

Universidade Metodista de Piracicaba
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO.
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE
SUSTENTABILIDADE EM PROCESSOS DE MANUFATURA

MSC. AROLDO JOSÉ ISAIAS DE MORAES
ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LUÍS HELLENO

SANTA BÁRBARA D'OESTE
2016

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO.
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**PROPOSTA DE UM MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO NÍVEL DE
SUSTENTABILIDADE EM PROCESSOS DE MANUFATURA**

MSC. AROLDO JOSÉ ISAIAS DE MORAES
ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LUÍS HELLENO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba como requisito para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNIMEP
Bibliotecária: Carolina Segatto Vianna CRB-8/7617



AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me conduzido e por ter me dado forças e inspiração para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu filho Aroldo José (Junior), a quem procuro servir de referência e a deixar um legado de vida, que procurou compreender e aceitar neste período de abnegação e dedicação.

Aos meus pais Aroldo Cesar e Maria Elisa pelo berço, pela educação e pelos ensinamentos de vida passados.

Ao amigo e Prof. Dr. André Luis Helleno, pelo apoio e pela valorosa orientação prestada.

Aos Professores Dr. Alexandre Tadeu Simon e Dr. Fernando Celso de Campos, membros da banca examinadora da qualificação, pelas contribuições e sugestões apresentadas.

À Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da FEAU - Unimep, em especial à Marta Helena T. Braglaglia pelo apoio prestado de sempre.

À Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba pela concessão ao auxílio de bolsa estudo.

À CAPES- (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio em forma de bolsa de fomento.

Aos profissionais da indústria e amigos, cuja contribuição foi fundamental para o desenvolvimento das aplicações de ilustração.

“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis. ”

Fernando Pessoa

MORAES, A.J.I. **Proposta de um Método de Avaliação do Nível de Sustentabilidade em Processos de Manufatura**. 2016, 163p. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Santa Barbara d'Oeste.

RESUMO

As organizações estão buscando cada vez mais a utilização de sistemas de manufatura que utilizem processos e matérias primas alternativas na transformação de produtos. No entanto, alguns autores sinalizam uma oportunidade de contribuir para o conceito de sustentabilidade, devido a uma lacuna gerada que existe nos modelos de avaliação existentes. Entre as oportunidades destacam-se: (I) a maioria dos modelos aborda a sustentabilidade de forma corporativa, com um enfoque organizacional; (II) os modelos limitam-se às aplicações restritas de um segmento específico; (III) as avaliações por meio dos indicadores de sustentabilidade, não são ágeis em relação a adaptação das particularidades de cada empresa; (IV) a falta de um modelo universal e com indicadores comuns que seja utilizado pelas organizações. Com isso, este trabalho tem como objetivo propor um método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura utilizando indicadores de sustentabilidade junto à ferramenta VSM (*Value Stream Mapping*), com o propósito de indicar oportunidades de melhoria junto às operações que compõem o processo. A abordagem metodológica aplicada consiste em uma pesquisa exploratória para identificar os indicadores de sustentabilidade, criação de método de integração dos indicadores de sustentabilidade no VSM (SVSM) e verificação da aplicabilidade do método proposto. Essa aplicação do método foi realizada em sistemas de manufatura de três empresas, sendo uma do setor de termoplástico, outra do ramo de utensílios de alumínio e a terceira do ramo de cosméticos. Quanto aos resultados, foi possível mensurar o nível de sustentabilidade de cada dimensão (econômica, social e ambiental), identificar operações que são restrições e desenvolver novos conceitos de indicadores. Como consideração final o método proposto atingiu o objetivo de integrar os indicadores de sustentabilidade encontrados na literatura ao VSM tradicional, contribuiu para aplicações de *kaizen*, identificando melhorias e avaliação do nível de sustentabilidade nos processos de manufatura.

PALAVRAS-CHAVES: Indicadores de Sustentabilidade, *Lean Manufacturing*, Gestão de Operações, *Value Stream Mapping*, Processos de Manufatura.

MORAES, A.J.I. **Proposal for a Sustainability Assessment Method in Manufacturing Processes**. 2016, 163p. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Santa Barbara d'Oeste.

ABSTRACT

Organizations are increasingly looking to use manufacturing processes and systems using alternative raw materials in the processing of products. However, some authors indicate an opportunity to contribute to the concept of sustainability, due to a generated gap that exists in the existing evaluation models. Among the opportunities are: (I) most models addresses the sustainability of corporative way, with an organizational approach; (II) models are limited to the strict application of a specific segment; (III) evaluations through sustainability indicators are not agile regarding the adaptation of the particularities of each company; (IV) the lack of a universal model and common indicators are used by organizations. Therefore, this paper aims to propose a method of evaluating the level of sustainability in manufacturing processes using sustainability indicators by the VSM tool (Value Stram Mapping), with the purpose of indicating improvement opportunities in the operations that make up the process. The methodological approach applied consists of an exploratory research to identify sustainability indicators, creation of integration method of sustainability indicators in VSM (SVSM) and verification of the applicability of the proposed method. This application of the method was carried out in three companies manufacturing systems, one of the thermoplastic industry, another branch of aluminum utensils and third in the cosmetics industry. As for the results, it was possible to measure the level of sustainability of each dimension (economic, social and environmental), identify operations that are constraints and develop new concepts of indicators. As a final consideration the proposed method achieved the objective of integrating sustainability indicators found in the literature to the traditional VSM, contributed to kaizen applications, identifying improvements and evaluation of the level of sustainability in manufacturing processes.

KEYWORDS: *Sustainability Indicators, Lean Manufacturing, Operations Management, Value Stream Mapping, Manufacturing Processes.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abs	- Absenteísmo
BCP	- Benefícios/ Comissão/ Participação
CAg	- Consumo de Água por unidade
CCE	- <i>Cost Cycle Efficiency</i>
CEE	- Consumo de Energia Elétrica por unidade
CEf	- Custo Efetivo
CERES	- <i>Coalition for Environmentally Responsible Economies</i>
CEs	- Custo de Estoque
Cop	- Custo de Operação
CSDI	- <i>Composite Sustainable Development Index</i>
DJSI	- <i>Dow Jones Sustainability Index</i>
DRR	- Descarte e Rastreabilidade de Resíduos
FPSI	- <i>Ford Product Sustainability Index</i>
GM MSM	- <i>GM Metrics for Sustainable Manufacturing</i>
GRI	- <i>Global Reporting Initiative</i>
IBASE	- Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas
IBGC	- Instituto Brasileiro de Governanças Corporativa
IChemE	- <i>Institution of Chemical Engineers</i>
IRA	- Índice Relativo de Acidente

ISEA	- <i>Institute of Social and Ethical Accountability</i>
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i>
KPI	- <i>Key Performance Indicator</i>
JIT	- <i>Just in time</i>
LGN	- Liberação de Gases Nocivos
LM	- <i>Lean Manufacturing</i>
MPA	- Matéria Prima Alternativa
MTM	- <i>Methods Time Measurement</i>
NSa	- Nível salarial na operação
NSA	- Nível de Sustentabilidade Ambiental
NSAp	- Nível de Sustentabilidade Ambiental do processo
NSE	- Nível de Sustentabilidade Econômica
NSR	- Nível de Ruído na operação
NSS	- Nível de Sustentabilidade Social
NSSp	- Nível de Sustentabilidade Social do processo
OEE	- <i>Overall Equipment Effectiveness</i>
PPN	- Proporção Produção Nacional
RPAT	- <i>Rapid Plant Assessment Tools</i>
RSAT	- <i>Rapid Basin-Wide Hydropower Sustainability Assessment Tool</i>
SAMMI	- <i>Sustainability Assessment in Mining and Minerals Industry</i>
SDF	- <i>Sustainable Development Framework</i>

SGA	- Sistema de Gestão Ambiental
SIG	- Sistema Integrado de Gestão
SRe	- Segregação de Resíduos
SST	- Serviço e Segurança no Trabalho
TBL	- <i>Triple Bottom Line</i>
TOv	- <i>Turnover</i>
TPS	- <i>Toyota Production System</i>
TQM	- <i>Total Quality Management</i>
Tre	- Treinamento
UN	- <i>United Nations</i>
VSM	- <i>Value Stream Mapping</i>

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Evolução das características dos indicadores (CORRÊA; CORRÊA, 2012)	1
FIGURA 2: Evolução das Estratégias de Manufatura (FAULKNER; BADURDEEN, 2014).....	3
FIGURA 3: Modelo de sustentabilidade empresarial (CORAL, 2002)	14
FIGURA 4: Estrutura de Custos (MARTINS, 2010).....	20
FIGURA 5: Transformação do <i>Supply Chain</i> em <i>Supply Cycle</i> (BLANCO, 2011)	23
FIGURA 6: Evolução da Implementação da <i>Green Supply</i> (BLANCO, 2011)..	23
FIGURA 7: Composição do processo de Remuneração (COETZEE <i>et al.</i> , 2014).....	30
FIGURA 8: <i>Barometer of Sustainability</i> (PRESCOTT- ALLEN, 1997).....	47
FIGURA 9: Categoria de desenvolvimento modelo IChemE (IChemE, 2002).49	
FIGURA 10: Estrutura do Sistema <i>Toyota</i> de Produção (Adaptado de GHINATO 2000).....	61
FIGURA 11: Fluxo de Produção Contínuo (Adaptado de ROTHER e SHOOK 1996)	62
FIGURA 12: Balanceamento de Operações (GHINATO 2000)	63
FIGURA 13: Símbolos para a construção do VSM (ROTHER; SHOOK,1996) 67	
FIGURA 14: Exemplo de VSM (ROTHER e SHOOK, 1996).....	68
FIGURA 15: VSM Extendido (KUHLANG <i>et al.</i> , 2011).....	69
FIGURA 16: Modelo <i>Sus- VSM</i> (Adaptado de FAULKNER e BADURDEEN,2014).....	69
FIGURA 17: OEE <i>Overall Equipment Effectiveness</i> , (Rother e Shook, 1996) .70	
FIGURA 18: Perdas no Processo, (Gibbons e Burgess, 2010).....	71
FIGURA 19: Etapas do Método de Pesquisa	73
FIGURA 20: Etapa 1: Formulação do Problema	74
FIGURA 21: Etapa 2: Desenvolvimento do Método Preliminar	75
FIGURA 22: Etapa 3: Método Ajustado.....	77
FIGURA 23: Etapa 4: Método Proposto	77
FIGURA 24: Linha de pensamento do método.....	78
FIGURA 25: Indicadores de Sustentabilidade	80
FIGURA 26: Construção do Método Proposto	101
FIGURA 27: Método SVSM.....	102
FIGURA 28: Sequência de processo Empresa A.....	107
FIGURA 29: SVSM da Empresa A.....	108
FIGURA 30: Sequência de processo Empresa B.....	111
FIGURA 31: SVSM da Empresa B.....	112
FIGURA 32: Sequência de processo Empresa C.....	115
FIGURA 33: SVSM da Empresa C.....	116

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: Relação de artigos: Indicadores Econômicos.....	31
QUADRO 2: Relação de artigos: Indicadores Ambientais.....	33
QUADRO 3: Relação de artigos: Indicadores Sociais.....	34
QUADRO 4: Dimensões, critérios e principais temas abordados do DJSI (DJSI, 2011).....	39
QUADRO 5: Estrutura do questionário do modelo GRI (GRI, 2013).....	42
QUADRO 6: Estrutura do questionário do Instituto <i>Ethos</i> . (Instituto <i>Ethos</i> , 2014).....	45
QUADRO 7: Modelos de Avaliação da Sustentabilidade. (Chen <i>et al.</i> , 2013). 46	
QUADRO 8: Questionário <i>RPAT</i> (GOODSON, 2002).....	50
QUADRO 9: Questionário de Avaliação <i>RPAT</i> (GOODSON, 2002).....	51
QUADRO 10: Indicadores <i>SAMMI</i> (AZAPAGIC, 2004).....	52
QUADRO 11: Indicadores do modelo <i>CSDI</i> (KRAJNC e GLAVIC, 2005).....	53
QUADRO 12: Indicadores do modelo <i>ITT Flygt</i> (POHL, 2006).....	54
QUADRO 13: Indicadores do modelo <i>FPSI</i> (FORD, 2007).....	55
QUADRO 14: Indicadores do modelo <i>GM</i> (GM, 2009).....	56
QUADRO 15: Indicadores do modelo <i>SDF</i> (EUROPEAN COMMISSION, 2009).....	57
QUADRO 16: Indicadores do modelo <i>RSAT</i> (<i>UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT</i> , 2010).....	58
QUADRO 17: Indicadores publicados e Quantidade de Citações.....	81
QUADRO 18: Indicadores da dimensão econômica.....	83
QUADRO 19: Indicadores da dimensão Social.....	85
QUADRO 20: Indicadores da dimensão Ambiental.....	87
QUADRO 21: Indicadores econômicos.....	89
QUADRO 22: Indicadores econômicos propostos pelo modelo.....	90
QUADRO 23: Indicadores sociais e nível de aplicação.....	93
QUADRO 24: Indicadores sociais propostos pelo modelo.....	95
QUADRO 25: Indicadores ambientais e nível de aplicação.....	98
QUADRO 26: Indicadores ambientais propostos pelo modelo.....	99

LISTA DE TABELAS

TABELA 1: Indicadores de Absenteísmo (3º Benchmarking de Recursos Humanos, 2011).....	27
TABELA 2: Classificação dos indicadores/ artigos.....	31
TABELA 3: Equação dos indicadores econômicos do SVSM	91
TABELA 4: Equações dos indicadores sociais do SVSM.....	96
TABELA 5: Equação dos indicadores ambientais do SVSM	100
TABELA 6: Resumo da Aplicação do SVSM nas empresas A, B, C	119
TABELA 7: Oportunidade de melhoria evidenciada pelo SVSM nas empresas A, B, C.....	120

SUMÁRIO

Resumo.....	I
Abstract.....	II
Lista de Abreviaturas e Siglas.....	I
Lista de Figuras.....	IV
Lista de Quadros.....	V
Lista de Tabelas.....	VI
1 Introdução.....	1
1.1. Considerações Gerais.....	1
1.2. Importância e Justificativa do Trabalho.....	7
1.3. Objetivo.....	9
1.4. Delimitação do Trabalho.....	10
1.5. Estrutura do Trabalho.....	10
2. Referencial Teórico.....	12
2.1. Sustentabilidade.....	13
2.1.1. Sustentabilidade Econômica.....	15
2.1.2. Método de Custeio.....	17
2.1.3. Sustentabilidade Ambiental.....	20
2.1.4. Sustentabilidade Social.....	24
2.2. Indicadores de Sustentabilidade.....	30
2.3. Modelos de Avaliação de Sustentabilidade.....	37
2.3.1. <i>Dow Jones Sustainability Index (DJSI)</i>	37
2.3.2. <i>Global Reporting Initiative (GRI)</i>	40
2.3.3. <i>Indicadores Ethos de Responsabilidade</i>	43
2.3.4. Outros Modelos de Sustentabilidade.....	46
2.3.4.1. <i>Barometer of Sustainability</i>	47
2.3.4.2. <i>IChemE Sustainability Metrics (IChemE)</i>	48
2.3.4.3. <i>Rapid Plant Assessment Tools (rpat)</i>	49
2.3.4.4. <i>Sustainability Assessment in Mining and Minerals Industry (SAMMI)</i>	51
2.3.4.5. <i>Composite Sustainable Development Index (CSDI)</i>	52
2.3.4.6. <i>ITT Flygt Sustainability Index</i>	53
2.3.4.7. <i>Ford of Europe's Product Sustainability Index</i>	54
2.3.4.8. <i>GM Metrics for Sustainable Manufacturing</i>	55
2.3.4.9. <i>Sustainable Development Framework (SDF)</i>	56
2.3.4.10. <i>Rapid Basin- wide Hydroower Sustainability Assessment Tool</i>	57
2.5. Manufatura Enxuta (<i>Lean Manufacturing</i>).....	59
2.5.1. Mapeamento do Fluxo de Valor (<i>Value Stream Mapping</i>).....	65
2.5.2. <i>Overall Equipment Effectiveness (OEE)</i>	70
3. Método de Pesquisa.....	72
4. Desenvolvimento do Método.....	78
4.1. Levantamento dos indicadores de sustentabilidade.....	80
4.2. Análise comparativa dos indicadores de sustentabilidade.....	82
4.3. Definição dos indicadores de sustentabilidade a serem utilizados no método.....	88

4.3.1. Indicadores Econômicos.....	88
4.3.2. Indicadores Sociais.....	93
4.3.3. Indicadores Ambientais	97
4.4. Método Proposto	101
5. Aplicação de Ilustração do Método	105
5.1. Perfil das Empresas	105
5.2. Organização, Planejamento e Duração das Aplicações de Ilustração	106
5.3. Resultado das Aplicações.....	107
5.3.1. Aplicação de Ilustração na Empresa A	107
5.3.2. Aplicação de Ilustração na Empresa B	110
5.3.3. Aplicação de Ilustração na Empresa C.....	115
6. Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	121
6.1. Conclusão	121
6.2. Sugestões para trabalhos futuros.....	125
7. Referências Bibliográficas.....	126
Apêndice 1	163

1 INTRODUÇÃO

Este capítulo inicial apresenta a evolução das características dos indicadores de desempenho de um sistema de produção e uma visão geral da sustentabilidade como uma vantagem competitiva para as empresas. Destaca a importância de se gerenciar os indicadores que compõem as dimensões econômica, social e ambiental e as lacunas encontradas como oportunidade de estudo. Engloba, também, a importância do trabalho, bem como seus objetivos, sua delimitação e estrutura.

