

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE FORMIGA – UNIFOR
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
BRUNO LINO DOS SANTOS BORGES

**TEORIA DAS RESTRIÇÕES COMO UM MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS DO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO REALIZADO EM UMA
EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE ROUPA DE CAMA EM MINAS GERAIS.**

FORMIGA – MG
2015

BRUNO LINO DOS SANTOS BORGES

TEORIA DAS RESTRIÇÕES COMO UM MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS DO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO REALIZADO EM UMA
EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE ROUPA DE CAMA EM MINAS GERAIS.

Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de Engenharia de Produção do
UNIFOR, com requisito para obtenção do título
de bacharel em Engenharia de Produção.
Orientador: Prof. Ms. Samuel de Oliveira

FORMIGA – MG

2015

Bruno Lino dos Santos Borges

TEORIA DAS RESTRIÇÕES COMO UM MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE
PROBLEMAS DO PROCESSO PRODUTIVO: ESTUDO REALIZADO EM UMA
EMPRESA DE FABRICAÇÃO DE ROUPA DE CAMA EM MINAS GERAIS.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Engenharia de Produção, como
requisito parcial para obtenção do título de
Engenheiro de Produção do UNIFOR-MG
Orientador: Prof. Ms. Samuel de Oliveira.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Me. Samuel de Oliveira
Orientador

Prof. Daniel Gonçalves Ebias
Avaliador/UNIFOR

Formiga, 11 de Novembro, 2015.

“O Fracasso é apenas uma oportunidade para recomeçar de novo com mais inteligência.” (Henry Ford).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou com o dom da vida e da sabedoria, e por me auxiliar com mais essa conquista.

Aos meus pais, Libério e Sônia, pela dedicação, amor e apoio em todos os momentos difíceis dessa caminhada, e principalmente pela base familiar que me proporcionaram desde o começo da minha existência.

A minha noiva Giselle, que esteve sempre ao meu lado neste período, com muita paciência. Obrigado pela sua compreensão.

Aos meus amigos e colegas de classe pelo companheirismo e contribuições ao longo do curso. Aos meus amigos Walber, Fausto, Tiago e Rodrigo pela ajuda e apoio nesta jornada.

Aos meus professores, que propiciaram ao longo desses cinco anos, uma base de conhecimento e aprendizagem. E ao meu orientador, Professor Samuel de Oliveira, pela paciência, dedicação e conhecimento que me proporcionou durante a realização deste trabalho. E a todos aqueles que direto ou indiretamente ajudaram, torceram e não mediram esforços para a conclusão deste curso.

RESUMO

No contexto competitivo em que as empresas estão inseridas, faz-se necessário que busquem alternativas para otimizar seus processos. Este trabalho tem objetivo de identificar os efeitos indesejáveis ou Gargalos de produção que limitam o setor produtivo de uma empresa de fabricação de roupa de cama. Minimizar esses efeitos de forma eficaz pode gerar ganhos significativos no mercado cada vez mais competitivo. Este estudo é composto por temas pertinentes a Gestão da Produção, just in Time, Teoria das Restrições (TOC) e o Processo de Raciocínio da (TOC), com o pensamento de que toda organização haverá pelo menos uma restrição que limitará o sistema produtivo. A aplicação do processo de pensamento da teoria das restrições (Árvore de Realidade Atual, Diagrama de Dispersão de Nuvens, Árvore de Realidade Futura e Árvore de Pré-Requisitos) possibilitou identificar que sempre irão existir gargalos dentro de qualquer organização, mas é possível tratá-los, para que minimizem os impactos negativos que eles podem causar, fazendo assim que sejam propostas soluções para os mesmos. Considera-se que a implementação de políticas de produção otimizada, Just in Time e um bom planejamento de produção de forma sistêmica e integrada, podem contribuir para que a empresa tenha uma melhor concepção no que se diz em respeito na redução de desperdício e melhores desempenhos de seus processos.

Palavras- chave: Gestão da Produção. Processo de Raciocínio (PR). Teoria das Restrições (TOC).

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Representação esquemática dos componentes da TOC.	22
Figura 02 – Ferramentas destinadas a responder as três perguntas.....	28
Figura 03 – ARA.....	32
Figura 04 – Tipos de ressalvas.	34
Figura 05 – Elaboração da Árvore da Realidade Futura.	37
Figura 06 – Fluxograma do processo produtivo da Microfibra.	43
Figura 07 – Fluxograma do processo produtivo do lençol de malha.....	45
Figura 08 – Árvore de Realidade Atual.	47
Figura 09 – Diagrama de Dispersão de Nuvens.	50
Figura 10 – Árvore de Realidade Futura	52
Figura 11 – Árvore de Pré-Requisito.....	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Questões e objetivos das ferramentas do Processo de Raciocínio. .29	
Quadro 02 - Passos para construção da ARA.31	
Quadro 03 – Símbolos padronizados para a construção da ARA.33	
Quadro 04 – Principais passos para a elaboração do Diagrama de Dispersão de Nuvem.....35	
Quadro 05 - Passos para construção da Árvore de Pré-Requisitos (AP).....38	
Quadro 06 - Passos para construção da Árvore de Transição.38	
Quadro 07 – Identificação dos Efeitos Indesejáveis.....46	
Quadro 08 – Efeitos Indesejáveis versus os Efeitos Desejáveis.....51	

LISTA DE SIGLAS

ADF - Árvore de Dispersão Futura

APO - Administração da Produção e Operações

APR - Arvore de Pré-requisitos

ARA - Arvore de Realidade Atual

ARF - Arvore de Realidade Futura

AT - Arvore de Transição

CR - Causas Raízes

CTV - custo totalmente variável

DDN - Diagrama de Dispersão de Nuvem

DRC - Diagrama de Resolução de Conflitos

ECE - Efeito-Causa-Efeito

ED – Efeitos Desejáveis

EI - Efeitos Indesejáveis

OI - Objetivo intermediário

OPT - Optimized Production Technology, em inglês - tecnologia da produção otimizada

PAC - Processo de Aprimoramento Contínuo

PCP - Planejamento e Controle de Produção

PDCA – Pan do Check Action

PR - Problema Raiz

TOC - Theory Of Constraints, em inglês - Teoria das Restrições

TPC - Tambor-pulmão-Corda

TQM - Total Quality Management, em inglês - Administração da Qualidade Total

SMED - Single Minute Exchange of Die

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Problema.....	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Hipótese.....	13
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral	14
2.2 Objetivos específicos	14
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Gestão da Produção	15
3.1.1 Objetivo da Gestão da Produção.....	16
3.1.2 Sistemas de Produção.....	17
3.1.3 Ferramentas de Gestão para redução de desperdícios.....	17
3.1.3.1 Just in time	17
3.1.3.2 Benchmarking	19
3.1.3.3 Fluxograma.....	20
3.2 Histórico da Teoria das Restrições	21
3.2.1 Termos logísticos de gerenciamento de restrições.....	23
3.2.4 Método para identificar e tratar as restrições.....	26
3.2.5 Processo de Raciocínio.....	28
3.2.5.1 Árvore da Realidade Atual (ARA)	30
3.2.5.2 Diagrama de Dispersão de Nuvem (DDN)	34
3.2.5.3 Árvore da Realidade Futura (ARF).....	36
3.2.5.4 Árvore de Pré-Requisitos (APR)	37
3.2.5.5 Árvore de Transição (AT)	38
4 MATERIAIS E MÉTODOS	40

4.1 Descrição e características da Empresa.....	40
4.2 Coleta de Dados	40
4.3 Técnicas e métodos.....	41
5 ANÁLISE E RESULTADOS	42
6 CONCLUSÃO	59
REFERÊNCIAS	60

1 INTRODUÇÃO

Devido ao alto nível da competitividade das empresas, e da grande exigência dos consumidores por produtos de qualidade e com preços baixos, a busca por ferramentas que ajudam a aumentar a produção com o mínimo de desperdício e a utilização máxima das instalações torna-se cada vez mais importante. Com o propósito de atender as necessidades dos clientes e otimizar os processos, a Teoria das Restrições (TOC - *Theory Of Constraints*) é uma ferramenta que visualiza a empresa como um todo, focando em suas restrições globais.

As organizações se preocupam muito com as resoluções de problemas, o que muito das vezes tem sido feito de maneira pouco científica ou baseada em paradigmas não condizentes com a realidade atual, causando mais problemas do que trazendo soluções que contribuam para o futuro da organização. Com isso as empresas que almejam sobreviver no mercado, se faz necessário buscar alternativas sólidas para que desenvolvam um bom planejamento de produção, visando se adequar as diversas mudanças do mercado.

Com essa finalidade o presente trabalho visa à aplicação do Processo de Raciocínio da TOC desenvolvida pelo físico Israelense Eliyahu Goldratt, com o propósito de identificar e tratar os gargalos de produção que restringem o fluxo de produção em uma empresa de fabricação de Roupa de Cama situada em Minas Gerais. Considera-se que a temática apresenta relevância e faz menção à uma situação atual, que faz parte do cotidiano de muitas empresas. Sendo assim, é fundamental discutir os elementos que se fazem presentes na TOC, uma vez que, a partir do conhecimento destes será possível desenvolver estratégias e ações para a melhoria dos resultados obtidos na empresa. Sabe-se que se trata de uma temática densa e extensa, portanto, não se tem a pretensão de esgotar o tema, mas tão somente de oferecer, ainda que timidamente uma contribuição para as discussões que vem sendo desenvolvidas nessa área.

1.1 Problema

Como a aplicação da teoria das restrições pode melhorar os resultados operacionais de uma empresa do ramo de roupa de cama?

1.2 Justificativa

Devido a grande concorrência e exigências do mercado pela busca de produtos de alta qualidade e preços baixos, torna-se necessário à busca por ferramentas que façam reduzir os custos de produção e os desperdícios, tornando assim a empresa cada vez mais competitiva.

Diante dessa realidade a aplicação do processo de pensamento da TOC, têm se mostrado uma ferramenta eficaz na identificação de problemas, possibilitando assim aos gestores uma visão mais ampla do processo, para que a tomada de decisão seja com o objetivo de eliminar o quadro negativo encontrado.

Portanto, este trabalho justifica-se pela busca de melhorias na empresa estudada a fim de identificar e propor soluções para os gargalos do sistema de produção, uma vez que necessitam de ferramentas que irão proporcionar redução de desperdícios e custos de produção, para que alcance o objetivo principal, que é a lucratividade.

1.3 Hipótese

Acredita-se que com a utilização do Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições as possíveis hipóteses para auxiliar na eliminação dos gargalos produtivos e melhorar os resultados operacionais são:

- Redução de tempo de espera;
- Redução dos desperdícios;
- Redução de quebra de equipamentos;
- Redução de tempo de setup;
- Propor ações de melhoria, a fim de minimizar os gargalos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar as restrições existentes em uma empresa de fabricação de Roupa de Cama em Minas Gerais, aplicando a TOC.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Elaborar o fluxograma de produção da empresa estudada;
- ✓ Aplicar a ferramenta do Processo de Raciocínio;
- ✓ Propor soluções para a eliminação das restrições do processo produtivo com o uso das ferramentas do Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Gestão da Produção

Para Moreira (2001) a Administração da Produção e Operações (APO) trata-se das atividades orientadas para a produção de um bem físico ou à prestação de um serviço. Neste sentido, a palavra “produção” liga-se mais de perto às atividades industriais, enquanto que a palavra “Operações” refere-se às atividades desenvolvidas em empresas de prestação de serviços.

Já Gaither e Frazier (2007) relata que a APO trata-se da administração do sistema de produção, que transforma os insumos nos produtos e serviços da organização. Esse processo de transformação é o coração daquilo que chamamos produção, e é a atividade predominante de um sistema de produção.

Para Corrêa et al. (2001) independente da lógica que utilize, os sistemas de administração da produção, para cumprirem seu papel de suporte ao atingimento dos objetivos estratégicos da organização, devem ser capazes de apoiar o tomador de decisões logísticas a:

- ✓ Planejar as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização.
- ✓ Planejar os materiais comprados.
- ✓ Planejar os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semi-acabados e produtos finais, nos pontos certos.
- ✓ Programar atividades de produção para garantir que os recursos produtivos envolvidos estejam sendo utilizados, em cada momento, nas coisas certas e prioritárias.
- ✓ Ser capaz de saber e de informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos (pessoas, equipamentos, instalações, matérias) e das ordens (de compra e produção).
- ✓ Ser capaz de prometer os menores prazos possíveis aos clientes e depois fazer cumpri-los.
- ✓ Ser capaz de reagir com eficácia.

3.1.1 Objetivo da Gestão da Produção

Para Slack et al. (1996) os objetivos da gestão da produção trata-se das destinações pretendidas que indicam a direção para o planejamento da empresa. Por um lado, são os guias básicos que suportam a tomada de decisão e por outro são a lógica dos critérios de avaliação dos resultados. Planos e programas operacionais são selecionados com base na sua contribuição aos objetivos.

As principais atividades do processo de Gestão da Produção são o planejamento, a programação e o controle da produção (CORRÊA et al., 2001).

Conforme Rezende e Abreu (2001) os objetivos do Sistema de Planejamento e Controle de Produção (PCP), são:

- ✓ Planejar as atividades de produção e as respectivas necessidades de materiais (produção e compras), contemplando os pedidos de vendas;
- ✓ Calcular o Plano-Mestre de Produção como parte integrada do Planejamento de Controle de Produção, com base na disponibilidade de máquinas, pedidos e PCP em andamento, apontando gargalos, falta de matéria-prima e previsões;
- ✓ Controlar o processo fabril e/ou de serviços.

Corrêa et al. (2001) relata que a necessidade de planejar necessidades futuras de capacidade deve-se a uma característica fundamental dos processos decisórios que envolvem obtenção de recursos: a inércia da decisão ou, em outras palavras, o tempo que necessariamente tem de decorrer entre o momento da tomada de decisão e o momento em que os efeitos da decisão passam a fazer-se sentir.

