

Instituto Universitário da Maia - ISMAI

Departamento de Ciências Empresariais



Revisão Bibliográfica da Teoria das Restrições


Proposta de um Roadmap para a implementação da TOC

Patrícia Gabriela Gonçalves Maia

Mestrado em Gestão de Empresas

Orientador Institucional

Doctor of Philosophy João Paulo Oliveira Pinto

Julho 2020 



Instituto Universitário da Maia
Departamento de Ciências Empresariais

Revisão Bibliográfica Da Teoria Das Restrições

Proposta de um *Roadmap* para a Implementação da TOC

Theory Of Constraints

Nome: Patrícia Gabriela Gonçalves Maia

Dissertação de Mestrado em Gestão de Empresas

Orientador:

Prof. Doutor João Paulo Pinto

Julho de 2020

Patrícia Gabriela Gonçalves Maia

30057

Revisão Bibliográfica Da Teoria Das Restrições

Proposta de um *Roadmap* para a Implementação da TOC

Dissertação de Mestrado em Gestão de Empresas

Trabalho realizado sob a orientação do

Prof. Doutor João Paulo Pinto

Instituto Universitário da Maia

Julho de 2020

Dedicatória:

Aos meus pais, à minha avó e ao Diogo...

A uma pessoa muito especial e que marcou profundamente a minha vida, o meu querido tio João, que apesar de não estar de corpo presente, esteve e estará, sempre, presente na minha vida.

Agradecimentos:

O sentimento de gratidão não se refere apenas a bons acontecimentos, pode também estar relacionado a um estado de espírito. Pode estar relacionado com todos os acontecimentos da vida de alguém. Ou seja, uma pessoa pode se sentir grata quer pelos acontecimentos bons, quer pelos acontecimentos menos bons, quer pelas ajudas recebidas, quer pelas dificuldades impostas, que trouxeram acima de tudo uma aprendizagem.

Neste sentido, quero demonstrar o meu sentimento de gratidão para todos aqueles que de uma forma, ou de outra, contribuíram para que, acima de tudo, eu finalizasse este trabalho, que foi o resultado de uma extensa e árdua jornada. Particularmente àqueles que me encorajaram e me apoiaram nos momentos de exaustão e de tentativa de desistência.

Assim, dedico a minha enorme, profunda e cordial gratidão:

Primordialmente, aos meus pais, que são a minha pedra basilar. Esta conquista é tanto minha como deles, pois acreditaram em mim, ensinaram-me a simplicidade daquilo que por vezes parecia o derrubar do mundo.

Ao Diogo, que permaneceu sempre ao meu lado, e essencialmente, me motivou.

À coordenadora do mestrado, Professora Doutora Maria Alberta Oliveira, pela sua ajuda, disponibilidade e aconselhamento constante.

Ao orientador da dissertação, Professor Doutor João Paulo Pinto, por se ter mostrado incansável e sempre disponível, e pelos seus ensinamentos e auxílio.

Não encontrando mais palavras capazes de retribuir o sentimento de gratidão, aqui fica:

O meu Muito Obrigado a todos vós!

Revisão Bibliográfica Da Teoria Das Restrições

Proposta de um *Roadmap* para a Implementação da TOC

RESUMO

Face aos mercados cada vez mais competitivos, ambientes globalizados e de constante mudança, como resultado de diversos acontecimentos, nomeadamente, crises económicas, a disputa e a ambição pela vantagem competitiva tem aumentado fortemente. Aumentar os níveis de produtividade, reduzir os custos, e problemas da organização, impactando positivamente no lucro, é a utopia de qualquer empresa. Começar por resolver problemas internos das organizações, independentemente da sua dimensão e setor, é certamente o primeiro passo a considerar. Por estes motivos, a implementação da Teoria das Restrições, é a chave não só para enfrentar a concorrência, como para obter os melhores resultados. A Teoria das Restrições, é uma metodologia de gestão e melhoria contínua, que busca o desempenho global de uma organização, através de uma solução holística fornecida pelas suas ferramentas, e estas, ajudam os gestores a concentrarem-se nas questões mais críticas do sistema. A Teoria das Restrições, permite ainda, interpretar as organizações como sistemas, uma vez que se verificam interligações entre os seus processos, e auxilia na tomada de decisão, através dos seus indicadores de desempenho. O objetivo do presente trabalho é apresentar um *Roadmap* -Mapa de Estrada, que visa facilitar a implementação. Por um lado, vem consolidar os conhecimentos adquiridos acerca da teoria, pois tem a vantagem de sintetizar todos os dados importantes, representados visualmente. Por outro lado, tem a capacidade de mostrar aos gestores, através da sua visualização e interpretação que o processo de implementação poderá ser mais simples do que possa parecer. O Mapa de estrada, tem a capacidade de mostrar onde a empresa se encontra, e o caminho a percorrer até onde deseja chegar.

Palavras chave: Implementação da Teoria das Restrições; POOGI; Processos de Pensamento; Tambor-Pulmão-Corda; Indicadores de Desempenho; Roadmap;

Bibliographic Review of The Theory Of Constraints

Roadmap proposal for the Implementation of the TOC

ABSTRACT

In the face of increasingly competitive markets, globalized and constantly changing environments, as a result of various events, including economic crises, the dispute and ambition for competitive advantage has increased strongly. Increasing productivity levels, reducing costs, and organization problems, positively impacting profit, is the utopia of any company. Starting by solving organizations internal problems, regardless of their size and industry, is certainly the first step to consider. For these reasons, the implementation of the Theory of Constraints is the key not only to face the competition, but also to obtain the best results. The Theory of Constraints, is a methodology of management and continuous improvement, which seeks the overall performance of an organization, through a holistic solution provided by its tools, and these, help managers to focus on the most critical issues of the system. The Theory of Constraints also allows to interpret organizations as systems, since there are interconnections between their processes, and assists in decision making, through their performance indicators. The aim of this work is to present a Roadmap-Road Map, which aims to facilitate implementation. On the one hand, it consolidates the knowledge acquired about the theory, because it has the advantage of synthesizing all the important data, represented visually. On the other hand, it has the ability to show managers, through its visualization and interpretation that the implementation process may be simpler than it may seem. The Road Map has the ability to show where the company is, and the way to go to where you want to go.

Keywords: Theory of Constraints Implementation; POOGI; Thinking Processes; Drum-Buffer-Rope; Performance Indicators; Roadmap;

Índice

RESUMO	V
ABSTRACT	VI
Índice de Tabelas	IX
Índice de Figuras	X
Lista de siglas.....	XI
1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 Introdução à Teoria das Restrições:	15
2.1.1 <i>Enquadramento Histórico e Origem da Teoria das Restrições</i>	16
2.2 Evolução da Teoria das Restrições	18
2.3 Definição de Teoria das Restrições	21
2.4 Importância e Vantagens da Implementação da Teoria das Restrições.....	24
2.5 Princípios da Teoria das Restrições.....	26
2.6 Pressupostos da Teoria das Restrições	28
2.7 Áreas de Aplicação	29
2.8.1 <i>Gestão das Restrições</i>	32
2.8.1.1 <i>Medidas para alcance da Meta: Indicadores de Performance</i>	33
2.8.1.2 <i>Processo de Melhoria Contínua</i>	35
2.8.1.2.1 <i>Tipos de restrições</i>	35
2.8.1.2.2 <i>Processo de Melhoria Contínua para Restrições Físicas</i>	37
2.8.1.2.2.1 <i>Metodologia de cinco passos</i>	37
2.8.1.2.2.2 <i>Conceito Drum Buffer Rope (DBR)</i>	38
2.8.1.2.3 <i>Processo de Melhoria Contínua para Restrições Não-Físicas</i>	40

2.9 Roadmap.....	44
3. METODOLOGIA	46
4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	50
5. CONCLUSÃO	61
6. REFERÊNCIAS.....	62
ANEXOS	67

Índice de Tabelas

Tabela 1- Como responder às questões com as Ferramentas TP.	44
Tabela 2- Critérios específicos para recolha de material	48
Tabela 3- Requisitos para Facilitar a Implementação TOC.....	51
Tabela 4- Aplicação das Ferramentas TOC para Restrições Físicas	55
Tabela 5- Aplicação das Ferramentas TOC para Restrições Não-Físicas	56
Tabela 6- Cruzamento de dados relativos aos estudos de caso, no fim da implementação	58

Índice de Figuras

Figura 1-Esquemática dos conceitos da TOC expostos na Revisão de Literatura	15
Figura 2- Representação da evolução da TOC.....	21
Figura 3-Áreas de Aplicação da TOC.....	30
Figura 4-Corrente com elo de Restrição.....	31
Figura 5- Tipos de restrições.....	36
Figura 6- Resultados de Pesquisa	49
Figura 7- Metodologia	49

Lista de siglas

EUA- Estados Unidos da América
TOC- Theory of Constraints
OPT – Optimized Production Technology
DBR-Drum Buffer Rope
TPC-Tambor-Pulmão-Corda
RRC- Recursos com Restrição de Capacidade
TP – Thinking Process
ARA- Árvore de Realidade Atual
CRT- Current Reality Tree
UDE's – Undesirable Effects
DDN- Diagrama de Dispersão de Nuvem
C-Cloud
ARF-Árvore de Realidade Futura
FRT- Future Reality Tree
DEs-Desired effects
APR-Árvore de Pré-Requisitos
PRT- Prerequisite Tree
AAA-Árvore de Alvo Ambicioso
ATT - Ambitious Target Tree
AT- Árvore de Transição
TT – Transition Tree
POOGI-Process Of Ongoing Improvement
IO Map- Intermediate Objectives Map
GT- Goal Tree

1. INTRODUÇÃO

Os tempos antecedentes à Revolução Industrial, caracterizam-se tanto pelas oficinas artesanais, fábricas e máquinas movidas a força motriz, como pelas ferramentas simples. A produção era em pequenas quantidades e feitas à medida do cliente (Pinto, 2010). A Revolução Industrial, que teve início na segunda metade do século XVIII, não só revolucionou todo o processo de produção, inovando e aperfeiçoando-os, como despoletou o desenvolvimento tecnológico, resultando no aumento de produção e na busca da perfeição. Fez incentivar também o consumo, nascendo a sociedade consumista, pois os preços eram mais baixos, impactando crescentemente na economia. Neste contexto, havia profissionais que se dedicavam constantemente em melhorar os processos, como é o caso de *Frederick Winslow Taylor*, criador da teoria *Taylorismo*, e *Henry Ford*, pioneiro da indústria automobilista, que desenvolveu o conceito de produção em série e criação da linha de montagem (Pinto, 2010). Após os anos 1970s, surgem importantes ferramentas de aplicação organizacional, destacando-se: o *Toyotismo*, *Just-In-Time*, *Balanced Score Card* e *Optimized Production System (OPT)*.

O OPT inicialmente, foi um sistema de informação, com o objetivo de auxílio no processo de planeamento de produção, e deu origem à Teoria das Restrições (*TOC-Theory of Constraints*). A TOC é uma abordagem de gestão e surge como um conjunto de conceitos e técnicas desenvolvidos por Eliyahu Goldratt que visam essencialmente a melhoria contínua dos processos e maximização do lucro de uma empresa, através da gestão de recursos de capacidade limitada, e oferece vantagem competitiva às empresas que a implementem e a pratiquem. Assim, tem como princípio, o reconhecimento e a gestão das restrições de um sistema, sendo que a restrição pode ser definida como algo que impede a organização de alcançar o objetivo. (Beca, Shimabuku, Silva, Tanaka, Ferreira, 2019).

Face ao Mundo Globalizado, a sobrevivência das empresas torna-se muitas vezes num trabalho árduo. A necessidade de adaptação e de mudança, é imperativa, mas nem sempre consegue ser cumprida. Neste contexto, e perante o mercado competitivo que

se vive, atualmente, as chaves da competitividade entre empresas, passam tanto pelo nível de qualidade de produto/serviço, como pela capacidade de se adaptar e mudar. Paralelamente, o setor económico representa uma das partes mais importantes das organizações. Nas indústrias, para produzir, é necessário recorrer a matérias primas, produtos e muitos outros recursos, mas é certo que nem todas apresentam capacidade de responder às necessidades de recursos, grande parte das vezes por problemas na parte económica. Assim, torna-se igualmente importante a boa gestão e a capacidade de responder aos conflitos e problemas com que as organizações se vão deparando. Na luta diária para combater todos estes problemas, são esquecidos os problemas e os conflitos mais burocráticos que vão surgindo, e que muitas vezes, parecem não ter solução eficaz possível. Nesta perspetiva, as empresas batalham na vanguarda pela busca de soluções inovadoras, mesmo que implique a mudança de formas de gestão que permitam a sua sobrevivência. O caminho a trilhar poderá iniciar-se pela iniciativa e espírito de mudança por parte da organização, passando pelo processo de melhoria contínua. O aparecimento da filosofia TOC - abordagem das restrições- assume-se como opção de processo rápido de melhoria contínua, uma solução para qualquer problema que as empresas enfrentem. Pode-se entender como uma nova filosofia de gestão global (Checoli, 2000).

A pergunta de partida, à qual se pretende responder com o presente trabalho, é:

- Será possível através da revisão bibliográfica, construir um *Roadmap* para a implementação da TOC?

Pretende-se com este estudo, através da revisão bibliográfica assente na análise de artigos que, relatem fundamentalmente, a implementação da Teoria das Restrições, em várias organizações, perceber todo o processo de implementação.

No sentido de obter conclusões com o presente estudo, elevam-se 4 questões de investigação:

- A primeira questão é investigar a possibilidade de construção de um *Roadmap*.
- A segunda questão é averiguar se existe (m) fator(es) que pode (m) afetar negativamente a implementação da TOC;

- Se sim, quais?
- A terceira questão é avaliar a necessidade de requisitos na implementação da TOC.
 - Se sim, quais?
- A quarta e última questão, pretende verificar se o tempo de implementação da TOC é influenciado pela dimensão da organização;

De uma forma mais detalhada, e de acordo com o exposto, tem-se como objetivos, perceber como é feita a implementação da TOC numa organização, quais as etapas e recursos que envolve, que ferramentas e métricas são utilizadas, e as vantagens gerais que a implementação da TOC tem a capacidade de fornecer às empresas. Ainda, se pretende verificar se a informação obtida pelos objetivos a cumprir, será suficiente para construir o *Roadmap*.

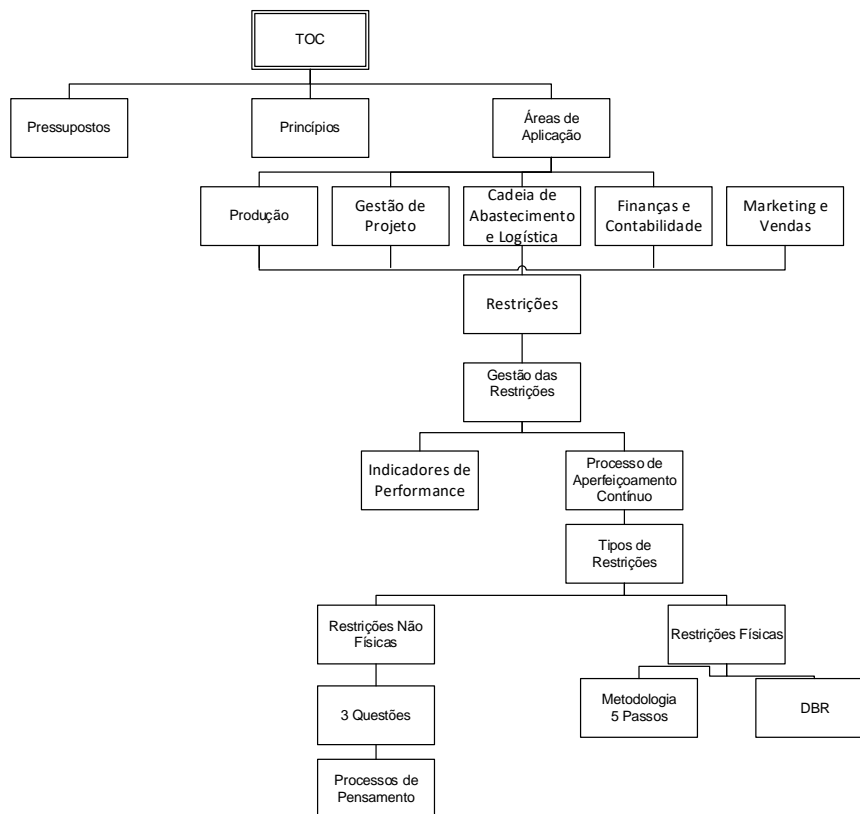
No que toca à estrutura do presente trabalho, este apresenta-se estruturado em 6 capítulos, com subcapítulos. Após a parte introdutória, segue-se o segundo capítulo, que corresponde à revisão de literatura, onde serão apresentados todos os conceitos e ferramentas relevantes para a investigação, desde os primórdios da indústria. Não só para enriquecimento do trabalho, mas também para melhor compreensão do tema e conceitos serão apresentadas algumas figuras, que visam sintetizar a informação fornecida. No terceiro capítulo, será descrita a metodologia em conformidade com o cumprimento dos objetivos supracitados e estratégias de recolha de dados, e dificuldades encontradas. O quarto capítulo é dedicado à apresentação e discussão de resultados. É neste capítulo que verificar-se-á se todas as respostas às questões de investigação foram encontradas, bem como os objetivos de estudo foram cumpridos. Segue-se o quinto capítulo, a conclusão, onde será feita não só uma apreciação global do estudo, bem como o cumprimento das ideias, limitações e recomendações para futuras investigações.

Por fim, o sexto capítulo, são as referências bibliográficas, onde estão listadas as referências que auxiliaram no presente trabalho.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo será elaborada uma revisão da Teoria das Restrições. Neste sentido, pode-se perceber três campos diferenciados. Primeiramente pretende-se enquadrar a Teoria das Restrições, através de um retrocesso na história da indústria, o seu aparecimento e evolução. Posteriormente, será explanado o que é a TOC, bem como aquilo que a compõe. Numa última fase, devido à imensidão de conceitos e de várias ferramentas relacionadas com esta filosofia, serão abordados, apenas alguns deles, que servirão de elucidação e de base para a investigação.

Figura 1-Esquemática dos conceitos da TOC expostos na Revisão de Literatura



Fonte própria

A Figura 1, retrata esquematicamente, aquilo que se pretende apresentar na revisão de literatura, servindo tanto como guião, como auxílio a perceber o enquadramento dos conceitos e suas interligações.