1.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

As características dos indicadores de desempenho contidas nos modelos de gestão de operações evoluíram ao longo do tempo em função das necessidades da sociedade, criando, assim, novos desafios para a área de Engenharia de Produção. Essa evolução pode ser observada de forma qualitativa por períodos históricos na Figura 1.

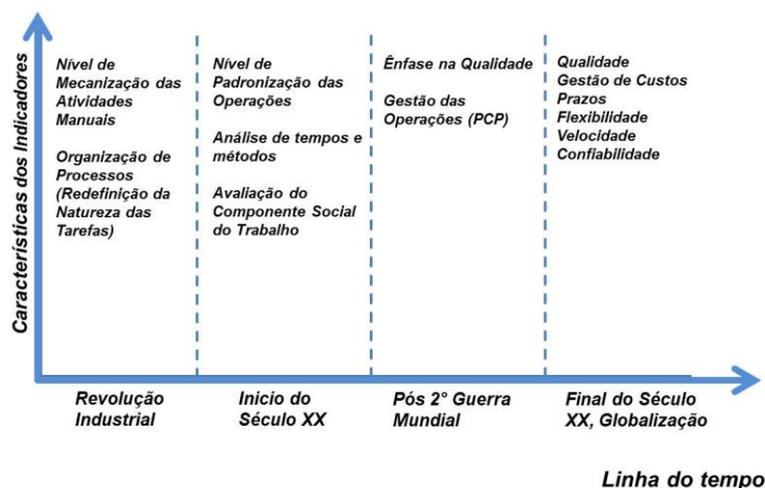


FIGURA 1: Evolução das características dos indicadores (CORRÊA; CORRÊA, 2012)

Entre os períodos históricos, destacam-se:

- a Revolução Industrial, representada por indicadores de desempenho provenientes da relação entre a estrutura de força de trabalho *versus* as novas práticas de produção e avanços tecnológicos. Este período contribuiu para a

mecanização das atividades manuais, assim como a redefinição dos processos de transformação (CORRÊA; CORRÊA, 2012);

- o início do século XX, quando houve a necessidade de expansão dos países e das indústrias, resultando nos indicadores para se mensurar o nível de padronização das operações e na análise de tempos e métodos. Foram criadas condições para um novo cenário industrial, sendo o setor automobilístico o mais influente nesse desenvolvimento (CHENG *et al.*, 2011);

- o período pós 2^a Guerra Mundial, em que o aumento dos mercados consumidores resultou na ênfase de indicadores direcionados para o conceito de qualidade e nas melhores práticas de gestão das operações (VOSS *et al.*, 2002);

- e o final do século XX, quando houve a expansão da globalização e o aumento da concorrência e da diversidade dos mercados consumidores e produtores, resultando em um sistema de manufatura fundamentado em indicadores da qualidade, gestão dos custos, nível de atendimento no prazo, flexibilidade, velocidade e confiabilidade (CHOWDARY; GEORGE, 2012).

Womack *et al.* (2007) identificaram que as empresas ocidentais estiveram estagnadas por muito tempo em relação a conceitos, práticas e indicadores de produção. Nas décadas de 80 e 90, os resultados econômicos das empresas consagradas pela produção de bens de consumo foram modestos, e entre as causas disso destacam-se os valores de venda dos produtos impostos pelo mercado; os altos custos de produção; as despesas de vendas provenientes do efeito da globalização e dos custos logísticos.

Diante dessa realidade e tendência do mercado, as empresas tiveram de buscar a melhoria de seus resultados para se manterem competitivas. Para isso, muitas empresas adotaram as práticas oriundas da *Lean Manufacturing* (LM), com o intuito de eliminar os desperdícios do processo de produção.

Segundo Ohno (1988), a filosofia da LM visa à eliminação de todas as atividades e procedimentos que geram desperdícios na obtenção do produto final. Sendo assim, o pensamento enxuto visa produzir o produto certo na

quantidade certa e no tempo certo, atendendo aos requisitos de qualidade do cliente.

De acordo com Moyano-Fuentes e Sacristán-Díaz (2012) e Parry *et al.* (2010) as características e os indicadores da LM também estão presentes nos modelos de gestão de operações existentes. Entre os exemplos publicados por Chowdary e George (2012), destacam-se as melhorias alcançadas nas operações de uma empresa de fluxo contínuo após a implantação da LM. Entre os indicadores estão: a redução dos tempos de espera; os tempos de ciclo e dos inventários no processo de fabricação; a área de armazenamento; e o dimensionamento da equipe de produção.

Em outro caso de aplicação demonstrado por Salled *et al.* (2011), observa-se a integração entre o TQM (*Total Quality Management*) e a LM no desenvolvimento de produtos e processos de fabricação mais eficientes em uma indústria automobilística. Essa integração possibilitou atender o aumento da demanda, as exigências impostas pela qualidade do produto e a busca por preços competitivos.

Para Jawahir *et al.* (2006), o princípio fundamental da LM é aumentar o valor agregado sob a ótica do cliente; porém, o valor deve ser percebido por todos os envolvidos na cadeia de valor (*stakeholders*). A evolução das ações tomadas junto às estratégias de manufatura com o intuito de aumentar o valor percebido está ilustrada na Figura 2.

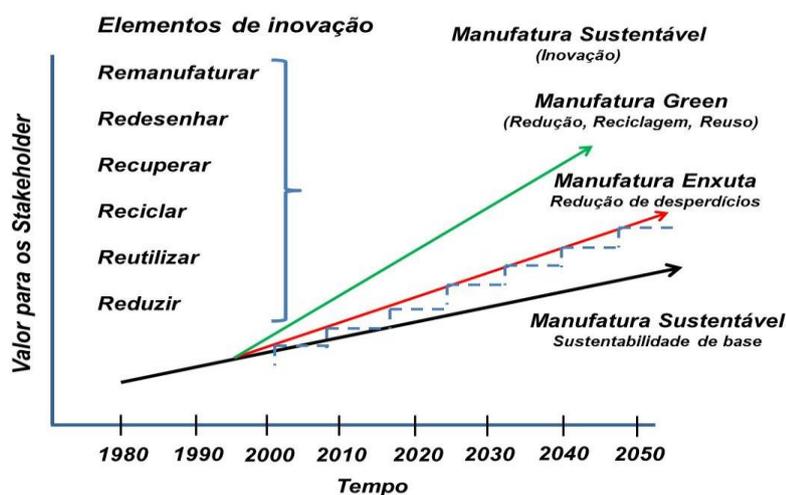


FIGURA 2: Evolução das Estratégias de Manufatura (FAULKNER; BADURDEEN, 2014)

Para Faulkner e Badurdeen (2014), a evolução das estratégias da manufatura inicia-se com a LM. O próximo passo de evolução é a aplicação da *Green Manufacturing*, focada nas boas práticas de fabricação, de acordo com uma visão ambientalmente correta. E, por fim, a Manufatura Sustentável, que visa transformar produtos por meio de processos que não geram impactos ambientais, reutilizando os recursos naturais e inovando com produtos redesenhados para o uso dos *stakeholders*.

Corroborando, Nidumolu *et al.* (2009) afirmam que a sustentabilidade da manufatura é o resultado da implantação da abordagem 6R, que significa reduzir, reutilizar, reciclar, recuperar, redesenhar e remanufaturar, a qual permite aumentar o valor agregado na visão dos *stakeholders*. Esses resultados são destacados por Sawhney *et al.* (2007) e Moreira *et al.* (2010) em uma aplicação da LM junto à dimensão ambiental em uma empresa de transformação metal mecânica.

Mollenkopf *et al.* (2010) defendem que diversos conceitos e boas práticas vêm sendo aplicados para melhorar os modelos de gestão de operações. No entanto, Dues *et al.* (2013), Pampanelli *et al.* (2013) e Pane Haden *et al.* (2009) afirmam que o uso de técnicas e procedimentos da LM aplicados aos modelos de gestão potencializam os ganhos na área ambiental e no processo de fabricação quanto ao desenvolvimento social.

De acordo com Faulkner *et al.* (2012), para haver um melhor entendimento da sustentabilidade a ser alcançada com as técnicas da LM, é necessário estratificar os indicadores de sustentabilidade em dimensões econômica, social e ambiental.

Com foco na dimensão ambiental, as técnicas da LM visam reduzir, prevenir a poluição ambiental e os resíduos gerados em seu ponto de origem (MOREIRA *et al.*, 2010; SAWHNEY *et al.*, 2007; CHAVEZ *et al.*, 2013). Corroborando os ganhos obtidos por meio da integração da LM junto à dimensão ambiental, Kurdve *et al.* (2014) descreveram as experiências e os ganhos obtidos junto a uma empresa do setor automobilístico na Suécia.

Sawhney *et al.* (2007), por outro lado, destacam os benefícios das ações preventivas junto aos aspectos e impactos ambientais ao longo do processo, ao invés de usarem soluções corretivas ao final, quando as consequências normalmente são irreversíveis.

Desta forma, além dos indicadores tradicionais utilizados nos modelos de gestão das operações, como os destacados por Slack *et al.* (2005) – flexibilidade, confiabilidade, qualidade, custo e rapidez –, faz-se necessária a inserção dos indicadores ambientais e sociais (LUCEY *et al.*, 2005). Diante desses novos indicadores, a gestão das operações tornou-se um desafio para as empresas que focam somente nos resultados econômicos, as quais passaram a se reestruturar, adequando-se a esta nova realidade (FREDRIKSSON; PERSSON, 2011).

Complementando Norman e MacDonald (2004), o sucesso e a saúde de uma empresa não devem ser medidos apenas por indicadores econômicos e financeiros tradicionais, mas também pelo seu desempenho ambiental e sua responsabilidade social.

Assim, com enfoque na dimensão social, Hines *et al.* (2008) destacam as vantagens do ambiente de trabalho com a implantação da LM por alavancar os seguintes fatores: motivação, comunicação, resolução de problemas, trabalho em equipe e mudança cultural. Dessa forma, os trabalhadores assumem responsabilidades que vão além das tarefas do cotidiano, gerando, assim, conforme Womack e Jones (2007), um efeito positivo.

Para Christmann (2000), a implantação de políticas e práticas ambientais e sociais resulta na obtenção de ganhos, uma vez que a empresa reduz custos e é reconhecida pela sociedade. Porém, outros autores, como Jensen (2001), acreditam que as empresas devem focar seus esforços primeiro nos indicadores econômicos, a fim de maximizá-los, e somente depois devem buscar os indicadores ambientais e sociais.

Para se reduzir o conflito de interesses e opiniões entre os indicadores econômicos, sociais e ambientais e se alcançar o melhor resultado com a combinação deles, é necessário adotar uma política de sustentabilidade

organizacional (CHRISTMANN, 2000). Essa política precisa equilibrar as intenções e necessidades de cada dimensão que a compõe com seus respectivos indicadores, fundamentada no crescimento econômico, nas imposições ambientais e nas expectativas sociais (SAVITZ; WEBER 2007).

Segundo Dias *et al.* (2008), as empresas, de modo geral, utilizam cada vez mais práticas sustentáveis em seus processos de negócios, visando maximizar seus lucros, melhorar suas práticas ambientais e, principalmente, valorizar sua imagem frente à comunidade por meio de ações sociais.

Para Elkington (2001), as empresas que conseguem gerenciar os indicadores das três dimensões (econômica, ambiental e social) alcançam melhores resultados quanto ao sucesso e às oportunidades na conquista de novos mercados.

No entanto, para Ghadimi *et al.* (2012) não existe um método específico para avaliar/mensurar o nível de sustentabilidade de um sistema de manufatura. Esta oportunidade compreende desde a ausência de consenso sobre definição de sustentabilidade, de um modelo que correlacione os indicadores das três dimensões, de um modelo universal a ser aplicado por todos, de um modelo que avalie os processos de produção de forma individual ao invés da corporação como um todo. Desta forma, pode-se dizer que, de maneira geral os modelos avaliam as ações externas realizadas pelas empresas e acabam por desconsiderar as internas (GHADIMI *et al.*, 2012).

Para Savitz e Weber (2007), a sustentabilidade originou-se da recente conscientização dos países em busca de iniciativas e práticas para suas empresas crescerem e se desenvolverem sem agredir o meio ambiente e preservar o bem-estar da população. Com base nessa causa, a sustentabilidade tornou-se sinônimo de ações sociais e ambientais, estendendo-se, principalmente, ao âmbito empresarial.

Segundo a definição de Savitz e Weber (2007), uma empresa sustentável mantém seus lucros de acordo com as expectativas do acionista e, ao mesmo tempo, transforma matéria-prima com a utilização de seus recursos sem agredir o meio ambiente e promove a qualidade de vida dos *stakeholders*.

Para Altfelder (2004), o objetivo de qualquer empresa, independentemente de sua natureza ou operação, é obter o maior lucro possível considerando-se o capital investido; assim, utiliza-se de suas vantagens competitivas para se projetar à frente de seus concorrentes.

Desta forma, com a evolução das características dos indicadores apresentada com relação aos modelos de gestão, além dos indicadores econômicos já consagrados, os indicadores ambientais e sociais começam a fazer parte do novo modelo de gestão. Ambos são direcionados às empresas que visam buscar sua sustentabilidade por meio da transformação de produtos que não gerem impactos no meio ambiente, assim como por meio de ações que auxiliem o desenvolvimento de uma sociedade (ALTENFELDER, 2004).

Segundo Domeneghetti (2009), o *Triple Bottom Line* (TBL) foi desenvolvido a fim de reunir os resultados econômicos, sociais e ambientais em uma única base de gestão, de forma a medir e se tornar um diferencial nos resultados das empresas.

Para Siena (2008), os modelos de avaliação de sustentabilidade existentes, embora apresentem tópicos em comum, não abordam uma linha ou padronização quanto aos indicadores, considerando-se as definições que cada um assume e, principalmente, o foco da avaliação, que é direcionado às ações externas das empresas e não às suas ações internas. Assim, a não definição de um modelo e de parâmetros utilizados em cada dimensão de sustentabilidade faz com que não haja um padrão único de avaliação.

1.2. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

De acordo com Sackis *et al.* (2012), foi identificada uma lacuna quanto ao conceito de sustentabilidade e uma oportunidade de desenvolvimento de modelos de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de produção existentes quando aplicados em um setor específico. Nesse caso, não há um esclarecimento quanto à forma com que se aplicam e se mensuram os indicadores de sustentabilidade.

Lee *et al.* (2012) verificaram que, apesar da evolução dos sistemas de produção na busca de soluções sustentáveis, ainda são escassos os métodos para que sejam medidos e integrados os indicadores de sustentabilidade de acordo com as dimensões econômica, ambiental e social. Os modelos apresentados são estáticos e dividem a sustentabilidade.

Stiglitz *et al.* (2009) concluíram que a avaliação da sustentabilidade por meio dos modelos existentes é complementar ao bem-estar em que a empresa se encontra ou ao desempenho econômico em que está vivendo, ou seja, atribui maior peso aos indicadores econômicos.

Jabbour *et al.* (2012a) afirmam não encontrar evidência de estudos sobre a integração de Gestão Ambiental, *Lean Manufacturing* (Econômico) e Recursos Humanos (Social). Os autores destacam que alguns estudos desenvolvem uma relação de forma parcial, ou seja, uma correlação entre dois indicadores apenas. Contribuindo para esta correlação entre apenas dois indicadores do TBL, May e Flannery (1995) pesquisaram a relação entre a gestão ambiental e o comprometimento das pessoas no impacto dos resultados atingidos, enquanto Rothenberg *et al.* (2001) deram enfoque à relação entre as práticas da LM e à gestão ambiental, evidenciando-se, assim, grande oportunidade para se criar um método que integrasse os indicadores das três dimensões da sustentabilidade em uma única avaliação.

Corroborando, Ghadimi *et al.* (2012) afirmam que a produção sustentável se transformou em um debate importante entre as organizações de manufatura em busca da competitividade no mercado. Porém, nos últimos anos, vários métodos foram desenvolvidos para avaliar o nível de sustentabilidade corporativa, ou seja, da empresa como um todo e de seus produtos a partir da percepção do usuário final; no entanto, não há evidência de um método ou modelo que se aplique exclusivamente a um processo de manufatura que avalia as três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental).

Porém, Faulkner e Badurdeen (2014) desenvolveram uma metodologia para visualizar e avaliar o desempenho da sustentabilidade na manufatura utilizando

indicadores nas dimensões sociais e ambientais. Esta metodologia apresenta algumas restrições quanto aos indicadores utilizados, a destacar:

- na dimensão econômica, utiliza a relação entre as atividades que agregam valor e as que não agregam valor fornecido pelo VSM (*Value Stream Mapping*);
- na dimensão ambiental, utiliza somente os indicadores de consumo de água, energia elétrica e matéria-prima;
- na dimensão social, utiliza somente os indicadores de nível de ruído no ambiente de trabalho e avaliação dos postos de trabalho por meio de estudo ergonômico medido em uma escala de 1 a 5.

Além disso, com base no referencial teórico pesquisado, foi possível evidenciar: a falta de padronização do conceito de sustentabilidade aplicado pelas empresas (SACKIS *et al.*, 2012); a existência de inúmeros modelos de avaliação da sustentabilidade corporativa (GHADIMI *et al.*, 2012); e um número reduzido de modelos que avaliem as três dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) em um sistema de manufatura (FAULKNER; BADURDEEN, 2014).