De acordo com Moreira (2001) é importante ressaltar que o objetivo maior, embora redundante, é sempre a sobrevivência da empresa. A distinção dos objetivos segundo uma hierarquia ajuda a colocar ênfase nos objetivos prioritários: pode se dar o caso, inclusive, de ser necessário promover a troca (total ou parcial) de um objetivo por outro.

3.1.2 Sistemas de Produção

De acordo com Slack et al. (1996) “sistemas de produção” é o conjunto de atividades e operações inter-relacionadas envolvidas na produção de bens ou serviços. O sistema de produção é uma entidade abstrata, porém extremamente útil para dar uma ideia de totalidade.

Já Sahin (2000) descreve que o sistema de produção da empresa deve refletir a sua posição competitiva e a sua estratégia além de fornecer o suporte para que as empresas possam alcançar os seus objetivos estratégicos, devem ser capazes de apoiar o tomador de decisões logísticas a:

- ✓ Planejar os materiais comprados, as necessidades futuras de capacidade produtiva da organização, os níveis adequados de estoques de matérias-primas, semiacabados e produtos finais, nas quantidades necessárias;
- ✓ Programar as atividades de produção;
- ✓ Informar corretamente a respeito da situação corrente dos recursos de produção e das ordens tanto de compras como de produção, para que os pedidos possam ser entregues aos clientes com os menores prazos possíveis.

Para Gaither e Frazier (2007) todas as operações de produção que têm processos tecnológicos similares são agrupadas para formar um departamento de produção. Novas tecnologias em processos de manufatura, equipamentos e materiais podem afetar drasticamente projetos de produtos e métodos de produção. Frequentemente a empresa é obrigada à introdução dessas novas tecnologias para continuar em atividade, devido a grande competitividade do mercado.

3.1.3 Ferramentas de Gestão para redução de desperdícios

3.1.3.1 Just in time

Considera-se importante destacar o just in time, uma vez que este é uma ferramenta essencial para as empresas, pois trabalha no sentido de reduzir as perdas, realizar a otimização dos processos existentes, bem como valorizar o

trabalho e aumentar a responsabilidade dos colaboradores. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001).

O just in time para Slack et al. (1996) significa a produção de bens e serviços no momento exato em que estes se fazem necessários. É fundamental, dentro da concepção do autor, que os mesmos não sejam produzidos antes para que não sejam transformados em estoque, contudo, não podem ser produzidos depois, uma vez que, desta forma os clientes precisariam esperar. Sendo assim, o just in time busca o atendimento da demanda a todo momento preservando a qualidade do produto, sem no entanto, ter desperdícios.

Por fim, coaduna-se as definições apresentadas de Moreira (2012) que considera a ideia fundamental do just in time a produção sincronizada, que fabrique sempre o produto certo na hora certa. Dessa maneira, haverá a eliminação planejada e sistemática do desperdício, o que levará, fatalmente, à melhoria contínua da produtividade e da qualidade.

Corrêa e Gianesi (1993) afirma que algumas expressões são geralmente usadas para traduzir aspectos da filosofia Just in Time:

- Produção sem estoques;
- Eliminação de desperdícios;
- Manufatura de fluxo contínuo;
- Esforço contínuo na resolução de problemas;
- Melhoria contínua dos processos.

Com base na filosofia do Just in Time os estoques são considerados úteis por proteger o sistema produtivo de problemas que podem causar a interrupção do fluxo de produção. Pode-se dizer que os estoques são mantidos por duas causas principais: A primeira refere-se à eventual dificuldade de coordenação entre demanda de um item e seu processo de obtenção, ou seja, pode ser difícil determinar com precisão o momento e a quantidade de sua produção. A segunda razão é a presença de incertezas. Estas podem ser associadas à demanda dos itens a serem fabricados (em termos de quantidade e datas), e o processo de obtenção (compra ou produção) destes itens. Podendo afetar a qualidade dos itens produzidos ou comprados, e também em qual momento que os itens estarão disponíveis. (CORRÊA E GIANESI, 1993).

Slack et al. (1996) define desperdício como qualquer atividade que não agrega valor ao processo produtivo. Estes são classificados em sete categorias:

1. **Superprodução:** Produzir mais do que necessário para a próxima etapa de produção.
2. **Tempo de espera:** Refere-se ao material que está esperando para ser processado, formando filas que visam garantir altas taxas de utilização dos equipamentos.
3. **Transporte:** A movimentação de materiais dentro da fábrica, que não agregam valor ao produto. É causado pelas restrições do processo e das instalações, que impõe grandes distâncias a serem percorridas pelo material ao longo do processamento.
4. **Processo:** No próprio processo, pode haver fontes de desperdício. Algumas operações existem apenas em função do projeto ruim de componentes ou manutenção ruim, podendo portanto ser eliminadas.
5. **Movimentação:** Um operador pode parecer ocupado, mas algumas vezes nenhum valor está sendo agregado pelo trabalho. A simplificação do trabalho é uma rica fonte de redução do desperdício de movimentação.
6. **Estoque:** Todo estoque torna-se alvo para eliminação. Entretanto, somente podem-se reduzir os estoques pela eliminação de suas causas.
7. **Produtos Defeituosos:** Problemas de qualidade geram os maiores desperdícios do processo. Produzir produtos defeituosos significa desperdiçar materiais, disponibilidade de mão de obra, disponibilidade de equipamentos, movimentação de materiais defeituosos, armazenagem de materiais defeituosos, inspeção de produtos, entre outros.

Embora pareçam muito ambiciosas, se não inatingíveis, aos olhos da abordagem tradicional, estas metas garantem o processo de esforço para melhoria contínua e não aceitação ou complacência da situação atual.

3.1.3.2 Benchmarking

O benchmarking, conforme definição de Ballesterro-Alvarez (2001) se trata de um processo de pesquisa na qual é realizada a coleta e análise dos dados, por meio

da efetuação de comparações entre os processos e práticas, buscando a identificação daquilo que é considerado melhor para a empresa, além de tentar alcançar um nível mais elevado no que se refere às vantagens competitivas.

De acordo com Rezende e Abreu (2001) Benchmarking é um processo contínuo de comparação dos produtos, serviços e práticas empresariais entre os mais fortes concorrentes ou empresas reconhecidas como líderes.

Sintetizando, para Araújo (2008) uma vez que o cenário é fortemente influenciado pela globalização, inovadoras tecnologias e decisões de caráter macroeconômico, bem como as pesquisas sobre os concorrentes precisam ser realizadas, a fim de que as estratégias de caráter positivo possam ser implementadas no interior das organizações.

3.1.3.3 Fluxograma

Conforme o autor Moreira (2012) o fluxograma tem por finalidade a descrição sequencial do trabalho que está envolvido no processo, considerando todos os seus passos e também os pontos em que as decisões são tomadas. Trata-se, portanto, de uma ferramenta de cunho analítico e apresentação gráfica do procedimento ou método que está envolvido no processo.

De acordo com Slack et al. (1996) as vantagens na utilização de tal ferramenta são as seguintes:

Permitir verificar como se conectam e relacionam os componentes de um sistema, mecanizado ou não, facilitando a análise de sua eficácia; 2. Facilitar a localização das deficiências, pela fácil visualização dos passos, transportes, operações e formulários. 3. Propiciar o entendimento de qualquer alteração que se proponha nos sistemas existentes pela clara visualização das modificações introduzidas. (SLACK et al., 1996, p.39).

Verifica-se, portanto, que o fluxograma é um elemento primordial para as empresas, pois, através de tal ferramenta é possível sistematizar o processo de produção e análise dos produtos, o que evidentemente, traz benefícios para a empresa.

3.2 Histórico da Teoria das Restrições

Conforme Ballestero-Alvarez (2001) a Teoria das Restrições (TOC) iniciou-se em 1970, no momento em que Eliyahu M. Goldratt, doutor em física, foi procurado por um amigo que desejava consultar-lhe acerca dos problemas que vinha enfrentando na sua fábrica de gaiolas para aves. Goldratt e Cox se interessou muito pelo problema relatado pelo amigo e acabou por desenvolver um sistema matemático, para o planejamento da fábrica, e este foi capaz de gerar um significativo aumento na linha de produção, contudo, não onerou os custos operacionais que estavam envolvidos. Na ocasião, Goldratt e Cox deu-se conta de que não havia disponível no mercado um *software* que fosse adequado e atendesse as necessidades de programação para a produção em fábricas. Posteriormente a esta comprovação, foi desenvolvido o *software* OPT (abreviatura de Optimized Production Technology) ou tecnologia da produção otimizada, que conta com uma série de princípios para otimizar a produção, considerando-se os novos paradigmas.

Goldratt, juntamente com Jeff Cox, fez a publicação de um livro nos anos 80 chamado “À meta” (The Goal), este relatava a problemática da sobrevivência de uma empresa industrial. Nesta obra, são relatados os princípios da TOC de modo prático. O autor ainda escreveu outras obras, como: “Não é Sorte” (GOLDRATT; COX, 2004), “A Corrida pela Vantagem Competitiva” (GOLDRATT; COX, 1999), “A Síndrome do Palheiro” (GOLDRATT; COX, 1998).

Ressalta-se que a TOC se encontra estruturada em três campos diferenciados:

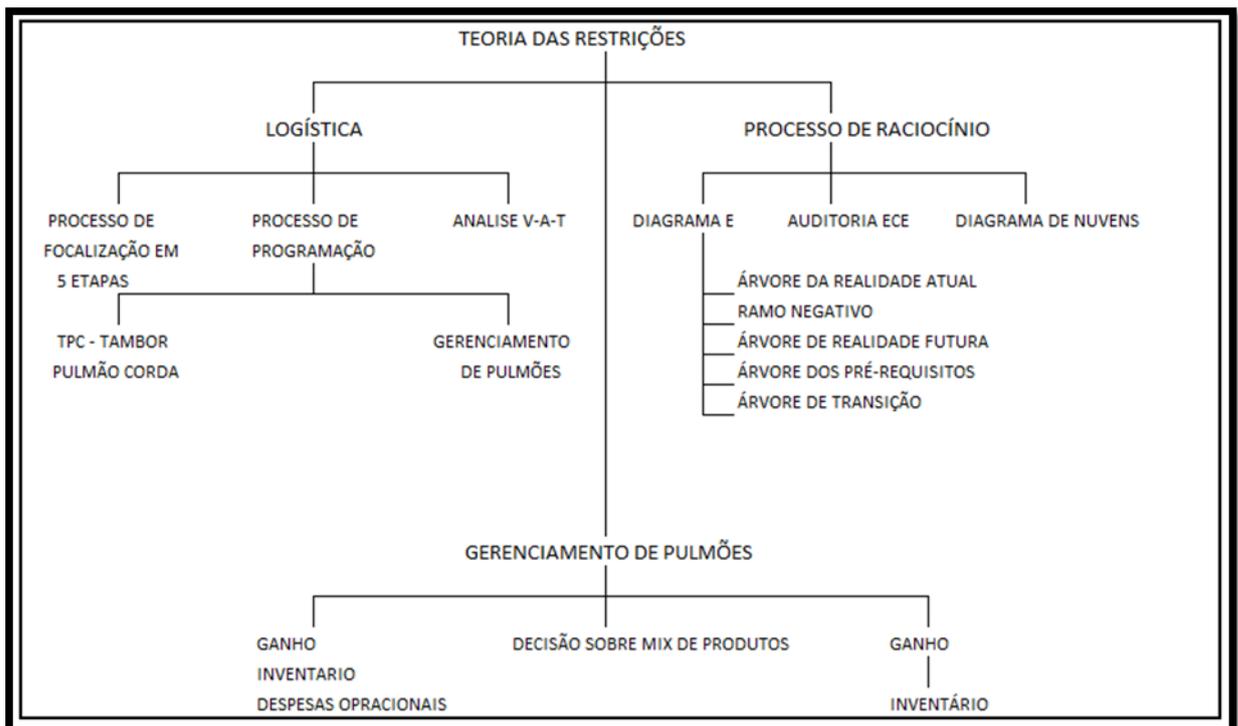
- 1) Um conjunto de ferramentas destinadas à solução de problemas gerenciais. Estes instrumentos são denominados Processos de Raciocínio da TOC, *TP (Thinking Processes)*, e são empregados de modo a responder três questões essenciais de qualquer processo de melhoria de resultados: "O que mudar?", "para o que mudar?" e "como causar a mudança?";
- 2) Um subconjunto de ferramentas de gerenciamento do dia a dia, extraídas dos Processos de Raciocínio usados para aperfeiçoar as habilidades gerenciais em pontos vitais como por exemplo: comunicação (negociação e viabilização de ideias); realização de mudanças (resolvendo conflitos crônicos); empowerment (delegando efetivamente); e formação de equipes (para atingir objetivos);
- 3) Soluções inovadoras criadas a partir da aplicação dos Processos de Raciocínio TOC em áreas específicas, como Produção, Distribuição, Marketing e Vendas, Gerência de Projetos e Planejamento. (CIA, 1997, p.34).

Evidencia-se que a TOC faz referência aos fatores que pode restringir a atuação do sistema como um todo, ou seja, é tudo aquilo que limita o desenvolvimento do sistema em direção à meta pré-estabelecida. Tem-se a seguinte definição de restrição:

É qualquer elemento ou fator que impede que um sistema conquiste um nível melhor de desempenho no que diz respeito a sua meta. As restrições podem ser físicas, como por exemplo, um equipamento ou a falta de material, mas elas podem ser também de ordem gerencial, como procedimentos, políticas e normas, paradigmas (COX III; SPENCER, 2002, p.38).

Caminhando nessa direção, salienta-se os componentes esquemáticos da TOC, conforme é possível visualizar na (FIG. 01):

Figura 01 - Representação esquemática dos componentes da TOC.



Fonte: Cox III e Spencer (2002).

Dessa forma, tem-se que a teoria das restrições pode ser entendida como a ampliação da ideia da Tecnologia da Produção Otimizada (OPT), pela qual, utiliza-se grande parte de sua teoria, portanto englobando-a. Rompendo as barreiras do

sistema produtivo, envolvendo o conjunto de restrições globais (financeiras, mercadológicas, produtivas etc.). Portanto:

Qualquer empresa é um sistema, ou seja, um conjunto de elementos interdependentes e inter-relacionados; o resultado final ou desempenho global do sistema depende do desempenho de todos e de cada um dos elementos constitutivos desse sistema (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001, p.78).

