

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS  
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO  
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**RONALDO SANTOS LUZ**

**TEORIA DAS RESTRIÇÕES E SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO:  
Análise do uso sinérgico em uma indústria metalúrgica.**

**São Leopoldo**

**2020**

RONALDO SANTOS LUZ

**TEORIA DAS RESTRIÇÕES E SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO:  
Análise do uso sinérgico em uma indústria metalúrgica.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial  
para obtenção do título de Bacharel  
em Engenharia de Produção, pelo  
Curso de Engenharia de Produção da  
Universidade do Vale do Rio dos  
Sinos - UNISINOS

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Ms. Maria Isabel Wolf Motta Morandi

São Leopoldo

2020

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças para superar os obstáculos e pela benção de me conceder mais uma vitória;

A todos da minha família que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui. Em especial a meus pais que não mediram esforços para construir o alicerce para minha vida e a minha esposa que me incentivou e apoiou mesmo nas horas mais difíceis;

A minha querida orientadora Maria Isabel (Mabel) por sua impecável orientação, sempre disposta a ajudar e corrigir o rumo do trabalho quando necessário, tenho você como um exemplo de profissional;

Aos colegas e amigos que fiz ao longo desta jornada, levo vocês no coração;

A todo corpo docente da Engenharia de Produção, em especial ao coordenador Daniel Lacerda que me proporcionou o *insight* para o tema deste trabalho.

Aos meus colegas e amigos Anselmo Passos, Caroline Lange, Juarez Costa, Katiuze Denti, Nelson Wagner e Rafael Rodrigues que não mediram esforços para contribuir com suas experiências no desenvolvimento desta pesquisa.

Enfim agradeço de coração a todos e a cada um de vocês. Cada momento de aprendizagem e alegria será levado comigo como bagagem para o resto da vida.

“Cada minuto perdido, é perdido para sempre”.

Igor José

## RESUMO

Em um ambiente de mercado cada vez mais competitivo a maneira de uma empresa se destacar dos seus concorrentes é otimizando seus recursos ou, de maneiras mais simplificada, fazer mais com menos. A Teoria das Restrições e o Sistema Toyota de Produção trazem para este contexto ferramentas e filosofias de gestão que corroboram para alavancar os resultados das empresas e, sua aplicação conjunta é uma alternativa para se sobressair no mercado. Diante disto este trabalho relata, através de um estudo de caso, os benefícios e dificuldades encontradas por uma empresa metalúrgica do ramo automobilístico durante a implantação e nos períodos subsequentes. Com o referencial teórico obteve-se o conhecimento de algumas propostas de utilização sinérgica e, a partir da análise de conteúdo, confrontou-se a literatura com o material obtido através de entrevistas, pesquisa documental e observação direta na empresa em estudo. A partir da análise do material coletado foi possível verificar que a aplicação sinérgica da Teoria das Restrições com o Sistema Toyota de produção obteve resultados satisfatórios na empresa em estudo, trazendo uma progressão nos seus principais indicadores, inclusive o indicador de entregas o qual era um dos principais problemas antes da implantação do sistema de gestão combinado e, atualmente, é um fator de diferenciação em relação aos seus concorrentes. Outro ponto observado nesta pesquisa é a necessidade do engajamento de todos os níveis de liderança sendo fundamental para implantação e para a continuidade do sistema de gestão utilizando a sinergia da Teoria das Restrições e do sistema Toyota de Produção garantindo a melhoria contínua que vem a ser um dos pontos de concordâncias entre os dois sistemas de gestão.

**Palavras-chave:** Teoria das Restrições. Sistema Toyota de Produção. Uso sinérgico.

## ABSTRACT

In an increasingly competitive market environment, the way for a company to stand out from its competitors is by optimizing its resources or, in more simplified ways, doing more with less. The Theory of Constraints and the Toyota Production System bring to this context tools and management philosophies that corroborate to leverage the results of companies and, their joint application is an alternative to stand out in the market. In view of this, this work reports, through a case study, the benefits and difficulties encountered by a metallurgical company in the automotive industry during the implantation and in subsequent periods. With the theoretical framework, knowledge of some proposals for synergistic use was obtained and, based on content analysis, the literature was compared with the material obtained through interviews, documentary research and direct observation in the company under study. From the analysis of the collected material it was possible to verify that the synergistic application of the Theory of Restrictions with the Toyota production system obtained satisfactory results in the company under study, bringing a progression in its main indicators, including the delivery indicator which was one of the main problems before the implementation of the combined management system and, currently, it is a differentiating factor in relation to its competitors. Another point observed in this research is the need for the engagement of all levels of leadership, which is fundamental for the implementation and continuity of the management system using the synergy of the Theory of Restrictions and the Toyota Production system, guaranteeing one of the points in common in the two systems. management, which is continuous improvement.

Keywords: Theory of Constraints. Toyota Production System. Synergistic use.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 – Passos para condução da revisão sistemática da literatura .          | 18 |
| Figura 2 – Sequência da estratégia de busca.....                                | 20 |
| Figura 3 – Casa do STP .....  | 27 |
| Figura 4 – Os cinco passos do processo de focalização .....                     | 30 |
| Figura 5 – Apresentação simplificada do método TPC.....                         | 32 |
| Figura 6 – Pêndulo representativo da condução de pesquisas científicas<br>..... | 43 |
| Figura 7 – Tipos básicos de projeto de estudo .....                             | 45 |
| Figura 8 – Metodologia de trabalho adotada .....                                | 47 |
| Figura 9 – Passos para implantação do novo sistema de gestão .....              | 55 |
| Figura 10 – Identificação equipamentos restritivos.....                         | 63 |
| Figura 11 – Ilustração do esquema de produção do VS observado .....             | 64 |
| Figura 12 – Instrução para abastecimento dos gargalos .....                     | 65 |
| Figura 13 – Organização de códigos por tópico .....                             | 68 |
| Figura 14 – Codificação por conjunto pré definido.....                          | 68 |
| Figura 15 – Relação de códigos e entrevistas para o fator motivação ..          | 69 |
| Figura 16 – Relação de códigos e entrevistas para o fator dificuldades          | 71 |
| Figura 17 – Razões para uso sinérgico .....                                     | 71 |
| Figura 18 – Coocorrência de códigos .....                                       | 76 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1 – Termos de busca e restrições.....  | 19 |
| Quadro 2 – Critérios de exclusão e inclusão da RSL .....                                      | 20 |
| Quadro 3 – Resultado da RSL.....  | 21 |
| Quadro 4 – Quantidade de arquivos excluídos por critério de exclusão                          | 21 |
| Quadro 5 – Aspectos e ferramentas da TOC.....   | 29 |
| Quadro 6 – Comparação passos para implantação da TOC e STP .....                              | 34 |
| Quadro 7 – Diferenças de abordagem entre TOC e STP .....                                      | 35 |
| Quadro 8 – Proposta de aplicação conjunta da TOC e STP.....                                   | 39 |
| Quadro 9 – Procedimento e metodologias aplicadas na monografia.....                           | 45 |
| Quadro 10 – Tipos de fontes utilizadas no trabalho.....                                       | 49 |
| Quadro 11 - Roteiro para entrevista .....   | 51 |
| Quadro 12 - Roteiro para condução da observação direta .....                                  | 52 |
| Quadro 13 - Elementos x Princípios x Ferramentas .....  | 56 |
| Quadro 14 - Características dos entrevistados.....  | 66 |
| Quadro 15 – Percentual de ocorrência nas entrevistas .....                                    | 71 |
| Quadro 16 – Ferramentas citadas nas entrevistas .....   | 73 |
| Quadro 17 – Percentual de citações referentes aos obstáculos para<br>implantação .....        | 74 |
| Quadro 18 – Análise de coocorrência melhora taxa de entrega x eficiência<br>dos gargalos..... | 77 |



## LISTA DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1 – Participação do Brasil na produção mundial .....           | 13 |
| Gráfico 2 – Produção total de veículos leves e pesados no Brasil ..... | 14 |
| Gráfico 3 – % de entregas na data estipulada .....                     | 57 |
| Gráfico 4 – Incidência de frete especial .....                         | 58 |
| Gráfico 5 – Incidentes de qualidade em cliente externo .....           | 59 |
| Gráfico 6 – Percentual de sucata sobre vendas .....                    | 59 |
| Gráfico 7 – Produtividade / OEE .....                                  | 60 |
| Gráfico 8 – Disponibilidade técnica dos equipamentos .....             | 61 |
| Gráfico 9 – Análise de custos e lucros na empresa .....                | 62 |

**LISTA DE SIGLAS**

|      |  |
|------|--|
| CEO  | Chief Executive Officer                          |
| DBR  | Drum Buffer Rope                                 |
| ERP  | Enterprise Resource Planning                     |
| JIT  | Just In Time                                     |
| MFP  | Mecanismo da Função Produção                     |
| MTO  | Make To Order                                    |
| MTS  | Make To Stock                                    |
| OPT  | Optimized Production Technology                  |
| OTIF | On Time In Full                                  |
| PIB  | Produto Interno Bruto                            |
| PPCP | Planejamento, Programação e Controle da Produção |
| RSL  | Revisão Sistemática da Literatura                |
| SMED | Single Minute Exchange of Die                    |
| STP  | Sistema Toyota de Produção                       |
| TOC  | Theory Of Constraints                            |
| TPC  | Tambor-Pulmão-Corda                              |
| TPM  | Total Productive Maintenance                     |
| TPS  | Toyota Production System                         |
| TRF  | Troca Rápida de Ferramenta                       |
| VS   | Value Stream                                     |
| WIP  | Work In Process                                  |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>12</b> |
| 1.1      | <b>Problema de pesquisa .....</b>   | <b>15</b> |
| 1.2      | <b>Objetivos .....</b>  | <b>16</b> |
| 1.2.1    | Objetivos gerais .....  | 16        |
| 1.2.2    | Objetivos específicos .....   | 16        |
| 1.3      | <b>Justificativa.....</b>   | <b>16</b> |
| 1.3.1    | Justificativa Empresarial.....  | 17        |
| 1.3.2    | Justificativa acadêmica .....   | 17        |
| 1.4      | <b>Delimitações .....</b>   | <b>23</b> |
| 1.5      | <b>Estrutura do trabalho .....</b>  | <b>23</b> |
| <b>2</b> | <b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>  | <b>25</b> |
| 2.1      | <b>Sistema Toyota de Produção .....</b>   | <b>25</b> |
| 2.2      | <b>Teoria das Restrições .....</b>  | <b>28</b> |
| 2.3      | <b>Análise de estudos referentes a possibilidade de sinergia entre STP e TOC.....</b> | <b>33</b> |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA .....</b>  | <b>41</b> |
| 3.1      | <b>Delineamento de pesquisa .....</b>   | <b>41</b> |
| 3.2      | <b>Método científico e método de pesquisa.....</b>                                    | <b>43</b> |
| 3.3      | <b>Método de trabalho .....</b>   | <b>46</b> |
| 3.4      | <b>Coleta de dados.....</b>   | <b>48</b> |
| 3.5      | <b>Análise de dados .....</b>   | <b>52</b> |
| <b>4</b> | <b>ANÁLISE DO RESULTADOS.....</b>   | <b>54</b> |
| 4.1      | <b>Apresentação da empresa.....</b>   | <b>54</b> |
| 4.2      | <b>Pesquisa documental.....</b>   | <b>56</b> |
| 4.3      | <b>Observação direta .....</b>  | <b>62</b> |
| 4.4      | <b>As entrevistas .....</b>   | <b>66</b> |
| 4.4.1    | Motivação.....  | 69        |
| 4.4.2    | Dificuldades no sistema de gestão anterior.....                                       | 70        |
| 4.4.3    | Razões para utilização sinérgica.....   | 71        |
| 4.4.4    | Ferramentas utilizadas de cada técnica de gestão .....                                | 72        |
| 4.4.5    | Método de Implantação do novo sistema.....  | 73        |
| 4.4.6    | Obstáculos para implantação.....  | 74        |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.4.7    | Impactos positivos.....  | 75        |
| 4.4.8    | Indicador Entrega.....   | 76        |
| <b>5</b> | <b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>                             | <b>79</b> |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                 | <b>83</b> |
|          | <b>APÊNDICE B – RELAÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA RSL.....</b> | <b>87</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>88</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Na década de 70 com a crise do petróleo as empresas presenciaram uma inversão do ponto de vista comercial onde a oferta supera a demanda aumentando a competitividade. A partir daí as indústrias partiram de uma situação em que definiam o preço e o tipo de produto que colocavam no mercado para um contexto onde o mercado passou a definir algumas exigências no produto que quer adquirir. (ANTUNES, 1998). A partir dos anos 80 as empresas de manufatura entenderam que a estratégia de produção é um diferencial na busca de se manterem competitivas no mercado. (MYRELID; OLHAGER, 2015).

Com intuito de promover um melhor alinhamento entre seus produtos e o mercado foram desenvolvidas várias iniciativas de melhorias e dentre estas pode-se citar o Sistema Toyota de Produção (TPS - *Toyota Productions system*) e a Teoria das restrições (TOC – *Theory of Constraints*) que tem por finalidade orientar as empresas de manufatura na transição entre o processo “As is” para o “To be” , ou seja, tanto nas fases de análise do processo atual como projeção do processo futuro.(HUTCHINSON, 2007).

O STP ou Manufatura Enxuta (*Lean manufacturing*) como também é chamado possui diversos conceitos associados dentre os quais pode-se citar que é uma técnica baseada na redução de perdas ao longo do sistema produtivo afim de adequar a produção com a demanda com o mínimo custo. (SHAH; WARD, 2007).

A TOC parte de um princípio de que todas as empresas possuem restrições que impedem seu crescimento, estas restrições podem ser externas ou internas e a intenção é identificar e gerir estas restrições para aumentar seu ganho.(VOTTO; FERNANDES, 2014).

Um dos motivos para empresas implantarem estas teorias é a redução do lead time de processo a fim de conseguir padrões de entrega mais confiáveis e atender com rapidez as oscilações do mercado, outro motivo é a redução dos custos envolvidos na fabricação com intuito de aumentar o lucro obtido nas operações.(ANTUNES, 1998).

Em contrapartida algumas empresas que aplicaram uma ou outra destas teorias relatam insucesso na implantação e em alguns casos resultando até na extinção da empresa. (HUTCHINSON, 2007). Pode-se considerar que na

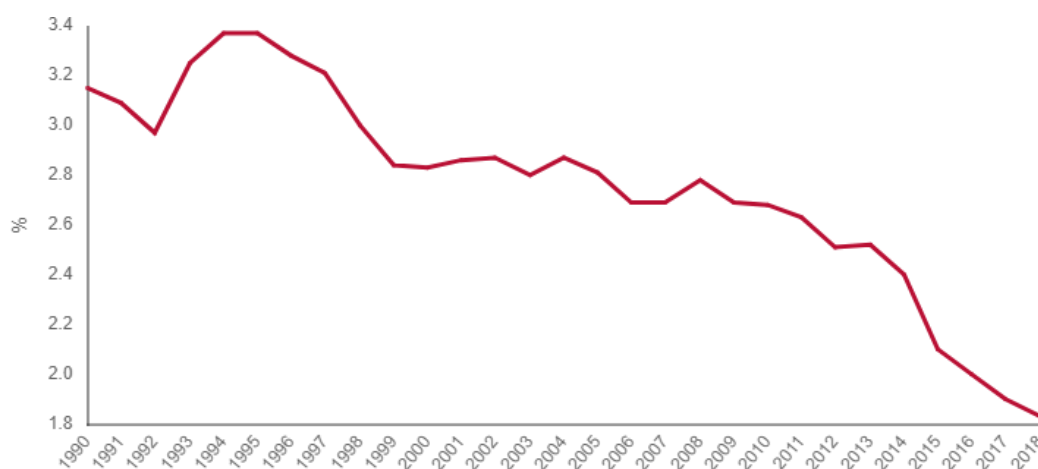
maioria dos casos tais efeitos podem ser atribuídos a uma falta de mecanismo de controle após a implantação na empresa. A falta de estudo aprofundado sobre a implantação da ferramenta de gestão também pode ser considerado um fator de grande influência para o resultado adverso.(WOMACK; DANIEL, 2009).

A utilização combinada destas teorias é defendida por autores como Antunes (1998) que inclui essa união entre teorias dentro do contexto de paradigma da melhoria do processo propondo uma teoria geral que englobe ambos os conceitos. Dettmer (2001), por sua vez, acredita que implantação combinada destas duas teorias se torna mais simplificada que a aplicação em separado, Utiyama e Godinho Filho (2013) defendem que é necessário uma correta avaliação da empresa e o ambiente ao qual está inserido para definir se a utilização híbrida terá sucesso para obter os ganhos esperados.

No Brasil a desaceleração da economia ocorrida a partir de 2010 alinhado com o posterior período de recessão afetou de forma significativa a indústria de transformação aumentando a capacidade ociosa instalada na indústria. A partir deste cenário os investimentos nas empresas brasileiras diminuíram resultando numa regressão tecnológica da estrutura produtiva e conseqüentemente ocasionando impactos substanciais na inserção brasileira no mercado mundial. (SAMPAIO, 2019).

O Gráfico 1 demonstra a participação do Brasil na produção mundial da indústria de transformação. Nota-se que o país está em uma situação de declínio constante neste índice.

Gráfico 1 – Participação do Brasil na produção mundial

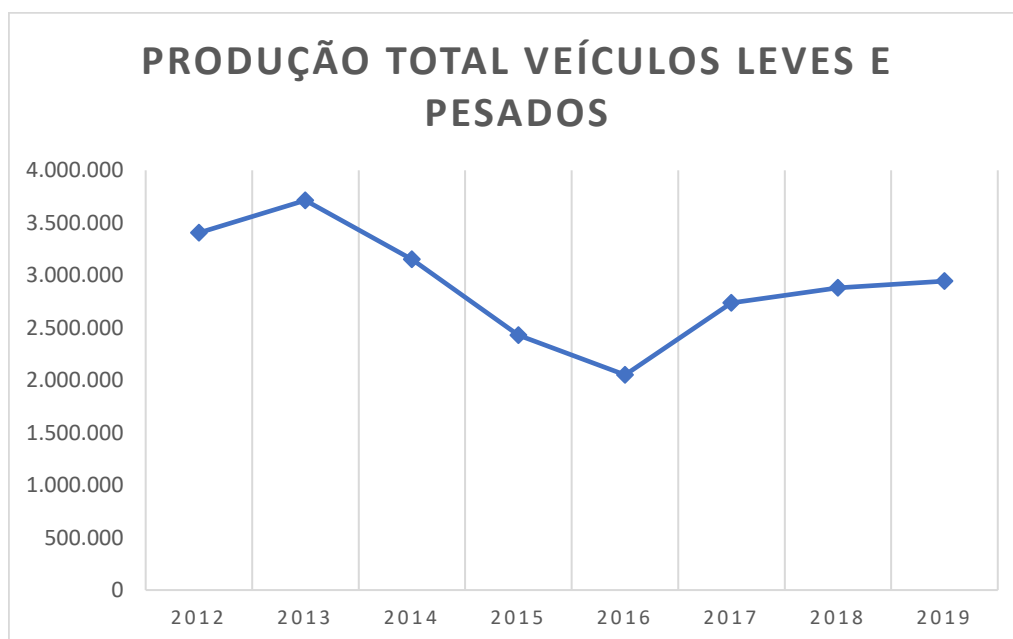


Fonte: Desempenho da indústria no mundo – CNI (2018)

A indústria automotiva é uma das ramificações da indústria de transformação. No Brasil é responsável por 22% do PIB industrial exercendo grande impacto na atividade industrial brasileira. Por meio da sua cadeia de fornecimento que inclui empresas metalúrgicas e tantas outras, impulsiona vários outros setores da indústria.(SETOR AUTOMOTIVO., 2018).

O Gráfico 2 refere-se à produção total de veículos leves e pesados no Brasil no período de 2012 a 2019, por este se percebe uma queda na produção que culminou com a crise econômica vivida em 2016. A partir deste ano nota-se um pequeno crescimento ano a ano que é creditado mais ao aumento das exportações do que à reação da economia doméstica. (DAUDT; WILLCOX, 2018).

Gráfico 2 – Produção total de veículos leves e pesados no Brasil



Fonte: Anfavea (2019)

Com todas estas adversidades tornou-se imprescindível para a indústria de transformação brasileira a otimização dos seus processos para garantir a sobrevivência neste cenário. Com isso a implantação de forma híbrida da teoria das restrições juntamente com o STP pode ser um fator diferencial para uma empresa se sobressair a seus concorrentes.

Diante deste contexto a presente pesquisa abordou o uso do Sistema Toyota de produção em conjunto com a Teoria das restrições em uma empresa brasileira metalúrgica do ramo automotivo.

## 1.1 Problema de pesquisa

A busca pela sobrevivência no mercado nacional e a necessidade de tornar-se competitivo a nível internacional levam algumas empresas do setor automobilístico a reduzirem ao extremo o preço de venda do seu produto como alternativa de superar a concorrência. Neste contexto a saída para aumentar o lucro sem alteração do preço final do produto é otimizar seus processos com intuito conseguir uma distância um pouco maior entre o custo do produto acabado e o preço de venda.(MACHADO; SOUZA, 2006)

A partir deste cenário uma das medidas adotadas pelas empresas é a maximização dos recursos existentes no chão de fábrica elevando ao máximo seu desempenho e resultando em um melhor aproveitamento das oportunidades que o mercado proporciona.(GOHR; SILVA, 2015)

Entende-se como elevar o desempenho dos recursos chaves, a redução de perdas de produtividade no fluxo de produção visando um menor tempo de atravessamento entre entradas e saídas de processo tendo como resultado *lead time* e estoques menores. (SOUZA; PIRES, 2014). O desempenho de entrega tem sido uma diferencial na avaliação dos fornecedores no mercado atual, o chamado OTIF (*On Time In Full*) é um indicador cada vez mais utilizado para avaliação dos fornecedores de componentes automotivos. (SOUZA; PIRES, 2014)

Sendo assim o uso individual de teorias de gestão de produção como a TOC e a TPS vem ganhando cada vez mais espaço nas indústrias de manufatura. (GOLDRATT, 2009). Empresas mais ousadas já arriscam a junção entre estas duas técnicas visando um melhor desempenho. (PACHECO et al., 2019). Porém a escassez de estudos qualitativos relacionados à junção entre a TOC e TPS tem como consequência a dificuldade de implantação das técnicas nas empresas. (PACHECO et al., 2019)

Essa afirmação foi corroborada pela revisão sistemática da literatura apresentada na sequência, nesta foram selecionados para fins de embasamento de pesquisa 12 artigos publicados dos quais apenas 2 eram referentes a aplicação prática das duas técnicas em conjunto. Destes 2 arquivos vale ressaltar que nenhum se tratava de aplicação prática em produção contínua MTS (*Make To Stock*), a qual foi objeto de estudo deste trabalho.



Com base no apresentado até aqui, esta pesquisa buscou explorar as teorias de gestão utilizadas por uma empresa metalúrgica do ramo automobilístico situada em Gravataí no Rio Grande do Sul afim de entender **quais as vantagens do uso sinérgico da TOC e STP na manufatura?**

## 1.2 Objetivos

Nesta seção são apresentados os objetivos desta pesquisa acadêmica. Estes foram divididos em objetivos gerais e objetivos específicos.