2.1 Introdução à Teoria das Restrições:

2.1.1 Enquadramento Histórico e Origem da Teoria das Restrições

O tempos antecedentes à Revolução Industrial, são recordados essencialmente pelos trabalhos primários e de transformação. Grande parte das famílias viviam do trabalho do campo, quer para seu sustento, quer para comercializar. Outras, trabalhavam em pequenas oficinas como artesãos especializados ou aprendizes, e eram responsáveis pelo produtos de início ao fim. Os artigos resultantes do seu trabalho, eram feitos por encomenda e à medida do cliente. As máquinas e ferramentas eram simples e rudimentares e movidas a força motriz (Pinto, 2010).

A ânsia de aperfeiçoar cada vez mais e aumentar a produção, levou a um conjunto de grandes transformações no setor de manufatura. Estas transformações incidiram essencialmente na melhoria de técnicas de produção, alterando o sistema de poder económico, levando ao aparecimento das primeiras indústrias. Estas transformações levaram à primeira Revolução Industrial.

O sistema económico foi alterado essencialmente por dois fatores. Por um lado, os produtos passaram a ser fabricados em grande quantidade, a menor preço e de rápido consumo, aliciando exponencialmente os consumidores, e por sua vez levou à expansão do consumismo, que teve repercussões, na economia. Por outro lado, o trabalho precários dos trabalhadores, e a exploração que se vivia, também impactaram na economia.

A partir do século XIX, eram bastante notáveis as evoluções ocorridas mundialmente, quer pelas inovações tecnológicas, como pelas economias de escala que nasceram resultantes da expansão abrupta da indústria. O dinheiro assumiu o grande poder e constituiu a principal fonte de riqueza. Os países encontravam-se bastante evoluídos, as indústrias eram de variadas produções, como siderurgias e metalurgias. Esta fase ficou conhecida como a Segunda Revolução Industrial.

Gaither e Frazier, (2005, como referenciado em Ferreira, 2007, p.28), afirmam que no ano de 1900 os desenvolvimentos como, “a expansão do capital e capacidade de produção, ampliada força de trabalho urbana, novos mercados ocidentais e um eficiente

sistema de transporte nacional” prepararam o panorama para a colossal explosão de produção no início do século XX.

Frederick Winslow Taylor, engenheiro norte-americano, debruçou-se com grande detalhe sobre os problemas fabris que se vivia no seu tempo, através da observação, melhoria dos métodos de trabalho, e defendia aplicação de incentivos monetários aos trabalhadores. Estudou minuciosamente os métodos de trabalho, identificando erros, e soluções para os corrigir. Taylor defendia ainda, a formação de pessoal, planeamento, seleção e a hierarquização (Pinto, 2010; Ferreira, 2007). Com as medidas de Taylor, foi possível verificar a maximização de resultados. Vulgarizou ainda o conceito de eficiência (Rosa, 2011). Neste contexto, nasce uma nova matéria, a Gestão Científica, sendo o seu autor, Frederick Taylor (Pinto, 2010). Uma outra personalidade intimamente ligada, e que contribuiu, para a gestão, foi Henry Ford. Desde o início do *Taylorismo*, que Ford não só é o responsável pelo desenvolvimento do conceito de produção em série, ou produção em massa¹. Ford foi também o pioneiro das economias de escala, através da utilização do seu novo conceito. Ohno, (1997, p.10) “(...) porque ele tem sido tão poderoso e criou tantas maravilhas em termos de produtividade industrial.” Deste modo, conforme se evidenciavam as vantagens da produção em massa, esta técnica começou a ser adotada exponencialmente pelas indústrias, mundialmente, tornando-se no modelo padrão. Ford, no século XX fundou a *Ford Motor Company*, com a criação do Modelo T. As suas linhas de montagem incorporavam as ideias essenciais da Gestão Científica (Pinto, 2010).

Os avanços e o desenvolvimento das diversas áreas continuaram, alimentados pela sedenta vontade de querer ser melhor que os outros, de tal modo, que a década de 50, ficou assinalada pelos avanços e aperfeiçoamentos tecnológicos nunca conhecidos, denominada por Terceira Revolução Industrial. Nesta época, as indústrias eram de alta

¹ Pinto (2010), define um sistema de produção em massa como a produção em grandes quantidades de produtos *standart*, recorrendo a simples sistemas, operadores com formação específica, e na maior parte dos casos a equipamento dispendioso.

tecnologia, desenvolvendo-se outras áreas, das quais: a informática, a robótica, a eletrônica e de telecomunicações. As indústrias automotivas, as siderurgias e todas as outras indústrias que sobreviveram entre a alta competitividade, já se encontravam atreladas ao campo tecnológico de tal modo que a produção já teria sofrido modificações, pois cada vez se produzia mais quantidade em menor tempo. As pessoas já começavam a ser substituídas por robôs, devido aos trabalhos minuciosos e necessidade de maior precisão, alcançando a qualidade desejada. Mais uma vez, as empresas obtinham grandes lucros, devido essencialmente aos custos de produção serem cada vez menores. A gestão da produção já era feita através de profissionais devidamente qualificados e de computadores e *softwares* apropriados.

No fim dos anos 1970s e início dos 1980s, um estudante de física, israelita, Eliyahu Goldratt, recebeu um pedido de ajuda para o desenvolvimento de um programa para aumentar a produção de uma pequena indústria. Goldratt, conseguiu com o seu *software* triplicar a produção num pequeno período de tempo, (Watson, Blackstone e Gardiner, 2007). Este programa tornou-se a base do *software* OPT (Optimized Production Technology). Segundo Pinto (2010, p.117), “A TOC foi inicialmente fundamentada em programas de computador com o objetivo de desenvolver e implementar um sistema de programação de operações (...)”. O *software* foi sofrendo melhorias com o auxílio da “experiência prática proporcionada pela implantação do sistema” (Guerreiro, 1996).

2.2 Evolução da Teoria das Restrições

Como já foi acima revelado, entre os anos 1970s e 1980s, um físico israelita, Goldratt, desenvolveu um programa de produção, a pedido de um amigo, com a finalidade de aumentar a produção e conseqüentemente o lucro, que acabou sendo a base do sistema de OPT, (Guerreiro, 1996). Apesar do sucesso obtido, o *software* sofreu alterações visando a sua melhoria e conseqüente evolução.

Paralelamente ao projeto do *software*, Goldratt, dedicou-se à formalização de conceitos e princípios, que posteriormente serviram de apoio na construção efetiva do pensamento OPT, (Tibben-Lembke, 2009). Na década seguinte, Eliyahu ampliou o seu

pensamento da OPT, concebendo a Teoria das Restrições (TOC), (Guerreiro, 1996). Guerreiro (1996), declara ainda que Goldratt se deparou com um conflito. Apesar dos conceitos e da lógica entre eles, por ele desenvolvidos, tomando por base o *software* em evolução, era imprescindível divulgar o conhecimento e claro, o programa. Na mesma perspectiva, Pinto (2010) diz ter ficado constatado que a simples utilização de um programa não garantia o autossustento de melhoria contínua. Tibben-Lembke (2009), comenta que o *software* desenvolvido foi um êxito na comercialização, o mesmo não aconteceu com algumas empresas na aplicação do programa, e acrescenta ainda que segundo Goldratt (1984), era pela falta de entendimento dos novos conceitos desenvolvidos pelo físico israelita.

A consolidação da TOC iniciou-se através da publicação do livro "*The Goal*" – "O Objetivo" ou "A Meta" do Dr. Goldratt e Jeff Cox em 1984. O livro foi escrito de uma forma bastante peculiar, foi redigido de forma "romanceada", (Pinto, 2010 p.117) relatando a problemática da sobrevivência de uma indústria e as respectivas soluções, partindo da aplicação dos conceitos e princípios da TOC. Guerreiro (1996, p.1), elogia o livro, tanto pelo conteúdo como pela apresentação, "A genialidade desse livro está além das ideias nele contidas e reside na maneira como as mesmas são apresentadas." O livro teve grande êxito, essencialmente por parte de profissionais e pela rápida adesão de implementação, mas também por parte da comunidade universitária. Segundo (Davies, Mabin e Balderstone, 2005), a aceitação dos métodos e prática da TOC tem aumentado não só por profissionais de gestão, mas também por comunidades académicas. Pinto (2010), completa a opinião de Davies et al., (2005), afirmando que o livro foi igualmente útil, pois os conceitos de programação de produção, demarcados no livro, foram implementados por muitos profissionais.

Guerreiro (1996), vai mais além, valorizando a forma como Goldratt identifica a meta² das organizações, que é "ganhar mais dinheiro através de uma adequada gestão da produção ", ou seja, o alcance do objetivo geral das empresas. Por outras palavras, nasceu a célebre frase de Goldratt " Ganhar dinheiro agora e no futuro". Afirma ainda,

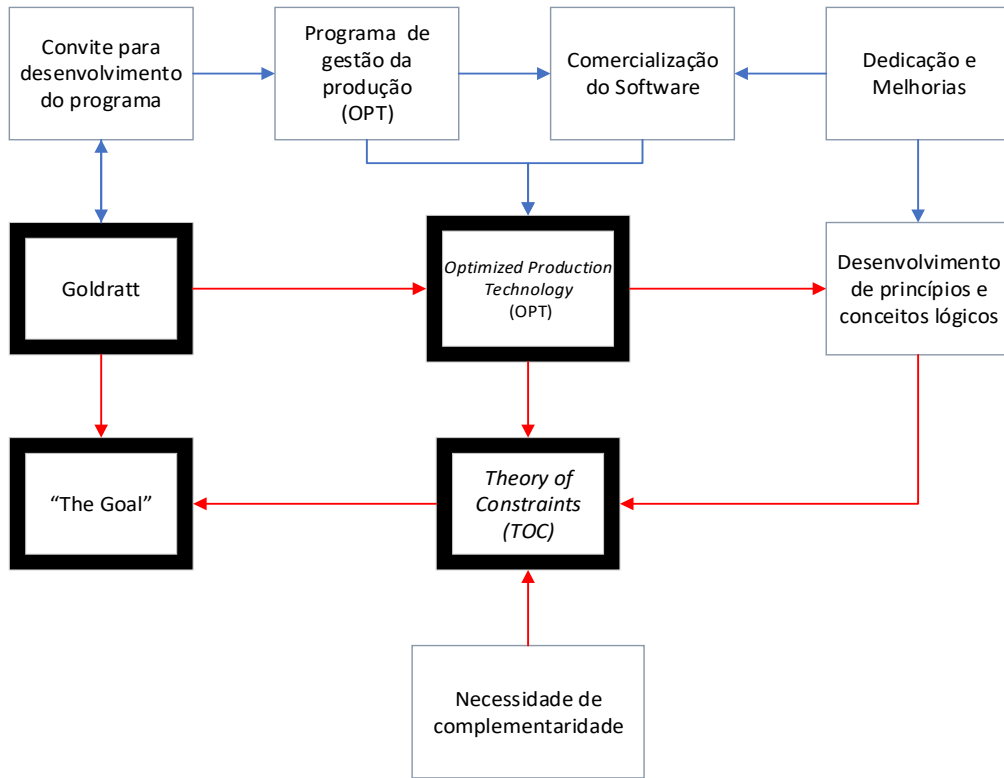
² A meta corresponde ao propósito global da organização.

que o ponto fundamental da teoria, no processo de alcance da meta de uma empresa, Goldratt, apresenta sempre, uma ou mais fraquezas do sistema da organização. Eram patentes alguns paradigmas que regiam as organizações, e necessitavam de ser eliminados. A partir desta constatação, o sistema OPT revolucionou a forma de gestão das operações (Pinto, 2010).

Presentemente, é possível verificar aplicações da Teoria das Restrições, não só na indústria, como na gestão financeira e comercial e até em atividades militares (Pinto, 2010).

De forma sintetizada, a TOC foi concebida para ser um sistema de programação de operações, com especial importância na gestão de certas fraquezas (gargalos), e na sincronização da manufatura, partindo do *software* OPT. Posteriormente foi transformada numa técnica de gestão mais alargada, que define os objetivos das organizações como “Ganhar dinheiro agora, e no futuro”, e guia a estrutura visando o alcance desse objetivo principal. A partir da boa gestão, realizada pelos responsáveis, como a eficiente gestão de todos os recursos e das fraquezas da organização, será possível obter ganhos significativos. Subsequentemente, a Teoria das Restrições, foca-se na organização como um todo, tomando em consideração todas as fraquezas, além das encontradas no “terreno”, como, os recursos financeiros. Depois de identificados os problemas, a TOC visa solucioná-los. Segundo Hsu e Sun (2005), a TOC desenvolveu efetivamente uma técnica para resolver problemas. Justifica-se a utilização da TOC não só por ser uma ferramenta potencialmente poderosa a identificar problemas e solucionando-os, mas também por ser vista como uma filosofia de gestão que resolve os paradigmas através da lógica causa-efeito. A TOC surgiu para dar resposta aos problemas de produção, e nomeadamente para aumentar os ganhos da indústria através da boa gestão de produção. No entanto, devido ao seu grande êxito e poderosos resultados, foi-se aperfeiçoando e adaptando esta ferramenta às necessidades de melhoria das empresas, dos diversos setores. Atualmente é uma ferramenta que pode ser implementada em qualquer organização, independentemente da sua área, e tem a capacidade de resolver qualquer tipo de problema.

Figura 2- Representação da evolução da TOC



Fonte própria

O propósito da figura 2 acima representada, é de forma esquematizada, reter os essenciais conceitos e acontecimentos associados ao surgimento da Teoria das Restrições e evolução. As conexões em cor azul, representam o início do aparecimento e o propósito. Já as conexões encarnadas representam o pós melhorias que o sistema OPT necessitou e efetivamente estendeu-se à TOC, bem como a direta relação entre os conceitos e o seu autor Eliyahu Goldratt.

2.3 Definição de Teoria das Restrições

Após o que foi supramencionado, sabe-se que a Teoria das Restrições surgiu de um *software* denominado por Tecnologia de Otimização da Produção. Sabe-se ainda que, surgiu como um Sistema de Gestão da Produção. Esta Teoria, não é interpretada da mesma forma perante vários autores.

Um ponto de vista simplista é o de Huff (2001, referido em Akman e Özcan, 2016), que define TOC como uma abordagem de gestão de produção que determina e gere as

restrições durante os processos de fabrico. Blackstone (2001) e Kendall (2006, como referido em Wu, Huang e Jen, 2012) mencionam que mostram perspectivas similares, e apresentam a TOC como uma metodologia de gestão global que auxilia o gestor a concentrar-se nas questões mais críticas. Goldratt e Cox (1992, como referido em Akman e Özcan, 2016), afirmam que a TOC encontra os fatores que afetam o desempenho de forma negativa numa organização, gere e elimina esses fatores para aperfeiçoar o desempenho do sistema. Numa mesma percepção, apresentam-se Spencer e Cox, (1995, como referido em Akman e Özcan, 2016) que defendem que, a teoria de Goldratt avalia as limitações de forma positiva, pois as limitações comandam o desempenho de um sistema e elimina essas limitações passo a passo visando aumentar o desempenho do sistema. Para Spencer (2000, p.1101),” TOC é um conjunto de conceitos e técnicas desenvolvidos por E. Goldratt e outros nos últimos 15 anos”. Dettmer, (1995, como referido em Spencer, 2000) apresenta ainda a perspectiva, completando a sua definição, afirmando que o conjunto de conceitos formam um sistema³ de melhoria contínua que pode ser aplicado a qualquer empresa. Já Scoggin, Segelhorst e Ra Reid (2003) definem a Teoria das Restrições como uma filosofia de gestão, que atua desde os anos 1980s. O processo de pensamento e o conjunto de ferramentas lógicas evoluíram fornecendo uma estrutura para ajudar a entender o panorama presente, identificar estratégias desejáveis para atingir metas e implementar as melhorias. A definição de Pegels e Watrous, (2005, como referido em Akman e Özcan, 2016) debruça-se sobre os fatores que limitam o desempenho dos sistemas defendendo que, a TOC objetiva definir o elo mais fraco em processos de fabricação e fortalecê-lo deixando de limitar a força da corrente. Para Pergher, Rodrigues e Lacerda (2011), a TOC visa a melhoria dos processos e a maximização do ganho de uma empresa pela gestão de recursos com capacidade restrita. Numa apreciação mais íntegra, encontram-se Spencer e Cox (1995, como referido em Silberman, Silva, Ayres e Cogan, 2012), que destacam que a TOC é uma ferramenta que é muito mais que um *software* de programação baseada na capacidade finita dos recursos, é capaz de abranger conceitos de logística, sistemas de desempenho e de processos de raciocínio.

³ “Um sistema é referido como série de processos interdependentes” (Akman e Özcan, 2016)

Como já foi referido anteriormente, o objetivo geral de uma empresa com fins lucrativos, é gerar lucro. Assim, numa perspetiva conceitual da Teoria das Restrições, esta, defende que qualquer organização com fins lucrativos, possui a meta de gerar riqueza continuamente, independentemente da atividade e do ramo de atuação (Silberman et al., 2012). No entanto, independentemente do sistema empresarial, Silberman et al., (2012) afirmam existir pelo menos um fator que dificulta o alcance da meta. Mas refere ainda que se não existisse este fator, que limita o desempenho da empresa, a sua lucratividade seria infinita. O fator que limita o desempenho, é o que dita o ritmo de produção.

Apesar da diversidade de definições apresentadas, na sua grande maioria, há conceitos comuns entre elas. Grande maioria das definições abordam o conceito de “Restrição”, de “Gestão” e “Desempenho do Sistema”. É possível verificar que os conceitos mais recentes como “Melhoria contínua”, “Processos e “Sistema” constam nas definições mais recentes. No entanto, a definição de Spencer e Cox (1995, como referido em Souza, 2005), pode ser considerada como uma definição completa e esclarecedora, abordando o objetivo global das empresas, referindo que a TOC é aplicável a qualquer sistema, a existência de restrições ditam o desempenho da produtividade, e não menos importante, a lucratividade finita resultante da existência de restrições. Assim, conclui-se que todo e qualquer sistema tem pelo menos uma restrição. Inicialmente, a interpretação da existência de restrições, pode parecer algo mau, mas posteriormente será abordado mais pormenorizadamente. Paralelamente, há um paradoxo entre as definições pois abordam o facto da eliminação de restrições, mas trata-se de uma forma supérflua de abordagem do tratamento das restrições. Na realidade, as restrições são melhoradas, pois como já foi referido, qualquer sistema possui pelo menos uma restrição. Neste contexto, tal como Silberman et al. (2012) refere, é impossível qualquer empresa ter infinita lucratividade. Ao seu encontro está, Pinto (2010), afirmando que devido à presença de variáveis, todas as organizações têm pelo menos uma restrição, ou, no mínimo, apresenta um elo mais fraco. Afirma ainda, que se os sistemas não possuíssem restrições, ou seja, se nada limitasse o desempenho do sistema, então o

lucro seria infinito, mas como tal não é possível, existe sempre algo que dificulta ou impede o melhor desempenho.

