

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
CAMPUS SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Thiago Carlos Fernando de Moraes Garcia Pinho

IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO CONTEXTO DA  
IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO

Sorocaba / SP

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE  
CAMPUS SOROCABA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Thiago Carlos Fernando de Moraes Garcia Pinho

IDENTIFICAÇÃO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NO CONTEXTO DA  
IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA: UM ESTUDO DE CASO

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia de  
Produção, para a obtenção do título de  
Mestre em Engenharia de Produção, área  
de concentração em gestão de operações.

Orientadora  
Dra. Juliana Veiga Mendes

Sorocaba / SP

2016

de Moraes Garcia Pinho, Thiago Carlos Fernando  
Identificação de Indicadores de Sustentabilidade no Contexto da  
Implantação da Produção Enxuta: Um Estudo de Caso / Thiago Carlos  
Fernando de Moraes Garcia Pinho. -- 2016.  
127 f. : 30 cm.

Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de São Carlos, campus  
Sorocaba, Sorocaba  
Orientador: Juliana Veiga Mendes  
Banca examinadora: Ricardo Coser Mergulhão, Antônio Freitas Rentes  
Bibliografia

1. Produção Enxuta. 2. Sustentabilidade. 3. Indicadores de Desempenho.  
I. Orientador. II. Universidade Federal de São Carlos. III. Título.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado a oportunidade de cumprir mais uma etapa importante da minha vida pessoal e profissional, por ter me dado sabedoria, saúde e força de vontade para superar os obstáculos e dificuldades que apareceram durante esse tempo.

Gostaria também de agradecer a minha mãe Maria José Moraes, por ter me criado e me educado para seguir o caminho correto, abdicando de desejos e vontades pessoais em prol dos seus filhos e por todo o suporte durante a minha vida inteira. Posso dizer que sou uma pessoa iluminada por tê-la como a minha mãe.

Agradeço a minha esposa Juliana dos S. Siqueira de Moraes pelo companheirismo, amizade, incentivo, amor e, principalmente, por ter entendido a importância desse mestrado para a minha vida pessoal e profissional.

Especialmente, gostaria de agradecer a professora Dra. Juliana Veiga Mendes e externar o meu respeito, admiração e consideração por essa pessoa. Acredito que sem o seu suporte, orientação e paciência essa etapa não teria se concluído. Também gostaria de agradecer-lá pelo interesse e abertura em me receber no programa de mestrado em Engenharia de Produção da UFSCar.

Aos professores Pós-Dr. Antonio Freitas Rentes (USP - São Carlos) e Dr. Ricardo Coser Mergulhão (UFSCar – Sorocaba) pela disponibilidade e ajuda durante o processo de qualificação e defesa, com orientações importantes para o aprimoramento da dissertação.

Agradeço a Érica K. Akim, pela competência, simpatia, paciência e disponibilidade em ajudar sempre que possível durante todo o programa.

Agradeço ao meu amigo e gestor Renato Augusto Orlando, pessoa muito importante nesse processo todo, por ter me concedido o tempo necessário para realizar as disciplinas do programa, bem como me ajudado de diversas maneiras, tanto profissionalmente como pessoalmente.

Aos amigos e colegas de trabalho, Marcos R. Mancio, Zaíra N. Arriel e Rodrigo Picoli por terem me dado todo o suporte, realizando atividades sob a minha responsabilidade durante a minha ausência do local de trabalho para realizar as disciplinas do programa.

Por fim, agradeço a todo o corpo docente do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da UFSCar - *campus* de Sorocaba que contribuem muito para o nosso aprendizado e crescimento pessoal e profissional.



“No que diz respeito ao empenho, ao compromisso, ao esforço e à dedicação, não existe meio termo. Ou você faz uma coisa bem-feita ou não faz”

**Ayrton Senna da Silva**

## RESUMO

PINHO, T. C. F. M. G. **Identificação de Indicadores de Sustentabilidade no Contexto da Implantação da Produção Enxuta: Um Estudo de Caso.** Sorocaba, 2016, 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos.

Diversos pesquisadores vêm discutindo sobre os esforços feitos pelas organizações com o objetivo de melhorar os seus processos através da utilização das práticas da produção enxuta. Além disso, através da introdução de normas governamentais e outros aspectos relevantes em relação a sustentabilidade, fizeram com que as empresas se preocupassem não somente com os resultados operacionais e financeiros, mas também com os aspectos ambientais e sociais nas suas atividades. Esses resultados podem ser demonstrados através do uso de indicadores e as empresas e pesquisadores estão utilizando diversos indicadores para mensurar o desempenho em relação a implantação das práticas da produção enxuta e sustentabilidade separadamente. Essa dissertação tem como objetivo a identificação de indicadores de desempenho de sustentabilidade que possam ser utilizados no contexto da implantação das práticas da produção enxuta. Isso foi feito através da seleção e classificação de um conjunto de indicadores de desempenho, utilizando o conceito do “Tripé da Sustentabilidade” definido por Elkington (1997). A seleção foi realizada mediante uma revisão da literatura sobre pesquisas relacionadas ao desenvolvimento, utilização e métodos para medição da produção enxuta e sustentabilidade. Através do conjunto de indicadores identificados, foi realizado a seleção dos indicadores a serem utilizados para a mensuração dos resultados em uma empresa multinacional do setor automobilístico e, esse estudo de caso foi feito em três linhas de produtos diferentes, analisando seus indicadores de forma retroativa (anos de 2010 e 2011) e após a implantação das práticas da produção enxuta (anos de 2012, 2013 e 2014). O foco do estudo de caso foi a realização da análise inter unidades e a validação da utilização dos indicadores de desempenho para a mensuração dos resultados no contexto da aplicação da produção enxuta. Uma das principais contribuições desse trabalho é a possibilidade da utilização do conjunto de 176 indicadores de desempenho identificados em futuras pesquisas, bem como auxiliar os pesquisadores na busca de outros indicadores de desempenho para a mensuração dos resultados em empresas nas quais estão sendo implementadas a filosofia da produção enxuta.

**Palavras-chave:** Produção Enxuta, Sustentabilidade, Indicadores de Desempenho, Tripé da Sustentabilidade, Setor Automobilístico.

## ABSTRACT

PINHO, T. C. F. M. G. **Identifying Sustainability Indicators in the Lean Practices Adoption Context: A Case Research.** Sorocaba, 2016, 127 p. Dissertation (Master in Industrial Engineering), UFSCAR – Federal University of São Carlos, SP, Brazil.

Many researchers already discussed the efforts of organizations to improve their processes using lean practices and their concerns not only about operational and financial performance, but also about the environmental aspects of their activities. More recently, a number of sustainability indicator development processes have been initiated within large research projects that aim to design tools for sustainability. The results might be demonstrated by performance indicators and the companies and researchers are using several indicators to measure performance in relation to lean practice applications and sustainable production separately. This research aims to identify a set of indicators to measure the lean practice applications based on the sustainability “Triple Bottom Line” concept and literature review of related researches that already developed indicators to measure the performance related to both of the philosophies. Through the set of indicators identified, an analysis of selected indicators was performed in a multinational automobile company, and this case research was conducted in three different product lines, analyzing its indicators retroactively (2010 and 2011) and after the implementation of lean practices (2012, 2013 and 2014). The focus of the case research was the inter units analysis and the validation of some of the identified performance indicators for all product lines analyzed in this research as well as to verify the possibility to use the sustainable performance indicators on a lean practice application context. A major contribution of this research is the possibility of using the set of indicators (176 identified indicators) in future researches as well as assist the researchers in finding and/or proposing another theoretical framework to measure the results achieved by companies that are implementing lean production.

**Keywords:** Lean Production, Sustainability, Performance Indicators, Triple Bottom Line, Automotive Sector.

## **LISTA DE FIGURAS:**

Figura 1: A Casa do Sistema Toyota de Produção

Figura 2: Elementos-Chave de Suporte ao MPT

Figura 3: Processo de Avaliação de Desempenho (Ciclo PDCA)

Figura 4: Categorização dos Indicadores do *National Institute of Standards and Technology* (NIST)

Figura 5: O Ciclo da Produção de Novos Conhecimentos

Figura 6: Procedimento da Pesquisa e Estrutura da Dissertação

Figura 7: Estruturação para a Construção dos Quadros Teóricos

Figura 8: Mapa de Fluxo de Valor – Estado Inicial

Figura 9: Mapa de Fluxo de Valor – Estado Futuro (Após Implantação)

Figura 10: Estruturação para a Obtenção e Análise dos Resultados

## **LISTA DE QUADROS:**

Quadro 1: Critérios de Seleção Utilizados

Quadro 2: Quadro Síntese - Seleção dos Trabalhos

Quadro 3: Práticas da Produção Enxuta Utilizadas

Quadro 4: Produção Enxuta e Sustentabilidade: Paralelismo, Convergência e Sinergia

Quadro 5: Indicadores Utilizados em Trabalhos de Pesquisa que Relacionam a Produção Enxuta com Indicadores de Desempenho

Quadro 6: Lista de Pesquisas e Propostas de Medição de Desempenho Seleccionadas

Quadro 7: Indicadores de Controle Ambiental – ICA's

Quadro 8: Abordagem Desenvolvida pelo WBCSD

Quadro 9: Proposta de Indicadores Desenvolvida por Veleva e Ellenbecker

Quadro 10: Procedimento Desenvolvido pela Associação dos Engenheiros Alemães

Quadro 11: Categorização Proposta pelo NIST e Quantidade de Indicadores Levantados

Quadro 12: Indicadores Econômicos Desenvolvidos pelo GRI

Quadro 13: Indicadores Ambientais Desenvolvidos pelo GRI

Quadro 14: Indicadores Sociais Desenvolvidos pelo GRI

Quadro 15: Indicadores de Desempenho Identificados – Dimensão Econômica

Quadro 16: Indicadores de Desempenho Identificados – Dimensão Ambiental

Quadro 17: Indicadores de Desempenho Identificados – Dimensão Social

Quadro 18: Unidades de Análise do Estudo de Caso

Quadro 19: Quadro Teórico Desenvolvido pelo Autor – Dimensão Econômica

Quadro 20: Quadro Teórico Desenvolvido pelo Autor – Dimensão Ambiental

Quadro 21: Quadro Teórico Desenvolvido pelo Autor – Dimensão Social

Quadro 22: Implantação do Estudo de Caso e os Princípios de PE

## **LISTA DE TABELAS:**

Tabela 1: Tabela Síntese – Indicadores Levantados

Tabela 2: Detalhamento dos Indicadores Econômicos do Estudo de Caso

Tabela 3: Detalhamento dos Indicadores Ambientais do Estudo de Caso

Tabela 4: Detalhamento dos Indicadores Sociais do Estudo de Caso

Tabela 5: Principais Indicadores do MFV – Estado Inicial

Tabela 6: Relação entre as Oportunidades de Melhorias Levantadas e a Produção Enxuta

Tabela 7: Principais Indicadores do MFV – Estado Futuro (Após Implantação)

Tabela 8: Resultados Coletados nas Entrevistas Presenciais em Relação a Caracterização e Conhecimento do Colaborador

Tabela 9: Resultados Coletados nas Entrevistas Presenciais em Relação a Implantação e Definição dos Indicadores de Desempenho

Tabela 10: Resultados dos Indicadores de Desempenho no Estudo de Caso – Dimensão Econômica

Tabela 11: Resultados dos Indicadores de Desempenho no Estudo de Caso – Dimensão Ambiental

Tabela 12: Resultados dos Indicadores de Desempenho no Estudo de Caso – Dimensão Social

**LISTA DE APÊNDICES:**

APÊNDICE A – Protocolo de Pesquisa

APÊNDICE B - Detalhamento das Práticas da Produção Enxuta Pesquisados

APÊNDICE C – Indicadores Levantados e Validados – Dimensão Econômica

APÊNDICE D - Indicadores Levantados e Validados – Dimensão Ambiental

APÊNDICE E - Indicadores Levantados e Validados – Dimensão Social

## ABREVIATURAS E SIGLAS

ANFAVEA	Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores
EEA	<i>European Environment Agency</i>
EHS	<i>Environment-Health-Safety</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
GAEIA	<i>Global and Ethical Investment Advice</i>
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
ICA	Indicador de Controle Ambiental
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
JIPM	<i>Japan Institute of Plant Maintenance</i>
JIT	<i>Just in Time</i>
LCSP	<i>Lowell Center for Sustainable Production</i>
LEI	<i>Lean Enterprise Institute</i>
MFV	Mapa de Fluxo de Valor
MPT	Manutenção Produtiva Total
NIST	<i>National Institute of Standards and Technology</i>
OEE	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PE	Produção Enxuta
ROA	<i>Return on Assets</i>
ROI	<i>Return on Investment</i>
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i>
STP	Sistema Toyota de Produção
TQM	<i>Total Quality Management</i>
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
US/EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
VDI	<i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
WBCSD	<i>World Business Council for Sustainable Development</i>
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1. Justificativa da Pesquisa.....	14
1.2. Objetivos da Pesquisa.....	16
1.2.1. Objetivo Geral.....	16
1.2.2. Objetivos Específicos.....	16
<b>2. REVISÃO TEÓRICA</b> .....	18
2.1. Método para a Realização da Pesquisa e Critérios de Seleção.....	18
2.2. Conceito de Produção Enxuta.....	20
2.3. Práticas da Produção Enxuta .....	24
2.3.1. Mapa do Fluxo de Valor.....	24
2.3.2. Just In Time (JIT) e Kanban.....	25
2.3.3. Manutenção Produtiva Total.....	27
2.3.4. Redução no Tempo de Set-up (SMED).....	29
2.3.5. Manufatura Celular.....	30
2.3.6. 5S.....	31
2.4. Conceito de Sustentabilidade.....	32
2.4.1. Os Princípios e o Tripé da Sustentabilidade.....	34
2.5. Produção Enxuta e Sustentabilidade .....	35
2.6. Indicadores de Desempenho .....	36
2.6.1. Indicadores de Desempenho Atrelados a Produção Enxuta.....	36
2.6.2. Indicadores de Desempenho Atrelados a Sustentabilidade.....	39
2.6.3. Propostas de Indicadores de Desempenho de Sustentabilidade.....	40
2.6.3.1. International Organization for Standardization (ISO 14031).....	40
2.6.3.2. World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)....	42
2.6.3.3. Lowell Center for Sustainable Production (LCSP).....	43
2.6.3.4. Verein Deutscher Ingenieure (Assoc. dos Engenheiros Alemães).....	45
2.6.3.5. National Institute of Standards and Technology (NIST).....	46
2.6.3.6. Global Reporting Initiative (GRI).....	47
2.7. Identificação dos Indicadores de Desempenho.....	51
<b>3. METODOLOGIA DA PESQUISA</b> .....	58
3.1. Aspectos Metodológicos .....	58
3.2. Procedimento da Pesquisa .....	61
3.2.1. Análise dos Dados.....	62

<b>4. ESTUDO DE CASO</b> .....	64
4.1. Descrição da Empresa do Estudo de Caso .....	64
4.2. Descrição das Unidades de Análise .....	64
4.3. Seleção dos Indicadores de Desempenho para o Estudo de Caso .....	66
4.3.1. Quadro Teórico – Indicadores de Desempenho Econômicos .....	68
4.3.2. Quadro Teórico – Indicadores de Desempenho Ambientais.....	69
4.3.3. Quadro Teórico – Indicadores de Desempenho Sociais .....	70
4.3.4. Detalhamento dos Indicadores de Desempenho.....	71
4.4. Descrição do Estudo de Caso .....	75
<b>5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	81
5.1. Apresentação dos Resultados das Entrevistas Presenciais .....	82
5.2. Apresentação dos Resultados Através dos Quadros Teóricos.....	86
5.2.1. Apresentação dos Resultados – Indicadores Econômicos.....	87
5.2.2. Apresentação dos Resultados – Indicadores Ambientais.....	90
5.2.3. Apresentação dos Resultados – Indicadores Sociais.....	92
<b>6. CONCLUSÃO E PROPOSTAS PARA FUTUROS TRABALHOS</b> .....	96
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	99
<b>APÊNDICE A – Protocolo de Pesquisa</b> .....	111
<b>APÊNDICE B - Detalhamento das Práticas da Produção Enxuta Pesquisados</b> .....	117
<b>APÊNDICE C – Indicadores Levantados e Validados – Dimensão Econômica</b> .....	118
<b>APÊNDICE D - Indicadores Levantados e Validados – Dimensão Ambiental</b> .....	121
<b>APÊNDICE E - Indicadores Levantados e Validados – Dimensão Social</b> .....	126

## 1. INTRODUÇÃO

Neste cenário competitivo e globalizado no qual as organizações estão inseridas atualmente torna-se emergente a necessidade das empresas em atingir níveis de desempenho elevados, bem como melhores resultados financeiros para atender as expectativas das partes interessadas. Acerca dessa necessidade, a maioria das organizações vem buscando a adoção de práticas que elevem a produtividade através da racionalização dos recursos empregados.

Dentro desse contexto, a filosofia da produção enxuta (PE) assume-se como uma revolução que tem o potencial de melhorar, efetivamente, a capacidade produtiva de qualquer empresa (OHNO, 1997). Este conceito nasceu do resultado de uma aprendizagem prática e dinâmica dos processos produtivos originários dos setores têxteis e automobilísticos que surgiu após um momento crítico do mercado e da economia japonesa (Pós Segunda Guerra Mundial).

Além disso, atualmente as empresas estão considerando em seus processos produtivos e de suporte a produção o estabelecimento de metas em relação ao cuidado e a preservação ambiental, em grande parte pela mudança no comportamento dos clientes, os quais estão cada vez mais exigentes em relação a qualidade dos produtos que consomem, as matérias primas envolvidas no processo de fabricação e o impacto ambiental que é proporcionado pelo processo, alterando a forma de pensamento sobre o gerenciamento dos negócios (ROTHENBERG et. al., 2001; CALVO et. al., 2008; WAN e CHEN, 2009; AGUADO et. al., 2013).

Segundo Womack e Jones (2003), as organizações descobrem que o produto é a chave para atender as expectativas dos clientes e é importante a geração de valor que seja reconhecido pelos mesmos, por exemplo, a capacidade de fornecimento do produto, o atendimento a demanda e a redução da utilização de recursos produtivos e improdutivos. Estes mesmos autores referem-se ao pensamento enxuto como o “antídoto para o desperdício”.

De modo mais recente, além dos aspectos econômicos, tecnológicos e busca pelo aumento da produtividade através da redução dos desperdícios, as empresas tem se interessado cada vez mais pelos aspectos ambientais. O conceito de manufatura adequada ambientalmente leva a uma reavaliação das atividades das empresas no sentido de melhorar continuamente a interação de suas atividades, produtos e serviços com o meio ambiente (OMETTO et. al. 2007; HART, 2010; CARDOSO, 2012; SOBRAL et. al., 2013).

O conceito mais difundido pelos autores é que desperdício é qualquer atividade desenvolvida por uma empresa que consome recursos e não produz valor para o cliente

(BUTZ e GOODSTEIN, 1996; WOMACK e JONES, 2004; HOLWEG, 2007; VINODH et al. 2013). Ademais, as preocupações sociais e ambientais apareceram, gerando um maior valor agregado e percebido pelo cliente para as empresas com práticas ambientalmente amigáveis (FIGGE e HAHN, 2004; CALVO et. al., 2008; HART, 2010; CARDOSO, 2012). Para Shah e Ward (2007), esta situação exige a obtenção de ambos os objetivos: PE e sustentabilidade, visto que os processos e procedimentos estão intimamente ligados entre estes dois sistemas.

Por outro lado, assim como dito por Novaes (2000), os custos ambientais e sociais costumam ter altos preços a longo prazo, ainda mais para um contexto no qual a sociedade tem valorizado muito o aspecto ambiental e a preocupação social, o que também é afirmado por diversos autores (FIGGE e HAHN, 2004; CALVO et. al., 2008; DÜES et. al., 2013). Por esses e outros motivos surgiu o conceito de sustentabilidade empresarial, o qual representa a busca por um desenvolvimento econômico eficiente da empresa, aliado a igualdade social, equilíbrio ambiental e governança corporativa (BMF&BOVESPA, 2010). Mesmo assim, segundo Veleva e Ellenbecker (2000), muitas abordagens que visam a sustentabilidade são de difícil aplicação e, quando aplicadas, sua significância é limitada.

Outro aspecto abordado por diversos autores é o fato da dificuldade de mensurar a influência para a sustentabilidade com a aplicação das práticas da PE, devido a deficiência no momento de encontrar variáveis existentes no processo para análise (JIAO et. al., 2003; SHAH e WARD, 2007; SLEESWIJK et. al., 2008; MACKELPRANG e NAIR, 2010; YANG et. al., 2011).

Portanto, identifica-se pelo que está supracitado, que esse campo de pesquisa está sendo bastante difundido e o presente trabalho visa contribuir para essa área de pesquisa respondendo a seguinte questão principal: **é possível identificar indicadores de desempenho voltados para a sustentabilidade e realizar a mensuração desses indicadores no contexto da aplicação das práticas da produção enxuta (PE)?**

A estruturação dessa dissertação foi realizada da seguinte forma: introdução, justificativa, apresentação dos objetivos (geral e específicos), referencial teórico (PE, sustentabilidade e indicadores de desempenho), metodologia de pesquisa, estudo de caso, apresentação dos resultados e discussão, conclusões e propostas para futuras pesquisas.

### 1.1. JUSTIFICATIVA DA PESQUISA

Conforme já abordado anteriormente, a necessidade pela busca da excelência e manutenção da competitividade no âmbito global faz com que as organizações busquem a

adoção de práticas de melhoria contínua, tanto sob o ponto de vista de melhorias na racionalização dos recursos produtivos quanto ambientais (AGUADO et. al., 2013).

Para iniciar a pesquisa, foi utilizado uma das fases cronológicas da análise de conteúdo citadas por Bardin (1977): a pré análise. Segundo o mesmo autor, esta fase corresponde a um período de intuições, mas tem como objetivo, torná-las operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas em um plano de análise.

Através dessa fase preliminar (pré análise) realizada pelo autor, com o intuito de organizar e sistematizar a ideia inicial desse trabalho, pode-se identificar um grande interesse por parte de diversos autores, que vêm pesquisando os temas produção enxuta e sustentabilidade há algum tempo, sobretudo nos últimos vinte anos, em que o aspecto ambiental está ganhando grande notoriedade no ambiente de negócios (OHNO, 1997; SHAH e WARD, 2003; WOMACK e JONES, 2003, 2004; FIGGE e HAHN, 2004; CALVO et. al., 2008; WAN e CHEN, 2009; AGUADO et. al., 2013; DÜES et. al., 2013).

É possível verificar também o interesse por parte de outros autores, para o desenvolvimento de propostas para a mensuração e análise dos resultados obtidos através da aplicação das práticas da PE e sustentabilidade, bem como a análise conjunta desses indicadores (PORTER e LINDE, 1995; VELEVA e ELLENBECKER, 2000, 2001; WAGNER, 2005; HERRON e BRAIDEN, 2006; SHAH e WARD, 2007; MACKELPRANG e NAIR, 2010; YANG et. al., 2011; SOBRAL et. al., 2013).

Os autores afirmam que o desafio das organizações é combinar a competitividade do negócio com o desenvolvimento econômico, através da melhoria dos seus processos produtivos e improdutivos e, em conjunto com a sustentabilidade ambiental e social (Porter e Linde, 1995; Shah e Ward, 2007; Sobral et. al., 2013).

Além da fase preliminar de análise, onde verifica-se o interesse nessa área de pesquisa por diversos autores, outro fator que torna essa pesquisa relevante é a importância do setor automobilístico para o país. Sabe-se que o setor automobilístico vem de um crescimento ininterrupto na última década e, para acompanhá-lo de forma eficaz, as organizações terão que se adequar através da produção de veículos, componentes e sistemas que aumentem a eficiência energética e tenham um maior conteúdo tecnológico (ANFAVEA, 2013).

Nos últimos 46 anos a indústria automobilística no Brasil cresceu aproximadamente 700% no faturamento líquido e 44% na participação do PIB industrial no país. Outro fator importante é a grande influência das montadoras sobre os seus fornecedores, 69,3% do que são produzidos nas indústrias de autopeças são destinados para a indústria

automobilística. Vale ressaltar a relevância econômica, este setor destaca-se pela geração de empregos, em 1957 o setor empregava cerca de 9.773 colaboradores e, em 2012, este número é de 149.543, o que representa um aumento aproximado de 1400% e uma grande ajuda para o crescimento do setor industrial do país (ANFAVEA, 2013).

Para a ANFAVEA (2013), a indústria automobilística brasileira vive tempos de desafios e mudanças extremamente importantes que estão motivando novos investimentos em ampliação, modernização e criação de novas fábricas, além da melhoria em relação a utilização dos seus recursos produtivos e não produtivos.

Por fim, essa dissertação visa a abordagem dos temas: produção enxuta, sustentabilidade e indicadores de desempenho de ambos. Isto foi realizado através de uma ampla pesquisa e identificação de indicadores de desempenho de sustentabilidade e, além disso, a mensuração de parte dos indicadores de desempenho identificados, comparando e analisando os seus resultados, bem como a viabilidade da utilização desses indicadores através de um estudo de caso definido.

## 1.2. OBJETIVOS DA PESQUISA

### 1.2.1. OBJETIVO GERAL

Identificar um conjunto de indicadores de sustentabilidade, classificando-os em indicadores econômicos, ambientais e sociais e, através da mensuração dos indicadores selecionados juntamente com uma empresa do setor automobilístico, analisar a utilização do conjunto de indicadores identificados no contexto da implantação das práticas da PE.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Em relação aos principais objetivos específicos dessa pesquisa, tem-se:

- Contextualizar os principais conceitos envolvidos (PE, sustentabilidade e indicadores de desempenho) com a finalidade de encontrar aspectos comuns de abordagens e análise;
- Contextualizar o cenário no setor automobilístico e os desafios envolvidos em relação a racionalização na utilização de recursos e impactos ambientais, bem como do ponto de vista de produtividade, qualidade, custo e entrega;
- Identificar os indicadores de desempenho de sustentabilidade e PE e desenvolver o quadro teórico, classificando-os sob o ponto de vista do tripé da sustentabilidade;

- Analisar o mapa do fluxo de valor dos processos produtivos nos quais foram adotadas as práticas da PE na organização;
- Avaliar a utilização do conjunto de indicadores no contexto da implantação das práticas da PE através da mensuração dos mesmos em um estudo de caso inter unidades no setor automobilístico.

## 2. REVISÃO TEÓRICA

A revisão teórica dessa dissertação foi conduzida em torno de três eixos fundamentais para o desenvolvimento do estudo proposto: a produção enxuta e suas práticas, sustentabilidade e os seus princípios e os indicadores de desempenho associados a essas abordagens.

Outro objetivo importante desse capítulo é descrever o método para a realização da pesquisa e os critérios de seleção utilizados para a escolha dos materiais a serem considerados para a revisão teórica, bem como para a identificação dos indicadores de desempenho de sustentabilidade no contexto da aplicação da PE, além disso, identificar características entre as abordagens da filosofia da PE e sustentabilidade.

### 2.1. MÉTODO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA E CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Esse tópico tem como principal objetivo detalhar o método utilizado pelo autor para a escolha dos materiais que foram selecionados para o desenvolvimento da revisão teórica e construção dos quadros teóricos a serem utilizados para a mensuração dos resultados do estudo de caso relacionado.

Para esta análise, foram utilizadas três regras importantes, definidas por Bardin (1977) para a escolha e seleção do conjunto de documentos a serem utilizados nessa dissertação, conforme descrito abaixo:

- **Regra da exaustividade:** não se pode deixar de fora qualquer um dos elementos por qualquer razão (dificuldade de acesso, impressão de não-interesse), que não possa ser justificável no plano do rigor;
- **Regra da representatividade:** a amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial. Neste caso, os resultados obtidos pela amostra, serão generalizados para o todo;
- **Regra da homogeneidade:** os documentos retidos devem ser homogêneos, ou seja, devem obedecer a critérios precisos de escolha e não apresentar demasiada singularidade fora desses critérios de escolha.

Respeitando as regras supracitadas e definidas por Bardin (1977), foi feita uma pesquisa nas bases de dados por parte do pesquisador, levando em consideração alguns critérios de seleção, conforme descritos no quadro 1:



Quadro 1 – Critérios de Seleção Utilizados

<b>Etapa</b>	<b>Tema</b>	<b>Palavras-chave</b>	<b>Ano</b>
1	Produção Enxuta	<i>Lean Production, Lean AND Organisation, Lean Application, Lean Manufacturing</i>	Entre 1999 e 2014 (quinze anos)
2	Sustentabilidade	<i>Sustainable Production, Sustainability, Sustainability AND Manufacturing, Green AND Sustainability, Sustainability AND Principles</i>	
3	Produção Enxuta e Sustentabilidade	<i>Lean AND Sustainability, Lean AND Sustainable Production, Lean AND Green</i>	
4	Indicadores de Desempenho da Produção Enxuta	<i>Performance Indicators, Lean Production, Performance Indicators AND Lean Production, Indicators AND Lean, Measure AND Lean</i>	
5	Indicadores de Desempenho da Sustentabilidade	<i>Performance Indicators AND Sustainability, Green AND Performance, Performance Indicators AND Sustainable Production, Indicators AND Green, Measure AND Sustainability</i>	

Fonte: Elaborado pelo Autor

Após a definição dos critérios de seleção para a pesquisa (quadro 1), foram definidos alguns critérios de seleção e filtros para a seleção dos artigos relevantes para o desenvolvimento do trabalho, bem como as quantidades envolvidas em cada etapa do trabalho, essas informações são apresentadas no quadro 2 (próxima página).

Baseando-se nos critérios de seleção dos quadros 1 e 2, bem como todos os critérios de seleção e filtros utilizados, foi possível desenvolver o referencial teórico e selecionar as propostas a serem utilizadas para o desenvolvimento dos quadros teóricos a serem propostos para a mensuração dos indicadores de desempenho, análise dos resultados, conclusão e propostas de trabalho futuros dessa dissertação. Além disso, através do desenvolvimento dessa dissertação, será possível responder à questão proposta.

É importante salientar que as pesquisas foram feitas nas bases de dados eletrônicas (*Science Direct, Scopus, Web of Science, Emerald e IEEE Periodical*), além da utilização de livros, normas, dissertações e teses.