Dentro dessa visão, o resultado final (a meta) desse sistema (a empresa) é o ganho (o lucro). Tanto isso é válido que os negócios, de forma geral, podem ser descritos mediante uma sequência bem definida de processos interdependentes, que percorrem determinada cadeia, que transforma as entradas (matéria-prima, Mão de obra, tecnologia, capital etc.) em saídas (produtos acabado) rentáveis e vendáveis (ganho, lucro).

Por fim, destaca-se que é fundamental analisar os elementos que foram colocados, pois estes são essenciais no que se refere aos elementos necessários para o bom desenvolvimento das empresas, e principalmente, para o alcance dos resultados que se estabelecem.

3.2.1 Termos logísticos de gerenciamento de restrições

Conforme as análises de Cox III e Spencer (2002) os mais conhecidos elementos da TOC pelos gerentes de produção são: a metodologia de programação, tambor-pulmão-corda, que fornece instruções detalhadas para alguns pontos de controle que gerenciam o sistema como um todo baseado nas capacidades das restrições. Tem-se ainda, a análise V-A-T que é uma classificação de processos de produção que identifica o fluxo geral do produto, os pontos de controle e a posição estratégica dos pulmões. Ressalta-se que o termo V-A-T originou-se a partir das formas dos três diagramas que tipicamente descrevem um processo de produção para um produto ou para uma família de produtos. Esses diagramas se baseiam na combinação da estrutura material do produto e dos componentes e roteiros de produção ou montagem, dessa forma, tais componentes são definidos em:

- **Estrutura de produto:** É a sequência de operações que os componentes seguem durante sua transformação em produtos finais. Uma estrutura de produto

típica mostraria a matéria-prima sendo convertida em componentes fabricados, componentes unindo-se para formar submontagens sendo montadas, etc.

- **Cadeia de Produção:** É o conjunto completo de todos os centros de trabalho, processos e pontos de estoque intermediários, sequencialmente, desde a matéria-prima até produtos acabados e famílias de produtos. Representa o sistema lógico que fornece o esquema para atingir os objetivos estratégicos da empresa baseando-se em seus recursos, processos e volume de produtos. Fornece o sequenciamento normal do fluxo e os relacionamentos de capacidades necessárias entre matérias-primas, componentes recursos e famílias de produtos.
- **Tambor-Pulmão-Corda:** É a técnica genérica utilizada para gerenciar os recursos a fim de maximizar o ganho. O tambor marca o ritmo de produção determinado pela restrição do sistema. Os pulmões estabelecem as proteções contra incertezas para que o sistema possa maximizar o ganho. A corda é o processo de comunicação entre o processo de restrição e o processo final que controla ou limita o material liberado no sistema para sustentar a restrição.
- **Pulmão:** Pode ser de tempo ou material para sustentar o ganho e/ou o desempenho dos prazos de entrega. Eles podem ser mantidos nos pontos de convergência e de restrição (com componente restritivo), nos pontos de divergência e nos pontos de expedição.
- **Gerenciamento de Pulmões:** É um processo no qual toda expedição da fábrica ocorre de acordo com o que é programado para estar nos pulmões (restrição, expedição e pulmões de montagem). Pela liberação desses materiais nos pulmões, o sistema ajuda a evitar a ociosidade na restrição e o atraso nas entregas dos clientes. Além disso, identificam-se as causas de que falem itens nos pulmões, e a frequência dessa ocorrência serve para priorizar atividades de melhoria.

Sintetizando, acredita-se que os elementos ora apresentados, são dotados de significativa importância para o bom funcionamento das empresas, pois, a partir da adoção de cada um destes é fundamental para a otimização dos resultados.

3.2.3 Medidas de desempenho da Teoria das Restrições

No que se refere à medida de desempenho da teoria das restrições, conforme Cox III e Spencer (2002) a teoria das restrições, faz menção ao um processo para

aprimorar continuamente as organizações através da avaliação do sistema de produção e do composto mercadológico para determinar como obter mais lucros usando o sistema de restrição.

Desta forma, destaca-se que conforme Dettmer (1997) uma relação simples para determinar o efeito de uma ação local no sistema inteiro, uma vez que toda ação possui efeito refletido em três dimensões em todo o sistema: ganho, inventário e despesas operacionais.

Por fim, é fundamental relacionar a teoria das restrições com o princípio da TOC, tendo em vista que este defende, conforme Guerreiro (1999) que o objetivo central das empresas é o ganho de dinheiro, e acredita ser fundamental a determinação de parâmetros capazes de mostrar se determinada empresa tem alcançado sua meta. Sendo assim, são definidas, as seguintes medidas, consideradas essenciais:

- 1) **Ganho** – Guerreiro (1999) afirma que na TOC, a consolidação do ganho é somente quando se entrega o produto para o cliente, por isso que se refere ganho ao fluxo de produtos vendidos e não ao fluxo de produtos acabados. Ainda Corrêa e Corrêa (2005) argumentam que os produtos acabados, mas não vendidos, são estoques da empresa.
- 2) **Inventário** – Conforme Cox III e Spencer (2002) o inventário é definido por todos os itens comprados que podem ser revendidos e inclui bens acabados, estoques intermediários e matérias-primas. Corrêa e Gianesi (1993) todos os demais gastos no processo de transformação do produto, tais como mão de obra, energia elétrica e outros recursos, não correspondem ao valor do inventário, sendo considerados como despesas operacionais.
- 3) **Despesas Operacionais** – segundo Goldratt e Cox (1993) despesa operacional é todo o dinheiro que o sistema gasta a fim de transformar o inventário em volume de vendas. Para Cox III e Spencer (2002) é a quantidade de dinheiro gasta pela empresa para converter inventário em vendas em um período específico de tempo. Ballestero-Alvarez (2001) afirma que despesa operacional é tudo que não faz aumentar o valor do produto. Ainda afirma que a TOC não possui a preocupação se os custos são indiretos, diretos, variáveis ou fixos.

Por meio da observância de tais elementos, é possível estruturar um planejamento, que seja de fato, capaz de atender as necessidades empresariais, que se mostram cada vez mais latentes. Destaca-se que é preciso compreender as restrições existentes, pois, somente a partir da identificação destas é que será possível engendrar estratégias de combate a estas, e assim melhorar os resultados empresariais.

3.2.4 Método para identificar e tratar as restrições

Goldratt e Cox (1997) desenvolveu um processo contínuo, composto por cinco passos, que tem por objetivo identificar, controlar e gerenciar da melhor maneira possível essas restrições.

- 1. Identificar a restrições do sistema:** Ballestero-Alvarez (2001) afirma que numa indústria sempre existirá um recurso que limite o máximo do fluxo, da mesma forma que uma cadeia sempre terá um elo mais fraco que os demais. Segundo Corrêa e Corrêa (2008) os meios são identificados cuja capacidade produtiva está menor que a do sistema em sua totalidade levando em conta o fluxo de vendas dos produtos. Desta forma, a identificação das restrições representa um elemento fundamental, uma vez que, é determinante do chamado fluxo do sistema. Desta forma, dispendo de uma boa administração, a identificação das restrições torna-se mais fácil. (NOREEN; SMITH; MACKAY, 1996).
- 2. Explorar as restrições do sistema:** Exploração das restrições existentes no sistema: De acordo com Cox III e Spencer (2002) é preciso valer-se da capacidade que existe na restrição, esta muitas vezes, é desprezada, devido ao fato de se produzir e vender produtos errados, ou ainda, devido à utilização de regras e de processos que se mostram ineficientes no que tange a programação e controle da restrição. Já Ballestero-Alvarez (2001) afirma que uma vez identificado o elo mais fraco, devemos agora obter dele o máximo rendimento possível. É a produção oferecida pela restrição que irá regular o ritmo do sistema inteiro. Qualquer que seja a unidade de tempo que se perca nesse recurso será o tempo de atraso que a produção do sistema

inteiro sofrerá. Assim, deve-se garantir que sempre exista um estoque de segurança no ponto da restrição para que ela não pare. Conforme a análise de Cox III e Spencer (2002) um simples minuto que é perdido no denominado recurso crítico representa um tempo perdido por todo o sistema. Seguindo essa linha de raciocínio torna-se ainda mais importante que a fabricação do produto correto de fato aconteça, a fim de manter-se o fluxo de restrição durante todo o processo.

- 3. Subordinar todos os demais recursos à restrição:** Para Guerreiro (1996) subordinar qualquer outro evento à decisão anterior significa que todos os demais recursos não restritivos devem ser utilizados na medida exata demandada pela forma empregada de exploração das restrições. Ballesterro-Alvarez (2001) afirma que a definição do fluxo da cadeia e também da velocidade de produção, são influenciados pelos elos fracos, ou seja as restrições, dessa forma, os demais recursos precisam manter-se em atividade respeitando a mesma velocidade da restrição, nem mais rápido nem mais lento. Goldratt e Cox (1993) afirma que “qualquer que seja a restrição, tem que haver um modo de reduzir o seu impacto limitador”, inclusive, se houver realmente necessidade, com a alternativa de investir financeiramente na restrição.
- 4. Elevar as restrições do sistema:** Corrêa e Corrêa (2008) afirmam que essa etapa deveria ser utilizada após ter tirado o máximo das restrições, visto que pode refletir certo aumento nos turnos extras, compra de máquinas, entre outros, conseqüentemente nas despesas operacionais. Conforme Ballesterro-Alvarez (2001) a partir da redução do impacto limitador da restrição, não haverá maior elevação no nível de restrição do sistema. Uma vez que, em tal elevação, é possível que, ocasionalmente, se tenha um determinado período que a restrição poderá ser “quebrada”, e deste modo, ela não mais produzirá limitações para o sistema.
- 5. Eliminar a inércia:** Se, no passo anterior, um gargalo for eliminado, volte ao primeiro passo, afirma Goldratt e Cox (1993). A tendência natural parece ser que, quando conseguimos quebrar uma restrição, não nos preocupamos mais em revisar, reavaliar o sistema. Tende-se, naturalmente, a cair na inércia, neste caso, a própria inércia já é por si só, uma restrição. Noreen, Smith e Mackey (1996) afirmar que não há realmente escolha nesse assunto. Ou o

indivíduo controla as restrições ou elas o controlam. As restrições irão determinar a 'saída' (ganho) do sistema, quer sejam reconhecidas e controladas ou não. Conforme, Cox III e Spencer (2002) o denominado processo de focalização, que conta com a realização de cinco etapas é responsável por fazer com que a administração reflita e planeje, para posteriormente realizar e verificar. Este pode ser apontado como o processo dotado de maior sistematicidade e melhoria continuada.

3.2.5 Processo de Raciocínio

O Processo de Raciocínio tem como base fornecer subsídios na forma de ferramentas de análise lógica, capacitando o diagnóstico dos problemas, a formulação de soluções e a preparação dos planos de ação.

Ballestero-Alvarez (2001) afirma que o processo de raciocínio engloba cinco ferramentas lógicas que podem ser usadas separadamente ou em conjunto, visando responder três perguntas: O que mudar? Para que mudar? e como fazer a mudança? Estas se encontram sistematizadas na FIG. 02, conforme é possível notar abaixo:

Figura 02 – Ferramentas destinadas a responder as três perguntas.

O que mudar?	Para o quê mudar?	Como mudar?
<ul style="list-style-type: none"> • Árvore da Realidade Atual 	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de dispersão de nuvem • Árvore da Realidade Futura 	<ul style="list-style-type: none"> • Árvore de Pré-Requisitos • Árvore de Transição

Fonte: Adaptado de Noreen, Smith, Mackey (1996, p.152).

O Processo de Raciocínio é extremamente valioso na solução das devidas restrições provenientes de políticas. Segundo Goldratt e Cox (1993) "os processos de raciocínio sempre levam a uma solução ganha - ganha". De acordo com Corbett Neto (1996) "os processos de raciocínio são baseados nas leis de causa e efeito, são diagramas lógicos que nos ajudam a explicar nossa intuição".

Para Cox III e Spencer (2002) a Teoria das Restrições caracteriza-se por contar com cinco ferramentas, que tem por objetivo responder as perguntas colocadas na FIG. 02. Desta forma, destaca-se mais uma vez, a importância da Teoria das Restrições, pois através da reflexão de tais questionamentos se torna mais viável o estabelecimento de ações para a melhoria constante das empresas. O QUADRO 01, expresso abaixo, resume de forma mais detalhada tais aspectos:

Quadro 01 – Questões e objetivos das ferramentas do Processo de Raciocínio.

Ferramenta	Pergunta	Objetivos
ARA	O que mudar?	Tem como objetivo identificar os Efeitos Indesejáveis (EI) apresentados pelo sistema; relacionar os EI's com as Causas-Raiz (CR) por meio de cadeias lógicas de causa e efeito; identificar, quando possível, um problema-Raiz (PR) que eventualmente produza 70% ou mais dos sistemas EI's; e identificar os fatores causais (restrições) que precisam ser estudados para obter-se o melhoramento máximo do sistema.
DDN ou DRC	Para o quê mudar?	Verificar se realmente o conflito existe; identificar o conflito que perpetua o problema maior; resolver o conflito; e criar soluções para que ambos os lados ganhem (Injeções).
ARF	Para o quê mudar?	Verificar as novas ideias antes de se comprometer recursos na implementação; verificar se o sistema proposto produzirá os resultados esperados, sem provocar novos problemas; disponibilizar meios de acesso aos impactos das decisões no sistema como um todo; disponibilizar ferramentas de persuasão para os tomadores de decisão sustentarem suas propostas de ação; e servir como ferramenta de entrada no processo de planejamento.
APR	Como Mudar?	Antecipar obstáculos que irão impedir uma determinada ordem de ação, objetivo ou injeção; identificar meios de neutralizar os obstáculos a fim de superá-los para uma ordem de ação; identificar uma sequência de ações requeridas para um determinado curso; e servir de elo entre proposta da ARF, que apresenta as soluções futuras com à árvore de Transição, que apresenta o plano de ação, no tempo.
AT	Como Mudar?	Proporcionar um método passo a passo para a implementação da ARF; ferramenta de comunicação para as razões da ação; executar as injeções desenvolvidas no DDN ou na ARF, atender aos objetivos intermediários na árvore de pré-requisitos; e prevenir o surgimento de efeitos indesejáveis (EI's) na ação de implementação.