### 1.2.1 Objetivos gerais

Este trabalho tem como objetivo geral **analisar como a TOC e a STP podem ser utilizadas em conjunto para maximizar os resultados de uma empresa metalúrgica do ramo automotivo.**

### 1.2.2 Objetivos específicos

A fim de alcançar o objetivo geral deste trabalho definiu-se necessário atender os seguintes objetivos específicos:

- a) identificar quais pontos de cada teoria são utilizados na linha de produção;
- b) quais adaptações foram utilizadas para o uso sinérgico das duas teorias.
- c) quais as percepções de pessoas ligadas ao chão de fábrica sobre as mudanças após a implantação do sistema de gestão combinado.
- d) Identificar as melhorias que a aplicação conjunta proporcionou à empresa.

## 1.3 Justificativa

Nesta seção são apresentadas as justificativas para a elaboração desta pesquisa, sob o prisma empresarial e acadêmico.

Na justificativa empresarial foi abordado como a pesquisa pode ajudar a maximizar os resultados dentro da empresa. Por sua vez a justificativa

acadêmica apresenta as contribuições desta pesquisa para o preenchimento, mesmo que parciais, das lacunas identificadas a partir da realização da revisão sistemática da literatura dos temas propostos.

### 1.3.1 Justificativa Empresarial

O cenário brasileiro da indústria automotiva vem exigindo cada vez mais a necessidade de uma gestão empresarial que obtenha preços competitivos no mercado e a maximização dos lucros para satisfação dos investidores.

Com base nisso o uso sinérgico da TOC juntamente com a STP é defendido como forma de superar este desafio, estudos citam que a junção destas duas técnicas é possível desde de que analisados os cenários da empresa em estudo, decidindo o que poderá ser usado de cada teoria para um resultado eficaz na implantação.(ANTUNES, 1998; SALE; INMAN, 2003)

Porém a falta de estudos qualitativos nesta área pode dificultar o correto balanceamento destas estratégias de gestão gerando um ganho limitado na implantação conjugada.(PACHECO et al., 2019)

Um estudo de caso em uma indústria brasileira que utiliza estas duas teorias associadas pode ajudar a entender quais os pontos fortes e fracos da implantação bem como auxiliar e encorajar empresas que ainda não aderiram ao uso combinado por não ter exemplos documentados da aplicação com sucesso desse método de gestão.

### 1.3.2 Justificativa acadêmica

No contexto acadêmico a pesquisa oferece ao estudante a possibilidade de compreender o assunto escolhido de uma forma mais eficiente que qualquer outro meio. Além disso contribui gerando conteúdo de estudo para servir de base a outros pesquisadores como argumento sólido para o desenvolvimento de novos projetos.(BOOTH; COLOMB; WILLIAMS, 2019)

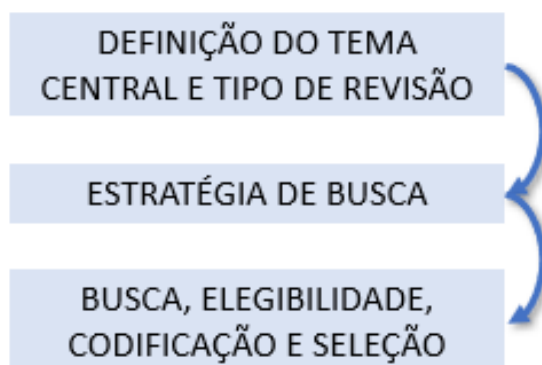
Pesquisa também pode ser definida como uma investigação sistemática objetivando atender a propósitos referentes a solução de problemas e para isso é de suma importância que o pesquisador saiba como foi pesquisado, o que foi

encontrado e as lacunas existentes na área em estudo. (MORANDI; CAMARGO, 2015)

A busca pelo material teórico nesta pesquisa tomou como base a revisão sistemática da literatura (RSL). Dentre as definições de revisão sistemática de literatura pode-se citar que é um meio de preencher lacunas encontradas em ambientes de pesquisa através de uma síntese ou relatório coerente. (MORANDI; CAMARGO, 2015)

No contexto deste trabalho a revisão sistemática da literatura busca trabalhos acadêmicos publicados referentes ao uso sinérgico da Teoria das restrições e o Sistema Toyota de produção a fim de localizar as contribuições já existentes na literatura. A figura 1 destaca passos para condução da revisão sistemática da literatura e na sequência um descritivo das etapas desta pesquisa:

Figura 1 – Passos para condução da revisão sistemática da literatura



Fonte: Adaptado de Morandi; Camargo (2015, p. 146)

A estratégia de busca desta pesquisa foi protocolada conforme indicada por Morandi; Camargo (2015). Este protocolo está disponibilizado no apêndice A.

A primeira etapa é a definição do tema central da pesquisa e tipo de revisão. Diante disto define-se que o tema central desta pesquisa é o uso da Teoria das Restrições de forma sinérgica com o Sistema Toyota de Produção. Com relação ao tipo de revisão nesta pesquisa definiu-se como revisão configurativa devido a necessidade de explorar o tema.

Na segunda etapa é definida a estratégia de busca, nesta fase são definidos as fontes de busca, os termos de busca e critérios de inclusão e exclusão.(MORANDI; CAMARGO, 2015). Como bases de dados para esta pesquisa foi definido pesquisa às plataformas EBSCO HOST e CAPES via site da biblioteca UNISINOS e pelas plataformas SCOPUS e SCIELO. Para a busca não foram definidos limite de tempo, englobando trabalhos publicados em qualquer data. Os termos e restrições de busca são expostos no quadro 1 abaixo:

Quadro 1 – Termos de busca e restrições

| <b>TERMO DE BUSCA</b>                                  | <b>Local</b> | <b>Idioma</b> |
|--|--------------|---------------|
| "Theory of constraints" and "lean manufacturing"       | No título    | Ing/Por/Esp   |
| "Theory of constraints" and "Toyota production system" | No título    | Ing/Por/Esp   |
| "Drum-buffer-rope" and "Toyota production system"      | No título    | Ing/Por/Esp   |
| "Drum-buffer-rope" and "lean manufacturing"            | No título    | Ing/Por/Esp   |
| "Theory of constraints" and "lean manufacturing"       | Resumo       | Ing/Por/Esp   |
| "Theory of constraints" and "Toyota production system" | Resumo       | Ing/Por/Esp   |
| "Drum-buffer-rope" and "Toyota production system"      | Resumo       | Ing/Por/Esp   |
| "Drum-buffer-rope" and "lean manufacturing"            | Resumo       | Ing/Por/Esp   |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

Com intuito de refinar o conteúdo após à busca pelos termos citados acima foram definidos critérios de inclusão e exclusão conforme demonstrado no quadro 2 abaixo:

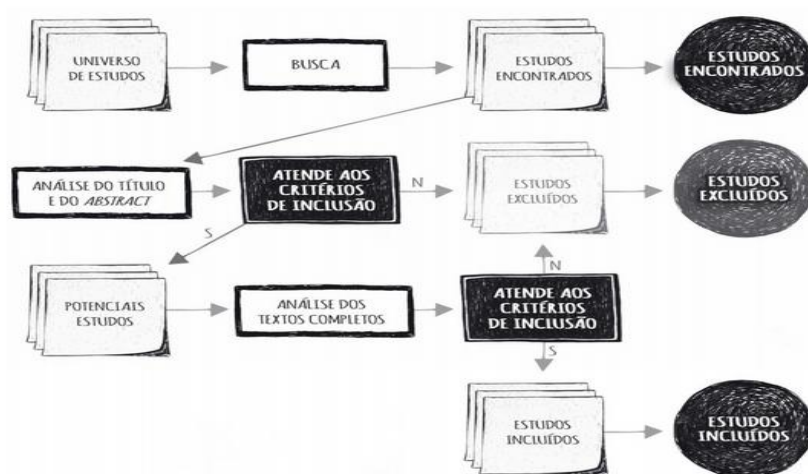
Quadro 2 – Critérios de exclusão e inclusão da RSL

| Critério de inclusão  | Critério de exclusão   |
|---|--|
| Pesquisas que envolvem definições e conceitos relacionados ao tema central                        | Não referente à manufatura                                     |
| Pesquisas que envolvem a aplicação conjunta do sistema Toyota de produção e Teoria das restrições | Informe Comercial  |
| Pesquisas referentes ao tema central e aplicadas na manufatura                                    | Arquivo referente à reportagem                                 |
|   | Texto integral não disponível                                  |
|   | Não relacionado ao tema  |
|   | Pesquisas com idioma diferente do Inglês, português e espanhol |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

Na terceira etapa temos a busca, a elegibilidade e a codificação dos resultados, onde é feito a busca pelos estudos e sua seleção para posterior avaliação. Para execução desta etapa foi utilizada a estrutura da figura 2.

Figura 2 – Sequência da estratégia de busca



Fonte: Morandi; Camargo (2015, p. 154)

Os resultados obtidos na pesquisa às bases de dados citadas estão dispostos no quadro 3. Na plataforma SCOPUS as buscas não podem ser separadas por título e resumo em função disto se optou pela busca conjunta dos dois termos. Foi utilizado filtro de idioma para disponibilizar somente arquivos em inglês, português e espanhol.

Quadro 3 – Resultado da RSL

| TERMO DE BUSCA   | Local     | CAPE        | EBSCO       | SCIELO      | SCOPUS      |
|--|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|  |           | Encontrados | Encontrados | Encontrados | Encontrados |
| "Theory of constraints" and "lean manufacturing"       | No título | 2           | 0           | 2           | 25          |
| "Theory of constraints" and "Toyota production system" | No título | 1           | 0           | 1           | 7           |
| "Drum-buffer-rope" and "Toyota production system"      | No título | 0           | 0           | 0           | 0           |
| "Drum-buffer-rope" and "lean manufacturing"            | No título | 0           | 0           | 0           | 2           |
| "Theory of constraints" and "lean manufacturing"       | Resumo    | 28          | 25          | 5           | -           |
| "Theory of constraints" and "Toyota production system" | Resumo    | 3           | 4           | 2           | -           |
| "Drum-buffer-rope" and "Toyota production system"      | Resumo    | 0           | 1           | 0           | -           |
| "Drum-buffer-rope" and "lean manufacturing"            | Resumo    | 1           | 1           | 1           | -           |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

O resultado desta etapa foi um total de 111 publicações encontradas onde 23 foram descartadas por serem duplicadas e 51 conforme critérios de exclusão após a leitura do título e resumo, o quadro 4 apresenta os motivos de exclusão destes 51 arquivos.

Quadro 4 – Quantidade de arquivos excluídos por critério de exclusão

| CRITÉRIO DE EXCLUSÃO           | CAPE | EBSCO | SCIELO | SCOPUS |
|--------------------------------|------|-------|--------|--------|
| Não referente à manufatura     | 7    | 3     |        | 2      |
| Informe Comercial              | 1    | 4     |        |        |
| Arquivo referente à reportagem |      | 14    |        |        |
| Texto integral não disponível  | 4    |       |        | 6      |
| Não relacionado ao tema        | 1    | 1     | 2      | 6      |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

A seleção dos trabalhos foi feita a partir da aplicação dos critérios de exclusão e inclusão. Desta primeira seleção restaram 37 arquivos selecionados para leitura inspecional. Nesta etapa 16 arquivos foram excluídos, sendo 14 por ser referente a aplicação das teorias em outros departamentos que não o chão de fábrica e 2 por apresentarem conteúdo muito semelhante a outros arquivos selecionados.

Após esta fase restaram 21 arquivos os quais foram lidos integralmente. Desta análise foram descartados 9 arquivos, sendo 6 que tratavam de aplicação das técnicas em estudo na área de qualidade, uma pesquisa que tratava da aplicação conjunta das técnicas na redução de insumos gerados pelo meio ambiente, uma pesquisa relacionada à indústria calçadista, uma pesquisa tinha foco específico em empresas do Paquistão.

A partir da análise destes 12 arquivos selecionados, verificou-se que 10 são estudos estritamente teóricos sem aplicação empírica da junção entre as duas teorias no chão de fábrica. Esta análise é corroborada por Pacheco et al. (2019) que afirma a escassez de estudos quantitativos de aplicação prática sobre a abordagem conjunta da Teoria das Restrições e o Sistema Toyota de produção.

Com relação aos dois artigos encontrados com aplicação prática, um deles é relacionado a implantação em uma empresa com produção *make to order* e o outro é relacionado a aplicação conjunta em uma linha de montagem e sub montagem. Diante disso podemos observar que de uma pesquisa que partiu de 111 arquivos relacionados não foi encontrado nenhum estudo com aplicação prática dos conceitos da Teoria das Restrições e Sistema Toyota de Produção voltado especificamente para o chão de fábrica em uma empresa metalúrgica com produção *make to stock*.

No apêndice B está disponibilizado uma lista dos 12 artigos selecionados para execução deste trabalho.

Partindo deste contexto esta pesquisa pretendeu preencher uma lacuna referente a estudos sobre o uso sinérgico da Teoria das Restrições e o Sistema Toyota de Produção podendo ser utilizado como base de estudo para implantação desta combinação no ambiente fabril de produção *make to stock*.

## **1.4 Delimitações**

Nesta seção são apresentadas as delimitações que não fazem parte do escopo desta pesquisa.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização em conjunto da Teoria das Restrições (TOC) e Sistema Toyota de Produção (STP) com foco exclusivo no chão de fábrica.

Sendo um estudo de caso único, em empresa única, não foi possível generalizar os resultados obtidos.

Não foi objetivo desta pesquisa a aplicação destes conceitos nas demais áreas da manufatura como logística, financeiro e qualidade.

Também não foi objetivo o levantamento de custos de implantação destes conceitos e conseqüentemente não foi avaliado se o investimento no modelo de gestão sinérgico apresentou retorno financeiro.

## **1.5 Estrutura do trabalho**

Para melhor entendimento do trabalho a seguir é apresentado uma breve descrição dos 6 capítulos presentes nesta pesquisa.

No primeiro capítulo é apresentada a introdução onde é colocado uma breve descrição do ambiente onde a pesquisa está situada. Também nesta seção são indicados o problema de pesquisa, os objetivos gerais, as justificativas empresariais e acadêmicas e por fim as delimitações da pesquisa.

No segundo capítulo é desenvolvida a fundamentação teórica da pesquisa, onde é exposto o material teórico pesquisado sobre o assunto.

No terceiro capítulo está a metodologia de pesquisa, onde demonstra como a pesquisa de campo foi conduzida, como foram coletados e tratados os dados e o método de trabalho.

No quarto capítulo é apresentado a análise dos resultados obtidos através das informações coletadas durante a pesquisa.

No quinto capítulo são feitas as discussões com base na análise dos resultados obtidos confrontando com o que foi encontrado na literatura.



Por fim o sexto capítulo apresenta as considerações finais após o estudo bem como as dificuldades encontradas na elaboração da pesquisa e sugestões para estudos futuros.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta o embasamento teórico deste trabalho. Desta forma o capítulo encontra-se dividido em três partes, sendo abordado na primeira parte conceitos referentes ao Sistema Toyota de Produção, na segunda parte conceitos voltados à Teoria das Restrições com foco voltado para a metodologia TPC ( Tambor – Pulmão – Corda) e por fim uma seção destinada à análise de estudos encontrados que mencionam a aplicação conjunta da Teoria das Restrições com o Sistema Toyota de produção.

### 2.1 Sistema Toyota de Produção

Em 1960 a Toyota já tinha estabelecido quase que plenamente os princípios da manufatura enxuta, porém somente após a crise do petróleo em 1973 este sistema passou a ter reconhecimento devido ao sucesso alcançado pela empresa Toyota nos anos consecutivos à crise, a partir deste momento esta técnica foi difundida pelo mundo sendo objeto de interesse de diversas indústrias. (OHNO, 1997)

O Sistema Toyota de Produção (STP) também conhecido como Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing* é definida por Shingo (2007) como um sistema que visa a eliminação total de perdas no processo. Já Womack, Jones (2004) ressalta que a manufatura enxuta dá ênfase para que as ações devam ser conduzidas de maneira eficaz, sem interrupções e no tempo e quantidade solicitado pelo cliente.

Para construção do Sistema Toyota de Produção são tomados como referência alguns princípios básicos que são: o Mecanismo da Função Produção (MFP), o princípio do não custo e as perdas nos sistemas produtivos. Estes três princípios se relacionam profundamente na implantação deste sistema. (ANTUNES et al., 2008)

No MFP, Shingo (2007) classifica o sistema de produção como uma rede de processos e operações, sendo a rede de processos responsáveis pela transformação da matéria prima em produto acabado e as operações são as formas que são executadas estas transformações. Neste ponto Antunes (2009)

propõe que as melhorias na função processo deve ser priorizadas por apresentarem influência direta sobre o resultado da empresa.

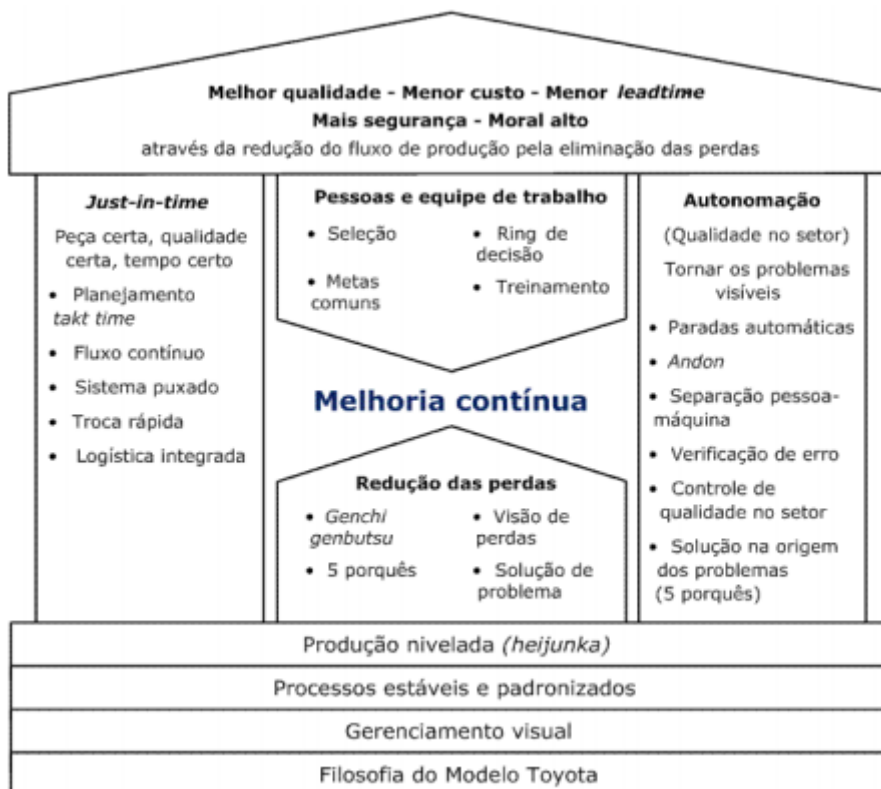
No princípio do não custo, Shingo (2007) defende que o preço final do produto deve ser definido pelo mercado, desta maneira a única forma de aumentar o lucro seria reduzindo o custo operacional. Para alcançar a redução de custos é necessário eliminar as perdas do sistema. Define-se como perdas, operações ou movimentos desnecessários que não agregam valor ao produto e que por consequência devem ser eliminadas.(SHINGO, 2007)

Neste cenário o STP classifica como sete as perdas relacionadas ao processo que são: perdas por superprodução, perdas por transporte, perdas no processamento em si, perdas por fabricar produtos defeituosos, perdas por espera, perdas no movimento e perdas por estoque.(ANTUNES et al., 2008). Liker (2005) defende a existência de uma oitava perda que seria o desperdício de criatividade do funcionário.

A meta fundamental para implantação do STP na área fabril é a criação de células para favorecer o fluxo unitário de produtos, estas células são formadas por pessoas, máquinas ou estações de trabalho de forma a estabelecer uma sequência de processamento balanceada, a partir daí um segundo passo seria eliminar as perdas existentes neste fluxo atingindo o menor *lead time* possível. (LIKER, 2016).

Com intuito de facilitar a disseminação do STP foi criada um diagrama chamado “Casa do STP” do inglês “*TPS House*”, este diagrama é representado na figura 3.

Figura 3 – Casa do STP



Fonte: Liker (2005, p. 51)

O STP é sustentado por dois pilares que são a autonomia (*Jidoka*) que consiste no poder atribuído ao sistema de parar a produção sem intervenção humana quando uma meta é atingida ou quando algum problema acontece, e o outro pilar é o *Just in Time* que é baseado em organizar a produção de forma que se produza a quantidade certa no tempo certo. (OHNO, 1997)

No telhado da casa tem-se as metas de melhor qualidade, menor custo e menor *lead time*, no centro tem-se os colaboradores que é como são chamadas as pessoas neste sistema. Como base da casa tem-se diversos processos sendo que o mais importante é a produção nivelada, nivelamento que é dado tanto em volume como variedade de produtos. (LIKER, 2016)

Segundo Slack (2000) as vantagens oferecidas pelo STP são:

- a) em relação à qualidade: a minimização das falhas durante o processo;
- b) em relação à velocidade: o desenvolvimento de um *lead time* menor de processo;

- c) em relação à confiabilidade: a instalação de dispositivos a prova de erro garantindo peças com qualidade ao cliente;
- d) em relação à flexibilidade: possibilitando a alternância rápida entre produtos através de ferramentas de otimização de tempo de setup.

Por fim unindo estes benefícios citados à redução de custo, que é uma consequência de todas as vantagens apresentadas, resultam nos motivos para as empresas optarem por este sistema com intuito de atingir uma vantagem competitiva.

## 2.2 Teoria das Restrições

A teoria das Restrições (TOC do inglês *Theory of Constraints*) foi desenvolvida pelo físico Eliyahu Goldratt nos anos 80 e difundida através do livro “A meta” de 1984, entretanto a base de sua teoria foi criada nos anos 70 a partir de um *software* de programação criado também por Goldratt chamado OPT (*Optimized Production Technology*). (PACHECO, 2014)

A TOC foi evoluindo a partir de então e hoje em dia já é muito mais que um software de programação, em virtude deste aperfeiçoamento e evolução ao longo dos anos já é considerada uma teoria válida no campo de gestão de operações. (PACHECO, 2014). Segundo Gupta, Boyd (2008) a TOC indica um novo paradigma em gestão de produção, substituindo a busca pela eficiência por uma busca pela meta a partir de uma perspectiva global.

Com relação à Teoria das Restrições, Goldratt (1991) defende que a meta de uma empresa deve ser a geração de lucro, ou seja, ganhar dinheiro hoje e no futuro, ao invés de reduzir custos. Esta teoria é embasada no conceito que o custo é limitado a zero, enquanto o lucro é ilimitado. Também afirma que a base do raciocínio deste sistema é a relação de causa efeito e a interligação entre os componentes do processo, priorizando o ótimo global ao invés do ótimo local.

Para isso a TOC propõe um conjunto de indicadores para controlar o resultado da organização e paralelo a isto são dispostas cinco etapas de focalização onde o principal objetivo é identificar e gerenciar de forma eficaz a restrição do processo. Como restrição do processo se entende qualquer recurso que limite a empresa de atingir sua meta ou seja ganhar mais dinheiro. (PERGHER; RODRIGUES; LACERDA, 2011)

Com relação aos indicadores estes são divididos em dois grupos: indicadores locais e indicadores globais. Os indicadores locais são subdivididos em Ganho, Investimento e Despesa Operacional, já os indicadores globais são o Lucro Líquido, o Fluxo de Caixa e o Retorno Sobre Investimento. (CORBETT NETO, 1997)

Segundo Souza (2005) a TOC abrange aspectos como a logística, processos de pensamento para solução de problemas bem como sistemas de desempenho, estes aspectos são relacionados com as ferramentas do TOC conforme o quadro 5.