Quadro 2: Quadro Síntese - Seleção dos Trabalhos

Critério de Seleção	Tema e Quantidade de Artigos					Principais Atividades
	Produção Enxuta	Sustentabilidade	Produção Enxuta e Sustentabilidade	Indicadores de Desempenho da Produção Enxuta	Indicadores de Desempenho da Sustentabilidade	
1. Palavras-chave e período de publicação (seleção inicial)	542	277	104	269	84	-Pesquisa nas bases de dados citadas -Leitura dos resumos -Exclusão dos artigos repetidos
2. Seleção de Normas de Padronização (seleção complementar)	Aplicável a todos os temas					-Selecionados duas normas de padronização e os seus respectivos indicadores: -ISO 14031 (1999) -VDI 4070 (2006)
3. Seleção pelo método de pesquisa utilizado (primeiro filtro)	246	108	49	128	52	-Seleção para leitura dos artigos baseando-se no método de pesquisa -Retirada dos artigos com o método de pesquisa relacionados a modelagem
4. Seleção de artigos que contém a aplicação das filosofias (segundo filtro)	48	34	20	N/A	N/A	-Seleção de artigos que demonstrem a aplicação da PE, Sustentabilidade e relacionam ambos
5. Seleção de artigos que demonstrem os indicadores utilizados (terceiro filtro)	N/A	N/A	12	28	17	-Seleção dos artigos que demonstrem os indicadores utilizados, comparados ou mensurados de forma clara
6. Leitura completa dos artigos selecionados para análise do pesquisador (último filtro)	48	34	20	28	17	-Leitura completa dos artigos que atenderam aos critérios de seleção anteriores -Seleção dos artigos a serem utilizados para o referencial teórico -Seleção dos artigos a serem utilizados para a definição do quadro teórico

Fonte: Elaborado pelo Autor

## 2.2. CONCEITO DE PRODUÇÃO ENXUTA

Com a publicação do livro “*The Machine That Changed the World*” por Womack e Jones (1992) o primeiro conceito da PE foi descrito, baseando-se em um estudo sobre o

futuro das indústrias automobilísticas e desvendando o sistema de produção utilizado pela Toyota em suas fábricas. Ainda, de acordo com Womack e Jones (2004) os princípios que devem seguir as empresas que querem se tornar enxutas, são:

1. **Identificar valor:** o que o cliente valoriza e está disposto a pagar. A empresa precisa desenvolver produtos que atendam às necessidades dos clientes a um dado preço no momento específico;
2. **Identificar a cadeia de valor:** cadeia ou fluxo de valor é toda a ação realizada para a obtenção de um produto final, desde a matéria prima até o cliente final;
3. **Introduzir o fluxo contínuo:** manter o fluxo contínuo dos materiais que estão sendo manufaturados através da produção no momento exato, obtendo-se como resultado o aumento da produtividade e a redução de custos é a ideia estratégica da mentalidade enxuta;
4. **Puxar a produção:** deve-se produzir aquilo que o cliente quer e repor só o que foi consumido. Puxar significa que um processo inicial não deve produzir um bem ou um serviço sem que o cliente do processo posterior o solicite;
5. **Buscar a perfeição (Kaizen):** expor e solucionar a causa raiz dos problemas para melhorar sempre. Perfeição deve ser o objetivo dos envolvidos nos fluxos de valor.

Os princípios das empresas que querem se tornar enxutas listados acima, segundo Ohno (1997) afirmava, devem ser aplicados porque a redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que buscam sobreviver no mercado atual. Ainda, segundo o autor, durante um período de grande crescimento econômico, qualquer fabricante pode conseguir custos mais baixos com uma produção maior, em contrapartida, no período de baixo crescimento, é difícil conseguir qualquer forma de redução de custos.

Visando atingir esses princípios, diversas práticas têm como principais objetivos a eliminação dos desperdícios (superprodução, estoques, processamento desnecessário, produção de defeituosos, transporte, movimentação desnecessária e espera), o atendimento das necessidades dos clientes e a maximização dos resultados (LUMMUS et al., 2006; BLACK, 2007; HOLWEG, 2007; SHAH E WARD, 2007; VINODH et al. 2013). Esses desperdícios foram definidos da seguinte forma (SHINGO, 1996; LEI, 2003):

1. **Superprodução:** Está relacionada ao fato de se produzir mais do que o requerido pela demanda dos clientes ou por produzir em um ritmo acima do necessário. Portanto, dentro do Sistema Toyota de Produção (STP) a produção deve ser sustentada pela prática Just-In-Time (JIT), que significa produzir peças ou

produtos exatamente na quantidade e no tempo requerido pelo o cliente. É considerada a maior forma de desperdício na prática da PE.

2. **Tempo de Espera:** Ocorre quando os processos não são equilibrados, é a atividade de ter que esperar para processar determinada peça, o tempo ocioso dos equipamentos para produzir.
3. **Transporte:** Esse elemento é de grande importância na produção devido ao seu envolvimento com as entregas aos clientes, de peças e materiais dos fornecedores e entre os processos envolvidos no chão de fábrica (OHNO, 1997).
4. **Sobre processamento:** Considerada as fontes de desperdício próprias das operações podendo estas serem eliminadas, por exemplo, máquinas ou equipamentos usados inadequadamente em relação a sua capacidade ou capacidade de desempenhar uma operação. Por tanto, torna-se importante a aplicação da engenharia de valor na minimização do desperdício.
5. **Inventário:** É a perda sob a forma de estoque de matéria-prima, material em processamento e produto acabado, que significa para a empresa desperdícios de investimento e espaço, pode ser eliminado através da redução dos tempos de preparação e os *lead times* de produção, sincronizando os fluxos de trabalho.
6. **Movimentação desnecessária:** Os movimentos desnecessários que não agregam valor e que são realizados pelos operadores na execução de uma operação. As técnicas de estudo mais utilizadas na eliminação desse tipo de desperdício é o estudo de tempos e métodos e automação de operações.
7. **Produtos defeituosos ou retrabalho:** É o resultado da produção de produtos com características não especificadas e com qualidade que não satisfaçam aos requisitos do cliente, considerando desperdício de material, mão de obra, etc.

Bergmiller et. al. (2009), afirmam que para Shingo e Ohno, denominados pelo autor como os mentores do STP, os princípios de produção são relacionados diretamente com as perdas e desperdícios. A filosofia da PE utiliza diferentes práticas para alinhar estrategicamente, não só suas instalações de produção, como também, as instalações de seus fornecedores, na eliminação de processos que não geram valor para o produto e para o cliente.

Diversos autores (OHNO, 1997; NAKAMURA et. al., 1998; SHAH E WARD, 2003; MACKELPRANG e NAIR, 2010) defendem que a aplicação das práticas da PE é benéfica para o desempenho financeiro da organização, visto que trazem menores custos de produção, melhor qualidade do produto e redução no tempo de entrega.

Outros autores afirmam que a filosofia JIT evoluiu para um novo paradigma de “produção enxuta” que transformou o cenário de produção nos Estados Unidos, mas as evidências sobre os seus efeitos e contribuição para o resultado organizacional são contraditórias (KINNEY e WEMPE, 2002; ERIKSSON e HANSSON, 2003; FULLERTON et. al., 2003; YORK e MIREE, 2004; BOYD et. al., 2006; WAYHAN e BALDERSON, 2007). Estes autores enfatizam, dentre outros aspectos, a diferença cultural como fator crítico de sucesso para melhorar os indicadores de performance relacionados a PE.

De acordo com Ohno (1997), a PE (oriunda do STP) é um meio de tornar o trabalho mais satisfatório, porque oferece um retorno imediato sobre os esforços para transformar desperdício em valor. Ele ainda afirma que a identificação dos desperdícios é o caminho para a melhoria contínua do sistema de produção.

Portanto, baseando-se nas pesquisas realizadas pelo autor e seguindo aos critérios estabelecidos anteriormente (BARDIN, 1977), foi possível identificar as práticas mais utilizadas na aplicação da PE. O quadro 3 sintetiza essas informações, bem como o seu detalhamento pode ser encontrado no Apêndice B desse trabalho:

Quadro 3 – Práticas da Produção Enxuta Utilizadas (Elaborado pelo Autor)

Práticas da PE	Autores													
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton et. al. (2003)	Abraham Y. Nahm et. al. (2004)	Morgan Swineck et. al. (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan et. al. (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C. Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inmana et. al. (2011)	Christian Hofer et. al. (2012)	Maíra C. Sobral et. al. (2013)
Mapa de Fluxo de Valor (MFV)							*							*
Just in Time (JIT)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Manutenção Produtiva Total (MPT)	*	*	*	*			*				*	*	*	*
Redução no Tempo de <i>Setup</i> (SMED)	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*
Manufatura Celular	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
5S							*	*	*			*	*	
<b>Outras Práticas e Programas Citados</b>														
Qualidade		*	*						*	*		*	*	*
Engenharia e Processos	*	*		*	*							*		
Logística e Sist. de Transporte						*	*	*	*	*	*			*
Melhoria Contínua									*					*

Através do quadro 3, identifica-se as principais práticas utilizadas para a implantação da filosofia da PE, em contrapartida, verifica-se que poucos autores citam as ferramentas utilizadas para o mapeamento e análise dos processos na implantação da PE. Também, pode-se verificar a existência de outras práticas e programas adotados pelas empresas na busca do aperfeiçoamento dos seus processos.

Como parte do objetivo específico dessa dissertação é o entendimento do processo de mapeamento e análise dos processos, foi necessária uma pesquisa complementar por parte do pesquisador, através da utilização das bases de dados eletrônicas já citadas, bem como através de livros, com o intuito de identificar as ferramentas de mapeamento que são utilizadas no processo de implantação das práticas da PE e seus benefícios.

Através da pesquisa complementar, foi identificado o Mapa do Fluxo de Valor (MFV) como uma ferramenta de mapeamento e análise dos processos. O uso dessa ferramenta é difundido por diversos autores (HINES E RICH, 1997; HINES et. al., 1998; BRUNT, 2000; SULLIVAN et. al., 2002; PAVNASKAR et. al., 2003; ROTHER E SHOOK, 2003; SETH e GUPTA, 2005; BRAGLIA et. al., 2006; ABDULMALEK e RAJAGOPAL, 2007; BEVILAQUA, 2008; VINODH et. al., 2013). Esses autores enfatizam a simplicidade e os benefícios da utilização dessa ferramenta para a identificação de processos ineficazes e dos desperdícios em uma cadeia de valor.

### 2.3. PRÁTICAS DA PRODUÇÃO ENXUTA

Nesse tópico da referência teórica, foi dado ênfase nas práticas da PE contidas no quadro 3, no qual foram selecionados quatorze trabalhos diferentes do período de 2003 a 2013, seguindo aos critérios de seleção e filtros utilizados e já demonstrados no quadro 2, bem como o MFV, ferramenta de diagnóstico e mapeamento dos processos muito difundida por diversos autores já supracitados.

#### 2.3.1. MAPA DE FLUXO DE VALOR

Conforme verificado anteriormente, o crescimento do setor automobilístico traz desafios para os empresários e as organizações. Dentro desse cenário, as empresas precisam redefinir e redesenhar seus sistemas de produção para enfrentar a competitividade exigida pelos desafios dos mercados atuais (Comissão Europeia, 2004; ANFAVEA, 2013).

Nesse movimento surge uma ferramenta denominada MFV que é um método funcional que visa reorganizar os sistemas de produção com uma visão enxuta

(PAVNASKAR, 2003; ROTHER E SHOOK, 2003; BRAGLIA et. al., 2006; VINODH et. al., 2013).

Diversos autores (ROTHER E SHOOK, 2003; SETH e GUPTA, 2005; VINODH et. al., 2013) definem fluxo de valor como um conjunto de todas as ações (que agregam valor e sem agregação de valor) que utilizam os mesmos recursos para fazer um produto (ou uma família de produtos) através dos principais fluxos (de material e informação), iniciando pela matéria prima e finalizando com a entrega do produto final ao cliente.

O MFV é uma ferramenta que utiliza papel e lápis para realização do mapeamento do fluxo de valor na cadeia de produtos definida e tem como principal objetivo a identificação de todos os tipos de desperdícios no fluxo de valor seguindo alguns passos para tentar eliminá-los, conforme argumenta Rother e Shook (2003). De acordo com estes, as cinco etapas para um bom MFV são:

- I. Seleção da família produtos;
- II. Mapeamento do estado atual;
- III. Mapeamento do estado futuro;
- IV. Definição do plano de trabalho (plano de ação);
- V. Atender ao plano de trabalho para alcançar o estado futuro.

Conforme Fawaz e Rajgopal (2007), quatro benefícios do MFV são destacados:

1. Possibilita a visualização do fluxo de material e informação associados;
2. Identifica os esforços e práticas de desperdício;
3. Melhora todos os processos a partir de uma perspectiva sistêmica;
4. Auxilia na priorização das atividades para o alcance do objetivo (estado futuro).

### 2.3.2. JUST IN TIME (JIT) E KANBAN

Trata-se de um sistema de produção onde inicia-se pela necessidade do cliente, através dessa demanda é que todos os processos são “puxados” desde o último processo de montagem até a solicitação da matéria prima (FAWAZ e RAJGOPAL, 2007). Conforme esses autores, a ferramenta utilizada para a implementação da produção JIT é o kanban, a qual nada mais é do que o sinal para a produção de determinado item que foi consumido pelo processo posterior e/ou cliente final.

Alguns autores questionam a real influência do JIT no desempenho financeiro das organizações. Johnson e Kaplan (1989) observam uma disparidade frequente entre as melhores operações e o desempenho financeiro. E, apesar dessas práticas estarem sendo

utilizadas de forma globalizada, Heiko (1989) questiona a aplicação bem-sucedida das práticas do JIT fora da cultura japonesa e Kim e Takeda (1996) duvidaram da eficácia dessas práticas em empresas japonesas.

Por outro lado, em pesquisas mais recentes (KUMAR e PANNEERSELVAM, 2007; SCHONBERGER, 2007; ÁLVAREZ et. al., 2009, KARIM e UZ-ZAMAN, 2013) defendem que a aplicação do JIT é complexa devido a quantidade de variáveis que influenciam na sua implantação. Os mesmos autores afirmam que as empresas estão cada vez mais buscando a implantação do JIT e Kanban nas suas operações, com vistas para a obtenção de melhores resultados operacionais e estratégicos.

O campo de pesquisa em relação aos benefícios do JIT para o desempenho financeiro das empresas é vasto, o importante é entender que esta filosofia só ocorrerá de forma duradoura se as organizações aplicarem corretamente o conceito de estabilidade do JIT com todas as técnicas e metodologias que deverão ser aplicadas para suportar esta filosofia (OHNO, 1988), conforme figura 1 abaixo:

FIGURA 1: A Casa do Sistema Toyota de Produção



Fonte: Ohno, 1988

Outro aspecto importante segundo alguns autores (CAGLIANO et. al., 2004; SCHONBERGER, 2004; FAWAZ e RAJGOPAL, 2007; SAHOO et. al., 2008; ÁLVAREZ et. al., 2009) é sobre a evolução da aplicação da filosofia JIT e suas ferramentas nas



organizações. Segundo esses autores, as organizações estão investindo tempo e dinheiro para a aplicação adequada do JIT e isso vem trazendo resultados satisfatórios para as mesmas.

Contribuindo com os autores acima, a pesquisa realizada por Israd e Mosh (2003), tem como objetivo a identificação de como a aplicação do JIT melhora as relações entre cliente-fornecedor, sobretudo no processo de compra e venda dos produtos e serviços. Nessa pesquisa é possível identificar uma melhoria nesse relacionamento após a implantação do JIT nas organizações.

A evolução e a complexidade descritas acima vêm fazendo com que os pesquisadores procurem por diferentes formas de avaliação e definição de modelos e variáveis para auxiliarem na implantação do JIT, bem como da PE como um todo (DREXL et. al., 2001; KHAN et. al., 2002; KUMAR e PANNEERSELVAM, 2007; KARIM e UZ-ZAMAN, 2013). Portanto, como dito anteriormente, esse ainda é um campo vasto para futuras pesquisas, mas que vem mostrando uma tendência boa em relação aos resultados e formas de implantação, bem como um melhor entendimento por parte das organizações.

### 2.3.3. MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL

A introdução do conceito de Manutenção Produtiva Total (MPT) surgiu em 1971 no Japão como solução para os problemas encontrados no ambiente fabril. Nakajima (1988) define MPT como um sistema de manutenção que cobre toda a vida útil do equipamento em cada área, incluindo, planejamento, fabricação e manutenção. Diversos autores descrevem uma relação sinérgica entre todas as funções organizacionais, sobretudo, entre produção e manutenção, para a melhoria contínua da qualidade do produto, eficiência operacional, garantia de capacidade produtiva e segurança dos colaboradores (CHAN et. al. 2005; AHUJA e KHAMBA, 2007).

Como toda a metodologia, o respeito e disciplina em relação aos elementos-chave para a implementação do MPT é muito importante, Nakajima (1988) e o vice-presidente do *Japan Institute of Plant Maintenance* (JIPM) definiram cinco fatores importantes:

1. A meta da MPT é maximizar a eficiência do equipamento;
2. A MPT implementa um sistema de manutenção preventiva para o aumento da vida útil dos equipamentos;
3. A MPT é um sistema integrado implementado por diferentes departamentos de uma organização (engenharia, operação, manutenção e gestão);
4. MPT envolve todos os colaboradores de uma organização;

5. MPT é baseada na implantação da manutenção preventiva incentivada pela alta administração e através de pequenos grupos de trabalho autônomos.

Para o JIPM uma das principais inovações dos princípios da MPT é que as atividades principais de reparos e manutenção inicialmente são designadas para os próprios colaboradores. Eles são os responsáveis pela manutenção das condições ideais de operação dos equipamentos, através de treinamentos e reforçando simultaneamente os seus conhecimentos e habilidades para diagnosticar possíveis problemas antes do acontecimento da falha nos equipamentos.

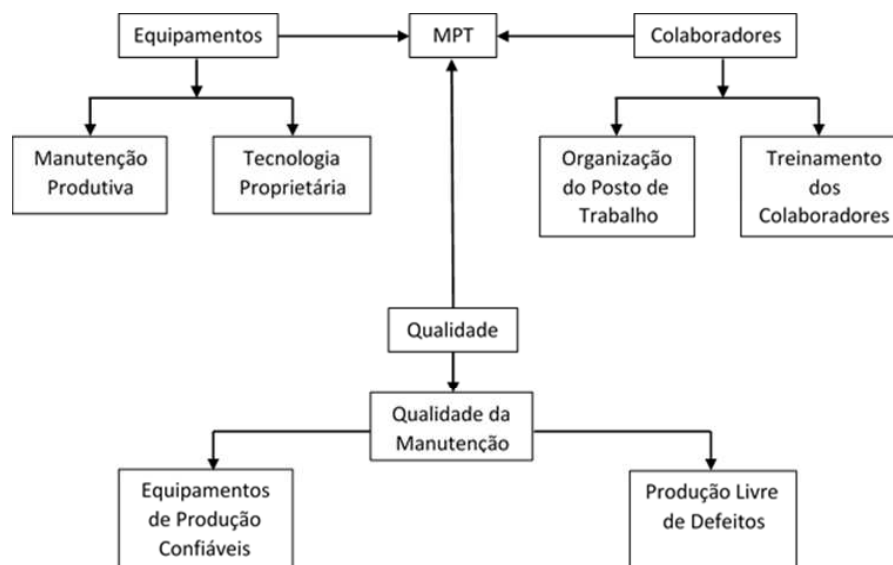
Este é um grande desafio para as empresas, em uma pesquisa realizada em uma indústria na Líbia, foi detectado que a falta de treinamento (operação e manutenção), bem como a falta de incentivos para melhorias e a falta de um sistema de desenvolvimento pessoal foram grandes problemas a serem enfrentados durante a implantação do conceito da MPT (GRAISA e AL-HABAIBEH, 2011).

Singh et. al. (2013), concluíram através de um estudo de caso sobre a aplicação da metodologia da MPT realizada em um ambiente fabril no setor automobilístico:

1. O sucesso na implementação da MPT depende, sobretudo, da aplicação correta de vários pilares que suportam a metodologia, tais como: 5S, Manutenção Autônoma, Manutenção Planejada, Manutenção com Qualidade, Kaizen, MPT Administrativo e Segurança, Saúde e Meio Ambiente;
2. A aplicação da MPT nesse estudo de caso, influenciou positivamente na eficiência global do equipamento (OEE), indicando um aumento da produtividade e melhoria na qualidade do produto;
3. Através da aplicação da MPT os colaboradores adquirem um conhecimento melhor sobre os processos produtivos e suas relações, sendo mais fácil a detecção de problemas e defeitos em cada processo produtivo;
4. Um dos fatores-chave da implementação da metodologia é o envolvimento de todos os colaboradores (desde a alta administração até o chão de fábrica).

Adicionando as conclusões dos autores supracitados, em um outro trabalho foi elaborado uma figura demonstrando quais são os elementos-chave que suportam a implantação da MPT (CHAN et. al. 2005), conforme apresentado na figura 2:

FIGURA 2 – Elementos-Chave de Suporte ao MPT



Fonte: Chan et. al. (2005)

#### 2.3.4. REDUÇÃO NO TEMPO DO SET-UP (SMED)

A metodologia do SMED, desenvolvida por Shingo na década de 60 e teve a sua primeira publicação oficial em 1985 (SHINGO, 1985) tem como principal objetivo a redução e simplificação do tempo de máquina parada para a realização das atividades de set-up. O SMED pode ser visto como uma inovação japonesa baseada no processo, tornando possível a resposta rápida as flutuações de demanda e resultando em tempos de espera menores e eliminação dos desperdícios durante as atividades de set-up que, por conseguinte, ocasiona uma redução nos tamanhos dos lotes e nos estoques em processo (SHINGO, 1985; WOMACK e JONES, 1998).

O SMED foi definido por Shingo (1985) como o tempo mínimo necessário para a realização das atividades de set-up desde o final da produção do lote anterior até a produção da primeira peça boa do lote subsequente. Segundo o mesmo autor, o objetivo principal é conseguir a realização do set-up em tempos menores que dez minutos.

Antes do desenvolvimento da metodologia do SMED, a melhor maneira para se minimizar os custos de máquinas paradas durante as atividades de set-up era a produção de lotes cada vez maiores a fim de obter o menor tempo possível de máquinas paradas por unidade produzida. Segundo Min e Pheng (2007), a quantidade ideal de cada lote de produção foi obtida quando os custos de inventário e custos dos equipamentos ociosos durante as atividades de set-up se igualaram.

Vários pesquisadores afirmam que as empresas estão tendo muito sucesso em relação a implantação da metodologia, trazendo resultados positivos para as organizações, tais como: maior flexibilidade, lotes de produção menores, maior variedade de produtos em um mesmo equipamento e maximização do recurso gargalo (SHINGO, 1985; MCINTOSH et. al. 1996; CAKMAKEI e KARASU, 2007; SINGH e KHANDUJA, 2010; MOREIRA e PAIS, 2011). De acordo com estes, uma implementação bem-sucedida de novos métodos de produção requer soluções eficazes e permanentes e enfatizam que a chave para a estabilidade do processo se dá através da padronização da solução ideal.

### 2.3.5. MANUFATURA CELULAR

Diversos autores descrevem a manufatura celular como um sistema de produção em que um grupo de máquinas é colocado de forma próxima e permitindo múltiplas operações de forma sequenciada para a fabricação de uma família de produtos similares de matéria prima, componentes ou produtos acabados. As células de manufatura podem ser vistas como uma unidade organizacional distinta dentro da empresa, composta por um ou mais colaboradores que são responsáveis pelo seu desempenho e aos quais são delegados autonomia para planejar, controlar e propor melhorias ao processo (HYER E WEMMERLÖV, 2002; MAYER et. al., 2008; NOWOTNY et. al., 2010; MCLAUGHLIN E DURAZO-CARDENAS, 2013).

Para Chakravorty e Hales (2004), a implementação de células de manufatura consiste em uma série de decisões envolvendo fatores técnicos e humanos. Os fatores técnicos incluem: roteiros de fabricação, requisitos das máquinas, equipamentos de manuseio de material, layout de célula, ferramentas e acessórios, políticas de qualidade e manutenção, entre outros. Já os fatores humanos incluem: a liderança das células, o papel dos gestores e o treinamento cruzado entre os colaboradores das células (operador multifuncional).

Para uma implementação da manufatura celular bem-sucedida, Hyer et. al. (1999) desenvolveu um modelo abrangente para o projeto celular. Ao desenvolver este modelo, foram identificados sete passos que suportam a abordagem:

1. Estabelecer o contexto estratégico;
2. Realizar a análise do sistema existente;
3. Tomar decisões estruturais e operacionais de alto nível para determinar as atividades celulares candidatas e estabelecer a filosofia de funcionamento das células;

4. Atribuir os componentes ou produtos, equipamentos ou processos e os colaboradores para as células;
5. Realizar o projeto detalhado das células, abordando as questões técnicas/estruturais e humanas;
6. Implementar o novo projeto celular;
7. Avaliar e melhorar continuamente o projeto.

#### 2.3.6. 5S

Para Osada (1991), uma importante prática utilizada nas empresas como a base (pilar) de sustentação para a implantação de todos os outros conceitos, metodologias e/ou filosofias é o 5S. Essa prática visa incorporar nas empresas valores como: organização, utilização, limpeza, padronização e disciplina por parte dos colaboradores no local de trabalho. A esta afirmação, pode-se complementar que o 5S não é somente uma prática a ser utilizada no local de trabalho, mas uma cultura de mudança de comportamento das pessoas na vida pessoal e profissional, segundo o mesmo autor.

No Japão, a prática do 5S foi iniciada nas empresas do setor de manufatura e depois estendido para outros setores de bens e serviços. O STP fornece um exemplo bem conhecido e sucedido da utilização dos princípios do 5S na prática, lembrando que as versões iniciais de aplicação eram 3S e que com o tempo transformou-se em 4S (OHNO, 1988).

Segundo Osada (1991), a implantação do 5S pode descobrir problemas “ocultos” nas empresas que outrora não eram reconhecidos. Alguns dos benefícios importantes da execução do 5S podem ser resumidos como:

- Ordenação (Seiri e Seiton): para a maximização da eficiência e eficácia, reduzindo a carga de trabalho das pessoas e erros humanos através da simplificação dos processos;
- Limpeza e padronização (Seiso e Seiketsu): para maximizar a eficácia, contribuindo para uma vida mais saudável, a segurança e o bem-estar dos colaboradores, bem como aumentar a transparência e melhorar a comunicação;
- Disciplina (Shitsuke): através da formação e educação para a qualidade no trabalho, na vida pessoal e a aplicação dos padrões de trabalho definidos.

Mesmo com a comprovação desses benefícios, muitos pesquisadores e profissionais tem dificuldade em ir além do conceito mais simples do 5S (housekeeping). Para

avançar nesse conceito as empresas japonesas identificam dois componentes principais para o sucesso da implantação:

- Gestão de alto nível e um sistema organizacional que identifica o caminho a ser seguido, que se traduz em desempenho global da organização através da participação;
- Oferta de um portfólio de ferramentas de gestão que forneça os meios para alcançar um nível elevado para atender as exigências da organização (GAPP, FISHER e KOBAYASHI, 2008).

A contextualização das práticas da PE identificadas no quadro 3 tem como principal objetivo um melhor entendimento das práticas abordadas nas pesquisas científicas, bem como identificar a sua utilização dentro do estudo de caso dessa dissertação. No próximo tópico será abordado alguns aspectos da sustentabilidade, com o objetivo de demonstrar os princípios da sustentabilidade.

#### 2.4. CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

As pesquisas e crescimento em relação ao conhecimento sobre o desenvolvimento sustentável ganharam destaque em relação aos últimos vinte anos. Este desenvolvimento abrange termos como produção mais limpa, prevenção da poluição, controle da poluição, minimização do uso de recursos, eco design e outros que são de utilização comum em artigos científicos, monografias, livros, relatórios anuais e para uso da política ambiental.

O conceito definido para a sustentabilidade veio por meio do desenvolvimento sustentável, o qual representa o desenvolvimento aliado com a preocupação com o futuro, incorporando o crescimento econômico com o desenvolvimento social e a preservação ambiental (WCED, 1987). Isto é, permitir que as pessoas de hoje e as que ainda estão por nascer, possuam um desenvolvimento satisfatório e compatível ao seu estilo de vida, tanto pelo lado econômico quanto pelo social e, ao mesmo tempo no qual se faz um uso adequado dos recursos ambientais e se preservam as espécies e os habitats naturais (WCED, 1987).

Para Hart (2010) e Cardoso (2012), as décadas de 70 e 80 foram marcadas pelo desenvolvimento e aprimoramento das regras e leis, que obrigaram as empresas a desenvolverem técnicas e mecanismos para realizarem a gestão ambiental, visto que essas empresas não se preocupavam com essas questões. Assim, as regulamentações pareciam ser a única forma de fazê-las pararem de poluir e forçá-las a tomarem ações corretivas.

Ademais, as pressões governamentais e da sociedade civil levaram a multas e punições e as legislações inflexíveis desestimulavam a inovação, sendo assim, as questões referentes aos dilemas ambientais eram tratadas de forma reativa e o empresariado passou a considerar essas questões como algo obrigatório, que podem elevar os custos na forma de multas ou investimentos em imobilizados (equipamentos) e, portanto, reduzir seus lucros e resultados operacionais, bem como, a perda da força da imagem da empresa (HART, 2010; CARDOSO, 2012).

Entretanto, para Gunasekaran e Spalanzani (2012), a sustentabilidade tornou-se uma questão importante em todas as esferas da vida e este assunto irá perdurar por anos ou pelo menos até que seja encontrada uma solução definitiva e ainda desconhecida. Para estes autores, a sustentabilidade centra-se na preservação dos recursos naturais contra a exploração, em nome da produtividade e da competitividade por organizações industriais e de serviços.

Contribuindo com os autores acima, Madu et. al. (2002) acreditam que as empresas em todo o mundo têm demonstrado interesse na fabricação e transformação de recursos de forma amigável ao meio ambiente. Segundo estes, o atual foco da produção está sendo mudado em relação ao foco tradicional, o qual considerava somente fatores de produção e, no atual foco, fatores de controle da poluição e avaliação do ciclo de vida se tornam importantes, bem como seus produtos e processos com interação com o meio ambiente e a criação de um efeito de reação da cadeia em termos de poluição ambiental.

A abordagem desse assunto no contexto produtivo surge da necessidade de se definir o que é produção sustentável. Para Veleva et. al. (2001) é a criação de bens e serviços usando processos e sistemas que:

- Não poluam;
- Possibilitem a conservação de energia e de recursos naturais;
- Sejam economicamente viáveis;
- Sejam seguros e saudáveis aos colaboradores, à comunidade, aos consumidores e à sociedade.

Corroborando com Veleva et. al. (2001), Zylbersztajn e Lins (2010) conceituam produção sustentável como o novo modelo de gestão de negócios que passa a considerar no processo de decisão, além das dimensões econômicas, as dimensões sociais e ambientais. Dimensões estas que foram inicialmente pregadas por Elkington (1997) e denominadas como *Triple Bottom Line*, ou Tripé da Sustentabilidade. A definição de produção sustentável, já

apresentada por Veleva et. al. (2001), segue os preceitos de produzir bens e serviços focando no Tripé da Sustentabilidade. Veleva e Ellenbecker (2001) descrevem seis principais aspectos da produção sustentável para *Lowell Center for Sustainable Production (LCSP)*:

- Energia e uso de materiais (recursos);
- Meio ambiente;
- Justiça social e desenvolvimento da comunidade;
- Desempenho econômico;
- Colaboradores;
- Produto.

Veleva et. al. (2001) enfatizam que as empresas que desejam se tornar mais sustentáveis em suas práticas cotidianas devem ter como objetivo a abordagem e consideração de cada um desses seis aspectos.

#### 2.4.1 OS PRINCÍPIOS E O TRIPÉ DA SUSTENTABILIDADE

Uma das grandes mudanças em relação a forma tradicional de se abordar aspectos relacionados a sustentabilidade é a verificação dos princípios econômico, social e ambiental de forma conjunta tanto pela literatura e pesquisas, quanto pelas empresas. Nesse contexto, Elkington (1997) desenvolve o *Triple Bottom Line*, conceito mundialmente difundido e tem como o seu principal questionamento o fato de as empresas, em sua maioria, considerarem somente o desempenho financeiro como resultado final de seus negócios. O autor reforça a importância de se considerar os custos e retornos ambientais e sociais dos negócios, juntamente com o resultado financeiro padrão. Para isso ele cria o *Triple Bottom Line* (tripé da sustentabilidade) baseando-se em três dimensões: econômica, social e ambiental, conceito esse adotado por outros autores (VELEVA e ELLENBECKER, 2001; VDI 4070, 2006 ZYLBERSZTAJN e LINS, 2010; GRI 2013).