Portanto, a contribuição deste trabalho apoia-se na identificação de indicadores de sustentabilidade utilizados em Modelos de Avaliação de Sustentabilidade, assim como, em artigos acadêmicos para a construção de um método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura.

1.3. OBJETIVO

Diante das oportunidades apresentadas anteriormente, este trabalho tem por objetivo propor um método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura. Este método é composto por indicadores de sustentabilidade fundamentados no conceito TBL que estão diretamente relacionados às variáveis presentes em um processo de manufatura e ao conceito da LM. Para isso, a ferramenta VSM (*Value Stream Mapping*) será utilizada como base de aplicação deste método.

1.4. DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho tem por finalidade propor um método de avaliação de sustentabilidade em processos de manufatura. O método é obtido por meio de indicadores propostos de acordo com a literatura pesquisada e o uso do VSM da LM para identificar as oportunidades de melhoria junto às dimensões da sustentabilidade.

O trabalho não visa aplicar o método em um conjunto de empresa a fim de compará-las, e sim no primeiro momento para convalidar o estudo. Embora o método não vise criar indicadores para comparar as empresas, é possível elas utilizarem a mesma base de dados ou parâmetros para os cálculos.

O método não faz uma análise de acordo com o ciclo de vida do produto, assim como não mensura ações de filantropia corporativa.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho está dividido em sete capítulos, os quais estão organizados da seguinte maneira:

- Capítulo 1 Introdução – é enfatizada as considerações gerais, que destacam o histórico dos indicadores nos modelos de gestão de operações, e explicitada a importância do trabalho, com a oportunidade de contribuição, a relevância do assunto e os objetivos propostos.
- Capítulo 2 Revisão Bibliográfica – é apresentado o levantamento teórico no qual se embasou a construção do método proposto. Entre os assuntos estudados se destacam a sustentabilidade, os indicadores de sustentabilidade, os modelos de sustentabilidade e a LM.
- Capítulo 3 Método de Pesquisa – é apresentado o método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, detalhando suas etapas;
- Capítulo 4 Desenvolvimento do Método Preliminar – é apresentado, de forma detalhada, o desenvolvimento do método.

- Capítulo 5 Resultados e Discussões – é apresentado os resultados e as discussões sobre a aplicação do método proposto, incluindo as limitações encontradas.
- Capítulo 6 Conclusões e sugestões para futuros trabalhos.
- Capítulo 7 Referências Bibliográficas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta uma revisão de definições e conceitos sobre sustentabilidade, suas tendências junto aos *stakeholders*, levantamento de indicadores utilizados na literatura, a filosofia do *Lean Manufacturing* e a ferramenta de mapeamento do fluxo de valor (VSM – *Value Stream Mapping*).

Entre os modelos de sustentabilidade, este trabalho destacou o *Dow Jones Sustainability Index* (DJSI, 2011), o *Global Reporting Initiative* (GRI, 2013) e o Instituto Ethos (2014).

O modelo DJSI destaca-se por apresentar um enfoque direcionado aos acionistas das empresas (*shareholders*), com uma estrutura de avaliação definida por meio de aplicação e interpretação de questionários padronizados (SEARCY; ELKHAWAS, 2012). Já o *Dow Jones Industrial Average* (DJSI, 2011) é responsável pela publicação de indicadores de movimentação do mercado financeiro norte-americano atuando junto ao *Nasdaq Composite* e do *Standard & Poor's 500*.

O modelo GRI também é amplamente aplicado por empresas nacionais e internacionais. Utilizado como referência e base estrutural para diversos outros modelos praticados, direciona-se ao atendimento dos interesses dos *stakeholders*, e não somente dos acionistas (LOZANO, 2013). A importância dada à adoção das diretrizes da GRI em nível mundial pode ser retratada por meio de 18.450 relatórios publicados no período de 2003 a 2009 (GRI, 2013).

Quanto ao Instituto Ethos, seu modelo é baseado em um questionário que integra o modelo GRI com o Balanço Social do IBASE (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas). Dessa forma, o modelo apresenta um enfoque abrangente na dimensão social (BASSETTO, 2010).

2.1. SUSTENTABILIDADE

De acordo com Siche *et al.* (2007), a definição de sustentabilidade vem do latim *sustentare*, que significa sustentar, suportar, manter em bom estado, que resiste ao tempo.

Searcy e Elkhawas (2012), Brundtland (1987) e Clancy *et al.* (2013) avaliaram que sustentabilidade é a capacidade de se autossustentar ou de se automanter.

Segundo Faulkner e Badurdeen (2014), dos significados atribuídos à sustentabilidade, o mais utilizado é a capacidade de suportar. Com base nessa definição, uma empresa sustentável mantém seus lucros de acordo com as expectativas dos acionistas, transforma matéria-prima a partir da utilização de seus recursos sem agredir o meio ambiente e promove a qualidade de vida de seus *stakeholders*.

Nesse sentido, a aplicação do conceito de sustentabilidade nas empresas originou-se da recente conscientização dos países na busca de iniciativas e práticas capazes de gerar crescimento sem agredir o meio ambiente e preservando o bem-estar da população (SAVITZ; WEBER, 2007).

Para Altenfelder (2004), o objetivo de qualquer empresa, independentemente de sua natureza ou operação, é obter o maior lucro possível a partir do capital investido, utilizando-se de suas vantagens competitivas para se projetar à frente de seus concorrentes. Dessa forma, além dos fatores econômicos já consagrados, como a gestão de custos, outros começam a fazer parte do novo modelo de gestão, como os indicadores ambientais e sociais, por exemplo.

Ambos os indicadores são direcionados à empresa que busca sua sustentabilidade por meio da transformação de produtos que não agriam o meio ambiente e de ações que auxiliem o desenvolvimento de uma sociedade mais justa e independente (ALTENFELDER, 2004).

Com base no equilíbrio das dimensões da sustentabilidade, o cientista social inglês Jonh Elkington reuniu os resultados econômicos, sociais e ambientais

em uma única base de gestão, definindo-a com a expressão *Triple Bottom Line* (TBL) (DOMENEGHETTI, 2009).

Na Figura 3 é apresentado o modelo de sustentabilidade desenvolvido por Coral (2002), que se fundamenta no conceito TBL de equilíbrio de três dimensões: econômica, ambiental e social. De acordo com este modelo, cada dimensão apresenta suas respectivas iniciativas e práticas a serem desenvolvidas em uma visão de sustentabilidade empresarial em relação aos seus *stakeholders*.



FIGURA 3: Modelo de sustentabilidade empresarial (CORAL, 2002)

Na dimensão econômica, os indicadores abrangem o macroambiente (mercado e as estratégias de negócio) e o ambiente interno (qualidade e gerenciamento dos custos das operações).

Quanto à dimensão ambiental, pode-se dizer que ela está presente em toda a cadeia de valor: desde a aquisição de matérias-primas junto a fornecedores que atendem à legislação vigente, passando pelo processo de transformação, que é acompanhado e medido com base nos aspectos e impactos ambientais gerados, até a entrega de produtos ecologicamente corretos ao cliente.

Já a dimensão social contempla todas as ações junto aos seus *stakeholders*, envolvendo a responsabilidade, o compromisso e a promoção de todos os envolvidos.

Elkington (2001) afirma, então, que a empresa que busca equilibrar o gerenciamento das três dimensões (econômica, ambiental e social) consegue melhores resultados no que se refere ao sucesso junto ao mercado. Assim, é necessário que ela conheça e defina cada dimensão de forma a atuar junto aos seus indicadores para potencializar os ganhos.

2.1.1. SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA

De acordo com Bartelmus (2010), a sustentabilidade econômica está associada à saúde econômica da empresa, ou seja, à lucratividade e à rentabilidade. Dessa forma, por meio desses indicadores direcionados ao lucro e ao retorno financeiro é possível saber se a empresa irá atender ao seu crescimento e ideais. Contudo, quanto maior for a integração com os fatores ambientais e sociais, maior será a probabilidade de retorno econômico, levando-se em consideração sua representatividade e imagem frente à sociedade.

Nesta mesma linha de pensamento, Martínez-Jurado e Moyano-Fuentes (2013) afirmam que a sustentabilidade econômica visa tomar decisões no presente que farão a empresa prosperar no futuro. Para isso são aplicados fundamentos básicos que proporcionam o desenvolvimento estável e evitam as flutuações financeiras.

Além disso, os indicadores da dimensão econômica controlam outros fatores indicadores da gestão de recursos empresariais: tecnológico, humano e financeiro. Como exemplo tem-se a substituição de recursos naturais não renováveis pelos renováveis e o desenvolvimento do recurso humano para o capital humano de forma a contribuir para uma sociedade mais consciente e justa (MARTÍNEZ-JURADO e MOYANO-FUENTES 2013).

Roufechaei *et al.* (2014) corroboraram no sentido de que a sustentabilidade econômica sempre se fundamentará na relação de investimento em um empreendimento de valor razoável e na geração rápida de seu retorno. Pode-

se dizer que esta relação é atendida de acordo com a expectativa que o investidor cria no que se refere às oportunidades.

Elkington (1997) atesta que o modelo fundamentado no retorno financeiro está esgotado. Para o autor, a empresa deve gerar benefícios econômicos, ambientais e sociais (o conceito de TBL) para um grupo amplo de detentores de interesse, o que é chamado de sustentabilidade corporativa. A abordagem de Elkington para a sustentabilidade corporativa está associada aos resultados obtidos pelas empresas responsáveis em suas práticas nas três dimensões da sustentabilidade.

É possível verificar a preocupação com o equilíbrio das três dimensões em nos modelos utilizados como referência (DJSI, GRI e Ethos); porém, eles utilizam os indicadores para a avaliação de sustentabilidade de forma corporativa, ou seja, os indicadores são utilizados para avaliar cenários macros e de forma qualitativa.

Eccles *et al.* (2011) afirmam que as organizações podem perceber no curto prazo o aumento dos custos em decorrência da maior atenção dada às questões sociais e ambientais. Por outro lado, é esperado que essas empresas alcancem seus objetivos de longo prazo com maior preferência do consumidor, em um mercado com maiores exigências, com relacionamento ético com seus fornecedores, com inovações de produto e melhor capital humano. As empresas, portanto, estarão se diferenciando das demais, podendo, inclusive, ampliar o valor do negócio para os acionistas.

Assim, mensurar a sustentabilidade é importante, já que isso permitirá que a empresa verifique de fato a relação custo-benefício gerada pelos investimentos em sustentabilidade. O uso de métricas de sustentabilidade possibilitará uma melhor compreensão de como conseguir vantagem competitiva por meio de medidas econômicas, e, para isso, faz-se necessário que as empresas tenham uma gestão de custos (LEE *et al.*, 2014).

2.1.2. Método de Custeio

Lubin e Esty (2010) afirmam que a maior parte das organizações ainda não conhece plenamente quais são as melhores métricas de mensuração do custo-benefício da adoção da sustentabilidade.

Para se identificar as métricas de processo que podem representar ganhos para as empresas, é preciso estabelecer critérios que sejam capazes de comparar processos de diferentes setores, ou seja, que sejam comparáveis em diferentes realidades (LUBIN; ESTY, 2010).

No entanto, para que seja mensurada a dimensão econômica no processo de produção, é necessário seguir os conceitos do método de custeio. O sistema de custo é importante para que a empresa adeque seus processamentos contábeis/fiscais e determine o custo gerencial, além de ter papel fundamental no Planejamento Estratégico.

A classificação do custo é um dos aspectos mais importantes para uma organização. Martins (2010) sugere que ela seja feita com base na relação dos insumos com o produto ou serviço final, que separa os custos em direto e indireto.

Os custos diretos correspondem aos gastos diretamente apropriados aos itens acabados e que podem ser quantificados, como é o caso da matéria-prima, da mão de obra direta, etc.. Já os custos indiretos são aqueles gastos sem relação direta de consumo com os itens acabados. Os custos indiretos devem ser alocados nos produtos por meio de um critério de rateio (BEULKE, 2009; PADOVEZE, 2013).

Com relação à variação do volume de produção, os custos podem ser classificados em fixos ou variáveis.

Os custos fixos são gastos que independem do volume de produção. São dessa natureza os custos indiretos, como manutenção, depreciação, telefone, material de limpeza, material de segurança, refeições, seguros, material de escritório, aluguéis, salários e encargos com funcionários de apoio, incluindo chefias (ZHANG *et al.*, 2014).

Já os custos variáveis são gastos dependentes do volume de produção. São dessa natureza a matéria-prima, a mão de obra direta e a energia elétrica destinada à produção, por exemplo (ZHANG *et al.*, 2014).

Segundo Martins (2010), existe uma classificação que pode ser definida como Custo de Transformação ou de Conversão ou de Agregação, que consiste no esforço agregado pela empresa para a obtenção do produto ou serviço. Enquadram-se nesse tipo de custo a mão de obra direta e os custos indiretos de fabricação. Estes, também chamados de *overhead*, não apresentam a mesma facilidade de alocação que os demais custos, mas, como fazem parte do esforço da empresa, devem ser alocados aos produtos.

Segundo Hussein (2002), o processo de alocação de custos deve envolver a atribuição de custos indiretos em diferentes departamentos ou produtos. Como não existe uma maneira única e ideal de se realizar essa alocação, o recomendável é identificar um método de alocação para que se minimizem as distorções de custos, melhorando, assim, o desempenho geral da empresa, com uma eficiente utilização de recursos comuns. É preciso identificar os chamados direcionadores de custos indiretos, que representem a melhor forma de levar aos produtos a parte desses custos que compete à realização do produto em questão.

Segundo Martins (2010), os custos indiretos devem ser rateados segundo os critérios adequados, relacionando-os aos produtos em função de sua relevância. Os critérios não têm uma natureza universal, não podem, portanto, ser aplicados a qualquer empresa ou segmento. Assim, em virtude das características especiais do próprio processo de produção, os critérios devem ser adaptados. Vale ressaltar que é fundamental que as pessoas responsáveis pela determinação dos critérios de rateio conheçam os processos.

Para Zhang *et al.* (2014) os critérios de rateio devem apresentar uma padronização, sem alterações frequentes, a menos que haja uma necessidade relevante, pois devem ser evitadas distorções de análise de um período para outro em face de mudança arbitrária de critérios.

Quando a variação mensal é analisada, não se deve chegar à conclusão de que o que variou não foi o custo, mas o critério de rateio. Assim, para que um critério seja colocado em prática, ele deve ser estudado e aprovado pelos responsáveis das atividades. Deve ser consistente para vigorar pelo menos durante o exercício fiscal, permitindo, dessa forma, comparações com motivos justificáveis com meses anteriores e com o orçamento (BEULKE, 2009).

Outro conceito importante, segundo Martins (2010), é o custeio, que significa apropriar os custos nos produtos. Essa atividade é realizada pelas empresas por meio de automatização e padronização, de acordo com alguns sistemas e metodologias.

De acordo com Beulke (2009) e Martins (2010) Existem diferentes métodos de custeio, tais como: por Absorção, Variável, baseado em atividades A, B, C.

O critério do Custeio por Absorção é o mais utilizado nas grandes empresas brasileiras, uma vez que é bastante simples e atende às exigências legais, como princípios contábeis e legislações vigentes. Esse critério parte da teoria de que se deve absorver a totalidade dos custos, independentemente de sua natureza, aos valores, aos itens dos estoques ou aos produtos vendidos.(BEULKE, 2009; MARTINS, 2010)

Segundo Wernke (2004), o custeio por absorção atribui aos produtos todos os custos de fabricação, sejam diretos, indiretos, fixos ou variáveis, e utiliza o procedimento de fazer cada produto absorver uma parcela dos custos diretos e indiretos relacionados à fabricação. São considerados custos: matéria-prima, embalagem, salários e encargos, energia de transformação e demais gastos do processo, chamados custos de fabricação indireta, como manutenção, material de consumo, material de segurança, limpeza, refeições, aluguel, telefone, água, depreciação de máquinas e equipamentos etc.

Para Wernke (2004) e Martins (2010), o sistema de custeio por absorção apropria os custos diretos inicialmente e, por intermédio de critérios de rateios, aloca os custos indiretos de maneira que todos os gastos de fabricação de um período apareçam nos produtos. Esse sistema de custeio, além de ser aceito pela legislação fiscal vigente no Brasil, fornece vantagens, pois permite a

apuração por centro de custos, que auxilia no controle dos recursos utilizados, valorizando os estoques. Na Figura 4 é apresentada a estrutura de custos.