Quadro 5 – Aspectos e ferramentas da TOC

| <b>Logística</b>        | <b>Processos solução de problemas</b> | <b>Sistema de desempenho</b> |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 5 passos de focalização | Árvore da realidade atual (ARA)       | Ganho                        |
| Análise V-A-T           | Árvore de pré requisitos              | Inventário                   |
| TPC                     | Árvore da realidade futura (ARF)      | Despesa operacional          |
| Gerenciamento de pulmão | Árvore de transição                   | Calculo mix de produção      |
|                         | Diagrama de dispersão de nuvens       | Ganho-dinheiro-dia           |
|                         |                                       | Inventário-dinheiro-dia      |

Fonte: adaptado de Souza (2005)

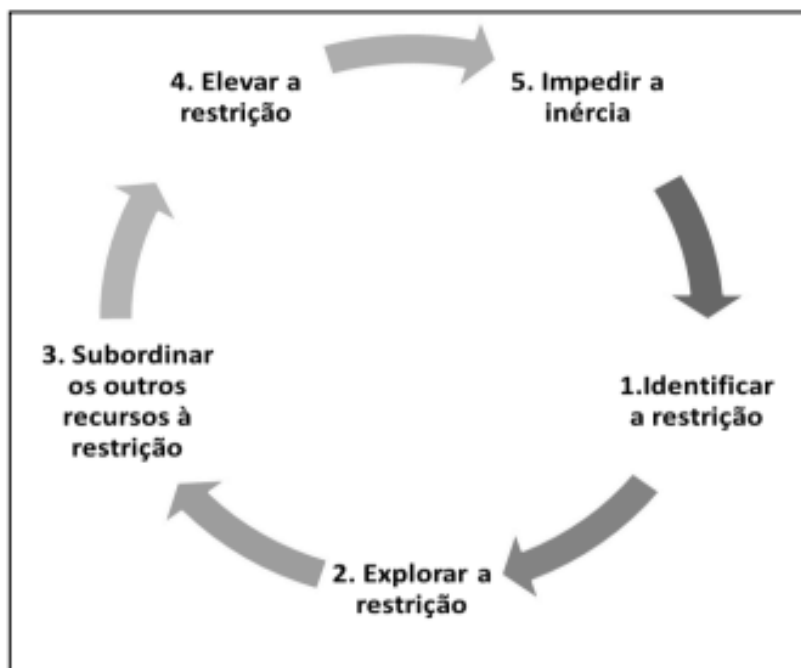
Para fins da presente pesquisa não foram abordados conceitos referentes às ferramentas relacionadas aos processos de solução de problemas por não ser o foco do trabalho.

A análise V-A-T é uma ferramenta de gestão das restrições que define o fluxo necessário para transformar a matéria prima em produto acabado, através do alinhamento do fluxo fica mais visíveis os critérios de controle do sistema facilitando o gerenciamento. (GUPTA; BOYD, 2008)

Esta ferramenta consiste em classificar a empresa conforme a entrada de matéria prima e suas saídas de produto acabado, essa classificação é dada como: (i) empresas tipo V quando ocorre entrada de uma ou mais matérias primas e os produtos vão se amplificando ao longo do roteiro de produção; (ii) empresas tipo A onde se tem muitas matérias primas e poucos produtos finais; (iii) empresas tipo T que consiste em muitos produtos finais derivados de montagens e sub montagens comuns. (PACHECO et al., 2016)

Partindo do princípio que o foco da TOC é identificar e gerenciar da melhor maneira possível as restrições é apresentado na figura 4 os passos do processo de focalização.

Figura 4 – Os cinco passos do processo de focalização



Fonte: Gupta, Boyd (2008)

Importante ressaltar que os cinco passos de focalização apresentados devem ser seguidos na sua respectiva ordem, a seguir é apresentada uma descrição de cada passo na sua sequência de implantação:

- a) identificar a restrição – Nesta etapa é identificado o processo que afeta o desempenho global da empresa, aqui cabe ressaltar que é possível existir mais de uma restrição e que esta pode ser física ou gerencial. (GOLDRATT, 1991);
- b) explorar a restrição – Em casos de restrição física o intuito é torná-la o mais eficaz possível, em caso de restrições gerenciais a ideia é eliminá-las, substituindo por uma política de maior rendimento. (RAHMAN, 1998);
- c) subordinar os outros recursos à restrição – Neste passo as demais atividades da empresa devem ser voltadas para suportar a restrição

encontrada no primeiro passo. (PERGHER; RODRIGUES; LACERDA, 2011);

- d) elevar a restrição – Se finalizados os passos anteriores e a restrição ainda é presente, os esforços devem ser concentrados a aumentar o desempenho do recurso restritivo aumentando sua taxa de saída. (PERGHER; RODRIGUES; LACERDA, 2011);
- e) impedir a inércia – Se a restrição é quebrada em qualquer um dos passos anteriores é necessário voltar ao primeiro passo a fim de impedir que a inércia se torne a restrição do sistema. (RAHMAN, 1998).

A partir da implantação dos cinco passos de focalização com o objetivo de sincronizar a produção do chão de fábrica até o mercado foi desenvolvido o método TPC (Tambor-Pulmão-Corda) do inglês *Drum-Buffer-Rope* (DBR), este método é definido como uma combinação de produção puxada com produção empurrada e é utilizado em conjunto com o método de Gerenciamento de Pulmões que é a forma de controlar e executar o método TPC. (MAUERGAUZ, 2016). Segundo Cox III; Spencer (2002), o sistema TPC é dividido em três elementos:

- a) Tambor - É o recurso mais lento o qual dita o ritmo da fábrica;
- b) Pulmão - É o estoque de material localizado em pontos estratégicos para reduzir a variabilidade do sistema.
- c) Corda - É responsável por transmitir o ritmo de produção imposto pelo gargalo aos demais postos de trabalho.

As restrições do sistema ou Tambor podem ser classificadas de duas formas: (i) gargalo que é quando o recurso limita a capacidade da empresa de atingir a meta; (ii) recurso com restrição de capacidade (CCR do inglês *Capacity Constrained Resources*) sendo neste caso um recurso que atende à demanda solicitada mas pode virar uma restrição caso não seja gerenciada de maneira eficiente. (GOLDRATT; COX, 2014)

De souza, Baptista (2010) sugere três tipos de pulmão na estrutura do TOC que são: (i) o Pulmão de Recurso responsável por proteger a restrição do sistema de paradas por falta de matéria prima; (ii) o Pulmão de Mercado que protege o mercado contra as variabilidades do processo; (iii) o Pulmão de Montagem que é utilizado em operações em quais existem a montagem de

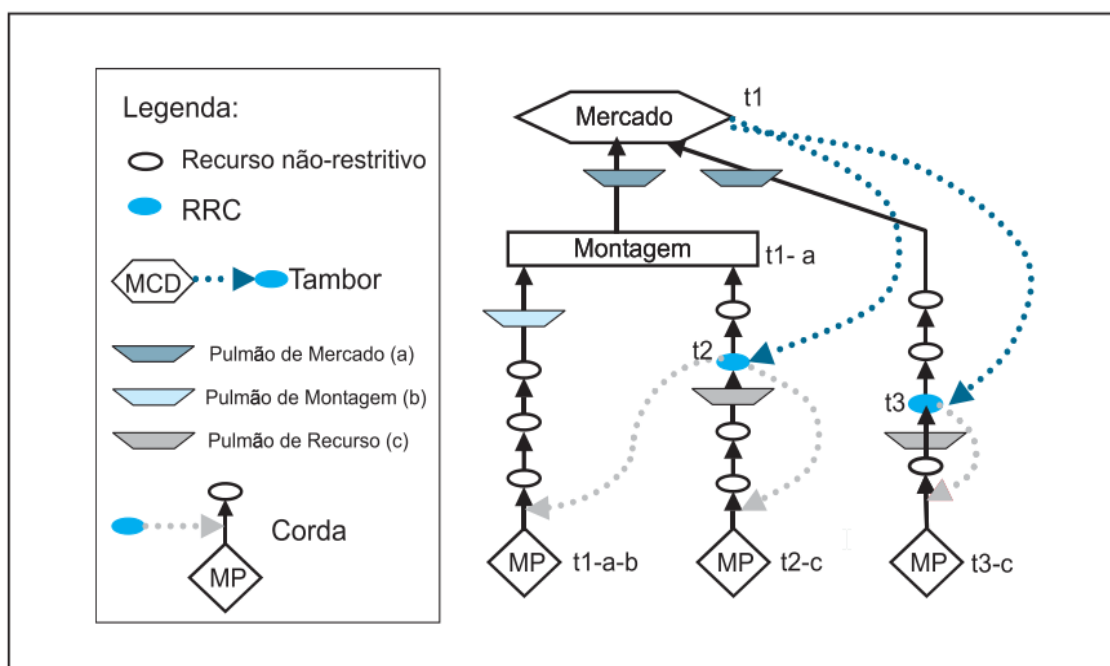


componentes após a fabricação e tem a função de garantir que todas as peças que passem pelo gargalo sejam montadas e enviadas ao cliente. (SOUZA; BAPTISTA, 2010)

Em contrapartida Cox III, Schleier (2013) apresentam mais dois tipos de pulmão que podem aparecer nos fluxos produtivos que são o Pulmão de Espaço que é utilizado quando os recursos após a restrição apresentarem problemas garantindo que as peças que saem da restrição tenham local para serem armazenadas e o Pulmão de capacidade protetiva que garante o recurso Tambor em funcionamento durante as oscilações ocorridas em recursos não restritivo.

A figura 5 apresenta uma modelo de fábrica fictícia e simplificada no qual se pode observar o funcionamento de um sistema completo de TPC, nota-se que o tambor e o mercado são os responsáveis por ditar o ritmo de produção interligando-se entre si pelas cordas para que a matéria prima seja inserida no momento certo na fábrica, nesta figura também é demonstrado onde são posicionados os tipos de pulmão ao longo da estrutura.

Figura 5 – Apresentação simplificada do método TPC



Fonte: Souza (2005)

Para garantir o ótimo global as nove regras do OPT são incorporadas ao TPC, estas regras consistem em: (i) Balancear o fluxo e não a capacidade; (ii) O nível de utilização de um recurso não restritivo é definido pela restrição do

sistema; (iii) Utilização de um recurso não é o mesmo que ativação; (iv) Uma hora perdida na restrição é uma hora perdida no sistema inteiro; (v) Uma hora ganha em um recurso não restritivo é inútil; (vi) As restrições definem os ganhos e estoques; (vii) O lote de transferência não deve ser igual ao lote de processamento; (viii) Lotes de processamento devem ser variáveis e não fixos; (ix) As programações devem ser feitas com base em todas as restrições os *lead times* são resultado da programação e não podem ser definidos. (GUERREIRO, 1996)

Trazendo para o contexto do chão de fábrica pode-se relacionar os passos de focalização com o método TPC. No primeiro passo, a identificação da restrição, a definição do tambor; no segundo passo são criados os pulmões para proteger a restrição do processo e no terceiro passo o tambor e o pulmão são ligados através da corda sincronizando o sistema. A partir deste contexto é verificado que os controles devem ser feitos estritamente na restrição, os demais recursos serão ativados a partir da corda ligada ao tambor. (COX III; SPENCER, 2002).

É importante ressaltar que as eficiências nos recursos que não são considerados restrições não é uma medida crítica, a ociosidade destes recursos é desejável, enquanto a eficiência da restrição é primordial para definir a capacidade produtiva da fábrica. (SOUZA; BAPTISTA, 2010)

Com base no que foi exposto, Pacheco (2014) conclui que a implantação da TOC juntamente com seus métodos de gerenciamento TPC melhora os resultados da empresa impactando diretamente na performance organizacional. Sua implantação apresenta resultado primeiramente no nível operacional e a partir daí indicando as melhorias que devem ser priorizadas a nível gerencial para o processo se tornar eficaz.

### **2.3 Análise de estudos referentes a possibilidade de sinergia entre STP e TOC**

Diante do constante desafio imposto às empresas de aumentarem seus lucros, redução de custos e entre outros é cada vez mais importante a necessidade das empresas de criarem um diferencial para sobreviver a este cenário. (UTIYAMA; GODINHO FILHO, 2013)

Neste contexto Utiyama, Godinho Filho (2013) relataram através de uma pesquisa diversos estudos publicados relacionados à comparação entre as duas teorias bem como pontos de possíveis sinergias entre elas. Nesta pesquisa foram apresentados trabalhos indicando que uma técnica se sobressai à outra e outros trabalhos indicando que estas técnicas são complementares.

Com relação aos estudos que indicam uma teoria superior a outra, Utiyama, Godinho Filho (2013) indicam que pesquisas relatam na sua maioria a STP levando vantagem em processos que apresentam menor instabilidade, enquanto o desempenho da TOC é superior quando a variabilidade é maior. Um ponto citado como vantagem do STP é o custo de implantação devido ao fato da aplicação da TOC ser dependente da instalação de *softwares* de programação considerados de alto valor.

Já os estudos apresentados que indicaram as teorias como complementares, segundo Utiyama, Godinho Filho (2013), em sua maioria defendem um formato híbrido destas técnicas, utilizando o OPT para planejamento das restrições a médio prazo e o JIT para o curto prazo bem como para o chão de fábrica visando maximizar a taxa de saída, sendo puxado por um sistema com *lead time* baixo e pequeno *WIP (work in process)*.

Com relação a comparação entre as duas teorias Putra, Wirjodirdjo (2013) apresentam uma pesquisa onde comparam os passos para implantação das duas teorias o resultado é exposto no quadro 6, nota-se uma similaridade em alguns destes passos como a melhoria contínua e identificar o recurso chave do processo.

Quadro 6 – Comparação passos para implantação da TOC e STP

| <b>STP</b>                   | <b>TOC</b>                          |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Identificar o Valor          | Identificar a restrição             |
| Identificar o fluxo de valor | Explorar a restrição                |
| Fazer o valor fluir          | Subordinar os processos à restrição |
| Puxar a produção             | Elevar a restrição                  |
| Buscar a perfeição           | Voltar ao passo 1                   |

Fonte: Adaptado de Putra, Wirjodirdjo (2013)

Da mesma forma Dettmer (2001) também fez uma pesquisa comparativa e desta conclui que as principais diferença entre as duas teorias são a forma como tratam a variabilidade e o custo. Estas diferenças estão expostas no quadro 7 juntamente com outras de importância menor levantadas nesta pesquisa.

Quadro 7 – Diferenças de abordagem entre TOC e STP

| STP  | TOC  |
|--|--|
| Redução de custo aumenta o lucro   | Redução de custo é limitado enquanto ganho é ilimitado                             |
| Ênfase em redução de esforços, espaços, custos e não conformidades         | Primeiramente o foco é aumentar o ganho, a redução de custo é feita posteriormente |
| Redução de custo em qualquer lugar da fábrica é importante                 | Redução de custo em um recurso não restritivo é perda de tempo, foco na restrição  |
| Recursos agrupados ao redor de produtos específicos                        | Recursos compartilhados por linhas de produto ou fluxo de valor                    |
| Mudanças negativas ou positivas em qualquer recurso influenciam resultados | Mudanças negativas ou positivas na restrição influenciam resultados                |
| Pulmão físico  | Pulmão de tempo  |
| Fluxo de peça unitário   | Redução do fluxo de processo   |
| Lote de processo = Lote de transferência                                   | Lote de processo $\neq$ Lote de transferência                                      |
| Procura eliminar a variabilidade   | Sistema protege contra a variabilidade   |
| Com relação aos recursos ou tudo funciona ou nada funciona                 | Problemas existem esteja preparado para eles                                       |

Fonte: Adaptado de Dettmer (2001)

Outro ponto citado por Utiyama, Godinho Filho (2013) é que a quantidade de estudos referentes a comparação entre as duas técnicas se sobressai aos estudos referentes ao uso sinérgico e que as pesquisas referentes ao uso sinérgico são na sua maioria teórico-conceitual notando-se uma lacuna para trabalhos qualitativos referentes a esta forma de utilização das teorias. Esta afirmação é corroborada por Pacheco *et al.* (2019) que também enfatiza a escassez de estudos qualitativos relacionados ao uso sinérgico da TOC e STP.

A falta de estudos qualitativos para o uso sinérgico também é citado por Stump, Badurdeen (2012) e em sua pesquisa também destaca que em ambiente de alta variabilidade de produtos o método TPC encontra alguma dificuldade de implantação devido a existência de restrições flutuantes nestas operações. Entende-se como fluxo de processos com restrições flutuantes aqueles em qual a restrição é um determinado recurso para um tipo específico de produto enquanto um outro produto pode apresentar um recurso restritivo diferente.

Pacheco (2014) em estudo onde inclui o Seis Sigmas em uma análise comparativa entre a TOC e o STP, defende a existência de mais pontos em que as tecnologias concordam do que pontos de não concordância e por isso indica a aplicação do uso sinérgico como vantagem competitiva aumentando a robustez das estratégias voltadas para melhoria contínua, no entanto ressalta pontos que devem ser melhor estudados antes da implantação destas técnicas combinadas os quais são descritos a seguir:

- a) como identificar quais técnicas e ferramentas das teorias é adequado para cada situação de processo?
- b) qual é a prioridade da empresa referente a variabilidade, melhoria no fluxo ou elevar restrições?
- c) é importante fazer o levantamento da cultura e objetivos da empresa em análise antecipadamente;
- d) considerar o envolvimento de todos os funcionários para o sucesso da implantação;
- e) os princípios de abordagem das teorias devem estar em sincronia com a estratégia da empresa.

Myrelid, Olhager (2015) em um estudo numa empresa de manufatura com produção MTO (*make to order*) conclui que dentro de uma mesma empresa pode-se encontrar linhas de produção mais propícias ao STP e outras onde a

TOC é mais adequada, no caso específico da empresa estudada pelos autores foi proposto um método conjunto utilizando a TOC para definição das restrições nos processos e a STP e suas ferramentas para implantação de melhorias nas restrições identificadas.

Myrelid, Olhager (2015) também ressaltam que a combinação destas duas teorias é viável, porém não é de fácil implantação havendo necessidade de um estudo profundo de caso na empresa onde será aplicado o uso sinérgico destas teorias.

Para Sims, Wan (2017) a TOC é mais adequada para fábricas onde se deseja um aumento de capacidade enquanto a STP é indicada para fábricas que tem como foco a melhoria contínua, isto se deve ao fato de que a TOC identifica rapidamente as restrições do sistema e então otimiza as restrições para aumentar a taxa de saída, enquanto a STP oferece mais compreensão do sistema através dos inúmeros gráficos de controle de processo facilitando a tomada de decisões a longo prazo.

Pacheco *et al.* (2019) segue na mesma linha de pensamento indicando que a fórmula para implantação de uma método integrando as duas teorias em uma fábrica onde nenhuma das duas teorias é aplicada seria iniciando a implantação com o TOC através do método TPC controlando assim a variabilidade do sistema e após atingido este controle aplica-se os princípios *Lean* para diminuir a variabilidade ao longo do tempo.

Em contrapartida Sale; Inman (2003) desenvolveram uma pesquisa, entrevistando pessoas ligadas à produção, sobre a performance da empresa nos últimos três anos e o sistema de gestão que utilizava. Como resultado obtiveram que, empresas que adotaram o uso independente da Teoria das restrições atingiram resultados melhores em comparação a outras empresas que utilizavam o método integrado ou somente o Sistema Toyota de produção. Porém esse resultado é explicado por Womack, Daniel (2009) que indicam a falta de estudos referentes a aplicação conjunta destas teorias como fonte de insucesso na implantação e continuidade das teorias em conjunto.

Uma pesquisa realizada por Khayrullina et al. (2015) também utilizou entrevistas com executivos em empresas de manufatura e, a partir dos dados levantados com 391 entrevistados onde relatavam os índices considerados importantes para o bom funcionamento de uma empresa, foi desenvolvido um

modelo matemático para confrontar com as sistemáticas oferecidas pelo STP e TOC, desta análise concluiu-se que o uso sinérgico é uma ideia promissora que pode ser indicada para uma melhor gestão do processo.

Pergher et al. (2011) defende que a incorporação das sete perdas sugeridas no STP pode otimizar os indicadores definidos pela TOC aumentando os ganhos na empresa que tem a Teoria das Restrições como forma de gestão. Enquanto Votto; Fernandes (2014) e Souza, Pires (2014) em pesquisas feitas em ambientes fabris concluíram que a utilização integrada da TOC e STP é uma opção vantajosa para empresas com produção MTO (*Make To Order*) proporcionando um *lead time* de entrega menor nas encomendas. Já Goldratt (2009) demonstrou que aplicação do método TPC em um ambiente de alta rotatividade de produtos se sobressaiu ao método Kanban reduzindo os estoques internos e os lead times em 50% em uma fábrica de ferramentas de corte no Japão.

Antunes (1998) sugeriu em seu trabalho a criação de uma teoria geral no qual apresenta uma proposta de uso sinérgico entre o STP e a TOC, neste estudo foram levantados amplos pontos de concordância entre as duas teorias nos seguintes sentidos:

- a) a abordagem logística centraliza as ações referentes a gestão do sistema produtivo;
- b) existe uma abordagem sistemática no processo de identificação, análise e solução de problemas;
- c) apresenta necessidade de indicadores de performance.

Ainda neste estudo Antunes (1998) propõe uma eixo central de tópicos que objetivam unir de forma sinérgica a TOC e a STP, estes tópicos estão divididos em conceitos básicos, conteúdo da mudança e processos de mudança. Na sequência estão descritos separadamente cada tópico:

- a) conceitos básicos - visão de sistemas de produção e manufatura; sistemas de produção são constituídos de processos e operações; foco das mudanças nos processos; melhorias de processos serão evidenciadas pelos indicadores da TOC; conceito de trabalho baseado em agregação de valor ao produto e melhoria contínua;

- b) conteúdo da mudança – utilização de forma conjunta e interconectada da estrutura do STP e do processo de pensamento da TOC com finalidade de personalizar a aplicação para a empresa em estudo;
- c) processos de mudança – descreve os seguintes passos para implantação: (i) criar um sistema de indicadores voltados a garantir a melhoria contínua; (ii) alteração do macro *lay out* visando a linearidade e a flexibilidade dos sistemas de produção; (iii) estabilizar o novo macro *lay out* através das ferramentas do STP (TRF, SMED, trabalho padronizado, seis sigmas e TPM); (iv) utilizar sistematicamente os cinco passos de focalização da TOC.

Por fim Dettmer (2001) propõe um modelo para utilização integrada do STP e a TOC em uma manufatura com base na combinação dos cinco passos de focalização da TOC agrupado com as ferramentas do STP, para isso o controle da restrição é feito pela TOC e as melhorias de processo com a utilização das ferramentas do STP, o quadro 8 expõe esta ideia.