Fonte: Autor adaptado através de Dettmer (2000).

3.2.5.1 Árvore da Realidade Atual (ARA)

De acordo com Ballestero-Alvarez (2001) a denominada Árvore da Realidade Atual (ARA), apresenta de forma detalhada o ambiente existente no contexto empresarial, ou seja, a situação que vem sendo vivenciada considerando-se os chamados Efeitos Indesejáveis (ou EIs, como são denominados), procurando caracterizar as causas originais desses mesmos EIs. Na realidade busca-se desenvolver um processo de diagnóstico, do tipo “por que a empresa está doente”, ou seja, definir da forma mais exata possível todos os problemas–cerne que são aparentemente a causa dos EIs que desejamos eliminar.

Para Cox III e Spencer (2002) é uma ferramenta baseada na lógica que se utiliza de relacionamentos de causa e efeito para determinar problemas raiz que causam os efeitos indesejáveis observados no sistema.

Segundo Dettmer (2000) a ARA é projetada para atendimento de objetivos, como fornecer as bases para entendimento de sistemas complexos, identificar os EIs exibidos pelo sistema, relacionar os EIs com as causas-raiz por meio de cadeias lógicas de causa e efeito e identificar um problema-raiz que eventualmente produza 70% ou mais dos EIs. Dessa maneira, a ARA é utilizada para responder um ou mais problemas-raiz que são aparentemente a causa desses EIs. Para Martins (2002) essa ferramenta auxilia entender o problema cerne, que ocasiona os efeitos indesejáveis, através da delimitação de requisitos para sua solução.

Portanto a causa dos efeitos indesejáveis nada mais é do que a restrição do sistema que impede a organização de atingir a sua meta, a ARA é particularmente poderosa quando a causa (problema-raiz) são restrições não físicas proporcionando à organização a identificação desta restrição para então combatê-las, eliminando o problema-raiz.

Ballestero-Alvarez (2001) e Cox III e Spencer (2002) delineiam os passos que podem auxiliar no processo de construção da árvore, ora mencionada. Sendo assim, O QUADRO 02 reproduz o pensamento de cada um dos autores.

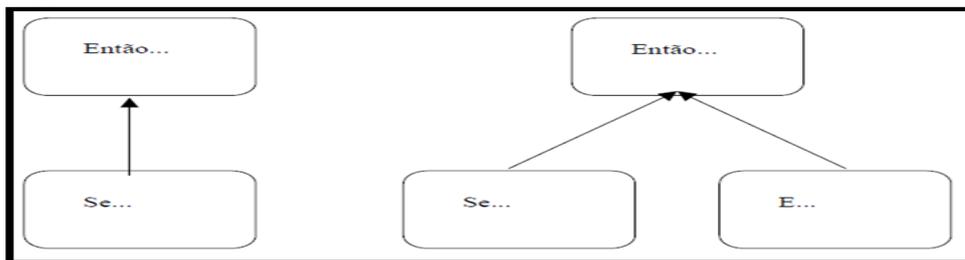
Quadro 02 - Passos para construção da ARA.

Passo	Teoria de Ballestero-Alvarez (2001)	Teoria de Cox e Spencer (2002)
1	Crie uma lista de EIs. Inicie com no mínimo 5 ou 6 EIs que deseja mudar.	Especificar os EIs de acordo com a situação.
2	Encontrando relação visível de causa e efeito entre dois ou mais EIs, interligue os elementos indo da causa para o efeito com flechas.	Os EIs são de clara afirmação? Este teste é chamado de <i>ressalva de clareza</i> .
3	Elabore um mapa causal o mais completo possível que mostre como todos os EIs possuem uma causa-raiz ou origem	Identificar relações causais entre os EIs.
4	Leia a árvore de baixo para cima verificando todas as relações de causalidade e interdependência entre os EIs. Corrija o que for necessário.	Determine qual EI é a causa e qual é o efeito. Leia como “Se <i>causa</i> , Então <i>efeito</i> ”. Esse teste é chamado de <i>ressalva de causalidade</i> . Ocasionalmente a causa e o efeito podem ser revertidos. Avalie utilizando a seguinte afirmação: “ <i>Efeito</i> PORQUE “ <i>Causa</i> ”
5	Examine a árvore obtida, questionando se ela reflete sua sensibilidade sobre a área e os problemas que ela enfrenta. Se não, verifique tudo novamente.	Continue o processo de conexão dos EI utilizando a lógica SE-ENTÃO até que todos os EI estejam conectados.
6	Se todos os EIs originais estão conectados, então expanda a árvore obtida procurando conectar outros EIs que existem mas que não foram incluídos na listagem original do passo 1.	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 <i>ressalva de clareza</i> para eliminar o problema. Geralmente, faltam entidades entre a causa e o efeito.
7	Reexamine os EIs. Há outros pontos negativos? Inclua-os, mesmo que não constando da relação original. A árvore pode ser expandida para cima? Desenvolva-a.	Algumas vezes, a própria causa pode não ser suficiente para criar o efeito. Esses casos são testados com a <i>ressalva de insuficiência de causa</i> e são aprimorados lendo-se da seguinte forma: “SE <i>causa</i> E __ ENTÃO”. Esse “E” conceitual é representado por uma linha horizontal que corta ambos os conectores entre o efeito e as causas.
8	Elimine tudo o que não for necessário para conectar os EIs.	Algumas vezes, o efeito é causado por muitas causas independentes. As relações são fortalecidas pela <i>ressalva de causa adicional</i> .
9	Apresente a árvore final obtida para alguém que o ajude a criticar, verificar e desafiar os pressupostos que você encontrou e, eventualmente, descobrir novos.	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	Examine todos os pontos de entrada da árvore e decidam quais deseja atacar.	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 Ballestero-Alvarez (2001, p. 459), Cox III e Spencer (2002, p. 253).

A FIG. 03 demonstra o esquema de como é realizada a leitura de uma ARA, no primeiro tronco tem-se: Se... Início da flecha, Então... Para onde aponta a flecha. No segundo tronco tem-se: Se... Início da flecha 1, E ... Início da flecha 2, Então ... para onde apontam as flechas 1 e 2. Portanto a leitura é realizada da base da flecha (Se), para a sua ponta (Então), expressando uma relação de causa-efeito entre as entidades.

Figura 03 – ARA.



Fonte: Adaptada de Noreen, Smith, Mackey (1996).

Para Ballestero-Alvarez (2001) são necessárias algumas regras básicas para que se possa desenhar de forma coerente a Árvore de Realidade Atual e que todos saibam o que ela significa. Os símbolos padronizados para essa construção são os que estão apresentados no QUADRO 03, colocado abaixo:

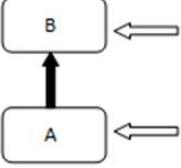
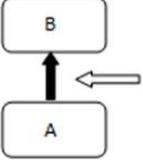
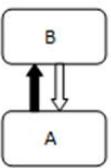
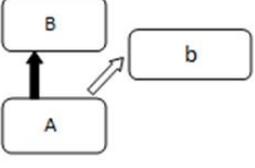
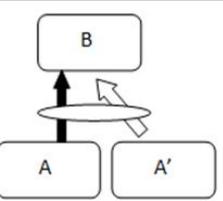
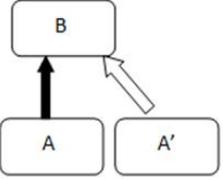
Quadro 03 – Símbolos padronizados para a construção da ARA.

Significado	Símbolo	Justificativa
Entidade		Identifica <u>E</u> is ou declarações de causas sugeridas para os <u>E</u> is relatados.
Referência		Não tem significado especial, serve apenas como ponto de referência na ordem de leitura.
Flecha		Indica "suficiência", ou seja, a entidade que dá origem à flecha <u>é</u> , por si mesma, uma causa relevante da entidade no outro extremo da flecha. Deve ser lido: "SE A...ENTÃO B"

Fonte: Adaptado de Ballesterro-Alvarez (2001, p. 460).

Segundo Noreen, Smith e Mackey (1996) algumas vezes, quando estamos examinando a árvore, podem ocorrer alguns problemas de lógica, ou, como são chamados pela TOC, ressalvas. Existem duas alternativas para que a ressalva ocorra: A existência da entidade ou a existência da causalidade. Elas serão indicadas na própria árvore por meio de hachura. As possíveis ressalvas são apresentadas na FIG. 04, abaixo:

Figura 04 – Tipos de ressalvas.

	<p>1. Existência da entidade: Significa que devemos questionar a existência da entidade explicitada, seja a causa ou o efeito, esclarecendo a não existência de um ou de outro.</p>
	<p>2. Existência da causalidade: Aqui estamos questionando o elo da causa que foi apontada e seu efeito. Eventualmente, A e B podem efetivamente existir, mas não com ligação direta.</p>
	<p>3. Tautologia: É a existência de redundância. A causa é uma repetição do efeito. Assim, a causa é o efeito e o efeito é a causa, o que não é possível, ou seja, a causa não produz o efeito.</p>
	<p>4. Existência da entidade predita: Usamos outro efeito (b) para mostrar que a causa original (A) não produz o efeito descrito (B). No entanto, se a causa original (A) resultar no efeito adicional, então isso concorda com a relação original.</p>
	<p>5. Insuficiência de causa: Mostra que existe uma causa adicional que não foi levada em consideração e que deverá ser incluída na árvore. Ou seja, se as causas não existirem, o efeito também não. A frase seria: se A' e se A, então, B.</p>
	<p>6. Causa adicional: Indica que existe uma causa adicional que incrementa o efeito. As causas juntas ampliam o tamanho do efeito e nenhuma das causas, isoladamente, explica o efeito. A frase seria: Se A' e A, então, B.</p>

Fonte: Adaptado de Ballesterro-Alvarez (2001, p. 461).

3.2.5.2 Diagrama de Dispersão de Nuvem (DDN)

De acordo com Ballesterro-Alvarez (2001) o diagrama de dispersão de nuvem é uma ferramenta que habilita o indivíduo a identificar o problema-raiz, para ser mais exato, verificar o conflito responsável pela propagação do problema e, assim, propor

uma solução para os problemas, com o desafio de identificar o problema-raiz. Coaduna-se a essa definição ao salientar que:

Trata-se de um diagrama usado para identificar o conflito principal que está acarretando a política restritiva na organização. Constituída de um objetivo (oposto do problema-raiz), necessidades (condições essenciais para a obtenção do objetivo) pré-requisitos (condições que definem as necessidades do conflito). (COGAN, 2007, p.291).

Caminhando nessa direção, destaca-se que para Dettmer (2000) o DDN, caracteriza-se por buscar a constatação de existência do conflito, ou seja, detectar o conflito que perpetua um problema maior; resolver o conflito; criar soluções em que ambos os lados ganhem; explicar em profundidade porque um problema existe; e identificar todos os pressupostos/paradigmas que têm conexão com problemas e conflitos. Martins (2002), afirma que essa ferramenta auxilia entender o problema cerne, que ocasiona os efeitos indesejáveis, através da delimitação de requisitos para sua solução.

Apresenta-se ainda a reflexão de Goldratt e Cox (2004) para o qual o primeiro passo para a realização de um determinado problema, é sua identificação clara, para o autor, após esta, se terá percorrido a metade do caminho para a solução. Portanto, o desenho da nuvem é capaz de oferecer contribuições para focalização e também para encontrar soluções para o problema em questão.

O QUADRO 04 mostra os principais passos propostos por Noreen, Smith e Mackey (1996) para a elaboração do Diagrama de Dispersão de Nuvem.

Quadro 04 – Principais passos para a elaboração do Diagrama de Dispersão de Nuvem.

Passo	Proposição Noreen <i>et al</i> (1996)
1	Elaborar as principais metas em comum. Na maioria das vezes essas metas irão afetar diretamente no problema central.
2	Tornar as metas mais transparentes possíveis, os requisitos necessários para que o objetivo em comum seja atingido.
3	Deixar entendido, quais são os pré-requisitos existentes para que os requisitos sejam atendidos, as relações entre os requisitos e os pré-requisitos são os propósitos que sustentam as posições conflitantes.
4	Evidenciar o conflito através dos requisitos, pré-requisitos e principalmente dos propósitos que os sustentam.
5	Expressar os propósitos que estão por trás da relação efeito e causa que estão estabelecidos entre os requisitos e os pré-requisitos.

Fonte: Adaptado de Noreen, Smith e Mackey (1996).

O sistema da nuvem não se restringe a buscar uma solução conciliatória, mas sim a viabilização do problema. Em primeiro lugar, devemos ter diretrizes para identificar os problemas e possíveis objetivos. Com isso, o que realmente desejamos é analisar os objetivos que foram especificados e buscar uma solução viável para eles. No DDN, um dos pressupostos básicos é que por trás de qualquer fato relacionado à lógica existe sempre um elemento oculto. Assim, a técnica da nuvem força esses elementos a se exporem de maneira que deixem de ser apenas um pressuposto oculto. No entanto, é só invalidar qualquer um desses pressupostos que o problema entra em colapso e desaparece. (BALLESTERO-ALVAREZ, 2001).