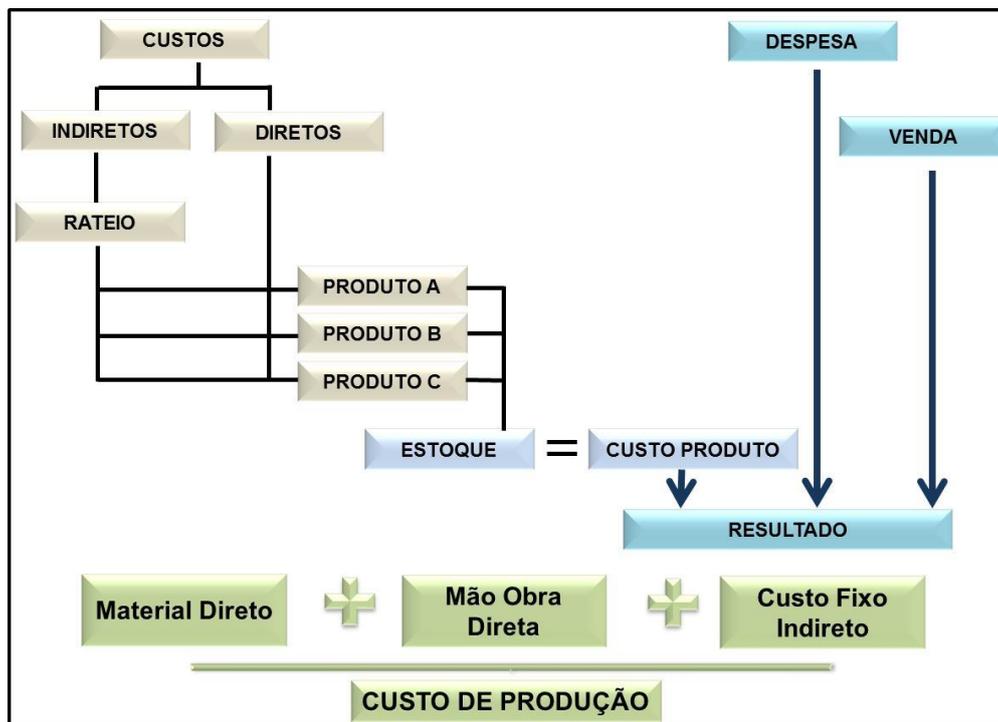


FIGURA 4: Estrutura de Custos (MARTINS, 2010)

2.1.3. SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

De acordo com Hueting (2010), a sustentabilidade ambiental pode ser definida como toda e qualquer ação que venha resguardar as funções ambientais vitais para as futuras gerações.

Para Almeida *et al.* (2005), a sustentabilidade ambiental vem sendo debatida com maior frequência por especialistas ligados ao meio ambiente em função do ritmo acelerado de degradação ao Planeta. Destacam-se entre os temas discutidos: a associação do conceito ambiental à gestão empresarial; a otimização do consumo de recursos naturais na obtenção de produtos e serviços; a redução da emissão de substâncias tóxicas; a reciclagem de materiais; a substituição de recursos não renováveis por recursos renováveis; e a agregação de valor aos bens e serviços.

Dessa forma, para Kraemer e Tinoco (2004), a sustentabilidade ambiental deveria ser alcançada por meio da somatória de ações individuais e coletivas, tanto de pessoas que apoiam movimentos conservacionistas quanto de nações

que implementam políticas ambientais para o desenvolvimento e a conscientização ambiental nas empresas e na sociedade.

Hutchins e Sutherland (2008) abordaram a sustentabilidade ambiental com um enfoque industrial, ou seja, a partir do resultado obtido sobre as ações tomadas pelas empresas a respeito da ecologia industrial, da gestão do ciclo de vida dos produtos e da integração da cadeia de suprimentos.

Seuring (2004) enfatiza que a sustentabilidade dentro das empresas representa a preocupação com que são tratados os impactos ao meio ambiente durante o fluxo de processo dentro dos limites de um sistema especificado.

No entanto, as empresas a fim de mensurar os impactos que seus produtos e serviços podem causar ao meio ambiente, avaliam o ciclo de vida deles, considerando suas fases, como extração da matéria-prima, processamento do material, distribuição e descarte (HUTCHINS; SUTHERLAND 2008). Dessa forma, para alcançar a sustentabilidade ambiental, é preciso ter uma visão holística dos impactos em todo o ciclo de vida dos produtos, fazendo-se necessária uma gestão ambiental.

Para Norris (2001), já existem algumas tentativas de como mensurar os impactos no ciclo de vida dos produtos, porém, todos eles estão integrados a fatores culturais e a costumes da sociedade. Dando assim tratativas diferentes ao mesmo assunto.

Com relação à Gestão Ambiental, as organizações apresentam um importante papel no que se refere ao uso dos recursos naturais disponíveis no Planeta. É de grande importância que elas entendam quais as suas contribuições para a sustentabilidade desses recursos em um ambiente com níveis de pressão e exigência cada vez maiores.

Rockstrom *et al.* (2009) afirmam que é necessário entender as demandas ecológicas e os limites do Planeta para que haja a garantia de um lugar saudável para se viver. Deve haver, então, um equilíbrio entre o consumo e o ressurgimento dos recursos.

Luna *et al.* (2011) destacam que, como os recursos naturais são finitos, este passou a ser um dos temas ambientais que mais se sobressaem em pautas e fóruns relacionados à sustentabilidade.

Weinstein *et al.* (2013) enfatizam que é importante equilibrar a oferta e a demanda de recursos naturais, amenizando, assim, a perturbação causada aos ecossistemas. Essa perturbação não está relacionada apenas ao aumento do consumo dos recursos naturais, mas também à transição nos padrões de vida dos seres humanos, pelo aumento de renda, acelerada urbanização e sociedade baseada no consumo.

O esgotamento dos recursos naturais é uma das maiores preocupações ambientais para as organizações. Por isso, é preciso que elas encontrem formas de limitar o consumo de recursos naturais ou busquem substitutos para esses recursos. Também cabe aos governos e à sociedade adotar políticas neste sentido, desencorajando o consumo de recursos naturais.

Para uma adequada construção de indicadores da dimensão ambiental, é preciso que temas como energias renováveis, utilização racional de recursos, geração de resíduos, gerenciamento de aspectos e impactos ambientais, matérias-primas alternativas, entre outros, sejam aprofundados.

O conceito atualmente utilizado em sustentabilidade é o dos 3 Rs da sustentabilidade (reduzir, reutilizar e reciclar), abordado no capítulo 1 por Faulkner e Badurdeen (2014). Trata-se de ações para estabelecer uma relação harmoniosa entre o consumidor e o meio ambiente, de modo que “reduzir” corresponde à diminuição do consumo do que não é realmente necessário, devendo-se evitar produtos com excesso de embalagens, sobretudo plásticos ou isopor; “reutilizar” corresponde à utilização de um produto de várias maneiras, como os recipientes de plástico e vidro para outros fins, doação de roupas e objetos que não servem mais para uma pessoa mas que podem servir para outras; e “reciclar” corresponde ao reaproveitamento ou à recuperação de algo para a produção de novos produtos.

Da mesma forma, a utilização de matérias-primas alternativas (*Green Supply*) permite maior equilíbrio no uso dos recursos naturais. Segundo Blanco (2011),

existem três fatores básicos que apoiam esse conceito: legislação ambiental com maiores especificidades e rigor; pressão da sociedade por processos e produtos ambientais corretos; e maior eficiência no uso das matérias-primas e reaproveitamento de resíduos. Pode-se dizer que esses fatores muitas vezes estão diretamente relacionados à geração de receita, melhorando, assim, o resultado das organizações.

O *Green Supply* tem um olhar mais amplo sobre o ciclo de vida do produto, ou seja, da retirada da matéria-prima do meio ambiente até o destino do produto pós-vida útil, dando origem ao *Supply Cycle* (NUNES; BENNETT, 2010). Os processos passam a ser vistos não mais como uma cadeia de abastecimento, criando-se, portanto, a preocupação após o abastecimento e o consumo, sendo necessário dispor adequadamente os resíduos não aproveitados, reinserindo os recursos que podem ser recuperados nos processos produtivos (BLANCO 2011). Conforme demonstra a Figura 5.



FIGURA 5: Transformação do Supply Chain em Supply Cycle (BLANCO, 2011)

As empresas que adotam essa prática têm como pressuposto uma evolução que parte de iniciativas processuais internas e se ampliam até definir um modelo de relacionamento da empresa com parceiros da cadeia, conforme pode ser observado na Figura 6.

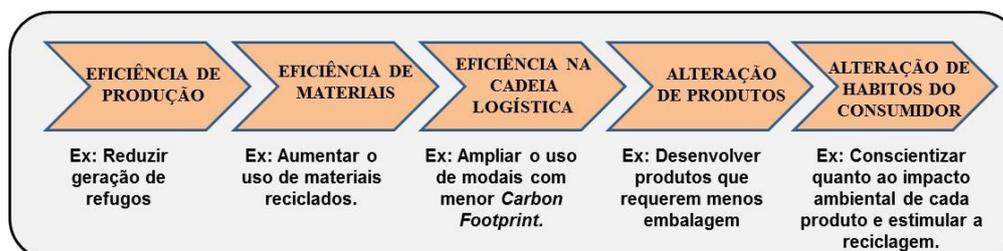


FIGURA 6: Evolução da Implementação da *Green Supply* (BLANCO, 2011)

O *Green Supply* tem se tornado requisito para que uma empresa se mantenha no mercado, entretanto, deve-se considerar que as regiões apresentam diferenças em seus níveis de maturidade quanto a essas práticas. O sucesso desse conceito demanda o envolvimento de toda a cadeia produtiva, e deve partir do consumidor, que é para quem toda a cadeia trabalha. Além de maior atendimento à legislação e melhoria da imagem da empresa, os conceitos de *Green Supply* apontam para um aumento de eficiência com potencial de reduzir custos operacionais (BLANCO, 2011).

Frente a esse cenário, as empresas têm buscado as certificações que possuem o objetivo de mostrar a melhoria de seu desempenho ambiental, facilitando as relações comerciais com outros mercados (GAVRONSKI *et al.*, 2008).

Os principais benefícios relacionados a um Sistema de Gestão Ambiental são a motivação dos colaboradores para atingirem metas e objetivos ambientais, a melhoria da imagem da empresa e a criação de ações ambientais preventivas (GAVRONSKI *et al.*, 2013).

Assim, as organizações mais alinhadas e integradas às boas práticas ambientais passam a perceber que alguns produtos não possuem destinação adequada, e que para fazer tal destinação é necessária uma gestão eficiente do meio ambiente, obedecendo a regras e normas ambientais. Isso proporciona o desenvolvimento da logística reversa, que se insere nesse processo como uma importante ferramenta de planejamento, coordenação, direcionamento e controle das ações de uma organização, desde a entrada de matéria-prima no processo de transformação até a expedição do produto ao cliente final (BLANCO, 2011).

2.1.4. SUSTENTABILIDADE SOCIAL

Antes de definir o termo sustentabilidade social é preciso diferenciar responsabilidade social de sustentabilidade social no âmbito empresarial.

Conforme Ashley (2005), a responsabilidade social diz respeito às ações e práticas realizadas por determinada empresa em prol de seus colaboradores e da comunidade em que se insere, como trabalho voluntário, programas de

conscientização e educação na área de saúde, segurança e ambiente de trabalho etc.

Já a sustentabilidade social refere-se às atitudes sustentáveis que proporcionam melhorias aos colaboradores da empresa, sejam elas de cunho político, ético ou social, sem deixar de lado a geração do retorno financeiro e as vantagens competitivas exigidas pelo mercado, tais como: benefícios, estabilidade, segurança, salários, entre outras (ASHLEY, 2005).

De acordo Vallance *et al.* (2011), as primeiras definições de sustentabilidade social surgiram no início do século XX; porém, não tiveram grande importância pelo fato de estarem associadas aos princípios do regime político socialista. Em meados da década de 1970, alguns profissionais se interessaram pelo assunto e o consideraram fator crucial para a prosperidade das empresas.

Sachs (1999), na tentativa de definir sustentabilidade social, identificou diversos elementos que podem influenciar todo um grupo de pessoas, entre eles se destaca a homogeneidade social, a renda, a posse de bens e o emprego. Os fatores políticos e culturais auxiliam no equilíbrio imposto pelas mudanças.

No âmbito empresarial, os elementos que compõem a sustentabilidade social são: diversidade do grupo, confronto de gerações, poder aquisitivo, bens de consumo, benefícios, salários e estabilidade do emprego. Vale ressaltar que os costumes e os valores culturais podem intensificar ou não esses fatores. Sendo esses fatores designados “sociais”, deveriam ser discutidos com maior profundidade (SACHS, 1999).

Considerando-se as definições apresentadas por Sachs (1999) e Ashley (2005), pode-se dizer que sustentabilidade social é o conjunto amplo de atitudes praticadas pelas empresas com o objetivo de beneficiar os colaboradores e a comunidade na qual está inserida, utilizando como balizadores a economia, a educação, o meio ambiente, a saúde, a moradia e a participação ativa no governo com a criação de programas sociais.

Para Ashley (2005), a empresa que visa à sustentabilidade social precisa ter uma gestão ética e transparente para com as partes interessadas. Dessa forma, constrói-se um sistema para a sustentação de uma economia solidária.

A sustentabilidade tornou-se, então, um assunto essencial em áreas como política, sociedade e indústria em razão das mudanças climáticas, da desigualdade social, do aumento da poluição etc. (JOVANE *et al.*, 2009; ÁLVAREZ *et al.*, 2011).

Com relação à Dimensão Social, destaca-se que os fatores da dimensão social da sustentabilidade corporativa envolvem principalmente os *stakeholders* das organizações. Embora o desenvolvimento de uma estratégia sustentável seja basicamente um processo interno de uma organização, haverá influência tanto dos *stakeholders* interno quanto externos. Ao adotar as práticas de sustentabilidade como uma estratégia de longo prazo, a empresa deve considerar um conjunto amplo de *stakeholders* para garantir os melhores resultados por meio de abordagens integradas e abertas (LUBIN; ESTY, 2010).

Com o foco nos *stakeholders*, esperam-se melhores desempenhos, o que pode levar a vantagens competitivas. Para isso, é necessário o engajamento de um amplo conjunto de *stakeholders* nas decisões políticas da organização, tema este que foi teorizado por Freeman *et al.* (2010) e recebeu o nome de Teoria dos *Stakeholders*, a qual inclui funcionários, fornecedores, clientes, governos, concorrentes, investidores e ONGs. É necessário, portanto, identificar as partes interessadas que possam contribuir para o sucesso de uma organização em longo prazo.

Segundo Berns *et al.* (2012), abordando os fatores da dimensão social, as organizações terão benefícios em assegurar a retenção de funcionários, melhorar a imagem da marca e obter licença de longo prazo para operar, permitindo a obtenção de vantagens competitivas por um maior período de tempo.

Daft (2003) define as organizações como entidades sociais dirigidas por metas, que funcionam como sistemas de atividades estruturadas e coordenadas, ligadas ao ambiente externo. O papel das organizações na sociedade é,

portanto, gerar empregos, contribuir com o pagamento de impostos e mudar a sociedade do entorno, impactando tanto social quanto ambientalmente.

As empresas devem apresentar um conjunto integrado de indicadores, desdobrados adequadamente das metas estratégicas, para o gerenciamento da dimensão social, como absenteísmo, *turnover*, nível salarial, entre outros.

Segundo Penatti *et al.* (2006), o absenteísmo é a ausência do funcionário do local ou posto de trabalho, podendo levar a prejuízos no que se refere à eficiência e à eficácia da atividade produtiva. Esse fenômeno apresenta uma característica multifatorial, já que é uma das mais significativas perdas para o trabalhador e para a organização.

Para Dejourns (1992), o absenteísmo é a fuga do trabalhador gerada por sua insatisfação no trabalho. Mendiola *et al.* (2013) apontam os seguintes benefícios ao se eliminar o absenteísmo: obtenção de certificações internacionais, fidelização de clientes, diminuição do risco de conflitos com os demais *stakeholders*, melhoria da imagem da empresa e de sua reputação, maior competitividade por meio da diferenciação de mercado, melhoria da produtividade.

Segundo o 3º *Benchmarking* de Recursos Humanos (2011), o absenteísmo na indústria apresenta percentuais entre 0,8% e 4,9%, com média de 2,0% e mediana de 1,6%, conforme pode ser observado na Tabela 1. Esse indicador apresenta uma forte relação com a região, podendo atingir 8% em algumas regiões do Brasil; portanto, para essas empresas, o desafio é muito distante do *benchmarking* verificado em empresas e regiões mais estruturadas em termos de gestão.

TABELA 1: Indicadores de Absenteísmo (3º *Benchmarking* de Recursos Humanos, 2011)

	Mínima	Máxima	Média	Mediana
Metalúrgica	0,8	4,9	2,0	1,6
Alimentos	0,8	12,2	5,1	3,2
Química	0,6	2,9	1,6	2,0
Hospitais	0,7	3,2	2,2	2,3
Transportes	0,8	3,5	1,9	1,8
Planos de Saúde	0,2	2,2	1,1	1,0
Microempresas de Serviços	-	1,2	0,4	0,2
Microempresas industriais	-	5,1	1,9	2,0

Além do absenteísmo, outro aspecto que preocupa as empresas é o *turnover*. Segundo Chiavenato (2010), a rotatividade de pessoal tem inúmeros e complexos aspectos negativos, podendo tornar-se um fator de perturbação crônico. Isso se apresenta como um aspecto nocivo, principalmente quando é forçado pela empresa, que busca falsas vantagens em curto prazo, as quais, em longo prazo, podem provocar enormes prejuízos.

Segundo Laureani e Antony (2010), cabe ao gestor identificar as causas do *turnover* na organização, estimar os impactos e as consequências das diversas formas de *turnover*, estabelecer políticas e programas para tratar o fenômeno e avaliar a efetividade das ações, sobretudo num mundo dinâmico.

Conforme a Robert Half Consultoria (2011), o índice de rotatividade de pessoal nas empresas brasileiras aumentou 82% nos últimos três anos, considerando a série desde 2011, de modo que a média mundial ficou em torno de 38%. A amostra contou com 1.775 diretores da área de Recursos Humanos, sendo que 100 desses eram representantes de empresas brasileiras.