Quadro 8 – Proposta de aplicação conjunta da TOC e STP

|   |  |
|---|--|
| 1 Identificar a restrição do sistema (TOC)<br>Identificar o fluxo de valor (STP)<br>Mapeamento de processos (STP)<br>Análise de rotina (STP)<br>Determinação da capacidade (TOC)<br>Lay out celular (STP)<br>Trabalho Padrão (STP)<br>Regras e possibilidades (STP) | 3 Subordinar tudo a restrição<br>Kanban (STP)<br>Pulmão (TOC)<br>5S, SMED, TPM, Kaizen (STP) |
| 2 Explorar a restrição do sistema (TOC)<br>Dimensionamento do Kanban (STP)<br>Lote de transferência (TOC)<br><i>One piece flow</i> (STP)<br>Lotes de processo (TOC)<br>Método Tambor e Corda (TOC)<br>Melhoria no recurso com restrição (STP)                       | 4 Elevar a restrição(TOC)<br><br>5 Evitar a inércia / Melhoria contínua                      |

Fonte: Adaptado de Dettmer (2001)

Diante disto pode-se concluir que, de acordo com os estudos apresentados, a possibilidade de uso sinérgico é indicada pela maioria dos autores. É possível identificar que no nível do chão de fábrica ocorre praticamente um consenso entre os autores que indicam a implantação da TOC



através dos cinco passos de focalização e do método TPC para identificação e gerenciamento das restrições e utilizando as ferramentas do STP para otimizar as restrições do sistema.

Ainda é importante ressaltar a falta de estudos qualitativos com aplicação prática do uso sinérgico surge como uma das barreiras encontradas para utilização deste método pelas empresas atualmente.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia empregada para desenvolvimento desta pesquisa. Para isto este capítulo foi subdividido em cinco partes as quais são delineamento de pesquisa, método científico e de pesquisa, método de trabalho, técnica de coleta de dados e técnica de análise de dados.

#### 3.1 Delineamento de pesquisa

Segundo Booth, Colomb e Williams (2019), pesquisa é definida como um ato de reunir informações a fim de encontrar uma resposta para uma pergunta chegando a solução de um problema. Já para Dresch *et al.* (2015), a pesquisa é uma investigação sistemática que tem como principal objetivo o desenvolvimento ou refinamento de teorias e em alguns casos levam a solução de problemas.

Pode-se dizer ainda que a pesquisa é desenvolvida durante um processo que envolve diversas fases desde a formulação do problema até a apresentação dos resultados e é requerida em grande parte quando existem lacunas para compreensão de determinados problemas. (GIL, 2018)

Quanto ao aspecto motivador da pesquisa este pode apresentar caráter teórico ou prático, sendo que pesquisas de caráter teórico são denominadas pesquisas básicas e tem por objetivo garantir o progresso científico sem a utilização de conceitos obtidos com a prática, enquanto pesquisas de caráter prático, também chamadas de pesquisa aplicada, tem por objetivo auxiliar profissionais em problemas presentes no dia a dia. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

Diante deste contexto a presente pesquisa se classifica como pesquisa aplicada de forma que foi desenvolvida dentro de uma indústria com intuito de entender formas de utilização conjunta de duas técnicas de gerenciamento de processos.

Referente ao modo de abordagem uma pesquisa pode ser classificada como quantitativa ou qualitativa. De um modo geral as pesquisas quantitativas são definidas como aquelas que são apresentadas em dados numéricos enquanto nas qualitativas as observações e resultados são relatados através de descrições verbais. (GIL, 2018). Trazendo para o contexto do trabalho

apresentado, esta pesquisa, embora apresente dados quantitativos, teve uma abordagem majoritariamente qualitativa pois teve como objetivo a observação da empresa estudada e a coleta de evidências para condução do estudo.

Segundo Gil (2018) a pesquisa pode ainda ser classificada conforme seu objetivo geral como:

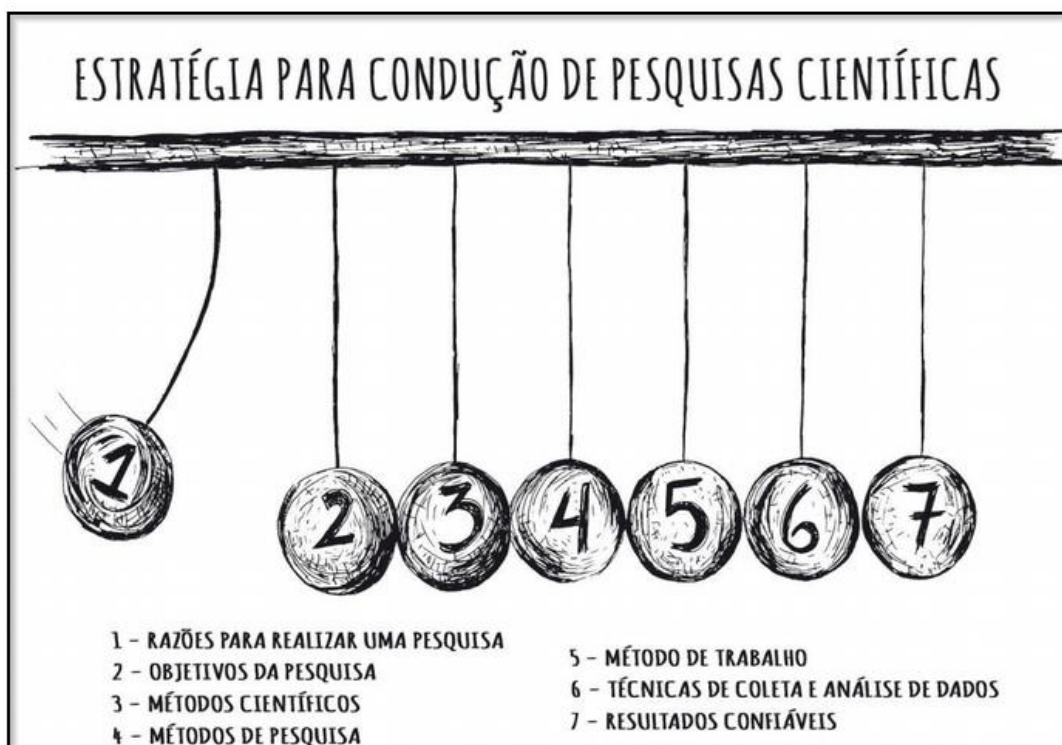
- a) exploratória – Tem objetivo de trazer mais familiaridade ao problema através da investigação;
- b) descritiva – Utilizadas para descrever as características de uma determinada população;
- c) explicativa – Procura responder questões relacionadas à causa de fenômenos.

A presente pesquisa é classificada como exploratória pois visou a obtenção de um melhor entendimento sobre a aplicação sinérgica da TOC com a STP.

Gil (2018) cita que todas as ações ao longo de uma pesquisa devem ser efetivamente planejadas. Diante disto Dresch *et al.* (2015), explica que para obter um bom desenvolvimento de uma pesquisa científica se faz necessário adotar alguns procedimentos com intuito de garantir a confiabilidade dos dados obtidos, para isso uma estrutura representada pelo pêndulo de Newton foi desenvolvida para utilização na produção do conhecimento científico.

Esta estrutura é demonstrada na figura 6 e indica os sete passos a serem seguidos pelo pesquisador no desenvolvimento da pesquisa. É importante destacar que o pesquisador deve conhecer cada etapa do pêndulo e por consequência posicionar-se nas escolhas metodológicas bem como justificar a opção escolhida em cada etapa.

Figura 6 – Pêndulo representativo da condução de pesquisas científicas



Fonte: Dresch *et al.* (2015, p.16)

Segundo Dresch *et al.* (2015) o ponto de partida para uma pesquisa científica é dado através da razão ou justificativa para realizar uma pesquisa, este primeiro passo juntamente com o segundo, que é o objetivo da pesquisa, estão descritos no capítulo 1 desta monografia. Os passos 3, 4 e 5 são referentes aos métodos empregados na pesquisa e estão descritos neste capítulo assim como o passo 6 referente às técnicas de coleta e análise de dados. Com relação ao passo 7, referente aos resultados, é analisado e discutido nos próximos capítulos deste trabalho.

### 3.2 Método científico e método de pesquisa

O passo 3 do pêndulo é a definição do método científico. Este é definido como um panorama do estudo a ser desenvolvido e para sua definição deve se levar em conta o ponto de partida e o objetivo da pesquisa. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015).

Segundo Dresch *et al.* (2015) os métodos científicos mais utilizados em pesquisas científicas são:

- a) método indutivo - é baseado na observação repetitiva de fatos para construção do conhecimento científico;
- b) método dedutivo - é desenvolvido com base em teorias já existentes sobre a pesquisa em desenvolvimento, ou seja, com base nas teorias o pesquisador consegue prever os resultados da pesquisa;
- c) método hipotético-dedutivo - este método tem como finalidade encontrar lacunas em teorias existentes, propor novas hipóteses e testá-las a fim de verificar se corroboram as teorias existentes.

Diante do exposto este estudo utilizou o método indutivo, pelo fato que foi desenvolvido baseado em observações no chão de fábrica da empresa em estudo e entrevistas com pessoas envolvidas no processo.

No quarto passo é definido o método de pesquisa o qual permite ao pesquisador atingir a resolução do problema de pesquisa bem como favorecer o reconhecimento na comunidade científica pelo trabalho executado. Dentre os métodos de pesquisa existentes Dresch *et al.* (2015) destacam:

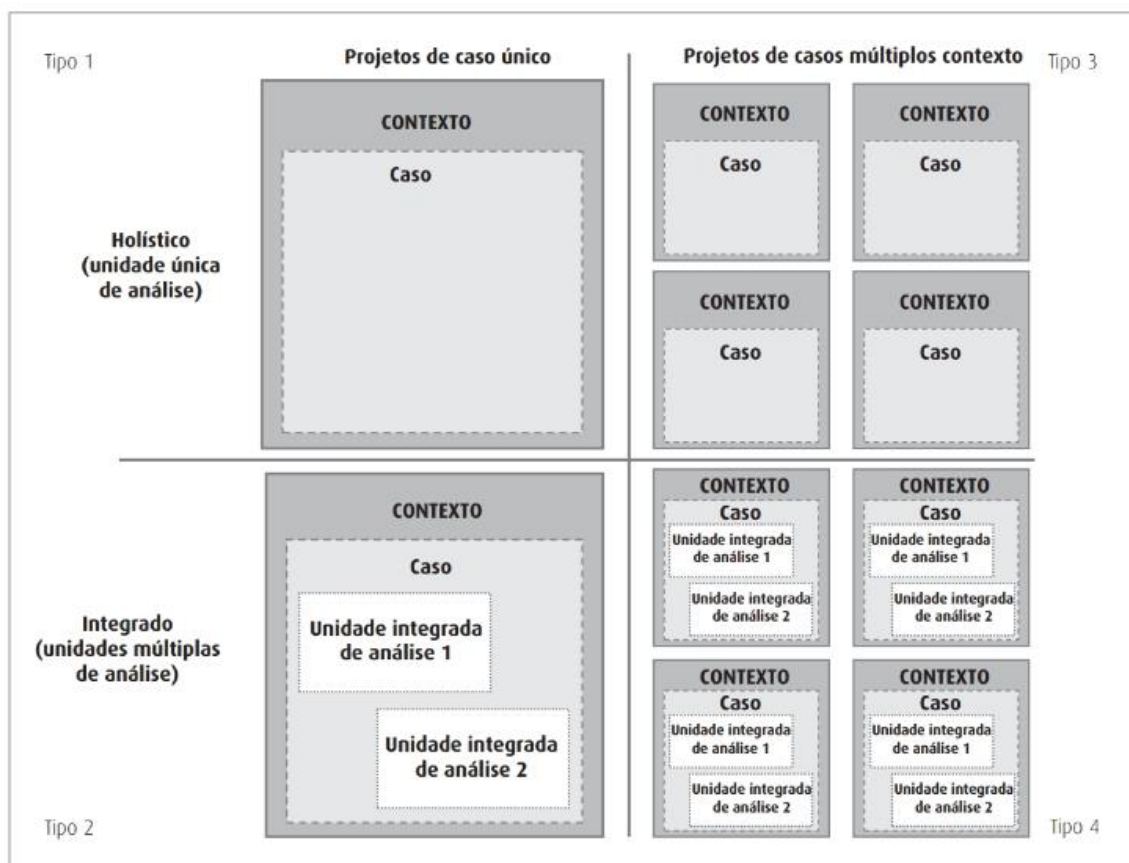
- a) modelagem - destinada a pesquisas vinculadas à simulação de uma situação real;
- b) Survey - tem uma abordagem quantitativa e geram dados confiáveis possibilitando análises estatísticas;
- c) pesquisa-ação - na qual o pesquisador é atuante na resolução do problema;
- d) estudo de caso - utilizado para entender um evento contemporâneo no contexto real;
- e) Design Science Research – é baseada no desenvolvimento de artefatos para solução de problemas práticos.

De acordo com o exposto e corroborado por Miguel *et al.* (2011), um estudo de caso pode ser conceituado como uma análise aprofundada de um tema, utilizando a coleta de dados e a interação entre pesquisador e pesquisa. Desta forma, conclui-se que o método de pesquisa mais adequado para esta monografia é o estudo de caso.

Um passo importante antes da coleta de dados é a escolha do tipo de abordagem do estudo de caso, estes podem ser classificados como de caso único

quando é referente à um objeto de estudo e caso múltiplo quando o objeto de estudo são mais de um caso único. Estas abordagens ainda podem ser classificadas como holísticas quando é analisado apenas a natureza global de uma organização ou integrada quando a análise é feita também nas ramificações desta organização. (YIN, 2015). A figura 7 apresenta uma matriz com os tipos básicos de abordagem do estudo de caso bem como suas relações.

Figura 7 – Tipos básicos de projeto de estudo



Fonte: Yin (2015, p.53)

Esta pesquisa foi definida como estudo de caso único com abordagem holística pois é baseada na análise de uma única empresa abordando esta instituição como um todo.

Por fim o quadro 9 traz uma lista dos procedimentos e metodologias utilizados nesta monografia descritos e explicitados ao longo deste capítulo, os quais foram selecionados de acordo com os objetivos deste estudo.

Quadro 9 – Procedimento e metodologias aplicadas na monografia

| <b>Critério</b>        | <b>Classificação</b>         |
|------------------------|------------------------------|
| Aspecto motivador      | Pesquisa aplicada            |
| Objetivo Geral         | Exploratória                 |
| Abordagem              | Qualitativa                  |
| Método científico      | Indutivo                     |
| Método de pesquisa     | Estudo de Caso               |
| Tipo de estudo de caso | Único de abordagem holística |

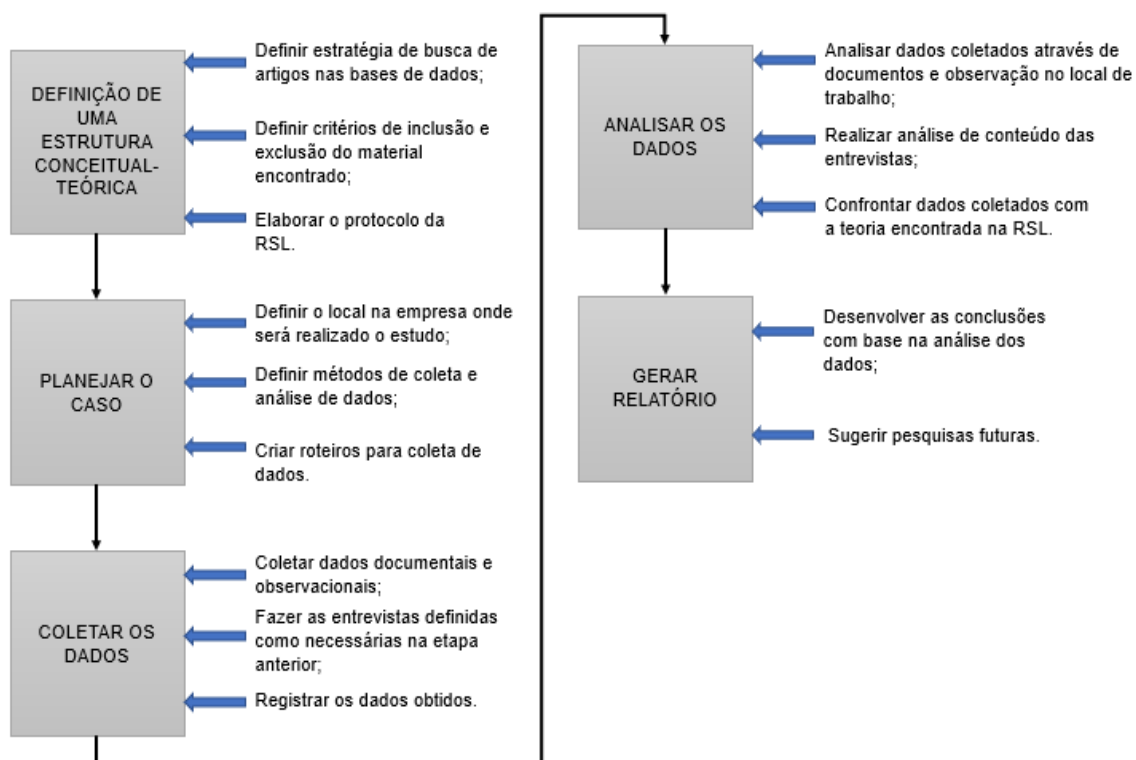
Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

### **3.3 Método de trabalho**

Nesta etapa é descrita a sequência lógica de condução da pesquisa para atingir o objetivo, descrever esta etapa de forma correta atribui mais clareza à pesquisa, tornando-a mais confiável e reconhecida por outros pesquisadores. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015)

Conforme exposto anteriormente a presente pesquisa foi conduzida como um estudo de caso e seu desenvolvimento utilizou como referência o método de estudo de caso representado proposto por Miguel (2007). A Figura 8 apresenta a adaptação deste método, detalhando as etapas que serão seguidas nesta pesquisa.

Figura 8 – Metodologia de trabalho adotada



Fonte: Adaptado de Miguel (2007)

A primeira etapa consistiu em definir a estrutura conceitual e teórica do estudo, nesta fase foram definidas as delimitações para busca de material teórico e a partir desta base teórica identificar as lacunas para justificar a pesquisa. (MIGUEL, 2007). Este trabalho utilizou a revisão sistemática da literatura (RSL) proposta por Morandi e Camargo (2015) para desenvolvimento deste primeiro passo o qual o protocolo está disponível no apêndice A deste documento.

No segundo passo foi executado o planejamento do estudo. Nesta etapa foi definida a unidade de análise que no caso desta pesquisa é única pois ocorreu em uma única empresa. Também foram definidas as técnicas de coleta e análise de dados. Quanto à coleta de dados, foram planejadas as seguintes técnicas:

- a) pesquisa de documentos da empresa;
- b) entrevistas;
- c) observações presenciais no chão de fábrica.

Ainda nesta fase foi feito um planejamento do roteiro para guiar de maneira eficiente a coleta de dados. Definiu-se os locais onde serão coletados os dados e os participantes das entrevistas com intuito de identificar as melhorias



provenientes da utilização conjunta da TOC e da STP. A metodologia utilizada para coleta de dados está detalhada na sequência no item 3.4 deste trabalho. Para a análise de dados definiu-se a metodologia de análise de conteúdo que é conceituada na sessão 3.5 deste capítulo,

A próxima etapa refere-se à coleta de dados propriamente dita. Ou seja, foi colocado em prática o que foi definido na etapa anterior. Esta fase contemplou a coleta de todos os dados necessários para condução da pesquisa.

Na quarta etapa foi feita a análise dos dados coletados a fim de dar sentido aos mesmos, nesta etapa além da análise dos documentos empresariais e das observações colhidas no chão de fábrica foi feito a análise de conteúdo das entrevistas. As técnicas utilizadas na análise de dados estão detalhadas no item 3.5 deste trabalho.

Na última etapa são apresentadas as conclusões obtidas a partir da análise dos dados coletados, neste passo são apresentados os resultados obtidos ao confrontar o referencial teórico com os dados obtidos em campo, cruzando os estudos referentes a aplicação conjunta da TOC com a STP com as práticas adotadas pela empresa em questão. Também são sugeridos nesta etapa temas para pesquisa futuras que podem surgir a partir da análise deste estudo de caso.

### **3.4 Coleta de dados**

Para Yin (2015) em um estudo de caso geralmente as evidências derivam de seis tipos de fontes as quais são documentos, registros em arquivos, entrevistas, observação direta, observação participante e artefatos físicos. Yin cita ainda que a observação dos quatro princípios dominantes direciona a um trabalho com mais confiabilidade, estes quatro princípios são:

- a) evitar a utilização de uma única fonte de evidências;
- b) elaborar um banco formal de dados coletados;
- c) manutenção de um encadeamento de evidências;
- d) cuidado na utilização de fontes eletrônicas.

Diante disto o quadro 10 apresenta os conceitos referentes às fontes de pesquisa utilizadas neste trabalho.

Quadro 10 – Tipos de fontes utilizadas no trabalho

| Tipo de fonte     | Definição   |
|-------------------|---|
| Documental        | Informações coletadas por meio de documentos físico ou recursos eletrônicos com o objetivo de corroborar e aumentar a evidência de outras fontes.   |
| Entrevistas       | São evidências tomadas por meio de entrevistas que colaboram como uma fonte essencial de evidências em um estudo de caso relacionadas à informações que não são possíveis de obter por documentos |
| Observação direta | É utilizada para trazer uma maior informação da área estudada através da observação no local de trabalho, pode ser feita em conjunto com a entrevista pelo pesquisador                            |

Fonte: Adaptado de Yin (2015)

Referentes às fontes de origem documental foram analisados planilhas de resultados que indicam a evolução da empresa após a implantação do uso sinérgico da TOC com a STP. Para isso buscou-se indicadores que retratam a evolução da empresa após a implantação do sistema de gestão.

Com relação às entrevistas um aspecto importante a ser definido antes de sair a campo é ter uma definição do tempo que será empregado para execução das entrevistas e os recursos que serão utilizados. (MIGUEL, 2007). Para esta pesquisa definiu-se entrevistas com duração de 30 minutos via plataforma digital (Microsoft TEAMS), estas reuniões foram gravadas para posterior análise.

Entrevistas podem ser classificadas como estruturadas, quando é seguido um roteiro de entrevista que não permite adaptações ou alterações, ou não estruturadas às quais permitem ao entrevistador modificar o roteiro ao longo da entrevista visando explorar temas mais amplos. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015). Uma outra classificação para as entrevistas é o tipo semiestruturada, nesta é elaborado um roteiro predefinido, porém permite uma

liberdade ao entrevistado e ao entrevistador para conduzir a entrevista. (MAY, 2004)

Para esta pesquisa foi optado pela entrevista semiestruturada tendo um questionário guia para conduzir a entrevista, sendo que este pode ser alterado no decorrer da conversa acrescentando ou reformulando as perguntas para melhor entendimento do entrevistado.

O objetivo das entrevistas foi avaliar as melhorias e resultados alcançados pela empresa com aplicação sinérgica das duas teorias a partir do ponto de vista de diversas áreas da empresa. Para isso optou-se entrevistar três pessoas que participaram do processo de transição para implantação do modelo atual de gestão e três pessoas que atualmente respondem pelos resultados colhidos após a implantação desta metodologia bem como a disseminação desta sistemática pelas demais plantas da organização.

As três pessoas envolvidas na fase de transição ocupavam os cargos de Gerente de planta, Gerente de fábrica e Supervisor de produção no período de implantação do novo método de gestão, enquanto que os cargos das pessoas que trabalham atualmente no controle de eficiência e na disseminação deste sistema de gestão são o Diretor de Excelência operacional, a Coordenadora de melhoria contínua e a Supervisora de melhoria contínua.

O quadro 11 apresenta as perguntas base, o objetivo e o referencial teórico que estimulou a pergunta.