Os autores supracitados entendem que a agenda da sustentabilidade, largamente entendida como uma tentativa de harmonizar os fundamentos financeiros tradicionais com o pensamento emergente sobre os fundamentos ambientais, está se revelando muito mais complicada do que alguns empresários entusiastas imaginaram e essa transição da sustentabilidade exigirá mudanças em relação a ênfase dada ao crescimento econômico, baseando-se somente no foco para o aumento da quantidade de produtos e/ou serviços



vendidos. A ênfase deve ser dada ao desenvolvimento sustentável, com foco nas dimensões econômicas, ambientais e sociais.

Corroborando com Elkington (1997), os autores Hart (2010) e Cardoso (2012), afirmam que todas as dimensões do tripé da sustentabilidade (econômico, social e ambiental) afetam as empresas, a diferença neste momento é que o mercado e as empresas passaram a reconhecer tal fato. Entidades de credibilidade como a *Global Reporting Initiative (GRI)*, que visa oferecer uma estrutura para a realização de relatórios de sustentabilidade de forma transparente para empresas de todos os setores, portes e localidades, utilizam o tripé da sustentabilidade como modelo conceitual.

## 2.5. PRODUÇÃO ENXUTA E SUSTENTABILIDADE

Esse capítulo tem como objetivo sintetizar o conteúdo abordado anteriormente, tanto em relação as práticas da PE, quanto a sustentabilidade e os seus princípios. Para isso, foi realizado um quadro teórico, abordando o paralelismo, convergência e sinergia entre as práticas da PE e sustentabilidade. O quadro 4 apresenta essas características em relação aos temas abordados e supracitados:

Quadro 4: Produção Enxuta e Sustentabilidade: Paralelismo, Convergência e Sinergia

Característica Estudada	Relatos de Pesquisas Científicas
Paralelismo	Ainda é possível perceber muitas pesquisas relacionadas as práticas da PE e sustentabilidade sendo feitas de forma paralela e que esse campo de pesquisa ainda tem um grande caminho a ser percorrido nas pesquisas científicas (VELEVA e ELLENBECKER, 2000, 2001; WAGNER, 2005; HERRON e BRAIDEN, 2006; SHAH e WARD, 2007; MACKELPRANG e NAIR, 2010; YANG et. al., 2011; SOBRAL et. al., 2013)
Convergência	As empresas estão considerando em seus processos produtivos e de suporte a produção o estabelecimento de metas em relação a preservação ambiental, em grande parte pela mudança no comportamento dos clientes, os quais estão cada vez mais exigentes em relação a qualidade dos produtos, as matérias primas envolvidas no processo e seu impacto ambiental (ROTHENBERG et. al., 2001; CALVO et. al., 2008; WAN e CHEN, 2009; AGUADO et. al., 2013).
Sinergia	A semelhança entre PE e sustentabilidade pode ser vista nas três áreas: gestão, identificação e eliminação dos resíduos e resultados (BERGMILLER et. al., 2009). É apresentado como o futuro, no qual as distinções entre os fins de ambas filosofias sejam sistemas <b>Zero Resíduos</b> , um novo sistema de produção holístico (BERGMILLER, 2006). É realizado como esforços agressivos para reduzir os resultados de resíduos na melhoria contínua da eficiência, qualidade, serviço e ambientais.

Fonte: Elaborado pelo Autor

Através da análise do quadro 4, bem como todo o conteúdo estudado até o momento, pode-se identificar um grande desafio para as empresas da atualidade e do futuro: a capacidade de identificar a utilização das práticas da PE e/ou sustentabilidade de forma sinérgica, visto que ambas atuam na gestão, identificação e eliminação de resíduos para a obtenção de melhores resultados (BERGMILLER, 2006). É importante que as empresas entendam as duas filosofias, suas formas de aplicação, bem como os resultados que podem ser obtidos pela adoção de ambas. Para a identificação de indicadores de desempenho voltados para a sustentabilidade e o contexto da implantação das práticas da PE é necessário o levantamento dos indicadores utilizados, esse eixo teórico será estudado a seguir.

## 2.6. INDICADORES DE DESEMPENHO

Inicialmente é importante conceituar o termo medição de desempenho, que segundo Neely et. al. (1995) é o processo de quantificação (medição) da eficácia e eficiência (desempenho) da ação. Os autores complementam que a medida de desempenho é uma métrica, e os sistemas de medição de desempenho são um conjunto de métricas que quantificam a ação. Diversos autores afirmam que as empresas vêm adotando diferentes abordagens de medição de desempenho e gerenciamento em todo o mundo (GUNASEKARAN et. al., 2004; VONDEREMBSE et. al., 2006; ZHU et. al., 2008).

A implantação simultânea de práticas voltadas a sustentabilidade e PE podem melhorar o desempenho do negócio, sob o ponto de vista e criação de benefícios econômicos/financeiros, ambientais e sociais. Na literatura existem diversos estudos que abordam os temas supracitados, mas a adoção e tratativa dessas metodologias são realizadas e/ou tratadas separadamente (Y. C. WU, 2003; ANAND E KODALI, 2008).

### 2.6.1 INDICADORES DE DESEMPENHO RELACIONADOS A PRODUÇÃO ENXUTA

A abordagem desse tópico será realizada no intuito de analisar as pesquisas voltadas para os benefícios das práticas da PE, bem como suas limitações em termos de medição desses benefícios através dos indicadores de desempenho. Foi realizada uma pesquisa para detectar os indicadores mais utilizados pelos pesquisadores para se medir o desempenho e os resultados obtidos pela adoção das práticas da PE.

Um grande número de pesquisas empíricas sobre a aplicação das práticas da PE destaca uma relação positiva entre a adoção dessas práticas e o desempenho das organizações, através da medição de seus indicadores (GERMAIN et. al., 1996; FAWCETT E MYERS,

2001; FULLERTON E MCWATTERS, 2001; SHAH E WARD, 2003; WARD E ZHOU, 2006).

Complementando, Chikán (2009, 2011) afirma que através da aplicação das práticas da PE são esperadas melhorias nos resultados operacionais, tais como: níveis dos estoques menores, melhor nível de qualidade dos produtos, tempos de produção menores e, por conseguinte, trazer melhoria para o desempenho financeiro das organizações. Ademais, em seu trabalho o autor enfatiza também a conexão entre os processos e as funções organizacionais com a rentabilidade das organizações.

Em uma pesquisa realizada em indústrias dos Estados Unidos (EROGLU e HOFER, 2011), foi identificado que a estratégia de aplicação das práticas da PE para a redução dos estoques pode ser economicamente viável para algumas empresas e, em contrapartida, não ter nenhum resultado significativo para outras.

Outros estudos indicam que a adoção das práticas da PE pode melhorar algumas dimensões de desempenho, mas não todas. Por exemplo, Mackelprang e Nair (2010) em seu estudo meta-analítico revelou que várias associações entre as práticas da PE e o desempenho organizacional devem ser objetos de pesquisa mais rigorosa e que, além disso, precisam ser analisados alguns fatores de moderação, como a forma de implementação dessas práticas e outros, em outra pesquisa realizada por Swink et. al. (2005) não encontraram sustentação para afirmar a relação entre a adoção da PE e desempenho de custo.

Dentre as pesquisas supracitadas, que trazem resultados importantes, mas ao mesmo tempo contraditórios, percebe-se que a aplicação das práticas da PE e sua relação com o desempenho das empresas é um campo a ser bastante explorado, o que aumenta a importância do tema que está sendo abordado nessa dissertação.

A fim de garantir a regra da homogeneidade, definida por Bardin (1977), foram selecionadas as mesmas pesquisas do quadro 3, as quais identificam as práticas que são utilizadas em relação a implantação da PE, para analisar e desenvolver o quadro 5, em relação a forma de mensuração dos resultados, conforme consta na página seguinte.

Através de uma breve análise do quadro 5, pode-se observar diversos indicadores de desempenho que foram relacionados com a PE e que são foco das mesmas pesquisas do quadro 3. É importante observar que dentre os indicadores, tem-se a presença de indicadores estratégicos e operacionais, bem como indicadores financeiros e não-financeiros.



Por fim, diversos autores defendem a importância de se desenvolver e realizar o monitoramento dos resultados para verificar a sua influência no resultado organizacional e para os indicadores de performance operacional após a implementação das práticas da PE (SHAH e WARD, 2003; LI et al., 2005; SHAH e WARD, 2007; FULLERTON e WEMPE, 2009).

## 2.6.2 INDICADORES DE DESEMPENHO RELACIONADOS A SUSTENTABILIDADE

A abordagem desse tópico tem como intuito analisar as pesquisas selecionadas e que tratam sobre o desenvolvimento de indicadores de desempenho voltados para a sustentabilidade. Foi realizada uma análise detalhada para detectar os indicadores de desempenho utilizados nessas pesquisas.

Para Araújo (2010), a medição de desempenho organizacional em sustentabilidade é o processo de quantificação das ações empresarias rumo à eficiência e eficácia com relação aos objetivos de sustentabilidade. O mesmo autor complementa que a medição de desempenho sustentável consiste em coletar dados que possam ser mensurados e rastreados pelas empresas, refletindo os principais aspectos referentes à sustentabilidade.

O quadro 6 mostra as pesquisas realizadas por institutos e pesquisadores e que foram selecionadas conforme os critérios de seleção e filtros utilizados (quadro 2):

Quadro 6: Lista de Pesquisas e Propostas de Medição de Desempenho Selecionadas

<b>Autor (es)</b>	<b>Ano</b>	<b>Dimensão</b>
<i>International Standard Organisation (ISO 14031)</i>	1999	Ambiental
<i>World Business Council for Sustainable Development (WBCSD)</i>	2000	Ambiental e Econômico
<i>Lowell Center for Sustainable Production (Veleva e Ellenbecker)</i>	2001	<i>Triple Bottom Line</i>
<i>Verein Deutscher Ingenieure (VDI)</i>	2006	<i>Triple Bottom Line</i>
<i>National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joung et. al.</i>	2012	Cinco Dimensões – NIST
<i>Global Reporting Initiative (GRI)</i>	2013	<i>Triple Bottom Line</i>

Fonte: Elaborado pelo Autor

É importante salientar que não é objetivo desse trabalho a pesquisa de todas as metodologias utilizadas para a medição do desempenho sustentável das organizações, visto que, como já citado anteriormente, esse campo de pesquisa está sendo bastante explorado.

### 2.6.3 PROPOSTAS DE INDICADORES DE DESEMPENHO DE SUSTENTABILIDADE

A abordagem desse capítulo visa um entendimento melhor em relação às propostas listadas no quadro 6 para que seja possível a realização de uma análise profunda entre os temas abordados nessa dissertação (produção enxuta, sustentabilidade e indicadores).

#### 2.6.3.1. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO 14031)

A ISO 14031 foi desenvolvida para suportar os sistemas de gestão ambiental a fornecerem informações confiáveis, mensuráveis e de fácil verificação para identificar o nível de desempenho ambiental das organizações, bem como uma base para determinar se este desempenho está adequado em relação aos critérios definidos pelas empresas.

A normatização definida e proposta pela ISO 14031 (ISO 14031, 1999) para a avaliação do desempenho da sustentabilidade ambiental tem como principal objetivo o entendimento e melhoria das operações por parte das organizações, bem como a demonstração dessa evolução. Isto pode ser alcançado através do gerenciamento efetivo das suas atividades, produtos e serviços que podem causar impacto ao meio ambiente.

A avaliação de desempenho ambiental proposta pela ISO 14031 (ISO 14031, 1999) serve como referência e é muito utilizada e difundida pelas empresas (de forma mundial), através do ciclo PDCA (*plan-do-check-action*). A figura 3 demonstra a forma de aplicação do ciclo PDCA e seus principais elementos:

FIGURA 3 – Processo de Avaliação de Desempenho (Ciclo PDCA)



(Fonte: ISO 14031, 1999)

Uma simples orientação de como definir / selecionar os principais aspectos é dado segundo a norma ISO 14004 (ISO 14004, 2004). É importante salientar que para cada aspecto ambiental selecionado, podem surgir diversos indicadores de desempenho. A norma ISO 14031 (ISO 14031, 1999) cita exemplos de indicadores ambientais que podem ser utilizados pelas empresas com a finalidade de medir o seu desempenho ambiental, conforme quadro 7:

Quadro 7: Indicadores de Controle Ambiental – I.C.A.'s (Fonte: ISO 14031, 1999)

<b>Aspectos</b>	<b>Indicadores de Controle Ambiental</b>
Materiais	Qtde. material por prod., Qtde. material processado, Reciclado ou reusado, Qtde. embalagem descartada ou reusada, Qtde. material auxiliar reciclado ou reusado, Qtde. material reusado no processo de produção, Qtde. água por produto, Qtde. água reusada, Qtde. material tóxico
Energia	Qtde. energia por ano ou prod., Qtde. energia usada por serviço ou cliente, Qtde. de cada tipo de energia usada, Qtde. energia gerada por processos paralelos, Qtde. energia economizada por programas de melhoria
Serviços de Suporte	Qtde. prod. tóxicos usados por contratados, Qtde. agentes limpeza usado por contratados, Qtde. materiais reciclados ou reusados utilizados no processo, Qtde. e tipos de resíduos gerados
Produtos	Número prod. lançados com propr. não tóxicas, Número de prod. que podem ser reciclados ou reusados, % do conteúdo do prod. a ser reusado ou reciclado, % de prod. defeituosos, Número de subprod. gerados por unid. prod., Número de unidade de energia gasta durante uso do prod., Duração vida útil do prod., Número de prod. com instruções ambientais de uso e disposição final
Serviços Oferecidos	Qtde. agentes de limpeza usado por m2, Qtde. combustível usado, Qtde. de licenças vendidas para a melhoria dos processos, Qtde. materiais usados no pós venda, Risco de crédito ou insolvências relacionadas ao meio ambiente
Resíduos	Qtde. resíduos por prod. ou ano, Resíduos (reciclável, reutilizável ou poluente) por ano, Qtde. resíduos a ser disposta, Qtde. resíduo armazenado, Qtde. resíduo controlado por autorizações, Qtde. resíduo convertido em material reutilizável, Resíduo tóxico eliminado por substituição material
Emissões e Efluentes	Qtde. emissões específicas por ano, Qtde. emissões por unid. prod., Qtde. energia liberada para o ar, Qtde. emissões negativas a camada de ozônio, Qtde. emissões negativas ao aquec. global, Qtde. efluentes por ano, Qtde. calor, vibração e luz emitida, Qtde. energia desperdiçada para água, Qtde. material enviado para aterro por unid. prod., Qtde. efluente por cliente ou serviço, Qtde. barulho em uma certa localização, Qtde. radiação liberada, Qtde. material descartado para água por unid. prod.
Instalações Físicas e Equipamentos	Eqptos. para desmontagem, reciclagem ou reuso, Número horas eqptos. em operação por ano, Número eventos de emergência ou de não-rotinas, Área total usada para a produção, Área usada para produzir unidade de energia, Consumo de combustível da frota, Número de veículos com tecnologia para economia de combustível, Número de horas de manutenção preventiva por ano
Suprimentos e Entregas	Cons. combustível médio frota, Número entregas por dia, Veículos com eqpto. prevenção poluição, Número viagens salvas por outras entregas, Número viagens por tipo meio de transporte

Essa normatização proposta pela ISO 14031 tem uma boa estrutura de formulação e de fácil entendimento para o gerenciamento do desempenho ambiental, com exemplos de indicadores que podem ser utilizados para cada aspecto citado e que podem ser subdivididos em indicadores de desempenho operacionais e gerenciais.

#### 2.6.3.2. WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD)

A abordagem do WBCSD (2000) contém três níveis para a organização da informação: categorias, aspectos e indicadores. Tal organização está condizente com a terminologia das séries ISO 14031 (ISO 14031, 2013) e na *Global Reporting Initiative* (GRI, 2013) e os indicadores sugeridos pelo WBCSD estão focados em dois eixos da classificação do tripé da sustentabilidade, conforme quadro 8:

Quadro 8: Abordagem Desenvolvida pelo WBCSD (WBCSD, 2000)

Dimensão	Categoria	Aspectos	Exemplos de Indicadores
Financeira / Econômica	Valor do Produto ou Serviço (econômico)	Volume	Unidades Vendidas, Colaboradores (ex.: quantidade, horas, etc.), Área utilizada (ex.: em m <sup>2</sup> )
		Monetário	Volume de Vendas, Margem Líquida, Valor Adicionado, Resultado Líquido, Retorno sobre Investimento (ROI), Custos em Geral
		Função	Desempenho do Produto, Durabilidade (vida útil)
		Massa	Quantidade Vendida e Quantidade Produzida (ex.: em g ou Kg)
		Outros	Preço do Produto, Participação no Mercado ( <i>Market Share</i> )
Ambiental	Criação do Produto	Consumo de Materiais	Quantidade Consumida (ex.: Kg, ton., etc.), Tipo de Material, Fontes Utilizadas (ex.: renováveis, etc.), Características
		Consumo de Energia	Fontes Utilizadas (ex.: renováveis, etc.), Emissões, Tipo de Combustível Consumido, Energia Utilizada
		Produção de Não Produtos	Quantidade, Tipo de Tratamento Utilizado (ex.: incineração)
		Consumo de Recursos Naturais	Quantidade Consumida (ex.: Kg, ton., etc.), Fontes Utilizadas (ex.: renováveis, etc.), Utilização do Solo, Água Utilizada Fora do Processo
		Acontecimentos / Imprevistos	Descargas Acidentais
	Uso do Produto	Resíduos de Embalagem	Quantidade Vendida (ex.: em g, Kg, ton. Etc.), Fontes Utilizadas (ex.: material virgem, reciclável, etc.)
		Emissões	Emissões durante o uso e eliminações
		Consumo de Energia	Fontes Utilizadas (ex.: renováveis, etc.), Emissões, Tipo de Combustível Consumido, Energia Utilizada
		Produto ou Serviço	Características do Produto (ex.: produto reciclável, reutilizável, etc.)



O WBCSD (2000) desenvolve uma abordagem flexível a ser utilizada em diferentes setores empresariais para a medição e análise de desempenho. Tal abordagem tem como objetivo auxiliar as empresas e outros agentes envolvidos a tornarem-se mais sustentáveis, valorizando o meio ambiente em conjunto com os aspectos econômicos.

#### 2.6.3.3. *LOWELL CENTER FOR SUSTAINABLE PRODUCTION (LCSP)*

Outro método selecionado dentre as pesquisas é o método para medição da sustentabilidade definido para o LCSP por Veleva e Ellenbecker (2001), que tem como objetivo apresentar uma ferramenta para a promoção da sustentabilidade do negócio. Os autores sugerem um método para a medição de desempenho, baseando-se na formação de indicadores principais e complementares.

De acordo com os autores (VELEVA e ELLENBECKER, 2001), os indicadores complementares são adaptáveis para cada tipo de negócio, empresa, processos, produtos e serviços, enquanto que os indicadores principais são comuns para qualquer ramo de atividade. Cabe salientar que os indicadores principais não são mais importantes que os complementares, eles são o primeiro passo em busca de se mensurar a sustentabilidade do negócio.

Segundo Veleva e Ellenbecker (2001), a utilização dos indicadores principais tem como objetivo:

- Cobrir os seis aspectos da produção sustentável (quadro 9), através de um conjunto padrão de indicadores;
- Sugerir indicadores simples e de fácil aplicação em qualquer ramo de atividade;
- Utilização de dados que já foram coletados para outros propósitos;
- Evitar o uso excessivo e redundante de indicadores;
- Sugerir indicadores que tratem de itens-chave para a conjuntura global (ex.: destruição da camada de ozônio, aquecimento global, consumo de recursos renováveis, etc.);
- Direcionar as organizações para um comportamento sustentável;
- Fornecer um novo modelo e forma de mensurar os avanços das organizações rumo a produção sustentável.

Quadro 9: Proposta de Indicadores Desenvolvida por Veleva e Ellenbecker (Adaptado de Veleva e Ellenbecker, 2001)

Dimensão	Aspecto	Meta Genérica	Indicador
Econômica	Desempenho Econômico	Reduzir os custos de conformidade com EHS	Custos associados com conformidade EHS (multas, passivos, compensação do trabalhador, tratamento e eliminação de resíduos, remediação)
		Eliminar reclamação ou devolução dos clientes	Índice de reclamação de clientes, Índice de devolução de clientes
Ambiental	Uso de Energia e Material	Aumentar a participação das partes interessadas no processo de decisão	Abertura da organização para avaliação das partes interessadas e participação no processo de tomada de decisão (escala de 1 a 5)
		Redução do consumo de água potável	Consumo de água potável
		Redução no uso de materiais	Consumo de material (total e por unidade produzida)
		Redução do consumo de energia	Consumo de energia (total e por unidade produzida)
		Aumentar o uso de energia proveniente de fontes renováveis	% de energia utilizada proveniente de fontes renováveis
		Reduzir a quantidade de resíduos gerados antes da reciclagem (ar, água e terra)	Qtde. resíduos gerados antes da reciclagem (emissões, resíduos sólidos e líquidos)
		Reduzir as emissões de gases do efeito estufa	Potencial de aquecimento global
		Reduzir as emissões de gases ácidos	Potencial de acidificação
		Eliminar gradualmente todos os produtos químicos	Consumo de produtos químicos
		Projetar todos os produtos, para serem desmontados, reutilizados ou reciclados	% de produtos que possam ser desmontados, reutilizados ou reciclados
Produtos	Utilização de 100% de embalagens biodegradáveis	% de embalagens biodegradáveis	
	Aumentar % de produtos com políticas de retorno	% de produtos com políticas de retorno implementadas	
	Aumentar as desp. comunit. e contrib. de caridade	% em relação a receita de despesas comunitárias e contribuições de caridade	
	Aumentar a oport. emprego para comunidade local	Número de funcionário por unidade vendida ou por unidade monetária faturada	
Social	Justiça Social e Comunidade	Aumentar a parceria comunidade-empresa	Número de parcerias comunidade-empresa
		Atingir zero dias de trabalho perdidos como result. acid. de trabalho e doenças	Taxa de dias de trabalho perdidos por acidentes e casos de doenças
		Aumentar a taxa de sugestões de melhorias: qualidade, desempenho social e EHS	Taxa de sugestões de melhorias: qualidade, desempenho social e EHS por colaborador
		Reduzir a taxa de rotatividade	Taxa de rotatividade ou a duração média na empresa por parte dos colaboradores
		Aumentar o treinamento dos colaboradores	Tempo médio de treinamento dos colaboradores por ano
		Aumentar o bem-estar e satisfação no trabalho	% trabalhadores que relatam satisfação completa com o trabalho (baseado em pesquisas)

Como pode-se observar no quadro 9, a proposta de indicadores desenvolvida por Veleva e Ellenbecker (2001) é composta por 22 indicadores principais e que conseguem mensurar o desempenho das organizações em relação as três dimensões do tripé da sustentabilidade (econômico, ambiental e social). A ideia dos autores foi encontrar uma forma simples de mensurar o desempenho sustentável e que seja aplicável em todas as organizações, para isso os autores se basearam na própria experiência com trabalhos anteriores e, em outras propostas consolidadas (ISO 14031, 1999; WBCSD, 2000).

#### 2.6.3.4. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (ASSOC. DOS ENGENHEIROS ALEMÃES)

Esse conjunto de orientações que constam no manual para a sustentabilidade das organizações visa fornecer informações necessárias para a implantação de metas e objetivos para a produção sustentável (VDI 4070, 2006). O desenvolvimento do procedimento a ser apresentado no quadro 10, teve como objetivos o fornecimento de uma abordagem prática e efetiva em custo para a integração de critérios de gestão sustentável aos processos de negócio.

Quadro 10: Procedimento Desenvolvido pela Associação dos Engenheiros Alemães (2006)

Dimensão	Indicadores Definidos
Financeira / Econômica	Resultado Operacional, Retorno sobre o Capital (ROA), Capital Social, Retorno sobre o Capital de Terceiros, Retorno sobre Investimento (ROI), Valor Adicionado, Utilização de Capacidade, Crescimento das Vendas, Taxa de Refugo e Retrabalho, Participação no Mercado ( <i>Market Share</i> ), Custo da Não-Conformidade, Gasto em P&D, % de Fornecedores Certificados, Desenvolvimento do Capital Fixo, Desenvolvimento do Capital Corrente, Produtividade, Lucro Líquido.
Ambiental	Recursos Materiais Usados, Emissões para o Ar, Energia Usada, Emissões para a Água, Água Usada, Resíduos Gerados, Taxa de Água Descartada, Taxa de Retorno das Embalagens, Materiais Poluentes, Taxa de Transporte dentro da Empresa, % de Materiais Poluentes, Investimento em Medidas de Proteção, Número de Plantas Sujeitas Licenças, Custo de Medidas de Proteção Ambiental, Taxa de Reciclagem para Matérias Primas, % de Perdas de Inventário, Taxa de Fontes Renováveis de Energia, Reclamações / Infrações Recebidas, Taxa de Embalamento de Materiais, Medidas Específicas de Consumo e Emissões, Taxa de Adequação das Emissões aos Limites
Social	Número de Colaboradores, % de Trainees, Qtde. de Dias Perdidos por Acidentes, Taxa de Rotatividade de Colaboradores, Qtde. Dias Perdidos por Doença, Dias Reservados por Colaborador para Qualificação, % Custo para Desenvolvimento de Pessoal, % Funcionários que Receberam Treinamentos, Horas Extras Pagas, Participação dos Funcionários em Melhorias, % de Mulheres em Cargos de Direção, Índice de Participação de Funcionários em Projetos, % de Deficientes Empregados, Número de Petições e Reclamações, Nível de Barulho no Ambiente de Trabalho, Número de Lugares de Trabalho para Não-Fumantes, Tempo de Permanência na Empresa

Assim como a normatização definida pela ISO 14031 (ISO 14031, 1999), o procedimento para a avaliação e medição da sustentabilidade das organizações da Associação

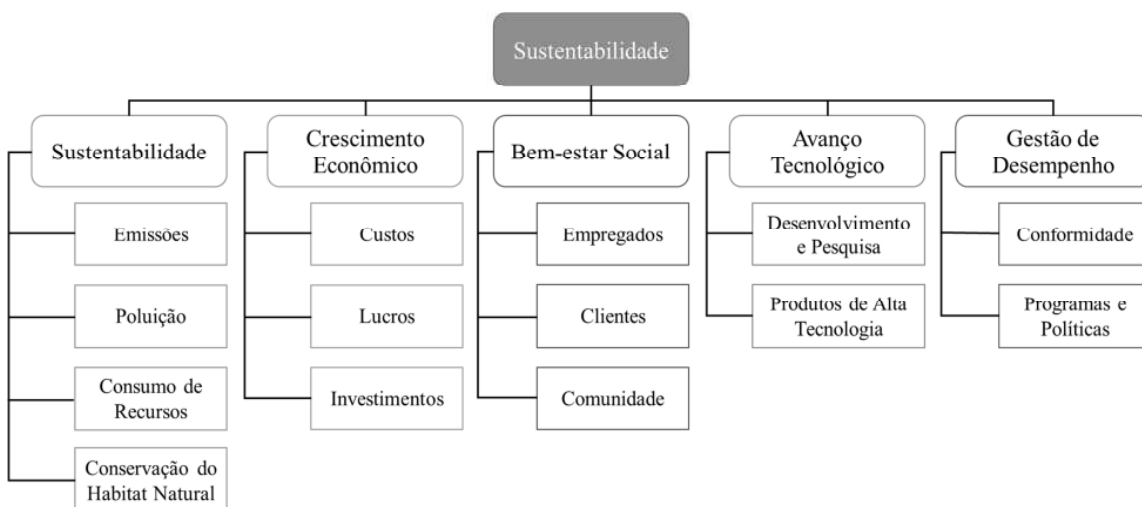
dos Engenheiros Alemães segue o ciclo PDCA. Esses indicadores também podem ser classificados em relação as dimensões do tripé da sustentabilidade.

#### 2.6.3.5. NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (NIST)

A abordagem proposta pelo NIST tem como objetivo o desenvolvimento de uma categorização da grande quantidade de indicadores de sustentabilidade, classificando-os em categorias e subcategorias adequadas. Ainda, de acordo com os autores, essa categorização fornece uma estrutura que permite integrar todos os indicadores possíveis, a partir disso, as empresas poderão identificar a forma adequada de mensuração em relação a sustentabilidade de seus produtos e processos associados a produção (JOUNG et. al., 2012).

A categorização dos indicadores do NIST está baseada em cinco dimensões da sustentabilidade: gestão ambiental, crescimento econômico, bem-estar social, avanço tecnológico e gestão de desempenho, conforme pode ser observado na figura 4:

FIGURA 4 – Categorização dos Indicadores do NIST em Cinco Dimensões  
(JOUNG et. al., 2012)



Segundo Joung et. al. (2012), após a definição da estrutura dos indicadores é necessário a escolha e classificação dos indicadores devidamente categorizados em cada uma das subcategorias que atendem as cinco dimensões propostas pelo NIST. Os autores ainda sugerem diversos indicadores, conforme pode ser verificado no quadro 11.

Pelo quadro 11 apresentado abaixo, foi possível identificar a maneira adequada de categorizar os indicadores nas cinco dimensões observadas. Na pesquisa realizada pelos autores, não foi possível identificar quais são os indicadores propostos nessa categorização,

somente os aspectos a serem considerados no momento de fazê-la, bem como a quantidade de indicadores considerados, o que já pode ser considerado um grande ponto de partida na escolha de indicadores por parte das empresas.

Quadro 11: Categorização Proposta pelo NIST e Quantidade de Indicadores Levantados  
(JOUNG et. al., 2012)

Dimensão (NIST)	Aspecto	Categorização	Quantidade de Indicadores
Gestão Ambiental	Emissões	Efluentes, Emissão de resíduos sólidos, Emissões atmosféricas, Emissões de resíduos de energia	10
	Poluição	Uso de substâncias perigosas, Emissão de gases do efeito estufa, Emissão de gases que destroem a camada de ozônio, Uso de outros poluentes que são nocivos ao meio ambiente	28
	Consumo de Recursos	Uso de água, Utilização de materiais, Uso de energia, Uso de terra para a organização ou processo	36
	Conservação do Habitat Natural	Gestão do habitat, Biodiversidade, Conservação	3
Crescimento Econômico	Custos	Custos de produção, Custo de aquisição de material, Custo de transporte, Custo de manuseio, entre outros	16
	Lucros	Indicadores em geral para medir o lucro obtido pela organização	2
	Investimentos	Indicadores utilizados para calcular os impactos dos investimentos em geral e investimentos ecológicos	5
Bem-estar Social	Colaboradores	Saúde e segurança dos colaboradores, Desenvolvimento profissional, Satisfação dos colaboradores	30
	Clientes	Saúde e segurança em relação a fabricação e uso do produto, Satisfação do cliente	7
	Comunidade	Responsabilidade do produto, Justiça, Programas de desenvolvimento comunitário	33
Avanço Tecnológico	Pesquisa e Desenvolvimento	Experiência dos colaboradores na área de P&D, Despesas com P&D, Tempo dos projetos de P&D, Patentes, Artigos científicos publicados	8
	Produtos de Alta Tecnologia	Quantidade de nova tecnologia empregada, vendida ou comprada para a melhoria dos processos de fabricação	4
Gestão de Desempenho	Conformidade	Conformidade em relação as diretrizes e processos, Conformidade com os padrões da indústria e normas de segurança	14
	Programas e Políticas	Contém indicadores que consideram a gestão dos objetivos e políticas de uma organização, considerando o processo de benchmarking e no desenvolvimento de métricas para a sustentabilidade	16

#### 2.6.3.6. GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI)

O material elaborado pelo *Global Reporting Initiative* apresenta o conteúdo e os princípios necessários para a construção de relatórios de sustentabilidade. As métricas estão

estruturadas de acordo com a hierarquia: dimensão, aspectos e indicadores. Pode-se observar nos quadros a seguir que os indicadores sugeridos podem ser quantitativos ou qualitativos.