3.2.5.3 Árvore da Realidade Futura (ARF)

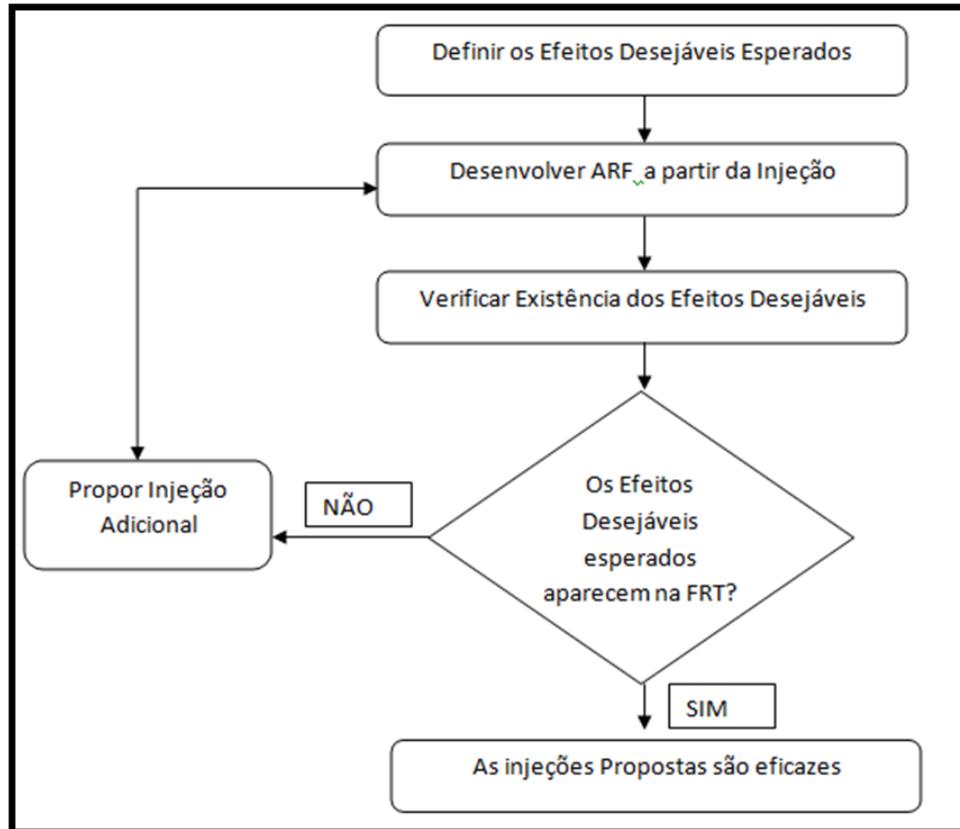
Conforme Ballestero-Alvarez (2001) a Árvore de Realidade Futura (ARF), também chamada de Árvore de Dispersão Futura (ADF) tem como objetivo verificar se a mudança proposta vai eliminar os EI's originais sem que, com isso, criemos mais problemas.

Uma vez realizada a construção de uma injeção (solução criativa que não implica em soluções de compromisso), o próximo passo é assegurar a eficácia da solução e quais são os efeitos positivos e negativos que podem decorrer (MARTINS, 2002).

Para Martins (2002) a ARF também busca encontrar por ramos negativos, que são consequência das injeções elaboradas. Quando encontrados precisa-se elaborar ideias que os elimine, para que se chegue a uma solução final com sucesso.

Segundo Cox III e Spencer (2002) os chamados Ramos de Ressalva Negativa, no geral podem ser utilizados com a finalidade de testar a probabilidade de ocorrência e os denominados efeitos negativos da tomada de decisão em uma certa situação, representando assim, uma eficaz ferramenta de logística individual. A FIG 05 apresenta os passos para a construção da Árvore da Realidade Futura:

Figura 05 – Elaboração da Árvore da Realidade Futura.



Fonte: Adaptado de Alvarez (1995, p. 17).

3.2.5.4 Árvore de Pré-Requisitos (APR)

A Árvore de Pré-Requisitos tem sua aplicabilidade voltada para o desdobramento da chamada injeção, desta forma, estabelece os objetivos de cunho intermediário, e estes devem ser alcançados para que a implementação da injeção possa ocorrer. (ALVAREZ, 1995).

Segundo Ballesterro-Alvarez (2001) é usada para identificar os obstáculos ou problemas que vamos encontrar no momento da implementação da mudança proposta. Começamos dispendo no topo da APR uma injeção que tenhamos já definida.

Conforme Goldratt e Cox (1993) a APR é sustentada na habilidade que as pessoas possuem de criar obstáculos, desta forma tal energia precisa ser usada de modo positivo, uma vez que tal desenvoltura, isto é, essa desenvoltura deve servir para determinar os passos a serem executados e não como para justificar a inércia em relação às mudanças necessárias.

O autor Goldratt e Cox (2004) faz a sugestão de que a árvore dos pré-

requisitos possa ser mencionada para diversas pessoas, buscando assim, maior divulgação e cumprindo a metodologia dos passos, que serão apresentados no QUADRO 05, abaixo:

Quadro 05 - Passos para construção da Árvore de Pré-Requisitos (AP).

Passo	Descrição
1	Identificar os obstáculos para a implantação da injeção.
2	Determinar para cada obstáculo identificado um Objetivo Intermediário (OI) que possa anulá-lo.
3	Certificar-se de que todos os obstáculos estão sendo anulados por meio do objetivo intermediário.
4	Caso forem determinados novos obstáculos, deve-se voltar ao passo 1. Criando uma espécie de círculo.

Fonte: Adaptado de Alvarez (1995).

3.2.5.5 Árvore de Transição (AT)

Conforme Ballesterro-Alvarez (2001) a AT constitui o plano detalhado e minucioso que deveremos seguir para implementar a mudança e superar todos os obstáculos que possam surgir durante o processo. Portanto, a AT nada mais é que um plano de ação. Todos os objetivos intermediários devem acontecer como um reflexo daquilo que ficou estabelecido na AT.

De acordo com Alvarez (1995) a Árvore de Transição auxilia na associação dos chamados objetivos intermediários, ou seja, nas ações que precisam acontecer com certa urgência. Tal característica pode ser conhecida ainda como: “Plano de Ação”, capaz de oferecer a possibilidade de eliminar os problemas principais, elencados anteriormente.

Para Cox III e Spencer (2002) essa ferramenta é baseada na lógica para identificar e sequenciar as ações para alcançar um objetivo. As transições representam os estados ou estágios na mudança da situação presente para o objetivo desejado.

Quadro 06 - Passos para construção da Árvore de Transição.

Passo	Descrição
1	Inserir na árvore os Objetivos Intermediários identificados na Árvore de Pré-Requisitos
2	Determinar as ações necessárias para a consecução dos Objetivos Intermediários
3	Certificar, que as ações, garantem os resultados esperados.
4	Caso essas ações não sejam suficientes, voltar ao passo 2.

Fonte: Adaptado de Alvarez (1995).

Ballestero-Alvarez (2001) lembra que as ferramentas do processo de raciocínio, nem sempre serão usadas em conjunto, podendo ser usadas isoladamente principalmente em se tratando de problemas particulares. Nesse sentido, este processo de raciocínio pode ser considerado como uma ferramenta lógica para avaliação de problemas, solução de restrições identificadas no sistema, além de ser adequada para gerenciar um plano de tomada de decisão.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Segundo Barros e Lehfeld (2000) por meio de pesquisas descritivas, procura-se descobrir com que frequência um fato ocorre, sua natureza, suas características, causas, relações e conexões com outros fatos.

Gil (2007) descreve que o objetivo principal da pesquisa descritiva é examinar as características de determinada situação, através de técnicas padronizadas de busca de conhecimentos, como observação sistemática e questionário.

A classificação do presente trabalho tem como base em seus objetivos ser fundamentada no tipo de pesquisa descritiva, que tem como finalidade em observar, registrar e analisar os acontecimentos, sem entrar no mérito dos resultados.

4.1 Descrição e características da Empresa

O objeto do presente estudo foi desenvolvido em uma empresa do setor têxtil, que tem como principal atividade a fabricação de roupa de cama e artigos de decoração, localizada em Minas Gerais. Foi fundada em 16 de Setembro de 2011, com o objetivo de atender as necessidades da região, devido a grande demanda dos produtos no mercado em que está situada. Atualmente a empresa é formada por um quadro de 40 colaboradores, e sua estrutura é de 1.000 m², possuindo uma capacidade de produção de 50.000 jogos mensais, além de possuir equipamentos modernos com alta velocidade operacional. Com isso, proporcionou um salto em evolução e tecnologia, conseguindo acompanhar os passos industriais de grandes empresas. Com o passar do tempo conseguiu atingir todo o território nacional.

Atualmente a empresa pesquisada é nova no segmento de fabricação de roupa de cama, procurando a cada dia melhorar e garantir a qualidade e excelência na fabricação e distribuição de seus produtos, proporcionando a total satisfação a seus 164 clientes ativos.

4.2 Coleta de Dados

A coleta de dados levou em consideração os estoques de matéria primas, produtos em processo e produtos acabados, bem como a movimentação dos funcionários, quebras de máquinas, perdas do sistema produtivo e o fluxo de

produção. Essas informações foram alcançadas através de observações no setor produtivo da empresa com o objetivo de verificar quais os maiores problemas que se destacavam no decorrer das execuções de cada posto de trabalho, em um período de seis meses.

4.3 Técnicas e métodos

Os métodos utilizados para a organização dos dados e a execução foram:

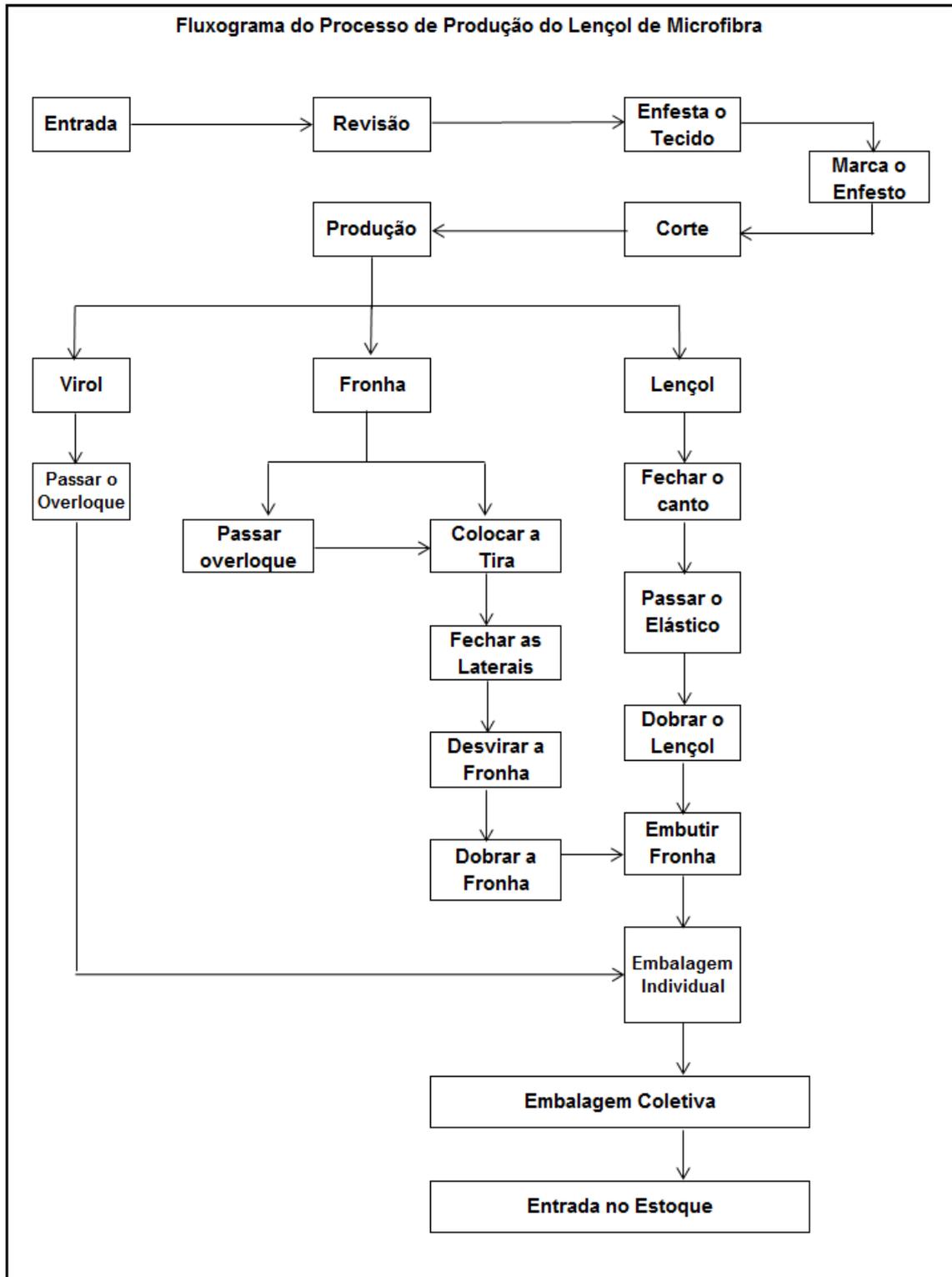
- Análise, coleta e organização dos dados;
- Para realizar as interpretações utilizou-se o software de editor de texto;
- Para a elaboração do fluxograma e diagramas específicos foi utilizado o software de planilha eletrônica;
- Aplicou-se a ferramenta Processo de raciocínio da Teoria das Restrições.

5 ANÁLISE E RESULTADOS

O processo de fabricação da empresa estudada baseia-se em dois fluxos de produção: microfibras e malha. O primeiro é um produto importado da China, enquanto que o segundo é fabricado por uma empresa nacional.

O processo de fabricação do lençol de microfibras passa por uma revisão antes de entrar no processo produtivo, pois é um produto importado e considerado um produto de descarte na China, sendo assim o processo de revisão tem o objetivo de analisar e conferir o pano, que pode vir com manchas, furos e dimensões incorretas, fazendo com que se perca um grande tempo neste processo. O lençol casal de microfibras é composto por 4 peças, sendo 2 fronhas, 1 lençol de casal e 1 virol. A FIG. 06 ilustra o fluxo de produção deste processo.

Figura 06 – Fluxograma do processo produtivo da Microfibrã.



Fonte: Próprio autor 2015.

O primeiro passo para a produção do lençol de microfibra, baseia-se na entrada do produto no processo de revisão, que tem o objetivo de analisar e conferir possíveis problemas encontrados no pano. Em sequência é feito a abertura do tecido na mesa de enfiado e conseqüentemente a marcação para o corte. Esta etapa é muito importante, pois se o corte for feito de maneira incorreta, gera um grande desperdício. Em seguida é feita a separação das peças para a produção, sendo dividida em virol, fronha e lençol.