Quadro 11 - Roteiro para entrevista

| Pergunta   | Objetivo  | Referencial teórico  |
|--|---|--|
| 1) Quais foram os principais motivos para implantação do sistema de gestão atual? Quais eram as dificuldades apresentadas no sistema de gestão anterior? | Entender porque a empresa optou por mudar o sistema de gestão                                 | (ANTUNES, 1998)<br>(DETTMER, 2001)   |
| 2) Por que se optou pelo uso combinado e não isolado?  | Verificar quais pontos fracos de cada teoria estimularam a implantação conjunta               | (ANTUNES, 1998)<br>(DETTMER, 2001)   |
| 3) Quais ferramentas do STP e TOC são utilizadas? Por quê?   | Verificar como é feita a sinergia das duas teorias na empresa                                 | (PERGHER;<br>RODRIGUES;<br>LACERDA, 2011)<br>(DETTMER, 2001)                             |
| 4) Foi implantado de forma incremental?  | Verificar se o projeto inicial teve de sofrer adaptações durante a implantação                | (ANTUNES, 1998)<br>(DETTMER, 2001)   |
| 5) Quais foram os principais obstáculos para implantação deste sistema de gestão?  | Verificar as dificuldades encontradas para implantação do uso sinérgico entre as duas teorias | (ANTUNES, 1998)<br>(DETTMER, 2001)   |
| 6) Qual os impactos positivos verificados após a implantação do novo sistema de gestão? O que se conseguiu com a utilização sinérgica?                   | Entender como a empresa entende que este sistema de gestão ajudou nos resultados              | (ANTUNES, 1998)<br>(DETTMER, 2001)<br>(PACHECO et al., 2019) (MYRELID;<br>OLHAGER, 2015) |
| 7) De que forma o indicador de entrega aos clientes foi afetado após a implantação do novo modelo de gestão?   | Comprovar se o uso sinérgico resulta em um melhor desempenho de entregas                      | (ANTUNES, 1998)<br>(DETTMER, 2001)   |

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Além das técnicas de coleta de dados já expostas, foi utilizada a observação direta no chão de fábrica a fim de verificar indícios que comprovem a utilização conjunta das duas técnicas.

Nesta análise foi realizada uma visita em um determinado V.S. (*Value Stream* - denominação dada na empresa às células de manufatura) verificando na prática como é o funcionamento da linha de produção, observando como são tratados os recursos disponíveis com relação à setup, priorização no fluxo

produtivo e manutenção. No quadro 12 está exposto as perguntas norteadoras para condução desta etapa bem como os objetivos destas verificações.

Quadro 12 - Roteiro para condução da observação direta

| Item de observação    | Perguntas norteadoras  | Objetivo  |
|-----------------------|--|---|
| Linha de produção     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como é feita a proteção das restrições?</li> <li>• São utilizados estratégias para explorar ao máximo a restrição?</li> </ul> | Verificar as técnicas de otimização na eficiência da restrição no chão de fábrica |
| Planejamento de setup | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como é tratado a restrição no momento de setup e pré setup?</li> </ul>  | Verificar quais técnicas são utilizadas para otimização do setup                  |
| Paradas de manutenção | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe alguma priorização específica para a restrição?</li> </ul>   | Verificar na prática as atuações da manutenção diante a paradas na restrição      |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

A coleta de dados descrita nesta seção juntamente com o referencial teórico exposto em capítulo anterior conclui a fase de coleta de dados para condução do estudo de caso. Na próxima sessão são descritas as técnicas utilizadas para análise e refinamento dos dados coletados.

### 3.5 Análise de dados

Para Miguel (2007) a análise de dados deve ser robusta possibilitando uma ligação da teoria geral vigente com o material coletado, este processo deve ser robusto o suficiente para gerar conclusões a qual o objetivo final é a contribuição à teoria atual.

O primeiro passo na análise de dados é redigir uma transcrição das entrevistas e observações diretas logo após finalizadas, com o propósito de gerar dados brutos e não se perder nenhum detalhe observado. (MIGUEL, 2007)

Um dos métodos utilizados para o refinamento e direcionamento de dados é a análise de conteúdo. A análise de conteúdo é definida como um conjunto de técnicas para análise das comunicações com objetivo de extrair conclusões encontradas no conteúdo de uma entrevista. (DRESCH; LACERDA; ANTUNES, 2015)

Bardin (2011) acrescenta que a análise de conteúdo é feita com o intuito de fazer a inferência de conhecimentos relativos aos dados produzidos a qual é feita através de indicadores que podem ser quantitativos ou não.

Segundo Bardin (2011) as fases da análise de conteúdo se dividem em três polos cronológicos:

- a) pré análise – Esta fase tem como objetivo operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais conduzindo a análise a um desenvolvimento preciso das fases sucessórias. Nesta etapa normalmente é feita a escolha dos documentos, formulação de hipóteses e objetivos e definido as regras de codificação para condução da análise;
- b) exploração do material – Nesta fase é feita a codificação dos dados encontrados em função das regras estipuladas na etapa anterior, ou seja, é operacionalização da fase anterior;
- c) tratamento dos resultados obtidos – Finalmente os resultados brutos são lapidados com intuito de se tornarem válidos e significativos para então propor inferências e adiantar interpretações com relação aos objetivos previstos, esta etapa será mais bem detalhada em capítulo posterior.

Na fase de pré análise foi organizada a documentação que seria utilizada na análise de conteúdo. Nesta etapa foram feitas as transcrições e leitura das entrevistas realizadas e a leitura dos documentos coletados na fase de coleta de dados.

Na fase de exploração do material foi efetuado o carregamento das entrevistas no *software* MAXQDA bem como sua codificação para posterior análise de concordância e discordância entre os entrevistados.

A análise das entrevistas no *software* possibilitou a posterior triangulação das informações coletadas comparando com as fontes de origem documental e teórica. Segundo Miguel (2007) o cruzamento de dados coletados em campo com os dados teóricos conduz a conclusões sólidas.

O tratamento dos resultados obtidos está apresentado no capítulo seguinte referente à análise dos resultados.

## 4 ANÁLISE DO RESULTADOS

Este capítulo inicia apresentando brevemente a empresa estudada. Na sequência é demonstrada como foi desenvolvido o trabalho de pesquisa documental, seguidas das informações obtidas durante a observação direta. Por fim é relatado o processo de realização das entrevistas e os principais resultados obtidos.

### 4.1 Apresentação da empresa

A pesquisa foi desenvolvida em uma indústria metalúrgica do ramo automobilístico situada no Distrito Industrial de Gravataí no Rio Grande do Sul. A empresa é sediada nos Estados Unidos da América e conta com 140 operações em 33 países. O site de Gravataí conta com aproximadamente 2.000 colaboradores distribuídos em 5 fábricas e um centro administrativo. Por motivos de não consentimento o nome da empresa não será divulgado no trabalho.

A pesquisa foi desenvolvida na unidade responsável pela produção de componentes de eixo cardan. Esta divisão mantém atualmente a empresa como líder no mercado neste segmento.

Em 2008 em meio a um grave problema financeiro que atingiu a corporação em nível global, assume o comando da corporação um novo CEO (*Chief Executive Officer*), que para fins do trabalho será identificado como John. John contava com grande experiência em fábricas da Toyota e chega para resgatar o conceito de fábrica de manufatura, o qual foi se perdendo ao longo dos anos.

Ao iniciar seu trabalho, John tinha em mente que para o sucesso em sua jornada precisaria de uma liderança engajada e com conhecimento para conduzir suas equipes à redução dos desperdícios e à melhoria contínua. Seria necessário também a criação de métricas para direcionar essas lideranças ao rumo certo e identificar pontos assertivos e pontos a serem corrigidos durante o processo.

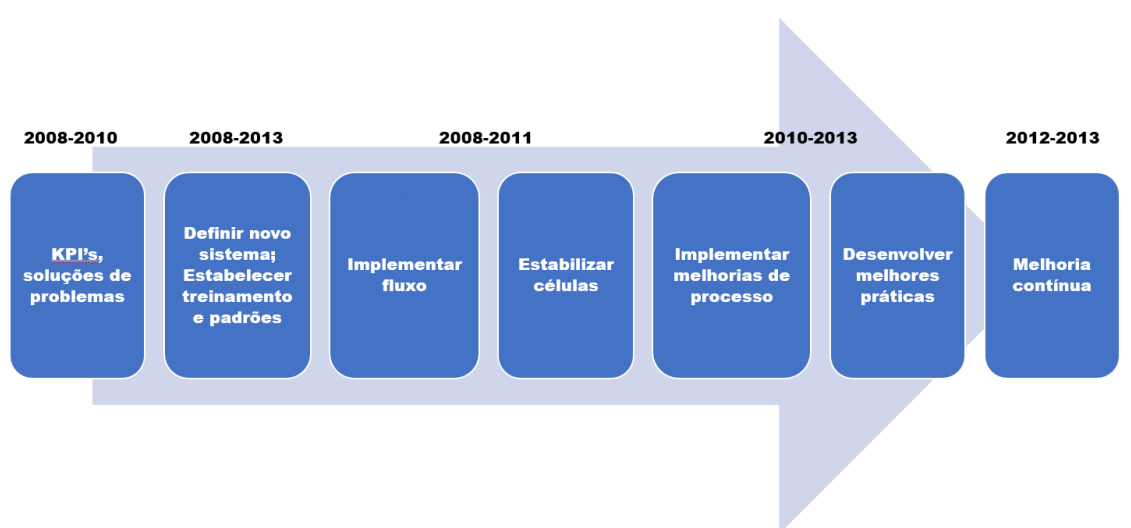
Outro fator identificado foi que uma estratégia a longo prazo não seria viável na situação em que se encontrava a corporação. Partindo deste ponto John decide criar um sistema de gestão que se estenderia por todas as fábricas

da corporação ao redor do mundo construindo uma nova cultura na organização fundamentada na excelência operacional.

Para possibilitar essa transformação e a conseqüente retomada da empresa a seus padrões de sucesso decidiu-se consolidar as melhores práticas desenvolvidas por unidades ao redor do mundo e fortalecer esse sistema com ferramentas da TOC, do STP e boas práticas desenvolvidas em seus clientes e assim consolidar um sistema de gestão sinérgico que seria implantado a partir de uma cronologia pré estipulada em todas as unidades fabris da corporação.

Com relação à cronologia definiu-se que o processo se desenvolveria ao longo de 5 anos a partir de 2008 seguindo um roteiro de 7 passos que são expostos na figura 9.

Figura 9 – Passos para implantação do novo sistema de gestão



Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

O quadro 13 representa os princípios e principais ferramentas utilizadas de cada elementos que serviu de suporte para construção do sistema de gestão, muitas das ferramentas listadas foram incorporadas ao longo da implantação a partir das necessidades que surgiram no decorrer da implantação.



Quadro 13 - Elementos x Princípios x Ferramentas

|                    | <b>STP</b>              | <b>TOC</b>                                    | <b>Melhores práticas da indústria</b>       | <b>Boas práticas existentes na empresa</b>        |
|--------------------|-------------------------|---|---|---|
| <b>Princípios</b>  | Foco no chão de fábrica | Priorização de recursos                       | Senso de propriedade nos dados visuais      | Customização dos elementos                        |
|                    | Eliminar desperdícios   | Foco no resultado do negócio                  | Auditorias de sistemas                      | Padronização de ferramentas                       |
|                    | Gerenciamento visual    | Melhoria contínua do resultado                | Metodologia do processo de melhoria         | Conexão entre princípios, conceitos e ferramentas |
|                    | Foco nas pessoas        |   | Monitorar a performance operacional         |   |
|                    | Capabilidades do líder  |   |   |   |
| <b>Ferramentas</b> | Conceito de time        | KPI de resultados                             | Auditoria escalonada de processo (Chrysler) | Unidades de manufatura                            |
|                    | Fluxo unitário de peças | Gerenciamento do gargalo                      | Quality Operational Review (Ford)           | Métricas  |
|                    | Carregamento puxado     | Controle de custo, taxa de saída e inventário | AVIX (IAC)                                  | Modelo de custo de manufatura                     |
|                    | 5s                      |   | Accountability Board (IAC)                  | Auditoria de segurança                            |
|                    | Kaizen                  |   |   | Process description                               |
|                    | TPM                     |   |   | Quadros de controle de produção                   |
|                    | Kanban                  |   |   |   |
|                    | VSM                     |   |   |   |
|                    | Poka Yokes              |   |   |   |
|                    | Trabalho padronizado    |   |   |   |
|                    | PDCA                    |   |   |   |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

Finalizada breve apresentação da empresa em estudo, nos próximos tópicos é abordado a análise de resultados coletados através da pesquisa documental, observação direta e entrevistas realizadas no decorrer do trabalho.

#### 4.2 Pesquisa documental

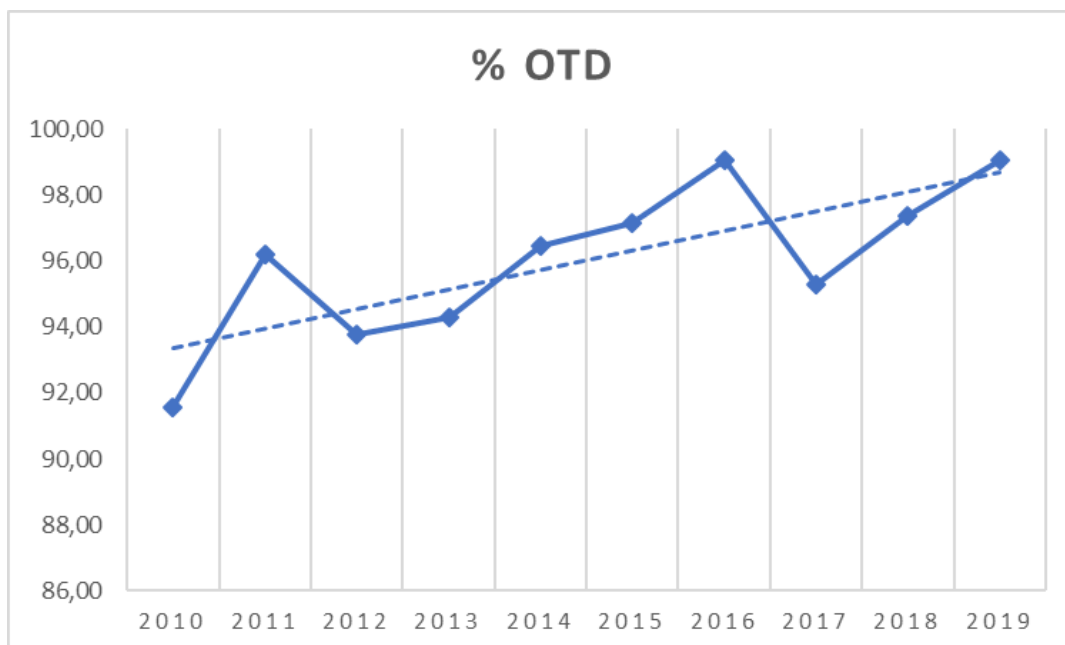
Esta fase teve como objetivo a coleta de evidências para colaborar com o atingimento do objetivo específico de verificar as melhorias que a utilização conjunta da TOC e do STP trouxeram à empresa. Para tanto, foi realizada uma

pesquisa junto às áreas de controladoria, manutenção e PPCP visando resgatar o histórico de alguns indicadores no período anterior a implantação do sistema e nos anos que se sucederam.

No entanto no decorrer da pesquisa encontrou-se dificuldade em resgatar o histórico de alguns indicadores no período anterior ao ano de 2008, o qual antecedeu a implantação do sistema de gestão atual. A justificativa da empresa é que antes da implantação do sistema de gestão atual o controle de indicadores era realizado de forma desorganizada e independente por cada gerente em sua linha de produção. Diante disso para estes casos foi decidido coletar informações a partir de 2008, demonstrando a evolução dos indicadores à medida que o sistema de gestão amadurecia na organização.

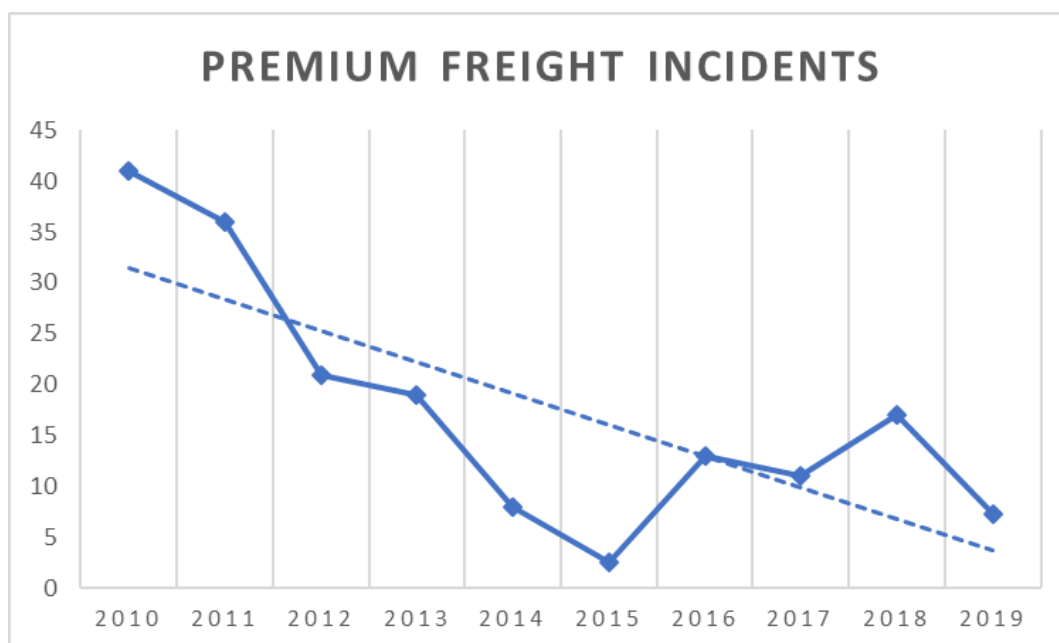
Os gráficos 3 e 4 trazem a evolução da empresa com relação aos indicadores entregas. O gráfico 3 apresenta o percentual médio de pedidos entregues na data estipulada (*On Time Delivery*), e o gráfico 4 traz informações referentes à média mensal de incidência de fretes especiais para compensar atrasos de entrega (*Premium Freight Incidents*).

Gráfico 3 – % de entregas na data estipulada



Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

Gráfico 4 – Incidência de frete especial

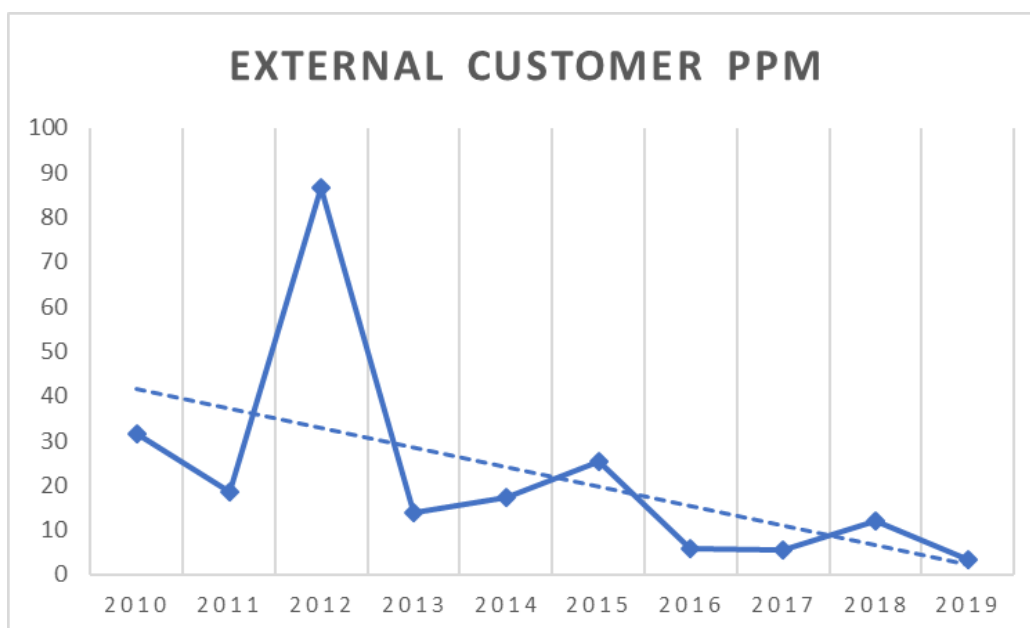


Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

Analisando estes dois gráficos é verificado que a melhoria apresentada na pontualidade de entrega é maximizada pela diminuição dos fretes especiais, ou seja, a entrega é realizada na data estipulada sem a necessidade de custos onerados por atrasos na produção.

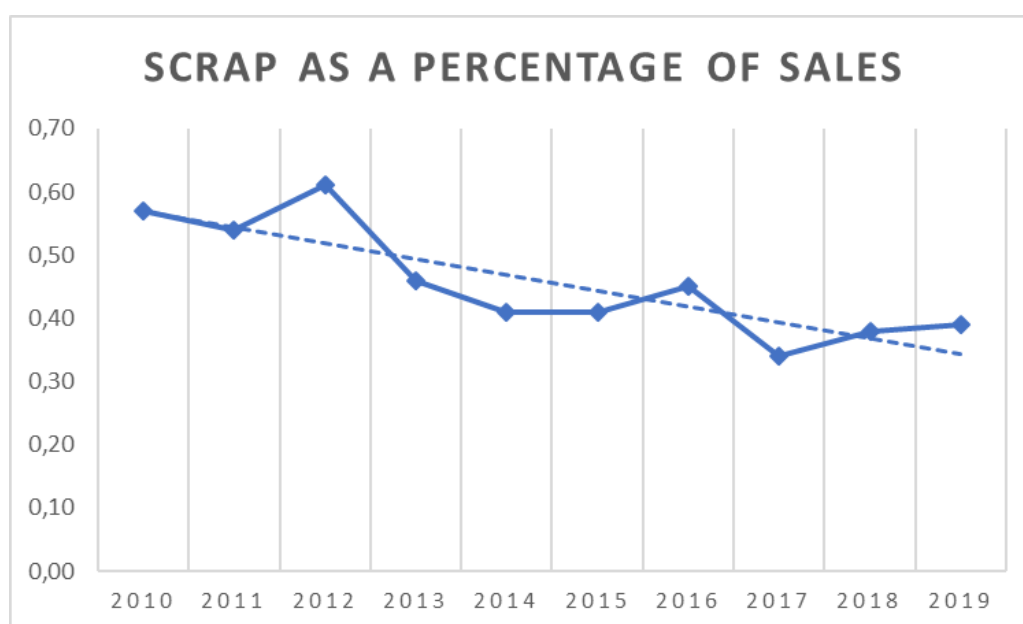
Com relação aos indicadores referentes à qualidade também é observado uma evolução ao longo dos anos após a implantação do novo sistema de gestão. Este desempenho é demonstrado nos gráficos 5 e 6 que medem a média mensal incidentes de qualidade em PPM (partes por milhão) no cliente externo (*External Customer PPM*) e o percentual de sucata sobre vendas (*Scrap as a Percentage of Sales*) ao longo dos anos respectivamente.

