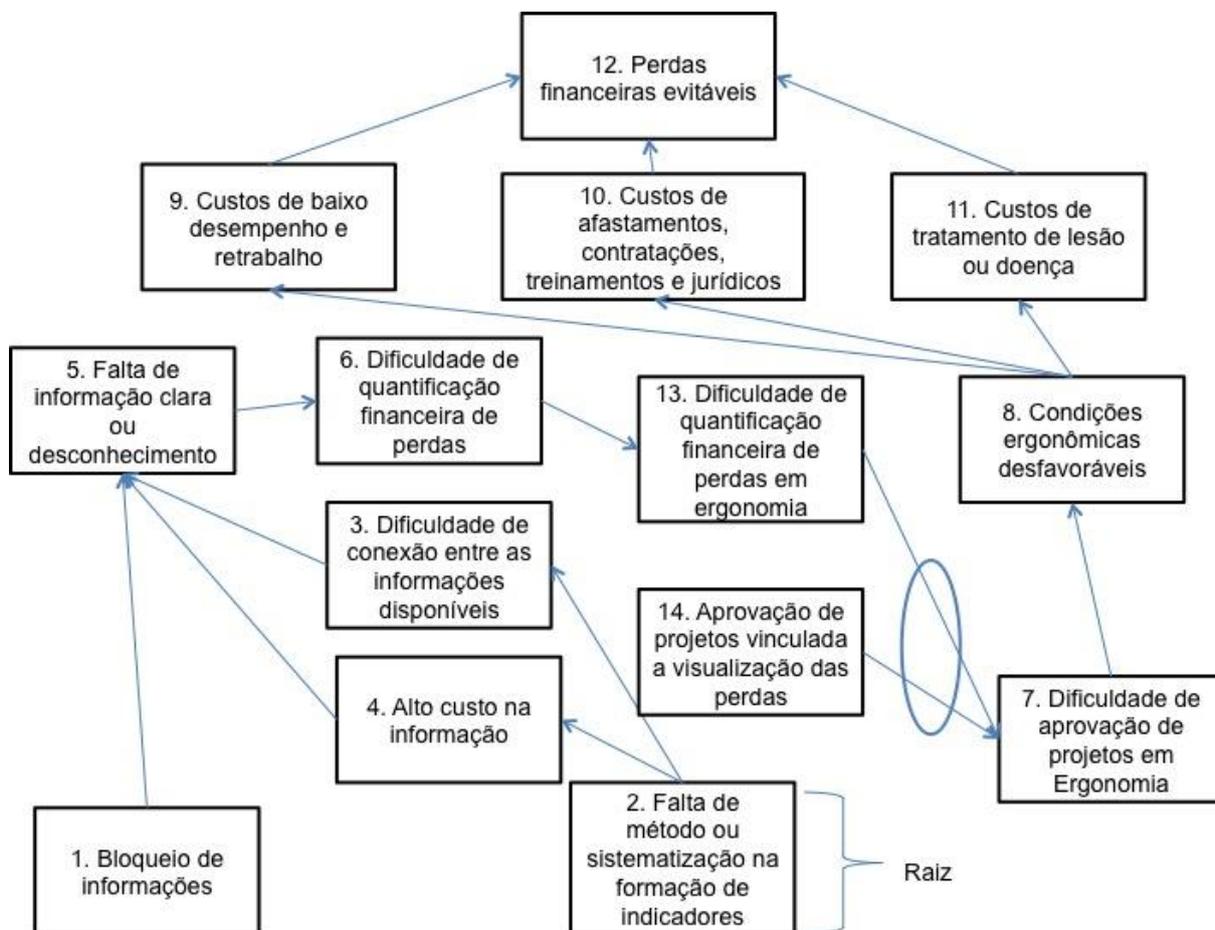


Figura 2 – Árvore de Realidade Atual

A injeção sugerida foi a sistematização de indicadores, que agiria de forma direta na causa raiz (causa central) “falta de método ou sistematização na formação de indicadores”, agindo também sobre a “falta de informação clara ou desconhecimento”. Após a injeção, desenvolveu-se a ARF, partindo da injeção, conforme a Figura 3.

A compreensão da problemática do caso analisado foi baseada na construção das ARA e ARF. Os resultados dessa aplicação podem ser vistos nas Figuras 2 e 3. Destaca-se que a atual apresentação só foi possível após algumas considerações e correções, principalmente nos critérios de causa-efeito das árvores.