2.4 Importância e Vantagens da Implementação da Teoria das Restrições

Num mercado cada vez mais antagonista, é imperioso que as empresas saibam enfrentar a competitividade. Veja-se o exemplo de Silberman et al., (2012), que mencionam que é inevitável que as organizações otimizem os processos, minimizem os custos e aumentem a produtividade, pois caso contrário perdem a sua oportunidade no mercado, num mundo cada vez mais competitivo. Assim, alcançar estes objetivos é um grande desafio dos gestores. Seguramente é um dos principais desafios e mais duradouros, que as empresas vivem. Acredita-se que, o primeiro grande passo seja a capacidade de mudança das empresas. Para Soares, Armond-de-Melo, Leopoldino, Abreu e Moita, (2009), a TOC quebra paradigmas que regem as organizações, modificando tanto a maneira de pensar como de agir das pessoas. Senge (2005, como referido em Ferreira, 2007) afirma que, as organizações devem aprender a lidar com a mudança contínua para terem sucesso. Por outras palavras, as empresas devem ser “Empresas Flexíveis”, pois, segundo Teixeira (2005), as empresas flexíveis, são empresas que se adaptam rapidamente à mudança. De acordo com Senge (2005), está ainda Teixeira (2005) afirmando que as empresas que se instruem para serem bem-sucedidas, não só precisam de enfrentar, como também de vencer vários obstáculos que lhes vão sendo colocados, nomeadamente os receios de mudança. O autor vai mais além, referindo que a única vantagem competitiva sustentável é aprender mais depressa que os adversários. Assim, após as organizações se mostrarem abertas à mudança, tudo se tornará mais fácil. Atualmente, as empresas precisam de ser competitivas, e para tal, não é suficiente tomar medidas externas, mas sim medidas intrínsecas. É essencial que a empresa tenha bons alicerces, e reduzir o máximo de fraquezas. Kee e Schmidt (2000, como referido em Akman e Özcan, 2016), afirmam que as empresas adotam a TOC para aumentar a eficiência, qualidade, diminuir os *stocks*, *lead time*⁴ e tempos de ciclo⁵.

⁴ Segundo Pinto (2010), *Lead Time* é o tempo necessário para a realização de um produto ou tarefa.

⁵ Para Pinto (2010, p. 333), “Para uma máquina ou célula, representa o tempo de saída de peças consecutivas. É o tempo definido pela mais longa, das operações.”

Não é de surpreender que, todas as organizações enfrentam problemas, independentemente da área em que atua, e do departamento da empresa, e não é menos óbvio que nenhuma empresa deseja ter problemas ou qualquer tipo de conflito. Neste contexto, a Teoria das Restrições representa um papel fundamental, pois, a resolução de problemas de produção, estendeu-se a todos os setores, tendo a capacidade de solucionar qualquer tipo de problema, tal como já foi mencionado anteriormente. Nesta fase, também já não é desconhecido que a TOC ajuda as empresas a aumentar o Lucro, assim entende-se como uma vantagem da implementação da TOC. Ahmed (2005) refere que a TOC pode fornecer soluções além dos procedimentos da manufatura. As ferramentas da TOC são utilizadas até pela gestão de topo, para o auxílio na tomada de decisões. Oliveira, Cerdeiral e Santos (2018), mencionam que os diversos problemas do quotidiano afetam o desenvolvimento das tarefas gerando desvios, exemplificando a área dos projetos, em que um problema poderia levar a orçamentos excedidos. Afirmam ainda que os desvios não só comprometem a evolução das tarefas, como a execução das mesmas. Gupta e Boyd (2008, como referido em Torres e Costa, 2013), destacam que os campos de atuação da filosofia de Goldratt são as Estratégias Operacionais, as Medidas de Desempenho, a Gestão de Processos, Gestão de Qualidade, Melhoria Contínua, e a Gestão de Capacidade e Gestão de *Stocks*.

A implementação da Teoria é útil pois tem a capacidade de transformar um estado indesejável num futuro desejável (Cho, Lu e Tang, 2012). Os autores confirmam ainda que os sistemas de manufatura que aplicam a TOC apresentam melhor desempenho do que os que implementam outros sistemas de gestão da produção. Aggarwal (1985), Johnson (1986) e Koziol (1988, como referidos em Chou, Lu e Tang, 2012), afirmam haver vantagens associadas às técnicas da TOC, no que toca à diminuição do inventário, do tempo de ciclo e no aumento de produção.

Nesta fase, é perceptível que implementação da Teoria de Goldratt apresenta um vasto leque de vantagens que parece ser a “chave mestra” de todos os problemas organizacionais. Bem como a sua importância para o desenvolvimento empresarial como um todo. Assim, a Teoria das Restrições, aparenta ser uma alavancagem de alta competitividade, capaz de dar resposta à globalização que se vive. Em forma de

conclusão, Cox III e Spencer (2002, como referido em Soares et al., 2009), revelam que, os gestores percebem melhorias imediatas no resultado das organizações, através do conhecimento e compreensão dos aspetos envolvidos na Gestão das Restrições e através do foco na melhoria contínua, podem ainda planear as necessidades futuras, ou aquilo que desejam ser.

2.5 Princípios da Teoria das Restrições

No contexto da otimização do processo de produção, a Teoria das Restrições apresenta alguns princípios que têm por base os indicadores globais e locais⁶, que visam essencialmente o alcance do objetivo da organização. Assim, surge o lema “a soma dos ótimos locais não é igual ao ótimo total” (Guerreiro, 1996). Segundo Guerreiro (1996) e Ferreira (2007) os princípios da Teoria das Restrições são:

1. Balancear o fluxo e não a capacidade;

Depois da identificação dos gargalos⁷ do sistema, a TOC considera que deve ser efetuado um balanceamento do fluxo de produção, e não um balanceamento de capacidade. Por outras palavras, há um esforço que incide sobre o fluxo de materiais.

2. A utilização de uma não-restrição não é determinada pela sua disponibilidade, mas por outra restrição do sistema;

A utilização de uma não-restrição deve ser determinada em função das restrições existentes.

3. O conceito de utilização e ativação de um recurso não são sinónimos;

Segundo Goldratt e Cox (2002, como referido em Ferreira, 2007), utilizar um recurso significa fazer uso dele, de forma a caminhar em sentido ao objetivo. Já, ativar um recurso, é como carregar num botão de uma máquina, e ela trabalha independentemente de obter benefícios. Segundo a abordagem da TOC, a ativação de um recurso suficiente para alimentar uma restrição, não contribui com os objetivos da otimização. O fluxo mantém-se constante pois é limitado pela restrição, assim, gera

⁶ Exposto no subcapítulo 2.8.1.1.

⁷ Para *Goldratt e Cox* (2002), é qualquer recurso em que a capacidade é igual ou menor que a procura imposta sobre esse recurso. É sinónimo de Restrição.

stock, por sua vez aumentando despesas operacionais. Guerreiro (1996), afirma que este princípio não é aplicado nas formas convencionais de programação de produção.

4. Uma hora perdida no gargalo é uma hora perdida em todo o sistema;

O tempo gasto na restrição, independentemente do que seja, por exemplo, a produção de peças defeituosas, ou o tempo de paragem para manutenção da máquina, tem um impacto de diminuição na capacidade de fluxo. Como já foi visto, as não-restrições devem trabalhar de forma balanceada com o fluxo estabelecido pela restrição. Assim, a diminuição do seu tempo, tem um impacto de redução no tempo de trabalho, em todo o sistema. A TOC considera que só existe benefício no tempo perdido na restrição, se for feita a redução de tempo de programação de produção nas restrições. Então, se, a restrição dita o ritmo de trabalho, e as não-restrições trabalham de forma balanceada de acordo com o fluxo que a restrição determina, se a restrição parar, esta ação irá impactar todo o sistema. Caso seja economizado tempo, em qualquer paragem, seja por que motivo for, este, terá benefício, pois poderá aumentar os lotes nas restrições, e aumenta a capacidade de fluxo (Guerreiro, 1996).

5. Uma hora economizada onde não é gargalo é uma ilusão;

Como já foi referido várias vezes, todo o sistema trabalha em função da restrição, pois esta determina o fluxo de trabalho, e qualquer esforço em reduzir os tempos, por exemplo de manutenção, em não-restrições, não é um ganho, mas sim uma ilusão, pois só aumenta o tempo ocioso.

6. Os gargalos governam o ganho e o inventário;

Tendo em consideração o que foi referido no princípio anterior quanto ao fluxo de sistema, que se traduz posteriormente no ganho da empresa também se acresce que, são as restrições determinam ainda os níveis de *stock*. Os níveis de *stock* são dimensionados e localizados em pontos estratégicos, de forma a isolar as restrições de possíveis flutuações estatísticas⁸. É fundamental evitar atrasos, que causem sobretudo

⁸ Por flutuações estatísticas pode-se entender como uma mudança de previsão e podem ser provocadas por exemplo, pelas não-restrições, por eventos aleatórios.

a paragem da restrição. Para tal, é necessário aproveitar ao máximo o potencial das restrições (Ferreira, 2007).

7. O lote de transferência não pode e não deve ser igual ao lote de processamento;

Uma fração do lote de transferência é lote de processamento. Num sistema, em que a restrição se encontre no meio do sistema, o recurso não-restrição antes do gargalo irá processar o lote de processamento, depois de processado terá determinada quantidade de lote de processamento, que anteriormente pertenceu ao lote de transferência, e será transferido para a restrição. Assim, os lotes não devem ser iguais, pelo que, a divisão dos lotes permite reduzir o tempo de passagem da não-restrição para a restrição, por exemplo. Deste modo, a redução do lead time, só será lead time global, caso o lote de transferência tenha sido aplicado à restrição (Ferreira, 2007; Guerreiro, 1996).

8. O lote de processamento deve ser variável, não fixo;

A TOC, ao contrário dos sistemas tradicionais, defende que o tamanho de lote de processamento pode e deve ser variável de uma operação para a outra, e em função da situação da empresa e do tipo de operação (Ferreira, 2007; Guerreiro, 1996).

9. Os programas devem ser estabelecidos tendo em consideração as restrições simultaneamente;

Na programação da produção, deve-se ter em consideração as restrições existentes e os *lead times*. A TOC considera que as ordens de produção, quando têm prioridade de produção, ficam menos tempo nas filas de espera, e estas, são dos principais componentes dos *lead times*. Os *lead times* podem ainda, colocar em causa a seriedade dos prazos. Portanto, a programação das operações e a capacidade das restrições, devem ser consideradas de forma simultânea (Ferreira, 2007).

2.6 Pressupostos da Teoria das Restrições

Em toda a abordagem da Teoria das Restrições, há pressupostos que são várias vezes referidos e que servem de base a esta Teoria. Correa e Gianesi (1996, como referidos em Soares et al., 2009), elencam quatro pressupostos:

- Qualquer empresa é um sistema;
- As restrições dificultam o alcance das metas;
- A gestão das restrições melhora o desempenho;
- As restrições podem mudar com o tempo;

Estes pressupostos já foram implicitamente mencionados anteriormente, pois na evolução da Teoria das Restrições, foi possível constatar estes quatro pressupostos em que a Teoria assenta. Assume-se que uma empresa é um sistema. E como já é conhecido, que um sistema é constituído por vários processos que estão intimamente interligados. Há um propósito para a existência das empresas, nomeadamente das empresas privadas, e não há dúvidas que o seu objetivo principal é ganhar dinheiro, hoje e no futuro. Em todo o processo produtivo existe pelo menos uma restrição, e esta limita a eficiência desse processo, e por consequência o alcance do objetivo global da empresa. Como também já foi aludido, se não existisse nenhum fator que impedisse o ganho, a empresa obteria lucro infinito.

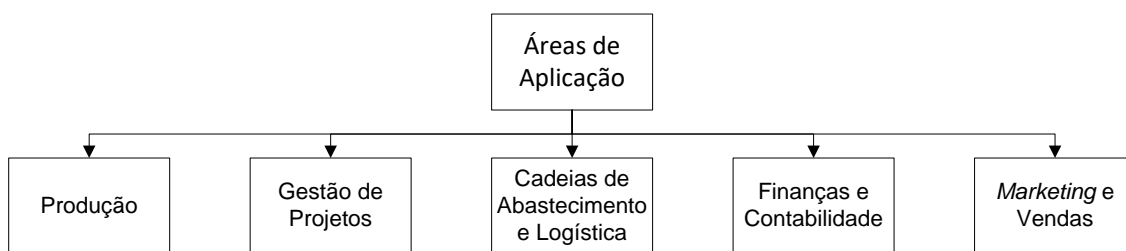
A TOC dispõe de cinco passos a seguir para melhorar a utilização dos sistemas de produção, utilizando as restrições, que serão abordados posteriormente. As cinco etapas, são estratégicas para gerir as restrições, e por muito paradigmático que possa ser, estas etapas valorizam as restrições, pois se forem bem geridas poderão ser benéficas. Depois de a restrição de determinado sistema ser melhorada, e o sistema for novamente analisado, haverá uma outra restrição. Pois como foi referido acima, em todo e qualquer sistema há pelo menos uma restrição.

2.7 Áreas de Aplicação

Embora, a Teoria das Restrições tenha nascido no âmbito da manufatura, foi evoluindo e ganhando adeptos das mais diversas áreas, pela sua capacidade de resolver diversos problemas em todo o mundo e em vários tipos de situações (Nagarkatte e Oley, 2018). A TOC, apesar de estar muito mais desenvolvida na vertente da produção, Chou et al., (2012), afirmam que a Teoria das Restrições tem sido aplicada extensivamente em diferentes campos, como a gestão de projetos, a gestão de cadeias de abastecimento, gestão de inventários e na melhoria de processos, mas ressaltam que a TOC foi aplicada

principalmente aos desafios gerais das empresas do setor privado, no que toca à melhoria de produção e logística. Modi, Lowalekar e Bhatta (2019), mencionam que embora a TOC se limitasse inicialmente à fabricação, Goldratt mostrou que a sua Teoria pode ser aplicada a diversas áreas, das quais à distribuição, aos projetos, às vendas e ao *marketing* e às finanças. Posteriormente, os autores indicam que a TOC também foi aplicada em muitas outras áreas, das quais, a gestão de projetos, gestão de cadeia de abastecimento. Pinto (2010), refere que já se encontra as aplicações da TOC nas áreas de gestão financeira, comercial e atividades militares. Correa e Giansesi (1996, como referido em Soares et al., 2009), apresentam-se firmes na apresentação das principais áreas de aplicação, que as apresentam na figura 3. Soares et al., (2009), partilha da mesma opinião que os restantes autores, no que toca ao seu surgimento no âmbito da produção. E estende-se às áreas de *marketing* e vendas, finanças e contabilidade, gestão de projetos e gestão de cadeias de abastecimento.

Figura 3-Áreas de Aplicação da TOC



Fonte: Baseada em Correa e Giansesi (1996, como referido em Soares et al., (2009)

Apesar da diversidade de áreas em que a TOC pode ser aplicada, o presente estudo incide sobre empresas de produção.

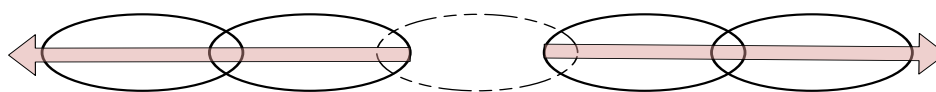
2.8 Definição de Restrição

No seguimento da definição da Teoria das Restrições, foram elencadas várias vezes o conceito de “Restrição” por diversos sinónimos, como é o exemplo de “fraquezas”, “questões críticas”, “fatores negativos” e “limitações do desempenho”. Pretende-se, agora, vir esclarecer cientificamente o significado de restrição num sistema.

Nagarkatte e Oley (2018), definem restrição como o fator mais importante, independentemente de uma organização ou da vida pessoal, que necessita de atenção.

Oferecendo essa atenção, e dedicando recursos para melhorar esse mesmo fator, este irá trazer uma grande mudança, na organização ou vida. Entende-se, portanto, que a restrição é algo que impede de alcançar uma meta, mas, dado o devido tratamento, irá repercutir-se na empresa por exemplo, e a meta estará mais perto de ser alcançada. As restrições não devem ser vistas como obstáculos, mas sim uma alavancagem para atingir a meta (Nagarkatte e Oley, 2018). Os mesmos autores referem o exemplo de uma simples corrente, afirmando que essa corrente é tão forte quanto o seu elo mais fraco. Se, por exemplo, uma corrente fosse submetida a esforços pelos dois lados em sentidos opostos, com um propósito, um dos elos iria ceder, tal como acontece na figura 4, em que o elo do meio se mostra enfraquecido. Esse elo, seria o elo mais fraco da corrente, sendo a restrição, para alcançar a meta ou o propósito. Para reparar esse elo, é necessário dar a devida atenção para o arranjar, e não fraquejar novamente. Assim, o alcance da meta encontra-se mais próximo.

Figura 4-Corrente com elo de Restrição



Fonte própria

Pode-se completar a presente ideia, com mais uma afirmação de Nagarkatte e Oley (2018), quando declaram que a TOC se for implementada de forma adequada, tem a capacidade de estabelecer a comunicação necessária entre os *stakeholders*⁹, sendo que cada *stakeholder*, torna-se um elo do sistema. Para Goldratt (1998), a restrição, ou gargalo é um recurso que não tem capacidade suficiente para responder à procura do mercado. Assim o estrangulamento impede a empresa de obter mais riqueza. Numa outra perspectiva encontra-se Soares et al., (2009), quando afirma que segundo a TOC, o gargalo é um estreitamento na saída de processo produtivo que impede esse processo de ser mais eficiente, pois as tarefas antes e depois deste processo “estrito” ficam dependentes dele. Um gargalo pode ser identificado em qualquer parte do sistema

⁹ Os *stakeholders* são todas as partes interessadas de uma organização, como os acionistas, e os fornecedores.

produtivo, no início, meio ou fim, a restrição pode até, ser um fator externo como o mercado. Afirmam ainda que um processo pode conter mais que uma restrição. Já para Pinto (2010), uma restrição ou estrangulamento é alguma coisa que limita o sistema impedindo-o de conseguir melhor desempenho tendo em vista a meta a alcançar. Pinto (2010), partilha uma ideia semelhante com a de Nagarkatte e Oley (2018), com o exemplo da corrente, afirmando que com uma corrente, a restrição será o elo mais fraco, o estrangulamento ou até *bottleneck*.