Como as principais razões da evasão dos postos de trabalho estão os aspectos motivacionais e a falta de reconhecimento, e não apenas a remuneração. O *turnover* é, portanto, um indicador fundamental para o sucesso das organizações que buscam o crescimento (SHAH *et al.*, 2012).

Outro aspecto que pode ser considerado na dimensão social é a remuneração, que sofreu alterações na sua forma e prática ao longo da história. A remuneração é, segundo Chiavenato (2010), elemento essencial no gerenciamento das pessoas. No que se refere à retribuição dos resultados, algumas maneiras de se remunerar exercem maior influência do que outras. É, então, um elemento gerador de motivação e satisfação, podendo gerar maior produtividade por parte dos trabalhadores (COETZEE *et al.*, 2014).

Em geral, as empresas adotam a remuneração por competências, de modo que competência refere-se ao conjunto de conhecimento, habilidade e atitude (CHA) que consta na descrição de cargo. Trata-se de uma visão explícita e formal que permite checar os resultados obtidos pela organização (CHIAVENATTO, 2010).

Desta forma, a avaliação de cargos é um sistema complexo na busca pela avaliação por competências, que, em razão de sua metodologia científica, deve ser orientada por profissionais com domínio de cálculos matemáticos e estatísticos. É recomendada, sobretudo, para empresas de médio e grande porte e realizada por pontuação ou fatores. A classificação por pontos consiste em estabelecer diferenças discerníveis entre os cargos; quanto aos fatores, são considerados quatro grupos dos quais são extraídos os chamados subfatores para a avaliação de cargos (COETZEE *et al.*, 2014).

As empresas de grande porte precisam alinhar sua remuneração com a prática de mercado, ou seja, não podem pagar salários superiores nem inferiores aos praticados no mercado, sob o risco de onerar indevidamente a folha e de perder competitividade. Além disso, deve haver uma equidade interna, a fim de que os salários sejam coerentes com a responsabilidade de cada cargo (CHIAVENATTO, 2010).

Anualmente as empresas precisam realizar pesquisas para atualizar sua base de dados, o que permite gerenciar a realidade de mercado com as práticas internas de remuneração. Além da remuneração básica, que é o salário básico pago aos colaboradores, as empresas utilizam diversas formas de remuneração, que vão desde incentivos de curto prazo, como o pagamento de participação de lucros, até o fornecimento de bônus ou ações da empresa ao final de um exercício (COETZEE *et al.*, 2014).

Segundo Shah *et al.* (2012) e Coetzee *et al.* (2014) é possível verificar como se compõe estrategicamente o processo de remuneração, que deve considerar que os negócios passam por mudanças constantemente. A chamada recompensa é muito mais ampla do que a remuneração, que é muito mais do que apenas o salário. É necessário, portanto, considerar um alinhamento entre a recompensa e a estratégia do negócio, conforme Figura 7.



FIGURA 7: Composição do processo de Remuneração (COETZEE *et al.*, 2014).

2.2. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Kondoh e Mishima (2011) afirmam que está havendo um grande esforço para se chegar a um consenso sobre a sustentabilidade; porém, existem vários modelos e indicadores para a sua avaliação.

Para Schonsleben *et al.* (2010), todos os modelos e indicadores têm prós e contras, uma vez que são desenvolvidos para uma aplicação própria ou com interesses próprios.

Com base nas afirmações de Schonsleben *et al.* (2010) e Kondoh e Mishima (2011), foi realizado um levantamento com base nos artigos sobre indicadores e modelos de sustentabilidade existentes a fim de colher informações para que se atingisse o objetivo deste trabalho.

Para Strezov *et al.* (2013), como os indicadores de sustentabilidade são parâmetros para se avaliar o desempenho sustentável de uma empresa, foram pesquisados artigos do período de 2008 a 2014 em periódicos científicos da área de Engenharia de Produção, considerando-se as seguintes palavras-chave: *economical sustainability*, *financial sustainability*, *environmental sustainability*, *social sustainability*, *sustainable indicators*, *economical indicators*, *environmental indicators*, *social indicators*.

No total, foram encontrados 75 artigos, conforme o Apêndice 1. Na Tabela 2 é possível verificar a quantidade de artigos pesquisados e o ano das publicações.

TABELA 2: Classificação dos indicadores/ artigos

Indicadores	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Indicadores Ambientais / Econômicos	4	3	2	5				14
Indicadores Econômicos		3	1	1	1	4		10
Indicadores Lean		3	2	1	4			10
Indicadores Sociais	1	1	3	2	2	1		10
Indicadores Green Lean		1	2	1	2			6
Indicadores Ambientais		2		2	1		1	6
Indicadores Ambientais / Sociais	1	1		2		1	1	6
Indicadores Econômicos / Sociais / Ambientais			2	2			5	9
Indicadores Econômicos / Sociais	2			1				3
Indicadores Sociais / Econômicos				1				1
Total por ano	8	14	12	18	10	6	7	75

A partir desses 75 artigos, foram identificados os indicadores de sustentabilidade para cada dimensão. Considerando somente os artigos que traziam em seu conteúdo a utilização ou definição de algum indicador de sustentabilidade.

Os Quadros 1, 2 e 3 ilustram, respectivamente, a correlação dos artigos e indicadores de sustentabilidade econômica, ambiental e social.

QUADRO 1: Relação de artigos: Indicadores Econômicos

Autor	Ano	Indicador Econômico
Adam Brown <i>et al.</i>	2014	Desperdício de Tempo
Faulkner e Badurdeen	2014	Desperdício de Tempo
Danfang Chen <i>et al.</i>	2014	Padrões de Produção; Desenvolvimento Econômico.
Ju Yeon Lee <i>et al.</i>	2014	Custos; Produtos; ROI.
Sabine Wagenhals <i>et al.</i>	2014	Produtividade; Custo de Operação; Investimento com Prevenção.
Sergio Aguado <i>et al.</i>	2013	Produtividade (unidade/operário); Custo (\$/unidade); Custo de material; Custo de produção; Custos gerais; Lucro; Preço de venda.
Charbel José Chiappetta Jabbour <i>et al.</i>	2012	Custos; Tempo para ser lançado no mercado; Novos produtos; Qualidade; Flexibilidade; Entrega.
Ming-Lang Tseng <i>et al.</i>	2012	Critérios para seleção de fornecedor
Sara Hajmohammad <i>et al.</i>	2012	Avaliação e desenvolvimento de fornecedor; JIT; (Redução) tempo de processamento de manufatura; (Redução) tempo de setup; TQM.
Paulo Sampaio <i>et al.</i>	2011	Certificação na ISO 9001; Crescimento de vendas; Produtividade; Resultados operacionais sobre ativos; Resultado operacional sobre vendas.
Abigail R. Clarke-Sather <i>et al.</i>	2011	Custos de transporte (\$/produto); Custo trabalhistas (\$/produto); Custos operacionais (\$/produto); Custos de aluguel de instalações; Custos de terrenos e construções (\$/produto); Custos de set up (\$/produto); Instalações manufatureiras disponíveis (área/nº de instalações); Disponibilidade de mão-de-obra qualificada (área/nº de mão-de-obra qualificada); Disponibilidade de instalações de armazenagem (área /nº de instalações); Proximidade a centros de transporte.
Beatriz Junquera <i>et al.</i>	2011	Inovação e entrada em mercados internacionais; Posição competitiva (vinda de uma vantagem competitiva <i>green</i>).
Isabel Gallego-Álvarez <i>et al.</i>	2011	Relações com cliente; Padrões para fornecedores.
Roca e Searcy	2011	Indicadores de relatórios sociais
Jostein Pettersen	2009	Lean (takt time; lead time; tempo de processamento).
Hallgren e Olhager	2009	Custos; Qualidade; Entrega; Flexibilidade.

Os indicadores econômicos encontrados podem ser agrupados da seguinte maneira:

- Gestão de Custos (custos de transporte, trabalhistas, operacionais, aluguel de instalações, terrenos e construção, tempo de *set up*, material, produção e gerais).
- Indicadores de Competitividade (produtividade, qualidade, entrega, flexibilidade, tempos de processamento de manufatura e tempo de *set up*).
- Resultados Operacionais (resultados operacionais sobre ativos e relatórios sociais).
- Gestão de Vendas (resultado operacional sobre vendas, crescimento de vendas, relações com clientes, lucro, inovação por meio de novos produtos, posição competitiva, novos produtos e tempo para ser lançado um novo produto).
- Filosofias de Gestão (Indicadores da LM, TQM, JIT e da ISO 9000).
- Instalação Empresarial (avaliação e desenvolvimento de fornecedor, número de instalações manufatureiras, disponibilidade de mão de obra, número de instalações de armazenagem, proximidades a centros de transporte, padrões para fornecedores e critérios para seleção).

No Quadro 2 são apresentados os indicadores ambientais encontrados nos artigos pesquisados.

QUADRO 2: Relação de artigos: Indicadores Ambientais

Autor	Ano	Indicador Ambiental
Seyed Hamed MoosaviRad <i>et al.</i>	2014	Emissão de CO ₂
Adam Brown <i>et al.</i>	2014	Consumo de matéria prima; Consumo de água; Consumo de energia elétrica.
Faulkner e Badurdeen	2014	Consumo de matéria prima; Consumo de água; Consumo de energia elétrica.
Danfang Chen <i>et al.</i>	2014	Consumo de água
Ju Yeon Lee <i>et al.</i>	2014	Consumo de matéria prima; Consumo de água; Consumo de energia elétrica; Emissão de gases.
Sabine Wagenhals <i>et al.</i>	2014	Consumo de matéria prima; Consumo de água; Consumo de energia elétrica; Geração de refugo.
Kamand M. Roufechaei <i>et al.</i>	2014	Eficiência Energética
Sergio Aguado <i>et al.</i>	2013	Emissão de CO ₂ (kg/unidade) Consumo de energia (MJ/unidade)
Andrea Brasco Pampanelli <i>et al.</i>	2013	Impacto ambiental; Utilização de recursos naturais.
Charbel José Chiappetta Jabbour <i>et al.</i>	2012	Política clara de valorização à gestão ambiental; Treinamento ambiental para todos empregados; 3R's aplicados à água, papel e energia; Desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental; Seleção de fornecedores baseados em critérios ambientais; ISO 14001 ou outro sistema de gestão ambiental; Disseminação voluntária de informações sobre performance ambiental.
Ming-Lang Tseng <i>et al.</i>	2012	Projetar para desmontagem
Sara Hajmohammad <i>et al.</i>	2012	Certificação ISO 14001; Prevenção a poluição; Reciclagem de materiais; Redução de desperdício; Emissões de gases; Geração de efluentes; Eliminação de resíduos sólidos; Consumo de materiais perigosos/nocivos/tóxicos; Consumo de energia.
Beatriz Junquera <i>et al.</i>	2012	Cooperação ambiental entre cliente-fornecedor; Consideração das exigências ambientais dos clientes.
Abigail R. Clarke-Sather <i>et al.</i>	2011	Proximidade de materiais reciclados; Número de parceiros ambientais; Materiais reciclados em uma área (área/material); Quantidade de concorrente por materiais reciclados.
Isabel Gallego-Álvarez <i>et al.</i>	2011	Política e performance ambiental
Roca e Searcy	2011	Indicadores de relatórios sociais
Bonnie F. Dayli <i>et al.</i>	2011	Capacitação ambiental; Desempenho ambiental.
Josefina L. Murillo-Luna <i>et al.</i>	2011	Práticas green convencionais; Habilidades do colaborador; Competências organizacionais; Sistemas e procedimentos de gerenciamento; Planejamento estratégico de processo.
Stephanie S. Pane Haden <i>et al.</i>	2009	Zero desperdício; Utilização eficiente de recursos de transporte; Emissões de gases; Utilização de energia renováveis; Reciclagem.
Charbel José Chiappetta Jabbour <i>et al.</i>	2009	Controle de poluição; Desenvolvimento de produtos sustentáveis; Adoção da ISO 14000; Redução de acidentes ambientais.

Os indicadores ambientais encontrados podem ser agrupados da seguinte maneira:

- Gestão Ambiental (política/ normas ambientais; indicadores e metas ambientais; estrutura responsável por meio ambiente; monitoramento da biodiversidade; disseminação voluntária de informações sobre desempenho ambiental).
- Aspectos Ambientais (aspectos e impactos ambientais).
- Responsabilidade (tratamento/ disposição de resíduos e efluentes; consumo de materiais perigosos/ nocivos/ tóxicos).
- Consumo (consumo de água, energia, papel e gases).
- Ciclo de Vida (análise do ciclo de vida dos produtos junto ao meio ambiente).
- Meio Ambiente (relação fornecedor e meio ambiente; imagem da empresa com relação ao meio ambiente).
- Reciclagem (cultura da reciclagem 3R's).

No Quadro 3 é apresentado os indicadores sociais encontrados nos artigos pesquisados.

QUADRO 3: Relação de artigos: Indicadores Sociais

Autor	Ano	Indicador Social
Seyed Hamed MoosaviRad <i>et al.</i>	2014	Número de colaboradores
Adam Brown <i>et al.</i>	2014	Ergonomia; Perigos no trabalho; Nível de ruído.
Faulkner e Badurdeen	2014	Ergonomia; Perigos no trabalho; Nível de ruído.
Danfang Chen <i>et al.</i>	2014	Pobreza; Saúde; Educação.
Ju Yeon Lee <i>et al.</i>	2014	Salário; Segurança; Saúde; Qualidade; Satisfação.
Sabine Wagenhals <i>et al.</i>	2014	Absenteísmo; Turnover; Treinamento; Segurança e saúde dos empregados
Charbel José Chiappetta Jabbour <i>et al.</i>	2012	Recrutamento e seleção; Treinamento; Avaliação de desempenho; Recompensas, Benefícios.
Bonnie F. Dayli <i>et al.</i>	2011	Treinamento; Trabalho em grupo.
Abigail R. Clarke-Sather <i>et al.</i>	2011	Saúde pública; Disponibilidade de sistemas de transportes alternativos (área/nº de sistemas); Distância média percorrida pelos colaboradores até a empresa.
Isabel Gallego-Álvarez <i>et al.</i>	2011	Desenvolvimento de capital humano; Prática de trabalho; Filantropia corporativa; Relatório Social.
Roca e Searcy	2011	Indicadores de relatórios sociais

Os indicadores sociais encontrados, em sua grande maioria, estão direcionados ao público interno da organização, ou seja, aos colaboradores, podendo ser agrupados:

- Econômico (recompensa, remuneração, benefícios e salários, ROI- *Return on Investment*).
- Nível de Satisfação (índices de satisfação dos empregados).
- Qualidade e Saúde (programas de saúde e segurança dos empregados/ clientes e ergonomia; nível de ruído; distância média percorrida pelos colaboradores até a empresa).
- Contratação (disponibilidade de mão-de-obra qualificada; recrutamento e seleção).
- Comunidade (filantropia corporativa; saúde pública).
- Capacitação (horas de treinamento).
- Desempenho (avaliação de desempenho para os funcionários).

Com base nos artigos também é possível verificar um número elevado de indicadores, o que ocorre em função da afirmação feita por Stiglitz *et al.* (2009), de que as empresas avaliam a sustentabilidade de forma complementar ao seu bem-estar, considerando seu desempenho econômico, ou seja, os indicadores são criados de forma a se moldar ao momento em que se vive.

Diante da necessidade de redução de custos e da adequação dos produtos e processos de produção impostas pelo mercado, as organizações veem a necessidade de aperfeiçoarem seus sistemas de gestão para que proporcionem maior qualidade aos produtos. Esta ação reflete em inovações tecnológicas, aumento da competitividade e, conseqüentemente, da lucratividade (ZAPPAROLI *et al.*, 2010).

É comum que a integração dos diversos sistemas de gestão relacione quatro normas: Gestão da Qualidade – ISO 9000; Gestão do Meio Ambiente – ISO

14000; Saúde e Segurança no Trabalho – OHSAS 18001; e, mais recentemente, Responsabilidade Social – ISO 26000 (MACHADO *et al.*, 2010).

Dessa forma, a norma ISO 9001 não define os indicadores que devem ser criados, porém recomenda que a organização estabeleça indicadores e procedimentos em sua operação, de forma a medir os processos do sistema de gestão da qualidade, evidenciando a capacidade de os processos atingirem as metas estabelecidas. Caso os resultados não sejam atingidos, exige-se que um plano de ações corretivas seja utilizado (ABNT, 2015).

A ISO 14001 também não define os indicadores de desempenho, porém estabelece que a organização que visa à sua implantação mantenha os procedimentos de forma a medir e a monitorar sistemicamente as operações que possam ter impacto ambiental preventivo. Deve haver, portanto, um plano de avaliação periódico para se garantir o atendimento aos requisitos legais. A organização deve manter o registro de todos os instrumentos de avaliação contidos no plano (ABNT 2008).

A OHSAS 18000 sugere para seu gerenciamento a criação de indicadores quantitativos e qualitativos apropriados às necessidades de cada organização, de forma a medir e a monitorar o seu desempenho de Serviço e Segurança no Trabalho (SST) (ABNT, 2010).

Assim como as demais normas, a ISO 26000 não define quais indicadores devem ser aplicados nas organizações, apenas recomenda que elas forneçam dados ao governo ou que publiquem para o público geral, com o objetivo de melhorar sua imagem e aumentar sua credibilidade. Esses dados podem ser sobre indicadores, tais como: emissão de gases de efeito estufa ou poluentes, licenças ou alvarás ambientais, financeiro, médicos, entre outros (ABNT, 2004).