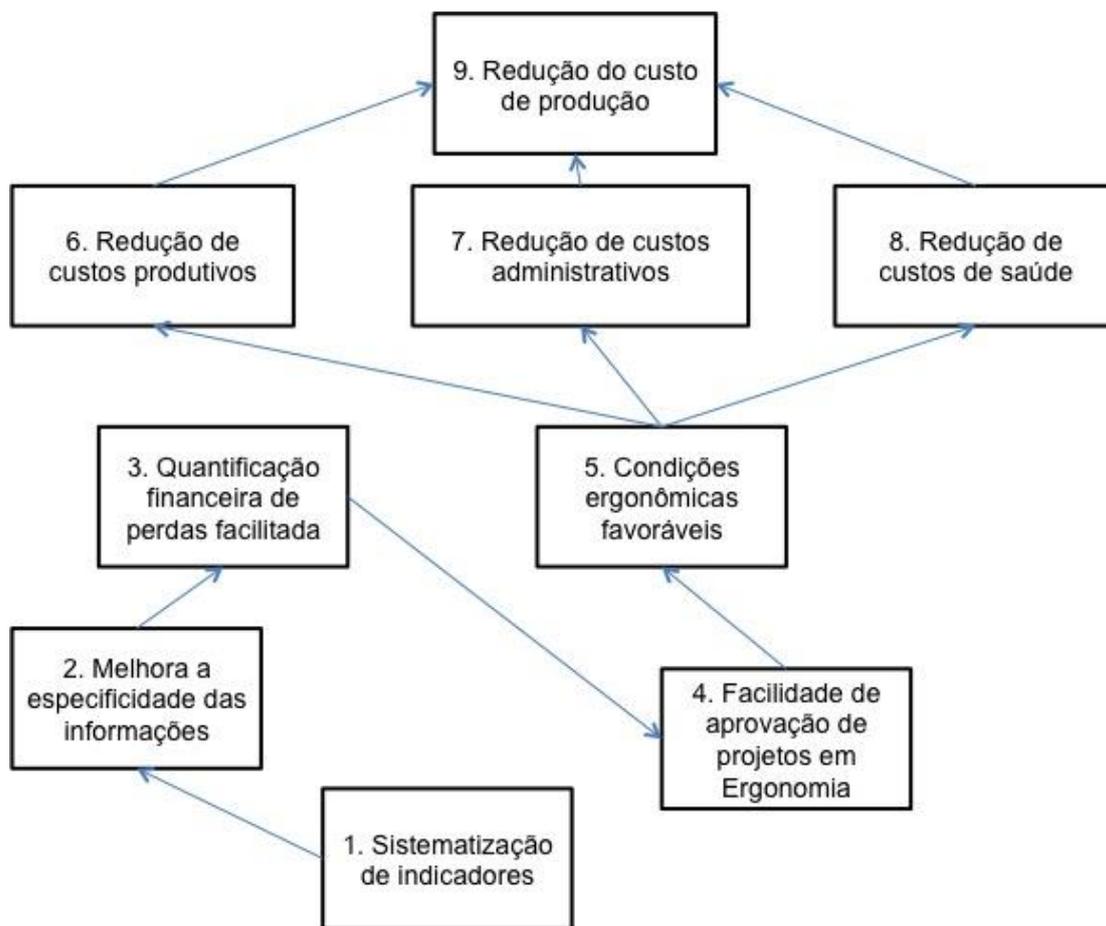


Figura 3 – Árvore de Realidade Futura

## 6 Discussão e considerações finais

Este artigo teve por objetivo explorar a aplicabilidade de ferramentas do PP na busca por soluções de problemas na gestão de indicadores empresariais que possuem relação com a Ergonomia. Com base no conjunto de informações coletadas, pôde-se concluir que a elaboração da ARA proporcionou uma análise lógica e consistente das causas e efeitos indesejáveis que ocasionavam os problemas econômico-financeiros bloqueando consequentemente os projetos de Ergonomia. Esta ferramenta pode facilitar o entendimento da problemática e proporcionar soluções direcionadas para os problemas raiz.

A comparação dos EI's com os seus respectivos ED's, evidenciou sua transformação e o alcance dos efeitos desejáveis, elaborados a partir da injeção proposta na ARF. De acordo com Rocha Neto e Bornia (2002), a injeção feita para a proposição da ARF é necessária para alterar os EI's em seus respectivos ED's.