É possível concluir que, uma restrição, não é algo que pode ser avaliado como bom ou mau, é um fator, ou mais, existente em qualquer organização e sistema, pois, como já foi mencionado, se não existisse o lucro seria infinito. É o que gere a velocidade de produção e por conseguinte a riqueza, pois todo o processo produtivo depende dele. Quanto mais problemático for, mais longe a organização se encontra de alcançar a riqueza, que de modo geral se assume como o objetivo global das organizações com fins lucrativos. Deste modo, é impreterível tomar a existência da restrição como normal em qualquer sistema, porque é esta que dita a rapidez de produção, se estiver numa situação precária, é imprescindível tratá-la para que melhore o desempenho do sistema. Sim, porque uma vez considerada como algo que “atrasa” a produção, com devido tratamento, pode deixar de ser restrição, e a restrição passará a ser outra parte do processo. Goldratt fornece ainda um conjunto de passos para tratar a restrição, que será posteriormente exposto e explicado.

2.8.1 Gestão das Restrições

Um dos ramos principais da TOC segundo Cox III e Spencer (2002), é a Gestão das Restrições, que engloba três processos, os indicadores de performance, que permitem acompanhar a evolução e eficácia das ações implementadas, para o tratamento das restrições, o processo de melhoria contínua, que constitui um processo lógico e encadeado para a identificação e tratamento das restrições, e o processo de decisão sobre o *mix* de produção, que auxilia as empresas a decidirem quais os produtos necessários a produzir para atingir a meta. Julga-se importante relembrar que, as empresas são equiparadas a correntes compostas por elos, pelo facto de serem vistas

como um conjunto de processos interligados entre si, logo verifica-se uma relação de interdependência. Por esta razão, Goldratt evidenciou que um simples conflito pode levar a muitos efeitos negativos. Muitos problemas que são vividos nas empresas, são os sintomas de um conflito. Como afirmam Nagarkatte e Oley (2018), um problema pode ser apenas um sintoma de um problema subjacente, tal como a febre é sintomática de uma infeção. A TOC defende que os sintomas, ou os problemas que se vivem nas empresas, não devem de ser abordados individualmente, mas sim encontrar o conflito principal subjacente. A existência da lógica, quer na TOC, quer no entendimento das organizações como um sistema, ajuda a encontrar o conflito principal. Tal como exemplificam Nagarkatte e Oley (2018), tomar um comprimido para a febre, não resolve o problema da infeção, logo não se deve tratar os sintomas isoladamente, mas sim entender o tipo de infeção. O mesmo se aplica aos conflitos das empresas. Deste modo, com a definição clara do conflito e do seu tratamento, todos os problemas a ele inerentes, e que dependem dele logicamente, são resolvidos. Consequentemente, são economizados recursos e tempo.

2.8.1.1 Medidas para alcance da Meta: Indicadores de Performance

Partindo do pressuposto que a meta das empresas é “ganhar dinheiro agora e no futuro”, e que a TOC apresenta um conjunto de princípios, conceitos e regras para melhorar o ganho da empresa através da valorização da restrição que impede a empresa de obter mais lucro, ou seja, um conjunto de princípios, conceitos e regras para uma gestão de produção adequada, a TOC também fornece métricas para evidenciar os resultados.

Como as restrições é que determinam a capacidade produtiva¹⁰ de uma empresa, é em torno delas que os gestores tomam as suas decisões. Para melhorar o desempenho através do tratamento da restrição, Goldratt percebeu que a gestão das restrições não se pode restringir ao aspeto físico da produção, afinal, trata-se da riqueza da empresa, e esta envolve a parte financeira, a economia da organização (Ferreira, 2007). Neste

¹⁰ Segundo Dias (2017), a capacidade produtiva é a capacidade que é exigida para produzir determinada quantidade de produto ou serviços, que cumpra o *output* dos sistemas pré-estabelecidos.

contexto, Goldratt definiu três medidas operacionais com a finalidade de avaliar o grau de alcance da meta: o Lucro Líquido; o Retorno sobre o Investimento (ROI); e o *Cashflow*; Medidas, que para Pinto (2010), denomina de “medidas tradicionais” para a avaliação global da empresa. Justifica ainda, que segundo Goldratt, há dois motivos pela escolha destes três parâmetros. Por um lado, o controlo, avaliar até que ponto a empresa consegue alcançar o objetivo de gerar mais riqueza. Por outro lado, o foco em manter que todos trabalhem para o mesmo objetivo. Pergher, Rodrigues e Lacerda (2011) afirmam que a TOC propõe seis indicadores de resultados, que determinam o desempenho da empresa em relação ao seu objetivo final, dividindo esses indicadores em duas categorias. Por um lado, os indicadores globais e por outro, os indicadores locais. No que toca aos indicadores globais, Corbett Neto (1997, como referido em Pergher, Rodrigues e Lacerda (2011), enumera-os como: Lucro Líquido; Retorno sobre o Investimento (ROI); e o Fluxo de caixa. Neste enquadramento, Pinto, (2010) afirma que estas medidas revelam informações úteis para a gestão de topo, mas revelam muito pouco acerca do impacto das ações locais no resultado geral do sistema. Desta forma, nasce a necessidade de avaliar as tomadas de decisão da gestão, e da tomada de decisões operacionais locais. Para o combate a esta necessidade, conclui-se que as medidas globais precisam de ser avaliadas em conjunto de forma a fornecer informações financeiras relevantes. Assim, surgem três novas medidas: o Ganho; Inventário; e Despesas Operacionais. Ou, como Pinto (2010) divulga: *Throughput; Inventory; Operating Expenses;*

Na sua perspetiva encontra-se Kendall (2007, como referido em Pergher, Rodrigues e Lacerda, 2011), que aponta os indicadores locais, mencionando que estes, são: o Ganho; Investimento; e Despesa Operacional. Indicadores que auxiliam na medição do desempenho das decisões da gestão. Assim, entende-se por:

- Ganho: o índice pelo qual o sistema gera dinheiro através das vendas efetivas (Checoli, 2000; Ferreira, 2007).
- Inventário: todo o dinheiro que a empresa investe na compra de ativos de *stock*, como é o exemplo de matéria-prima ou máquinas.

- Despesa Operacional: todo o dinheiro que é gasto, ou dado como perdido, na transformação do produto (Checoli, 2000; Pinto, 2010).

2.8.1.2 Processo de Melhoria Contínua

Num mercado cada vez mais competitivo, e com as crescentes exigências de qualidade impostas pelos clientes é imperativo que as empresas assegurem e melhorem a sua posição competitiva, e a maneira mais eficaz é a adoção do processo de melhoria contínua. Independentemente do tipo de empresa, a melhoria contínua assegura a qualidade superior de produtos e serviços (Pinto, 2010). Daqui, nasce a necessidade de identificar corretamente a área que se pretende produzir a melhoria e o maior impacto a nível geral. Souza, (2006) afirma existirem dois tipos de melhoria continua na Teoria de Goldratt, o processo de melhoria contínua para restrições físicas, e o processo de melhoria contínua para restrições não-físicas,

2.8.1.2.1 Tipos de restrições

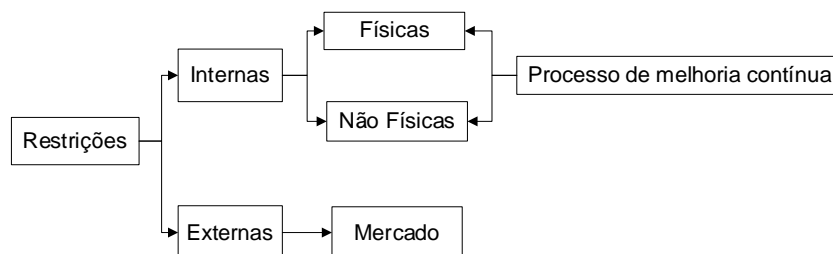
Antes de qualquer tratamento das restrições, é importante conhecer a meta da empresa. Depois, é importante perceber o impacto que a restrição tem no sistema, e compreender a natureza da restrição.

Numa primeira opinião sobre as possíveis naturezas de restrições, encontra-se Correa e Giansi (1996, como referido em Soares et al., 2009) que nomeiam várias restrições a serem consideradas num ambiente de manufatura como: restrições de mercado, restrições de fornecimentos, restrições de capacidade do processo produtivo e restrições políticas. No entanto, Soares et al., (2009) acrescenta que se podem agrupar a natureza das restrições, e afirma que cada organização pode ter pelo menos uma restrição física (como máquinas com baixo desempenho produtivo), ou uma restrição não-física (como as políticas de empresa, comportamentos, culturas ou mercado). Da mesma opinião, partilha, Pinto (2010), afirmando haver dois tipos de restrições. Por um lado, as restrições físicas, que é o caso de um bem palpável, por outro lado, as restrições não-físicas, que podem ser entre muitas outras, comportamentos, culturas e tendências de mercado. O autor refere Goldratt quando afirma no seu *best seller "The Goal"*, que as restrições físicas, grande parte das vezes são consideradas reflexos das restrições

comportamentais ou de procedimentos da organização. E também Guerreiro (1999), que afirma existirem dois tipos de restrições, sendo a primeira, a restrição física, que envolve máquinas, materiais, pedidos e pessoas e é denominada como restrição de recurso, e o gargalo reflete capacidade insuficiente. Já no que toca ao segundo tipo de restrição, esta é denominada por restrição política, e é formada por exemplo, com normas e procedimentos.

Em forma de conclusão, é possível perceber que todos os autores apresentados, partilham de uma opinião convergente quanto ao tipo de restrições existentes. No entanto, alguns preferem agrupar as restrições. Podem existir várias restrições num sistema, mas, estas, são agrupadas por restrição física, ou restrição de recurso e restrição não-física, ou restrição política, mas, por uma questão de simplicidade e até concordância com alguns autores, será considerada uma terceira, a restrição de mercado (Dias, 2017). O primeiro tipo de restrições enunciadas, são restrições como o próprio nome indica, de recursos, de bens, de objetos “palpáveis ou tangíveis, tudo o que é possível controlar. Já o segundo tipo de restrições, políticas ou não-físicas, também apresentam um nome bastante óbvio, pois engloba comportamentos, políticas, culturas de empresa, ou seja, bens intangíveis, bens que não é possível, pelo menos diretamente, o ser humano controlar. O terceiro tipo de restrições, advém das restrições não físicas, e refere-se às restrições que se encontram fora do sistema, que será abordado mais à frente.

Figura 5-Tipos de restrições



Fonte: Baseado em Watson, K., Blackstone, J. E Gardiner (2007 como referido em Dias, 2017).

2.8.1.2.2 Processo de Melhoria Continua para Restrições Físicas

2.8.1.2.2.1 Metodologia de cinco passos

No seguimento da elucidação sobre as restrições físicas, e do processo de melhoria contínua, a TOC propõe cinco etapas de focalização para a gestão das restrições, também denominada de Process Of Ongoing Improvement (POOGI) :

1 Identificar a restrição do sistema;

É a etapa da identificação do recurso que tem toda a sua capacidade tomada e que limita o desempenho do sistema. Goldratt e Cox (2003, como referido em Soares et al., 2009), apontam formas para identificar a restrição, sendo que estas podem ser, por cálculos de carga versus capacidade de cada recurso, por simples passagens pela zona de trabalho, e verificar onde se encontra maior acumulação de trabalho em vias de ser processado, ou através do diálogo com os colaboradores questionando sobre o recurso que atrasa e compromete a entrega.

2 Explorar a restrição do sistema;

Para Pinto (2010), este é a etapa mais difícil. Trata-se da necessidade de tirar máximo proveito da restrição. É importante lembrar que qualquer tempo perdido no gargalo, é tempo perdido em todo o sistema. O mesmo se aplica à economia de tempo, qualquer tempo ganho no gargalo, é tempo ganho no sistema inteiro.

3 Subordinar todo o sistema à restrição;

O grande objetivo nesta etapa é que todos os recursos trabalhem em função da restrição. Não devem trabalhar nem mais nem menos que a restrição, pois por um lado podem aumentar o nível de stock em processo, por outro pode atrasar o trabalho da restrição (Souza, 2006). Soares et al., (2009), afirma que, nesta fase, caso se verifique que a restrição está a trabalhar na capacidade máxima com todos os recursos a ela subordinados, e ainda assim, a capacidade for inferior à procura, é necessário elevar a restrição do sistema.

4 Elevar a restrição do sistema;

Nesta etapa são reunidos as alternativas para elevar a restrição do sistema. Para tirar o máximo possível da restrição, Pinto (2010), aconselha a analisar alguns aspetos, dos

quais o fornecimento de materiais ou outros recursos, os turnos e o ciclo produtivo, podendo ser tomada a decisão de investir em novos recursos. Quando se eleva a restrição, não se tem recursos suficientes, então, acrescenta-se mais recursos até chegar o momento em que não é preciso mais. A partir do momento em que a capacidade da restrição é elevada, logicamente, todo o sistema também é elevado. Nesta etapa a restrição deve ser desfeita, mas logo, um novo limitador aparecerá (Ferreira, 2007).

5 Retomar à etapa 1;

Esta é a última etapa, e pós a restrição ser desfeita, é importante que inicie todo o processo, voltando à etapa 1. Pois como já foi mencionado, após uma restrição ser desfeita, logo aparecerá outra. Assim, não se deve deixar a inércia entrar no sistema e se torne a restrição. Para que seja efetivamente um processo de melhoria contínua é importante rever todo o sistema depois de uma restrição desfeita.

2.8.1.2.2.2 *Conceito Drum Buffer Rope (DBR)*

A Teoria das Restrições propõe ainda um modelo de programação e controlo da produção, denominada de Drum Buffer Rope (tambor-pulmão-corda: TPC). Este método visa não só maximizar a produção, como também gerir a produtividade em todo o sistema. A programação é feita com base na metodologia de cinco passos, e o controlo, na gestão dos pulmões (Checoli, 2000). A gestão de pulmões é uma variante do modelo TPC.

Os autores, Slack, Chambers e Johnston (2002, como referido em Ferreira, 2007) elucidam que o tambor corresponde ao gargalo do sistema, fornecendo o ritmo de produção. Este ritmo é que determina a programação dos recursos não gargalo, puxando o trabalho (corda), tendo em consideração a capacidade do gargalo, e não do restante sistema. O ritmo de produção do gargalo nunca deve ser inferior à sua capacidade máxima. Deste modo, os stocks de proteção, ou capacidade de proteção¹¹ (pulmão), devem ser colocados antes do estrangulamento, garantindo assim, que este nunca pare (pulmão de tempo).

¹¹ Para Dias, (2017), a capacidade protetiva corresponde à capacidade extra que deve estar disponível no tambor, para evitar eventuais paragens, protegendo o *output*.

Tal como já foi mencionado anteriormente, segundo a TOC, qualquer sistema só pode produzir o correspondente à capacidade do seu recurso restritivo (RRC¹²). O RRC, corresponde ao tambor, pois é este que dita o ritmo da produção do restante sistema, entende-se, assim, que o tambor determina o ritmo da batida a ser seguido pelo restante sistema. Desta forma, todos os restantes recursos devem ficar sincronizados com esse ritmo (Souza, 2006). O Tambor deve trabalhar na sua capacidade máxima, e para tal, é importante protegê-lo de incertezas que possam atrasar a programação, como a falta de material (Ferreira, 2007). Para evitar interrupções do tambor, deve ser criado um stock em frente à restrição, assim no caso de falta de material, existirá esta proteção, que assegurará a produção durante algum tempo, e evita as paragens. Esta proteção dada ao tambor, denomina-se de Pulmão (Ferreira, 2007).

O pulmão é um mecanismo que mantém o tambor sempre em atividade e deve proteger o tambor de possíveis interrupções. Os pulmões garantem a confiabilidade das datas fornecidas ao cliente (Ferreira, 2007). Resende Júnior (2006, como referidos em Soares et al., 2009), afirmam que os pulmões agregam recursos para o tambor, nomeadamente tempo e materiais. De modo a completar esta explicação, Souza, (2006) como referido em Silberman et al. (2012), declara que, a proteção para a restrição não parar, é criada para ir libertando material no processo para que chegue com alguma antecedência de tempo. A essa antecedência é que a TOC denomina de Pulmão. O pulmão não tem exatamente um tamanho específico. O tamanho do pulmão depende por um lado, das flutuações estatísticas do processo e por outro, pela capacidade protetora dos recursos não restritivos¹³ (Souza, 2006). Para Souza (2006), é possível encontrar dois riscos associados ao tamanho do pulmão. De um lado, pulmões pequenos podem fazer com que o RRC pare, do outro, pulmões grandes aumentam o inventário, as despesas operacionais, o lead time e conseqüentemente a caixa¹⁴. A gestão de pulmões é importante para garantir as programações das restrições e da entrega dos pedidos.

¹² São recursos em que a procura é superior à capacidade de produção, sendo o recurso que comanda a produção, uma vez que é o mais lento: *Bottleneck*, Dias, (2017).

¹³ Os recursos não restritivos, são todos os recursos que apresentam capacidade superior à procura, e ao recurso restritivo. Estes recursos necessitam de capacidade protetiva, de forma a garantir que os recursos restritivos tenham sempre material e não param, (Dias, 2017).

¹⁴ Caixa é um conceito utilizado na contabilidade para referir o dinheiro propriamente dito.

Assim como averiguar se os pedidos vão ser entregues nas datas previstas. Deste modo, a gestão de pulmões vem representar uma importante tarefa de quantificar e identificar sistematicamente as paragens no processo (Souza, 2006).

Em todo este processo, poderá ainda ocorrer buracos nos pulmões, ou paragens, que corresponde ao erro encontrado na programação, tal como Souza (2006), explica, que gerir pulmões basta comparar a data de entrada efetiva de determinada peça com a data que foi programada. No caso de ser constatado uma falha, e determinada peça não se encontre no lugar previsto, o autor denomina de “buraco no pulmão”. Caso se verifique alguma paragem, é considerado como um aviso de que algo está errado. No DBR, quem causa os “buracos”, são a restrição e os recursos não restritivos, assim considera-se que estes devem ser melhorados. Enquanto o pulmão é um mecanismo de tempo, a corda é um mecanismo de sincronização entre o pulmão e o tambor (Soares et al., 2009). Resende Júnior (2006) como referido em Soares et al., (2009), afirmam que as cordas servem de comunicação entre o processo de restrição e o processo final que limita o material a ser libertado para sustentar a atividade do tambor. Ou seja, o pulmão é programado tendo em consideração o ritmo de produção imposto pela batida do tambor, e a corda vem representar a sincronização aí presente, pois é a corda que estabelece a comunicação entre o tambor e o início do processo, na medida em que esta puxa o trabalho de acordo com o ritmo do tambor. Gupta et al., (2010, como referido em Dias, 2017), afirmam que para implementar o DBR com sucesso, há três fatores indispensáveis:

- Envolvimento ativo por parte dos gestores de processo na implementação;
- Despender uma quantidade significativa de tempo para desenvolver regras de planeamento para o tambor e por sua vez, simulá-las.
- Durante o processo, poderão ser necessários ajustes e/ou mudanças.