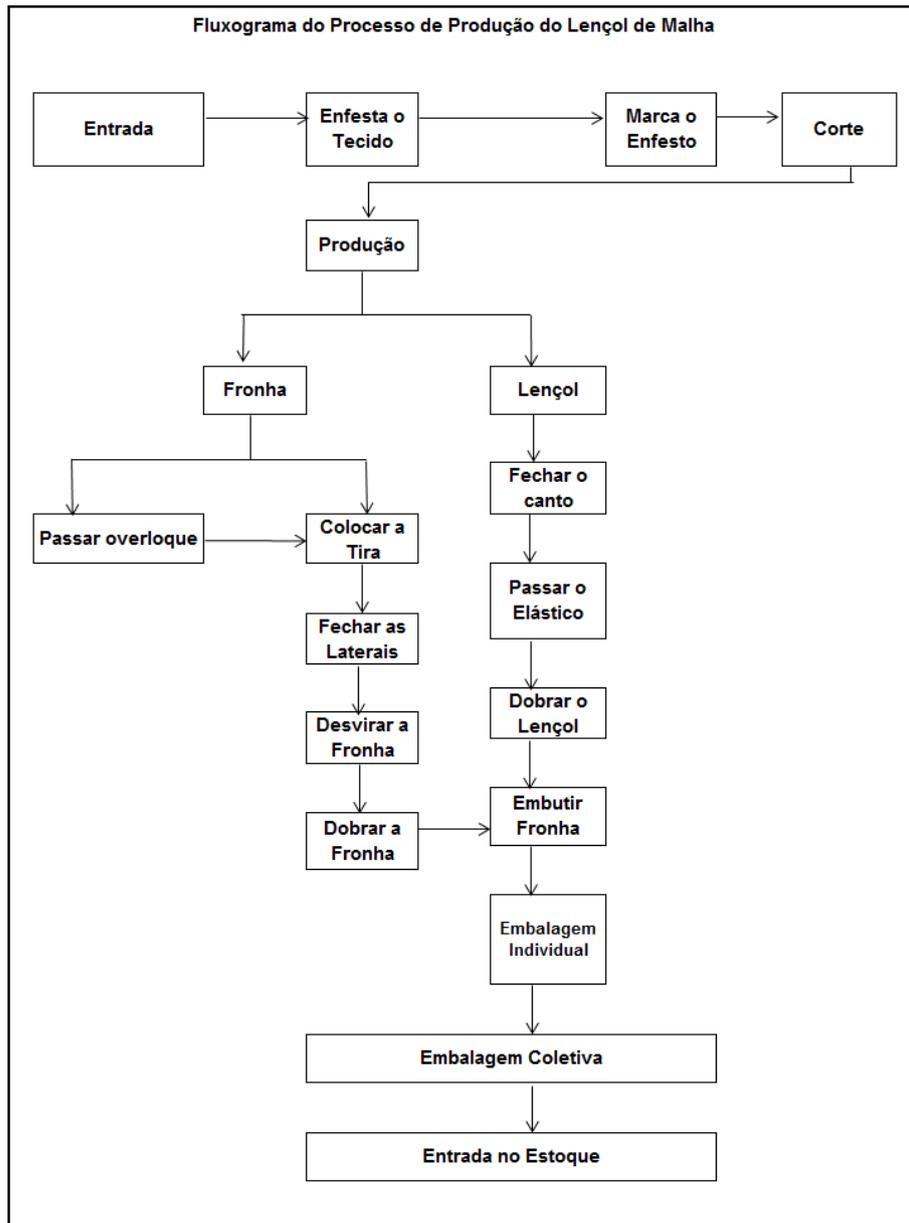
A fronha é dividida em duas etapas, sendo a primeira em passar o overloque ao redor do tecido, e a segunda em colocar uma tira de renda, que será o enfeite. Em seguida é necessário fechar as laterais, desvirar e dobrar a fronha, chegando assim ao final do processo produtivo.

O processo produtivo do virol é bem simples, pois simplesmente é passado o overloque ao redor do lençol.

O fluxo de produção do lençol baseia-se primeiramente em fechar o canto, que é aonde vai encaixar o lençol no colchão, e passar o elástico. Em seguida é feita a dobra do lençol. Com o lençol, as fronhas e o virol pronto, o próximo passo é embutir a fronha para a embalagem individual juntamente com o virol. Logo após é feita a embalagem coletiva, sendo essa composta por um kit com 10 jogos de lençóis. Posteriormente é feita a entrada do produto final ao estoque.

Já o processo produtivo da malha não passa pela revisão, pois é um produto cujas suas propriedades podem danificar facilmente. O lençol de malha é composto por 3 peças, sendo 2 fronhas e 1 lençol de casal. Não se fabrica virol no processo produtivo da malha. Mesmo não passando pelo processo de revisão e de não fabricar o virol, o fluxo de produção da malha é consideravelmente mais lento, por ser um material cuja suas propriedades são mais sensíveis do que a microfibra, fazendo com que seja exigido mais cuidado dos colaboradores com o manuseio e corte. A FIG. 07 mostra com mais detalhes o processo de fabricação do lençol de malha.

Figura 07 – Fluxograma do processo produtivo do lençol de malha.



Fonte: Próprio autor 2015.

O primeiro passo da análise investigativa que produzirá respostas para alcançar o objetivo é observar como o setor produtivo do fluxo de produção se comporta. A partir disso, listaram-se os efeitos indesejáveis que limitava o fluxo de produção. O QUADRO 07 mostra esses efeitos encontrados na observação.

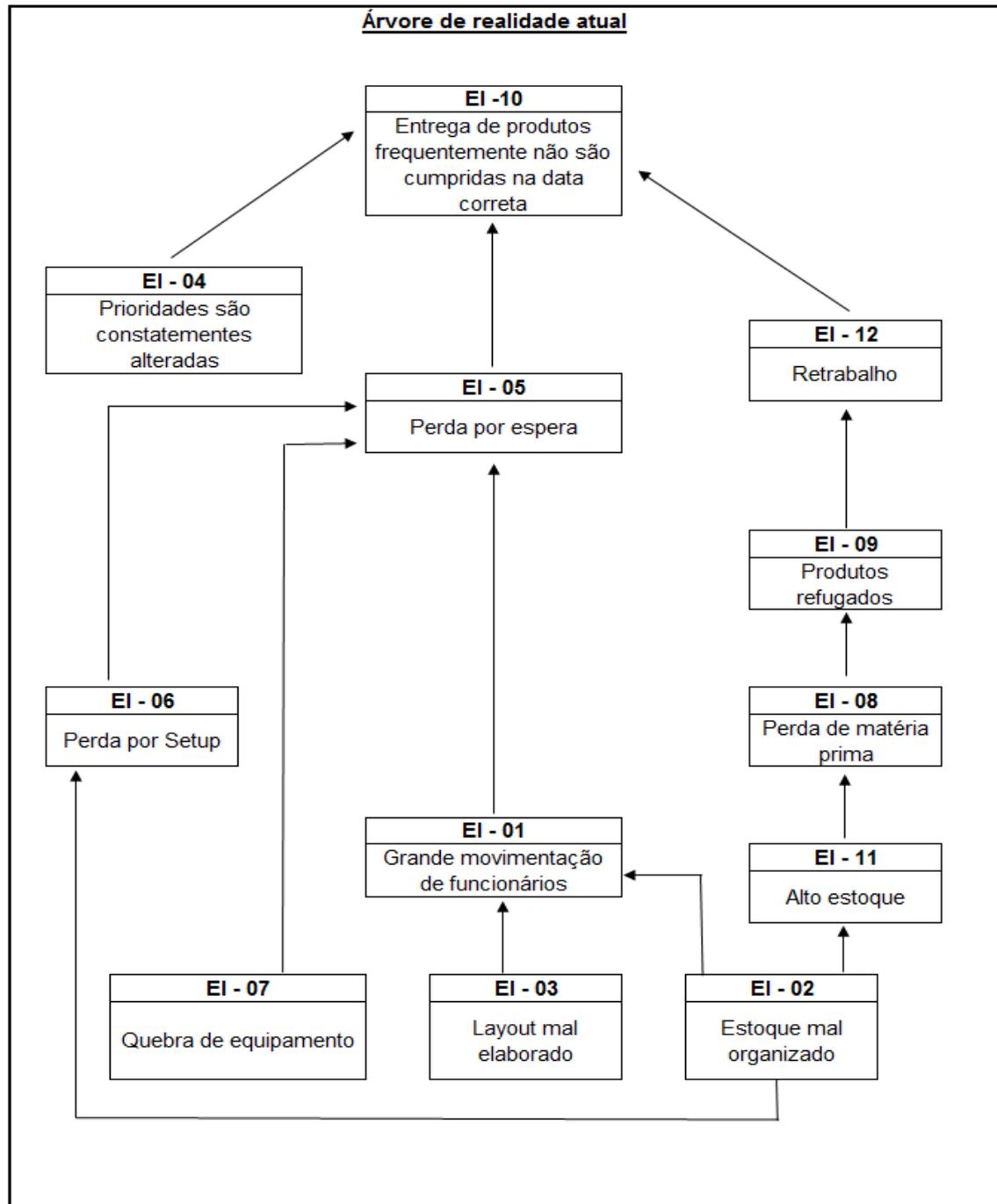
Quadro 07 – Identificação dos Efeitos Indesejáveis.

EI 01: Grande movimentação de funcionários
EI 02: Estoque mal organizado
EI 03: Layout mal elaborado
EI 04: Prioridades são constantemente alteradas
EI 05: Perdas por espera
EI 06: Perda por setup
EI 07: Quebra de maquinas
EI 08: Perda de matéria prima
EI 09: Produtos refugados
EI 10: Entrega de produtos frequentemente não são cumpridas na data correta
EI 11: Os níveis de estoques são muito altos
EI 12: Grande índice de retrabalho

Fonte: Próprio autor 2015.

Com a listagem dos efeitos indesejáveis, foi possível traçar as relações de causas e efeitos, formando a árvore de realidade atual (ARA). Conforme a FIG. 08 á seguir.

Figura 08 – Árvore de Realidade Atual.



Fonte: Próprio autor 2015.

De acordo com os princípios do processo de raciocínio da Teoria das Restrições, examina-se a árvore de realidade atual de baixo para cima, ficando em evidência o topo da árvore, que é o maior problema da empresa, tendo como consequência os efeitos indesejáveis abaixo, que estão interligados, não permitindo que o objetivo principal seja cumprido.

O **EI 03** está relacionado com o **EI 01**, pois o layout da empresa não é o adequado para que a produção aconteça de maneira contínua, gerando uma grande movimentação de funcionários. Por sua vez, as perdas por espera, **EI 05**, são consequências dos problemas listados no QUADRO 07 referente ao **EI 01**, **EI 06** e **EI 07** gerando os gargalos de produção, que impedem a empresa de cumprir o seu grande objetivo, que é a entrega dos produtos de qualidade e custos baixos, na data correta, **EI 10**.

A quebra de equipamento que é o **EI 07** está relacionado com o manuseio incorreto do maquinário ou até mesmo pelo seu desgaste natural, acarretando assim o **EI 05** que é a perda por espera, que ao final da árvore gera a entrega em atraso do produto final correspondente ao **EI 10**.

O **EI 02** está relacionado com o **EI 01**, pois se perde muito tempo procurando produtos, matérias-primas, gerando uma grande movimentação dos funcionários. Isso ocasiona o **EI 05**, uma vez que essa movimentação aleatória gera distração e perda de tempo, o funcionário que devia estar em seu posto de trabalho, está em outro lugar, gerando assim gargalo no setor produtivo. Todos esses problemas se relacionam com o **EI 10**, atrasando a entrega do produto final ao cliente.

O **EI 02** está relacionado com o **EI 06** devido à falta de organização do estoque, pois se leva muito tempo procurando ferramentas necessárias para realizar o setup. Mais uma vez esses problemas se relacionam com o **EI 05**, pois a produção não pode parar e esta perda de tempo no setup gera um gargalo no setor produtivo, já que todos os processos anteriores estão prontos para que possa fluir o ciclo de produção, gerando uma perda por espera. O que, conseqüentemente se relaciona com o **EI 10**.