Quadro 12: Indicadores Econômicos Desenvolvidos pelo GRI (2013)

Dimensão	Aspecto	Indicadores Definidos
Financeira / Econômica	Performance Econômica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Indicadores de Fluxo Monetário</b> (ex.: receita, custos operacionais, salário e benefícios, pagamento aos investidores (ROI), pagamentos ao governo e investimento na comunidade)</li> <li>- <b>Indicadores de implicações financeiras e outros riscos e oportunidades para as atividades da organização em relação a mudanças climáticas</b> (ex.: descrição dos riscos e oportunidades, implicação financeira dos riscos e oportunidades, custo do gerenciamento dos riscos e oportunidades)</li> <li>- <b>Definição da cobertura da organização e planos obrigatórios de benefícios</b> (ex.: valor estimado de todos os passivos, valor e cobertura dos ativos, percentual do salário contribuído pelo empregado ou empregador, nível de participação nos planos de previdência / aposentadoria)</li> <li>- <b>Assistência financeira recebida do governo</b> (ex.: redução de imposto ou créditos, subsídios, auxílio para investimento, pesquisa e desenvolvimento e outros auxílios relevantes, prêmios, incentivos financeiros, etc.)</li> </ul>
	Presença de Mercado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Proporção do salário para o nível de entrada por sexo em relação ao salário mínimo local em unidades operacionais importantes</b> (ex.: proporção da força de trabalho compensada devidamente, salário do nível de entrada por sexo, comparação entre o salário praticado e o salário local)</li> <li>- <b>Proporção do nível de alta gestão contratado localmente</b> (percentual de colaboradores da alta gestão contratados da comunidade local)</li> </ul>
	Impactos Econômicos Indiretos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Desenvolvimento e impactos de investimentos em infraestrutura e serviços suporte</b> (ex.: valor investido em infraestrutura e serviços de suporte, expectativa de impacto na economia e comunidade local)</li> <li>- <b>Impactos econômicos diretos significantes, incluindo a extensão dos impactos</b> (ex.: produtividade da organização, setor ou a economia como um todo, desenvolvimento econômico em áreas de alta pobreza, impacto econômico das melhorias ou deteriorações nas condições sociais ou ambientais, disponibilidade de produtos e serviços, trabalhos gerados em toda a cadeia de suprimentos ou distribuição, impacto econômico da mudança de localização das atividades operacionais, Impacto econômico de uso de produtos e serviços)</li> </ul>
	Práticas de Compras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Proporção de gastos e despesas com fornecedores locais</b> (ex.: percentual de produtos e serviços contratados localmente, percentual do orçamento gasto com fornecedores locais)</li> </ul>

No quadro 12, observa-se que a abordagem em relação a dimensão econômica do GRI trata dos impactos ocasionados pelas empresas e que afetam os *stakeholders*, bem como uma forma de utilizar indicadores que analisem o sistema globalmente.

Portanto, pode-se identificar que os indicadores econômicos desenvolvidos pelo GRI são diferentes dos comumente utilizados, que são aqueles indicadores preocupados somente com a parte econômica das empresas. Esses indicadores estão preocupados também com a interação de forma direta e indireta junto aos *stakeholders* e como eles são afetados pela forma com que a organização está sendo gerenciada.

Em relação a dimensão ambiental (quadro 13), os indicadores do GRI procuram analisar o impacto das empresas nos sistemas naturais (vivos e não vivos), verificando itens relacionados a terra, água, ar e o ecossistema como um todo. Segundo o GRI (2013), a dimensão ambiental de medição do desempenho do sistema atingiu o maior nível de concordância e uniformidade entre as três dimensões do tripé da sustentabilidade para a elaboração do reporte de sustentabilidade das organizações.

De forma geral, os *stakeholders* deverão ter competência e conhecimento para calcular valores normalizados que estão presentes através de dados inseridos em relatórios de sustentabilidade, portanto é importante que as informações sejam reportadas em valores absolutos e normalizados (GRI, 2013).

Quadro 13: Indicadores Ambientais Desenvolvidos pelo GRI (2013)

Dimensão	Aspecto	Indicadores Definidos
Ambiental	Materiais	Materiais Usados (peso, volume, etc.), % Materiais Reciclados Usados
	Água	Total de Água Empregada, Fontes e Ecossistemas Afetados pelo Uso, Razão do Uso x Capac. Renovação, Total de Água Reciclada e Reusada
	Energia	Energia Direta Usada por Tipo de Fonte, Energia Indireta Usada, Iniciativas para a Energia Renovável e Eficiência Energética, Pegada Ecológica dos Produtos, Outros Usos Indiretos de Energia / Impactos
	Produtos e Serviços	Impactos Ambientais Significantes, % Reaproveitamento ao Final do Ciclo de Vida
	Biodiversidade	Propriedades em Locais Ricos em Biodiversidade, Maiores Impactos Associados a Biodiversidade, Terras Usadas para Produção ou Extrativismo, % de Superfície Impermeabilizada, Impacto sobre Áreas Protegidas e Sensíveis, % de Área Preservada / Restaurada, Ações para Recuperar Áreas Degradadas, Espécies em Extinção Ameaçadas na Área Afetada, Unidades Operando em Torno de Áreas Protegidas
	Emissões, Efluentes e Resíduos	Emissão de Gases do Efeito Estufa, Emissão de Substâncias Nocivas a Camada de Ozônio, Emissão de Outras Substâncias Importantes, Total de Resíduos por Tipo e Destino, Efluentes para Água por Tipo, Vazamentos de Óleo / Prod. Químicos e Combustíveis, Outras Emissões Indiretas de Gases do Efeito Estufa, Manipulação de Resíduos Perigosos, Ecossistemas e Fontes de Água Afetados
	Obediência as Leis	Não Conformidade em Relação a Leis e Acordos
	Fornecedores	Desempenho Ambiental dos Fornecedores
	Transporte	Impactos Ambientais Significantes
	Aspectos Amplos	Total de Gastos Ambientais

A dimensão social definida pelo GRI trata de um conjunto de indicadores com o objetivo de representar os impactos das empresas através das suas operações para a sociedade como um todo. Através do quadro 14, pode-se verificar que a natureza dos indicadores sociais difere da natureza dos indicadores ambientais e econômicos. Geralmente, os indicadores para

medição do desempenho em relação a dimensão social são difíceis de serem quantificados, dessa forma, parte dos indicadores tratados nessa dimensão são qualitativos.

Para a dimensão social foram considerados diversos aspectos que englobam a sociedade, tais como: Saúde e Segurança do Consumidor, Produtos e Serviços, Respeito por Privacidade, Propaganda, Comunidades, Contribuições Políticas, Corrupção, Competição e Preço, Saúde e Segurança no Trabalho, Trabalho, Relações Trabalhistas, Treinamento e Educação e Diversidade e Oportunidades. Pode-se observar que é uma forma ampla de medir o impacto das operações das empresas em relação a sociedade na qual ela está inserida.

Quadro 14: Indicadores Sociais Desenvolvidos pelo GRI (2013)

<b>Dimensão</b>	<b>Aspecto</b>	<b>Indicadores Definidos</b>
Social	Saúde e Segurança do Consumidor	Descrição da Política para Preservar Saúde e Segurança, Número e Tipo de Não Conformidades (incluindo multas), Número de Reclamações por Tipo (coletadas por representantes), Código de Adequação Voluntária / Rótulos e Prêmios
	Produtos e Serviços	Ações para Informação sobre o Produto e Etiquetagem, Número e Tipo de Não Conformidades (incluindo multas), Mecanismos para Apurar o Nível de Satisfação dos Clientes
	Respeito por Privacidade	Ações Voltadas para a Privacidade do Consumidor, Número de Reclamações Substanciais Relacionadas a Privacidade do Cliente
	Propaganda	Ações Voltadas ao Atendimento das Normas e Legislações, Número e Tipo de Regulações para Marketing e Propaganda
	Comunidades	Descrição das Políticas para Gerenciar o Impacto em Comunidades, Prêmios Importantes Recebidos para o Desempenho Social / Étnico e Ambiental
	Contribuições Políticas	Descrição dos Meios para Gerenciar o Lobby Político e Contribuições, Quantidade de Dinheiro Destinado a Política
	Corrupção	Descrição dos Meios para Combater a Corrupção e Suborno
	Competição e Preço	Decisões Envolvendo Leis Antitrustes e Monopólio, Meios para Combater Ambiente Não Competitivo
	Saúde e Segurança	Resultado sobre Acidentes e Doenças, Presença de Comitês de Saúde e Segurança, Ausência de Trabalhadores e Incidentes Envolvendo Trabalhadores, Programas Envolvendo HIV no Trabalho e Comunidade, Evidências de Obediência a Lei Internacional do Trabalho, Descrição dos Acordos com Unidades de Representação dos Trabalhadores
	Trabalho	Detalhamento do Tipo de Vínculo de Trabalho, Qtde. Empregos Criados e Rotatividade, Benefícios Além dos Obrigatórios por Lei
	Relações Trabalhistas	% Trabalhadores Representados por Uniões ou Outros Meios, Tipo de Relação com os Trabalhadores para Consulta ou Mudanças, Participação dos Trabalhadores nas Decisões
	Treinamento e Educação	Número de Horas de Treinamento por Colaborador por Ano, Programas para Gerenciamento de Carreiras, Programas Específicos para uma Gestão Capacitada
	Diversidade e Oportunidades	Descrição de Políticas e Programas de Igualdade, Composição do Quadro de Direção



Através do material pesquisado para o desenvolvimento dessa dissertação em relação aos eixos teóricos estudados (produção enxuta, sustentabilidade e indicadores de desempenho de ambos), foi possível a identificação dos indicadores de desempenho voltados para a sustentabilidade e a construção dos quadros teóricos para seleção, validação e mensuração dos mesmos no estudo de caso.

## 2.7. IDENTIFICAÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

Esse tópico visa a apresentação dos indicadores identificados através da análise de 20 trabalhos apresentados anteriormente, bem como realizar a síntese dos indicadores obtidos através de todo o desenvolvimento da teoria. Esse eixo teórico foi muito importante para a realização do estudo de caso, visto que através desses indicadores identificados na revisão teórica e que serão apresentados a seguir nos quadros 15, 16 e 17 é que foi possível a validação e desenvolvimento do estudo de caso com a organização.

Quadro 15: Indicadores de Desempenho Identificados – Dimensão Econômica

Indicador	Autores que Mencionam o Indicador	
	PE	Sustentabilidade
Confiabilidade de Entrega	4	
Custo Total de Produção	5	3
Lead Time	6	
Receita		1
Retorno sobre Vendas	4	1
Índice de Produtos Conformes	4	
Flexibilidade de Volume / Produção	4	
Crescimento Volume de Vendas	3	3
Flexibilidade de Produtos	3	
Tempo de Ciclo	3	
Retorno sobre Ativo (ROA)	2	2
Retorno sobre Investimento (ROI)	2	4
Capital Social da Empresa		1
Retorno sobre o Capital de Terceiros		1
Valor Adicionado		2
Resultado Operacional		2
Market Share	2	2
Nível de Estoque	2	
Giro de Estoque	2	
Capacidade de Resposta	2	
Flexibilidade dos Processos	2	
Custo de Refugo e Retrabalho	2	3
Taxa com Refugo e Retrabalho		1
Produtividade da M.O.	1	4
Margem Fluxo Caixa	1	2
Volume Produzido	1	1
% do Orçamento Gasto com Fornecedores Locais		1

Indicador	Autores que Mencionam o Indicador	
	PE	Sustentabilidade
Custos de Logística	2	2
Lucro Médio	1	3
Crescimento do Lucro Médio	1	3
Crescimento do Faturamento com Vendas	2	2
Valor Líquido Vendas	1	1
Valor do Estoque	1	1
Aprovação da Primeira Peça	1	
Posição Competitiva Global	1	
Nível de Customização dos Produtos	1	
Utilização Recurso TI	1	
Notificação de Embarque Avançado	1	
Preço do Produto		2
Desempenho do Produto e Durabilidade		1
Custos Relacionados com Conformidades EHS		1
Índice de Reclamação de Clientes		1
Índice de Devolução de Clientes		1
Abertura da Organização para Avaliação das Partes Interessadas e Participação no Processo de Tomada de Decisão		1
Utilização de Capacidade		1
Gasto com Pesquisa e Desenvolvimento		3
% de Fornecedores Certificados		1
Desenvolvimento do Capital Fixo		1
Desenvolvimento do Capital Corrente		1
Valor Estimado dos Passivos		1
Valor e Cobertura dos Ativos		1
% do Salário Contribuído pelo Empregado ou Empregador		1
Nível de Participação nos Planos de Previdência e Aposentadoria		1
Investimento em Infraestrutura e Serviços de Suporte		1
% de Produtos e Serviços Contratados Localmente		1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Analisando o quadro 15, pode-se identificar um conjunto composto por 55 indicadores voltados para a dimensão econômica do tripé da sustentabilidade. Além disso, é possível verificar que 16 dos 55 indicadores identificados foram mencionados tanto pelos autores que pesquisam sobre a PE e suas práticas quanto os que pesquisam sobre a sustentabilidade nas organizações. Isso demonstra a preocupação de ambos com a dimensão econômica.

Outro ponto a ser observado, através da análise do quadro 15, é a preocupação dos pesquisadores em relação aos indicadores estratégicos, tais como: ROA e ROI, geralmente utilizados para mensurar a viabilidade de um determinado investimento, bem como os indicadores operacionais.

Quadro 16: Indicadores de Desempenho Identificados – Dimensão Ambiental

Indicador	Autores que Mencionam o Indicador	
	PE	Sustentabilidade
Consumo de Água	1	5
Consumo de Energia	1	6
Consumo de Energia Gerado por Fontes Renováveis		5
Quantidade de Energia por Ano		5
Quantidade de Energia por Produto		2
Quantidade de Energia Usada por Serviço ou Cliente		1
Quantidade de Cada Tipo de Energia Usada		3
Quantidade de Energia Gerada por Processos Paralelos		2
Quantidade de Energia Economizada por Progr. de Melhoria		1
Consumo de Materiais	1	6
Quantidade de Material por Produto		5
Quantidade de Material Processado, Reciclado ou Reusado		5
Quantidade de Embalagem Descartada ou Reusada		3
% de Embalagens Biodegradáveis		1
% de Embalagens Retornáveis		1
% de Produtos com Políticas de Retorno Implementadas		1
Taxa de Embalamento de Materiais		1
Quantidade de Material Auxiliar Reciclado ou Reusado		2
Quantidade de Material Reusado no Processo de Produção		2
Quantidade de Água por Produto		3
Quantidade Toal de Água Reciclada e Reutilizada		4
Quantidade de Material Tóxico		4
Quantidade de Produtos Tóxicos Usados por Contratados		1
Quantidade de Agentes de Limpeza Usados por Contratados		1
Quantidade de Materiais Reciclados ou Reusados Utilizados no Processo		2
Quantidade e Tipos de Resíduos Gerados		6
Quantidade de Resíduos por Produto ou Ano		3
Resíduos (reciclável, reutilizável ou poluente) por Ano		4
Quantidade de Resíduos a ser Disposta		4
Quantidade de Resíduos Armazenados		4
Quantidade de Resíduos Controlados por Autorizações		1
Quantidade de Resíduos Convertidos em Material Reutilizável		2
Resíduo Tóxico Eliminado por Substituição de Material		1
Ciclo de Vida do Produto	1	3
% de Reaproveitamento ao Final do Ciclo de Vida		1
Número de Produtos Lançados com Propriedades não Tóxicas		2
Número de Produtos que Podem ser Reciclados ou Reusados		2
% do Conteúdo do Produto a ser Reusado ou Reciclado		2
% de Produtos Defeituosos		1

Indicador	Autores que Mencionam o Indicador	
	PE	Sustentabilidade
Número de Subprodutos Gerados por Unidade de Produto		1
Número de Unidade de Energia Gasta Durante o Uso do Produto		1
Número de Produtos com Instruções Ambientais de Uso e Disposição Final		1
Quantidade de Agentes de Limpeza Usados por m2		1
Quantidade de Combustível Usado		4
Quantidade de Licenças Vendidas para a Melhoria dos Processos		1
Quantidade de Materiais Usados no Pós-Venda		3
Custo com Não Conformidades Ambientais		2
Risco de Crédito ou Insolvências Relacionadas ao Meio Ambiente		1
Quantidade de Emissões Específica por Ano		5
Quantidade de Emissões por Unidade de Produto		2
Quantidade de Energia Liberada para o Ar		4
Quantidade de Emissões Negativas a Camada de Ozônio		4
Quantidade de Emissões Negativas ao Aquecimento Global		4
Quantidade de Efluentes por Ano		5
Quantidade de Calor, Vibração e Luz Emitida		1
Quantidade de Energia Desperdiçada para a Água		4
Quantidade de Material Enviado para Aterro por Unidade de Produto		3
Quantidade de Efluentes por Cliente ou Serviço		1
Quantidade de Barulho em uma Certa Localização		1
Quantidade de Radiação Liberada		2
Quantidade de Material Descartado para a Água por Unidade de Produto		2
Equipamentos para Desmontagem, Reciclagem ou Reuso		1
Número Horas de Equipamentos em Operação por Ano		1
Número de Eventos de Emergência ou de Não Rotinas		1
Área Total Usada para a Produção		2
Área Usada para Produzir Unidade de Energia		1
Consumo de Combustível da Frota		2
Número de Veículos com Tecnologia para a Economia de Combustível		1
Número de Horas de Manutenção Preventiva por Ano		1
Consumo de Combustível Médio da Frota		1
Número de Entregas por Dia		1
Veículos com Equipamentos de Prevenção a Poluição		1
Número de Viagens Salvas por Outras Entregas		1
Número de Viagens por Tipo de Meio de Transporte		1
Taxa de Transporte Dentro da Empresa		1
Impactos Ambientais Significantes em Relação ao Transporte		1
Taxa de Água Descartada		3
Materiais Poluentes		2

Indicador	Autores que Mencionam o Indicador	
	PE	Sustentabilidade
% de Materiais Poluentes		1
Investimento de Medidas de Proteção		2
Número de Plantas Sujeitas a Licenças		1
Custo de Medidas de Proteção Ambiental		2
Taxa de Reciclagem para Matérias Primas		1
% de Perdas em Inventário		1
Reclamações / Infrações Recebidas		1
Medidas Específicas de Consumo e Emissões		2
Taxa de Adequação das Emissões aos Limites		2
Razão da Utilização x Capacidade de Renovação		1
Pegada Ecológica dos Produtos		1
Propriedades em Locais Ricos em Biodiversidade		1
Terras Utilizadas para Produção ou Extrativismo		1
% de Superfície Impermeabilizada		1
% de Área Preservada / Restaurada		1
Espécies em Extinção Ameaçadas na Área Afetada		1
Unidades Operando em Torno de Áreas Protegidas		1
Não Conformidade em Relação a Leis e Acordos		1
Desempenho Ambiental dos Fornecedores		1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Em relação a dimensão ambiental foram identificados um conjunto composto por 97 indicadores de desempenho. Também pode-se observar através dos indicadores de desempenho identificados, os quais estão relacionados a dimensão ambiental do tripé da sustentabilidade, que os autores que pesquisam sobre a sustentabilidade nas organizações têm uma grande preocupação em relacionar esses aspectos ambientais através da aplicação das práticas da produção sustentável (todas as pesquisas e propostas de mensuração de desempenho utilizadas consideram os indicadores de desempenho selecionados no quadro 16), em contrapartida, não são muito observados pelos pesquisadores que atuam em pesquisas com foco na adoção e benefícios das práticas da PE (somente um dos trabalhos selecionados abordam indicadores ambientais).

Quadro 17: Indicadores de Desempenho Identificados – Dimensão Social

Indicador	Autores que Mencionam o Indicador	
	PE	Sustentabilidade
Satisfação dos Clientes	2	1
Satisfação dos Colaboradores	1	1
Tempo de Treinamento por Colaborador	1	2
Dias Reservados por Colaborador para Qualificação		2
% em Relação a Receita de Despesas Comunitárias e Contribuições de Caridade		2
Número de Colaboradores		2
Número de Funcionários por Unidade Vendida ou por Unidade Monetária Faturada		1
Número de Parcerias Comunidade-empresa		2
Taxa de Dias de Trabalho Perdidos por Acidentes e Casos de Doenças		3
Quantidade de Sugestões de Melhorias por Colaborador		2
Quantidade de Colaboradores que Participam e Sugerem Ideias		2
Taxa de Rotatividade		3
Duração Média na Empresa por Parte dos Colaboradores		3
% Colaboradores que Relatam Satisfação Completa com o Trabalho		1
% de Trainees		1
Custo para Desenvolvimento de Pessoal		2
% de Funcionários que Receberam Treinamento		2
Horas Extras Pagas		1
% de Mulheres em Cargos de Direção		1
Índice de Participação de Funcionários em Projetos		1
% de Deficientes Empregados		1
Número de Petições e Reclamações		1
Nível de Barulho no Ambiente de Trabalho		1
Número de Lugares de Trabalho para Não Fumantes		1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para finalizar a classificação dos indicadores em relação ao tripé da sustentabilidade, o quadro 17 apresenta um conjunto de 24 indicadores de desempenho relacionados a dimensão social.

O mesmo comportamento em relação as dimensões social e ambiental pode ser observado, no qual os autores que pesquisam sobre a sustentabilidade nas organizações têm uma grande preocupação em relacionar os aspectos sociais e seus indicadores relacionados (quatro pesquisas abordam indicadores de desempenho sociais) através das práticas da produção sustentável, os quais podem ser mais explorados pelos pesquisadores em trabalhos com foco na adoção e benefícios das práticas da PE (em quatro pesquisas são citados somente um indicador de desempenho social).

Para complementar, foi construída a tabela 1 com o objetivo de sintetizar a quantidade de indicadores que foram identificados através dos trabalhos selecionados e já abordados na revisão teórica para os temas estudados:

TABELA 1: Tabela Síntese – Indicadores Levantados (Elaborado pelo Autor)

Tema	Quantidade de Indicadores Levantados por Dimensão		
	Econômica	Ambiental	Social
Produção Enxuta	31	04	03
Sustentabilidade	40	97	24

Pela tabela 1, pode-se verificar uma quantidade considerável de indicadores levantados na teoria e que foram identificados através de vinte diferentes trabalhos e/ou propostas. É importante salientar que os trabalhos selecionados observaram os critérios de seleção e filtros definidos anteriormente e que podem ser verificados nos quadros 1 e 2 dessa dissertação.

Por fim, através dos quadros 15, 16 e 17 é possível identificar um conjunto de 176 indicadores como resultado principal da pesquisa realizada pelo autor. Esse conjunto de indicadores podem guiar futuras pesquisas que tem como objetivo a mensuração e avaliação dos resultados obtidos pelas organizações nas dimensões: econômica, ambiental e social, sobretudo no contexto da implantação das práticas da PE.

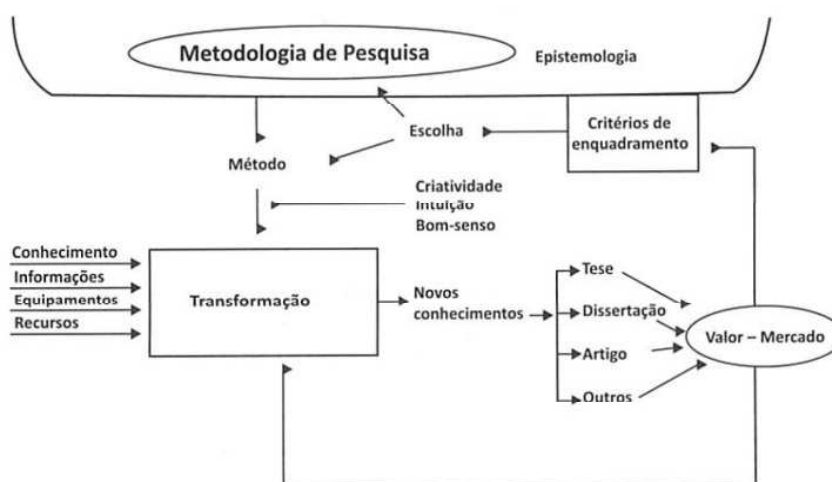
O próximo capítulo apresentará a metodologia de pesquisa adotada no desenvolvimento do trabalho. Para isso, primeiramente serão apresentados os conceitos em relação aos aspectos metodológicos que mais se adequam ao trabalho, bem como o procedimento adotado na pesquisa para o atendimento aos objetivos gerais e específicos propostos.

### 3. METODOLOGIA DE PESQUISA

#### 3.1. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para Miguel et. al. (2012) a escolha do método é uma das decisões fundamentais na condução do processo de pesquisa. Mas é uma delas, não é a única, depende de uma série de características do projeto de pesquisa. Além de escolher um método, é preciso estar seguro de que aquilo que está sendo transformado irá gerar um produto que agregue valor para os clientes. A figura 5 mostra o ciclo de produção de novos conhecimentos.

FIGURA 5 – O Ciclo da Produção de Novos Conhecimentos (MIGUEL, 2012, pg. 36)



Além disso, o método de pesquisa é o procedimento intelectual ou caminhos técnicos utilizados pelos pesquisadores para a geração de conhecimento científico (GIL, 1999). Outros autores acrescentam que os procedimentos devem ser sistemáticos (GIL, 1987; ANDRADE, 2003) e que a pesquisa solucione os problemas a serem investigados (CERVO e BERVIAN, 1983; GIL, 1987; ANDRADE, 2003). É necessária a adoção de um método de pesquisa para solucionar o problema e contribuir com a teoria.

Pelo tema proposto nesta dissertação, pode-se observar a necessidade da utilização de abordagem quantitativa, que será realizada através da apresentação e análise dos resultados da empresa por meio dos quadros teóricos que foram desenvolvidos nessa dissertação, bem como qualitativa, baseando-se na análise da forma da implantação das práticas da PE, feitas através de análise documental, observações diretas e verificação na área da implantação, bem como as informações obtidas na entrevista presencial.

De acordo com Bryman (1989), as principais preocupações da abordagem quantitativa e qualitativa são:



- **Mensurabilidade:** exerce um papel central no processo de realização de pesquisa, as hipóteses deduzidas da teoria têm constructos e, com a finalidade de testar as hipóteses, um conjunto de variável passível de ser mensurado precisa ser definido.
- **Causalidade:** procura explicar como as coisas são. Em muitas pesquisas, as hipóteses expressam um relacionamento de causa e efeito (causal) entre a variável dependente (efeito) e as variáveis independentes (causas).
- **Generalização:** trata da possibilidade de os resultados obtidos serem generalizados para além dos limites da pesquisa.
- **Replicação:** trata sobre a possibilidade do pesquisador repetir uma pesquisa de outro e encontrar os seus resultados.

Segundo o mesmo autor, pode ser observado as características da pesquisa qualitativa, que são:

- Ênfase na interpretação subjetiva dos indivíduos;
- Delineamento do contexto do ambiente da pesquisa;
- Abordagem não muito estruturada;
- Múltiplas fontes de evidências;
- Importância da concepção da realidade organizacional;
- Proximidade com o fenômeno estudado.

Uma alternativa bastante utilizada é a combinação das abordagens quantitativas e qualitativas. Segundo Creswell (1994), as primeiras tentativas de combinar as abordagens foram feitas sem a separação clara, o foco, inicialmente, foi nos métodos e técnicas de coleta de dados. Para Creswell e Clark (2006), as vantagens de combinar as abordagens são:

- Proporcionar vantagens que compensam os pontos fracos de ambas;
- Prover evidências mais abrangentes para o estudo de um problema de pesquisa do que cada abordagem isoladamente;
- Ajudar a responder a questões que não podem ser respondidas por abordagens separadamente;
- Encorajar os pesquisadores a colaborarem, superando relacionamentos contraditórios entre pesquisadores quantitativos e qualitativos;

- Encorajar o uso de pontos de vista múltiplos ou concepções metodológicas mais do que uma simples associação típica das concepções dos pesquisadores quantitativos e qualitativos;
- Ser “prática” no sentido de que o pesquisador é livre para usar todos os métodos possíveis para solucionar o problema da pesquisa.

Pelo contexto do presente trabalho, identifica-se o método do estudo de caso único com unidades múltiplas de análises (YIN, 2001), visto que a pesquisa será realizada em uma empresa multinacional, mas em três diferentes linhas de produtos, as quais serão descritas posteriormente. Ainda de acordo com o mesmo autor, uma das primeiras tarefas nesse planejamento é a escolha da(s) unidade(s) de análise, ou seja, do(s) caso(s).

De acordo com Miguel et. al. (2012), o método do estudo de caso é uma das abordagens mais frequentemente adotadas em Engenharia de Produção, o que mostra o crescimento desta abordagem nos últimos anos. Dentre os benefícios principais da condução de um estudo estão a possibilidade do desenvolvimento de novas teorias e de aumentar o entendimento sobre eventos reais e contemporâneos. Corroborando com os autores, Voss et. al. (2002), explica que o método do estudo de caso pode ser usado para diferentes tipos de investigação:

- **Exploração:** nas fases iniciais de uma investigação, podemos usar um ou mais casos para desenvolver ideias e perguntas de investigação;
- **Construção de Teoria (explanatório):** o método de caso é particularmente forte para este tipo de investigação, pois permite identificar as variáveis-chave, suas ligações e explicar porque é que essas ligações existem;
- **Teste de Teoria:** o método de caso pode ser utilizado para testar, frequentemente em estudos de inquérito as questões complexas. Um caso pode ser suficiente para falsificar uma teoria ou identificar áreas onde ela falha;
- **Extensão / Refinamento da Teoria:** os casos podem ser usados para estruturar melhor as teorias existentes à luz das observações recolhidas, por exemplo, investigando os limites de aplicação da teoria existente.

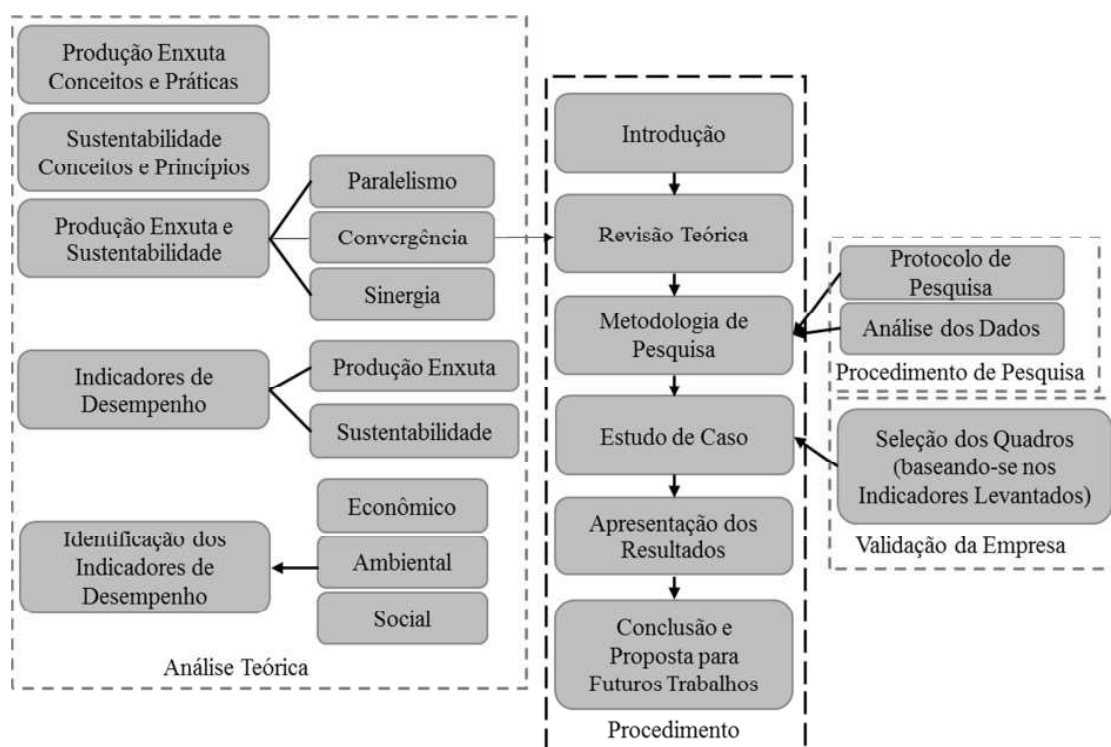
Com relação ao objetivo, a pesquisa proposta é de caráter exploratório, visto que irá proporcionar maior familiaridade sobre o assunto: mensurando o desempenho sustentável em uma empresa que aplica a PE para demonstrar a influência dessa aplicação através da

análise comparativa dos indicadores de desempenho definidos no quadro teórico (antes e depois da aplicação) para torná-lo mais explícito frente a teoria.