O especialista, chamado em um segundo momento para avaliação da ARA desenvolvida, foi de fundamental importância pois possibilitou ajustes e acréscimos de alguns efeitos indesejáveis bem como de sugestões de causa e efeito. Esta discussão permitiu a validação da ARA e o desenvolvimento e da segunda ferramenta: a ARF. A partir da discussão com o especialista, foi proposta a injeção da sistematização de indicadores e seus desmembramentos, conforme ilustrado na montagem da ARF (Figura 3). A ARF representa “o agrupamento de todo o suporte lógico que prova, pela relação de causa-efeito, que as mudanças que se propõe irão trazer os resultados esperados” (ROCHA NETO; BORNIA, 2002).

A aplicação de duas das ferramentas do PP (ARA e ARF) evidenciou a importância e viabilidade do uso destas ferramentas para o atingimento da meta de empresas que buscam a performance de excelência empresarial a longo prazo. Goldratt afirma que “qualquer aprimoramento, não importa quão grande seja, não é suficiente. Somente um processo de aprimoramento contínuo pode suportar uma performance de excelência empresarial a longo prazo.” (GOLDRATT, 1990). Slack et al. (2009) corroboram esta afirmação, salientando que a utilização

de aprimoramentos contínuos de produção fazem parte de uma acertada administração da produção e colaboram para o atingimento dos objetivos estratégicos das organizações no longo prazo. Corrêa e Corrêa (2010) acrescentam que, dificilmente, as empresas se manterão com altos níveis de excelência organizacional e permanecerão competitivas se executarem seus processos sempre da mesma maneira, sem aprimoramentos constantes. Sendo assim, percebe-se a relevância da utilização destas ferramentas em estudos longitudinais, onde organizações buscam vantagem competitiva e excelência de gestão sustentáveis.

Sendo assim, a montagem tanto da ARA quanto da ARF possibilitaram uma melhor compreensão das causas e dos efeitos e, conseqüentemente, as expectativas futuras para solução de problemas econômico-financeiros que podem bloquear projetos de Ergonomia, identificados no estudo da empresa em questão. A partir da injeção sugerida, ou seja, da sistematização de indicadores, se agiria de forma direta sobre a falta de método ou sistematização na formação de indicadores, e também sobre a falta de informação clara ou desconhecimento. Esta injeção poderá atuar como uma nova sugestão na sistematização dos projetos atuais, possibilitando o alcance de efeitos desejáveis e benefícios para o sistema de maneira ampla. Wanderley e Cogan (2012) enfatizam que a TOC é uma metodologia para sistemas como um todo, que proporcionem mudanças e beneficiem o sistema de maneira geral. Desta maneira, percebe-se o atingimento do objetivo do artigo bem como a real aplicabilidade destas ferramentas neste estudo de caso em questão. É importante salientar, segundo Noreen Smith e Mackey (1996), que a ARF pode não eliminar totalmente os efeitos indesejados, pois ao construir essa árvore lógica, é possível a inserção apenas dos efeitos desejados, aparentando, que a solução é milagrosa e resolverá todos os problemas. Para evitar a ocorrência desse tipo de comportamento à Árvore da Realidade Futura comporta os Ramos de Ressalva Negativa (GOLDRATT, 1994).

No que tange as perguntas da TOC definidas por Goldratt (1994), o estudo demonstrou que ‘o que mudar’ estaria ligado aos EI’s, ou seja, as condições ergonômicas desfavoráveis, a falta de informação clara ou desconhecimento e as perdas financeiras evitáveis de um modo geral, ilustradas no quadro 2. Já no que tange a pergunta ‘para o que mudar’, foi possível perceber que este tópico está diretamente relacionado a injeção proposta, ou seja, a sugestão de uso de uma sistematização de indicadores, conforme ilustrado na ARF (Figura 3).

Este estudo procurou contribuir para o entendimento e aplicabilidade de algumas das ferramentas da TOC e da PP, buscando enriquecer debates futuros sobre o tema. A pesquisa realizada tem como limitação a aplicação de apenas duas ferramentas da TOC no estudo de caso em questão. Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se a utilização de demais ferramentas da TOC para maior completude e análise de demais informações disponíveis. Outras sugestões para posteriores trabalhos seria o acréscimo da incorporação de um acompanhamento longitudinal ao estudo ou mesmo do desenvolvimento da árvore da realidade futura com a inclusão de ramos de ressalva negativa.

## Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, R. R., 1995. Análise comparativa de metodologias para análise, identificação e solução de problemas. Porto Alegre: UFRGS. Dissertação (Mestrado Engenharia da Produção). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ANTUNES JR. J. A. V. et al. 2004. Critical issues about the theory of constraints thinking process – a theoretical and practical approach. In: PRODUCTION AND OPERATION MANAGEMENT SOCIETY - POMS, 15.
- BLACKSTONE, J. H. 2001. Theory of Constraints—a status report. International Journal Production Research, v. 29, n. 6, p. 1053-1080.
- COGAN, S. 2007. Contabilidade gerencial: uma abordagem da teoria das restrições. São Paulo: Saraiva.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. 2010. Administração de produção e operações: manufatura e serviços, uma abordagem estratégica. 2 ed. São Paulo: Ed. Atlas.
- COX, J.; SPENCER, M. S. 2002. Manual da teoria das restrições. Porto Alegre: Bookman.
- CRUZ, C.; MARQUES, A.; SILVA, R.; COGAN, S. 2010. Teoria das Restrições: Um Estudo Bibliométrico da Produção Científica Apresentada no Congresso Brasileiro de Custos (1994-2008). Revista ABCustos. São Leopoldo, v.5, n.1, jan./abr.

- GOLDRATT, E. M. 1990. What is this thing called theory of constraints and how should it be implemented?. New York, North River Press.
- GOLDRATT, E. M. 1994. Mais que Sorte ... Um Processo de Raciocínio. Editora Educator, São Paulo.
- GOLDRATT, E. M.; COX, J. 2002. A Meta: um processo de melhoria contínua. São Paulo: Nobel.
- GUPTA, M.C.; BOYD, L.H. 2008. Theory of constraints: a theory for operations management. *International Journal of Operations & Production Management*, v. 28, nº.10, p. 991-1012.
- JENKINS, S.; RICKARDS, J. 2001. Justifying investments in ergonomics – pre-intervention. SELF-ACE Conference – Ergonomics for changing work.
- HSU, P.; SUN, M. 2005. Using Theory of Constraints to Improve the Identification and Solution of Managerial Problems. *International Journal of Management*. v. 22, n.3, p. 415-425.
- KIRWAN, B. 2003. An overview of a nuclear reprocessing plant human factors programme. *Applied Ergonomics*, 34, 441-452.
- LACERDA, D.P., et al. 2011. Avaliação da sinergia entre a engenharia de processos e o processo de pensamento da teoria das restrições. *Revista Produção*, v.21, n.2, p.298-300, abr. /jun.
- NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKEY, J. T. 1996. A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial. São Paulo: Educator Editora.
- ROCHA NETO, A.; BORNIA, A. C. 2002. Árvore da realidade futura (ARF): aplicação no curso de administração da UNOESC Campus Chapecó. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba/PR
- RODRIGUES, Luis Henrique. 1990. Apresentação e Análise Crítica da Tecnologia de Produção Otimizada (Optimized Production Technology – OPT) e da Teoria das Restrições (Theory of Constraints – TOC), In: ENCONTRO ANUAL DA ANPAD, 14., Belo Horizonte.
- SCHEINKOPF, L. J. 1999. Thinking for a change: putting the TOC Thinking Process to Use. Boca Raton (USA), ST Lucie Press/APICS.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. 2009. Administração da Produção. 3 ed. São Paulo: Ed. Atlas.
- SILVA, M. P.; AMARAL, F. G.; SOUZA, H. M.; LESO, B.H. 2012. Difficulties in quantifying financial losses that may be reduced by ergonomic solutions. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, early view.
- SILVA, M.P. 2012. Sistemática de apoio para análise de custo-benefício de projetos em Ergonomia (SAABEPE). Tese de doutorado, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- WANDERLEY, C. A. N.; COGAN, S. 2012. Árvore da realidade atual (ARA), diagrama de dispersão de nuvem (DDN) e árvore da realidade futura (ARF): aplicação em uma bateria de escola de samba do carnaval carioca. *ConTexto*, Porto Alegre, v.12, n.21, p.41-58.
- WATSON, K. J.; BLACKSTONE, J. H.; GARDINER, S. C. 2007. The evolution of a management philosophy: the theory of constraints. *Journal of Operations Management*, v. 25, p. 387-402.