Gráfico 5 – Incidentes de qualidade em cliente externo



Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

Gráfico 6 – Percentual de sucata sobre vendas

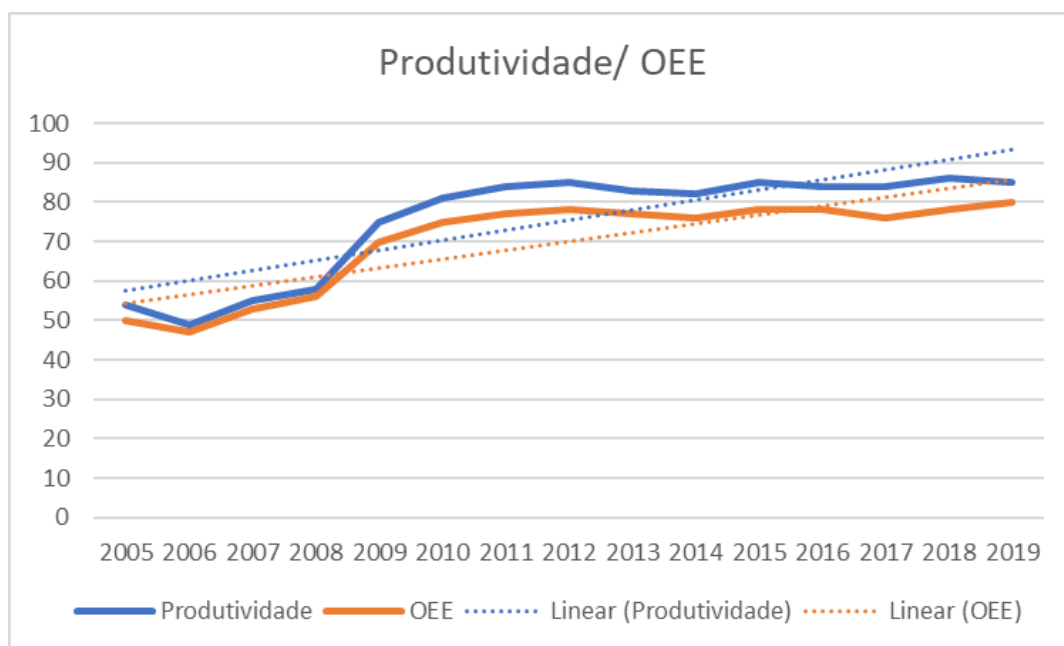


Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

Observando estes gráficos nota-se que a diminuição do nível de sucata em processo tende a contribuir para uma menor ocorrência de falhas em clientes, ou seja, quanto menor o número de falhas em processo menor a possibilidade desta falha chegar ao cliente final.

Para análise da evolução dos indicadores de produtividade e eficiência (OEE) foi selecionado um Value Stream (VS) da empresa e estratificado sua evolução ao longo dos anos. O motivo da escolha deste VS foi devido ao gerente desta área ter participado do período anterior à implantação do novo sistema de gestão e possuir em seus arquivos pessoais um histórico de registro de produtividade e eficiência a partir do ano de 2005. Diante disso o gráfico 7 apresenta o comportamento deste VS ao longo dos anos.

Gráfico 7 – Produtividade / OEE

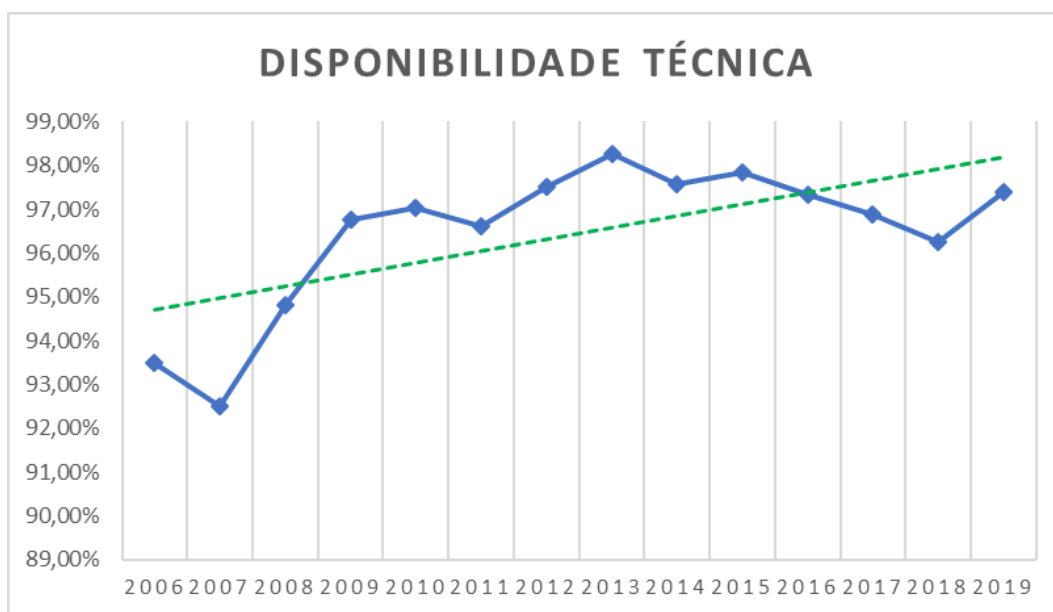


Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

A tendência evolutiva destes dois indicadores pode ser interpretada como a preocupação da empresa em manter o ciclo de melhoria contínua, elevando cada vez mais a capacidade das suas restrições.

Um dos fatores que ajudaram na melhoria da produtividade e da eficiência foi a evolução paralela do índice de disponibilidade técnica dos equipamentos, este indicador é controlado pelo setor de Engenharia da Manutenção e conta com uma base de dados atualizada desde o ano de 2006, dois anos antes do início de implantação do atual sistema de gestão. O gráfico 8 demonstra a evolução deste indicador.

Gráfico 8 – Disponibilidade técnica dos equipamentos

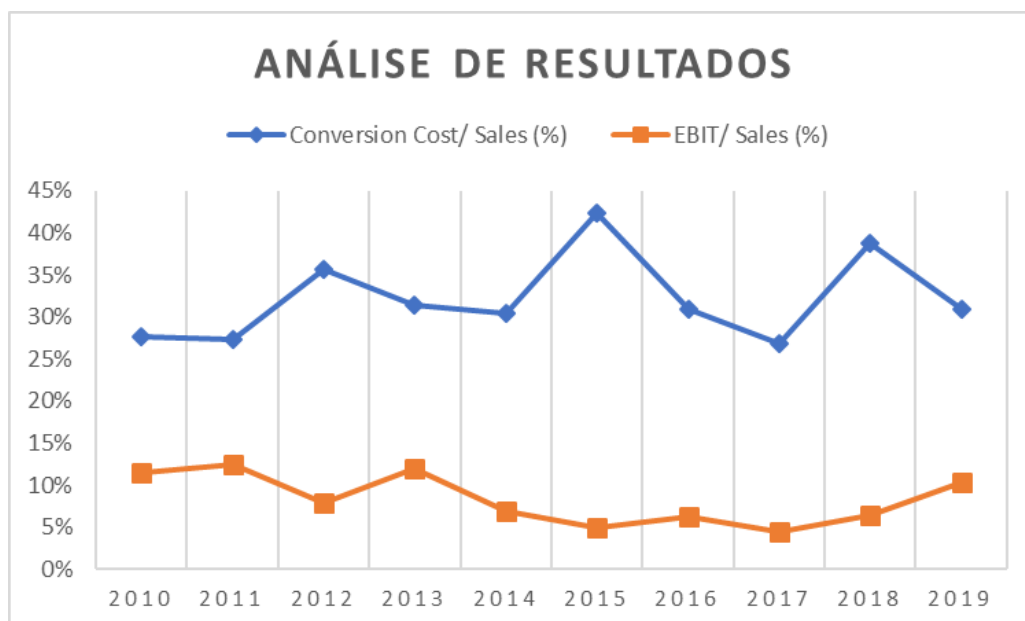


Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

A evolução deste indicador é creditada ao foco do setor de manutenção na implantação de ferramentas para monitoração dos equipamentos, reduzindo cada vez mais o número bem como o tempo de parada dos elementos restritivos

Por fim no gráfico 9 são apresentados os resultados referentes ao custo de transformação (*Conversion Cost*) e o lucro antes dos juros e tributos (EBIT) da empresa a partir do ano de 2010, anteriormente estes indicadores não eram controlados. Esta análise permite concluir que a empresa se mantém sadia e estável após a implementação do sistema de gestão sinérgica.

Gráfico 9 – Análise de custos e lucros na empresa



Fonte: Elaborado pelo aluno com base no banco de dados da empresa (2020)

As análises efetuadas neste tópico permitem evidenciar a evolução da empresa após a implantação do novo sistema de gestão, no próximo tópico é apresentado as evidências relativas à observação direta realizada em um dos VS's da empresa.

### 4.3 Observação direta

Esta etapa foi desenvolvida para colaborar no atingimento do objetivo específico de encontrar evidências da utilização sinérgica da TOC e do STP nas linhas de produção. Para isso foram realizadas observações em uma linha de produção durante um turno de trabalho para acompanhar as rotinas efetuadas e sua relação com o material teórico pesquisado e o material coletado com as entrevistas.

A escolha da unidade de análise e do dia em que ocorreu a observação se deu em conjunto com o supervisor da linha, este indicou uma data em que poderia verificar o maior número de rotinas presentes na unidade de manufatura.

Em um primeiro momento ao chegar na linha de produção já se evidencia placas de identificação sobre os equipamentos gargalos, indicando que aquele equipamento é prioritário perante alguma situação de parada. Os equipamentos

considerados como restrição são identificados com a letra “G” conforme demonstrado na figura 10.

Figura 10 – Identificação equipamentos restritivos



Fonte: Arquivos de apresentação institucional da empresa (2020)

A priorização de equipamentos com esta identificação foi observada na prática quando o operador precisou se ausentar, neste momento o operador acionou um botão fixado junto ao seu local de trabalho. Este botão emite um sinal a um relógio utilizado pelo técnico de manufatura que informa a ele o número do equipamento que precisa de sua presença. O técnico de manufatura, que tem como uma de suas atribuições garantir a máxima eficiência dos equipamentos restritivos, observando a sinalização se deslocou até a máquina e assumiu o posto do operador até a sua volta.

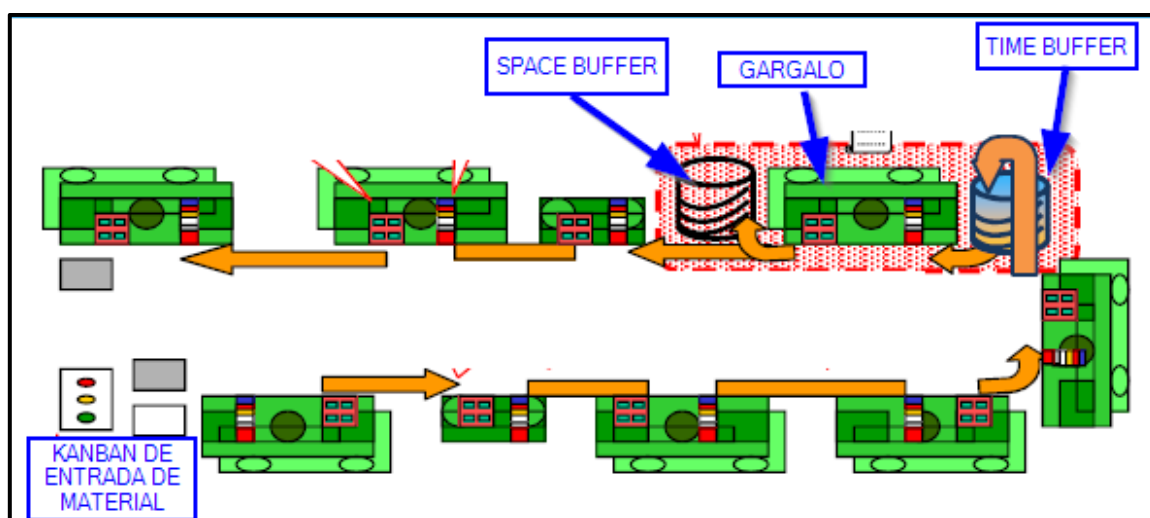
Esta observação evidencia a priorização dos gargalos que é uma das técnicas presentes na TOC. Outro fator observado que comprova a priorização dos equipamentos gargalo foi quando um desses equipamentos teve uma falha técnica que o impossibilitou de produzir. Neste momento foi acionado um indicador visual vermelho no equipamento indicando que ele estava impossibilitado de produzir. O técnico de manufatura gerou uma ordem de serviço para manutenção que deslocou imediatamente um profissional para atendimento deste equipamento.

Observou-se também a presença de *buffers* de proteção entre o gargalo e a operação antecessora (*Time buffer*) e sucessora (*Space buffer*), que



protegem o gargalo contra paradas de equipamentos responsáveis por abastecê-lo e para garantir um espaço para que o gargalo continue produzindo diante da parada de operações posteriores respectivamente. Estes *buffers* são utilizados em combinação com o método Kanban e FIFO com sinalizações visuais em cores indicando o momento que o estoque deve ser reabastecido. A figura 11 demonstra uma ilustração do funcionamento de uma linha de produção com o sistema híbrido conforme observado no VS visitado.

Figura 11 – Ilustração do esquema de produção do VS observado



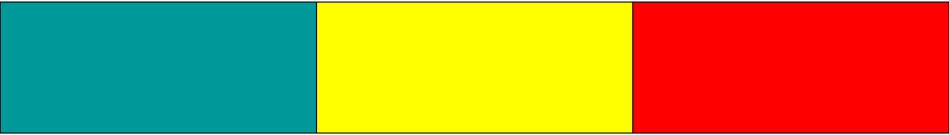
Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

Na figura 12 é demonstrado uma placa informativa que se encontra nas operações que antecedem o gargalo instruindo os operadores de como deve funcionar o fluxo de abastecimento. As cores estipuladas na placa informativa são pintadas nos trilhos de abastecimento das operações gargalo o que proporciona um gerenciamento visual do estoque em processo.

Figura 12 – Instrução para abastecimento dos gargalos

**Regras:**

- 1) Abastecer o kanban com o máximo 03 carrinhos
- 2) Um carrinho para cada cor.
- 3) Quando abastecer o kanban com 03 carrinhos ( nas cores verde, amarelo, vermelho) o torno deverá parar de operar para evitar a **super- produção**.
- 4) Quando tiver apenas 01 carrinho no kanban , operador deverá Iniciar a operação do torno.



Fonte: Banco de dados da empresa (2020)

Verificou-se também a aplicação da técnica de Kanban nos procedimentos de setup, onde o técnico de manufatura acionou o Preset de dispositivos através de uma etiqueta em um posto situado ao lado do equipamento, nesta etiqueta o Técnico de manufatura indicou o horário do setup e a identificação do componente que estava em produção e o que iria ser produzido na sequência. As fichas foram recolhidas pelo pessoal do Preset através de rotas com horários pré estipulados e a entrega dos dispositivos solicitados para o setup foram feitas 30 minutos antes da hora estipulada para realização do setup.

Durante o setup na operação gargalo, evidenciou-se técnicas relacionada à TRF, onde os dispositivos são projetados para troca rápida, com o mínimo de parafusos possíveis. Esta técnica também está presente na troca de ferramentas de corte durante o ciclo produtivo, onde o operador efetuou a troca da ferramenta já ajustada anteriormente pelo Técnico de manufatura, trazendo para fora do posto de trabalho operações que podem ser realizadas com o equipamento em funcionamento, minimizando o máximo o tempo de parada dos equipamentos.

Outra prática do STP observada no equipamento gargalo foi o quadro de TPM, onde é feito um controle, por parte da manufatura e da manutenção, de

parâmetros pré definidos para otimizar os indicadores de manutenção e consequentemente a disponibilidade do gargalo.

Ademais a estas ferramentas observou-se também uma subdivisão dentro do setor de Preset que é responsável por fazer o controle do tempo de setup dos equipamentos gargalo, monitorando constantemente um indicador referente ao tempo gasto no setup e desenvolvendo melhorias para otimização do setup. Para execução destas melhorias são utilizadas ferramentas do STP como SMED (*Single-Minute Exchange of Dies*), TRF (Troca rápida de ferramentas) e GEMBA Walk.

Finalizada a análise das observações diretas é apresentado no próximo tópico as análises referentes às entrevistas.

#### 4.4 As entrevistas

Esta sessão inicia apresentando um relato de como se conduziu as entrevistas e na sequência é subdividido em tópicos que apresentam os resultados coletados nesta fase. No quadro 14 segue um breve resumo da identificação dos entrevistados, seus cargos e tempo de empresa.

Quadro 14 - Características dos entrevistados

| Identificação  | Cargo                             | Tempo de empresa |
|----------------|-----------------------------------|------------------|
| Entrevistado A | Diretor Senior                    | 34 anos          |
| Entrevistado B | Diretor de Excelência Operacional | 30 anos          |
| Entrevistado C | Supervisor de Produção            | 16 anos          |
| Entrevistado D | Gerente de Produção               | 6 anos           |
| Entrevistado E | Coordenadora de melhoria contínua | 10 anos          |
| Entrevistado F | Supervisora de melhoria contínua  | 5 anos           |

Fonte: Elaborado pelo aluno (2020)

Em um primeiro momento a entrevista foi realizada com o Entrevistado A com o intuito de fazer a validação do roteiro de entrevista. Foi escolhido este entrevistado por ter sido a pessoa designada pelo novo CEO da empresa para implantar o novo sistema de gestão na unidade em estudo. Nesta entrevista o entrevistado aprovou a escolha dos demais entrevistados sugerindo que estes poderiam gerar informações necessárias para atingir o objetivo da pesquisa.

Quanto ao roteiro da entrevista foi relatado que estava adequado pois conduzia a um diálogo evolutivo sobre o tema proposto. Após validado a equipe de entrevistados e o roteiro de entrevistas, foram agendadas as entrevistas com os demais funcionários.

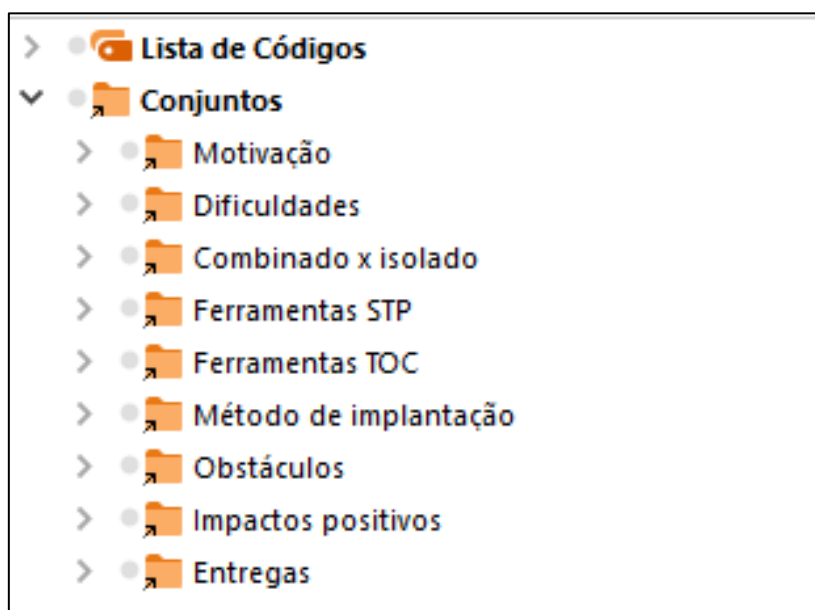
Como obstáculo nesta etapa relata-se a dificuldade de encontrar um espaço na agenda dos entrevistados, visto o cargo que ocupam. São funcionários extremamente envolvidos em outros compromissos e viagens tendo suas disponibilidades bem reduzidas. No entanto, há de se ressaltar o entusiasmo de todos entrevistados em contribuir com este tema, sendo este um indício que o sistema implantado foi de grande benefício para empresa.

As entrevistas ocorreram em formato virtual com o auxílio das plataformas Teams e Zoom, sendo gravadas para posterior análise e transcrição fiel do conteúdo. Segundo Miguel (2007) o ato de gravar as entrevistas traz o benefício de maior precisão nas análises futuras. O tempo de duração ficou em torno de 30 minutos, com exceção da primeira entrevista com o Entrevistado A que durou em torno de uma hora.

Finalizadas as entrevistas foi efetuada a transcrição e posterior codificação com o auxílio do *software* MAXQDA. Na etapa de codificação é feita a transformação dos dados brutos afim de se obter as características do conteúdo levantado. (BARDIN, 2011).

Como exposto no Capítulo 3, o roteiro de entrevistas foi elaborado a partir de referências teóricas utilizadas como base para esta pesquisa. Sendo assim para facilitar a codificação e posterior confronto das entrevistas com o material teórico e os demais dados observados, os códigos foram separados em conjuntos criados a partir de tópicos relacionados às perguntas do roteiro de entrevista. Estes conjuntos estão expostos na figura 13.

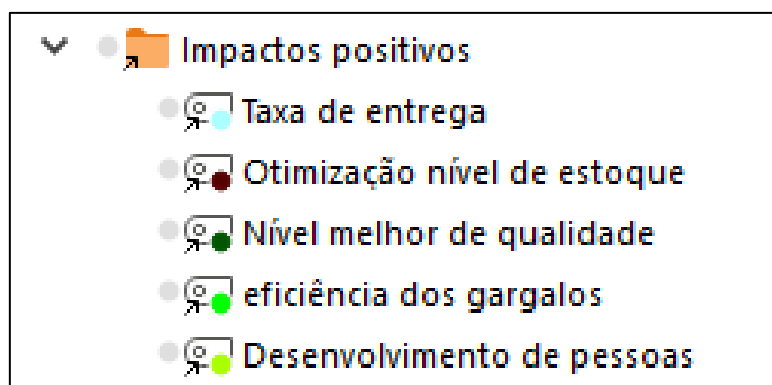
Figura 13 – Organização de códigos por tópico



Fonte: Software MAXQDA (2020)

A codificação das entrevistas foi efetuada *a posteriori*, ou seja, durante a leitura das entrevistas os códigos foram sendo gerados conforme a categoria/pergunta analisada. A figura 14 representa uma amostra de códigos levantados após a análise das entrevistas no conjunto relacionado à impactos positivos.

Figura 14 – Codificação por conjunto pré definido



Fonte: Software MAXQDA (2020)

A seguir é apresentado a uma análise de cada tópico de acordo com o conteúdo das entrevistas.

#### 4.4.1 Motivação

A padronização foi o fator mais relevante para implantação do sistema de gestão atual na empresa, este motivo foi citado por todos os entrevistados como principal meta para o novo sistema de gestão.

Ao assumir a administração em 2008, o novo CEO da empresa percebeu que não existia um sistema de gestão padronizado entre suas unidades, além disso ainda existia frequentes trocas de sistema de gestão quando as lideranças locais eram substituídas. Como consequência, existia muitas diferenças entre fábricas na forma de definir e medir seus indicadores e no método de administração do chão de fábrica.

Outro fator citado por 50% dos entrevistados foi a necessidade de alavancar os resultados da empresa de maneira mais rápida possível, pois a empresa passava por um momento de grave crise financeira.

A figura 15 demonstra as incidências dos códigos relacionados à motivação para implantação do novo sistema de gestão.