### 3.2. PROCEDIMENTO DE PESQUISA

Uma parte importante para esse trabalho é o entendimento em relação ao procedimento de pesquisa utilizado. A figura 6 esquematiza a sequência planejada para a realização desse estudo, orientando o pesquisador para as atividades a serem desenvolvidas, bem como, a sua sequência de realização:

FIGURA 6 – Procedimento da Pesquisa e Estrutura da Dissertação



Fonte: Elaborado pelo Autor

A etapa da introdução teve como principal objetivo a contextualização sobre os temas abordados nessa dissertação e a questão principal da pesquisa que foi realizada, bem com a definição dos objetivos da pesquisa e sua importância no cenário mundial.

A etapa da revisão teórica, teve como principal objetivo o desenvolvimento de conteúdo teórico para dar o suporte teórico para a dissertação em relação aos assuntos relacionados: produção enxuta, sustentabilidade e indicadores de desempenho. Através do desenvolvimento da revisão teórica, o autor conseguiu identificar um conjunto com 176 indicadores de desempenho de sustentabilidade, bem como validar e selecionar alguns dos

indicadores selecionados juntamente com a empresa para a mensuração dos mesmos no contexto da aplicação das práticas da PE no estudo de caso e para a apresentação e análise dos resultados.

A etapa da metodologia de pesquisa, foi subdividida em duas atividades principais, conforme descritas abaixo:

- ✓ **Desenvolvimento do protocolo de pesquisa:** conforme apresentado no Apêndice A dessa dissertação, tem como principal objetivo esclarecer a forma de desenvolvimento desse trabalho;
- ✓ **Análise dos dados obtidos:** fazer uma análise conjunta dos dados obtidos através das entrevistas presenciais, observações diretas na área de implantação, análise documental e banco de dados, bem como definir outras variáveis possíveis que possam interferir nas etapas da análise dos resultados e conclusão.

Complementando, para a realização das entrevistas presenciais foi realizado um questionário semiestruturado para coletar as informações obtidas durante esse processo, apresentado no Apêndice A, como parte do protocolo de pesquisa. Ademais, para a análise documental, foram verificados alguns documentos relacionados a implantação das práticas da PE, tais como: carta do projeto, definição da forma de implantação das práticas da PE, investimentos realizados, entre outros, os quais não foram disponibilizados para divulgação.

### 3.2.1. ANÁLISE DOS DADOS

Esse tópico tem como principal objetivo abordar a forma de analisar os dados obtidos junto a empresa, através da análise documental, do sistema de informação que suporta a produção (ERP) e nas entrevistas presenciais para este estudo de caso.

Para o presente estudo de caso, foi considerado um planejamento e análise dos dados de forma retrospectiva, ou seja, o histórico anterior a implantação das práticas da PE (anos de 2010 e 2011). Para Sousa (2005), um estudo de caso retrospectivo investiga o passado, coletando dados históricos e, muitas vezes é difícil determinar as relações de causa e efeito.

Para identificar a relação de causa e efeito, bem como a eficácia da implantação das práticas da PE, adicionalmente a análise retrospectiva, foi realizado o planejamento e análise de forma longitudinal para o período de três anos (2012, 2013 e 2014), logo após a implantação dessas práticas. Segundo Sousa (2005), um estudo de caso longitudinal investiga o presente de certa forma superando as limitações do estudo de caso retrospectivo. No

entanto, pode trazer limitações de acesso aos dados e informações, pode resultar em grande consumo de tempo, o que não se aplica a esse estudo de caso, devido a facilidade de acesso as informações por parte do pesquisador.

Outro aspecto importante é em relação ao tempo de análise, que para essa dissertação foram de cinco anos, sendo dois anos de análise retrospectiva e três anos de análise longitudinal. Segundo Yin (2001), o quanto longitudinal deve ser o estudo de caso vai depender dos objetivos da pesquisa, por exemplo, se o pesquisador pretende descrever uma mudança em um processo de implantação de uma determinada prática organizacional, o que se aplica ao presente trabalho. Para Sousa (2005), algumas pesquisas sobre a análise de eficácia da implantação de um sistema de produção, por exemplo, pode ser necessária uma análise temporal mais extensa, podendo resultar em uma análise de meses ou anos atrás até o presente.

Os dados foram coletados junto ao gerente de melhoria contínua da empresa, por duas formas diferentes: os resultados obtidos no MFV (antes e após a implantação das práticas da PE) e através do levantamento das informações e resultados do sistema gerencial oficial da organização, bem como por meio das entrevistas presenciais, análise documental e observações diretas na área de implantação. Além disso, as informações obtidas foram validadas com as áreas de controladoria e finanças da empresa, ou seja, as mesmas informações obtidas para esse estudo de caso são reportadas oficialmente para a matriz.

A ressalva feita por parte da empresa foi em relação a forma de apresentação dos resultados, não sendo autorizado a apresentação em valores absolutos, para atender a essa restrição por parte da empresa, os valores serão apresentados percentualmente em relação aos valores retrospectivos (anos de 2010 e 2011).

## 4. ESTUDO DE CASO

Nesse capítulo será apresentado as informações relacionadas ao estudo de caso correspondente a essa dissertação. Para melhor entendimento do estudo de caso, este capítulo está subdividido em: descrição da empresa, descrição das unidades de análise, seleção dos indicadores de desempenho para o estudo de caso, quadros teóricos desenvolvidos para o estudo de caso (dimensões econômica, ambiental e social), detalhamento dos indicadores, e descrição do estudo de caso, no qual detalha as principais melhorias realizadas, bem como o mapeamento do fluxo de valor e seus indicadores relacionados.

### 4.1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA DO ESTUDO DE CASO

A empresa onde a pesquisa científica foi desenvolvida pertence ao setor de autopeças, o qual fornece 69,3% dessa produção para o setor automobilístico (ANFAVEA, 2013). Essa empresa vem passando por um momento de expansão na última década, o que vem trazendo novos desafios relacionados ao melhor desempenho através de práticas que tornem os seus processos mais eficazes e enxutos.

Esta empresa é uma multinacional com faturamento global acima dos 15 bilhões de euros, sendo um dos principais fornecedores do mercado automobilístico. É importante salientar que a primeira planta fora do país sede foi instalada no Brasil e, atualmente esta planta está situada no estado de São Paulo e possui um caráter estratégico importante para as vendas globais do grupo, sobretudo, na América do Sul.

O foco dos produtos e serviços prestados pela empresa na América do Sul está voltado para o setor de veículos comerciais médios e pesados, bem como para os setores agrícola e marítimo. Outro fator considerável da empresa é em relação a área de pesquisa e desenvolvimento, onde são investidos um percentual significativo (em torno de 5 a 6% do faturamento) em novos produtos, serviços e desenvolvimento de novas patentes.

### 4.2. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES DE ANÁLISE

Esse capítulo tem como principal objetivo abordar as principais características de cada uma das unidades de análise desse estudo de caso. Com essas informações, poderá ser identificado os pontos em comum e suas principais diferenças. O quadro 18 a ser apresentado na próxima página, mostra informações em relação a cada unidade de análise.

Quadro 18: Unidades de Análise do Estudo de Caso

Característica	Unidade de Análise 1	Unidade de Análise 2	Unidade de Análise 3
Volume de Vendas (unid./ano)	2010: 75.000 2011: 90.000	2010: 30.000 2011: 32.000	2010: 40.000 2011: 48.000
Volume de Vendas (% em relação ao total da planta)	2010: 38% 2011: 42%	2010: 15% 2011: 15%	2010: 20% 2011: 22%
Faturamento (% em relação ao total da planta)	2010: 22,5% 2011: 25%	2010: 12% 2011: 12%	2010: 15% 2011: 16,3%
Principal utilização	Utilitários	Máquinas Agrícolas	Caminhões e Ônibus
Nome do produto	Transmissão	Eixo	Transmissão
Margem de lucro líquida (%)	8%	18%	11%
Quantidade de produtos (variantes)	03	22	08
Quantidade total de componentes utilizados (aproximada)	120	175	140
Quantidade total de componentes manufaturados (aproximada)	16	25	14
Peso do produto (em Kg)	70	de 240 a 320	de 150 a 175
Custo de produção (% em relação ao custo de produção da planta)	2010: 14% 2011: 15%	2010: 23% 2011: 25%	2010: 18% 2011: 19%
Índice de reclamação de clientes (% em relação ao faturamento)	2010: 8,0% 2011: 1,3%	2010: 0,8% 2011: 0,7%	2010: 1,0% 2011: 1,1%
Índice de devolução de clientes (% em relação ao faturamento)	2010: 14,5% 2011: 2,0%	2010: 0,0% 2011: 0,2%	2010: 0,2% 2011: 0,2%
Custo do Estoque (% em relação ao custo de estoque da planta)	2010: 20,0% 2011: 12,5%	2010: 22,0% 2011: 18,0%	2010: 15,0% 2011: 16,0%
Quantidade aproximada de colaboradores (produção)	2010: 100 2011: 120	2010: 70 2011: 70	2010: 80 2011: 90
Idade média das máquinas de usinagem (em anos)	5	15	20
Idade média das linhas de montagem (em anos)	1	15	20
Tendência futura (em relação ao volume de produção – 5 anos)	Estabilizar	Aumentar em torno de 20%	Diminuir em torno de 15%

Fonte: Elaborado pelo Autor

Através da análise documental e entrevistas presenciais, pode-se obter as informações listadas no quadro 18. De forma bem sucinta, identifica-se algumas características importantes em cada unidade de análise, conforme abaixo:

- ✓ **Unidade de análise 1:** volume de vendas alto, utilização em veículos mais leves, menor margem de lucro, menor quantidade de variantes e componentes, índice de reclamação e devolução maiores, equipamentos novos e tendência de estabilidade no volume de produção;
- ✓ **Unidade de análise 2:** volume de vendas médio, utilização em veículos pesados e que atuam em condições extremas (em relação ao solo e rodagem), maior margem de lucro, maior quantidade de variantes e componentes, índice de reclamação e devolução estáveis, equipamentos antigos e tendência de aumento no volume de produção;
- ✓ **Unidade de análise 3:** volume de vendas médio, utilização em veículos pesados e urbanos, maior margem de lucro, maior quantidade de variantes e componentes, índice de reclamação e devolução estáveis, equipamentos antigos e tendência de redução no volume de produção.

#### 4.3. SELEÇÃO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO PARA O ESTUDO DE CASO

Nesse tópico serão apresentados os quadros teóricos com os respectivos indicadores de desempenho selecionados, baseando-se no método de pesquisa e critérios de seleção já apresentados, bem como toda a revisão teórica realizada, a qual proporcionou a definição de um conjunto com 176 indicadores de desempenho nas três dimensões do tripé da sustentabilidade (econômica, ambiental e social).

A classificação e a seleção dos indicadores que serão utilizados para mensurar os resultados obtidos no estudo de caso, bem como validar a utilização dos indicadores de desempenho identificados no contexto da aplicação das práticas da PE para a produção sustentável seguiram as premissas e critérios definidos abaixo:

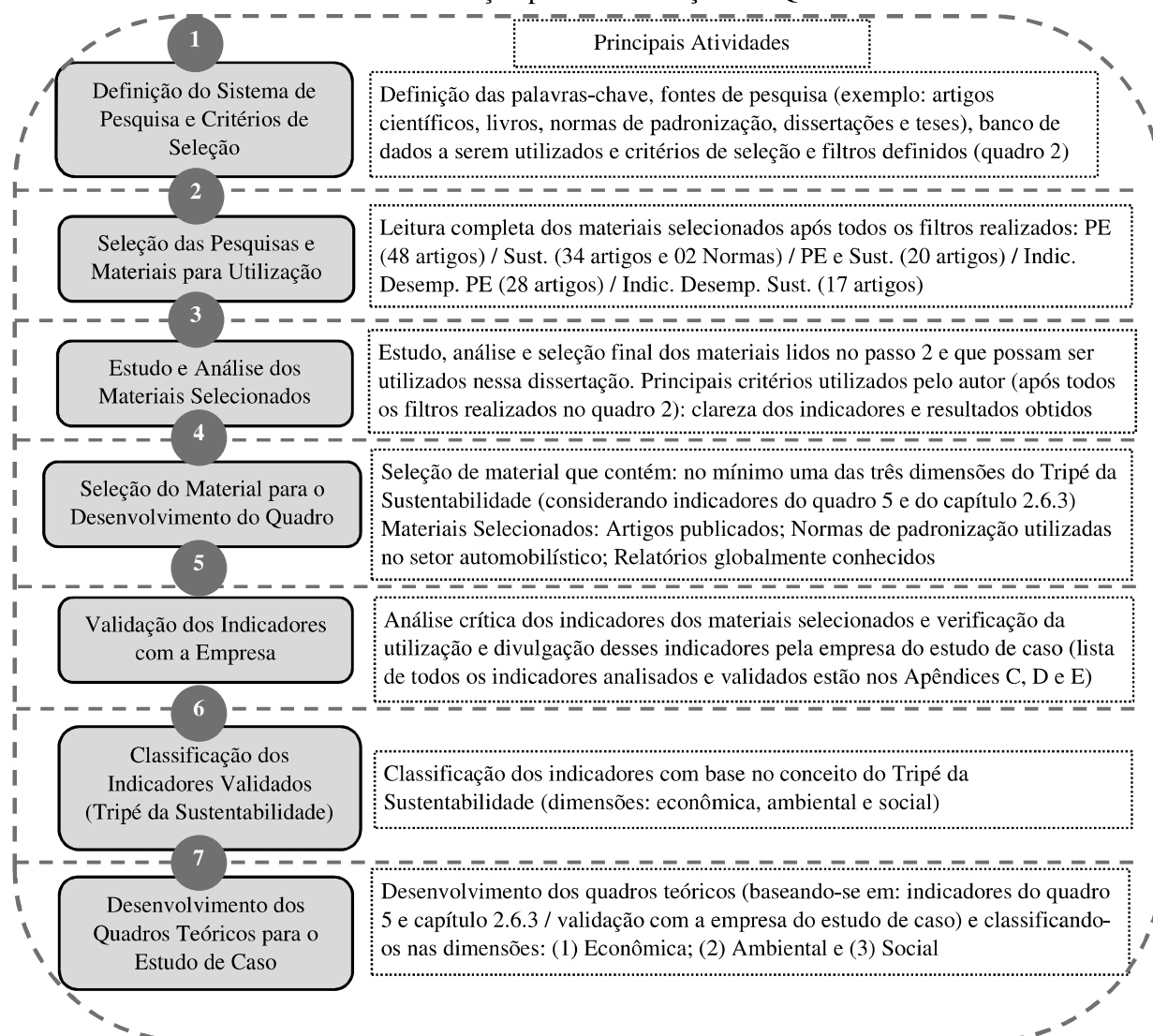
- Método de pesquisa e critérios de seleção demonstrados nos quadros 1 e 2;
- As pesquisas relacionadas ao tema PE e seus indicadores, que foram selecionados pelo autor e estão resumidos no capítulo 2.6.1. (quadro 5) dessa dissertação;
- As pesquisas relacionadas ao tema sustentabilidade e seus indicadores, verificados no capítulo 2.6.3. dessa dissertação;
- O conjunto de indicadores de desempenho identificados e apresentados nos quadros 15, 16 e 17 dessa dissertação;



- O processo de validação do conjunto de 176 indicadores junto com a organização (Apêndices C, D e E) do estudo de caso (para as três famílias de produtos a serem analisadas), seguindo o protocolo de pesquisa (Apêndice A).

Para um melhor entendimento em relação as etapas realizadas para a obtenção do quadro teórico, foram construídos o esquema e a sequência lógica das atividades realizadas para a construção dos quadros teóricos. Isso pode ser visto na figura 7. É importante salientar que todos os critérios adotados pelo autor para a seleção dos indicadores de desempenho foram abordados e discutidos durante o desenvolvimento do método para a realização da pesquisa e critérios de seleção, bem como todo o conteúdo da revisão teórica.

FIGURA 7 – Estruturação para a Construção dos Quadros Teóricos



Fonte: Elaborado pelo Autor

Nos capítulos apresentados abaixo serão mostrados os quadros teóricos desenvolvidos após o processo de validação com a empresa (Apêndices C, D e E). Isso se dá como o resultado dessa sequência de atividades realizadas e apresentadas no quadro 2 e na figura 7. Esses quadros serão utilizados no estudo de caso, com o objetivo principal de responder à questão essencial da pesquisa.

#### 4.3.1. QUADRO TEÓRICO – INDICADORES DE DESEMPENHO ECONÔMICOS

Em relação a dimensão econômica, foi validado e desenvolvido um quadro teórico (Apêndice C) que contém uma relação de dezesseis indicadores. Esses indicadores de desempenho podem ser vistos através do quadro 19:

Quadro 19: Quadro Teórico – Dimensão Econômica

Indicador de Desempenho	Produção Enxuta											Sustentabilidade								
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton <i>et. al.</i> (2003)	Abraham Y. Nahmet <i>et. al.</i> (2004)	Morgan Swineket <i>et. al.</i> (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan <i>et. al.</i> (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C. Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman <i>et. al.</i> (2011)	Christian Hofer <i>et. al.</i> (2012)	Maira C. Sobralet <i>et. al.</i> (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Veleva e Ellenbecker (2001)	Verein Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joung <i>et. al.</i> (2012)	Global Reporting Initiative - GRI (2013)
ROA	1																			
ROI		1													1		1			
Custos Relacionados com Conformidades EHS																1				
Participação no Mercado			1								1				1		1			
Retorno sobre as Vendas	1							1			1	1								
Cresc. e Volume de Vendas			1												1		1			
Cresc. e Faturamento com Vendas											1	1								1
Índice de Reclamação de Clientes																1				
Índice de Devolução de Clientes																1				
Custo da Não Conformidade do Produto (refugos e retrabalhos)	1			1													1			
Produtividade	1														1		1			1
Lucro											1				1		1	1		
Valor do Estoque												1							1	
Giro de Estoque							1				1									
Lead Time Médio	1				1	1	1	1			1									
Custo Total de Produção	1			1		1	1			1					1				1	1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Como pode-se observar no quadro 19, os indicadores relacionados a vendas, clientes e conformidade do produto e estoque tem mais de um indicador a ser monitorado, esses indicadores estão descritos abaixo:

- **Vendas:** retorno sobre as vendas, volume de vendas e faturamento com vendas;
- **Clientes e conformidade do produto:** índice de reclamação de clientes, índice de devolução de clientes e custo da não conformidade do produto (refugos e retrabalhos);
- **Estoque:** valor do estoque, giro de estoque e *lead time* médio.

#### 4.3.2. QUADRO TEÓRICO – INDICADORES DE DESEMPENHO AMBIENTAIS

Em relação a dimensão ambiental, foi validado e desenvolvido um quadro teórico (Apêndice D) que contém uma relação de nove indicadores. Esses indicadores de desempenho podem ser vistos através do quadro 20:

Quadro 20: Quadro Teórico – Dimensão Ambiental

Indicador de Desempenho	Trabalhos Pesquisados na Literatura																			
	Produção Enxuta							Sustentabilidade												
Consumo de Água	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton <i>et. al.</i> (2003)	Abraham Y. Nahmet <i>et. al.</i> (2004)	Morgan Swinckel <i>et. al.</i> (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan <i>et. al.</i> (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wenpe (2008)	T. Saurin e C.Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman <i>et. al.</i> (2011)	Christian Hofer <i>et. al.</i> (2012)	Matra C. Sobralet <i>et. al.</i> (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Veleva e Ellenbecker (2001)	Verein Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Jung <i>et. al.</i> (2012)	Global Reporting Initiative - GRI (2013)
Quantidade Total de Água Reciclada e Reutilizada														1	1	1	1	1	1	1
Consumo de Energia														1	1	1	1	1	1	1
Quantidade de Energia por Fontes Renováveis															1	1	1	1		1
Ciclo de Vida do Produto														1	1	1				
Quantidade de Produto Reciclado ou Reutilizado															1	1	1	1		1
Quantidade de Embalagens Retornáveis															1		1			
Quantidade de Embalagens Biodegradáveis																1				
Custo com Não Conformidades Ambientais															1	1	1			1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Como pode-se observar no quadro 20, os indicadores relacionados ao recurso água, bem como a energia, o ciclo de vida e embalagens retornáveis e biodegradáveis

possuem mais de um indicador de desempenho a ser monitorado, esses indicadores estão descritos abaixo:

- **Água:** consumo de água e quantidade de água reciclada e reutilizada;
- **Energia:** consumo de energia e quantidade de energia por fontes renováveis;
- **Ciclo de vida:** ciclo de vida do produto, quantidade de produto reciclado ou reutilizado;
- **Embalagens retornáveis e biodegradáveis:** quantidade de embalagens retornáveis e quantidade de embalagens biodegradáveis.

#### 4.3.3. QUADRO TEÓRICO – INDICADORES DE DESEMPENHO SOCIAIS

Em relação a dimensão ambiental, foi validado e desenvolvido um quadro teórico (Apêndice E) que contém uma relação de doze indicadores. Esses indicadores de desempenho podem ser vistos através do quadro 21:

Quadro 21: Quadro Teórico – Dimensão Social

Indicador de Desempenho	Trabalhos Pesquisados na Literatura																			
	Produção Enxuta							Sustentabilidade												
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton <i>et. al.</i> (2003)	Abraham Y. Nahmz <i>et. al.</i> (2004)	Morgan Swinckel <i>et. al.</i> (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan <i>et. al.</i> (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C. Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman <i>et. al.</i> (2011)	Christian Hofer <i>et. al.</i> (2012)	Maitra C. Sobral <i>et. al.</i> (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Veleva e Ellenbecker (2001)	Verein Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joung <i>et. al.</i> (2012)	Global Reporting Initiative - GRI (2013)
Quantidade de Acidentes com e sem Afastamento																				
Quantidade de Dias Perdidos por Acidentes																	1	1	1	1
Quantidade de Dias Perdidos por Doenças Ocupacionais																	1	1	1	1
Rotatividade dos Colaboradores																	1	1		1
Quantidade de Horas de Treinamento por Colaborador														1			1	1		1
Custo para o Desenvolvimento de Pessoas																		1		
Satisfação dos Colaboradores										1							1		1	1
Satisfação dos Clientes								1			1								1	1
Quantidade de Sugestões por Colaborador																	1			
Quantidade de Colaboradores que Participam e Sugerem Ideias																	1	1		
Custo Despendido com Despesas Comunitárias																				1
Contribuições de Caridade e Quantidade de Programas Comunitários																	1		1	1

Fonte: Elaborado pelo Autor

Como pode-se observar no quadro 21, os indicadores relacionados a saúde e segurança, treinamento, programas de sugestões e melhorias e programas comunitários possuem mais de um indicador de desempenho a ser monitorado, esses indicadores estão descritos abaixo:

- **Saúde e segurança:** quantidade de acidentes com e sem afastamento, quantidade de dias perdidos por acidentes e quantidade de dias perdidos por doenças ocupacionais;
- **Treinamento:** quantidade de horas de treinamento por colaborador e custo para o desenvolvimento de pessoas;
- **Programas de sugestões e melhorias:** quantidade de sugestões por colaborador e quantidade de colaboradores que participam e sugerem ideias;
- **Programas comunitários desenvolvidos:** custo despendido com despesas comunitárias e contribuições de caridade, quantidade de programas comunitários.

#### 4.3.4. DETALHAMENTO DOS INDICADORES DE DESEMPENHO

Baseando-se nos quadros teóricos desenvolvidos para esse estudo de caso, foram construídas tabelas com o intuito de mostrar todos os indicadores e, sobretudo, explicar o objetivo e unidade de medida de cada um deles, lembrando que por exigência da empresa, no momento de fazer a comparação dos indicadores, a base a ser utilizada é a variação percentual em relação aos resultados encontrados.

Nas tabelas abaixo, todos os indicadores que foram definidos nos quadros teóricos e apresentados anteriormente e que serão usados para efeito de comparação dos resultados (dados retrospectivos em relação aos anos de 2010 e 2011 e os dados longitudinais que correspondem ao período pós implantação das práticas da PE) nesse estudo de caso foram detalhados.

TABELA 2: Detalhamento dos Indicadores Econômicos do Estudo de Caso (elaborado pelo autor)

<b>Indicador</b>	<b>Objetivo de Mensurar o Indicador para a Empresa</b>	<b>Unidade de Medida</b>
Retorno sobre o Ativo (ROA)	Identificar o percentual de retorno que a empresa terá através da aplicação de novos recursos (equipamentos, instalações, tecnologia, etc.) para a realização de um novo projeto ou através da adoção das práticas de melhoria contínua	%
Retorno sobre o Investimento (ROI)	Identificar o percentual de retorno que a empresa sobre o investimento feito para a realização de um novo projeto e/ou adoção das práticas de melhoria contínua	%
Custos Relacionados com Conformidades EHS	Identificar o custo despendido com assuntos relacionados a ergonomia, saúde e segurança, bem como o custo para o pagamento de multas, passivos e outros assuntos correlatos	R\$ mil
Participação no Mercado	Analisar como está a evolução da empresa em relação ao mercado, este indicador é mundialmente conhecido como <i>Market Share</i> , ou seja, qual é a posição no mercado que a empresa tem para cada linha de produtos e/ou unidade de negócio	%
Retorno sobre as Vendas	Analisar cada linha / família de produto em relação as vendas e seu retorno financeiro	%
Crescimento do Volume de Vendas	Analisar o comportamento e aceitação do mercado em relação a determinado produto	Unidades mil
Faturamento com Vendas	Verificar o faturamento obtido com cada linha / família de produto	R\$ milhões
Custo de Refugo e Retrabalho	Identificar o custo obtido pela produção de refugos e pela adição de atividades “extras” (retrabalho)	R\$ mil
Índice de Reclamação de Clientes	Verificar o atendimento aos requisitos dos clientes, bem como a sua aceitação em relação ao produto	%
Índice de Devolução de Clientes	Verificar o atendimento aos requisitos dos clientes, bem como a confiabilidade do produto	%
Produtividade da Mão de Obra	Identificar a produtividade obtida pela mão de obra para a fabricação dos produtos	Unidades/Colaborador
Lucro Líquido	Identificar o lucro obtido com a venda dos produtos (considerando os impostos e taxas pagas)	R\$ milhões
<i>Lead time</i> do Produto	Identificar o tempo de atravessamento para a fabricação do produto (desde o pedido do cliente ao faturamento do produto acabado)	Dias
Giro de Estoque	Representa a quantidade de vezes que cada um dos itens foi renovado dentro de um período	Valor Absoluto
Valor do Estoque	Identificar o valor da matéria prima, material em processo e produto acabado dentro da organização	R\$ milhões
Custo Total de Produção	Identificar o percentual do custo total para a produção em relação ao faturamento do produto	%

TABELA 3: Detalhamento dos Indicadores Ambientais do Estudo de Caso (elaborado pelo autor)

<b>Indicador</b>	<b>Objetivo de Mensurar o Indicador para a Empresa</b>	<b>Unidade de Medida</b>
Consumo Total de Água	Identificar a quantidade de água consumida pela empresa no período	m <sup>3</sup> (mil)
Quantidade Total de Água Reciclada e Reutilizada	Verificar a quantidade de água que foi reaproveitada pela empresa no período (no processo ou para atividades secundárias)	%
Consumo Total de Energia	Identificar a quantidade de energia consumida pela empresa no período	MWh
Quantidade de Energia Gerada por Fontes Renováveis	Verificar a quantidade de energia gerada através de fontes renováveis pela empresa no período	%
Ciclo de Vida do Produto	Identificar o tempo previsto para o ciclo de vida do produto produzido pela empresa	Anos
Quantidade de Produto Reciclado ou Reutilizado	Verificar a quantidade de produto, componentes e resíduos que são reciclados ou reutilizados no processo pela empresa	%
Quantidade de Embalagens Retornáveis	Verificar a quantidade de embalagens que possuem o “ciclo fechado” entre fornecedor e empresa e entre empresa e cliente (embalagens que são retornadas ao processo anterior)	%
Quantidade de Embalagens Biodegradáveis	Identificar a quantidade de embalagens biodegradáveis que são utilizadas no processo industrial em relação ao total de embalagens utilizadas	%
Custo com Não Conformidades Ambientais	Identificar os custos associados com a não conformidade ambiental (multas, passivos, etc.)	R\$ mil

TABELA 4: Detalhamento dos Indicadores Sociais do Estudo de Caso (elaborado pelo autor)

<b>Indicador</b>	<b>Objetivo de Mensurar o Indicador para a Empresa</b>	<b>Unidade de Medida</b>
Quantidade de Acidentes com e sem Afastamento	Verificar a quantidade de acidentes dentro da empresa (colaboradores diretos e indiretos)	Valor Absoluto
Quantidade de Dias Perdidos por Acidentes	Identificar a quantidade de dias perdidos devido a ocorrência de acidentes de trabalho (incluindo acidentes de trajeto)	Dias
Quantidade de Dias Perdidos por Doenças Ocupacionais	Identificar a quantidade de dias perdidos devido a ocorrência de doenças ocupacionais (provenientes das atividades feitas pelos colaboradores)	Dias
Rotatividade dos Colaboradores	Identificar a relação entre admissões e demissões ou à taxa de substituição de trabalhadores antigos por novos dentro da empresa	%
Quantidade de Horas de Treinamento por Colaborador	Verificar o tempo investido pela empresa para a qualificação dos colaboradores	h/Colaborador
Custo para o Desenvolvimento de Pessoas	Identificar o custo obtido para o desenvolvimento dos colaboradores da empresa	R\$ mil/Colaborador
Satisfação dos Colaboradores	Avaliar o nível de satisfação dos colaboradores dentro da empresa, através do resultado das pesquisas de satisfação realizadas anualmente pela empresa	%
Satisfação dos Clientes	Avaliar o nível de satisfação dos clientes em relação a: entrega, qualidade e custo (através dos indicadores que medem a satisfação dos clientes em relação a empresa)	%
Quantidade de Sugestões por Colaborador	Verificar o nível de participação dos colaboradores através da quantidade de sugestões para o processo de melhoria contínua dentro da empresa	Sugestões/Colaborador
Quantidade de Colaboradores que Participam e Sugerem Ideias	Verificar o nível de participação dos colaboradores através da quantidade de pessoas em relação ao total que sugerem ideias para o processo de melhoria contínua dentro da empresa	%
Custo Despendido com Despesas Comunitárias e Contribuições de Caridade	Avaliar o custo despendido pela empresa com programas sociais e comunitários	R\$ mil
Quantidade de Programas Comunitários	Identificar a quantidade de programas comunitários nos quais a empresa está inserida	Posição



#### 4.4. DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO

Na empresa foco do estudo de caso foram implementadas algumas das práticas da PE em três cadeias de valores que são compostas pelos seguintes processos (desde entrega da matéria prima pelo fornecedor até a entrega de produto final ao cliente): recebimento de matéria prima, manufatura de desbaste, tratamento térmico e termoquímico, manufatura de acabamento, área de montagem de “kits” de materiais manufaturados, linhas de montagens do produto final, pintura e expedição.