2.8.1.2.3 Processo de Melhoria Contínua para Restrições Não-Físicas

Segundo Goldratt (1990, como referido em Checoli, 2000), as restrições são sempre resultado dos nosso bloqueios mentais. Quando a restrição de um sistema, não é óbvia, ou seja, quando a restrição é não-física e interfere no aumento do ganho da empresa,

num processo de melhoria contínua, a TOC apresenta um conjunto de ferramentas lógicas, baseadas nas relações de causa e efeito, chamado *Thinking Processes* (TP) – Processos de Pensamento. Para tratar as restrições não-físicas, através do TP, é preciso responder a três questões impostas pela TOC, em que cada questão utiliza ferramentas peculiares como auxílio de resposta:

1 O que mudar?

O objetivo desta questão é identificar a restrição do sistema, identificar o problema. Como não se trata de uma evidência física, o propósito é diagnosticar a situação. De modo a encontrar a causa-raiz dos sintomas e a realidade enfrentada pela empresa, a questão pretende que a resposta utilize dados, sentimentos e intuição (Nagarkatte e Oley, 2018). A ferramenta utilizada para responder a esta questão é a *Árvore de Realidade Atual (ARA)-Current Reality Tree (CRT)*. O CRT é um diagrama utilizado para descobrir como se encontra o sistema e o que precisa de ser mudado. Visa identificar a restrição do sistema, através da constatação de efeitos indesejáveis-*Undesirable effects* (UDEs) e das suas causas. O mapeamento das interligações de causa-efeito que une as UDEs irá permitir identificar o problema, e traduz-se na construção da CRT, e aqui, já é possível identificar o que mudar (Ayres e Cogan, 2012; Nagarkatte e Oley, 2018; Scoggin, Segelhorst e Ra Reid, 2003; Souza, 2006). Para um melhor entendimento acerca da construção de uma CRT, é apresentada no Anexo I, um exemplo desta árvore.

2 Para o que mudar?

Muitas vezes, são algumas das políticas da empresa que causam problemas crónicos no sistema que são causados muitas vezes por conflitos (Souza, 2006). Para verificar o que está por trás do conflito para poder eliminá-lo, a TOC aconselha o Diagrama de Dispersão de Nuvem ou de Resolução de Conflitos (DDN) ou Nuvem evaporante (EC)-*Evaporating Cloud-Cloud*. Este diagrama é capaz de mostrar o caminho a seguir (Souza, 2006). Esta ferramenta traz à tona pressupostos sobre a realidade da empresa e apresenta opções para acabar com o conflito (ver Anexo II). Para obter uma solução definitiva, a TOC fornece a *Árvore de Realidade Futura (ARF)- Future Reality Tree (FRT)*. Esta ferramenta ajuda a perceber o que se pretende que a empresa seja no futuro, identificando objetivos estratégicos e efeitos desejados. Para encontrar o conflito é

importante evitar UDEs. Na construção da FRT, todo os ramos que sejam identificados como ramos negativos, ou seja, que sejam efeitos negativos das ideias propostas, é imprescindível a proposta de novas ideias capazes de se sobreporem, tornando as UDEs em DEs (*Desirable Effects*), (Nagarkatte e Oley, 2018). Todas estas ideias e suas interações são necessárias para a solução do conflito. Ao processo de dissolução do conflito por uma ideia, chama-se injeção (Ayres e Cogan, 2012; Nagarkatte e Oley, 2018; Souza, 2006). Para um melhor entendimento, no Anexo III está representada uma FRT.

3 Como mudar?

Nesta etapa, com a estratégia pronta, é o momento de planejar e definir como implementá-la através da *Árvore de Pré-Requisitos (APR)-Prerequisite Tree (PRT)*, ou também denominada de *Árvore Alvo Ambicioso (AAA)-Ambitious Target Tree (ATT)*. Este diagrama ajuda a definir os objetivos intermediários que se pretende alcançar para implementar a ARF. Começa-se por identificar os obstáculos existentes entre o presente e a realidade que se deseja para implementar as ações (injeções), (Nagarkatte e Oley, 2018). Posteriormente deve ser construída a *Árvore de Transição (AT)- Transition Tree (TT)*. Esta ferramenta lógica auxilia na definição de ações efetivas a serem implementadas e conseqüentemente permite o alcance dos objetivos intermediários da PRT, mudando assim, a realidade. Nos Anexos IV e V, seguem-se, respetivamente, uma apresentação de cada uma das árvores.

Segundo Dias, (2017), posteriormente às cinco árvores acima descritas, houve uma sexta árvore, o Mapa dos Objetivos Intermédios – *IO Map (Intermediate Objectives Map)*, ou *Goal Tree (GT)* também pensada por Goldratt, mas este, acabou por não aprofundar esta ferramenta. Apesar de ter sido a última árvore a ser pensada, é a primeira a ser considerada, seguindo-se as restantes. Dias, (2017), refere ainda, que quem considerou esta árvore muito útil e até imprescindível, foi Dettmer, (2003). Tal como todas as outras árvores respondem a uma questão genérica colocada por Goldratt, esta árvore responde à quarta questão “Qual o objetivo desejado?”. Muitas vezes a própria gestão ou pessoas envolvidas no projeto, têm dificuldades em definir o objetivo. O Mapa de Objetivos Intermédios serve ainda como um robusto alicerce à construção de todas as outras árvores, Dias (2017).

4 Qual o objetivo desejado?

Embora pareça ser uma questão fácil de responder, a verdade é que nem sempre é simples definir o objetivo. Esta questão pode ser entendida como “localizadora do destino”, pois inicia-se com o fim na mente, (Dias, 2017). Sproull, (2003, como referido em Dias, 2017) afirma que a GT é uma magnífica ferramenta que visa demonstrar os motivos pelos quais a organização não atinge os seus objetivos. Dettmer (2003, como referido em Sproull, 2003, referidos em Dias, 2017) afirma que esta ferramenta tem a vantagem de agregar melhorar todas as restantes árvores, e por sua vez, acelerar a sua elaboração. O GT não é nada mais, nada menos como uma representação visual e intuitiva do objetivo do sistema, que o relaciona com fatores críticos de sucesso e condições necessárias para os atingir, que será referido no capítulo seguinte. Um exemplo de uma *Goal Tree* é apresentada no Anexo VI. Sproull, (2003, como referido em Dias, 2017), completa ainda que na hipótese de não haver grande período de tempo para uma análise completa dos TP, a construção da GT pode ser utilizada isoladamente, para elaborar a análise do sistema, recorrendo a um código de cores (verde: caso se verifique; amarelo: verificado parcialmente; e vermelho: não se verifica), e através da sua observação, facilmente se constata o que é mais urgente e benéfico de melhorar.

A CRT, FRT e TT são árvores de causa-efeito, ou seja, seguem uma lógica de causa que podem ser de qualquer uma das situações, (Dias, 2017): (Consultar o Anexo VII para perceber o esquema de leitura)

- A é suficiente para causar C;
- A e B em conjunto são suficientes para causar C;
- A ou B é suficiente para causar C.

As EC e PRT são árvores baseadas em condições necessárias do tipo: para ter A é preciso ter B, Dias (2017).

A tabela 1 sintetiza toda a informação acima relatada e é possível verificar qual a ferramenta dos TP que se adapta e auxilia a responder a cada questão, bem como o objetivo de cada questão.

Tabela 1- Como responder às questões com as Ferramentas TP.

Questão	Objetivo	Ferramenta do Processo de Pensamento
Qual o Objetivo Desejado?	Definir o objetivo do sistema;	IO MAP/ GT
O que mudar?	Identificação de problemas;	CRT
Para o que mudar?	Desenvolvimento de soluções;	EC e FRT
Como causar a mudança?	Implementação de Soluções;	PRT e TT

Fonte Própria

O processo de Raciocínio da TOC visa a definição do objetivo do sistema, a listagem de sintomas sentidos e observáveis, seguido de uma análise de causa-efeito objetivando a identificação da causa do conflito central. Posteriormente, examinando os pressupostos por trás desse conflito, é possível identificar a restrição, permitindo depois delinear estratégias para melhorar esse processo. Em todo este processo resumem-se as cinco etapas de construção de árvores, permitindo resolver a restrição não-física.

No que toca às restrições não-físicas, pode-se ainda referir as restrições de mercado. Embora seja restrição não-física não são aplicados os TP. Quando se verifica que um sistema apresenta um alto nível de melhorias a nível de restrições internas, prevê-se que a dada altura a restrição está fora do sistema, passando a ser uma restrição de externa ao sistema. Estas restrições denominam-se de restrição de mercado, e geralmente constata-se que há demasiada oferta relativamente à procura (Dias, 2017). Aqui a empresa deve desenvolver estratégias para alcançar vantagem competitiva, e por sua vez aumentar as vendas. Dias (2017), menciona que nestes casos as empresas devem focar-se em adquirir vantagem competitiva, e não em insistir em melhorar as suas operações.

2.9 Roadmap

Do mesmo modo que as empresas, pretendem atingir a vantagem competitiva e fazer frente à competitividade de mercado, através do aumento de produção, redução de custos, e diminuição de problemas organizacionais, e se pretende dar atenção à Teoria das Restrições como a chave de resolução, estas, também não devem esquecer a

necessidade de inovação, uma vez que esta apresenta-se também como uma alavancagem para atingir a vantagem competitiva. Vasconcellos, (1999, como referido em Camargo, Ariel, Damke e Dechechi, 2017), defende que em resposta às necessidades do mercado e investimentos da concorrência, a competitividade de cada empresa, é propensa a orientar-se pela sua capacidade de inovação. Para Porter, (1999, como referido em Camargo et al., 2017) qualquer empresa que explore a inovação no sentido mais amplo, abarcando novas tecnologias e metodologias, apresenta vantagem competitiva. Neste contexto, é cada vez mais crescente a procura de fazer as coisas de formas diferentes, utilizando ferramentas que auxiliem as organizações a obter diferentes perspetivas e inteligência diferenciada, (Camargo et al., 2017). É ainda neste enquadramento, que se pretende inserir a construção de um *Roadmap*, e este, venha apresentar contribuições para vantagem competitiva e alavancar a inovação, que é tão importante, neste processo de mudança e adaptação. Julga-se, que a acoplagem entre chave para a resolução dos problemas organizacionais, e a utilização de ferramentas inovadoras, como o *Roadmap*, através da sua relação de convergência, seja o mecanismo que as empresas tanto idealizam, para impulsionar um alto nível de competitividade para as organizações.

Kostoff e Schaller, (2001, como referido em Camargo et. al., 2017), afirmam que a prática de elaboração de *Roadmap*, é um mapa que permite uma ampla visão do futuro de determinado tema, sendo realizado com o auxílio de pessoas com conhecimentos sobre esse tema. Uma outra vantagem que o *Roadmap* apresenta, é a visualização de recursos e tempo.

3. METODOLOGIA

Diante da importância da implementação da Teoria das Restrições, como abordagem e ferramenta de apoio à gestão e voltada para solucionar problemas organizacionais, foi possível verificar a escassa aplicabilidade e conhecimento, em Portugal e outras partes do mundo, por este motivo, também se verificam grandes lacunas.

Este estudo teve como objetivo, realizar por meio de processo estruturado, a seleção de um referencial teórico com conhecimento científico sobre o tema a nível internacional. Deste modo, a estratégia metodológica é qualitativa. Para Freitas (2017), o método qualitativo favorece amostras de pequenas dimensões que são propositadamente escolhidas, tendo por base um conjunto de requisitos particulares.

O presente trabalho apresenta-se ainda como sendo descritivo e exploratório. Foi realizado estudo para desenvolvimento de familiaridade com a implementação da TOC em empresas, e explorar todas as suas etapas e procedimentos detalhados subentendidos nesse âmbito, utilizando até abordagem dedutiva, para posteriormente poder descrever todo o fenómeno de implementação por etapas essenciais e construir o *Roadmap*. Para Gil (1999, como referido em Ferreira, 2007), a pesquisa descritiva visa estudar as características de um objeto de estudo ou estabelecimento entre variáveis. Já Ferreira, (2007), afirma que uma pesquisa exploratória tem a capacidade e a vantagem de proporcionar uma nova visão do problema. Quanto ao desenho e ao método é comparativo com análise de conteúdo. Os estudos e investigações nacionais, são praticamente inexistentes. Foram levantados dados primários e secundários, por meio de revisão bibliográfica e estudos de caso, a seleção de artigos foi feita através de plataformas como “B-on”, “ResearchGate”, “Taylor & Francis Group”, “SciELO”, “RCAAP” e “WebScience”. Os documentos extraídos das plataformas para poder cumprir os objetivos de estudo, foram estudos de caso, de empresas, com implementação da TOC entre 1997 e 2014. O tamanho da amostra é de nove empresas, conscientemente pequeno, pelos motivos supramencionados. No entanto, julga-se que foram suficientes, pois o resultado seria obter as informações necessárias através da sua comparação, para o *Roadmap*. A amostra é não probabilística intencional. Para dar resposta às questões

de investigação, e cumprir os objetivos propostos, numa primeira etapa, para a recolha do material, foram utilizados critérios específicos. Nesta primeira etapa, a intenção foi a recolha de estudos de caso com implementação da TOC. Desde esta etapa que se verificou a grande dificuldade em encontrar material alusivo ao tema de implementação TOC. Dos poucos artigos recolhidos, na sua grande parte relatavam apenas o impacto da implementação nos resultados das empresas, ou seja, o estado antes e depois da implementação, não apresentando assim, qualquer informação mais peculiar que era necessária para dar cumprimento aos objetivos e questões.

Tal como já foi mencionado acima, o tema da Teoria Das Restrições, é um tema que ainda é muito desconhecido entre profissionais e alunos. Tal como Pinto (2010), afirma, o OPT não tem recebido muita atenção, e a nível académico não é um tema que é abordado com detalhe. O autor, lamenta ainda a “ligeireza” das publicações sobre a gestão de operações que desenvolvam o OPT e os conceitos a ele relacionados. Foi ainda, possível verificar essa ligeireza que o autor alude. Por um lado, a quantidade de artigos que o tema seja a TOC, não é imensa. Por outro lado, o conteúdo de informação é tão superficial, que se torna complexa a tarefa de recolha de dados para poder levar avante o trabalho. Devido, à pequena quantidade de material encontrado, alguma promiscuidade na alusão ao tema, e falta de detalhe e particularidades na implementação, foi necessário avançar para uma segunda etapa, visando alargar as fronteiras e plataformas de pesquisa, diversas vezes. Na tabela 2 estão enunciados critérios e os exemplos utilizados na recolha de material. Mesmo assim, a informação obtida na recolha de artigos não era tão objetiva quanto se pretendia. Embora tenha sido um requisito crucial, o detalhamento da implementação, este, torna-se um obstáculo, pois estreita a aceitação dos artigos. Uma vez que, o processo de implementação da TOC tem burocracias associadas e é um projeto de médio-longo prazo, são escassos os documentos que relatem detalhadamente essas burocracias que são essenciais à investigação. Pela necessidade do detalhe nos artigos, é que um dos critérios seria documentos que fossem estudos de caso. Para Gil, (1999 como referido em Ferreira, 2007), os estudos de caso são caracterizados pelo profundo e exaustivo estudo de um ou vários objetos, de forma a permitir ampliar e detalhar o conhecimento.

Na figura 6, é uma demonstração da falta de material sobre o tema. Na opinião de Haro et al., (2016, como referido em Freitas, 2017), caso se constate a carência de trabalhos de investigação relacionadas com o campo em estudo, o desenho da pesquisa remete para o género de estudo exploratório-descritivo.

A seleção de artigos foi feita através do seu conteúdo, que contribuíram e permitiram a elaborar a Revisão de Literatura. Numa fase da segunda etapa, recorreu se a repositórios de dissertações, encontrando então, o material que permitiu reunir a informação necessária para a construção do *Roadmap*¹⁵.

A Teoria e o *Roadmap* foram gerados através do cruzamento de informação entre os diferentes materiais. Freitas (2017) menciona que, a grande diversidade e integração dos métodos, conseguem produzir grande confiança nos resultados obtidos. Esta estratégia consiste em combinar os diferentes métodos e detetar os pontos fortes e os pontos fracos dos artigos, complementando-os com outros, e assim completar e ultrapassar as possíveis fraquezas. Para gerar a teoria, foram cruzadas diversas opiniões acerca de determinado tema, para avaliar a convergência, e atingir a máxima consistência nos resultados.

Tabela 2- Critérios específicos para recolha de material

Critérios	Finalidade
<ul style="list-style-type: none"> • Artigos de revisão bibliográfica sobre a TOC; • Artigos sobre a implementação da TOC em organizações; • Artigos de estudos de caso de implementação TOC • Livros acerca dos temas: TOC; Revolução industrial; Fordismo; Taylorismo 	Revisão de Literatura
<ul style="list-style-type: none"> • Artigos com estudos de caso de implementação da TOC em organizações; 	Metodologia

Fonte Própria

¹⁵ O *Roadmap* pode ser visto como uma bússola do gestor, que lhe indica o caminho a levar, indica o tempo que pode demorar, os recursos e custos que envolve e todas as etapas até chegar ao seu objetivo. Todos estes elementos foram levados em conta como informação necessária para a sua construção.

Figura 6- Resultados de Pesquisa

Web of Science

Pesquisa Ferramentas Pesquisas e alertas Histórico de pesquisa Lista marcada

Resultados: 10.283
(de Todas as bases de dados)

Você pesquisou por: TÓPICO: (theory of constraints case study)
Tempo estipulado: Todos os anos.
Bases de dados: WOS, CCC, KJD, MEDLINE, RSCI, SCIELO.
Idioma da pesquisa=Auto
...Menos

Refinar resultados

Procurar nos resultados

Classificar por: Data Numero de citacoes Total de uso Relevância Mais

1 de 1.029

Selecionar página Exportar... Adicionar à Lista marcada

1. On formations of monoids
Por: Branco, Mario J. J.; Gomes, Gracinda M. S.; Pin, Jean-Eric; et al.
JOURNAL OF PURE AND APPLIED ALGEBRA Volume: 224 Edição: 11
Número do artigo: UNSP 106401 Publicado: NOV 2020

2. Multi-period portfolio selection with mental accounts and realistic constraints based on uncertainty theory
Por: Chang, Jinhua; Sun, Lin; Zhang, Bo; et al.