O **EI 02** se relaciona com o **EI 11**, pois não há um efetivo controle de estoque, fazendo com que se produza além da demanda e se faça compras de matéria-prima desnecessária, gerando um alto estoque, relacionando-se com o **EI 08**, pois essa falta de controle do estoque impossibilita que se encontre determinado produto, com isso a vida útil do produto vai acabando, por vários motivos, tais como: mofo, surgimento de animais indesejáveis, deterioração da matéria-prima, etc. Em consequência disso podemos relacionar com o **EI 09**, onde ressaltamos que devido a microfibras serem produtos importados da China, é necessário realizar uma análise de qualidade na mercadoria, fazendo com que gere um alto índice de matérias-primas refugadas e/ou descartadas. Tudo isso se relaciona com o **EI 12**, pois mesmo

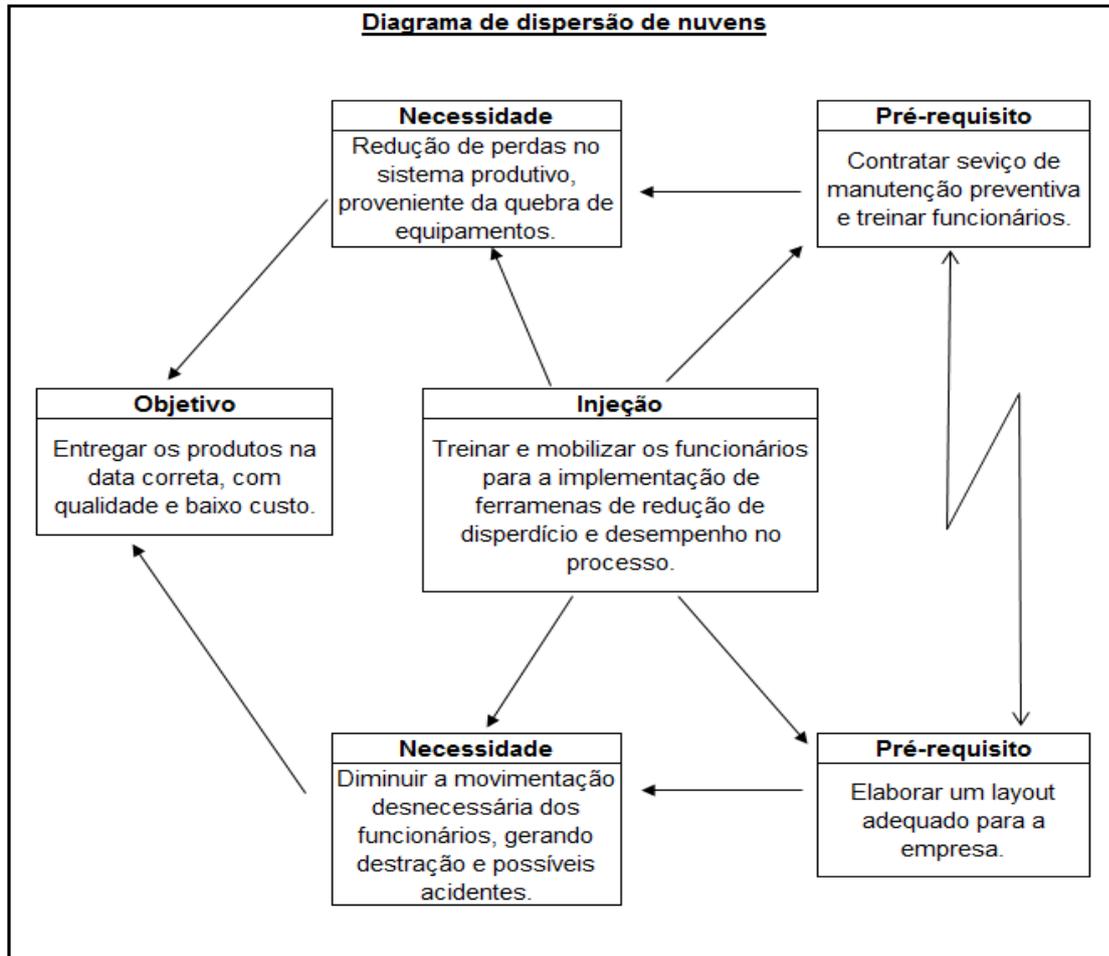
quando não se consegue identificar os problemas da matéria-prima quando está em análise, ao final do processo produtivo é feita uma avaliação de qualidade do produto final, gerando assim alguns produtos com especificações irregulares nos padrões de qualidade da empresa, sendo estes retirados do processo, e fazendo o retrabalho no problema identificado, o que se relaciona ao **EI 10**.

O **EI 04** relaciona-se com o **EI 10**, devido à falta de critérios do setor administrativo, demanda incerta e planejamento, fazem com que as prioridades sejam alteradas.

Entretanto, a partir do mapeamento da árvore de realidade atual, é possível visualizar vários efeitos indesejáveis interligados, sendo algumas raízes dos outros.

O diagrama de dispersão de nuvens visa buscar uma possível solução para o problema raiz, ou seja, é necessário que seja determinada a injeção. Assim, foram identificados dois problemas raízes, que interferem em todos os outros, sendo eles: Layout mal elaborado e quebra de equipamentos. Com esse propósito é usado o Diagrama de Dispersão de Nuvens, conforme FIG. 09, a seguir.

Figura 09 – Diagrama de Dispersão de Nuvens



Fonte: Próprio autor 2015.

O diagrama de dispersão de nuvens habilita o indivíduo a identificar o problema raiz e, assim, propor uma solução para os problemas. O diagrama não se restringe em buscar uma solução conciliatória, mas sim a viabilização do problema.

Para alcançar o objetivo principal, ao se deparar com duas soluções conflitantes, não é aconselhado resolver os dois problemas juntos. Deve-se, primeiro, escolher o problema que se tem mais urgência, tentando, através da injeção, resolver o problema. Não se deve achar que ao escolher uma solução a outra não possa ser aplicada posteriormente. A injeção tem como objetivo propor uma possível solução para os dois problemas conflitantes, fazendo com que se elimine o problema.

Para a construção da Árvore de Realidade Futura, é necessário determinar os Efeitos Desejáveis (ED), que por sua vez, são opostos aos Efeitos Indesejáveis (EI), além das injeções que proporciona uma solução para o problema.

O QUADRO 08 demonstra a relação dos Efeitos Indesejáveis versus os Efeitos Desejáveis.

Quadro 08 – Efeitos Indesejáveis versus os Efeitos Desejáveis.

EFETOS INDESEJÁVEIS	EFETOS DESEJÁVEIS
EI 01: Grande movimentação de funcionários	ED 01: Redução da movimentação de funcionários
EI 02: Estoque mal organizado	ED 02: Organizar o estoque
EI 03: Layout mal elaborado	ED 03: Arranjo físico ideal
EI 04: Prioridades são constantemente alteradas	ED 04: Respeitar as prioridades
EI 05: Perdas por espera	ED 05: Redução das perdas por espera
EI 06: Perda por setup	ED 06: Redução do tempo de setup
EI 07: Quebra de Máquinas	ED 07: Redução de quebra de máquinas
EI 08: Perda de matéria prima	ED 08: Reduzir perda de Matéria Prima
EI 09: Produtos refugados	ED 09: Redução do nível de produtos refugados
EI 10: Entrega de produtos frequentemente não são cumpridas na data correta	ED 10: Cumprir as datas de entregas
EI 11: Os níveis de estoques são muito altos	ED 11: Redução dos níveis de estoque
EI 12: Grande índice de retrabalho	ED 12: Redução do índice de retrabalho

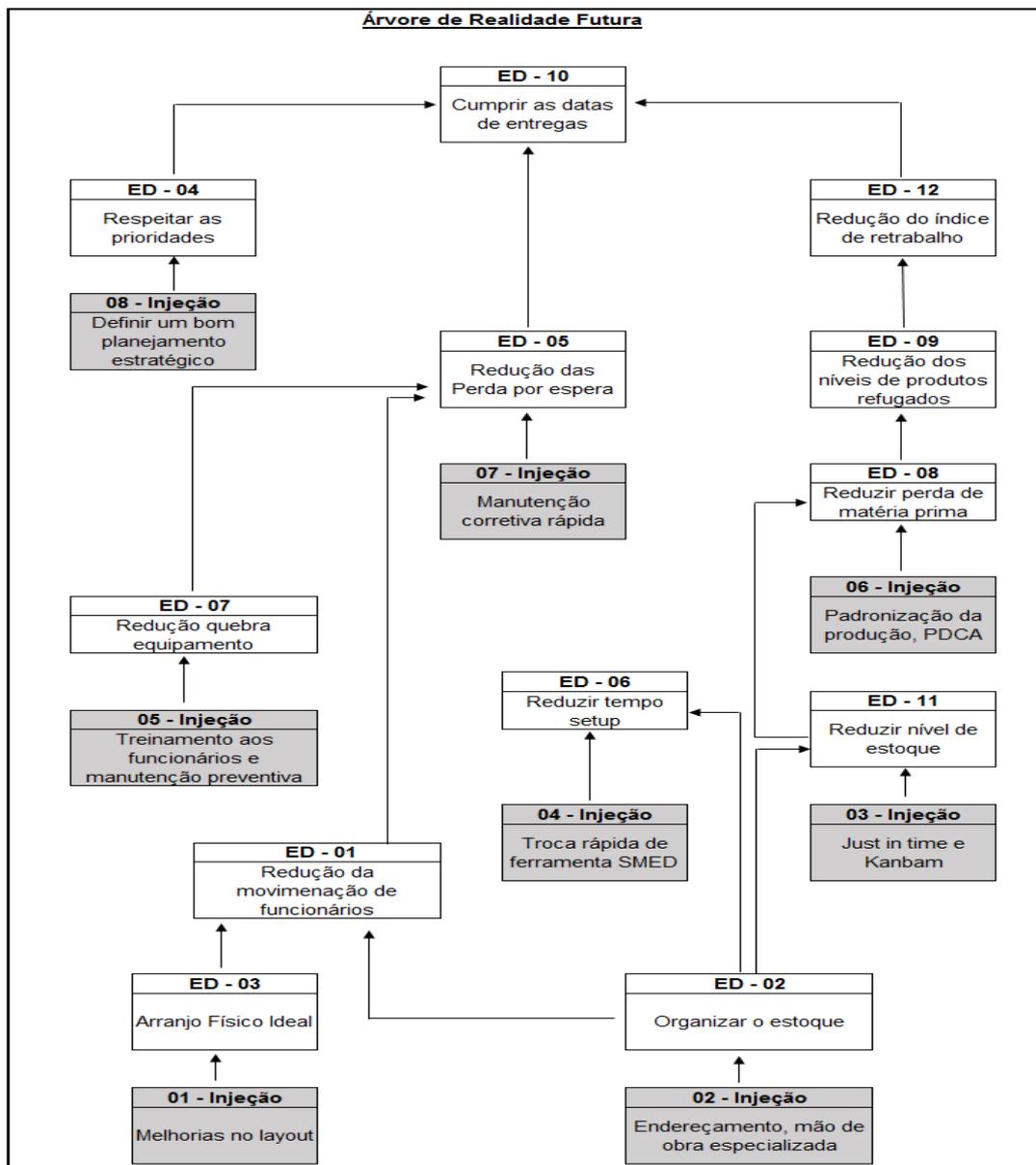
Fonte: Próprio autor 2015.

Após a construção do quadro anterior, é necessário a elaborar a Árvore de Realidade Futura, na qual a injeção nos levará aos opostos dos efeitos indesejáveis originais.

Vale ressaltar que uma injeção pode influenciar mais de um efeito desejável, de forma a iniciar uma reação em cadeia, lembrando que uma injeção é somente um ponto de partida para a efetivação do processo de mudança, pois uma ideia não é uma solução.

A FIG. 10 mostra a Árvore de Realidade Futura, com as injeções propostas.

Figura 10 – Árvore de Realidade Futura.



Fonte: Próprio autor 2015.

A árvore de realidade futura é composta pelos efeitos desejáveis e as injeções propostas e tem o objetivo de propor uma possível solução para o problema.

A injeção proposta para o **ED 02** é a estruturação do estoque por endereçamento e contratação de mão de obra especializada, fazendo com que haja um efetivo controle do estoque e que seja um local de fácil acesso aos produtos e matéria-prima.

A injeção proposta para o **ED 03 e ED 01** é a melhoria do layout. para que se possa encontrar o layout ideal é necessário que se estude o espaço interno da empresa e faça um bom balanceamento na linha de produção, conseguindo, assim, o layout adequado, conseqüentemente diminuindo a movimentação dos funcionários.

A injeção proposta para o **ED 06** é a troca rápida de ferramentas, que pode ser usada pela ferramenta Single Minute Exchange of Die (SMED), cujo objetivo é contribuir para a redução do tempo de setup, aumentando a produtividade e a capacidade de resposta.

A injeção proposta para o **ED 11** é a utilização das ferramentas da qualidade Just In Time e Kanban. Com a utilização do Just In Time a produção é planejada para que se produzam somente os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário. Já a ferramenta Kanban é estruturada em forma de cartões que tem o objetivo de coordenar os vários departamentos de processo, interligados dentro de uma empresa, fazendo com que se elimine o estoque ocioso.

A injeção proposta para o **ED 07** é o treinamento dos funcionários e manutenção preventiva, pois através do treinamento o funcionário irá adquirir uma habilidade maior para realizar seu trabalho, fazendo com que reduza o nível de quebras de equipamentos. A manutenção preventiva é necessária para que os equipamentos e máquinas não sofram uma depreciação acima do normal, a inutilização da máquina devido à falta de manutenção ou o uso incorreto do funcionário. Por isso faz-se necessário à manutenção preventiva para que as máquinas sempre estejam em perfeito estado de conservação.

A injeção proposta para os **ED 08, 09 e 12** é a padronização da produção e a utilização da ferramenta Pan do Check Action (PDCA) . Com a utilização desta ferramenta é possível planejar a produção, identificando os possíveis problemas,

para que a passagem para a fase de execução seja feita da maneira correta. Em seguida é feita a verificação do que foi planejado com o que foi executado, analisando os consequentes problemas e falhas que podem ter ocorrido durante o processo. Por fim, toda a análise implica na necessidade de ação e na correção dos problemas divergentes encontrados. Já com a utilização da padronização da produção, o corte da malha e da microfibras irá ter um menor nível de desperdício e, conseqüentemente, aumentará a qualidade final do produto.