Para um entendimento melhor em relação a forma de implantação das práticas da PE, bem como a interface dessa forma de adoção com os seus princípios, foi elaborado o quadro 22:

Quadro 22: Implantação do Estudo de Caso e os Princípios de PE

Princípio	Visão da Empresa	Forma de Implantação
Identificar Valor	A empresa gera valor através da venda de produtos de alta tecnologia, com melhor mobilidade urbana, menor consumo de combustível e alta durabilidade no mercado em que atua	- Atuação forte em P&D - Desenvolvimento de novas patentes - Busca por novos mercados
Identificar a Cadeia de Valor	Estudar a cadeia de valor dos produtos definidos como estratégicos pela empresa e identificar as atividades que geram e não geram valor para os clientes	- Identificar os produtos importantes - Utilização do MFV
Introduzir o Fluxo Contínuo	Eliminar e/ou reduzir as atividades que não agregam valor ao produto final (desperdícios) e estabelecer uma mudança cultural	- Analisar o MFV e identificar os desperdícios - Propor melhorias e definir as práticas a serem adotadas
Puxar a Produção	Produzir conforme a demanda do cliente	- Aplicação da ferramenta Kanban
Buscar a Perfeição (Kaizen)	Busca pelo aperfeiçoamento contínuo dos processos, pessoas, produtos, tecnologia, custos e aspectos ambientais e sociais	- Incentivo a aplicação de práticas de melhoria contínua - Adoção de pequenas melhorias e investimento em tecnologia

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para um melhor detalhamento sobre a implantação das práticas de PE, a empresa foco do estudo de caso adotou a sua metodologia de aplicação dessas práticas através dos passos importantes para a implantação e definidos por Rother e Shook (2003):

**1. Definição dos produtos representativos:** para a definição dos produtos representativos da empresa, foram considerados seis fatores principais: posicionamento estratégico da

cadeia de produto, etapa do ciclo de vida, volume produzido, faturamento, custo do estoque e custo de produção.

2. **Definição da cadeia de produto “piloto” e planejamento da implantação em outras cadeias de produtos:** dentre as três cadeias de produtos escolhidas, foi definida a cadeia de produto piloto para a adoção das práticas da PE (unidade de análise 1), novamente utilizando os mesmos critérios adotados no item anterior.
3. **Mapeamento do estado inicial:** a ferramenta utilizada para realizar o diagnóstico da situação atual nas cadeias de valores em que se encontravam as famílias de produtos definidas foi o MFV, o qual está descrito na figura 8. O período em que foi realizado o MFV do estado inicial foi no ano de 2010.

A partir dos dados fornecidos pela empresa em relação ao MFV que foi realizado, foi possível obter alguns indicadores relevantes, apresentados na tabela 5:

TABELA 5: Principais Indicadores do MFV – Estado Inicial

Variável	Unid. Análise 1	Unid. Análise 2	Unid. Análise 3
<i>Lead Time</i> Total (no momento do mapeamento)	28 dias	40 dias	30 dias
Tempo de Agregação de Valor	17,2 horas	18,0 horas	17,5 horas
% de Valor Agregado	2,56%	1,88%	2,43%
Quantidade de Componentes Manufaturados	16 componentes	14 componentes	10 componentes

4. **Identificação dos desperdícios e oportunidades de melhorias:** nessa etapa foi feita uma análise crítica pela equipe, com o intuito de identificar os desperdícios e definição das oportunidades de melhorias na empresa do estudo de caso. Dessa análise crítica, foram definidas algumas melhorias e, por conseguinte, as práticas da PE a serem adotadas pela empresa, conforme descrito abaixo:
  - ✓ Melhoria da estabilidade dos equipamentos, devido as paradas por quebras e falta de manutenção preventiva e planejada;
  - ✓ Nivelamento e balanceamento da produção nas linhas de montagens: através de acordo logístico junto ao cliente, no qual foi definido uma “zona de congelamento” da programação pelo período de quatro semanas;
  - ✓ Criação de supermercado no processo de atendimento a expedição e sistema de programação “puxada” pelo cliente via Kanban;
  - ✓ Programação “puxada” pelo processo de expedição via Kanban;

- ✓ Alteração do layout das linhas de montagens e balanceamento das atividades com implantação do trabalho padronizado (atividades operacionais e de setups);
- ✓ Nivelamento e balanceamento da produção nas células de manufatura: através de acordo logístico junto ao fornecedor, no qual foi definido uma “zona de congelamento” da programação pelo período de quatro semanas;
- ✓ Programação “puxada” pelo cliente interno via Kanban;
- ✓ Alteração do layout para o processo de montagem de “Kits” para as montagens;
- ✓ Programação “puxada” pelo cliente interno (montagem dos “kits”) via Kanban;
- ✓ Alteração do layout da área de manufatura, utilizando o conceito de manufatura celular (fase de acabamento – pós-tratamento térmico), redução dos tempos de setups e sistema de programação “puxada” pela demanda do cliente;
- ✓ Treinamento sobre os diferentes processos de manufatura e linhas de montagem.
- ✓ Criação do fluxo contínuo e FIFO entre os processos de tratamento térmico e manufatura e sistema de programação “puxada” pela demanda do cliente;
- ✓ Alteração do layout da área de manufatura, utilizando o conceito de manufatura celular, redução dos tempos de setups e programação “puxada” pela demanda do cliente;
- ✓ Criação da programação “puxada” junto ao fornecedor via kanban.
- ✓ Implantação da cultura 5S nas áreas produtivas e de suporte, melhorando o ambiente de trabalho, mantendo-o organizado, padronizado e valorizando o aspecto humano.

A tabela 6 demonstra a relação entre as oportunidades de melhorias identificadas na análise crítica realizada pelo time do projeto como os princípios e práticas da PE:

TABELA 6: Relação entre as Oportunidades de Melhorias Levantadas e a Produção Enxuta

Oportunidade de Melhoria	Princípio Envolvido	Prática Adotada
Melhoria na estabilidade dos equipamentos	- Identificar valor - Introduzir fluxo contínuo - Puxar a produção	- TPM - 5S
Nivelamento e balanceamento junto ao cliente e ao fornecedor	- Identificar valor - Puxar a produção	- Acordos logísticos (congelamento da demanda – 4 semanas) - Balanceamento da produção pela demanda - Kanban
Criação de supermercados e programação “puxada”	- Puxar a produção	- Kanban
Alteração de layout nas linhas de montagens e manufatura	- Introduzir fluxo contínuo - Buscar a perfeição	- Manufatura Celular - MPT
Implantação de atividades padronizadas (operacionais e set-up)	- Introduzir fluxo contínuo - Buscar a perfeição	- SMED - Trabalho Padronizado
Criação de fluxo contínuo e FIFO	- Identificar valor - Puxar a produção	- Kanban - Manufatura Celular
Implantação e adequação das áreas produtivas e de suporte	- Buscar a perfeição	- 5S
Treinamentos dos processos e atividades operacionais em geral	- Identificar valor - Buscar a perfeição	- Treinamento - Colaborador multifuncional

**5. Mapeamento do estado futuro (após a implantação das melhorias identificadas):** após a análise crítica e a definição dos principais pontos de melhorias a serem implantados pela empresa, foi desenvolvido o MFV do estado futuro, conforme demonstrado na figura 9, bem como o objetivo em relação aos indicadores observados no MFV, que podem ser verificados na tabela 7:

TABELA 7: Principais Indicadores do MFV – Estado Futuro (Após a Implantação)

Variável	Unid. Análise 1	Unid. Análise 2	Unid. Análise 3
Lead Time Total (no momento do mapeamento)	9 dias	11 dias	9 dias
Tempo de Agregação de Valor	17,2 horas	18,0 horas	17,5 horas
% de Valor Agregado	7,96%	6,82%	8,10%
Quantidade de Componentes Manufaturados	13 componentes	12 componentes	10 componentes

FIGURA 8 – Mapa de Fluxo de Valor – Estado Inicial (fonte: Empresa Foco)

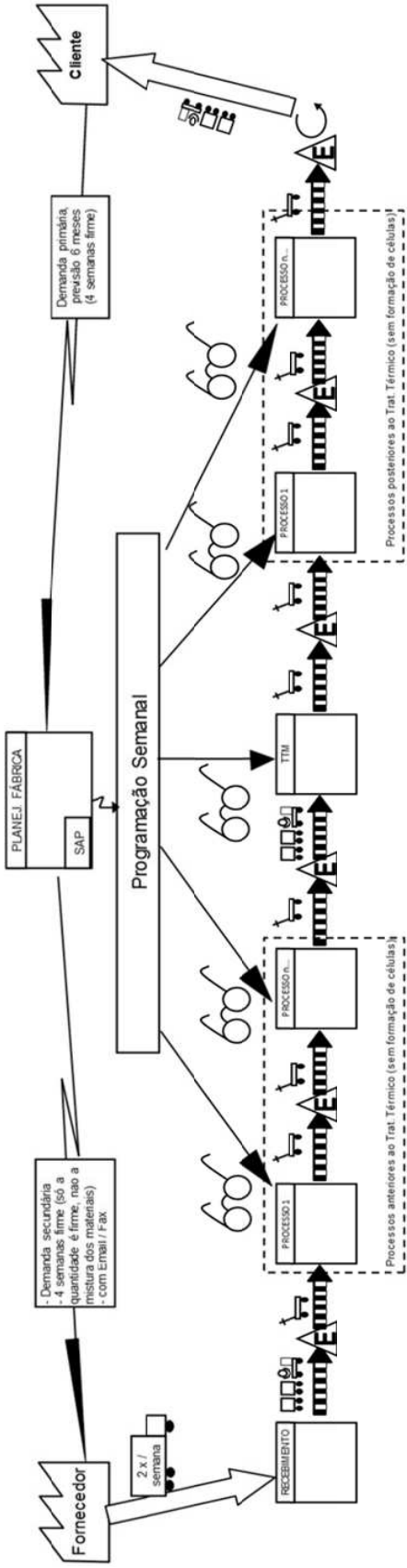
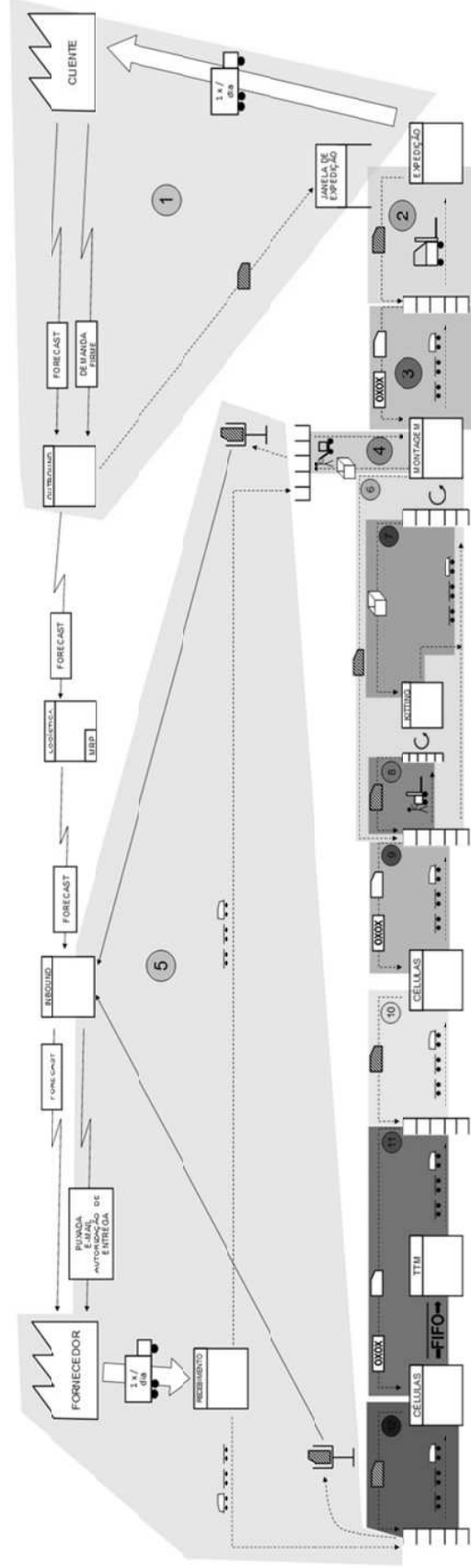


FIGURA 9 – Mapa de Fluxo de Valor – Estado Futuro – Após a Implantação (fonte: Empresa Foco)



O período de implantação do MFV estado futuro nas três unidades de análises selecionadas foi durante o ano de 2011, ao final do mesmo ano, iniciou-se o período de monitoramento e controle para avaliar a atendimento aos objetivos previamente estabelecidos e planejados pelo time de implantação do projeto.

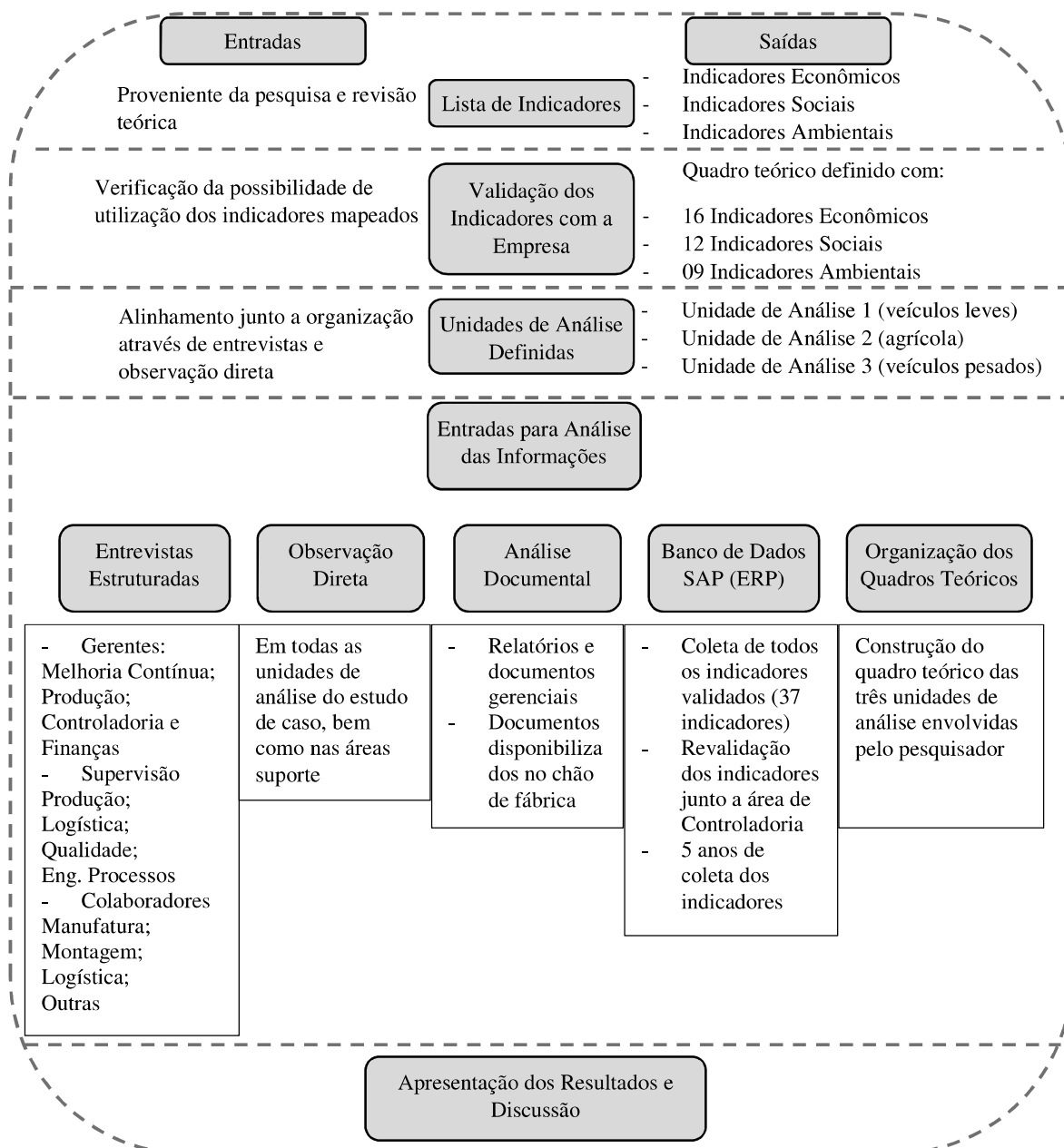
- 6. Definição e implantação do plano de ação:** nessa etapa foram definidas as ações, com os respectivos responsáveis, prazos, custos envolvidos e outras informações pertinentes.

## 5. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esse capítulo traz os resultados obtidos através da pesquisa realizada nesse estudo de caso, bem como a discussão e interpretação desses resultados. Para demonstrar os resultados obtidos, serão considerados os quadros teóricos validados juntamente com a organização e desenvolvidos para o estudo de caso, bem como as informações consolidadas através das entrevistas presenciais.

Para um melhor entendimento da forma em que foi estruturada a análise desses resultados, a figura 10 demonstra o esquema elaborado pelo autor para a realização da análise dos dados, conforme abaixo:

FIGURA 10 – Estruturação para a Obtenção e Análise dos Resultados (Elaborado pelo Autor)



### 5.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DAS ENTREVISTAS PRESENCIAIS

Baseando-se nas entrevistas realizadas juntamente com colaboradores de diversas áreas da empresa e nos três diferentes níveis hierárquicos (gerentes, supervisores e colaboradores), pode-se observar alguns pontos importantes que estão na tabela 8 e podem ser encontrados no questionário (Apêndice A):

TABELA 8: Resultados Coletados nas Entrevistas Presenciais em Relação a Caracterização e Conhecimento do Colaborador (Elaborado pelo Autor)

Item Avaliado	Nível Hierárquico							
	Gerentes	Supervisores	Colaboradores Diretos	Colaboradores Área Suporte	Gerentes	Supervisores	Colaboradores Diretos	Colaboradores Área Suporte
Item Avaliado	Quantidade de Entrevistados				Resultado Médio			
Tempo de atuação na empresa (anos)					9,5	8	7	5
Tempo de atuação na função (anos)					5	4,5	4,5	3
Quantidade de colaboradores sob sua responsabilidade	5	6	9	5	MC-7 PR-225 FI-80	PR-65 LG-40 QA-15 EP-16	N/A	N/A
Conhecimento em relação as práticas da PE								
Kaizen					MS	S	S	S
5S					S	S	S	S
MFV					S	NSI	NSI	NSI
MPT					NSI	NSI	S	I
JIT e Kanban					S	S	S	S
SMED					MS	S	S	NSI
Manufatura Celular	5	6	9	5	MS	MS	MS	S
Trabalho Padronizado					S	S	MS	S
Programas da Qualidade					S	NSI	S	S
Programas de Melhoria Contínua					MS	S	S	S
Engenharia e Processos de Produção					S	I	NSI	S
Logística e Sistemas de Transporte					S	I	NSI	S
Forma de transferência de conhecimento								
Treinamento Teórico								
Treinamento Prático								
Treinamento Teórico e Prático	5	6	9	5	X	X	X	X
Participação em Projetos de Implantação					X	X	X	X
Nível de comprometimento e conhecimento dos colaboradores na planta	5	6	9	5	MS	S	S	S

**Legenda:** MC (Melhoria Contínua), PR (Produção), FI (Finanças), LG (Logística), QA (Qualidade), EP (Engenharia de Processos), N/A (Não Aplicável), MS (Muito Satisfatório), S (Satisfatório), NSI (Nem Satisfatório/Insatisfatório), I (Insatisfatório), MI (Muito Insatisfatório), X (Item Selecionado)



Analisando a tabela 8, pode-se observar algumas características interessantes em relação ao nível de conhecimento dos diferentes níveis hierárquicos. Baseando-se nas informações obtidas através das entrevistas e também na observação direta por parte do pesquisador, pode-se afirmar que:

- **Caracterização dos colaboradores:** identifica-se que em todos os níveis hierárquicos já ocorreram mudanças nas funções dos colaboradores dentro da empresa, porém não se consegue afirmar que essas mudanças fazem parte de um plano de carreira desenvolvido pela empresa, desempenho do colaborador ou necessidade da empresa. Fica evidente que o nível de satisfação em todos os níveis é bom e isso pode ser verificado no nível de comprometimento das pessoas;
- **Conhecimento em relação as práticas da produção enxuta:** para esse item, o pesquisador fará uma análise subdividindo-o pelo respectivo nível hierárquico, conforme abaixo:
  - ✓ Gerentes: percebe-se um engajamento muito grande por parte do nível gerencial da empresa estudada, todos os gerentes mencionaram a importância da participação em projetos de implantação das práticas da PE como parte do seu processo de desenvolvimento e, por conseguinte, promoções e reconhecimento por parte da alta administração da organização.
  - ✓ Supervisores: durante a entrevista ficou evidenciado que o direcionamento por parte do nível gerencial para os supervisores em relação as práticas da PE é bem claro. Os supervisores entendem a importância da implantação dessas práticas e também incentivam seus colaboradores em relação a disciplina para que as práticas adotadas se tornem sustentáveis ao longo do tempo. Como um ponto a ser desenvolvido, pode-se destacar uma maior interação com as áreas suporte e que afetam o processo de implantação, além disso, um envolvimento maior desse nível hierárquico na etapa de planejamento e mapeamento das áreas de implantação.
  - ✓ Colaboradores diretos: é importante salientar o nível de maturidade desse nível hierárquico em relação a operacionalização das práticas adotadas e o orgulho dos mesmos para mostrar o que foi implementado no seu respectivo local de trabalho. Vale destacar o aspecto da gestão à vista adotado pela empresa, de forma

transparente e com procedimentos e indicadores que apresentam de forma adequada as atividades a serem realizadas, bem como os resultados esperados, sendo inteligíveis para o público alvo. Como um ponto de melhoria, pode-se identificar a possibilidade de envolvê-los em atividades de mapeamento do fluxo de valor para aumentar o nível de conhecimento desses.

- ✓ Colaboradores das áreas suporte: percebe-se uma integração muito grande entre os colaboradores das áreas entrevistadas, bem como uma comunicação clara e conhecimento técnico bons. É importante salientar que grande parte das áreas de suporte são envolvidas desde o início do processo de implantação, seguindo as etapas da implantação definidas pela empresa e já detalhados anteriormente nessa dissertação.

- **Forma de transferência do conhecimento:** através das entrevistas e observações diretas por parte do pesquisador, esse é um ponto de muito destaque dessa empresa. A empresa possui um programa de treinamentos robusto, com uma “Universidade do Conhecimento” interna, desenvolvimento de multiplicadores internos, programa de integração de novos colaboradores, entre outros. Outro ponto de destaque em relação a transferência de conhecimento específico das práticas da PE é que a empresa tem uma área dedicada para disseminar o conhecimento e participar da implantação dos projetos e, pelo que foi identificado, a existência dessa área é parte da estratégia da organização de forma global.

Em relação as etapas 5 e 6 do questionário (Apêndice A), foram analisados a forma de implantação das práticas da PE e como é realizada a definição e utilização dos indicadores pela empresa estudada, bem como o foco da mensuração desses indicadores de desempenho. As informações obtidas estão resumidas na tabela 9:

TABELA 9: Resultados Coletados nas Entrevistas Presenciais em Relação a Implantação e Definição dos Indicadores de Desempenho (Elaborado pelo Autor)

Item Avaliado	Nível Hierárquico							
	Gerentes	Supervisores	Colaboradores Diretos	Colaboradores Área Suporte	Gerentes	Supervisores	Colaboradores Diretos	Colaboradores Área Suporte
Item Avaliado	Quantidade de Entrevistados				Resultado Médio			
<b>Forma de Implantação das Práticas da PE</b>								
Como foi o processo de implantação	5	6	9	5	S	S	MS	S
Foram encontradas barreiras para a implantação					Sim	Sim	Talvez	Talvez
Envolvimento dos níveis hierárquicos em relação ao processo de implantação								
Presidência/Diretoria					S	N/A	N/A	N/A
Gerência					S	S	S	S
Supervisão	5	6	9	5	S	S	S	S
Colaboradores Diretos					S	MS	MS	S
Colaboradores Indiretos					S	S	MS	MS
Atendimento aos objetivos definidos	5	6	9	5	PA	PA	TA	PA
<b>Definição e Utilização dos Indicadores</b>								
Foco da empresa ao mensurar o desempenho das práticas da PE	5	6	9	5	FI SO	FI	FI	FI

**Legenda:** N/A (Não Aplicável), MS (Muito Satisfatório), S (Satisfatório), NSI (Nem Satisfatório/Insatisfatório), I (Insatisfatório), MI (Muito Insatisfatório), PA (Parcialmente Atendido), TA (Totalmente Atendido), FI (Financeiro), SO (Social), AM (Ambiental)

Pelos resultados obtidos na tabela 9, pode-se considerar alguns fatores importantes em relação ao que foi verificado através das entrevistas e observações diretas feitas pelo pesquisador. De forma sucinta, segue as considerações do pesquisador em relação aos pontos abordados:

- **Forma de implantação das práticas da produção enxuta:** percebe-se um nível de satisfação bom em relação a condução do processo de implantação em todos os níveis hierárquicos que participaram da entrevista. Além disso, é importante salientar que esse processo de implantação e a adoção das práticas da PE fazem parte das diretrizes alta administração da organização, sendo um aspecto importante para verificar o nível de comprometimento e conhecimento por parte dos diferentes níveis hierárquicos, bem como o nível de maturidade com o qual

esse assunto é tratado por todos os envolvidos. Outro ponto informado pelos entrevistados é em relação as barreiras para a implantação dessas práticas, para os níveis de gerência e supervisão foram abordados, sobretudo, o aspecto da mudança cultural e de comportamento por todos os níveis, o que inicialmente acabou gerando “desconforto” por parte de todos. Porém, os mesmos enfatizam que quando essa nova filosofia foi entendida e absorvida dentro da organização, o senso de colaboração mútua ficou muito evidente.

- **Definição e utilização dos indicadores:** em relação a esse ponto, pode-se identificar que a adoção das práticas enxutas pela empresa estudada tem um foco na parte financeira. Todos os níveis hierárquicos citaram a importância dessas práticas para a obtenção de: menores custos (produtivos, estoques, entre outros), aumento da produtividade, aumento da flexibilidade de entrega e outros fatores financeiros. Somente no nível gerencial foi acrescentado o aspecto social, sobretudo, em relação a melhoria dos aspectos ergonômicos e de segurança, rotatividade dos colaboradores, satisfação dos colaboradores e treinamento. Nenhum dos níveis hierárquicos associaram a dimensão ambiental como um reflexo da adoção das práticas da PE.

Complementando os pontos observados acima, vale salientar que a área de Controladoria e Finanças auxiliou ao pesquisador de forma muito importante, mostrando a estruturação dos indicadores de desempenho, forma de coleta das informações, bem como uma abertura por parte da empresa para que os resultados obtidos através da adoção das práticas da PE fossem medidos através de indicadores de desempenho propostos nos quadros teóricos pelo pesquisador dessa dissertação.

## 5.2 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS ATRAVÉS DOS QUADROS TEÓRICOS

Nesse capítulo serão analisados os resultados obtidos e organizados nos quadros teóricos propostos pelo pesquisador em conjunto com a organização. Para a organização das informações, divulgação dos resultados e discussão em relação aos mesmos foram utilizados, sobretudo, o sistema de informação e gerenciamento da empresa avaliada, análise documental por parte do pesquisador e pontos identificados na observação direta nas três unidades de análise. Para um melhor entendimento e discussão dos resultados, os resultados serão apresentados separadamente pelas dimensões propostas: econômica, ambiental e social.

### 5.2.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS – INDICADORES ECONÔMICOS:

Nesse tópico serão avaliados os resultados obtidos em relação aos indicadores de desempenho selecionados e propostos pelo pesquisador, baseando-se em indicadores de desempenho estudados e mencionados durante a revisão teórica dessa dissertação. Essa análise será feita através das informações coletadas no sistema de informação e gerenciamento da empresa, bem como a análise documental dos relatórios gerenciais, programas adotados pela empresa e informações levantadas durante a entrevista presencial e observação direta.

Os resultados que serão apresentados na tabela 10, correspondem a análise realizada do período de 2010 a 2015. A partir desses resultados, pode-se concluir alguns aspectos relevantes para o trabalho e que serão apresentados logo a seguir:

- **Indicadores de desempenho estratégicos:**

- ✓ ROA e ROI: esses indicadores foram utilizados para a aprovação do projeto de implantação das práticas da PE, bem como de todos os investimentos envolvidos no mesmo. Portanto, o retorno calculado e confirmado pela área de finanças da empresa (após a implantação) de 24,7% mostra que a adoção dessas práticas trouxe um retorno positivo sobre o capital investido.

Através das entrevistas presenciais e da análise documental, percebe-se que na visão da empresa utilizada para o estudo de caso, esses indicadores estratégicos se mostraram bons indicadores de desempenho para auxiliar na tomada de decisão em relação a implantação de um novo projeto, investimento, etc.

Através da análise desses indicadores, os gestores podem tomar decisões importantes em relação ao futuro da empresa e os especialistas podem obter uma aprovação de um determinado investimento baseando-se no retorno que este investimento trará para a organização. Além disso, através das entrevistas presenciais com os gestores e, sobretudo, os representantes da área financeira, foi evidenciado a importância da utilização e análise dos indicadores de desempenho ROA e ROI.

- **Indicadores de desempenho operacionais:**

- ✓ O conjunto composto por quatorze indicadores de desempenho da dimensão econômica e que podem mensurar o desempenho operacional da empresa do estudo de caso, demonstrou de uma maneira geral uma tendência de melhoria nos indicadores nas áreas nas quais foram implantadas as práticas da PE.

Para realizar a coleta e análise dos resultados, bem como a viabilidade desses indicadores selecionados para o contexto de implantação das práticas da PE foram utilizadas as seguintes fontes de informações:

- Entrevistas estruturadas (Apêndice A);
- Observações diretas no chão de fábrica: essas observações foram realizadas com o acompanhamento de funcionários da empresa e foram realizadas tanto nas unidades de análise que fazem parte do estudo de caso, como as outras unidades em que as práticas da PE não foram implantadas;
- Análise documental: foram considerados documentos como a carta do projeto, o cronograma de implantação, gráficos de desempenho e monitoramento dos resultados, informações divulgadas para o chão de fábrica e áreas suporte, etc.;
- Coleta dos resultados no banco de dados: os resultados consolidados na tabela 9, foram provenientes do sistema de informação oficial da empresa para o gerenciamento dos resultados e validados com a área de controladoria e finanças.

Através da triangulação dessas informações, foi possível identificar que a implantação das práticas da PE contribuiu de forma positiva para o processo de melhoria contínua da organização em questão, bem como que a utilização dos indicadores de desempenho da dimensão econômica selecionados poderão ser úteis para a mensuração de futuros investimentos e/ou a implantação dessas práticas em outras unidades de análise.