Analisar resultados
Recurso de relatório de citações não disponível. [?]

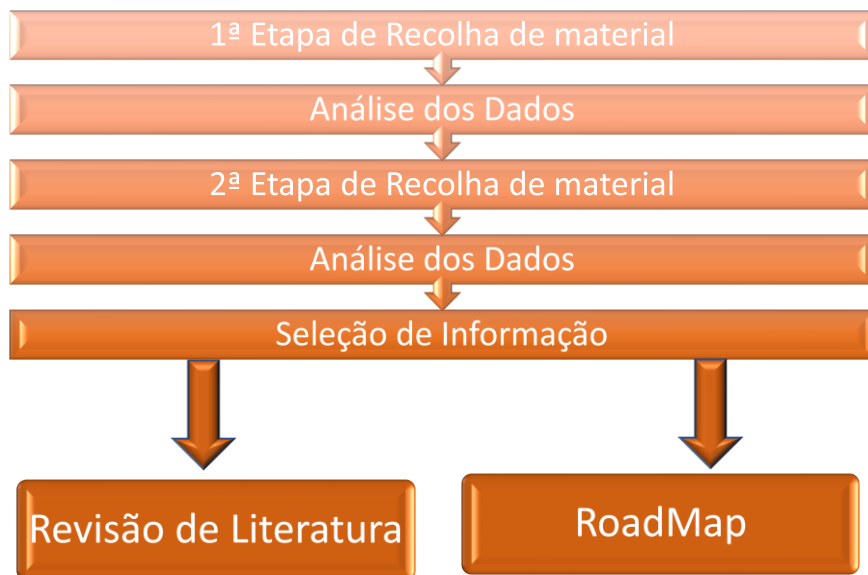
Número de citações: 0
(de todas as bases de dados)

Total de uso

Número de citações: 0
(de todas as bases de dados)

Fonte: WebScience

Figura 7- Metodologia



Fonte própria

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O presente capítulo visa a apresentação e discussão de resultados, obtidos através da metodologia anteriormente descrita. Primeiramente será apresentado um “texto-guia” de implementação, que serviu de suporte à construção do Fluxograma (Anexo VIII) e do *Roadmap* abaixo indicados, e este, tem como objetivo principal auxiliar na interpretação quer do Fluxograma, quer do *Roadmap* construídos. Em ato de humildade, é ainda relevante, referir que o *Roadmap* não deve ser visto como um último modelo pronto a utilizar, porque não foi testado nem validado num ambiente prático. Foi elaborado com informações teóricas, obtidas em ambientes práticos de implementação, que ajudaram notoriamente na sua construção. É intenção, com a sua construção, ser um contributo e um auxílio para o projeto de implementação, mas com a necessidade de ser ajustado e validado.

Para construção destas duas ferramentas, foram utilizados o “*Microsoft Office Visio*”, e “*Microsoft Office Excel*” e o conhecimento da autora para a utilização das mesmas.

Tendo em consideração as noções básicas sobre a TOC, fornecidas pela Revisão bibliográfica, e em jeito da utilização e compreensão do *Roadmap* que visa auxiliar na implementação da TOC é necessário ter em consideração alguns aspetos.

Quando é colocada a hipótese de implementação da TOC, normalmente, esta, é colocada por alguém que está minimamente consciente e envolvido com os problemas que a empresa enfrenta. É o caso de alunos estagiários, ou colaboradores com cargos intermédios.

A criação de requisitos para a implementação, foi visto como algo que pode auxiliar o projeto de implementação. Esses requisitos, permitem comparar e verificar se a empresa terá o caminho facilitado. Apesar da Teoria das Restrições fornecer uma solução holística, (Nagarkatte e Oley, 2018), há fatores que podem ser levados em consideração como requisitos para que o sucesso esteja à vista, ou seja, fatores que facilitam a implementação. Checoli (2000), e Ferreira (2007), mencionam que entre os fatores que facilitaram a implementação os que se destacaram foram o apoio da gestão, a necessidade de comunicação e planeamento, bem como a definição dos objetivos que se pretende alcançar. É indispensável os consultores externos, devido particularmente,

à sua experiência. O facto de se verificar um ambiente de abertura em que as pessoas não demonstrem qualquer tipo de resistência, como já foi referido anteriormente, é um fator fundamental. Assim, definiram-se os seguintes requisitos:

Tabela 3- Requisitos para Facilitar a Implementação TOC

Requisitos	
• Apoio da Gestão;	• Comunicação;
• Planeamento;	• Ambiente e cultura de abertura;
• Definição clara dos objetivos;	• Comprometimento;
• Condições Monetárias;	• Consultores Externos;

Fonte Própria

Tal como todos os projetos, há sempre a possibilidade de falhar, e a implementação TOC não é exceção. Neste contexto, é necessário ter em conta alguns requisitos para que a implementação seja feita com sucesso. Assim, considera-se um requisito primário para que todo o projeto faça sentido, ter o apoio por parte da Gestão, pois levar avante um projeto, sem permissão da gestão, é uma perda de tempo. Um outro requisito que é um passo para o sucesso, é a comunicação e o comprometimento, não só por parte da gestão, mas por toda a comunidade organizacional. O comprometimento é considerado essencial na medida em que a TOC é um processo de melhoria contínua e necessita de responsabilidade por parte da empresa que inicialmente se comprometeu a esse processo. Informar todos os colaboradores do que se pretende fazer, e levar em conta as suas opiniões, pode ser interpretado como uma atitude de motivação. Não menos importante, é as condições que a empresa oferece, relativamente à flexibilidade, abertura e mesmo a nível monetário. Se a empresa revelar um ambiente e uma cultura muito fechados e rígidos, a tarefa de implementação, em nada está facilitada, neste seguimento, é importante que se viva ambientes com adaptação à mudança. Tudo faz sentido se houver profissionais da área TOC na empresa, quer pela eficácia e eficiência da implementação, quer pela formação que tem de ser dada continuamente a todos os colaboradores.

Como já foi referido, todas as empresas existem com um propósito. É necessário identificar o objetivo da empresa, mais concretamente o porquê de ela existir. Independentemente da missão e objetivos delineados pela empresa, é importante assumir que o objetivo maior pelo qual foi criada, é, gerar dinheiro hoje e no futuro. Dias (2017), alude uma das mais conhecidas frases de Goldratt, (1984) acerca das organizações, pois o seu maior objetivo é fazer dinheiro hoje e no futuro.

A implementação da TOC não deve ser feita em toda a empresa de uma só vez, por um lado, torna-se muito mais difícil controlar esse processo, por outro, os resultados ficam mais longe de se atingir. Portanto, é vital ter a consciência de que é todo um processo a longo prazo. Assim é racional ser aplicado por departamento.

Dias (2017), indica que depois de definido o objetivo, deve-se atuar nos pontos fulcrais, objetivando a melhoria do sistema, referindo-se desta forma, às restrições do sistema. Neste seguimento, as restrições podem ser vistas como oportunidades de melhoria. Se uma restrição é algo que impede a empresa de obter o seu objetivo, é relevante perceber que, qualquer empresa, é detentora de pelo menos uma restrição, caso contrário obteria lucratividade infinita, (Pinto, 2010; Dias, 2017).

Para poder levar a cabo a implementação TOC, é relevante reunir com a gestão de topo, propondo a ideia de implementação, bem como toda a informação que possa esclarecer, pois é imprescindível o envolvimento e autorização por parte das chefias. Na reunião é importante não perder o foco e ser objetivo. A reunião de informação para apresentação deve incluir os objetivos de implementação, as contribuições da implementação, custos e pessoas a envolver, mudanças a fazer, consciencializar o que pode correr mal e dar exemplos de empresas que implementaram e melhorias que obtiveram. Claramente que por parte da Gestão poderá haver alguns receios de projeto falhado e todas hipóteses devem ser colocadas em causa. O impulsionador do projeto deverá apresentar que efeitos se pretende que a implementação tenha na empresa, bem como as suas contribuições internas e externas. Deverão ser abordados os custos a incorrer. Por um lado, há custos associados à contratação de um profissional e formações a dar aos colaboradores da empresa, por outro lado, há custos que a empresa pode ter, pelo facto de ter de parar, dependendo das mudanças a fazer. Tal como

descrito por Luchese et al. (2015) o impacto negativo na implementação da TOC na empresa, foi a perda de faturação por três dias consecutivos, que se justifica com a isenção, por conta da empresa, dos colaboradores na área em causa. Um outro assunto que deve ser abordado é as mudanças que a implementação da TOC implica. As maiores mudanças verificadas em casos de implementação, é de políticas e ambientes de empresas. Caso estas, e outras mudanças pontuais, não sejam feitas, podem ser o suficiente para que todo o processo da implementação seja dificultado. Ainda referido por Checoli (2000), Ferreira (2007), Luchese et al. (2015), Soares et al. (2009) e Souza, (2006) estes, verificaram nos casos de estudo que uma das dificuldades que as empresas enfrentaram foi a resistência à mudança. Como consolidação de toda a informação falada em reunião, pode-se ainda dar exemplos de empresas que atravessaram todo o processo, e os resultados obtidos. Após a reunião, há duas respostas possíveis que se pode esperar por parte da Gestão, ou que autoriza, ou que não autoriza. Se não for dada a autorização para a implementação, o melhor é mesmo abdicar. Caso, seja dada a autorização da gestão de topo em avançar com o projeto, o passo seguinte, deve ser consultar um profissional em consultoria da TOC, com a intenção de planejar e calendarizar todo o projeto, definir uma equipa responsável pela implementação e de dar formação a toda a comunidade da empresa, por etapas. Checoli (2000), Souza (2006), e Ferreira (2007) afirmam que um dos principais e primeiros passos na implementação da TOC é a formação com consultores externos.

O planeamento e a calendarização devem ser feitos em simultâneo, e por departamento, ou seja, localmente, iniciando-se naquele, que considerar que obter-se-á resultados mais rapidamente, para tal, deverá ser um departamento de menor dimensão, denominada de área-piloto. O planeamento¹⁶ deve ser o primeiro passo a dar em qualquer processo de gestão.

Embora no estudo de caso de Souza (2006), quanto à aplicação do Modelo DBR numa das filiais da empresa em estudo, tenha sido referido que a equipa do projeto de

¹⁶ “Consiste na seleção dos objetivos mensuráveis e nas decisões das ações que levarão à realização desses objetivos. Trata-se de reunir os meios e definir os modos de ação para alcançar os objetivos. “(Pinto, 2010, p.332)

implementação foi constituída pelo gestor de projeto, o gestor de logística e gestor de *marketing* e consultoria, considera-se que as equipas de implementação devem ser constituídas por pessoas diretamente ligadas à área de atuação, não só pelo envolvimento como pelo seu conhecimento mais profundo pela área, uma vez que esta é realizada localmente. Assim, a equipa responsável deve ser constituída pelo formador, pela pessoa que impulsionou o projeto, o responsável de departamento e um elemento intermediário que é o encarregado, para que toda a informação possa ser passada aos colaboradores operacionais. A formação deve ser guiada pelo consultor, e deve-se iniciar na equipa responsável, seguindo-se os colaboradores da área-piloto, e posteriormente para o departamento seguinte, pré-estabelecido no planeamento. A formação deve abordar essencialmente os principais conceitos e ferramentas TOC e sua utilização, indicadores, softwares, e a importância da melhoria contínua.

No estudo de caso realizado por Souza (2006), este indica que durante a formação, foram abordados assuntos, como ferramentas e princípios básicos, simulações e indicadores de performance. Para que toda a comunidade se encontre com algum nível de abertura ao projeto, é essencial, clarificar todas as dúvidas e possíveis receios por parte desta, e quais as intenções com a implementação. Para melhorar este processo, não é menos importante disseminar a importância e a necessidade da comunicação entre os colaboradores e, colaboradores e chefias. No primeiro estudo de caso analisado por Ferreira (2007), é mencionado que foi mudado o relacionamento estabelecido entre diretores e colaboradores, criando uma consolidação de relações e vínculos que facilitaram todas as alterações.

Na fase em que toda a empresa tem conhecimento sobre o projeto, há que avançar, e com base no planeamento feito, deve ser levado avante a implementação na área-piloto sugerida. Inicialmente a equipa deve reunir-se para a elaboração de um estudo para se perceber que tipo de restrições existem no departamento. No entanto, é preciso levar em consideração a adaptabilidade das ferramentas perante a área a implementar. Depois de encontrada a natureza da restrição, é necessário qual se adequa:

Tabela 4- Aplicação das Ferramentas TOC para Restrições Físicas

Restrição Física	POOGI	1. Identificar a restrição do sistema	2. Explorar a restrição do sistema	3. Subordinar todas as decisões à etapa anterior	4. Elevar a restrição	5. Não deixar a inércia entrar
		O importante é saber identificar e priorizar a restrição que representa maior impacto quanto ao objetivo do sistema.	Usar a restrição da forma mais eficiente e eficaz possível.	Isto significa que todos os outros componentes do sistema (recursos não-restritivos) devem ser ajustados de forma a que a restrição trabalhe.	Se a restrição ainda for crítica para o Throughput (ganho/fluxo) do sistema então serão necessários esforços de forma a melhorar a sua performance. É nesta etapa que poderá ser necessário investir algum dinheiro. Consoante a performance vai melhorando, o potencial dos recursos não-restritivos torna-se evidente. Poderá ser encontrada uma nova restrição.	Se em algum dos outros passos a restrição for quebrada voltar ao passo 1 e não deixar que a inércia se torne na restrição do sistema. É esta etapa que torna o POOGI um processo contínuo e cíclico.
	DBR	Aplicação na produção ¹⁷ Feito com base na metodologia POOGI, e gestão de pulmões. (identificação do Tambor (Drum) e capacidade de produção; Identificação do tamanho de pulmão (Buffer); Determinação do ritmo de produção, tendo em consideração a capacidade do tambor (Rope).				

Fonte própria

Araújo, (2004, p.14 como referido em López e Grasel, 2016), afirma que os TP são utilizados nas restrições não-físicas, e a identificação destas não é tão clara quanto as físicas.

¹⁷ Tal como visto no ponto 2.8.1.2.2.2.

Tabela 5- Aplicação das Ferramentas TOC para Restrições Não-Físicas

		Qual o objetivo desejado?	O que mudar?	Para o que mudar?	Como causar a mudança?
Restrição Não-Física	TP	A esta questão deve-se responder o objetivo desejado no departamento em questão, relacionando-o com os fatores críticos de sucesso (são os requisitos a ser cumpridos para atingir o objetivo) e as condições necessárias (atividades) para atingir os fatores críticos.	Dias (2017), revela que qualquer empresa num ambiente real enfrenta problemas e oportunidades que nem sempre é dada a devida atenção por parte da gestão, para as tratar. No entanto, há limitações, essencialmente de tempo e por isso é nasce a necessidades de perceber quais os problemas principais a atuar e torná-los em melhorias. Para responder a esta pergunta deve ser feita uma CRT, para ajudar a equipa a perceber o estado atual em termos de UDEs do departamento. Esta ferramenta permite chegar à raiz dos problemas através da listagem das UDEs.	Continuando na perspectiva de Dias (2017), depois de os problemas serem identificados, é preciso encontrar soluções. Para resolver os UDEs encontrados anteriormente, é preciso ter condições necessárias para resolver os conflitos, para tal, procede-se à construção do EC. Nesta fase, há pressupostos que se percebem que são inválidos ou tornam-se mesmo inválidos depois de questionar a sua existência e que causam o conflito, e é necessário eliminá-los. Posteriormente há espaço para novas ideias. Depois de novas ideias a aplicar, é necessária a criação de uma FRT para a validação dessas ideias, perceber como seria a realidade se fossem aplicadas e se refletissem os DEs. Por outras palavras, é prever a relação de causa-efeito.	Para finalizar, Dias (2017), afirma que é o passo mais difícil pois envolve mover esforços e consequentemente causa a mudança. Segue-se a construção da PRT. Para levar a cabo as estratégias encontradas anteriormente, é necessário identificar os objetivos intermédios, e sequenciá-los tendo em consideração dependência temporal existente entre eles, e considerar os obstáculos a ultrapassar. Depois de desenhada a PRT, é necessário providenciar os passos para o cumprimento dos objetivos intermédios definidos, com a construção da TT. Não é nada mais nada menos como levar a cabo a implementação da injeção planeada anteriormente.

Fonte própria

Após a implementação das estratégias desenhadas, e da(s) restrição (ões) tratadas, é importante que os colaboradores percebam a necessidade de melhoria contínua e a pratiquem sistematicamente. Para que os resultados das ações tomadas, possam estar à vista é necessário utilizar métricas que possam comprovar essa melhoria. No entanto, não deixa de ser menos relevante estar consciencializado de que para obter bons resultados pode envolver perdas iniciais, mas que posteriormente serão recompensados. No caso das ações tomadas tiverem consequências nas vendas (aumento de vendas), a métrica adequada é o *Throughput* (T). Se as estratégias tiverem impacto no inventário (ativos) da empresa, a métrica a utilizar é o *Inventory* (I). Já se, se

verificarem despesas, ou algum gasto em transformação de inventário em vendas, a métrica é a Despesas Operacionais (OE). A conjugação destes três indicadores permite verificar o lucro da empresa, e por fim verificar o impacto. Ferreira, (2007), refere que no estudo de caso da empresa 1, os indicadores de desempenho da TOC, são utilizados pela gestão para a tomada de decisões. Se o departamento em que foi implementado a TOC, não apresentar, ou os seus resultados não impactarem diretamente no lucro da empresa, poderão ser utilizadas outras métricas que não se enquadram diretamente no tema do presente trabalho.

Não é racional pensar que tudo dará certo. É preciso ser cauteloso, e ser consciente que a qualquer momento poderão aparecer obstáculos, ou nem tudo correrá como planeado. É preciso desenvolver estratégias preventivas, para as possíveis resistências à mudança, a descrença e desmotivação. Facilmente se prevê que com falta de motivação ou descrença todo o trabalho pode ser em vão, ou pelo menos tornará o processo mais difícil, bem como os gastos que podem estar associados devido a esses comportamentos.