Quanto a norma, ISO 50001 esta direcionada ao sistema de gestão de energia, podendo ser aplicada a todos os tipos e tamanhos de organizações. Ela baseia-se em elementos comuns às normas ISO 9001 e 14001, podendo ser integrada a outros sistemas de gestão. Desta forma, também não define seus indicadores porém recomenda uma estrutura de melhoria contínua junto ao consumo energético (ABNT 2011).

2.3. MODELOS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE

Para Chen *et al.* (2013), a sustentabilidade tornou-se um tema essencial em diversas áreas da sociedade, envolvendo pessoas e empresas, principalmente em decorrência das mudanças climáticas, da extração e consumo de recursos naturais e da degradação do meio ambiente.

De acordo com as Nações Unidas (UN, 2007), pela importância do tema, vários modelos de avaliação são encontrados na literatura com o objetivo de mensurar o nível de sustentabilidade de uma empresa. No entanto, não há um padrão de definições e indicadores (STIGLITZ *et al.*, 2009).

Dessa forma, todos os modelos de avaliação apresentam vantagens e desvantagens entre si, tais como: tempo de avaliação e obtenção do resultado; complexidade de aplicação; e indicadores específicos em função do segmento da empresa (CHEN *et al.*, 2013).

Em função disso, este trabalho abordou dois grupos de modelos de sustentabilidade, de modo que o grupo 1 é formado pelos modelos DJSI, GRI e Ethos, os quais são amplamente citados na literatura (LOZANO 2013; BASSETTO 2010; SIENA, 2008); e o grupo 2, composto por modelos de sustentabilidade aplicados diretamente no processo de manufatura (CHEN *et al.*, 2014).

2.3.1. DOW JONES SUSTAINABILITY INDEX (DJSI)

Segundo Dow Jones (2011), o índice DJSI, criado em 1999, foi o primeiro indicador de sustentabilidade com abrangência global para medir o desempenho das empresas líderes em seus segmentos de atuação.

Dessa forma, o DJSI tem como objetivo avaliar o modelo de gestão das empresas no âmbito financeiro e a estratégia de sustentabilidade adotada por elas, a qual está associada diretamente ao negócio da empresa e à forma de agregar valor aos olhos dos acionistas.

Nesse contexto, a sustentabilidade empresarial tem uma visão de longo prazo, considerando-se o atingimento de metas de acordo com os indicadores

econômicos, sociais e ambientais, que visam destacar o diferencial que a empresa possui, servindo, assim, como balizadores ou diferenciais no momento de uma nova aquisição por empreendedores (SEARCY; ELKHAWAS, 2012).

De acordo com Beloe *et al.* (2004), o DJSI é um dos melhores modelos de sustentabilidade para as empresas que buscam o processo de avaliação das melhores práticas. Esta afirmação foi confirmada por Sadowski *et al.* (2010) por meio de uma *survey* realizada junto a mais de 1.000 profissionais especializados em sustentabilidade.

Artiach *et al.* (2010), ao compararem um grupo de empresas que utilizava o DJSI com um grupo de empresas que não o utilizava, constataram que as empresas que utilizavam o DJSI apresentaram superioridade significativa sobre as demais com relação a tamanho, lucro e nível de crescimento. Essa diferença foi atribuída ao investimento que as empresas fazem em sustentabilidade corporativa, criando, assim, valor à empresa e à sua imagem.

O processo de avaliação do DJSI consiste em um questionário composto por perguntas que englobam as dimensões econômicas, sociais e ambientais, o qual deve ser respondido pela alta direção e possuir a anuência da presidência da empresa participante.

As evidências e os documentos que comprovam os dados apresentados pelas empresas participantes são validados pela consultoria e auditora *PricewaterhouseCoopers*, uma das maiores prestadoras de serviços do mundo neste segmento e exclusiva para a avaliação do DJSI.

Atualmente, o Brasil, apresenta oito empresas avaliadas/licenciadas pelo DJSI, as quais atuam nos mais diversos segmentos de mercado. São elas: Banco do Brasil, Bradesco, Cemig, Embraer, Fibra Celulose, Itaú Unibanco, Itaúsa e Petrobras (GUIA EXAME DE SUSTENTABILIDADE, 2013). O Quadro 4 ilustra as dimensões, os critérios e os principais temas abordados pelo DJSI.

QUADRO 4: Dimensões, critérios e principais temas abordados do DJSI (DJSI, 2011)

Dimensão	Critério	Principais Temas Abordados
Econômica	Governança Corporativa	Estrutura, responsabilidades e comitês. Transparência política sobre governança corporativa Gestão de conflitos Diversidade sexual Transparência da gestão Remuneração
	Gestão de Crises e Riscos	Responsabilidade e gestão de risco e crises Análise, definição e mapeamento de riscos Análise de sensibilidade e teste ergométrico Resposta estratégica aos riscos
	Códigos de conduta, Cumplicidade, Corrupção e suborno	Códigos de conduta Política contra corrupção e suborno Violação dos códigos de conduta: relatórios públicos
	Critérios específicos para ramo da indústria	Gestão da marca Gestão do relacionamento com o consumidor Gestão da Cadeia de Suprimentos Prática de marketing Pesquisa e Desenvolvimento, Uso de energias renováveis
Ambiental	Relatórios ambientais	Uso de materiais nocivos ao meio ambiente Indicadores e metas quantitativos de desempenho Garantias ambientais Cobertura de riscos associados ao meio ambiente
	Critérios específicos para ramo da indústria	Sistemas de Gestão Ambiental Estratégia climática Impactos na biodiversidade
Social	Desenvolvimento do capital humano	Mapeamento das destrezas dos recursos humanos Processo de desenvolvimento Indicadores de desempenho capital-humano Desenvolvimento e treinamento pessoal e organizacional
	Atração e retenção de talentos	Estabilidade de emprego dos colaboradores Porcentagem do desempenho relacionada a indenização Prêmios baseados no desempenho corporativo/individual Indicadores corporativos de desempenho Comunicação corporativa sobre resultados Avaliação do desempenho individual Comunicação corporativa do desempenho individual Nível de satisfação do empregado Vantagens adicionais
	Práticas Trabalhistas Indicadores	Resolução de queixas Indicadores de diversidade e discriminação Indicadores de igualdade de remuneração Indicadores de liberdade de associação Indicadores de demissões Compromisso público Práticas trabalhistas
	Cidadania Corporativa e Filantropia	Medição dos resultados das contribuições filantrópicas em função do volume de investimento social
	Relatórios Sociais	Materiais sociais, trabalhistas e questões conexas Indicadores chave de desempenho de fornecedores Indicadores chave de desempenho sobre a sociedade Garantias sociais Cobertura de riscos sociais
	Critérios específicos para ramo da indústria	Informações sobre o produto e qualidade do produto Gestão de recalls Global Sourcing, Saúde e Segurança Ocupacional Bioética

A dimensão econômica do questionário DJSI é formada por critérios de ordem estratégica, ou seja, avalia como a empresa está sendo administrada pela alta direção. A dimensão ambiental avalia a estrutura organizacional com relação ao meio ambiente. Já a dimensão social é formada por critérios ligados aos colaboradores e demais *stakeholders*, com destaque para a prática de remuneração variável de acordo com o desempenho das práticas sustentáveis da empresa, incentivando a promoção da sustentabilidade corporativa.

A estrutura do questionário DJSI é composta por critérios que podem afetar os indicadores financeiros das empresas, tornando-se, assim, um importante instrumento na visão dos acionistas (DJSI, 2011).

Searcy e Elkhawas (2012) analisaram a aplicação do DJSI na avaliação de empresas canadenses, e evidenciaram que a maioria dos indicadores publicados pelas empresas abrangia somente realizações corporativas e que as demais informações específicas apresentavam pouca relevância como diferencial.

2.3.2. GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI)

A *Global Reporting Initiative* (GRI) é uma organização que elabora relatório de sustentabilidade para ser adotado em todo e qualquer tipo de empresa (GRI, 2013).

O relatório para sustentabilidade empresarial criado pela GRI começou a ser elaborado no final da década de 1990 em parceria com a ONG *Coalition for Environmentally Responsible Economies* (CERES) e auxiliado pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP). Atualmente, o modelo aplicado, chamado de G3, encontra-se em sua terceira revisão, e a quarta já está sendo elaborada (GRI, 2013).

O intuito principal desse relatório é medir e comunicar o desempenho econômico, social e ambiental das empresas. Sendo assim, desde a sua criação almejava tornar-se uma referência global de qualidade e acurácia das informações repassadas pelas empresas sobre seus indicadores de sustentabilidade (LEVY *et al.*, 2010).

Pelo fato de o relatório ser de fácil acesso e disponibilizado gratuitamente, as organizações que o procuram é porque desejam relatar seus indicadores como forma de avaliação e melhoria em comparação com outras organizações (*benchmarking*) (LOZANO, 2013).

Marimon *et al.* (2012) analisaram a aplicação do GRI por empresas de diversos tamanhos e segmentos em todo mundo a fim de compreenderem a tendência do que se espera dos relatórios de sustentabilidade para o século XXI.

Alguns autores, como Miles (2011) e Sutantoputra (2009), comentam que o relatório da GRI apoia as empresas na tomada de decisão no que se refere à sustentabilidade por meio dos indicadores de desempenho econômico, social e ambiental.

O modelo GRI pode ser resumido em: i) atuação e visão da organização: são coletadas as informações sobre a organização por meio da visão, missão e valores, ou seja, a partir de um enfoque estratégico; ii) perfil da empresa: apresenta o modelo de organização e perfil de clima organizacional; iii) governança e sistemas de gerenciamento: são apresentadas a relação e a forma de comunicação junto aos *stakeholders*, assim como a política praticada pela organização; iv) indicadores econômicos, ambientais e sociais: são apresentadas as dimensões econômicas, ambientais e sociais com seus respectivos indicadores (GRI, 2013).

Pode-se dizer que a dimensão econômica se refere ao impacto que a organização exerce sobre os indicadores econômicos de seus *stakeholders*. Embora já apresentados estes indicadores em muitos relatórios financeiros, é de suma importância medir o quanto a organização está contribuindo para a sustentabilidade de um sistema macro no qual está inserida.

Os objetivos econômicos estão ligados ao mercado, ou seja, relacionam-se tanto com as partes externas envolvidas (clientes, fornecedores e poder público) quanto com as internas (empregados, acionistas e impactos econômicos indiretos).

A dimensão ambiental refere-se aos impactos da organização sobre os sistemas naturais, desde a aquisição de matéria-prima, passando por todo o processo de transformação, até a obtenção do produto final. Abrange, portanto, os recursos, as atividades e a disposição dada aos resíduos gerados provenientes do processo.

A dimensão social considera as ações das organizações sobre os sistemas sociais nos quais atuam, abordando práticas laborais e trabalhistas, direitos humanos, sociedade e responsabilidade pelo produto final.

A estrutura do questionário GRI é apresentada no Quadro 5.

QUADRO 5: Estrutura do questionário do modelo GRI (GRI, 2013).

Global Reporting Initiative		
Seções/ Grupos	Perguntas direcionadas	
1. Visão e Estratégia		
2. Perfil da Empresa	Estilo Organizacional Escopo do Relatório Perfil do Relatório	
3. Estrutura de Governança e Sistema de Gestão	Hierarquia e Governança Envolvimento dos Stakeholders Políticas e Sistemas de Gestão	
4.1. Indicadores Econômicos	Relacionamento com Clientes Fornecedores Empregados Investidores Poder Público Impactos Econômicos Indiretos	
4.2 Indicadores Ambientais	Materiais Energia/ Água Biodiversidade Emissões, Efluentes e Resíduos Fornecedores Produtos e Serviços Adequação às normas/ Conformidades Transporte	
4.3 Indicadores Sociais	Práticas Laborais e Condições de Trabalho	
	Direitos Humanos	Gestão Valorização da diversidade Liberdade de associação Prevenção contra Trabalho Infantil/ Escravo Práticas de Disciplina/ Reclamações Práticas de Segurança Direitos Indígenas
	Sociedade	Comunidade Corrupção Contribuições Políticas Concorrência e Preços
	Responsabilidade pelo Produto	Saúde e Segurança do Cliente Rotulagem de Produtos e Serviços Comunicação/ Marketing Privacidade/ Conformidade do Cliente

No relatório do modelo GRI, a dimensão econômica está direcionada para os *stakeholders* com relação às atividades da empresa, não abordando a situação financeira da empresa em si. Os quesitos estratégia empresarial e governança corporativa são avaliados em outro momento.

Na dimensão ambiental, os indicadores avaliam consumo de recursos naturais, processos, concepção dos produtos e aplicação de normas vigentes na operação.

A dimensão social é abrangente quanto aos indicadores, destacando o clima organizacional, o ambiente de trabalho, os direitos humanos e a responsabilidade dos produtos em relação aos *stakeholders*.

Murguía e Böhling (2012) relataram a aplicação do modelo GRI junto a empresas de mineração que operam na América Latina. O objetivo era avaliar os indicadores de sustentabilidade e publicar os resultados junto às comunidades onde estavam inseridas, para que estas compreendessem melhor a importância da extração do minério e os benefícios trazidos por ela.

2.3.3. INDICADORES ETHOS DE RESPONSABILIDADE

O Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social é uma organização que procura sensibilizar e orientar as empresas na gestão voltada à dimensão social para uma sociedade mais justa e sustentável. A partir do ano 2000, a organização desenvolveu e vem aprimorando uma ferramenta de autodiagnóstico com o intuito de auxiliar as empresas a gerenciarem os impactos sociais e ambientais provenientes da natureza de suas atividades (BASSETTO, 2010).

Essa ferramenta começou a ser construída com base no conteúdo disponibilizado pela *Global Reporting Initiative* (GRI) e pelo *Institute of Social and Ethical Accountability* (ISEA), e hoje é conhecida como Indicadores *Ethos* para Negócios Sustentáveis, destacando o entendimento de que a responsabilidade social é uma forma de gestão que deve estar ligada à sustentabilidade.

Nesse sentido, a sustentabilidade e a responsabilidade social devem caminhar juntas, integrando os princípios e comportamentos da responsabilidade social com os objetivos para a sustentabilidade (INSTITUTO ETHOS, 2014).

O Instituto *Ethos* declara que, a princípio, o uso dos indicadores é direcionado às práticas e ações internas, mas se as empresas que o utilizam desejarem comparar seus resultados em relação às melhores práticas de responsabilidade social, é possível. Com isso, a empresa terá acesso aos dados de comparação de seus indicadores em relação a empresas com

melhores indicadores, o que servirá de *benchmarking* para seu desenvolvimento (BASSETTO, 2010).

A proposta de abordagem do Instituto *Ethos* é de avaliar a responsabilidade social das empresas; dessa forma, o aspecto ambiental não recebe a mesma ponderação no resultado final. No entanto, os indicadores econômicos que não estiverem associados às dimensões sociais e ambientais são desconsiderados (SILVA *et al.*, 2014).

É possível evidenciar que os indicadores *Ethos* enfatizam o social, não podendo, portanto, ser considerado um método de avaliação de sustentabilidade corporativa, uma vez que atribui pesos diferentes para cada dimensão de sustentabilidade. É, então, uma ferramenta que possibilita a comparação de uma análise de abordagens isoladas.

Os indicadores *Ethos* podem ser aplicados em todas as empresas, independentemente de seu porte ou natureza de operação. A ferramenta permite que a empresa seja avaliada de acordo com o seu interesse e nível de maturidade, em relação à gestão da responsabilidade social (INSTITUTO ETHOS, 2014).

A avaliação é feita por meio de aplicação de questionário, o qual está dividido em quatro categorias: básica, essencial, ampla e abrangente. As categorias, formadas por perguntas que retratam o nível de maturidade das empresas que se dispõem a respondê-lo, são compostas da seguinte maneira:

- básica: 12 indicadores com questões que compreendem uma visão mais panorâmica sobre os temas nas diferentes dimensões;
- essencial: 24 indicadores com questões relevantes às empresas na perspectiva de diferentes partes interessadas, considerando o mínimo da responsabilidade social empresarial/sustentabilidade;
- ampla: 36 indicadores que incorporam os indicadores da categoria essencial;

- abrangente: 47 indicadores desenvolvidos sobre uma nova ótica, ou seja, insere a visão da empresa sobre a sua própria evolução da gestão sustentável e socialmente responsável.

No Quadro 6 é apresentada a estrutura do questionário do Instituto *Ethos*.

QUADRO 6: Estrutura do questionário do Instituto *Ethos*. (Instituto *Ethos*, 2014).