Figura 15 – Relação de códigos e entrevistas para o fator motivação

| Lista de Códigos                      | A ... | B... | C ... | D... | E... | F... | SOMA |
|---------------------------------------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Alavancar os resultados de manufatura |       | ■    | ■     | ■    |      |      | 3    |
| Padronização                          | ■     | ■    | ■     | ■    | ■    | ■    | 6    |
| SOMA                                  | 1     | 2    | 2     | 2    | 1    | 1    | 9    |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

Uma frase que exemplifica os motivos de implantação do novo sistema de gestão é expressa pelo entrevistado E, o qual define como:

*“Necessidade de a empresa voltar a ser competitiva no mercado e criar uma identidade de manufatura global. Os resultados da empresa falam por si só, no período que antecedeu a criação do sistema de gestão atual, a empresa havia entrado em pedido de recuperação judicial devido a inúmeros fatores”. (Entrevistado E)*

A necessidade de uma padronização está presente nas citações dos entrevistados D e E expostas a seguir:

*“O principal motivo era uma padronização global do sistema de manufatura ..., antes disso não se tinha um sistema de produção definido como global, cada planta de manufatura desenvolvia seu próprio sistema de gestão”. (Entrevistado D)*

*“A empresa estava dividida entre vários “sistemas” e cada um seguia uma orientação”. (Entrevistado E)*

#### 4.4.2 Dificuldades no sistema de gestão anterior

Com relação às dificuldades apresentadas na fase anterior à implantação do novo sistema de gestão os entrevistados que representam um nível mais alto na hierarquia elegeram a grande variação de sistemas de gestão que acontecia a cada troca de liderança. Isto resultou em um sistema de gestão desconexo com princípios de várias teorias em completo descompasso. O entrevistado A resume o sistema anterior em *““fragmentos de ferramentas, procedimentos e conceitos desconectados entre si”*. (Entrevistado A).

Já as lideranças mais próximas ao chão de fábrica acrescentaram os elevados níveis de estoque contrastando com inúmeros atrasos nas entregas, ou seja, *“produzíamos muito e entregávamos pouco”* (Entrevistado D).

A fábrica trabalhava com o conceito de máquinas com grande potencial de produção abastecendo diversas células e com isso uma parada imprevista de manutenção neste equipamento ocasionava o atraso de diversas linhas de produção. Para se proteger disso eram criados estoques enormes de matéria prima após este equipamento que além de aumentar o custo de inventário gerava diversos problemas de qualidade.

A baixa eficiência e produtividade também foram citadas como dificuldades. As paradas de máquinas eram constantes e por muitas vezes duradoura. A figura 16 apresenta o resumo das respostas dos entrevistados em relação aos códigos gerados.

Figura 16 – Relação de códigos e entrevistas para o fator dificuldades

| Lista de Códigos                       | A ... | B ... | C ... | D ... | E ... | F ... | SOMA |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Fragmentos de sistemas desconectados   | ■     | ■     |       |       | ■     | ■     | 4    |
| Mudança constante de sistema de gestão | ■     |       | ■     | ■     | ■     | ■     | 5    |
| Estoque alto e atraso nas entregas     |       |       | ■     | ■     |       |       | 2    |
| Baixa produtividade                    |       | ■     |       |       |       |       | 1    |
| Baixa eficiência                       |       | ■     |       |       |       |       | 1    |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

#### 4.4.3 Razões para utilização sinérgica.

Analisando a figura 17 e o quadro 15 pode-se perceber que a grande maioria dos entrevistados indicou a obtenção de resultados a curto prazo como motivo da implantação sinérgica dos dois modelos de gestão STP e TOC.

Figura 17 – Razões para uso sinérgico

| Lista de Códigos                   | A E... | B En... | C E... | D E... | E En... | F En... | SO... |
|------------------------------------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|
| Sistemas complementares            | ■      |         |        |        |         |         | 1     |
| STP melhorar eficiência do gargalo |        | ■       |        | ■      | ■       | ■       | 4     |
| Melhor resultado curto prazo       |        | ■       | ■      | ■      | ■       | ■       | 5     |
| TOC resultado curto prazo          |        |         |        |        | ■       | ■       | 2     |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

Quadro 15 – Percentual de ocorrência nas entrevistas

|                                     | Frequência | Porcentagem | Porcentagem (válida) |
|-------------------------------------|------------|-------------|----------------------|
| <b>Melhor resultado curto prazo</b> | 5          | 83,3        | 100,0                |
| <b>DOCUMENTOS com código(s)</b>     | 5          | 83,3        | 100,0                |
| <b>DOCUMENTOS sem código(s)</b>     | 1          | 16,7        |                      |
| <b>DOCUMENTOS ANALISADOS</b>        | 6          | 100,0       |                      |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

Fazendo uma análise de coocorrência entre os códigos nota-se que TOC sempre é relacionada com resultados a curto prazo, enquanto o STP entra com a parte de otimização dos resultados a longo prazo.

A necessidade de uma resposta rápida à crise pela qual a empresa estava passando fez com que a primeira ferramenta implantada de forma intensiva tenha sido o conceito de TPC da TOC. Desta forma, a empresa aplicou os



primeiros passos de focalização da TOC como ponto de partida do novo sistema de gestão, acrescentando na sequência ferramentas do STP para otimizar ainda mais os resultados. Após questionado pelo motivo da utilização sinérgica um dos entrevistados cita:

*“Porque são conceitos complementares. Hoje me arrisco a afirmar que não há como implementar o Sistema Toyota de Produção sem a adoção das técnicas da Teoria das Restrições, este tem sido o “modo de falha” de todas as empresas que não entendem esta necessidade”* (Entrevistado A).

O entrevistado D complementa citando que:

*“... o uso sinérgico foi definido como meio mais rápido e seguro de fazer a mudança, o Lean necessita tempo para aplicação, com o TOC os resultados aparecem mais rápido ganhando fôlego para implantação das ferramentas Lean de forma a otimizar mais os gargalos”.* (Entrevistado D)

#### 4.4.4 Ferramentas utilizadas de cada técnica de gestão

Analisando as respostas para este tópico conclui-se que, em relação às ferramentas utilizadas de cada técnica, a TOC foi utilizada como uma espinha dorsal do novo sistema de gestão, sendo a STP responsável pela sustentação e otimização desta estrutura.

A partir do TPC foram definidos os gargalos de produção e readequação do inventário, posicionando os estoques onde realmente era necessário. Também a partir desta ferramenta ocorreu a transformação de um sistema de produção empurrado para um sistema de produção misto (puxado / empurrado) onde o gargalo definia o ritmo da produção e entrada da matéria prima.

As ferramentas do STP foram implantadas a partir da necessidade de otimizar o tempo dos gargalos, reduzindo setup, trocas de ferramentas e criando padrões para operação dos equipamentos.

Sendo assim foi basicamente relatado os motivos de implantação de cada ferramenta do STP conforme descrito a seguir:

TRF – utilizada com o propósito de reduzir o tempo de setup das restrições;

KANBAN – Esta ferramenta foi utilizada tanto para otimização do tempo de setup, com a introdução de áreas onde são dispostos o material utilizado no

próximo setup, como para abastecimento das entradas de linha atuando no papel de corda em referência ao TPC.

TPM – implantado para reduzir o número de paradas imprevistas de manutenção.

As ferramentas acima foram citadas quase que em unanimidade pelos entrevistados, outras ferramentas como o Yamazumi, o GEMBA e o PDCA que também fazem parte do STP, também foram mencionadas.

No quadro 16 estão dispostos a frequência que foram citados os códigos referentes às ferramentas da TOC e STP nas entrevistas.

Quadro 16 – Ferramentas citadas nas entrevistas

| ▲    | Número de códigos | KANBAN | TPM | TRF | TPC | GEMBA | Yamazumi | PDCA |
|------|-------------------|--------|-----|-----|-----|-------|----------|------|
| A... | 5                 | ■      | ■   | ■   | ■   | ■     |          |      |
| B... | 4                 | ■      | ■   | ■   | ■   |       |          |      |
| C... | 5                 | ■      | ■   | ■   | ■   |       |          | ■    |
| D... | 4                 | ■      | ■   | ■   | ■   |       |          |      |
| E... | 6                 | ■      | ■   | ■   | ■   | ■     | ■        |      |
| F... | 4                 | ■      |     |     | ■   | ■     | ■        |      |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

#### 4.4.5 Método de Implantação do novo sistema

Esta parte da entrevista teve como objetivo entender como foi implantado o novo sistema de gestão. Constatou-se que a mudança ocorreu de forma gradativa e incremental. Como citado anteriormente, em 2008 ficou definido que a empresa adotaria um sistema de gestão único em todas as suas fábricas com o objetivo de padronizar a condução do processo produtivo, bem como unificar os indicadores de todas as plantas facilitando as tomadas de decisões da alta direção.

Conforme citados pelos entrevistados A e B a unidade de Gravataí já apresentava alguns conceitos referentes à metodologia Lean e à TOC que eram resquícios de constantes mudanças de metodologias de gestão que ocorriam anteriormente. A partir de 2008 com o início dos trabalhos de padronização do sistema de gestão, baseado na sinergia entre o TOC a STP, foi elaborado uma estrutura de implantação baseado em 7 passos iniciais distribuídos dentro de um cronograma de implantação.

Neste cronograma definiu-se o momento de implantação de cada ferramenta para que a sinergia funcionasse de forma perfeita. O entrevistado B explica a forma de implantação da seguinte maneira:




*“... para o início criou-se um cronograma de implantação que partiu de 9 passos para implantação, foram estipulados prazos para conclusão dos passos na manufatura e era medido o percentual de aderência ao cronograma, esse primeiros nove passos consistiam em ferramentas como 5's, desenhos de processo para definição dos gargalos, criação de buffers de proteção aos gargalos...”*  
(Entrevistado B)

Os entrevistados E e F citam ainda que ao longo dos tempos estes passos foram aprimorados e o cronograma de implantação atual conta com 19 passos e é utilizado como modelo para implantação em plantas adquiridas bem como plantas novas desenvolvidas na organização.

#### 4.4.6 Obstáculos para implantação

Com a pergunta relacionada aos obstáculos para implantação do sistema combinado é possível perceber que as principais dificuldade ocorreram por intermédio da não receptividade da nova proposta de gestão pela média e alta gerência e pelas lideranças diretas do chão de fábrica. O quadro 17 apresenta o percentual de códigos citados nas entrevistas, nota-se que a resistência imposta pelas lideranças antigas foi citado por cinco dos seis entrevistados.

Quadro 17 – Percentual de citações referentes aos obstáculos para implantação

|   | <b>Código</b>                    | <b>Seg. codificados (doc...</b> | <b>% Seg. codific...</b> | <b>Documentos</b> |
|---|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
|  | Falta de conhecimento            | 2                               | 25,00                    | 2                 |
|  | Alta gerência não aceita híbrido | 1                               | 12,50                    | 1                 |
|  | Resistência da liderança antiga  | 5                               | 62,50                    | 5                 |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

Da parte do chão de fábrica a resistência foi percebida através das modificações e extinções de alguns cargos relacionadas a liderança fabril, o antigo Mestre de Produção, por exemplo, que tinha a função básica de

administrar a linha de produção, foi substituído pelo Técnico de Manufatura que além de desempenhar a função de manter o ritmo de trabalho do VS, precisa ter um conhecimento básico em manutenção, conhecer as ferramentas de qualidade e interpretar os indicadores da fábrica. Com esta mudança muitos destes antigos mestres de produção acabaram não se adequando à nova metodologia de gestão e foram substituídos.

Este entendimento fica explícito na declaração do entrevistado D que destaca:

*“... outro ponto crítico era que os princípios da companhia eram diferentes dos princípios que começaram a ser implantados, ocorreram resistência por parte das lideranças mais antigas de chão de fábrica”. (Entrevistado D)*

Da mesma forma o entrevistado B também explica a resistência das lideranças diretas do chão de fábrica: *“as lideranças tiveram que se reformular saindo de um papel de “tocador” de produção para um papel de líder”*. (Entrevistado B)

A autonomia que o chão de fábrica conquistou com o novo sistema de gestão foi o que causou um certo desconforto com a média gerência, muitos precisaram mudar seus escritórios para dentro do chão de fábrica a fim de ficarem mais próximos e cientes dos problemas e praticarem um dos conceitos da STP que é o *Go and See*. Esta proximidade da gerência com o chão de fábrica era um conceito fundamental para o novo sistema de gestão e foi motivo para substituição de alguns gerentes de fábrica.

Na parte da alta gerência a resistência ocorreu por alguns não serem adeptos da TOC, bem como seu uso combinado com o STP. Estes gerentes defendiam o emprego do STP “puro”.

A falta de conhecimento nos diferentes níveis hierárquicos também foi citada como dificuldade para implantação, segundo o entrevistado D *“tudo que é desconhecido apresenta dificuldade para o ser humano”*. (Entrevistado D)

#### 4.4.7 Impactos positivos

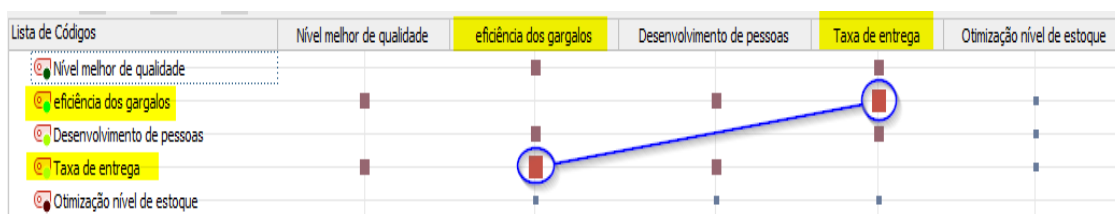
Segundo exposto pelos entrevistados A e B, na implantação do novo sistema de gestão foram definidos 5 indicadores chaves para controle das

evoluções ao longo do tempo e para medir onde estava dando certo ou errado e a partir daí tomar ações para corrigir o rumo.

Estes indicadores são o OEE, a produtividade, entregas, qualidade e segurança. É de consenso entre os entrevistados que as melhorias nestes indicadores foram surpreendentes ao longo dos anos após a implementação, como citou o Entrevistado C e D mais ligados ao chão de fábrica citam as melhorias nos indicadores de qualidade e entrega como as que evoluíram mais rapidamente. O indicador de entrega ocorre como uma consequência ligada ao aumento da eficiência nas operações classificadas com o gargalo.

Esta interligação entre o aumento da eficiência dos gargalos e os níveis de entrega são percebidos na análise de combinação de códigos apresentada na figura 18, que demonstra a coocorrência destes dois códigos em um mesmo documento.

Figura 18 – Coocorrência de códigos



Fonte: Software MAXQDA

A velocidade na evolução destes indicadores é creditada pelos entrevistados como resultado da aplicação dos conceitos da TOC, e a partir daí em um médio prazo já foram aparecendo resultados referentes a incorporação de mais ferramentas do STP ao sistema de gestão.

Outro ponto de evolução citado pelos entrevistados é o desenvolvimento dos colaboradores, segundo o entrevistado B “...o sistema híbrido e principalmente o STP adota a necessidade de um desenvolvimento de pessoas que ajudou muito em alavancar os resultados da empresa...” (Entrevistado B)

#### 4.4.8 Indicador Entrega

É consenso entre os entrevistados que o indicador de entrega foi o que apresentou resultado positivo mais rápido após a implementação do novo

sistema de gestão. O aumento da eficiência dos gargalos é apontado como fator impulsionador para este sucesso.

No quadro 18 pode-se verificar a coocorrência dos códigos “melhora na taxa de entrega” e “aumento da eficiência nos gargalos” onde 50% dos entrevistados creditam a melhoria da taxa de entrega ao aumento da eficiência dos gargalos.

Quadro 18 – Análise de coocorrência melhora taxa de entrega x eficiência dos gargalos

|   | Melhora na Taxa de en... | eficiência dos gargalos | Documentos ▼ | Porcentagem | Número de có... |
|---|--------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-----------------|
| ◆ | ■                        | ■                       | 3            | 50,00       | 2               |
| ◆ | ■                        |                         | 2            | 33,33       | 1               |
| ◆ |                          | ■                       | 1            | 16,67       | 1               |
| Σ |                          |                         | 6            | 100,00      | 4               |

Fonte: Software MAXQDA (2020)

Um ponto levantado pelo Entrevistado D demonstra um dos grandes problemas que existiam no sistema de gestão anterior, em uma das linhas de montagem de componentes era comum chegar ao final do mês com um grande estoque de componentes, porém “...*nada montava com nada...*” (Entrevistado D), isso ocorria pela trabalho desconexo entre as áreas de PPCP e líderes de produção. As lideranças de chão de fábrica produziam as peças que tinham a taxa de saída maior nas últimas semanas do mês para atingirem sua meta de produção, não levando em conta a necessidade de entrega no cliente.

Após a implantação do novo sistema com a adoção de um sistema de produção puxado e controlado pelo gargalo estes problemas foram minimizados. Conforme cita o entrevistado D:

*“Com a implantação do sistema saímos de uma condição de atraso com o cliente gerando inúmeros fretes especiais para compensar os atrasos, para pedidos entregues no prazo, com indicadores de entrega ao cliente externo batendo nos 100% em praticamente todos os meses, garantindo contratos de exclusividades com clientes pela qualidade e pontualidade nas entregas.” (Entrevistado D)*

Ou seja, a implantação da lógica da TOC, desenhando os mapas de processo e definindo as operações restritivas, e na sequência utilizando ferramentas do STP para elevar as restrições identificadas serviram para

alavancar o indicador de entregas. Em um exemplo citado pelo entrevistado B uma das fábricas onde foi implantado este sistema de gestão passou “... *de uma das piores fábricas em entrega com prejuízos em frete aéreo enormes, e com o passar tempo de implantação se transformou em uma das melhores unidade em relação à entrega.*” (Entrevistado B)

Os entrevistados A, C, D e E concordam que o indicador de entrega é uma consequência de um sistema que tem definido quais recursos onde deve empregar seus esforços de melhoria e quais ferramentas deve utilizar para elevação deste recurso.

De um modo geral convém citar que ao analisar as entrevistas nota-se uma total sinergia entre os entrevistados, as respostas e análises representam uma linha de pensamento única, o que vem a representar um engajamento e uma solidez muito forte de todos os níveis hierárquicos da empresa no atual sistema de gestão.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A necessidade das organizações de encontrar estratégias para vencer uma concorrência cada vez mais acirrada fomenta a elaboração de estudos que apresentem alternativas de modelos de gestão. A utilização de um modelo híbrido da TOC com o STP é uma alternativa para encontrar a diferenciação neste cenário. (PACHECO et al., 2019)

Estudos com análise de aplicação prática do uso sinérgico entre a TOC e a STP confrontado com o referencial teórico são escassos na literatura. Por essa razão é importante a realização de estudos como o apresentado neste trabalho para que as empresas tenham conhecimento do método de implantação bem como os benefícios gerados pelo uso combinado das duas técnicas de gestão.

Neste capítulo é apresentada uma discussão a respeito dos resultados coletados por meio de entrevistas, observações diretas e análise documental confrontando com o referencial teórico coletado na RSL.

A migração para um novo sistema de gestão pode ser decorrência de diversos motivos, mas geralmente se opta por essa ação quando a empresa está com problemas financeiros desencadeados por diversas falhas internas ou *trade offs* que o sistema de gestão atuante não pode suprir. (PACHECO et al., 2019). A empresa em estudo se enquadra neste caso, além de sentir a necessidade de uma padronização no seu sistema de gestão global, precisa também alavancar o mais rápido seus resultados para evitar uma possível exclusão do mercado.

A opção de adotar o uso sinérgico da TOC com a STP para obter uma resposta rápida nos resultados vem ao encontro ao que é relatado em estudos teóricos, que expressam que esta combinação tem característica de apresentar resultados a curto prazo. Nos estudos apresentados por Dettmer (2001) e Votto; Fernandes (2014) é relatado que a utilização da TOC em conjunto com algumas ferramentas da STP, tendem a gerar retornos financeiros rapidamente para as organizações, Pergher et al. (2011) também sugerem que a implantação do conceito de perdas do STP na TOC é uma forma de alavancar resultados.

A combinação do sistema de gestão de fábrica da TOC baseado nos 5 passos de focalização com as ferramentas do STP utilizadas como ferramentas para otimizar a eficiência das restrições e eliminar as perdas do sistema é citado como proposta de aplicação sinérgica nos estudos de Dettmer (2001), Antunes



(1998); Souza e Pires (2014) e Pacheco et al. (2019). Na empresa objeto de estudo desta pesquisa este método de implantação é de certa forma validado, pois nas entrevistas e na observação direta foi evidenciado a aplicação do método TPC nas linhas de produção em combinação com ferramentas do STP utilizando adaptações que buscam as melhores práticas de cada técnica.

Uma destas adaptações é a utilização da ferramenta TPC da TOC em combinação com as ferramentas Kanban e *one piece flow* do STP no fluxo produtivo, onde o Kanban funciona como a corda do TPC controlando a entrada de material na linha de produção e o *one piece flow* como uma garantia de estoque zero no fluxo de peças entre as operações não consideradas restrições. O Kanban também é utilizado na empresa para delimitar o estoque de proteção das restrições substituindo o *time buffer* do TPC. Esta possibilidade de adaptação utilizando o sistema Kanban integrado com o TPC é citado por Dettmer (2001) e Antunes (1998) em suas propostas de utilização de uso sinérgico das duas teorias. A proteção pós processamento que evita a parada do gargalo por falta de espaço para acondicionamento de peças é feita conforme proposto pela TOC com a utilização de um *space buffer*. A prática adotada pela empresa com implementação de buffers para proteção dos gargalos combinado com o sistema *one piece flow* é citada nas entrevistas como “gargalos em um ambiente enxuto” o que representa a preocupação em explorar a eficiência dos gargalos imposta pela TOC em combinação com a redução de inventário proposta pelo STP.

Um indício que demonstra o uso combinado do STP com a TOC, diz respeito ao método de condução do fluxo produtivo. Enquanto no STP é utilizado um sistema puxado (OHNO, 1997), na empresa em estudo é adotado um sistema híbrido puxado até o gargalo e empurrado a partir do gargalo como proposto pelo método TPC. (MAUERGAUZ, 2016).

No que tange a otimização de eficiência, o STP defende que ela seja buscada em todo o fluxo produtivo e utiliza suas ferramentas em todos equipamentos do fluxo de produção (LIKER, 2016), por sua vez a TOC entende que o foco das melhorias deve estar nas restrições do sistema garantindo que toda melhoria criada resulta em ganho direto para a empresa. (GUERREIRO, 1996). Diante disso é observado mais uma evidência de sinergia entre as técnicas de gestão na empresa em estudo pois, ao contrário de um sistema *lean*

puro, as ferramentas do STP são utilizadas prioritariamente nos recursos restritivos, este fato foi citado nas entrevistas e evidenciado durante a observação direta. Ferramentas como TPM, TRF, *Jishuken*, SMED são utilizados no passo 3 da TOC (subordinar o processo) com intuito de atingir o passo 4 (elevar a restrição).

No entanto, uma prática utilizada na empresa é a extensão da aplicação das ferramentas 5S e cronoanálise do STP em todos os recursos do VS. Esta decisão é justificada pela necessidade de manter um nível de organização no fluxo produtivo e para o controle de tempos de ciclos dos recursos não restritivos evitando assim que algum destes venham a se tornar um recurso restritivo sem prévio aviso.

A sinergia se faz presente também na identificação das restrições (passo 1 da TOC), que é feita com o auxílio de ferramentas do STP como o mapeamento de processos (*Process description*), análise de rotina (*Yamazumi*), trabalho padronizado, *lay out* celular. Com estas ferramentas é possível eliminar algumas perdas evidentes na linha de produção contribuindo para otimizar a produtividade dos gargalos. A definição da capacidade do VS é definida pela taxa de saída do gargalo conforme recomendado pela TOC. A utilização de ferramentas do STP para contribuir com a identificação dos gargalos é indicada nos modelos de implantação de Dettmer (2001) e Antunes (1998) e também citado no artigo de Utiyama e Godinho Filho (2013) que defendem a utilização das ferramentas do STP nos primeiros passos de focalização da TOC como uma forma de maximizar o ganho inicial característico de um sistema que utiliza somente a TOC.