Assim que se verifique que a implementação local, foi feita com sucesso em determinada área, há que repetir todo o processo. Simultaneamente, há que avançar para um departamento seguinte aplicando todo o processo devendo iniciar-se na descoberta da natureza da(s) restrição(ões). No que toca ao tempo de implementação em geral, não se pode prever efetivamente um prazo. É certo, que não é um processo de aplicação em toda a empresa, de curto prazo. Por um lado, a dimensão da empresa é um fator relevante, no sentido, em que numa empresa média, supostamente será mais rápida a implementação, do que numa grande empresa. Por outro lado, se a média empresa tiver uma comunidade que apresente grande resistência à mudança, e a grande empresa tiver uma comunidade que favorece e apoia a mudança, esta será mais rápida. Todavia, é possível prever que localmente, a implementação, demore em média 5 meses. Entre o dia em que é tida em consideração a adoção da TOC e a reunião com a gestão, pode demorar cerca de um mês, pelo facto de reunir as informações necessárias. Depois da reunião, até à definição efetiva da área-piloto, poderá levar até dois meses, pela necessidade de pedir orçamentação pelo serviço de consultoria, estudos prévios,

formação, planeamento e mitigação de eventuais problemas. A etapa da definição da natureza da restrição e resolução poderá demorar um mês. Na verificação de eficácia efetivamente, poderá demorar duas semanas, mas é importante lembrar que tudo dependerá do tempo que decorre entre o tratamento da restrição e o aparecimento de resultados. Por esse motivo, a conclusão da resolução da restrição poderá levar até um mês. É essencial acrescentar que este tempo poderá ser mais ou menos demorado, devido a vários fatores, entre eles, a adaptação, a dimensão do departamento, a complexidade da restrição e intensidade de trabalho.

Tabela 6- Cruzamento de dados relativos aos estudos de caso, no fim da implementação

	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3 (Filial)	Indústria de sofás	Indústria de peças de automóveis
Número de funcionário	82	140	Mais de 300	55	254 (na secção de produção)
Classificação da dimensão ¹⁸	Média Empresa	Média Empresa	Grande empresa	Média Empresa	Grande empresa
Localização	São Paulo	São Paulo	São Paulo	São Paulo	Paraná
Início de implementação	1997	2004	2001	2013	1995
Fim de Implementação	2007	Em 2007, ainda não estava finalizado	2004	Não é mencionado, embora o artº seja de 2015	2000
Características	Cultura organizacional privilegia a mudança	Cultura organizacional não privilegia a mudança	Cultura organizacional privilegia a mudança	Foi verificada alguma resistência à mudança	O ambiente de trabalho facilitou a mudança
	Motivação ao envolvimento	Não há motivação ao envolvimento	Motivação ao envolvimento	Motivação ao envolvimento	Motivação
	Participação por parte da gestão	Pouca participação por parte da gestão	Participação por parte da gestão	Participação por parte da gestão	Participação por parte da gestão
	Programa extensivo de desenvolvimento e formação dos colaboradores	Programa de formação dos colaboradores	Programa extensivo de desenvolvimento e formação dos colaboradores	Programa semanal de formação durante 1 ano	Formação e metodologia diferenciada

Fonte Própria, com base dos dados fornecidos por Ferreira (2007), Luchese et al., (2015) e Checoli (2000).

¹⁸ Classificação segundo os critérios estabelecidos a nível europeu (INE: Decreto-Lei n.º 372/2007)

Assim que se verifique que a TOC foi implementada em toda a empresa com sucesso, e assim que esta apresente mais estabilidade económica, seria vantajoso ponderar sobre a compra de *software* de apoio à sua manutenção. Que alimentará a vantagem competitiva da empresa. O Roadmap encontra-se no anexo IV.

Souza, (2006) refere que a implementação na unidade de produção de grafite de Candeias, foi feita no início de 2001, trabalharam intensamente durante 4 meses. A resistência à mudança foi um dos problemas difíceis de combater, (Souza, 2006).

Em jeito de apresentação de resultados, com a presente investigação e tendo em vista as questões de investigação, é possível concluir quanto à primeira questão, que é possível construir de um *Roadmap*. Embora o processo de coleta e análise de dados não tenha sido, em nada, facilitado, foi possível obter informações através da minuciosa análise de informação, que permitiram a construção, e são o suporte, do *Roadmap*. Assim, viu-se ainda, o último objetivo cumprido. Quanto à questão que pretende averiguar se existem fatores que podem influenciar negativamente a implementação da TOC, a resposta é sim. Existem efetivamente diversos fatores que podem influenciar negativamente a implementação, que foram acima elencados. Foi ainda possível averiguar que também existem fatores que podem influenciar positivamente a implementação, e conseqüentemente facilitar esse processo. Foi com base nestes fatores que influenciam positivamente a implementação, que se conseguiu responder à terceira questão. No que toca aos requisitos para a implementação, foram listados oito requisitos. Não se pretende que estes requisitos, sejam necessariamente obrigatórios, mas sim, no caso de se constatarem na empresa a implementar, todo o processo, apresentará um tempo de implementação mais rápido e facilitado. Quanto à última questão, a análise de todos os artigos permitiu concluir que o tempo de implementação não é necessariamente influenciado pela dimensão. Ao analisar a tabela 6, que contém as informações que a autora considerou mais relevantes, e a informação logo posterior a esta, acima apresentada, é possível constatar que não existe uma lógica diretamente associada entre a dimensão da empresa e o tempo de implementação. O que pode influenciar o tempo de implementação, é efetivamente, alguns fatores intrínsecos associados. É possível verificar que as características intrínsecas de cada organização, é

que apresentam maior impacto e mais influenciam o tempo de implementação. Todavia, a relação entre dimensão e tamanho não está totalmente descartada. Veja-se, o simples exemplo, duas empresas exatamente iguais no que toca às características e dimensão de departamentos e até o mesmo tipo de restrições, exceto a dimensão da empresa, em que uma é mais pequena e outra maior, tendencialmente, a implementação será concluída em menor tempo na empresa mais pequena. Apesar de ser um exemplo meramente teórico, e não ter sido encontrado nenhum caso de estudo, a autora não descarta a hipótese de o tempo ser influenciado pela dimensão.

No que toca às vantagens que a Teoria das Restrições tem a capacidade fornecer, para além das mencionadas essencialmente no ponto 2.4 do presente trabalho, verificou-se que todos os problemas que as organizações apresentam, e pretendem, resolvê-los com a aplicação da TOC, conseguem ser resolvidos. Esta constatação vem consolidar a ideia de solução holística fornecida pela TOC, e de ser a “Chave-Mestra” para a resolução de grande parte dos problemas das organizações.

Quanto aos restantes objetivos de estudo, foram todos cumpridos, pois o seu cumprimento contribuiu em grande parte para a construção do *Roadmap*. Pode-se ainda afirmar, que foi através do cumprimento dos objetivos que foi possível construí-lo.

5. CONCLUSÃO

A Teoria das Restrições, é sem dúvida uma velha ferramenta que nasceu na área das operações, mas, apesar da sua idade, não se verifica grande popularidade. Embora alguns autores a considerem uma abordagem de gestão e outros como uma filosofia, não deixa de ser uma extraordinária ferramenta, com capacidade de adaptação a qualquer tipo de organização, e resolução de problemas organizacionais através da relação de causa e efeito. Foi neste contexto que se viu a necessidade de abordar um tema tão importante e com capacidade de fornecer às organizações grande vantagem competitiva. Viu-se a junção desta ferramenta com a elaboração do *Roadmap*, não só como uma necessidade para as empresas e processo facilitado, como também uma utopia. Para dar cumprimento às questões de investigação e objetivos, foi essencial uma intensa revisão bibliográfica e análise de informação, bem como o cruzamento do conteúdo. Pois, a qualidade de informação e sua detalhada análise é que permitiu obter resultados. O objetivo geral do trabalho passou fundamentalmente pela necessidade de identificação das etapas de implementação da TOC nas organizações, que veio auxiliar na elaboração do *Roadmap*. Todos os objetivos e questões propostas foram a pedra basilar da construção do *Roadmap*. Acredita-se que o presente trabalho agrega grande valor não só pelo facto de se verificar que não existem muitas investigações sobre este tema, nem ser uma ferramenta popular com grande aplicação organizacional atualmente, como ainda se criou um *Roadmap*. Nem nas investigações encontradas, nem em pesquisas de internet livres, se viu uma ferramenta como o *Roadmap*, associada a este tema. A oportunidade de antecipar aos seus possíveis utilizadores, o que pode facilitar e dificultar a implementação, a necessidade de mitigar possíveis obstáculos, e referir os recursos e custos que a implementação envolve veio compactar as informações mais importantes.

Como limitações do estudo, destacam-se a inexistência de estudos aprofundados e detalhados, o que levam muitas vezes às lacunas, a carência de estudos de caso, e, a falta de rigor.

Para futuras investigações, sugere-se o ajustamento e validação do *Roadmap*.

REFERÊNCIAS

- Aggarwal, S.C. (1985). MRP, JIT, OPT, FMS? Harvard Business Review. v.63, n.5, 8-16.
- Ahmed, Z. (2005). Identify your constraints to optimize your processes. Food Management. Cleveland. v.40, n.6, 26. Jun.
- Akman, G., & Özcan, B. (2016). Developing effective manufacturing strategies for product mix decisions via theory of constraints: a case study. Journal of Naval Science and Engineering. v.12, n.1, 1-18. Mar.
- Araújo, C. A. C. (2004). 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). Escola de engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Beca, A. L., Shimabuku, E., Silva, A. M., Tanaka, W., & Ferreira, W. P. (2019). Aplicação da teoria das restrições no transporte público: estudo de caso em uma linha de ônibus na cidade de São Paulo. Exacta, São Paulo, v.17, n.2, 119-133. Abr./jun. DOI: <https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v17n2.8230>
- Blackstone, J.H.J.R., (2001). Theory of constraints – a status report. International Journal of Production Research. (6ª ed.). v.39, 1053–1080. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207540010028119>
- Camargo, L. S., Ariel, C., Damke, J. F. W., Dechechi, E. C. (2017). Technology Roadmapping: Uma Análise Bibliométrica. Revista Mundi Engenharia, Tecnologias e Gestão. v.2, n.2, 40, jul/dez 2017.
- Checoli, P. F. (2000). Aplicação da teoria das restrições em linha produtiva: um estudo de caso. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.
- Chou, Y., Lu, C., & Tang, Y. (2012). Identifying inventory problems in the aerospace industry using the theory of constraints. International Journal of Production Research, 50 (16), 4686–4698.
- Corrêa, H. L., & Gianesi, I. G. N. (1996). Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico. (2ª. ed.) São Paulo: Atlas.
- Cox III, J. F., & Spencer, M. S. (2002). Manual da Teoria das Restrições. (Bookman trad.). Porto Alegre.
- Davies, J., Mabin, V. J., & Balderstone, S.J. (2005). The theory of constraints: a methodology apart? – a comparison with selected OR/MS methodologies. Omega, v.33, n.4, 506-524. Dez.

Dettmer, H. W.(1995). The Theory of Constraints: a Systems Approach to Continuous Improvement. (Los Angeles, CA: University of Southern California Institute of Safety and Systems Management).

Dettmer, H. W.(2003). Strategic Navigation: A System Approach to Business Strategy. (Quality Press).

Dias, A. C. S. M. (2017). Aplicação dos TOC Thinking Processes a uma área de produção industrial. (Dissertação de Mestrado não publicada). Instituto Superior Técnico de Lisboa, Lisboa, Portugal.

Ferreira, A. (2007). Aspectos importantes na implementação da teoria das restrições na gestão da produção: um estudo multicaso. (Dissertação de Mestrado não publicada). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

Gaither, N., Frazier Greg., (2005). Administração da produção e operações. (8ª ed.), (José Carlos Barbosa dos Santos, Trad.). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Gil, a. C. (1999). Métodos e técnicas de pesquisa social. (5ª ed.) São Paulo: Atlas.

Goldratt, E. M. (1984). The Goal: A Process of Ongoing Improvement. Great Barrington. MA, North River Press.

Goldratt, E., & Cox, J. (1992). The Goal: A Process of Ongoing Improvement. Great Barrington. MA, North River Press.

Goldratt, E. M. (1998). Corrente crítica. (Thomas Corbett Neto, Trad.). São Paulo: Nobel.

Goldratt, E. M., & Cox, J. (2002). A Meta: um processo de melhoria contínua. (2ª ed.), (Thomas Corbett Neto, Trad.). São Paulo: Nobel.

Guerreiro, R. (1996). Os Princípios da Teoria das Restrições Sob a Ótica da Mensuração Econômica. Caderno De Estudos, (13), 01-10. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-92511996000100003>

Gupta, M. C., & Boyd, L. H. (2008). Theory of constraints: a theory for operations management. International Journal of Operations & Production Management, 8 (9/10), 991-1012.

Gupta, A., Bhardwaj, A. & Kanda, A. (2010). Fundamental Concepts of Theory of Constraints: An Emerging Philosophy. World Acad. Sci. Eng. Technol. v.4, 2089–2095.

Haro, F., Serafim, J., Cobra, J., Faria, L., Roque, M., Ramos, M., Carvalho, P. & Costa, R. (2016). Investigação em ciências sociais: guia prático do estudante. Lisboa: Pactor.

Huff, P. (2001). Using Drum-Buffer-Rope Scheduling Rather Than Just-In-Time Production. Management Accounting Quarterly. (2ª ed.). v.2, 36-40. Jan.

Hsu, P., & Sun, M. (2005). Using the theory of constraints to improve the identification and solution of managerial problems. *International Journal of Management*, v.22, n.3, 415-425. Set.

INE: O que se considera uma PME (Pequena e média empresa)? Decreto-Lei n.º

372/2007. Disponível em:

https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_faqs&FAQSfaq_boui=64092016&FAQSmodo=1&xlang=pt

Johnson, A. (1986). MRP? MRP II? OPT? CIM? FMS? JIT? Is any system letter-perfect? *Management Review*, 75 (9), 22–27.

Kee, R., & Schmidt, C. (2000). A comparative analysis of utilizing activitybased costing and the theory of constraints for making product-mix decisions. *International Journal of Production Economics*, 63 (1): 117.

Kendall, G.I., (2006). *Viable vision: transforming total sales into net profits*. Fort Lauderdale, FL: J. Ross Publishing Inc. Novotny, D.J., (1997). *TOC supply chain case study*. APICS constraints management symposium proceedings. April, Denver, CO. Alexandria, VA: APICS,

Kendall, G. I. (2007). *Visão Viável - Transformando o Faturamento em Lucro Líquido*. (Bookman, Trad.). Porto Alegre.

Kostoff, R. N. & Schaller, R. R. (2001). *Science and Technology Roadmaps*. IEEE Transactions on Engineering Management. v. 48, n.2 , 132-143.

Koziol, D.S. (1988). How the constraint theory improved a job-shop operation. *Management Accounting*, 69 (11), 44–49.

López, R. J. S. & Grasel, D. (2016). Implantação da Teoria das Restrições (TOC) através da árvore de realidade atual (ARA): Estudo de caso de uma unidade fabril da indústria metalúrgica. *Revista de Estudos Sociais*. v. 18, n.37, 71-95.

Luchese, J., Bauer, J. M., Vargas, A., Saueressig, G. G., Souza, M. C., & Sellitto, M. A. (2015). Implantação da lógica Tambor-pulmão-corda em uma empresa da indústria moveleira. *HOLOS*. v.8, n.31, 262-276. DOI: <https://doi.org/10.15628/holos.2015.3181>

Modi, K., Lowalekar, H., & Bhatta, N.M.K. (2019) Revolutionizing supply chain management the theory of constraints way: a case study. *International Journal of Production Research*, 57 (11), 3335-3361. DOI: 10.1080/00207543.2018.1523579

Nagarkatte, U., & Oley, N. (2018) *Theory of Constraints: creative problem solving*. Broken Sound Parkway NW: CRC Press Taylor & Francis.

Neto, T. C. (1997). Contabilidade de ganhos: a nova contabilidade gerencial de acordo com a teoria das restrições. São Paulo: Nobel.

Ohno T., (1997). O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala. (Bookman, Trad.). Porto Alegre.

Oliveira, Y., Cerdeiral, C., & Santos, G. (2018). Causal Analysis and Resolution with Theory of Constraints: The CARTOC Method. In Proceedings of Brazilian Symposium on Software Quality, Curitiba, Paraná Brazil, October. DOI: <https://doi.org/10.1145/3275245.3275252>

Pegels, C.C., & Watrous, C. (2005). Application of the theory of constraints to a bottleneck operation in a manufacturing plant. *Journal of Manufacturing Technology Management*. v. 16, n. 3, 302-311. DOI: <https://doi.org/10.1108/17410380510583617>

Pergher, I., Rodrigues, L.H.R., & Lacerda, D.P. (2011). Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições. *Gestão & Produção, São Carlos*. v.18, n.4, 673-686. Ago.

Pinto, J. P., (2010). *Gestão de Operações na Indústria e nos Serviços*. (3ª ed. Atualizada). Lisboa: LIDEL.

Porter, M. E. (1999) *Competição: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro: Campus.

Rosa, A., (2011). Um século de taylorismo. *Sociedade e Gestão, Belo Horizonte*, v.10, n.2, 22-25. Jul./Dez.

Scoggin, J. M. (2003). Applying the TOC thinking process in manufacturing: a case study. *International Journal of Production Research*. v.41, n. 4, 161-191. Jun.

Sellitto, M. A. (2005). Processos de pensamento da TOC como alternativa sistêmica de análise organizacional: uma aplicação em saúde pública. *Gestão & Produção*. v.12, n.1, 81-96. Jan/Abri. DOI: [10.1590/S0104-530X2005000100008](https://doi.org/10.1590/S0104-530X2005000100008)

Senge, P. M., (2005). *A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende*. (Best Seller, Trad.). Rio de Janeiro.

Silberman, I. M., Silva, P. R., Ayres, R., & Cogan, S. (2012). Teoria das Restrições (TOC): Uma análise de estudos de caso disponíveis em anais de congressos. *Revista de Contabilidade do Mestrado em Ciências Contábeis da UERJ*. Rio de Janeiro. v. 17, n.2, 28-44. Mai/Ago.

Soares, I. H. L., Armond-de-Melo, D. R., Leopoldino, C. B., Abreu, J. C. A., & Moita, F. M. (2009). A teoria das restrições em um processo de fabricação da indústria na construção civil: um estudo de caso. *Revista de Administração da universidade Federal de Santa Maria*. v.2, n.3, 463-478.