Dimensão	Tema	Subtema	Nº	Indicador	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
Visão e Estratégica	Visão e Estratégica	Visão e Estratégica	1	Estratégias para a sustentabilidade	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
			2	Proposta de Valor		Essencial	Ampla	Abrangente	
			3	Modelo de Negócios				Abrangente	
Governança e Gestão	Governança Organizacional	Governança e Conduta	4	Código de Conduta	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
			5	Governança da Organização (empresas de capital aberto/ fechado)	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
			6	Compromissos Voluntários e Participação em Iniciativas de SER/ Sustentabilidade				Abrangente	
			7	Engajamento das Partes Interessadas		Essencial	Ampla	Abrangente	
			8	Relações com Investidores e relatórios financeiros				Abrangente	
		Prática de Operação e Gestão	Prestitação de Contas	9	Relatórios de Sustentabilidade e Relatórios Integrados		Essencial	Ampla	Abrangente
				10	Comunicação com Responsabilidade Social				Abrangente
				11	Concorrência Leal		Essencial	Ampla	Abrangente
				12	Práticas Anticorrupção	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente
				13	Contribuições para Campanhas Políticas			Ampla	Abrangente
	Práticas de Operação e Gestão	Envolvimento Político Responsável	14	Envolvimento no Desenvolvimento de Políticas Públicas				Abrangente	
			15	Gestão Participativa				Ampla	
			16	Sistema de Gestão Integrado				Ampla	
		Sistemas de Gestão	17	Sistema de Gestão de Fornecedores	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
			18	Mapeamento dos Impactos da Operação e Determinação de Assuntos Prioritários	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
			19	Gestão da SER/ Sustentabilidade				Abrangente	
	Social	Direitos Humanos	Situações de Riscos para os Direitos Humanos	20	Monitoramento de Impactos do Negócio nos Direitos Humanos	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente
				21	Trabalho Infantil na Cadeia Produtiva		Essencial	Ampla	Abrangente
				22	Trabalho Forçado (ou Análogo ao Escravo) na Cadeia Produtiva		Essencial	Ampla	Abrangente
Práticas de Trabalho		Ações Afirmitivas	23	Promoção da Diversidade e Equidade		Essencial	Ampla	Abrangente	
			24	Relação com Empregados (Efetivos, Terceirizados, Temporários ou Parciais)	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
		Relações de Trabalho	25	Relações com Sindicatos		Essencial	Ampla	Abrangente	
			26	Remuneração e Benefícios			Ampla	Abrangente	
			27	Compromisso como o Desenvolvimento Profissional			Ampla	Abrangente	
		Desenvolvimento Humano, Benefícios e Treinamentos	28	Comportamento frente a Demissões e Empregabilidade			Ampla	Abrangente	
			29	Saúde e Segurança dos Empregados		Essencial	Ampla	Abrangente	
			30	Condições de Trabalho, Qualidade de Vida e Jornada de Trabalho		Essencial	Ampla	Abrangente	
			31	Relacionamento com o Consumidor		Essencial	Ampla	Abrangente	
			32	Impacto decorrente do Uso dos Produtos ou Serviços	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
Questões Relativas ao Consumidor		Respeito ao Direito do Consumidor	33	Estratégia de Comunicação Responsável e Educação para o Consumo Consciente				Abrangente	
			34	Gestão dos Impactos da Empresa na Comunidade	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
Envolvimento com a comunidade e seu desenvolvimento		Gestão de Impactos na Comunidade e Desenvolvimento	35	Compromisso com o Desenvolvimento da Comunidade e Gestão das Ações Sociais			Ampla	Abrangente	
			36	Apoio ao Desenvolvimento de Fornecedores				Abrangente	
	37		Governança das Ações Relacionadas às Mudanças Climáticas	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente		
Ambiente	Meio Ambiente	Mudanças Climáticas	38	Adaptação às Mudanças Climáticas				Abrangente	
			39	Sistema de Gestão Ambiental	Básica	Essencial	Ampla	Abrangente	
		Gestão e Monitoramento dos Impactos sobre os Serviços Ecosistêmicos e a Biodiversidade	40	Prevenção da Poluição				Ampla	
			41	Uso Sustentável de Recursos: Materiais				Ampla	
			42	Uso Sustentável de Recursos: Água				Ampla	
			43	Uso Sustentável de Recursos: Energia				Ampla	
			44	Uso Sustentável da Biodiversidade e Restauração dos Habitats Naturais				Abrangente	
			45	Educação e Conscientização Ambiental				Ampla	
			46	Impactos do Transporte, Logística e Distribuição				Abrangente	
		Impactos do Consumo	47	Logística Reversa		Essencial	Ampla	Abrangente	

O questionário do Instituto *Ethos* é voltado para a dimensão social, já a dimensão ambiental é tratada como detrimento de interesse no âmbito social e a dimensão econômica está associada somente aos indicadores da dimensão social, como remunerações e benefícios.

O relatório demonstra a pontuação alcançada pela empresa, e, por meio de tabelas e gráficos, estratifica seu desempenho a fim de buscar uma correlação entre suas práticas e ações internas em relação a um grupo seletivo das melhores empresas que participaram do processo. Pescador *et al.* (2013) analisaram as práticas de responsabilidade social por meio do relatório *Ethos* em micro e pequenas empresas no Estado do Paraná.

2.3.4. OUTROS MODELOS DE SUSTENTABILIDADE

Chen *et al.* (2013), em um estudo realizado sobre as ferramentas e os modelos para se avaliar o nível de sustentabilidade de uma empresa, compararam-nos considerando quatro critérios relevantes para o processo de fabricação: tempo dispendido para aplicação da avaliação, aplicação no chão de fábrica, aplicação generalista e visão holística da sustentabilidade.

O Quadro 7 apresenta a análise desses modelos.

QUADRO 7: Modelos de Avaliação da Sustentabilidade. (Chen *et al.* , 2013).

Ano	Ferramentas/ Modelos de Avaliação	Avaliação Rápida	Aplicação no chão de fábrica	Aplicação Generalista	Visão Holística
1997	<i>Barometer of Sustainability</i>	Sim	Não	CR	Não
1999	<i>Dow Jones Sustainability Index</i>	Não	Sim	CR	CR
1999	<i>GRI Reporting Framework</i>	Não	Sim	CR	Sim
2002	<i>IChemE Sustainability Metrics</i>	Não	Sim	Não	Sim
2002	<i>Rapid Plant Assessment Tool</i>	Sim	Sim	CR	Não
2004	<i>Sustainability Assessment in Mining and Minerals Industry</i>	Não	CR	Não	Sim
2005	<i>Composite Sustainable Development Index</i>	Sim	Sim	CR	Sim
2006	<i>2006 ITT Flygt Sustainability Index</i>	Sim	Sim	Não	Sim
2007	<i>Ford Europe's Product Sustainability Index</i>	Não	Não	Não	Sim
2009	<i>GM Metrics for Sustainable Manufacturing</i>	Sim	Sim	Não	Sim
2009	<i>Sustainable Development Framework</i>	Não	Não	CR	Sim
2010	<i>Rapid Basin-wide Hydropower Sustainability Assessment Tool</i>	Sim	Sim	Não	Sim

*CR= aplicado com restrições/ adaptações

Conforme pode ser observado no Quadro 7, o estudo de Chen *et al.* (2013) considerou o ano do surgimento dos modelos de acordo com as variáveis apresentadas, ou seja, se o modelo fornece ou não uma avaliação rápida em função do nível de complexidade da aplicação; se o modelo pode ser ou não aplicado ao chão de fábrica; se o modelo pode ser aplicado ou não em diversos segmentos ou natureza da operação das empresas; e se o modelo fornece uma visão holística da empresa ou se restringe a departamentos isolados.

Segundo Chen *et al.* (2013), os modelos *Composite Sustainable Development Index*, *ITT Flygt Sustainability Index* e *GM Metrics for Sustainable Manufacturing* são utilizados para aplicações específicas para as quais foram desenvolvidos e para as demais aplicações existem restrições. O modelo *Barometer of Sustainability* é utilizado em todo e qualquer tipo de aplicação,

porém, no caso de empresas de manufatura, é necessário especificar melhor os indicadores utilizados.

Todos os modelos apresentados no Quadro 7 serão apresentados nos tópicos a seguir, ressaltando-se suas metodologias, os indicadores utilizados e os casos de aplicação.

2.3.4.1. BAROMETER OF SUSTAINABILITY

De acordo com Danis (1997), o *Barometer of Sustainability* é um modelo de avaliação com objetivo de mensurar o bem-estar das pessoas e o ecossistema no qual estão inseridas. Esta avaliação é feita somente por meio de aspectos sociais e ambientais direcionados à sustentabilidade, sendo desprezados os aspectos econômicos.

Segundo Prescott-Allen (1997), quando o modelo foi criado, o enfoque principal não era o de ser aplicado nos processos de fabricação, mas, em razão de sua facilidade de aplicação e obtenção rápida de resultados, fizeram com que ele também fosse utilizado nas fábricas. O modelo utiliza uma escala com cinco classificações de forma a enquadrar o estado em que se encontra a empresa, conforme demonstra a Figura 8.

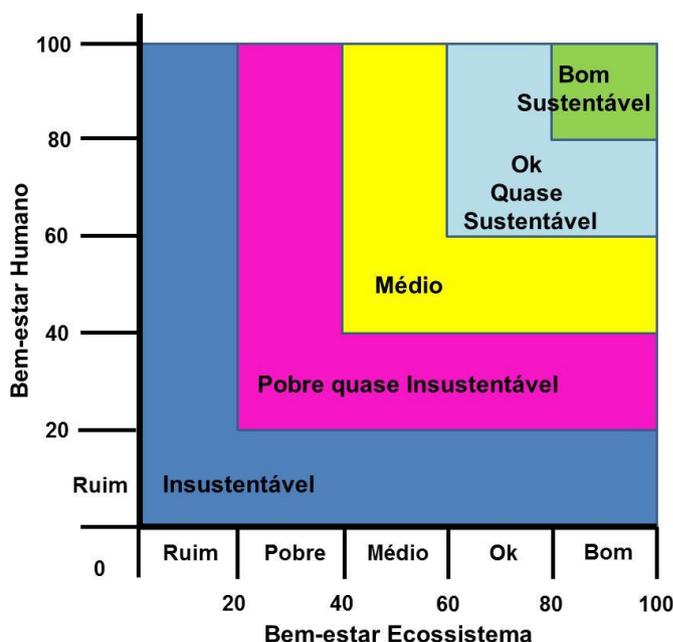


FIGURA 8: *Barometer of Sustainability* (PRESCOTT- ALLEN, 1997).

Os eixos medem o bem-estar humano e o bem-estar do ecossistema. De acordo com Guijt e Moissev (2001), as dimensões sugeridas para o bem-estar humano são: saúde e população, riqueza, conhecimento e cultura, e comunidade e equidade. Já para o bem-estar do ecossistema, são sugeridas as seguintes dimensões: terra, água, ar, espécies e a utilização dos recursos naturais. O eixo com menor valor interfere no resultado do outro eixo, e os indicadores sociais e do ecossistema são igualmente importantes perante o desenvolvimento sustentável (PRESCOTT-ALLEN, 1997).

Araújo *et al.* (2013) aplicaram o modelo para avaliar o índice de sustentabilidade de determinada cidade do nordeste brasileiro, evidenciando que a oportunidade de melhoria se encontrava nas políticas públicas voltadas para a área da saúde e educação. Quanto ao ecossistema, evidenciou a produção agrícola e a área de proteção ambiental.

Kronemberger *et al.* (2004), por sua vez, utilizaram o modelo para avaliar a sustentabilidade em bacias hidrográficas em um município do Estado do Rio de Janeiro. Com este estudo foi possível avaliar a relação entre o cenário encontrado e o desenvolvimento sustentável, de forma a evidenciar uma discrepância entre os aspectos ambientais e os aspectos sócio-econômico.

2.3.4.2. ICHEME SUSTAINABILITY METRICS (ICHEME)

O modelo criado pela *Institution of Chemical Engineers* (ICChemE) em 2002 engloba os aspectos de sustentabilidade ambiental, social e econômico (ICChemE, 2002).

Cada dimensão da sustentabilidade (econômica, ambiental e social) está subdividida em um total de 50 indicadores, os quais derivam em 300 perguntas a serem respondidas. Em função da quantidade de informações geradas, não é um processo rápido de avaliação.

Segundo Ziout *et al.* (2013), o modelo é especificado para a avaliação de processos de fabricação, porém, não permite comparação entre as indústrias, uma vez que permite ao avaliado escolher ou inserir indicadores/métricas para

melhor atendê-lo. A Figura 9 apresenta a estrutura dos indicadores que compõem o modelo.

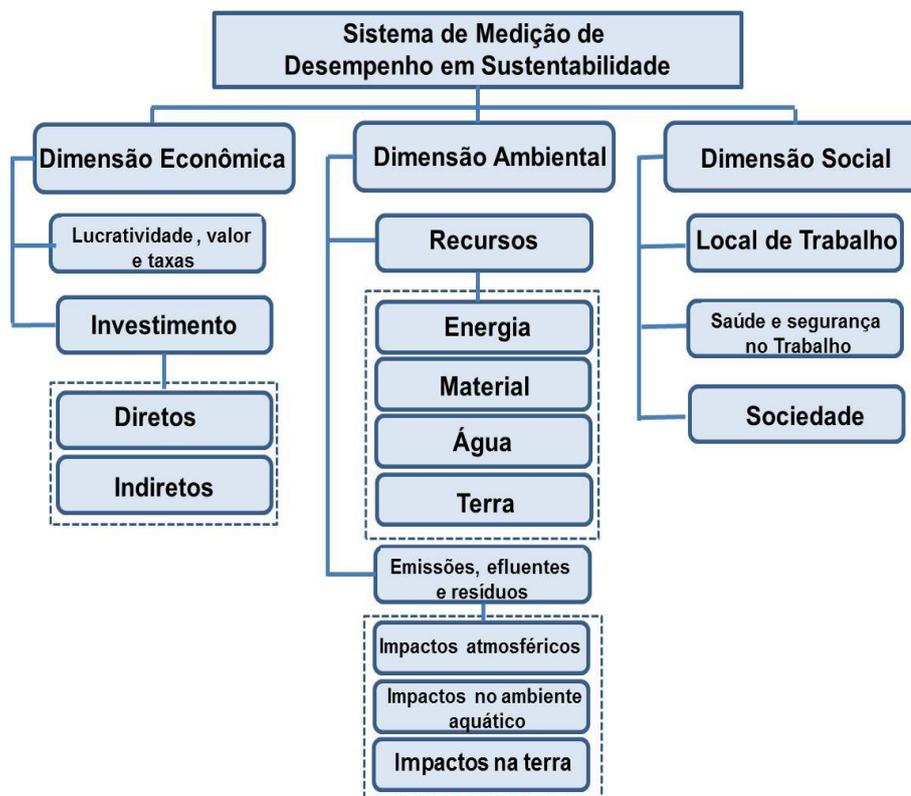


FIGURA 9: Categoria de desenvolvimento modelo IChemE (IChemE, 2002)

No modelo IChemE, os indicadores podem ser inseridos em cada operação do processo, de forma a medir os possíveis impactos de acordo com as unidades produzidas ou o valor econômico.

Majumdar *et al.* (2009) analisaram alguns pontos que limitam o modelo, entre eles: padronização da base de indicadores entre as empresas; não abrangência da necessidade de todos os *stakeholders*; e sua parametrização, que visa atender à comunidade europeia, não sendo recomendado para países em desenvolvimento com grandes mudanças sociais. Caso se deseje aplicar o modelo, é preciso parametrizá-lo com dados externos.

2.3.4.3. RAPID PLANT ASSESSMENT TOOLS (RPAT)

Desenvolvido por Goodson (2002), o RPAT é uma ferramenta com o objetivo de avaliar sistemas de manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*), e consiste na

aplicação de dois questionários, conforme pode ser observado nos Quadros 8 e 9.

QUADRO 8: Questionário *RPAT* (GOODSON, 2002)

	Perguntas sobre produção enxuta	SIM	NÃO
1	São visíveis as informações sobre o <i>layout</i> da planta, postos de trabalho, clientes e produtos?		
2	É medido o índice de satisfação dos clientes com relação a qualidade do produto apresentado?		
3	A instalação é segura, limpa, ordenada e bem iluminado? É boa a qualidade do ar, e os níveis de ruído é baixo?		
4	Existe identificação visual para identificar e localizar os estoques, ferramentas, processos e fluxo?		
5	Será que tudo tem o seu próprio lugar, e esta tudo armazenado em seu lugar?		
6	São visíveis as metas operacionais e indicadores de desempenho no ambiente de trabalho?		
7	Os materiais de produção estão próximos a linha de produção, ao invés de armazenamento de estoques separados?		
8	Existem instruções de trabalho e especificações de qualidade do produto visível em todas as áreas de trabalho?		
9	Existem gráficos sobre a produtividade, qualidade, segurança e resolução de problemas visíveis para todas as equipes?		
10	O status da operação pode ser visto a partir de uma sala de controle central, em uma placa de status, ou em uma tela de computador?		
11	Existe linhas de produção programadas com níveis de estoque adequados em cada fase?		
12	Os materiais estão sendo movimentados apenas uma vez em curto espaço de distância, de forma eficiente, em recipientes adequados?		
13	A planta esta disposta em fluxo contínuo?		
14	As equipes de trabalho são treinadas, com poderes, e envolvido na resolução de problemas e melhorias contínuas?		
15	Os funcionários parecem comprometidos com a melhoria contínua?		
16	Existe um cronograma de manutenção preventiva e melhoria contínua dos processos e ferramentas?		
17	Existe um gerenciamento de projetos eficaz, com metas de custo e de tempo, para o novo produto <i>start-up</i> ?		
18	Existe um processo de certificação de fornecedores - com medidas de qualidade, entrega e desempenho de custo?		
19	Existe métodos à prova de falhas usado para prevenir a propagação de defeitos?		
20	Você compraria os produtos fabricados nesta operação?		

O segundo questionário envolve 11 indicadores, que são avaliados por uma escala de um (1) a seis (6) em um intervalo de ruim ao de melhor referência, conforme demonstra o Quadro 9.