Outro ponto importante é em relação a facilidade de obtenção dos dados na empresa estudada. Essa empresa possui um sistema gerencial avançado no qual é possível coletar e analisar as informações e resultados de forma rápida e satisfatória, em contrapartida, do ponto de vista do autor, mesmo que não se tenha um sistema gerencial avançado, é possível fazer a mensuração desses indicadores de desempenho de sustentabilidade.

Para finalizar, é importante verificar que todos os indicadores de desempenho de sustentabilidade da dimensão econômica que foram levantados (quadro 15) tem uma preocupação em mensurar os resultados de diferentes áreas e funções organizacionais, tais como: produção, qualidade, segurança, logística, vendas, etc. Isso é considerado essencial para uma análise da organização como um todo.

TABELA 10: Resultados dos Indicadores de Desempenho no Estudo de Caso – Dimensão Econômica

Indicador de Desempenho	O que é Melhor? (Aumento/Redução)	Unidade de Medida	Resultados dos Indicadores de Desempenho															
			Unidade de Análise 1				Unidade de Análise 2				Unidade de Análise 3							
			Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)				
ROA	N/A	%	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014	
ROI	N/A	%	24,7				18,8				21,8							
Custos Relacionados com Conformidades EHS	Redução	R\$ mil	1200	1320	1250	900	650	560	550	600	400	300	750	850	800	600	475	
Participação no Mercado	Aumento	%	100 (projeto exclusivo)				32	30	33	40	43	54	48	54	48	50	58	57
Retorno sobre as Vendas	Aumento	%	8	8,6	11,8	12,8	13,2	16,8	18,0	18,8	20,0	22,3	12,1	11,0	16,0	16,5	15,7	
Cresc. e Volume de Vendas	Aumento	Unidades mil	75	90	80	60	55	30	32	30	38	34	40	48	44	46	36	
Cresc. e Faturamento com Vendas	Aumento	R\$ milhões	270	324	264	198	182	144	153,6	144	171	153	176	211	193,6	191	149,4	
Índice de Reclamação de Clientes	Redução	%	8	1,3	0,8	0,5	0,4	0,8	0,7	0,7	0,4	0,2	1,0	1,1	1,0	0,6	0,5	
Índice de Devolução de Clientes	Redução	%	14,5	2,0	0,3	0,2	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,12	0,1	0,07	
Custo da Não Conformidade do Produto (refugos e retrabalhos)	Redução	R\$ mil	400	450	250	120	80	255	270	180	120	84	200	206	145	110	65	
Produtividade	Aumento	Unidades/ Colaborador	1360	1400	1570	1400	1412	316	337	353	400	387	535	570	630	660	648	
Lucro Líquido	Aumento	R\$ milhões	17,6	22,7	23,8	22,2	21,8	21,8	25	24,2	30,8	31,4	18,5	20,2	27,1	27,2	20,7	
Valor do Estoque	Redução	R\$ milhões	32	36	21	15	13,5	36	38	23	25	22	24	26	22	17	13	
Ciclo de Estoque	Aumento	Valor Absoluto	13	13,5	26,1	30,5	35,8	9,1	9,5	16,6	20,3	25,1	12,2	12,4	21,5	26,1	30,2	
Lead Time Médio	Redução	Dias	28	27	14	12	10,2	40	38,4	22	18	14,5	30	29,5	17	14	12	
Custo Total de Produção	Redução	%	25	24	21	20	18	32	31,5	27,5	23,5	25	26,5	26,1	24,7	23,0	20,5	

Fonte: Elaborado pelo Autor

### 5.2.2. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS – INDICADORES AMBIENTAIS:

Para a análise dos indicadores ambientais e discussão dos resultados, será utilizado como base os resultados mostrados na tabela 11, além da análise do pesquisador através do processo de obtenção das informações, conforme já citados anteriormente (análise documental, entrevistas presenciais e observações diretas).

Assim como em relação aos indicadores de desempenho da dimensão econômica, o conjunto de nove indicadores de desempenho validados com a empresa mostra uma melhora dos seus resultados nas unidades de análise onde as práticas da PE foram implantadas. Além disso, é importante salientar alguns eventos importantes e que foram identificados através da triangulação das informações obtidas, descritos abaixo:

- Certificação da ISO 14001: a empresa do estudo de caso já é certificada na ISO 14001 desde 2003. Essa certificação é voltada para o meio ambiente e a empresa procura atender a todos os requisitos exigidos, isso é validado através das auditorias internas e externas (por órgãos certificadores) que ocorrem periodicamente;
- Ano da Energia: o ano de 2012 foi definido pela empresa como “O Ano da Energia”, na qual a empresa se propôs a reduzir em torno 20% todas as formas de utilização de energia e recursos naturais (água, energia elétrica e ar comprimido);
- Programa TQM: esse programa já é existente na empresa há alguns anos e existe uma categoria de premiação exclusiva para melhorias voltadas ao meio ambiente e eficiência energética
- Auxílio a cooperativas de reciclagem e projetos: a empresa auxilia financeiramente as cooperativas que atuam na coleta e reciclagem de materiais, bem como projetos voltados para o meio ambiente.

Foi possível identificar que tanto a implantação das práticas da PE como a cultura organizacional voltada para a dimensão ambiental contribuíram de forma positiva para o processo de melhoria contínua da organização. Além disso, a utilização dos indicadores de desempenho da dimensão ambiental selecionados se mostram possíveis de serem mensurados. Cabe salientar que no quadro 16, existem diversos indicadores nessa dimensão e que poderiam ser utilizados no contexto da implantação das práticas da PE, mas que não foram validados pela a organização para o estudo de caso realizado.



TABELA 11: Resultados dos Indicadores de Desempenho no Estudo de Caso – Dimensão Ambiental

Indicador	Unidade de Medida	O que é Melhor? (Aumento/Redução)	Resultados dos Indicadores de Desempenho																			
			Unidade de Análise 1				Unidade de Análise 2				Unidade de Análise 3											
			Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)	Antes (Retrospectivo)	Durante e Pós (Longitudinal)								
Consumo de Água	m3 mil	Redução	9,2	9,6	8,1	7,9	6,9	8,2	8,6	7,8	7,9	7,2	8,5	9,0	8,2	7,0						
Quantidade Total de Água Reciclada e Reutilizada	%	Aumento	22	21	40	38	40	18	18	38	37	37	21	20	42	40						
Consumo de Energia	MWh	Redução	44,2	46,2	40,1	38,6	32,8	50,2	49,9	46,8	48,9	45,2	34,8	36,1	32,9	25,4						
Quantidade de Energia por Fontes Renováveis	%	Aumento	33,5	33,8	51,5	49,8	50,9	29,8	30,1	48,9	48	48,2	32,4	32	48,4	49,2						
Ciclo de Vida do Produto	anos	Aumento	20	20	20	20	20	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	15	15	15	15						
Quantidade de Produto Reciclado ou Reutilizado	%	Aumento	de 50 a 55				de 70 a 75				de 40 a 45				de 45 a 50				de 70 a 75			
Quantidade de Embalagens Retornáveis	%	Aumento	40				de 75 a 80				25				40				de 75 a 80			
Quantidade de Embalagens Biodegradáveis	%	Aumento	35				85				40				35				80			
Custo com Não Conformidades Ambientais	R\$ mil	Redução	0				0				0				0				0			

Fonte: Elaborado pelo Autor

Um outro ponto a ser observado é em relação a preocupação ambiental por parte da empresa no momento do planejamento dos projetos a serem desenvolvidos, independentemente desses projetos terem relação com a PE ou outras práticas. A empresa disponibiliza um check list padronizado com todos os pontos a serem considerados durante o planejamento de qualquer projeto e, dentre esses pontos, estão os aspectos ambientais, dentre eles o ciclo de vida e o processo de retorno para reciclagem e reutilização do produto, o que também contribui para a redução dos custos associados a materiais.

### 5.2.3. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS – INDICADORES SOCIAIS:

Para a análise dos indicadores sociais e discussão dos resultados, será utilizado como base os resultados mostrados na tabela 12, além da análise do pesquisador através do processo de obtenção das informações, vale lembrar que esse mesmo conceito foram adotados para a discussão dos resultados de todas as dimensões do tripé da sustentabilidade (econômica, ambiental e social).

- **Indicadores de desempenho voltados para a saúde e segurança:**
  - ✓ Esses indicadores de desempenho estão sendo bastante utilizados pelas empresas e pelos pesquisadores, como já verificamos na revisão teórica. Através da análise dos resultados desses indicadores de desempenho, percebe-se uma tendência positiva em todas as unidades de análise onde foram implantadas as práticas da PE;
  - ✓ Através da análise documental, identifica-se que a empresa utiliza esses indicadores de forma corporativa, bem como seleciona-os como meta do programa de participação dos resultados.
  
- **Indicadores de desempenho voltados para os colaboradores:**
  - ✓ O conjunto de indicadores selecionados para esse estudo de caso, bem como os indicadores de desempenho de sustentabilidade identificados no quadro 17 demonstram uma preocupação com os colaboradores em diferentes aspectos, tais como: satisfação, qualificação e estímulo a geração de ideias;
  - ✓ Nas entrevistas presenciais e análise documental, ficaram evidentes a preocupação por parte dos gestores na retenção de mão de obra qualificada, bem como na geração de novas ideias que tragam melhorias para os processos como um todo. Verificando a tabela 8, percebe-se que o tempo de atuação na

empresa é bastante semelhante, independentemente do nível hierárquico, com exceção dos colaboradores das áreas de suporte à produção.

- **Indicador de desempenho voltado para a satisfação dos clientes:**

- ✓ Através da análise documental (pesquisa de satisfação, gráficos de monitoramento de performance de entrega e qualidade, etc.) e das entrevistas presenciais ficou evidente a preocupação da empresa em relação a satisfação dos seus clientes em relação aos seus produtos e serviços prestados.
- ✓ Cabe salientar que além desse indicador, outros indicadores voltados aos clientes foram definidos, sobretudo, na dimensão econômica.

- **Indicadores de desempenho voltados para a comunidade:**

- ✓ Ficou evidenciado a preocupação da empresa como um todo em relação a comunidade na qual ela está inserida. A empresa disponibiliza um orçamento específico para esses itens dentro do seu planejamento orçamentário e faz isso de forma contínua.

Assim como em relação aos indicadores de desempenho das dimensões econômica e ambiental, o conjunto de indicadores de desempenho validados com a empresa mostra uma melhora dos seus resultados nas unidades de análise onde as práticas da PE foram implantadas. Além disso, é importante salientar alguns eventos importantes e que foram identificados através da triangulação das informações obtidas, descritos abaixo:

- Programa SOL (Saúde, Segurança, Organização e Limpeza): esse programa faz parte do 5S e a cada trimestre as áreas são avaliadas em relação aos fatores mencionados acima e, além disso, é definido a doação de comidas, agasalhos, etc. (dependendo da necessidade no momento). Essas doações fazem parte do sistema de pontuação do programa e as áreas vencedoras tem o reconhecimento feito pela empresa, através da entrega do troféu para os times vencedores e evento de reconhecimento junto a alta administração, gerentes e supervisores;
- Universidade do Conhecimento: criada com o intuito de capacitar os colaboradores, contendo treinamentos voltados para o aspecto técnico, comportamental e pessoal. Essa universidade traz um programa completo de treinamentos e um calendário anual, o que facilita no planejamento dos gestores.

TABELA 12: Resultados dos Indicadores de Desempenho no Estudo de Caso – Dimensão Social

Indicador	Unidade de Medida	O que é Melhor? (Aumento/Redução)	Resultados dos Indicadores de Desempenho															
			Unidade de Análise 1				Unidade de Análise 2				Unidade de Análise 3							
			Antes (Retrospectivo)	2011	2012	2013	2014	Antes (Retrospectivo)	2010	2011	2012	2013	2014	Antes (Retrospectivo)	2010	2011	2012	2013
Quantidade de Acidentes com e sem Afastamento	Valor Absoluto	Redução	5	3	1	0	0	0	7	8	3	0	1	4	5	2	0	0
Quantidade de Dias Perdidos por Acidentes	Dias	Redução	14	12	2	0	0	45	44	9	0	1	18	18	3	0	0	
Quantidade de Dias Perdidos por Doenças Ocupacionais	Dias	Redução	20	18	5	2	1	60	62	15	4	4	28	24	6	3	2	
Rotatividade dos Colaboradores	%	Redução	6,5	7,0	3,5	2,1	1,8	8,5	8,4	4,0	3,2	3,0	6,0	5,9	3,0	2,1	2,0	
Quantidade de Horas de Treinamento por Colaborador	hora/colaborador	Aumento	8,0	12,0	24,0	19,0	24,0	6,0	7,5	15,0	18,0	21,0	7,0	12,0	21,0	20,0	24,0	
Custo para o Desenvolvimento de Pessoas	R\$ mil/colaborador	Aumento	2,0	2,2	4,5	4,2	4,0	1,8	2,0	3,7	4,0	3,9	2,0	2,4	4,2	3,9	4,0	
Satisfação dos Colaboradores	%	Aumento	64	68	84	86	85	53	60	78	82	83	65	66	77	82	82	
Satisfação dos Clientes	%	Aumento	80	94	96	97	98	88	91	95	97	97	91	89	94	98	97	
Quantidade de Sugestões por Colaborador	sugestões/colaborador	Aumento	1,2	1,1	2,5	3,2	4,0	0,6	0,7	1,5	2,5	3,3	1,0	0,9	2,4	3,2	3,6	
Quantidade de Colaboradores que Participam e Sugerem Ideias	%	Aumento	33	40	70	78	85	25	34	65	70	72	34	38	69	75	77	
Custo Despendido com Despesas Comunitárias	R\$ mil (*)	Aumento	600	600	840	840	600	600	600	840	840	600	600	600	840	840	840	
Contribuições de Caridade e Quantidade de Programas Comunitários	Posição (lugar)	Aumento	7	8	2	2	3	14	12	6	4	4	6	6	3	1	1	

**Legenda:** \* O valor representa o orçamento realizado pela planta como um todo (valor total da planta analisada)

Fonte: Elaborado pelo Autor

Considerando a dimensão social do tripé da sustentabilidade, através da análise dos indicadores analisados pelo autor, pode-se identificar uma grande utilidade dos indicadores de desempenho listados para o contexto da implantação das práticas da PE, bem como para o monitoramento dos resultados de uma maneira geral por parte das empresas. Esses indicadores listados podem ser obtidos de maneira fácil e podem contribuir para o entendimento do clima organizacional, bem como para o entendimento da cultura empresarial em relação a dimensão social.

## 6. CONCLUSÃO E PROPOSTA PARA FUTUROS TRABALHOS

Como já dito anteriormente, os temas abordados nessa dissertação estão ganhando destaque nas pesquisas, sobretudo a partir da década de 80 onde surgiram diversas pesquisas envolvendo os temas: produção enxuta, sustentabilidade e indicadores de desempenho de ambos. Essa área de pesquisa que está sendo bastante explorada através do desenvolvimento de novos conceitos para categorizar os indicadores de desempenho e a preocupação do nível gerencial em relação a melhoria dos seus processos e a forma de monitoramento desses.

Essa dissertação trouxe como principais contribuições para a pesquisa científica:

1. A identificação de um conjunto com 176 indicadores de desempenho de sustentabilidade para mensurar o resultado da aplicação das práticas da produção enxuta em relação as dimensões: econômica, ambiental e social;
2. A aplicação de parte dos indicadores de desempenho identificados para mensurar os resultados obtidos através da aplicação das práticas da produção enxuta em uma empresa do setor automobilístico;
3. A comparação dos resultados obtidos dentro da empresa em três unidades de análise diferentes. A importância desse fator se dá pela oportunidade de avaliar os resultados obtidos em famílias de produtos diferentes, que atendem mercados diferentes e possuem as suas particularidades;
4. A oportunidade de avaliar a possibilidade de utilização dos indicadores de desempenho de sustentabilidade listados em um contexto de implantação das práticas da produção enxuta.

Outro fator a ser considerado nessa dissertação foi em relação a análise dos dados, sobretudo pela utilização de diferentes fontes de evidência (análise documental, banco de dados e entrevistas presenciais, bem como o fato de ter sido realizada uma análise retrospectiva e longitudinal. Esse fator auxilia na determinação das relações entre causa e efeito já mencionado por Sousa (2005).

Entretanto, é importante ressaltar que não era objetivo principal dessa pesquisa abranger todos os conceitos e metodologias estudados por pesquisadores para a aplicação das práticas da PE, sustentabilidade e a forma de monitoramento e medição dos resultados por indicadores de desempenho. Essa ainda é uma questão que pode ser muito explorada pelos pesquisadores nos próximos anos.

Além da limitação supracitada, sobre a não abordagem de todas as metodologias e conceitos que envolvem os eixos teóricos dessa dissertação, pode-se considerar também o fato

da realização de um estudo de caso único no setor automobilístico. Essa limitação pode oportunizar a possibilidade de outros pesquisadores utilizarem os mesmos indicadores de desempenho selecionados para este estudo de caso em outros estudos de caso múltiplos e, também, em outros setores industriais e de serviços.

Outra oportunidade para futuras pesquisas é a utilização completa dos 176 indicadores de desempenho de sustentabilidade identificados nesse trabalho e/ou a seleção de diferentes indicadores para a mensuração dos resultados obtidos, independentemente se no contexto da implantação das práticas da PE ou em um contexto diferente.

Portanto, os quadros teóricos desenvolvidos pelo autor, tem como principal objetivo viabilizar uma maneira de mensurar a aplicação das práticas da PE, bem como medir o seu resultado para a sustentabilidade, utilizando as três dimensões do seu tripé. É importante notar que a aplicação de indicadores de desempenho com foco na sustentabilidade traz grandes oportunidades para as organizações a planejar e melhorar os seus procedimentos e processos, bem como aplicá-los e, dessa maneira, trazer melhores resultados organizacionais, tanto do ponto de dimensões econômica, ambiental e social.

Para pesquisas futuras, o autor gostaria de sugerir a aplicação desse conjunto de indicadores em diferentes formas, conforme descritas abaixo:

- Pesquisas relacionadas a implantação das práticas da produção enxuta no setor automobilístico;
- Pesquisas relacionadas a aplicação das práticas da produção enxuta em organizações de outros setores industriais e de serviços;
- Pesquisas relacionadas a mensuração dos resultados organizacionais, com foco em sustentabilidade, através da aplicação desse conjunto de indicadores.

O autor também enfatiza e promove a importância de explorar esses indicadores e outros conjuntos de indicadores propostos por muitos pesquisadores para o desenvolvimento de novos quadros teóricos para medir os resultados relacionados a aplicação das práticas da PE e da sustentabilidade e os seus princípios e ferramentas. Essa sugestão torna-se interessante quando é verificado ainda um vasto campo de pesquisa que relacionam a PE e a sustentabilidade, bem como pesquisas voltadas para a mensuração dos resultados obtidos através da aplicação de ambas.

Esse assunto irá perdurar por anos, especialmente pela importância desta questão a nível mundial, bem como as diferentes abordagens e as diferenças culturais entre os países,

que trazem diferentes formas de interpretação, execução e monitoramento do progresso das organizações industriais e de serviços pelo mundo.



## REFERÊNCIAS

- ABDULMALEK, F.A.; RAJAGOPAL, J. Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study. **International Journal of Production Economics**, v.107, pp. 223-236, 2007.
- AGUADO, S.; ALVAREZ, R.; DOMINGO, R. Model of Efficient and Sustainable Improvements in a Lean Production System through Processes of Environmental Innovation. **Journal of Cleaner Production**, v.47, pp. 141-148, 2013.
- AHUJA, I.P.S.; KHAMBA, J.S. Justification of Total Productive Maintenance Initiatives in Indian Manufacturing Industry for Achieving Core Competitiveness. **Journal of Manufacturing Technology Management**, pp. 645-669, 2007.
- ALVAREZ, R.; CALVO, R.; PENA, M. M.; DOMINGO, R. Redesigning an Assembly Line through Lean Manufacturing Tools. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.43, pp. 949-958, 2009.
- ANAND, G.; KODALI, R. A Conceptual Framework for Lean Supply Chain and its Implementation. **International Journal of Value Chain Management**, v.2, pp. 313-357, 2008.
- ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico: Elaboração de Trabalhos na Graduação**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. **Anuário da Indústria Automobilística Brasileira**. 2013.
- ARAÚJO, J. B. **Desenvolvimento de Método de Avaliação de Desempenho de Processo de Manufatura Considerando Parâmetros de Sustentabilidade**. 2010, 193f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos, 2010.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa, Portugal, Edição 70, 1977.
- BERGMILLER, G. **Lean Manufacturers Transcendence to Green Manufacturing: Correlating the Diffusion of Lean and Green Manufacturing Systems**. PhD Thesis, University of South Florida, 2006.
- BERGMILLER, G., McWRIGHT, P. Lean Manufacturers' Transcendence to Green Manufacturing. **Proceedings** of the Industrial Engineering Research Conference, Miami, 2009.
- BEVILAQUA, M.; CIARAPICA, F.E.; GIACCHETTA, G. Value Stream Mapping in Project Management: A Case Study. **Project Management Journal**, v. 39, n. 3, pp. 110-124, 2008.

- BLACK, J.T. Design Rules for Implementing the Toyota Production System. **International Journal of Production Research**, v. 45, No. 16, pp. 3639-3664, 2007.
- BM&FBOVESPA SUSTENTABILIDADE. O que é Sustentabilidade. **Novo Valor | BM&FBOVESPA Sustentabilidade**, 2010. Disponível em: <<http://www.bmfbovespa.com.br/novo-valor/pt-br/o-que-e.asp>>. Acesso em: 26 de Setembro de 2013.
- BOYD, D.T.; KRONK, L.A.; BOYD, S.C. Measuring the Effects of Lean Manufacturing Systems on Financial Accounting Metrics Using Data Envelopment Analysis. **Investment Management and Financial Innovations**, v.3, No. 4, pp. 40-54, 2006.
- BRAGLIA, M.; CARMIGNANI, G.; ZAMMORI, F. A New Value Stream Mapping Approach for Complex Production Systems. **International Journal of Production Research**, v. 44, n. 18/19, pp. 3929-3952, 2006.
- BRUNT, D. From the Current State to Future State: Mapping the Steel to Component Supply Chain. **International Journal of Logistics Research and Applications**, v.3, pp. 259-271, 2000.
- BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. 1. ed., Londres: Routledge, 1989.
- BUTZ, H. E. Jr., GOODSTEIN, L. D. Measuring Customer Value: Gaining the Strategic Advantage, **Organizational Dynamics**, v.24, pp. 63-77, 1996.
- CAGLIANO, R.; CANIATO, F.; SPINA, G. Lean, Agile and Traditional Supply: How do they Impact Manufacturing Performance? **Journal of Purchase Supply Management**, v.10, pp. 151-164, 2004.
- CAKMAKEI, M.; KARASU, M.K. Set-up Time Reduction Process and Integrated Predetermined Time System MTM-UAS: A Study of Application in a Large Size Company of Automobile Industry. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.33, pp. 334-344, 2007.
- CALVO, R.; DOMINGO, R.; SEBASTIAN, M. A. Systemic Criterion of Sustainability in Agile Manufacturing. **International Journal of Production Research**. v.46, pp. 3345-3358, 2008.
- CARDOSO, F. C. A. **O Programa Estratégico Integrado de Gestão para o Desenvolvimento Sustentável**. 2012, 289f. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2012.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica: Para Uso dos Estudantes Universitários**. 3. ed., São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

- CHAKRAVORTY, S.S.; HALES, D.N. Implications of Cell Design Implementation: A Case Study and Analysis. **European Journal of Operations Research**, v.188, pp. 602-614, 2004.
- CHAN, F.T.S.; LAU, H.C.W.; IP, R.W.L.; CHAN, H.K.; KONG, S. Implementation of Total Productive Maintenance: A Case Study. **International Journal of Production Economics**, v.95, pp. 71-94, 2005.
- CHIKÁN, A. An empirical analysis of managerial approaches to the role of inventories. **International Journal of Production Economics**, v.118, pp. 131-135, 2009.
- CHIKÁN, A. Managers' View of a New Inventory Paradigm. **International Journal of Production Economics**, v.133, pp. 54-59, 2011.
- CHITTURI R. M.; GLEW D. J.; PAULLS A. Value Stream Mapping in a Jobshop. **Agile Manufacturing**, pp. 142-147, 2004.
- CRESWELL, J. W. **Research Design – Qualitative and Quantitative Approaches**. Londres: Sage, 1994.
- CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Designing and conducting mixed method research**. Londres: Sage, 2006.
- DREXL, A.; KIMMS, A. Sequencing JIT Mixed-Model Assembly Lines under Station-Load and Part-Usage Constraints. **Management Science**, v.47, pp. 480-491, 2001.
- DÜES, M. C.; TAN, H. K.; LIM, M. Green as the New Lean: How to Use Lean Practices as a Catalyst to Greening your Supply Chain. **Journal f Cleaner Production**, v.40, pp. 93-100, 2013.
- E.C., European Comission. **Manufacture, a Vision for 2020. Assuring the Future of Manufacturing in Europe**. Luxemburgo, 2004.
- EEA, Environmental European Agency. **Glossário**. Disponível em: <<http://glossary.eea.europa.eu/EEAGlossary/>>. Acesso em 12 de Dezembro de 2014.
- ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks**. The Triple Bottom Line 21<sup>st</sup> Century Business, Capstone: Oxford, 1997.
- ERIKSSON, H.; HANSSON, J. The Impact of TQM on Financial Performance. **Measuring Business Excellence**, v.7, No. 1, pp. 36-50, 2003.
- EROGLU, C.; HOFER, C. Lean, Leaner, Too Lean? The Inventory-performance Link Revisited. **Journal of Operations Management**, v.29, pp. 356-369, 2011.
- FAWAZ, A.; RAJGOPAL, J. Analyzing the Benefits of Lean Manufacturing and Value Stream Mapping via Simulation: A Process Sector Case Study. **International Journal of Production Economics**, v.110, pp. 223-236, 2007.

- FAWCETT, S. E.; MYERS, M. B. Product and Employee Development in Advanced Manufacturing: Implementation and Impact. **International Journal of Production Research**, v.39, pp. 65–79, 2001.
- FIGGE, F.; HAHN, T. Sustainable Value Added: Measuring Corporate Contributions to Sustainability beyond Eco-efficiency. **Ecological Economics**, v.48, pp. 173-187, 2004.
- FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective. **International Journal of Operations and Production Management**, v.22, pp. 152-194, 2002.
- FULLERTON, R.R.; MCWATTERS, C.S. The Production Performance Benefits from JIT Implementation. **Journal of Operations Management**, v.19, pp. 81–96, 2001.
- FULLERTON, R.R.; MCWATTERS, C.S.; FAWSON, C. An Examination of the Relationships between JIT and Financial Performance. **Journal of Operations Management**, v.21, No. 4, pp. 383-404, 2003.
- FULLERTON, R.R.; WEMPE, W.F. Lean Manufacturing, Non-financial Performance Measures and Financial Performance. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 29, n. 3, pp. 214-240, 2009.
- GAEIA, The Global and Ethical Investment Advice. Disponível em: <<http://www.gaeia.co.uk>>. Acesso em 7 de Setembro de 2014.
- GAPP, R.; FISHER, R.; KOBAYASHI, K. Implementing 5S within a Japanese Context: An Integrated Management System. **Management Decision**, pp. 565-579, 2008.
- GERMAIN, R.; DRÖGE, C.; SPEARS, N. The Implications of Just in Time for Logistics Organization Management and Performance. **Journal of Business Logistics**, v.17, pp. 19–34, 1996.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed., São Paulo: Atlas, 207p., 1999.
- \_\_\_\_\_. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. São Paulo: Editora Atlas, 1987.
- GLAVIC, P.; LUKMAN, R. Review of Sustainability Terms and their Definitions. **Journal of Cleaner Production**, v.15, pp. 1875-1885, 2007.
- GRAISA, M.; AL-HABAIBEH, A. An Investigation into Current Production Challenges Facing the Libyan Cement Industry and the Need for Innovative Total Productive Maintenance (TPM) Strategy. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v.22, pg. 541-558, 2011.
- GRI, Global Reporting Initiative. Disponível em: <<http://www.globalreporting.org>>, 2013. Acesso em 7 de Junho de 2014.

- GUNASEKARAN, A.; PATEL, C.; MCGAYGHEY, R. E. A Framework for Supply Chain Performance Measurement. **International Journal of Production Economics**, v.87, pp. 333-347, 2004.
- GUNASEKARAN, A.; SPALANZANI, A. Sustainability of Manufacturing and Services: Investigations for Research and Applications. **International Journal of Production Economics**, v.140, pp. 35-47, 2012.
- HART, S. L. **The Capitalism at the Crossroad: Next Generation Business Strategies for a Post-crisis**. New Jersey: Pearson Education, 3rd Edition, 2010.
- HEIKO, L. A. Simple Framework for Understanding JIT. **Production and Inventory Management**, v.30, No. 4, pp. 61-63, 1989.
- HERRON, C.; BRAIDEN, P. M. A Methodology for Developing Sustainable Quantifiable Productivity Improvement in Manufacturing Companies. **International Journal of Production Economics**. v.104, pp. 143-153, 2006.
- HINES P.; RICH N. The Seven Value Stream Mapping Tools. **International Journal of Production and Operations Management**, v.18, pp. 46-64, 1997.
- HINES, P.; RICH, N.; BICHENO, J.; BRUNT, D. Value Stream Management. **International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 1, pp. 25-42, 1998.
- HOFER, C.; EROGLU, C.; HOFER, R. A. The Effect of Lean Production on Financial Performance: The Mediating Role of Inventory Leanness. **International Journal of Production Economics**, v.138, pp. 242-253, 2012.
- HOLWEG, M. The Geneology of Lean Production. **Journal of Operations Management**, v. 25, pp. 420-437, 2007.
- HYER, N. L.; BROWN, K.A.; ZIMMERMAN, S. A Sociotechnical Systems Approach to Cell Design: Case Study and Analysis. **Journal of Operations Management**, v.17, pp. 179-203, 1999.
- HYER, N. L.; WEMMERLÖV, H. **Reorganizing the factory. Competing through Cellular Manufacturing**. Portland: Productivity Press, 2002.
- INMAN, R. A.; SALE, R. S.; GREEN, K. W.; WHITTEN, D. Agile Manufacturing: Relation to JIT, Operational Performance and Firm Performance. **Journal of Operations Management**, v.29, pp. 343-355, 2011.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14004: Environmental Management Systems – General Guide on Principles, Systems and Supporting Techniques**. Berlin, 2004.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14031:** Environmental Performance Evaluation. Berlin, 1999.
- ISRAD, D.; MOSH, E. C. How for Should JIT Vendor Buyer Relationship go? **International Journal of Production Economics**, v.81, pp. 361-368, 2003.
- JIAO, J.; MA, Q.; TSENG, M. M. Towards High Value-added Products and Services: Mass Customization and Beyond. **Technovation**. v.23, pp. 809-821, 2003.
- JOHNSON, H.T.; KAPLAN, R.S. Management by Accounting is not Management Accounting. **The Accounting Systems Journal Fall**, pp. 14-17, 1989.
- JOUNG, C. B.; CARRELL, J.; SARKAR, P.; FENG, S. C. Categorization of Indicators for Sustainable Manufacturing. **Ecological Indicators**, v.24, pp. 148-157, 2012.
- KARIM, A.; UZ-ZAMAN, K. A. A Methodology for Effective Implementation of Lean Strategies and its Performance Evaluation in Manufacturing Organizations. **Business Process Management Journal**, v.19, No.1, pp. 169-196, 2013.
- KHAN, L. R.; SARKER R. A. An Optimal Batch Size for a JIT Manufacturing System. **Computers & Industrial Engineering**, v.42, pp. 127-136, 2002.
- KIM, G. C.; TAKEDA, E. The JIT Philosophy is the Culture in Japan. **Production and Inventory Management**, v.37, No. 1, pp. 47-51, 1996.
- KINNEY, M. R.; WEMPE, W.F. Further Evidence on the Extent and Origins of JIT's Profitability Effects. **The Accounting Review**, v.77, No. 1, pp. 203-225, 2002.
- KUMAR, C. S.; PANNEERSELVAM, R. Literature Review of JIT-Kanban System. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.32, pp. 393-408, 2007.
- LI, S.; SUBBA RAO, S.; RAGU-NATHAN, T.S.; RAGU-NATHAN, B. Development and Validation of a Measurement Instrument for Studying Supply Chain Management Practices. **Journal of Operations Management**, v. 23, pp. 618-641, 2005.
- LUMMUS, R.R.; VOKURKA, R.J. and RODEGHIERO, B. Improving Quality through Value Stream Mapping: A Case Study of a Physician's Clinic. **Total Quality Management**, v. 17, No. 8, pp. 1063-1075, 2006.
- MACKELPRANG, A.W.; NAIR, A. Relationship Between Just in Time Manufacturing Practices and Performance: A Meta Analytic Investigation. **Journal of Operations Management**, v.28, pp. 283-302, 2010.
- MADU, C. N.; KUEI, C.; MADU, I. E. A Hierarchic Metric Approach for Integration of Green Issues in Manufacturing: A Paper Recycling Application. **Journal of Environmental Management**, v.64, pp. 261-272, 2002.