- Souza, F. B. (2005). Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos. *Revista Produção*. v.15, n.2, 184-197. Mai./Ago.
- Souza, A. A. C. (2006). Aplicação da metodologia tambor-pulmão-corda (TPC) com supermercado na gestão de manufactura de eletrodos de grafite nas unidades de Candeias e Monterrey da Graftech International Ltd. Universidade Federal da Bahia. Salvador, Brasil.
- Spencer, M.S., & Cox, J.F. (1995). Master Production Scheduling Development in a Theory of Constraint Environment. *Production and Inventory Management Journal*. First Quarter: 8-15.
- Spencer, M.S., & Cox, J.F. (1995). Optimum Production Technology (OPT) and the Theory of Constraints (TOC): analysis and genealogy. *International Journal of Production Research*. v. 33, n. 6, 1495-1504.
- Spencer, M. (2000). Theory of constraints in a service application: the Swine Graphics case. *International Journal of Production Research*. v.38. n.5, 1101-1108.
- Sproull, B. Focus and Leverage. (2013). Disponível em: <http://focusandleverage.blogspot.com>. (Acedido a: 26 de Junho 2020).
- Teixeira, S., (2005). *Gestão das Organizações*. (2ª ed.). Lisboa: Mc Graw-Hill.
- Tibben-Lembke. R., (2009). Theory of constraints at UniCo: analysing The Goal as a fictional case study. *International Journal of Production Research*, v.47, n.7, 1815-1834. April.
- Torres, F., & Costa, H. (2013). Teoria das Restrições (TOC): Caso de aplicação em uma empresa de confeitaria. *Revista Gestão industrial*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR. v.9, n.2.
- Vasconcellos, E. (1999). *Gerenciamento da Tecnologia: Um instrumento para a competitividade empresarial*. São Paulo: Blucher.
- Watson, K., Blackstone, J., & Gardiner S. (2007). The evolution of a management philosophy: The theory of constraints. *Journal of Operations Managements*, v.25, n.2, 387-402. Mar.
- Wu, H., Huang, H., & Jen, W. (2012). A study of the elongated replenishment frequency of TOC supply chain replenishment systems in plants. *International Journal of Production Research*. v. 50, n. 19, 567–5581. Oct. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2011.649803>

ANEXOS

Anexo I: Árvore de Realidade Atual

Anexo II: Diagrama de Resolução de Conflitos

Anexo III: Árvore de Realidade Futura

Anexo IV: Árvore de Pré-requisitos

Anexo V: Árvore de Transição

Anexo VI: Árvore de Objetivos

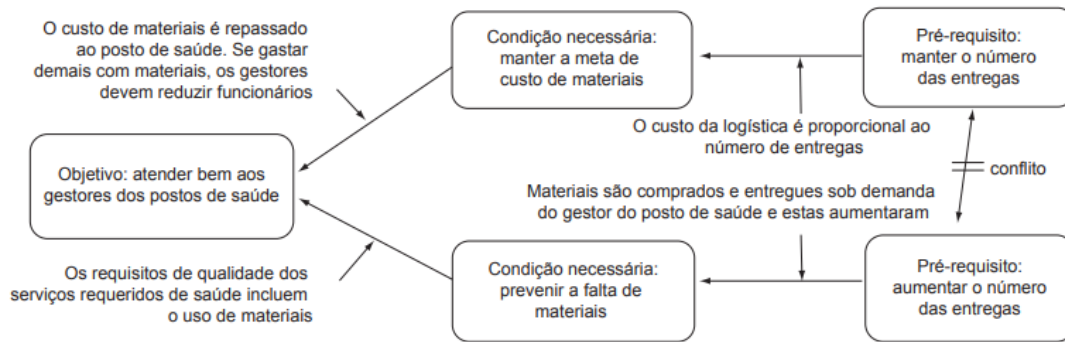
Anexo VII: Leitura das CRT, FRT e TT

Anexo VIII: Fluxograma de Implementação da Teoria Das Restrições

Anexo IX: *Roadmap* de implementação TOC

Anexo II: Diagrama de Dispersão de Nuvens

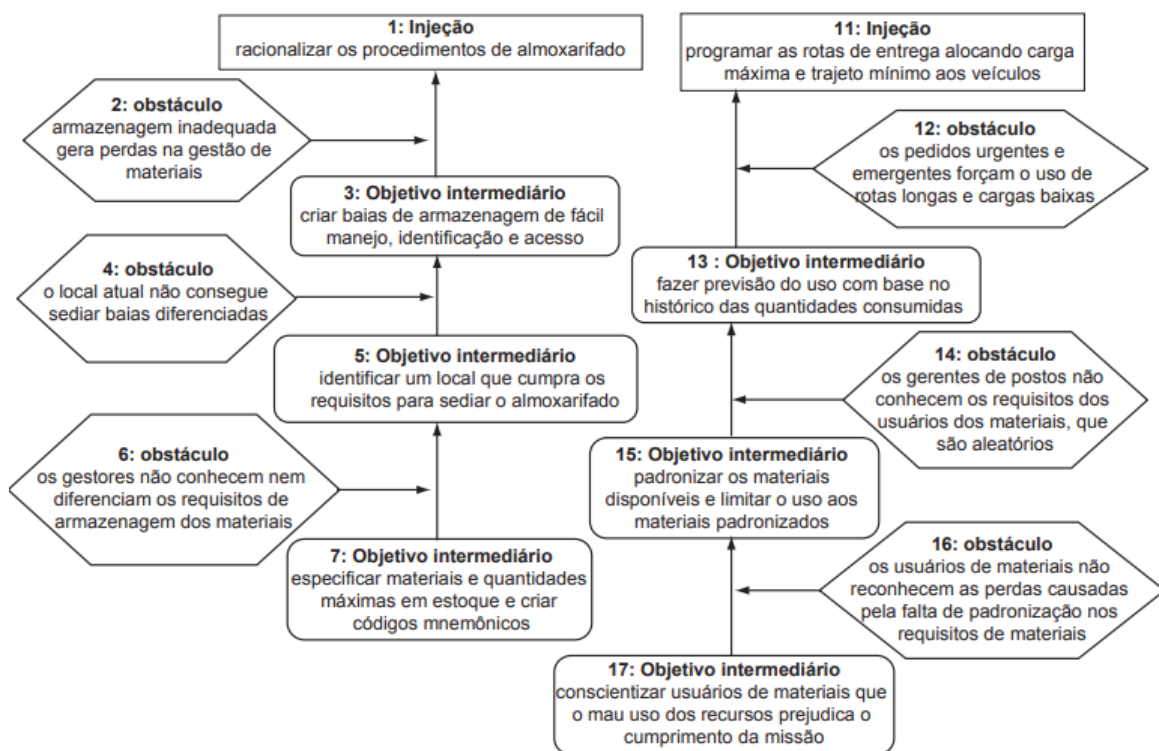
Ilustração B II - Exemplo de DDN (de gestão de materiais)



Fonte: Sellitto (2005)

Anexo IV: Árvore de Pré-requisitos

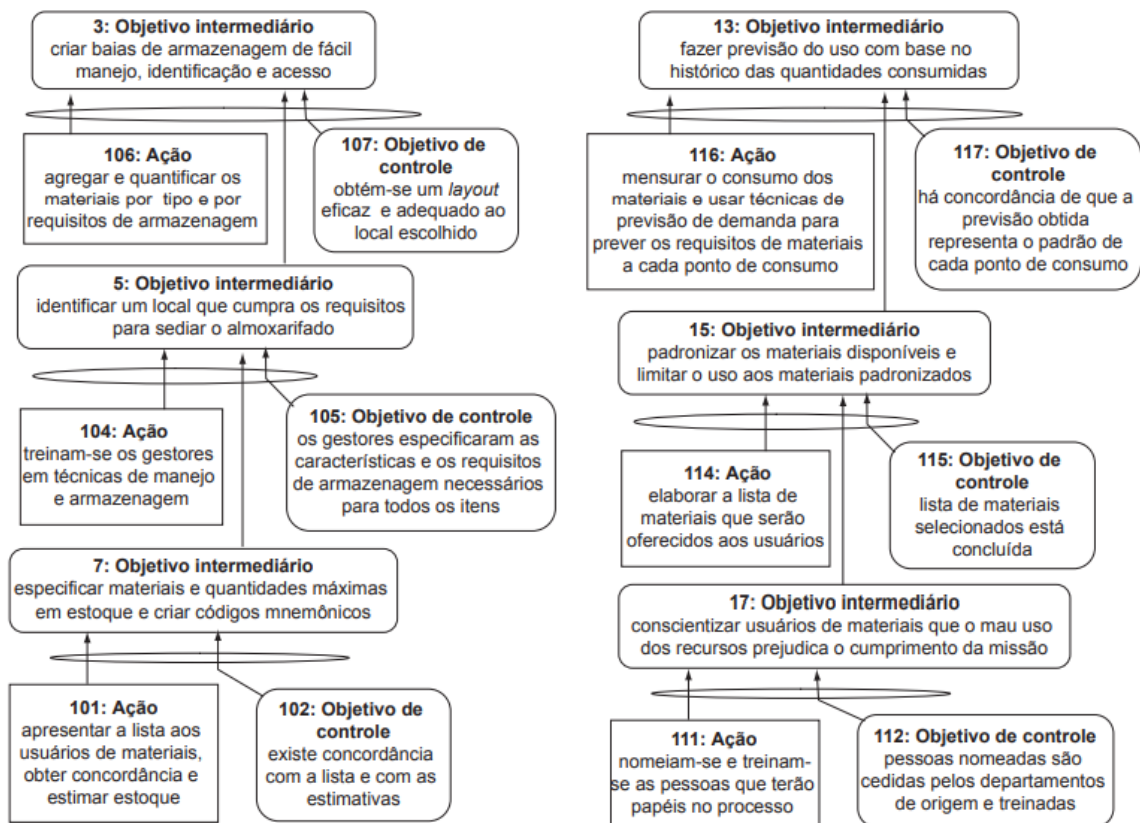
Ilustração D VI - Exemplo de APR



Fonte: Sellitto (2005)

Anexo V: Árvore de Transição

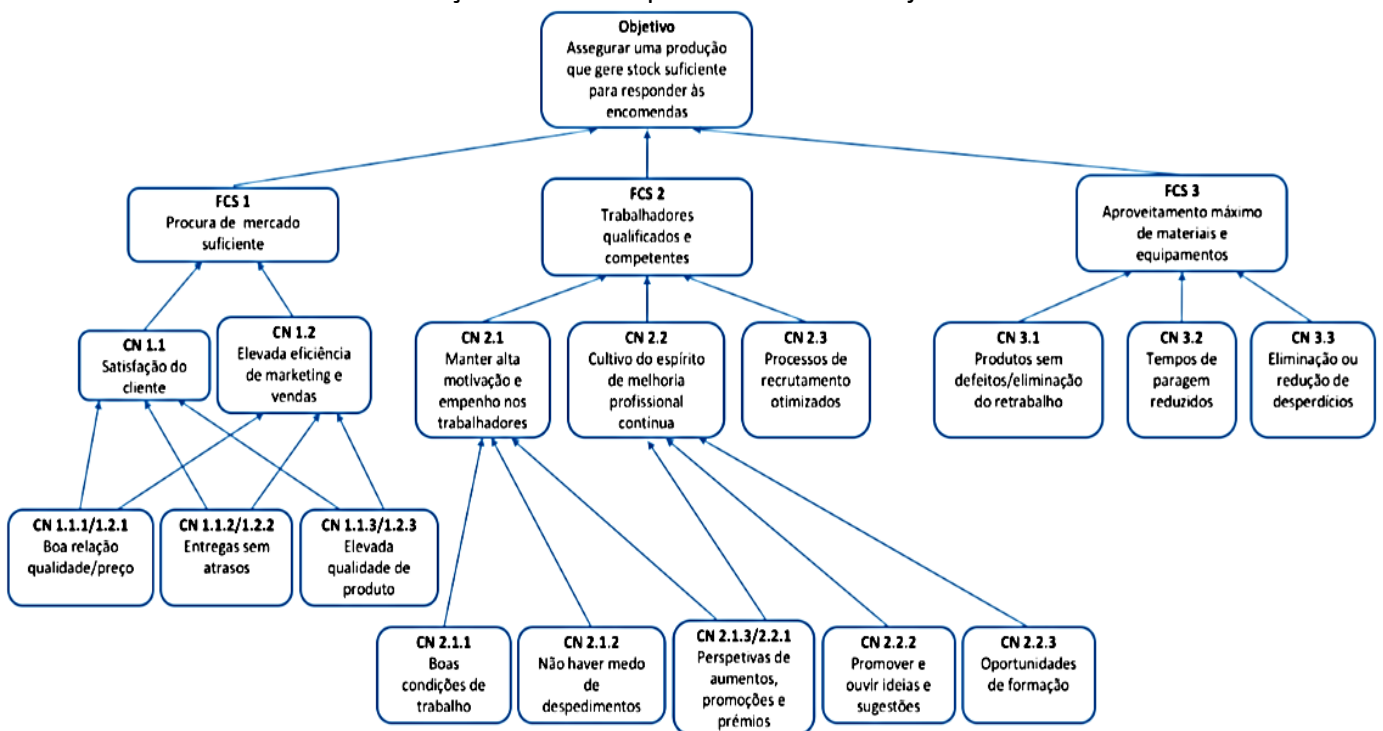
Ilustração E V - Exemplo de AT



Fonte: Sellitto (2005)

Anexo IV: Árvore de Objetivos

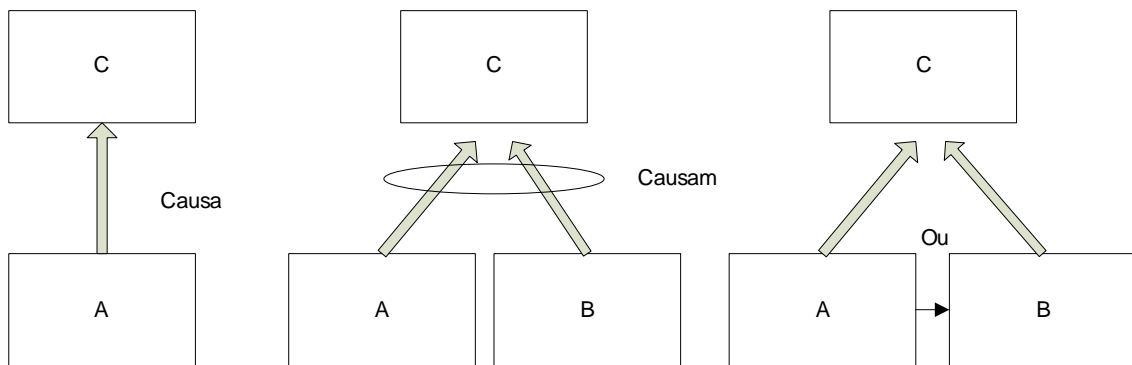
Ilustração F IV - Exemplo de Árvore de Objetivos



Fonte: Dias (2017)

Anexo VII: Leitura das CRT, FRT e TT

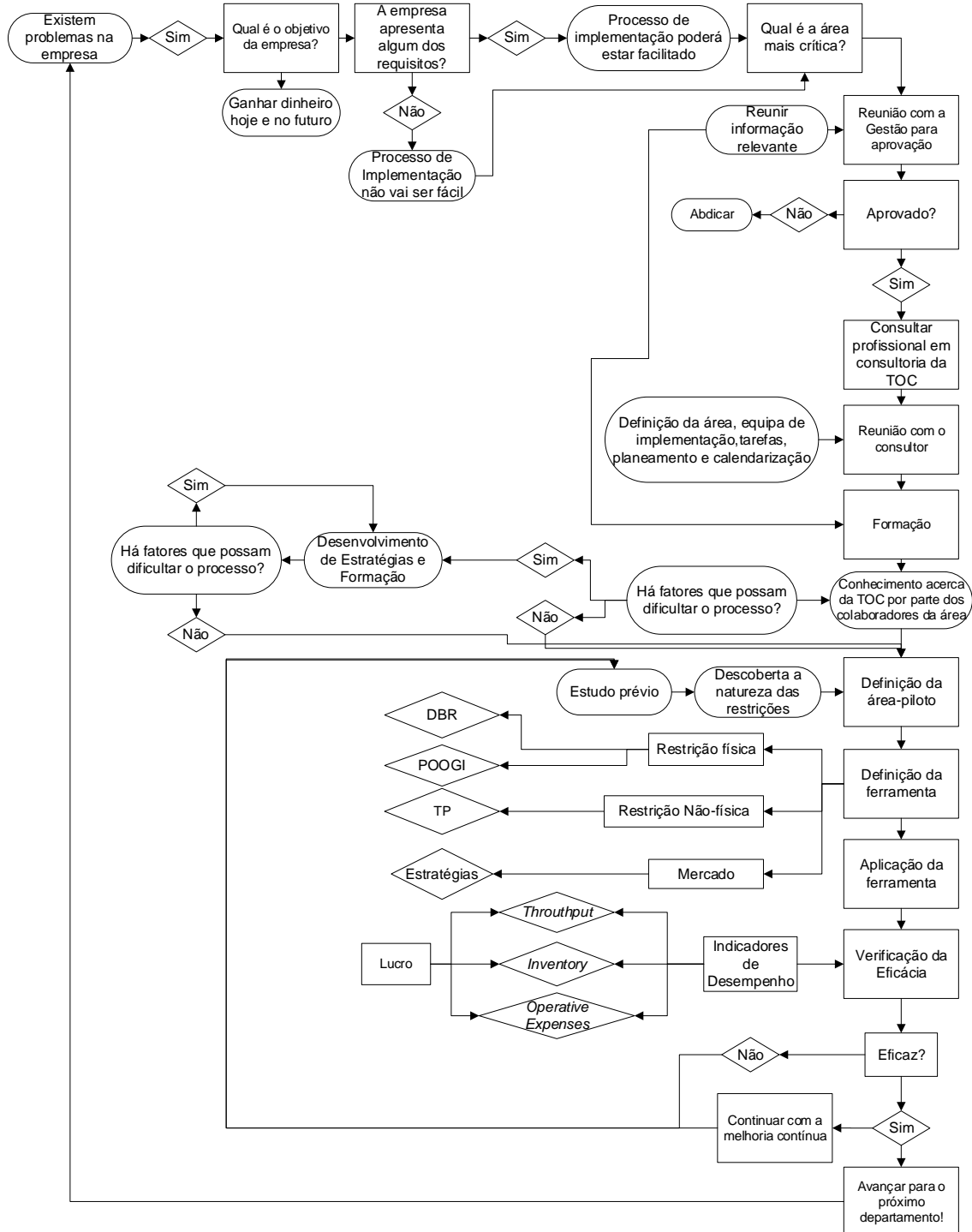
Ilustração A VII: Esquema de Leitura da CRT, FRT e TT



Fonte: Baseado em Araújo (2004, como referido em López e Grasel 2016).

Anexo VIII: Fluxograma de Implementação da Teoria Das Restrições

Ilustração A VIII: Fluxograma auxiliar da Implementação da TOC



Fonte própria, baseado no texto elaborado sobre a implementação TOC

Anexo IX: Roadmap de implementação TOC

Ilustração A IX: Roadmap de Implementação da Teoria das Restrições