Um dos pontos levantados por Pacheco (2014) considerados como essenciais para o uso sinérgico é o envolvimento de todos os funcionários. No estudo, foi possível perceber o comprometimento com as ferramentas implantadas no local de trabalho. O seguimento dos padrões estabelecidos pelo nível do chão de fábrica foi evidenciado durante a observação direta do fluxo produtivo. O nível de conhecimento dos operadores nos conceitos das ferramentas e no entendimento de seu papel dentro do sistema de gestão é considerado como fundamental pela alta liderança da empresa. Um exemplo desta afirmação é a preocupação em colocar o operador na linha de produção

somente após um *check list* de treinamentos básicos nas ferramentas aplicadas ao seu local de trabalho.

Por fim é destacado uma concordância entre a literatura e a aplicação prática no sentido de que os dois sistemas de gestão (TOC e STP) são complementares e de mais fácil execução quando aplicados de forma sinérgica. (UTIYAMA; GODINHO FILHO, 2013). Esta concordância com os autores é evidenciada nas declarações dos entrevistados A e B que mencionam a impossibilidade de utilização de um ou outro sistema exclusivamente tendo como base o insucesso da própria empresa na tentativa de aplicação do STP em um período anterior a decisão pela opção do uso sinérgico.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um cenário cada vez mais competitivo onde a solidez de uma empresa no mercado é cada vez mais difícil de se manter, um sistema de gestão eficiente torna-se primordial para a saúde da organização. Com base nessa afirmação, foi realizada uma RSL a fim de verificar o que já havia sido pesquisado sobre o uso de dois sistemas de gestão da produção: a TOC e o STP. Verificou-se que estes sistemas são amplamente utilizados e que há estudos apontando para a possibilidade de seu uso conjunto. No entanto, identificou-se haver espaço para estudos que analisem e apresentem os resultados empíricos do uso sinérgico destes sistemas. Sendo assim, este estudo buscou contribuir respondendo a seguinte questão: **quais as vantagens do uso sinérgico da TOC e STP na manufatura?**

Desta forma foi definido como objetivo geral analisar como a TOC e o STP podem ser utilizadas em conjunto para maximizar os resultados. Adicionalmente, foram estabelecidos quatro objetivos específicos para um melhor entendimento do assunto abordado: (i) identificar quais pontos de cada técnica são utilizados na linha de produção; (ii) quais adaptações foram utilizadas para o uso sinérgico das duas técnicas; (iii) quais as percepções de pessoas ligadas ao chão de fábrica sobre as mudanças após a implantação do sistema de gestão combinado; e (iv) Identificar as melhorias que a aplicação conjunta proporcionou à empresa.

Para atingimento dos objetivos propostos foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa metalúrgica do ramo automotivo situada em Gravataí/RS. Este estudo partiu de uma RSL que trouxe ao pesquisador um melhor embasamento sobre o que cada um dos sistemas de gestão oferece em seus conceitos bem como a percepção dos autores sobre a possibilidade de seu uso combinado. Com intuito de confrontar o referencial teórico com as aplicações práticas foram definidas três fontes de coletas de dados na empresa: pesquisa documental, entrevistas com funcionários e observação direta na linha de produção.

O primeiro objetivo específico definido foi atingido através da observação direta e com a contribuição dos entrevistados onde foi evidenciado quais ferramentas de cada técnica são utilizadas na linha de produção, desta forma foi constatado uma concordância sobre os métodos de aplicação conjunta

propostas na literatura com o observado na fábrica onde basicamente é utilizado a TOC através da técnica do TPC como uma espinha dorsal do fluxo produtivo, adaptando as ferramentas do STP como a TRF, SMED, 5's nas restrições de processo para alavancar os resultados.

O segundo objetivo específico foi definido com o intuito de verificar as adaptações efetuadas para possibilitar o uso sinérgico dos conceitos de gestão. Neste sentido foi possível verificar que o sistema de gestão utilizado na empresa não contou somente com ferramentas originadas da TOC e do STP, pois como foi relatado nas entrevistas, o sistema de gestão da empresa é resultado do uso sinérgico da TOC com o STP mas com o *upgrade* de boas práticas já existentes na empresa e ferramentas desenvolvidas em indústrias parceiras. Estas ferramentas extraídas de outras fontes de gestão foram citadas na sessão 4.1 e são utilizadas em conjunto com a STP para otimização das restrições.

Quanto às percepções geradas a partir da implantação do sistema de gestão atual, todos os níveis entrevistados exaltam um melhor ambiente de trabalho, o desenvolvimento das pessoas é bastante citado nas entrevistas bem como o comprometimento com a funcionalidade das ferramentas propostas, o que também foi observado durante a visita na fábrica, de maneira geral é concluído uma boa aceitação do sistema de gestão combinado atuante na empresa. Desta forma, atendeu-se o terceiro objetivo específico proposto.

Para identificar as melhorias alcançadas com a implantação do sistema de gestão atual, previsto no quarto objetivo específico, foram analisados gráficos de indicadores de desempenho a partir do ano de implementação. Estes indicadores mostram uma evolução nos resultados ano a ano após a implantação na empresa, gerando grandes benefícios como a fidelização de clientes, conforme relatado pelos entrevistados, a partir de uma melhoria gradual no desempenho do indicador de entregas propiciado pela aplicação sinérgica conforme verificado na sessão 4.2.

O atingimento dos objetivos específicos contribuiu para alcançar o objetivo geral da pesquisa que foi analisar se aplicação sinérgica dos conceitos da TOC e do STP é eficaz para maximizar os resultados de uma empresa metalúrgica. A eficácia do uso sinérgico é claramente evidenciada a partir da análise dos indicadores apresentados na sessão 4.2, a evolução apresentada nos indicadores da empresa indica que o uso balanceado das ferramentas

presentes na TOC e na STP pode sim alavancar os resultados de uma empresa metalúrgica.

Por fim como sugestão para trabalhos futuros a partir desta pesquisa é sugerido:

- a) um estudo aprofundado incluindo as demais áreas de uma empresa metalúrgica com intuito de verificar as adaptações e resultados alcançados nas áreas de controladoria, PPCP e logística;
- b) replicar o presente estudo em empresas de manufatura ligadas a outros setores que também utilizam o modo combinado de gestão, a fim de comprovar a robustez do uso sinérgico da TOC e do STP;
- C) um estudo quantitativo analisando os custos de implantação do modo sinérgico comparando com os ganhos obtidos com a utilização conjunta da TOC e do STP.

## APÊNDICE A – PROTOCOLO DA RSL

|                              |  |  |
|------------------------------|--|--|
| <b>Framework conceitual</b>  | É de conhecimento que a Teoria das restrições e o Sistema Toyota de Produção são ferramentas que auxiliam a gestão de produção e que existe uma possibilidade de uso sinérgico destas duas técnicas. A partir de então esta pesquisa procura demonstrar um exemplo prático de aplicação desta combinação   |  |
| <b>Contexto</b>              | Este trabalho será desenvolvido em uma empresa metalúrgica do ramo automobilístico situada na cidade de Gravataí no estado de Rio Grande do Sul  |  |
| <b>Horizonte</b>             | Não foi definido horizonte de tempo para esta pesquisa   |  |
| <b>Correntes teóricas</b>    | Estudo aplicado estritamente a aplicação da Teoria das restrições e Sistema Toyota de produção no chão de fábrica.   |  |
| <b>Idiomas</b>               | Para as buscas foram definidos como limitante os idiomas português, inglês e espanhol  |  |
| <b>Questão da revisão</b>    | Quais as vantagens do uso sinérgico da TOC e STP na manufatura?  |  |
| <b>Estratégia de revisão</b> | Definiu-se esta revisão como configurativa   |  |
| <b>Critérios de busca</b>    | <u>Inclusão:</u>   | <u>Exclusão:</u>   |
|                              | Pesquisas que envolvem definições e conceitos relacionados ao tema central   | Não referente à manufatura                                     |
|                              | Pesquisas que envolvem a aplicação conjunta do sistema Toyota de produção e Teoria das restrições  | Informe Comercial  |
|                              | Pesquisas referentes ao tema central e aplicadas na manufatura   | Arquivo referente à reportagem                                 |
|                              |  | Texto integral não disponível                                  |
|                              |  | Não relacionado ao tema  |
|                              |  | Pesquisas com idioma diferente do Inglês, português e espanhol |
| <b>Termos de busca</b>       | "Theory of constraints" and "lean manufacturing"<br>"Theory of constraints" and "Toyota production system"<br>"Drum-buffer-rope" and "Toyota production system"<br>"Drum-buffer-rope" and "lean manufacturing"<br>"Theory of constraints" and "lean manufacturing"<br>"Theory of constraints" and "Toyota production system"<br>"Drum-buffer-rope" and "Toyota production system"<br>"Drum-buffer-rope" and "lean manufacturing" |  |
| <b>Fontes de busca</b>       | Base de dados: SCOPUS, SCIELO, EBSCO HOST e CAPES  |  |

## APÊNDICE B – RELAÇÃO DOS ARTIGOS SELECIONADOS NA RSL

| TÍTULO   | AUTORES   |
|--|---|
| Standing on the Shoulders of Giants – Production concepts versus production applications The Hitachi Tool Engineering example.         | Eliyahu M. Goldratt   |
| Applying modern accounting techniques in complex manufacturing   | Andreas Myrelid; Jan Olhager  |
| Exploring the integration between Lean and the Theory of Constraints in Operations Management  | Diego Augusto de Jesus Pacheco; Isaac Pergher; José Antônio Valle Antunes Junior e Guilherme Luís Roehe Vaccaro |
| Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da Teoria das Restrições em ambientes de produção para estoque                          | Fernando Bernardi de Souza; Silvio Roberto Ignácio Pires  |
| A literatura a respeito da comparação entre a teoria das restrições e a manufatura enxuta: revisão, classificação e análise            | Marcel Heimar Ribeiro Utiyama; Moacir Godinho Filho   |
| Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda | Rodrigo Goulart Votto; Flavio Cesar Faria Fernandes   |
| Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC.                | M. L. Salef; R. A. Inman  |
| Constraint identification techniques for lean manufacturing systems  | Trumone Sims; Hung-da Wan   |
| Discussão teórica sobre o conceito de perdas do Sistema Toyota de Produção: inserindo a lógica do ganho da Teoria das Restrições       | Isaac Pergher; Luis Henrique Rodrigues; Daniel Pacheco Lacerda.   |
| Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração   | Diego Augusto de Jesus Pacheco  |
| Production Systems Continuous Improvement Modelling  | Marina Khayrullina; Olga Kislitsyna; Alexey Chuvaev   |
| Integrating lean and other strategies for mass customization manufacturing: a case study   | Brandon Stump; Fazleena Badurdeen   |



## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Junico. **Em direção a uma Teoria Geral do Processo na Administração da Produção: uma discussão sobre a possibilidade de unificação da Teoria das Restrições e da Teoria que sustenta a construção dos Sistemas de Produção com Estoque Zero**. 1998. Tese (Doutorado em administração) - Programa de pós graduação em administração, Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

ANTUNES, Junico; ALVARES, Roberto dos Reis; KLIPPEL, Marcelo; ALVES, Pedro Henrique Bortolotto. **Sistemas de produção: conceitos e práticas para projeto e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2008. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577802494/cfi/0!/4/2@100:0.00>. Acesso em: 25 maio. 2020.

BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. 1. ed. São Paulo: 70, 2011.

BOOTH, Wayne C.; COLOMB, Gregory G.; WILLIAMS, Joseph M. **A Arte Da Pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes - selo Martins, 2019.

CORBETT NETO, Thomas. **Contabilidade de Ganhos: a nova abordagem gerencial de acordo com a teoria das restrições**. São Paulo: Nobel, 1997.

COX III, James F.; SCHLEIER, John G. **Handbook da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2013. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582600139/cfi/1!/4/4@00:61.3>. Acesso em: 20 maio. 2020.

COX III, James F.; SPENCER, Michel S. **Manual da Teoria das Restrições**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DAUDT, Gabriel; WILLCOX, Luis Daniel. Agendas setoriais para o desenvolvimento: Indústria Automotiva. *In: Visão 2035: Brasil, um país desenvolvido*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2018. p. 183–208.

DETTMER, H. William. Beyond Lean manufacturing: Combining Lean and the Theory of Constraints for higher performance. **Goal System International**, Port Angeles, p. 1–43, 2001. Disponível em: <http://goalsys.com/books/documents/TOCandLeanPaper-rev.1.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2020.

DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; ANTUNES, Junico. **Design Science Research: Método de Pesquisa para Avanço da Ciência e Tecnologia**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602997/cfi/9!/4/4@00:0.00>. Acesso em: 5 maio. 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São

Paulo: Editora Atlas, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788597012934/cfi/6/2!/4/2/4@0:44.9>. Acesso em: 28 maio. 2020.

GOHR, Cláudia Fabiana; SILVA, Yuri Laio Teixeira Veras. Gerenciando o relacionamento entre recursos estratégicos e prioridades competitivas segundo a visão baseada em recursos. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 15, n. 2, p. 734–757, 2015. DOI: 10.14488/1676-1901.v15i2.1939. Disponível em: <http://producaoonline.org.br/rpo/article/view/1939>. Acesso em: 1 maio. 2020.

GOLDRATT, Eliyahu M. **A Síndrome do palheiro: Garimpando informações num oceano de dados**. São Paulo: Editora IMAM, 1991.

GOLDRATT, Eliyahu M. Standing on the shoulders of giants: production concepts versus production applications. The Hitachi Tool Engineering example. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 16, n. 3, p. 333–343, 2009. DOI: 10.1590/S0104-530X2009000300002. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2009000300002&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2009000300002&lng=en&tlng=en). Acesso em: 4 abr. 2020.

GOLDRATT, Eliyahu M.; COX, Jeff. **A meta: um processo de melhoria contínua**. 2 rev ampl ed. São Paulo: Editora Nobel, 2014.

GUERREIRO, Reinaldo. Os princípios da teoria das restrições sob a ótica da mensuração econômica. **Caderno de Estudos**, São Paulo, n. 13, p. 01–10, 1996. DOI: 10.1590/S1413-92511996000100003. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-92511996000100003&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-92511996000100003&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 4 abr. 2020.

GUPTA, Mahesh C.; BOYD, Lynn H. Theory of constraints: a theory for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, Louisville, v. 28, n. 10, p. 991–1012, 2008. DOI: 10.1108/01443570810903122. Disponível em: <https://www.emerald.ez101.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/01443570810903122/full/html>. Acesso em: 22 maio. 2020.

HUTCHINSON, Robert. Linking manufacturing strategy to product cost: toward time-based accounting: advanced manufacturing strategies are often undermined by legacy control systems of another era. one concept--time-based accounting--can help companies get out of this trap. Rochester, v. 9, n. 1, p. 31–43, 2007. Disponível em: <https://link-gale.ez101.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A190890162/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=7aa6b0aa>. Acesso em: 5 abr. 2020.

KHAYRULLINA, Marina; KISLITSYNA, Olga; CHUVAEV, Alexey. Production Systems Continuous Improvement Modelling. **Quality Innovation Prosperity**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 73–86, 2015. DOI: 10.12776/qip.v19i2.576. Disponível em: <http://www.qip-journal.eu/index.php/QIP/article/view/576>. Acesso em: 5 abr. 2020.

LIKER, Jeffrey K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior**

**Fabricante do Mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2016.

MACHADO, Débora Gomes; SOUZA, Marcos Antônio De. Análise das relações entre a gestão de custos e a gestão do preço de venda: um estudo das práticas adotadas por empresas industriais conserveiras estabelecidas no RS. **Revista Universo Contábil**, Blumenau, v. 2, p. 43–60, 2006. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/universocontabil/article/view/109/68>. Acesso em: 1 maio. 2020.

MAUERGAUZ, Yuri. **Advanced planning and scheduling in manufacturing and supply chains**. 1. ed. Moscou: Springer, 2016.

MAY, T. **Pesquisa social: questões, métodos e processos**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Prod.**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 216–229, 2007. DOI: 10.1590/S0103-65132007000100015. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132007000100015&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000100015&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 8 jun. 2020.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick et al. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011.

MORANDI, Maria Isabel Wolf Motta; CAMARGO, Luis Felipe Riehs. Revisão sistemática da literatura. *In: Design Science Research - método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia*. Bookman ed. Porto Alegre. p. 141–172. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602997/cfi/9!/4/4@0.00:0.00>. Acesso em: 11 maio. 2020.

MYRELID, Andreas; OLHAGER, Jan. Applying modern accounting techniques in complex manufacturing. **Industrial Management & Data Systems**, Lund, v. 115, n. 3, p. 402–418, 2015. DOI: 10.1108/IMDS-09-2014-0250. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IMDS-09-2014-0250/full/html>. Acesso em: 4 maio. 2020.

OHNO, Taiichi. **O sistema toyota de produção : além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

PACHECO, Diego Augusto de Jesus. Teoria das Restrições, Lean Manufacturing e Seis Sigma: limites e possibilidades de integração. **Production**, [S. l.], v. 24, n. 4, p. 940–956, 2014. DOI: 10.1590/S0103-65132014005000002. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132014000400017&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132014000400017&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 22 maio. 2020.

PACHECO, Diego Augusto de Jesus; MANOEL JÚNIOR, Márcio Laênio; CABRERA, Rosângela dos Santos; DOMINGUES, Jeferson. Implicações da análise V-A-T da teoria das restrições na gestão da cadeia de suprimentos. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, v. 6, n. 1, p. 2734–2755, 2016. DOI:

10.7198/S2237-0722201600010002. Disponível em:  
<http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/view/640>. Acesso em: 8 jun. 2020.

PACHECO, Diego Augusto de Jesus; PERGHER, Isaac; ANTUNES, Junico; VACCARO, Guilherme Luís Roehe. Exploring the integration between Lean and the Theory of Constraints in Operations Management. **International Journal of Lean Six Sigma**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 718–742, 2019. DOI: 10.1108/IJLSS-08-2017-0095. Disponível em:  
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLSS-08-2017-0095/full/html>. Acesso em: 4 abr. 2020.

PERGHER, Isaac; RODRIGUES, Luis Henrique; LACERDA, Daniel Pacheco. 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, p. 673–686, 2011. DOI: 10.1590/S0104-530X2011000400001. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2011000400001&lng=pt&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2011000400001&lng=pt&lng=pt). Acesso em: 4 abr. 2020.

PUTRA, Utario Esna; WIRJODIRDJO, Budisantoso. Business Process Improvement in Commercial Ship Division of PT. X: a Theory of Constraints Thinking Process Approach. **Jurnal Teknik ITS**, Surabaya, v. 2, n. 1, 2013. DOI: 10.12962/j23373539.v2i1.2811. Disponível em:  
<https://doaj.org/article/43db3f9265664e5880e315bff2f61071?gathStatIcon=true>. Acesso em: 29 maio. 2020.

RAHMAN, Shams-ur. Theory of Constraints - A review of the philosophy and its applications. **International Journal of Operations & Production Management**, [S. l.], v. 18, n. 4, p. 336–355, 1998. DOI: 10.1108/01443579810199720. Disponível em: <https://www-emerald.ez101.periodicos.capes.gov.br/insight/publication/issn/0144-3577/vol/18/iss/4>. Acesso em: 4 jun. 2020.

SALE, M. L.; INMAN, R. A. Survey-based comparison of performance and change in performance of firms using traditional manufacturing, JIT and TOC. **International Journal of Production Research**, [S. l.], v. 41, n. 4, p. 829–844, 2003. Disponível em:  
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=9331002&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 7 maio. 2020.

SAMPAIO, Daniel Pereira. Economia brasileira no início do século xxi: desaceleração, crise e desindustrialização (2000-2017). **Semestre Económico**, [S. l.], v. 22, n. 50, p. 107–128, 2019. DOI: 10.22395/seec.v22n50a6. Disponível em: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/2948>. Acesso em: 22 abr. 2020.

**Setor Automotivo. In: Ministério da Economia.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>. Acesso em: 1 maio. 2020.

SHAH, Rachna; WARD, Peter T. Defining and developing measures of lean production. **Journal of Operations Management**, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 785–805, 2007. DOI: 10.1016/j.jom.2007.01.019. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1016/j.jom.2007.01.019>. Acesso em: 20 abr. 2020.

SHINGO, Shigeo. **O Sistema Toyota de Produção: do ponto de vista da engenharia da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2007. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577800995/cfi/0!/4/4@0.00:32.7>. Acesso em: 20 maio. 2020.

SIMS, Trumone; WAN, Hung-da. Constraint identification techniques for lean manufacturing systems. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, Spring, v. 43, p. 50–58, 2017. DOI: 10.1016/j.rcim.2015.12.005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2015.12.005>. Acesso em: 4 abr. 2020.

SLACK, Nigel. **Vantagem competitiva em manufatura - Atingindo competitividade nas operações industriais**. São Paulo: Atlas, 2000.

SOUZA, Fernando Bernardi De. Do OPT à Teoria das Restrições: avanços e mitos. **Revista Produção**, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 184–197, 2005. DOI: 10.1590/S0103-65132005000200005. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132005000200005&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132005000200005&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 22 maio. 2020.

SOUZA, Fernando Bernardi De; BAPTISTA, Humberto Rossetti. Proposta de avanço para o método Tambor-Pulmão-Corda Simplificado aplicado em ambientes de produção sob encomenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 17, n. 4, p. 735–746, 2010. DOI: 10.1590/S0104-530X2010000400008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2010000400008&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2010000400008&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 26 maio. 2020.

SOUZA, Fernando Bernardi De; PIRES, Silvio Roberto Ignácio. Produzindo para disponibilidade: uma aplicação da Teoria das Restrições em ambientes de produção para estoque. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 65–76, 2014. DOI: 10.1590/S0104-530X2013005000007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2013005000007&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013005000007&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 4 maio. 2020.

STUMP, Brandon; BADURDEEN, Fazleena. Integrating lean and other strategies for mass customization manufacturing: a case study. **Journal of Intelligent Manufacturing**, Lexington, v. 23, n. 1, p. 109–124, 2012. DOI: 10.1007/s10845-009-0289-3. Disponível em: <https://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=3&sid=91cb37ab-b140-4fbc-b023-a968f70538b6%40sessionmgr101&bdata=Jmxhbmc9cHQfYnlmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=70351728&db=iih>. Acesso em: 8 abr. 2020.

UTIYAMA, Marcel Heimar Ribeiro; GODINHO FILHO, Moacir. A literatura a respeito da comparação entre a teoria das restrições e a manufatura enxuta: revisão, classificação e análise. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 20, n. 3, p.

615–638, 2013. DOI: 10.1590/S0104-530X2013000300009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2013000300009&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2013000300009&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 4 abr. 2020.

VOTTO, Rodrigo Goulart; FERNANDES, Flavio Cesar Faria. Produção enxuta e teoria das restrições: proposta de um método para implantação conjunta na Indústria de Bens de Capital sob Encomenda. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, n. 1, p. 45–63, 2014. DOI: 10.1590/S0104-530X2013005000009. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-530X2014000100004&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2014000100004&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 5 maio. 2020.

WOMACK, James P.; DANIEL, T. Jones. In many cases , success is a firm ' s worst enemy , as the emphasis switches from the continuing elimination of waste to simply managing the initial success . [S. l.], n. August, 2009. Disponível em: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=43406159&lang=pt-br&site=ehost-live>. Acesso em: 5 maio. 2020.

WOMACK, James P.; JONES, Daniel T. **A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riqueza**. Rev.atual. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2004.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582602324/>. Acesso em: 2 jun. 2020.