- MATSUI, Y. An empirical Analysis of Just-in-Time Production in Japanese Manufacturing Companies. **International Journal of Production Economics**, v.108, pp. 153-164, 2007.
- MAYER, B.; IRANI, S.; ADRA, H. Virtual Shop Clusters: A New Layout Concept for a Ship Repair and Maintenance Facility. **Naval Engineers Journal**. v.120, pp. 99-111, 2008.
- MCINTOSH, R.; CULLEY, S.; GEST, G.; MILEHAM, T.; OWEN G. An Assessment of the Role of Design in the Improvement of Changeover Performance. **International Journal of Operations and Production Management**, v.16, No. 9, pp. 5-22, 1996.
- MCLAUGHLIN, P.; DURAZO-CARDENAS, I. **Cellular Manufacturing Applications in MRO Operations**. 2<sup>nd</sup> International Through-life Engineering Services Conference. Cranfield University: Cranfield, Bedford, 2013.
- MIGUEL, P. A. C. **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- MIN, W.; PHENG, L.S. Modeling Just in Time Purchasing in the Ready Mixed Concrete Industry. **International Journal of Production Economics**, v.110, pp. 190-201, 2007.
- MOREIRA, A.C.; PAIS, G.C.S. Single Minute Exchange of Die: A Case Study Implementation. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.6, No. 1 2011, pp. 130-146.
- NAHM, A.Y.; VONDEREMBSE, M.A.; KOUFTEROS, X.A. The Impact of Organizational Structure on Time-Based Manufacturing and Plant Performance. **Decision Sciences**, v.35, No. 4, pp. 579-607, 2004.
- NAKAJIMA, S. **Introduction to TPM**. Productivity Press, Cambridge, MA, 1988.
- NAKAMURA, M., SAKAKIBARA, S., SCHROEDER, R.G. Adoption of Just in Time Manufacturing Methods at U.S. and Japanese Owned Plants: Some Empirical Evidence. **IEEE Transaction on Engineering Management**, v.45, No. 3, pp. 230-240, 1998.
- NARASIMHAN, R.; SWINK, M. L.; KIM, S. W. Disentangling Leanness and Agility: An Empirical Investigation. **Journal of Operations Management**, v.24, pp. 440-457, 2006.
- NEELY, A.; GREGORY, M.; PLATTS, K. Performance measurement system design: A literature review and research agenda. **International Journal of Operations and Production Management**, v.15, pp. 80-116, 1995.
- NOVAES, W. Os desafios do século XXI. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.14, pp. 107-115, 2000.
- NOWOTNY, S.; MUENSTER, R.; SCHAREK, S.; BEYER, E. Integrated Laser Cell for Combined Laser Cladding and Milling. **Assembly Automation**, v.30, pp. 36-38, 2010.

OHNO, T. **The Toyota Production System: Beyond Large Scale Production**, Productivity Press, Portland, 1988.

\_\_\_\_\_. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre, Bookman, 1997.

OMETTO, A. R.; GUELERE, A.; PEREIRA, M. A Gestão Ambiental nos Sistemas Produtivos. **Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção**, v.6, pp. 22-36, 2007.

OSADA, T. **The 5S's: Five Keys to a Total Quality Environment**. Asia Productivity Organisation, Tokyo, 1991.

PAVNASKAR, S.J.; GERSHENSON, J.K.; JAMBEKAR, A.B. Classification Scheme for Lean Manufacturing Tools. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 13, pp. 3075-90, 2003.

PORTER, M. E.; LINDE, C. **Green and Competitive: Ending the Stalemate**. Harvard Business Review. Setembro-Outubro, 1995.

ROBERT, K.H.; SCHMIDT-BLEEK, B.; ALOISI DE LARDEREL, J.; BASILE, G.; JANSEN, J.L; KUEHR, R. Strategic Sustainable Development – Selection, Design and Synergies of Applied Tools. **Journal of Cleaner Production**, v.10, pp. 197-214, 2002.

RODRIGUES, L.; FERRAZ, R.; DELFINO, R.; Produção mais Limpa e Produção Enxuta: Haverá simbiose na busca de conformação ambiental com a flexibilização dos fatores de produção?. **XIII SIMPEP**, Bauru, SP, 2006.

ROTHENBERG, S.; PIL, F. K.; MAXWELL, J. Lean, Green and the Quest for Superior Environmental Performance. **Production and Operations Management**, v.10, pp. 228-243, 2001.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar**. Tradução de Lean Institute Brasil. São Paulo, Editora: Lean Institute Brasil, 2003.

SAHOO, A. K.; SINGH, N. K.; SHANKAR, R.; TIWARI, M. K. Lean Philosophy: Implementation in a Forging Company. **International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v.36, pp. 451-462, 2008.

SAURIN, T. A.; FERREIRA, C. F. The Impacts of Lean Production on Working Conditions: A Case Study of a Harvester Assembly Line in Brazil. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v.39, pp. 403-412, 2009.

Schonberger, R. Interviews of Executives at Four Seasons, **Compressor Works**, ATK North America, and HM Gem Engines (Australia), 2004.



- \_\_\_\_\_. Japanese Production Management: An Evolution with Mixed Success. **Journal of Operations Management**, v.25, pp. 403-419, 2007.
- SETH, D.; GUPTA, V. Application of Value Stream Mapping for Lean Operations and Cycle Time Reductions: An Indian Case Study. **Production Planning & Control**, v. 16, n. 1, pp. 44-59, 2005.
- SHAH, R.; WARD, P.T. Lean Manufacturing: Context, Practice Bundles and Performance. **Journal of Operations Management**, v.21, pp. 129-149, 2003.
- \_\_\_\_\_. Defining and Developing Measures of Lean Production. **Journal of Operations Management**, v. 25, pp. 785-805, 2007.
- SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing, the SMED System**. Productivity Press, 1985.
- \_\_\_\_\_. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SINGH, R.; GOHIL, M. A.; SHAH, B. D.; DESAI, S. Total Productive Maintenance (TPM) Implementation in a Machine Shop: A Case Study. **Procedia Engineering**, v.51, pp. 592-599, 2013.
- SINGH, B.J.; KHANDUJA, D. SMED: For Quick Changeovers in Foundry SMEs. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v.59, No. 1, pg. 98-116, 2010.
- SLEESWIJK, A. W.; LAURAN, F. C. M.; VAN, O.; GUINÉE, J.B.; STRUIJS, J.; HUIJBREGTS, J. A. M. Normalisation in Product Life Cycle Assessment: An LCA of the Global and European Economic Systems in the Year 2000. **Science of the Total Environment**, v.390, pp. 227-240, 2008.
- SOBRAL, M.C.; JABBOUR, A.B.L.S; JABBOUR, C.J.C. Green Benefits from Adopting Lean Manufacturing: A Case Study from the Automotive Sector. **Environmental Quality Management**, pp. 65-72, 2013.
- SOUSA, R. **Case research in operations management**. Eden Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management. Bruxelas, 2005.
- SULLIVAN, W.G.; MCDONALD, T.N.; VAN AKEN, E.M. Equipment Replacement Decisions and Lean Manufacturing. **International Journal of Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, v. 18, pp. 255-265, 2002.
- SWINK, M.; NARASIMHAN, R.; KIM, S. W. Manufacturing Practices and Strategy Integration: Effects on Cost Efficiency, Flexibility and Market-based Performance. **Decision Sciences**, v.36, pp. 427-475, 2005.

UNEP, United Environmental Program, **Guidance Manual: How to Establish and Operate Cleaner Production Centers**. Disponível em <<http://www.unep.fr>>. Acesso em 14 de Maio de 2014.

US Environmental Protection Agency, EPA. **Principles of Environmental Impact Assessment Review: chapter 3-overview of the reviewer's responsibilities**. Disponível em: <<http://www.elaw.org/system/files/5+FCHAP3.pdf>>, 1998. Acesso em 22 de Outubro de 2014.

\_\_\_\_\_. **Lean Manufacturing and the Environment: Research on Advanced Manufacturing Systems and the Environment and Recommendations for Leveraging Better Environmental Performance**. United States Environmental Protection Agency, 2003.

\_\_\_\_\_. **The Lean and Environment Toolkit**. Disponível em: <<http://www.epa.gov/lean/environment/toolkits/environment/resources/LeanEnviroToolkit.pdf>> Acesso em 13 de Dezembro de 2014.

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. **VDI 4070: Nachhaltiges Wirtschaften in Kleinen und Mittelständischen Unternehmen: Anleitung zum Nachhaltigen Wirtschaften**. Berlin: Beuth Verlag, 2006.

VELEVA, V.; HART, M.; GREINER, T.; CRUMBLEY, C. Indicators of Sustainable Production. **Journal of Cleaner Production**, v.9, pp. 447-452, 2001.

VELEVA, V.; ELLENBECKER, M. A Proposal for Measuring Business Sustainability. **Greener Management International**, v.31, pp. 101– 120, 2000.

\_\_\_\_\_. Indicators of Sustainable Production: Framework and Methodology. **Journal of Cleaner Production**, v.9, pp. 519-549, 2001.

VINODH, S.; SOMANAATHAN, M.; ARVIND, K. R. Development of Value Stream Map for Achieving Leanness in a Manufacturing Organization. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 11 No. 2, pp. 129-141, 2013.

VONDEREMBSE, M. A.; UPPAL, M.; HUANG, S. H.; DISMUKES, J. P. Designing Supply Chains: Towards Theory Development. **International Journal of Production Economics**, v.100, pp. 223-238, 2006.

VOSS, C.; TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case research in operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, v. 22, pp. 195-219, 2002.

WARD, P.; ZHOU, H. Impact of Information Technology Integration and Lean / Just-in-Time Practices on Lead-time Performance. **Decision Sciences**, v.37, pp. 177-203, 2006.

- WAGNER, M. How to Reconcile Environmental and Economic Performance to Improve Corporate Sustainability: Corporate Environmental Strategies in the European Paper Industry. **Journal of Environmental Management**, v.76, pp. 105-118, 2005.
- WAN, H. D.; CHEN, F. F. Decision Support for Lean Practitioners: A Web-based Adaptive Assessment Approach. **Computers in Industry**, v.60, pp. 277-283, 2009.
- WAYHAN, V.B.; BALDERSON, E.L. TQM and Financial Performance: What has Empirical Research Discovered? **Total Quality Management & Business Excellence**, v.18, No. 4, pp. 403-412, 2007.
- WOMACK, J.P; JONES, D.T. **A Máquina que Mudou o Mundo**. 5. ed. Rio de Janeiro, Editora Campus. 1992.
- \_\_\_\_\_. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**. Campus, Rio de Janeiro, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation**. Free Press, New York, 2003.
- \_\_\_\_\_. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas – Elimine o Desperdício e Crie Riquezas**. 6.ª ed. Rio de Janeiro, Elsevier 2004.
- WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. **WBCSD**. Measuring Eco-efficiency. Lisboa, 2000.
- WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **WCED**. Our Common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.
- YANG, M. G.; HONG, P.; MODI, S. B. Impact of Lean Manufacturing and Environmental Management on Business Performance: An Empirical Study of Manufacturing Firms. **International Journal of Production Economics**. v.129, pp. 251-261, 2011.
- Y. C. Wu. Lean Manufacturing: A Perspective of Lean Suppliers. **International Journal of Operations and Production Management**, v.23, pp. 1349-1376, 2003.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre, Bookman, 2001.
- YORK, K.M.; MIREE, C.E. Causation or Covariation: An Empirical Re-examination of the Link between TQM and Financial Performance. **Journal of Operations Management**, v.22, No. 3, pp. 291-311, 2004.
- ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. Confirmation of a Measurement Model for Green Supply Chain Management Practices Implementation. **International Journal of Production Economics**, v.111, pp. 261-273, 2008.

ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. **Evidências de novos tempos.** In ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. (Orgs) **Sustentabilidade e geração de valor: a transição para o século XXI.** 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

## Apêndice A: Protocolo de Pesquisa

### 1. Introdução:

O estudo de caso único com três diferentes unidades de análises dentro da mesma empresa será realizado pelo pesquisador como parte da dissertação do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção (PPGEP-S) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) no *campus* localizado em Sorocaba.

A proposição inicial da pesquisa é baseada na possibilidade de identificar indicadores de desempenho utilizados para a medição dos resultados obtidos através da aplicação das práticas da produção enxuta, bem como verificar os indicadores que são utilizados para a mensuração do desempenho em relação a sustentabilidade. Essa pesquisa tem como objetivo principal a avaliação da influência da adoção das práticas da produção enxuta para a produção sustentável.

Essa avaliação será realizada através da análise dos indicadores levantados em pesquisas e da elaboração de quadros teóricos, classificando-os conforme o tripé da sustentabilidade (ELKINGTON, 1997) e identificando os indicadores econômicos, ambientais e sociais.

Como principais atividades relacionadas a essa etapa da dissertação, podem se destacar:

- Elaborar as questões, hipóteses e proposição do estudo de caso;
- Desenvolvimento do referencial teórico para suportar a proposta dessa dissertação, tendo como principais pilares: produção enxuta, sustentabilidade e indicadores de desempenho;
- Construção dos quadros teóricos, baseando-se no tripé da sustentabilidade (financeiro, ambiental e social)
- Validação dos indicadores de desempenho a serem analisados pelo pesquisador juntamente com a área de Controladoria e Finanças da empresa avaliada.

### 2. Procedimento para a coleta de dados:

Para a coleta de dados, serão utilizadas diferentes fontes de pesquisa e evidência, conforme detalhadas abaixo:

- Entrevistas presenciais: para esse processo será realizado um questionário semiestruturado e único para os três diferentes níveis hierárquicos que serão entrevistados: gerentes, supervisores e colaboradores do chão de fábrica. O tempo estimado para a realização das entrevistas gira em torno de 60 a 90 minutos e baseada

no roteiro definido previamente pelo pesquisador. Para conferir maior liberdade de expressão por parte do entrevistado, as entrevistas não serão gravadas;

- Observações diretas: esse processo será realizado com o acompanhamento do gerente e/ou supervisor das áreas de produção e suporte, conforme necessidade do pesquisador. Essas observações serão realizadas em todas as unidades de análise selecionadas e terá como objetivo principal avaliar a forma de implantação das práticas da produção enxuta, bem como as características de cada uma delas;
- Análise documental: serão solicitados por parte do pesquisador documentos que estão relacionados a implantação das práticas da produção enxuta, bem como os resultados obtidos através dessa implantação. Ademais, serão solicitados documentos complementares para um melhor entendimento desse processo de implementação, tais como: MFV das unidades de análises, cartas dos projetos, investimentos necessários, entre outros;
- Coleta dos indicadores de desempenho a serem avaliados: essa coleta será realizada através do sistema gerencial de informações da empresa (SAP). Para essa etapa, serão considerados e analisados os indicadores definidos no quadro teórico de forma retrospectiva (anos de 2010 e 2011), resultados esses que correspondem ao período anterior a implantação das práticas da produção enxuta, bem como de forma longitudinal (anos de 2012, 2013 e 2014), correspondendo ao período da implantação é pós implantação dessas práticas. Uma atividade importante em relação a coleta dos indicadores de desempenho será a revalidação desses indicadores juntamente com a área de Controladoria e Finanças, visto que é importante que sejam coletados dados oficiais e reportados pela empresa analisada;
- Organização do quadro teórico: corresponde a etapa da organização dos dados obtidos e validados com a empresa pesquisada dentro do quadro teórico construído pelo pesquisador.

### **3. Roteiro da Entrevista:**

Para essa etapa, como dito anteriormente, serão selecionados três níveis hierárquicos distintos: gerentes, supervisores e colaboradores do chão de fábrica. Além disso, serão considerados como candidatos a entrevistas as pessoas que atuam na área produtiva e áreas suporte, sobretudo as áreas de logística e finanças.

### 3.1. Questões Iniciais para o Procedimento de Campo:

#### Etapa 1: Caracterização da Empresa Avaliada

- Qual é a quantidade de colaboradores no mundo? (Somente para o nível: gerentes)
- Qual é a quantidade de colaboradores na planta?
- Qual é o faturamento da empresa no mundo? (Somente para o nível: gerentes)
- Qual é o faturamento da empresa na planta?
- Qual é o mercado de atuação?
- Quais são os produtos e/ou serviços fornecidos pela empresa?
- Qual a posição da empresa no mercado em que atua mundialmente? (Somente para o nível: gerentes)
- Qual a posição da empresa no mercado em que atua no país e América do Sul?
- Verificar se o entrevistado pode fornecer outros dados, tais como:
  - Estrutura organizacional da planta
  - Estrutura organizacional das unidades de análise selecionadas
  - Descrição de forma sucinta dos planos futuros da empresa (em relação a crescimento, investimentos no mundo e na América do Sul)
  - Outras informações que possam ser relevantes para o estudo de caso.

#### Etapa 2: Caracterização do Entrevistado

- Qual a posição hierárquica do entrevistado?  
 Gerente       Supervisor       Colaborador do chão de fábrica
- Por quanto tempo o entrevistado trabalha na empresa?
- Por quanto tempo o entrevistado atua nessa função?
- Qual a quantidade de colaboradores sob a gestão do entrevistado? (Para os níveis: gerentes e supervisores)
- Em que área o entrevistado atua dentro da empresa?  
 Produção       Suporte (Qual?) \_\_\_\_\_
- Em qual das unidades de análise o entrevistado atua?  
 1 (veículos leves)       2 (agrícola)       3 (veículos pesados)

### **Etapa 3: Conhecimento do Colaborador em Relação as Práticas da PE e Indicadores**

- Em relação as práticas listadas abaixo, quais são de conhecimento do entrevistado?  
 Kaizen     5S     MFV     Manutenção Produtiva Total (MPT)  
 Just in Time e Kanban     SMED     Manufatura Celular  
 Trabalho Padronizado     Programas da Qualidade  
 Programas de Melhoria Contínua     Engenharia e Processos de Produção  
 Logística e Sistemas de Transporte     Outras (especificar)  
 Outras: \_\_\_\_\_
- Em relação as práticas citadas pelo entrevistado, como foi realizado esse processo de transferência de conhecimento?  
 Treinamento Teórico     Treinamento Prático  
 Treinamento Teórico e Prático     Participação em Projetos de Implantação  
 Outros (especificar): \_\_\_\_\_
- Com quais indicadores o entrevistado tem familiaridade nas atividades do seu dia a dia? Cite-os de forma sucinta (nome do indicador e objetivo principal)
- Na opinião do entrevistado, quais foram os fatores que motivaram a empresa a adotar as práticas da produção enxuta?
- Desde quando a empresa iniciou o processo de implantação das práticas da produção enxuta?
- Desde quando o entrevistado foi envolvido nesse processo de mudança de cultura e adoção das práticas da produção enxuta?
- Na visão do entrevistado, qual o nível de comprometimento e conhecimento dos colaboradores que atuam na planta?  
 muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório

### **Etapa 4: Critérios de Seleção das Unidades de Análise (somente para os níveis: gerentes e supervisores)**

- Quais foram os fatores considerados na seleção das unidades de análise? Explique-os
- Quais foram as premissas definidas para a implantação das práticas da produção enxuta?
- Quais foram as áreas envolvidas na seleção das unidades de análise, bem como na definição das premissas para a implantação?



### **Etapa 5: Forma de Implantação das Práticas da PE**

- Na opinião do entrevistado, como foi o processo de implantação das práticas da PE?  
 muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório
- Para o entrevistado, foram encontradas barreiras para a implantação dessas práticas? Quais foram e como foram tratadas pela empresa e pelas pessoas envolvidas e responsáveis por essa implantação?
- Como foi o envolvimento dos níveis hierárquicos em relação a esse processo de implantação?

Presidência / Diretoria (somente para o nível: gerentes)

muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório

Por que?: \_\_\_\_\_

Gerência

muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório

Por que?: \_\_\_\_\_

Supervisão

muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório

Por que?: \_\_\_\_\_

Colaboradores envolvidos diretamente na produção

muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório

Por que?: \_\_\_\_\_

Colaboradores das áreas suporte (logística, qualidade, manutenção, TI, entre outras)

muito insatisfatório     insatisfatório     nem satisfatório/insatisfatório  
 satisfatório     muito satisfatório

Por que?: \_\_\_\_\_

- Na opinião do entrevistado, os objetivos definidos na etapa de planejamento foram atendidos de que forma?

( ) totalmente não atendidos (0%)                      ( ) parcialmente não atendidos (< 50%)

( ) parcialmente atendidos (>50%)                      ( ) totalmente atendidos (100%)

Comentários: \_\_\_\_\_

### **Etapa 6: Definição e Utilização dos Indicadores**

- Qual é o foco da empresa ao mensurar o processo de adoção das práticas da PE? (assinale as alternativas que representam o foco da empresa)  
( ) financeiro              ( ) ambiental              ( ) social              ( ) todos
- Quais foram os indicadores de desempenho utilizados inicialmente para a mensuração do processo de implantação das práticas da PE?
- Como esses indicadores são estruturados?
- Como esses indicadores foram medidos e controlados pelos diferentes níveis hierárquicos?
- Como são obtidos os dados para a composição dos indicadores?
- Dos indicadores listados (Apêndices B, C e D), quais poderão ser utilizados para a construção do quadro teórico e validados pela organização do estudo de caso?

### **4. Análise dos Resultados, Conclusões e Proposta para Futuros Trabalhos:**

Para essa fase final do trabalho, serão considerados como principais atividades:

- Validação e alinhamento junto com a área de Controladoria e Finanças da empresa em relação a forma de mensuração proposta no quadro teórico (considerando o tripé da sustentabilidade);
- Análise e discussão em relação aos resultados encontrados;
- Proposta para pesquisas futuras.

**Apêndice B: Detalhamento das Práticas da Produção Enxuta Pesquisados (Elaborado pelo Autor)**

Autor (es)	Ano	Práticas da Produção Enxuta										Outras Práticas e Programas Citados																												
		MFV	JIT					MPT	SMED	Manuf. Celular				5S			Qualidade			Engenharia e Processos				Logística e Transporte																
		Red. Tam. Lotes	Huxo Cont.	Kanban	Envolv. Clientes	Relac. JIT Form.	JIT Orient. Clientes	Processo Compras JIT	MPT	SMED	Manuf. Celular	Manuf. Multif.	Arranjo Layout	Balanc. Atividades	5S	Trabalho Padronizado	Cesta Visual	Envolv. Colaborador	Progr. Qualidade	Poka Yoke	Gelo PDCA	Contr. Est. Proc. (CEP)	Desenv. Prod. Integr.	Tecnologia Grupo	Reeng. Proc. / Prod.	Fábrica Focada	Redução T/C	Integr. Cadeia Suprim.	Ader. Progr. Diana	Ader. Plano Mestre	Embarque Diário	Sistema Transp. Mat.	Progr. Melhoria Cont.							
Rachna Shah e Peter Ward	2003	X	X	X				X	X	X	X														X	X														
Rosemary Fullerton <i>et. al.</i>	2003			X			X		X		X		X						X				X		X															
Nahm <i>et. al.</i>	2004			X				X	X										X																					
Morgan Swinck <i>et. al.</i>	2005	X		X		X		X	X	X	X									X			X																	
Peter Ward e H. Zhou	2006	X	X	X					X	X	X												X		X															
R. Narasimhan <i>et. al.</i>	2006	X		X		X		X		X	X																						X							
Fawaz e Rajgopal	2007	X		X				X	X	X	X				X																									
Yoshiki Matsui	2007	X		X		X		X	X	X		X																			X									
Fullerton e Wempe	2008	X							X	X	X						X			X																				
T. Saurin e C. Ferreira	2009			X					X	X	X		X							X								X												
Mackelprang e Nair	2010	X		X		X		X	X	X		X																		X										
R. Anthony Inmana <i>et. al.</i>	2011			X					X	X	X		X							X				X		X									X					
Christian Hofer <i>et. al.</i>	2012		X	X	X	X		X	X									X			X																			
Maira C. Sobral <i>et. al.</i>	2013	X		X				X							X	X				X																		X		
<b>TOTAL</b>		<b>2</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>













Indicador	Produção Enxuta											Sustentabilidade						Validação com a Empresa (SIM)			
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton, <i>al.</i> (2003)	Abraham Y. Nahner, <i>al.</i> (2004)	Morgan Swincker, <i>al.</i> (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan, <i>al.</i> (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C.Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman, <i>al.</i> (2011)	Christian Hoferer, <i>al.</i> (2012)	Matra C. Sobral, <i>al.</i> (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Veleza e Ellenbecker		Verein Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joungr, <i>al.</i>	Global Reporting Initiative - GRI (2013)
Número de Subprodutos Gerados por Unidade de Produto															1						
Número de Unidade de Energia Gasta Durante o Uso do Produto															1						
Número de Produtos com Instruções Ambientais de Uso e Disposição Final															1						
Quantidade de Agentes de Limpeza Usados por m2															1						
Quantidade de Combustível Usado															1						
Quantidade de Licenças Vendidas para a Melhoria dos Processos															1						
Quantidade de Materiais Usados no Pós Venda															1						
Custo com Não Conformidades Ambientais															1						
Risco de Crédito ou Insolvências Relacionadas ao Meio Ambiente															1						
Quantidade de Emissões Específica por Ano															1						
Quantidade de Emissões por Unidade de Produto															1						
Quantidade de Energia Liberada para o Ar															1						
Quantidade de Emissões Negativas a Camada de Ozônio															1						
Quantidade de Emissões Negativas ao Aquecimento Global															1						
Quantidade de Efluentes por Ano															1						
Quantidade de Calor, Vibração e Luz Emitida															1						
Quantidade de Energia Desperdiçada para a Água															1						
Quantidade de Material Enviado para Aterro por Unidade de Produto															1						

Indicador	Produção Enxuta												Sustentabilidade									
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton, al. (2003)	Abraham Y. Naher, al. (2004)	Morgan Swincker, al. (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhaner, al. (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C.Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman, al. (2011)	Christian Hofer, al. (2012)	Matra C. Sobral, al. (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Velea e Ellenbecker	Verin Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joungr, al.	Global Reporting Initiative - GRI (2013)	Validação com a Empresa (SIM)	
Quantidade de Efluentes por Cliente ou Serviço															1							
Quantidade de Barulho em uma Certa Localização															1							
Quantidade de Radiação Liberada															1							
Quantidade de Material Descartado para a Água por Unidade de Produto															1							
Equipamentos para Desmontagem, Reciclagem ou Reuso															1							
Número Horas de Equipamentos em Operação por Ano															1							
Número de Eventos de Emergência ou de Não Rotinas															1							
Área Total Usada para a Produção															1							
Área Usada para Produzir Unidade de Energia															1							
Consumo de Combustível da Frota															1							
Número de Veículos com Tecnologia para a Economia de Combustível															1							
Número de Horas de Manutenção Preventiva por Ano															1							
Consumo de Combustível Médio da Frota															1							
Número de Entregas por Dia															1							
Veículos com Equipamentos de Prevenção a Poluição															1							
Número de Viagens Salvas por Outras Entregas															1							
Número de Viagens por Tipo de Meio de Transporte															1							
Taxa de Transporte Dentro da Empresa															1							



**Apêndice E: Indicadores Levantados e Validados com a Organização – Dimensão Social (Elaborado pelo Autor)**

Indicador	Produção Enxuta											Sustentabilidade						Validação com a Empresa (SIM)			
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton, al. (2003)	Abraham Y. Nahmer, al. (2004)	Morgan Swincker, al. (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan, al. (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C.Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman, al. (2011)	Christian Hofer, al. (2012)	Maira C. Sobral, al. (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Velea e Ellenbecker		Verein Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joung, al.	Global Reporting Initiative - GRI (2013)
Satisfação dos Clientes							1				1								1		SIM
Satisfação dos Colaboradores								1											1		SIM
Tempo de Treinamento por Colaborador													1						1		SIM
Dias Reservados por Colaborador para Qualificação																		1	1		
% em Relação a Receita de Despesas Comunitárias e Contribuições de Caridade																		1	1		SIM
Número de Colaboradores																		1	1		
Número de Funcionários por Unidade Vendida ou por Unidade Monetária Faturada																		1			
Número de Parcerias Comunidade-empresa																		1	1		SIM
Taxa de Dias de Trabalho Perdidos por Acidentes e Casos de Doenças																		1	1		SIM
Quantidade de Sugestões de Melhorias por Colaborador																		1	1		SIM
Quantidade de Colaboradores que Participam e Sugerem Ideias																		1	1		SIM
Taxa de Rotatividade																		1	1		SIM
Duração Média na Empresa por Parte dos Colaboradores																		1	1		
% Colaboradores que Relatam Satisfação Completa com o Trabalho																		1			

Indicador	Produção Enxuta												Sustentabilidade									
	Rachna Shah e Peter Ward (2003)	Rosemary Fullerton, <i>al.</i> (2003)	Abraham Y. Naher, <i>al.</i> (2004)	Morgan Swincker, <i>al.</i> (2005)	Peter Ward e H. Zhou (2006)	R. Narasimhan, <i>al.</i> (2006)	Fawaz e Rajgopal (2007)	Yoshiki Matsui (2007)	Fullerton e Wempe (2008)	T. Saurin e C.Ferreira (2009)	Mackelprang e Nair (2010)	R. Anthony Inman, <i>al.</i> (2011)	Christian Hofer, <i>al.</i> (2012)	Matra C. Sobral, <i>al.</i> (2013)	International Standard Organisation ISO 14031 (1999)	World Business Council for Sustainable Development - WBCSD (2000)	Lowell Center for Sustainable Production - Velve e Ellenbecker	Verin Deutscher Ingenieure VDI (2006)	National Institute of Standards and Technology (NIST) - Joung, <i>al.</i>	Global Reporting Initiative - GRI (2013)	Validação com a Empresa (SIM)	
% de Trainees																	1	1	1			
Custo para Desenvolvimento de Pessoal																	1	1	1			SIM
% de Funcionários que Receberam Treinamento																	1	1	1			
Horas Extras Pagas																	1	1				
% de Mulheres em Cargos de Direção																	1	1				
Índice de Participação de Funcionários em Projetos																	1	1				
% de Deficientes Empregados																	1	1				
Número de Petições e Reclamações																	1	1				
Nível de Barulho no Ambiente de Trabalho																	1	1				
Número de Lugares de Trabalho para Não Fumantes																	1	1				