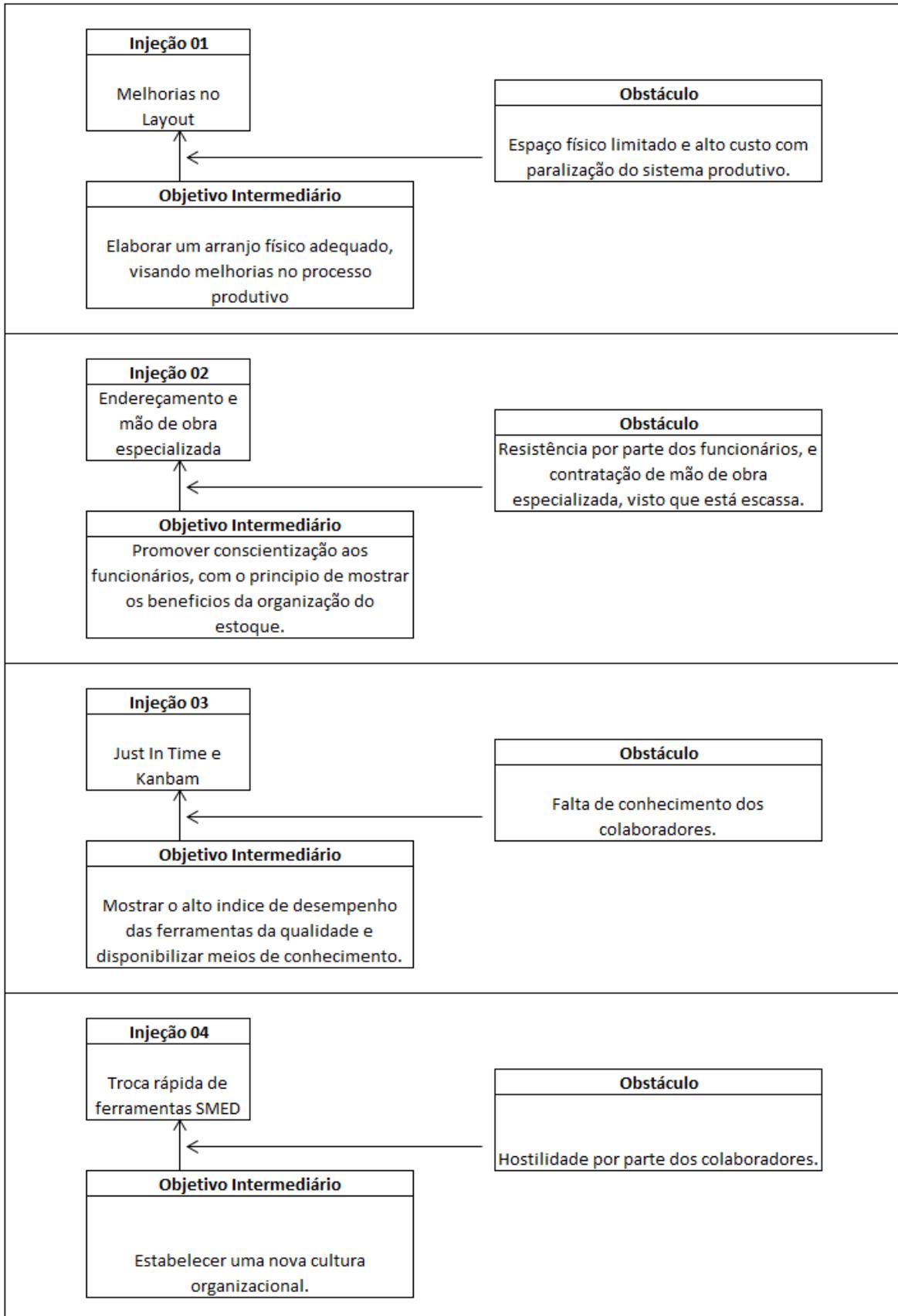
A injeção proposta para o **ED 05** é a manutenção corretiva rápida, pois se o processo já está parado é devido a alguma quebra de máquina, com isso é necessário que a manutenção corretiva seja realizada com rapidez e eficácia.

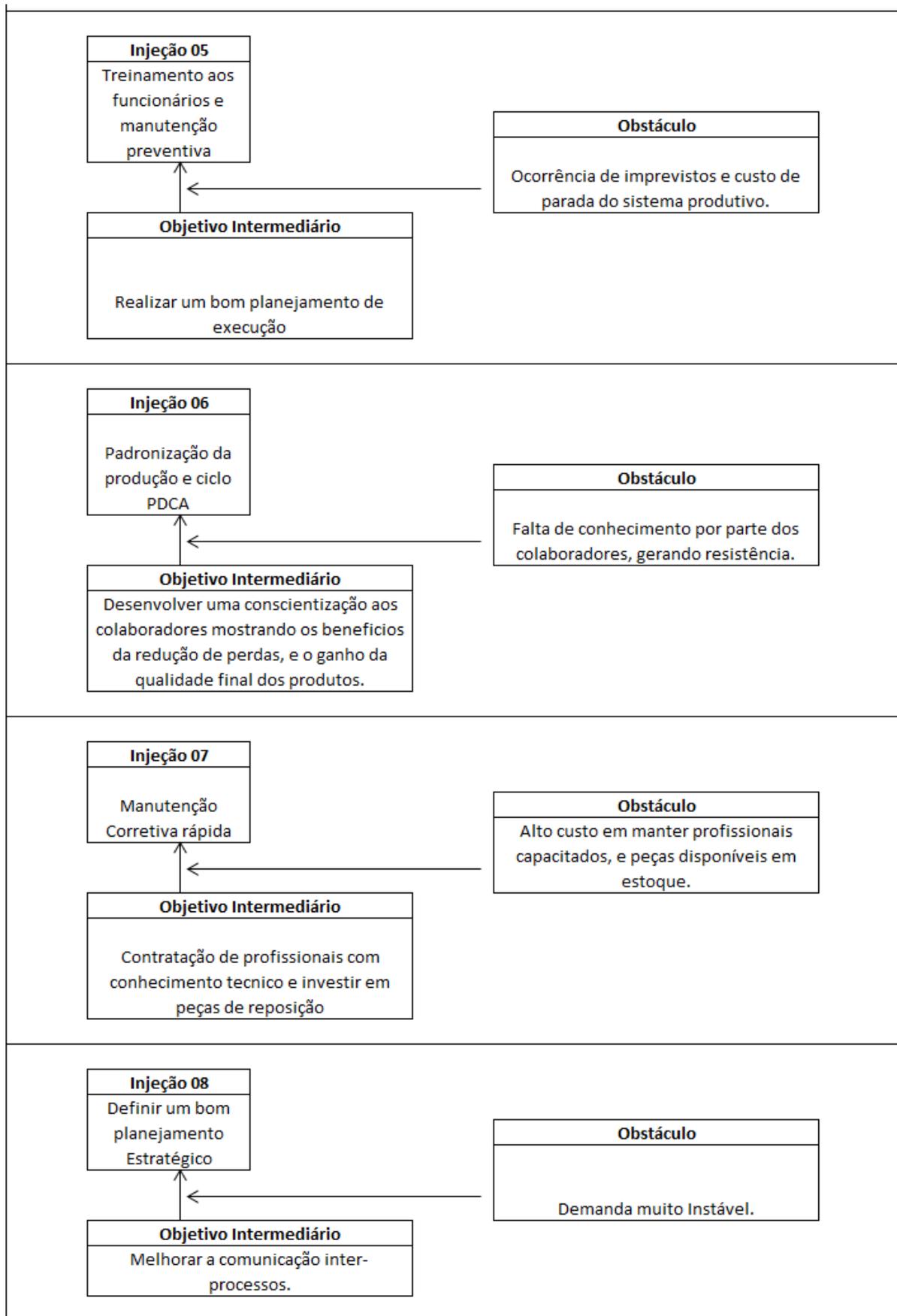
A injeção proposta para o **ED 04** é a elaboração de um bom planejamento estratégico, como por exemplo, um estudo acurado da implantação da ferramenta PCP, e uma previsão de demanda mais eficaz, fazendo com que se siga um cronograma pré-estabelecido.

Através da construção da Árvore de Realidade Atual podemos responder a pergunta “o que mudar”, com a utilização do Diagrama de Dispersão de Nuvens e da Árvore de Realidade Futura temos “o que mudar”. Com o resultado obtido desses três diagramas, podemos prosseguir para chegarmos à solução desejada, no entanto “Como provocar a mudança”?

A resposta está presente na Árvore de Pré-Requisitos, que tem como princípio que para cada injeção deve-se identificar os obstáculos para a execução da solução. Em seguida, é necessário definir um objetivo intermediário para superar o obstáculo, então o obstáculo foi eliminado e o objetivo da APR foi alcançado, gerando a solução do problema. A FIGURA 11 ilustra este processo para cada injeção proposta.

Figura 11 – Árvore de Pré-Requisito.





Fonte: Próprio autor 2015.

O grande obstáculo da injeção 01 consiste no espaço limitado e no custo com a paralisação do sistema produtivo, sendo que é necessário um espaço considerável para a mesa do enfiado e todas as instalações sejam apropriadas da melhor forma possível. E, para que seja realizada essa alteração, é necessária a paralisação do sistema produtivo, gerando um alto custo.

O obstáculo da injeção 02 está na resistência por parte dos funcionários e na contratação de mão de obra especializada. Toda mudança gera resistência, ainda mais quando se trata de funcionários experientes ou com muito tempo de casa, além do alto custo de se manter um funcionário com mão de obra específica.

O obstáculo da injeção 03 trata-se da falta de conhecimento técnico dos colaboradores, pois, na maioria dos casos, eles possuem conhecimentos práticos, fazendo com que se acomodem e não se abram para novas culturas.

O obstáculo da injeção 04 consiste na hostilidade dos colaboradores, por acharem que uma simples padronização e organização não irá ajudar na troca rápida de ferramentas.

O obstáculo da injeção 05 trata-se da ocorrência de imprevistos e o custo de parada do sistema produtivo, os quais dificultam a realização de uma manutenção preventiva eficiente, e do custo da parada de produção.

O obstáculo da injeção 06 trata-se da falta de conhecimento dos colaboradores, gerando resistência, devido ao fato de ser uma metodologia nova, gerando uma sensação de trabalho desperdiçado por parte dos mesmos.

O obstáculo da injeção 07 consiste no alto custo em se manter profissionais capacitados e peças disponíveis em estoque, os quais, devido ao momento de instabilidade econômica do país, a escassez de tais profissionais no mercado e das peças necessárias para reposição em estoque, exige um alto investimento, devido a grande variedade de componentes.

O obstáculo da injeção 08 trata-se da demanda muito instável, com isso tem-se muita dificuldade em elaborar e seguir o planejamento.

Entretanto com a construção da Árvore de Pré-Requisitos, é possível identificar que a principal injeção é a realização de um bom planejamento estratégico, pois a demanda é muito instável. Se a produção tem as prioridades alteradas, faz com que gere vários efeitos indesejáveis oriundos dessa ação, como podemos verificar na Árvore de Realidade Atual.

Ainda observando o diagrama anterior, foram apresentadas possíveis ações para a eliminação do problema, através de objetivos intermediários com o intuito de se chegar as injeções propostas.

Foram levantados oito ações ou objetivos intermediários para que se chegue na otimização do processo produtivo. No entanto, é importante salientar que poderá ser feitas outras ações para que atinja o melhoramento do sistema, mas é necessário que faça um estudo mais aprofundado, com profissionais especializados e com a colaboração de todos os funcionários da empresa.

6 CONCLUSÃO

Conclui-se que através das análises feitas nos diagramas, foi possível propor soluções para a otimização do sistema produtivo da empresa estudada. Entretanto com o uso de ferramentas da qualidade e com uma nova cultura organizacional visando sempre o melhoramento da empresa, é possível colocar em prática as ações propostas neste presente estudo.

Afinal, a Teoria das Restrições constitui-se em uma excelente filosofia a ser aplicada no processo de melhoria contínua de um sistema.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, R. R. dos, **Análise Comparativa de Metodologias para Análise, Identificação e Solução de Problemas**, Dissertação de Mestrado, Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.
- ANTUNES J. R. **Teoria das Restrições uma análise das ações de melhorias necessárias para levantar a capacidade das restrições**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 1998. Anais... [CD-ROM] ENEGEP, 2004.
- ARAUJO, C. A.C. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção enxuta utilizando os processos de raciocínio da Teoria das Restrições e o mapeamento do fluxo de valor**. Dissertação de Mestrado. EESC/USP, 2008.
- BALLESTERO-ALVAREZ, M. E. **Administração da qualidade e da produtividade: abordagens do processo administrativo**. São Paulo: Atlas, 2001.
- BARROS, A. J. P.; LEHFELD, N. A. S. **Projeto de Pesquisa: Propostas Metodológicas**. Rio de Janeiro: Vozes, 2000.
- CIA, J. N. S. **Sistema de gerenciamento de liquidez sob a ótica da Teoria das Restrições: uma adaptação da metodologia Fleuriet**. Tese (Doutorado). FGV/SP, 1997.
- COGAN, S. **Contabilidade gerencial: Uma abordagem da Teoria das Restrições**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- CORBETT NETO, T. **Uma comparação entre “activity-based costing” e teoria das restrições, no contexto da contabilidade gerencial**. Dissertação de Mestrado em Administração - FGV, São Paulo, 1996.
- CORRÊA, H. L.; GIANESI, N. G. I. **Just in time, MRP II OPT: um enfoque estratégico**. São Paulo: Atlas, 1993.
- CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e Operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2005.
- _____. **Administração de produção e Operações. Manufatura e serviços: uma abordagem estratégica**. São Paulo: Atlas, 2008.
- CORRÊA, H. L.; et al. **Planejamento, programação e controle da produção: MRP II/ERP: conceitos, uso e implantação**. São Paulo: Atlas, 2001.
- COX III, J.F; SPENCER, M. S. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DETTMER, H. W. **Teoria das Restrições maximiza os negócios**. Revista Banas Qualidade, São Paulo: abril 2000.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: atlas, 2007.

GOLDRATT, E. M.; COX, J. **A Meta**: um processo de aprimoramento contínuo. São Paulo: Educator, 1993.

_____. **Não é Sorte: a aplicação dos Processos de Raciocínio da Teoria das Restrições**. São Paulo: Nobel. 2004.

_____. **A síndrome do palheiro: garimpando informação num oceano de dados**. São Paulo: Educator, 1998.

_____. **Teoria das Restrições**. New Haven, CT, Goldratt Satellite Program/Avraham Y. Goldratt Institute do Brasil, 1997.

_____. **A Corrida pela Vantagem Competitiva**. Editora Educator, São Paulo, 1999.

_____. **Mais que sorte um processo de raciocínio**. São Paulo: Educator, 1996

GUERREIRO, R. **A meta da empresa**: seu alcance sem mistérios. São Paulo: Atlas, 1996.

_____. **Os princípios da teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica**. Caderno de Estudos – USP, São Paulo, n. 13, jan/jun. 1999.

MARTINS, F. A.. **O Processo de Raciocínio da Teoria das Restrições na Indústria Moveleira de Pequeno Porte**: Um Estudo de Caso. 2002. 105f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2001.

MOREIRA, R.A. **Manual de logística**: armazenagem e distribuição física. São Paulo: IMAN, 2012.

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

REZENDE, E. W., ABREU, D. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial**: um relatório independente. São Paulo: Educator, 2001.

SAHIN, D. P. **Kanban – Resultados de uma implantação bem sucedida**. Rio de Janeiro: COP, 2000.

SLACK, N; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1996.