QUADRO 9: Questionário de Avaliação *RPAT* (GOODSON, 2002)

Rapid Plant Assessment Tools									
Categorias		Questões Relacionadas	Pobre	Abaixo da Média	Média	Acima da média	Excelente	Melhor da Categoria	Pontuação da Categoria
			1	3	5	7	9	11	
1	A satisfação dos clientes	1, 2, 20							
2	Segurança, meio ambiente, limpeza e organização	3, 5, 20							
3	Sistema de Gestão a Vista	2, 4, 6, 10, 20							
4	Sistema de Programação	11, 20							
5	A utilização de espaço, o movimento de materiais e linha de fluxo do produto	7, 12, 13, 20							
6	Níveis de matéria prima em processo	7,11, 20							
7	O trabalho em equipe e motivação	6, 9, 14, 15, 20							
8	Condições e manutenção de equipamentos e ferramentas	16, 20							
9	Gestão da complexidade e variabilidade	8, 17, 19,20							
10	Cadeia de Suprimentos Integrado	18, 20							
11	Compromisso com a qualidade	15, 17, 19, 20							
Pontuação total de 11 categorias (Range 11-121)									

Ambos os questionários concentram-se na avaliação do aspecto econômico (GOODSON, 2002).

Walter e Tubino (2013), em um estudo de revisão de literatura, identificaram diversos métodos de avaliação para mensurar o nível de iniciativas e práticas da LM em uma empresa para que esta selecionasse a que mais se adaptava à sua necessidade.

2.3.4.4. SUSTAINABILITY ASSESSMENT IN MINING AND MINERALS INDUSTRY (SAMMI)

Segundo Azapagic (2004), o modelo SAMMI tem o objetivo de avaliar a sustentabilidade de empresas do setor de mineração e transformação de minerais.

A sua aplicação é de forma holística, pois envolve as dimensões econômicas, sociais e ambientais, que se dividem em 132 indicadores, expressos em unidades diferentes, ou seja, em dólar, período ou porcentagem. A variação das escalas aplicadas e o número de indicadores fazem com que o modelo não tenha uma resposta rápida.

Alguns indicadores, como número de pedreiras e minas em operação, são exemplos do porquê o modelo atender somente um segmento, impossibilitando, assim, de ser compartilhado com os demais (AZAPAGIC, 2004).

No Quadro 10 são apresentados os indicadores utilizados pelo modelo.

QUADRO 10: Indicadores SAMMI (AZAPAGIC, 2004)

Indicadores Econômicos	Questões Ambientais	Questões Sociais
Contribuição para o PIB e geração de riquezas	Perda da biodiversidade	Suborno e corrupção
Custos, vendas e lucros	Emissões no ar	Geração de emprego
Distribuição de renda e riquezas	Uso de energia	Educação dos colaboradores e desenvolvimento de habilidades
Investimento (Capital, colaboradores, comunidades, prevenção da poluição e fechamento de mina)	Aquecimento global e outros impactos ambientais	Igualdade de oportunidades e não discriminação
Valor para o acionista	Uso da terra, gestão e reabilitação	Saúde e segurança
Valor agregado	Transtorno	Direitos humanos e ética nos negócios
	Toxicidade do produto	Relacionamento trabalho/ gestão
	Uso de recursos e disponibilidade	Relação com comunidades locais
	Resíduos sólidos	Envolvimento dos <i>stakeholders</i>
	Uso de água, efluentes, lixiviados (incluindo drenagem ácida de mina)	Distribuição de riqueza

É possível evidenciar a necessidade do desenvolvimento sustentável pelas empresas de mineração, visto os indicadores direcionados aos *stakeholders* e ao meio ambiente.

2.3.4.5. COMPOSITE SUSTAINABLE DEVELOPMENT INDEX (CSDI)

Krajnc e Glavic (2005) criaram uma metodologia para o desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade com o intuito de avaliar o nível de sustentabilidade. A empresa que aplica a metodologia escolhe e define os indicadores que melhor a representa e os distribui pelas três dimensões da sustentabilidade (econômica, ambiental e social).

A avaliação não permite estabelecer uma comparação entre as empresas, em razão da falta de padrões preestabelecidos. No Quadro 11 são apresentados os indicadores do modelo CSDI.

QUADRO 11: Indicadores do modelo *CSDI* (KRAJNC e GLAVIC, 2005)

Indicadores Econômicos	Questões Ambientais	Questões Sociais
Vendas	Consumo de energia	Número de acidentes de trabalho em relação horas trabalhadas
Lucro operacional	Consumo de carvão	Número de acidentes graves em relação horas trabalhadas
Capital investido, despesas	Consumo de óleo combustível	Número de acidente de trabalho durante atividades de produção específicas
Lucro líquido	Consumo de gás	Número de acidentes de trajeto
Custo de Pesquisa e desenvolvimento	Consumo de água	Número de projetos sem fins lucrativos
Número de Empregados	Consumo de hidrocarbonetos	Número de reclamações de vizinhos
	Emissão de gases na atmosfera	Número de reclamações devido a cheiro
	Emissão de poeira	Número de reclamações devido a ruído
	Emissão de metais pesados em água/ solo	Número de reclamações devido a poeira
	Eliminação de resíduos	Número de iniciativas para melhoria
	Reciclagem dos resíduos	
	Rastreabilidade de resíduos perigosos	

Os indicadores apresentados avaliam o nível de sustentabilidade da empresa para que seja possível realizar uma avaliação no chão da fábrica. O tempo de resposta da avaliação está associado ao número de indicadores e às escalas de medição utilizadas (SIKDAR, 2003).

2.3.4.6. ITT FLYGT SUSTAINABILITY INDEX

Conforme Pohl (2006), os índices de sustentabilidade *ITT Flygt* foram desenvolvidos pela Universidade Malardalen, na Suécia, com intuito de avaliar as três dimensões da sustentabilidade (econômica, ambiental e social), com aplicação, inclusive, no chão de fábrica.

Em função do reduzido número de indicadores e da facilidade de aplicação de escala, o resultado de avaliação de sustentabilidade é rápido.

Como a ferramenta foi desenvolvida com base na empresa *ITT Flygt*, os indicadores foram elaborados de forma a mensurar o nível de sustentabilidade dessa empresa, considerando seus processos e produtos. Dessa forma, a

aplicação da ferramenta em outras empresas, para efeito de comparação, é limitada.

No Quadro 12 são apresentados os indicadores do modelo *ITT Flygt*.

QUADRO 12: Indicadores do modelo *ITT Flygt* (POHL, 2006)

Indicadores usados na ITT Flygt	
Aumento de vendas líquida	Resíduos perigosos
Uso dos clientes	Resíduos não perigosos
Sustentabilidade na escolha do projeto	Resíduo perigosos reciclado
Gestão de fornecedores	Resíduos não perigosos reciclado
Gestão de empreiteiros	Energia para transporte
Informação aos clientes	Consumo de água
Suborno	Auditoria
Preço	Incêndios ou outros danos
Direitos humanos	Ausência
Trabalho infantil	Satisfação dos empregados
Trabalho forçado/ escravo	Faturamento/ Volume
Emissão de metais pesados	Diálogo Funcionários
Processo de Desenvolvimento do Produto	Gestão feminina
Ergonomia	Igualdade de oportunidades
Prejuízo	Segurança no posto de trabalho
Horas de treinamento/ capacitação	Liberdade de negociação coletiva

Os indicadores utilizados pela *ITT Flygt* são os mesmos utilizados por outros modelos já existentes, tal como o GRI; no entanto, como já foi dito, os indicadores são adequados à empresa, com níveis de mensuração para demonstrar o nível de sustentabilidade.

2.3.4.7. FORD OF EUROPE'S PRODUCT SUSTAINABILITY INDEX

Segundo Schimidt e Taylor (2006), a Ford Company desenvolveu a ferramenta FPSI (*Ford Product Sustainability Index*) com o objetivo de avaliar o nível de sustentabilidade com base nas dimensões econômicas, ambientais e sociais, com enfoque no ciclo de vida do produto.

No Quadro 13 são apresentados os indicadores do modelo FPSI.

QUADRO 13: Indicadores do modelo FPSI (FORD, 2007)

Indicador Ambiental e Saúde
Contribuição ao aquecimento global durante o ciclo de vida do produto
Emissão de gases/ qualidade do ar durante o ciclo de vida do produto
Utilização de materiais sustentáveis
Utilização de substâncias restritas
Indicador Social
Ruído no meio externo em relação distância
Segurança
Capacidade de mobilidade
Indicador Econômico
Custo/ Benefício durante o ciclo de vida útil do produto (3 anos)

Como a ferramenta considera as etapas do ciclo de vida do produto, a obtenção dos resultados de avaliação demora mais. Além disso, é limitada em função de ter sido desenvolvida para avaliar o ciclo de vida dos produtos da indústria automobilística. Sendo assim, só é recomendada para a indústria deste segmento (FORD, 2007).

2.3.4.8. GM METRICS FOR SUSTAINABLE MANUFACTURING

Em 2009, a General Motors (GM) desenvolveu o modelo GM MSM (*GM Metrics for Sustainable Manufacturing*), fundamentado nos melhores indicadores de sustentabilidade utilizados pelas instituições.

A GM MSM considera aspectos econômicos, sociais e ambientais e avalia as melhores práticas na fábrica. Sua avaliação é rápida em função do tipo e do número reduzido de indicadores.

No Quadro 14 são apresentados os indicadores do modelo GM.

QUADRO 14: Indicadores do modelo GM (GM, 2009)

Indicadores Ambientais
Quantidade de compostos orgânicos voláteis emitidos
Nível de contaminantes/ resíduos em água
Redução de 8% nas emissões de CO ₂
Controle da emissão de gases de efeito estufa
Pegada de carbono/ práticas e iniciativas
Conscientização dos colaboradores com caminhadas e bicicleta
Níveis de poluente no ar
Nível de contaminantes de águas subterrâneas
Consumo de água
Determinar nível de emissões dos veículos produzidos
Consumo e gerenciamento da energia utilizada
Indicadores Sociais
Trabalho Voluntário
Liberdade de Associação
Valorização da diversidade
Proibição de trabalho infantil
Programas de Saúde e Segurança do trabalho
Capacitação e horas treinadas
Controle de afastamentos do trabalho
Adequação de postos de trabalho
Instalação de equipamentos de segurança em relação ao ROI
Indicadores do nível de satisfação dos funcionários
Indicadores Econômicos
Zero desperdício
Sistema de Gestão de resíduos
Gestão de consumo de recursos
Consumo e gerenciamento da energia utilizada

2.3.4.9. SUSTAINABLE DEVELOPMENT FRAMEWORK (SDF)

Em 2009, a Comissão Europeia propôs um método de desenvolvimento sustentável composto por dez temas que envolvem desde as alterações climáticas até o consumo de energia. Todos os temas abordavam as três dimensões da sustentabilidade (econômica, ambiental e social).

Os temas foram subdivididos em 28 subtemas, que, por sua vez, resultaram em 100 indicadores, entre os quais se destacam: a quantidade dos gases de efeito estufa emitida; o consumo de energia; e a emissão de CO₂. Em função da quantidade e da variedade de informações, o método não apresenta uma avaliação rápida.

No Quadro 15 são apresentados os indicadores do modelo SDF.

QUADRO 15: Indicadores do modelo SDF (EUROPEAN COMMISSION, 2009)

Indicador Ambiental	Indicador Social	Indicador Econômico
Utilização dos recursos	Preservação dos valores culturais	Indicadores Financeiros
Aquecimento global	Inclusão dos stakeholders	Valor agregado
A destruição da camada ozônio	Envolvimento na comunidade	Contribuição para o PIB
Acidificação	Padronização de normas internacionais de conduta	Despesas de proteção ambiental
Eutrofização	Relações trabalhistas	Passivos ambientais
Smog fotoquímico	Trabalho infantil	Indicadores de capital humano
Toxicidade humana	Salários	Geração de emprego
Ecotoxicidade	Corrupção	Rotatividade de pessoal
Resíduos sólidos	Diversidade/ Equidade	Despesas de saúde e segurança
Eficiência Ambiental	Indicadores de bem estar	Investimento em desenvolvimento de pessoal
Material e intensidade energética	Distribuição de renda	
Reciclagem de materiais	Satisfação no trabalho	
Durabilidade do produto	Satisfação das necessidades sociais	
Intensidade de serviço		
Ações voluntárias		
Sistema de Gestão Ambiental		
Melhorias Ambientais		
Avaliação de fornecedores		

Como o método foi desenvolvido para avaliar e monitorar as empresas da União Europeia em relação à sustentabilidade, ele precisa de alterações/adaptações para avaliar empresas em outras regiões do mundo; caso contrário, não poderá estabelecer um padrão comparativo (EUROPEAN COMMISSION, 2009).

2.3.4.10. RAPID BASIN- WIDE HYDROPOWER SUSTAINABILITY ASSESSMENT TOOL

Em 2010, com o intuito de avaliar o nível de sustentabilidade nas usinas hidrelétricas do mundo, a Agência de Desenvolvimento Internacional dos Estados Unidos desenvolveu a ferramenta RSAT (*Rapid Basin-wide Hydropower Sustainability Assessment Tool*), que apresenta uma visão holística da sustentabilidade, avaliando aspectos econômicos, ambientais e sociais.

A ferramenta possui 11 indicadores de avaliação, que estão subdivididos em 53 tópicos, em uma escala de cinco etapas, de ruim a excelente. O RSAT permite uma avaliação rápida em função de sua estrutura simples.

No Quadro 16 são apresentados os indicadores utilizados pelo modelo RSAT.

QUADRO 16: Indicadores do modelo RSAT (*UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, 2010*)

Indicadores Econômicos
A contribuição relativa de energia hidrelétrica para as economias nacionais
Contribuição relativa de energia hidrelétrica para as economias locais
As sinergias e trade-offs com outros setores econômicos da bacia
Otimização múltipla uso da água
Indicadores Sociais
Os valores culturais
Protecção dos meios de subsistência e os direitos à terra e de acesso à água e
Assentamentos de terra (involuntários)
A energia hidrelétrica e redução da pobreza
A energia hidrelétrica e promoção social equitativo
Indicadores Ambientais
Compreensão e protecção dos ecossistemas de toda a bacia
Gestão dos impactos ambientais hidrelétricas
Protecção de rios de alto valor de desenvolvimento
Hidrelétrica impacto sobre o uso sustentável dos recursos naturais
Impacto na morfologia do rio, erosão e sedimentação
Monitoramento muda a qualidade do meio ambiente, como resultado de EE
Outros indicadores específicos
Acordos e políticas
Implementação e operações de projetos em bacias ou cascatas
Regulamentação de fluxos ambientais
Gestão de pesca e passagens de peixes
Partilha de benefícios no usode energias entre países
Provisão para segurança e desastre
Institucionalizaçãode toda a bacia
Comunicação com os <i>stakeholders</i>

Por se tratar de uma ferramenta desenvolvida para avaliar hidrelétricas, não é, portanto, recomendada na avaliação de empresas de outros segmentos (*UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT, 2010*).

Han *et al.* (2014), em um estudo bibliométrico, utilizaram o modelo RSAT para avaliar quantitativamente o desenvolvimento sustentável de energia em hidrelétricas em todo o mundo. Com este estudo foi possível identificar os países que mais estão se empenhando em pesquisas sobre o desenvolvimento sustentável.

2.5. MANUFATURA ENXUTA (*LEAN MANUFACTURING*)

De acordo com Taj (2008) e Eatock *et al.* (2009), a definição da *Lean Manufacturing* (LM) ou Manufatura Enxuta pode ser mais bem compreendida como um conjunto de conceitos, princípios, métodos, procedimentos e, principalmente, ferramentas de produção com o intuito de reduzir perdas ou desperdícios inerentes a determinado fluxo de valor.

Conforme definido por Womack *et al.* (2007), o LM é um sistema de negócios para organizar e gerenciar o desenvolvimento de produtos, operações, fornecedores e relações com o cliente.

Em comparação com a produção em massa, a manufatura enxuta exige menos esforços humanos, espaço, capital investido para a aquisição de recursos e tempo na produção, além de os produtos apresentarem um percentual de conformidade maior com as especificações impostas pelos clientes (LIKER, 2009).

O Sistema Toyota de Produção surgiu no Japão, na fábrica da Toyota. Co, no final da década de 1950 (após a Segunda Guerra Mundial), com o objetivo de eliminar todo e qualquer desperdício inerente ao fluxo de valor, contribuindo, assim, para a redução de esforços humanos, do espaço físico necessário para a produção, do tempo de desenvolvimento e inovação de produtos e do *lead time* dos sistemas de produção em massa. Além disso, produzia produtos em maior escala de variedade, em lotes menores e com um percentual de não conformidade bem menor (WOMACK *et al.*, 2007).

De acordo com Holweg (2007), o TPS (*Toyota Production System*) foi originalmente desenvolvido para a manufatura; portanto, para o perfeito entendimento acerca do TPS, devem ser compreendidas suas origens na manufatura, mais especificamente na indústria automobilística.

Segundo Ohno (1988), o Sistema Toyota de Produção tem como essência a eliminação de toda e qualquer perda ou desperdício, que, em japonês, é tratado pela palavra “muda”. A Toyota trata isso como atividades desempenhadas, mas que não agregam valor ao produto final.

Segundo a lógica tradicional, o preço era imposto ao mercado como resultado de um dado custo de fabricação somado a uma margem de lucro pretendida. Dessa forma, era permitido ao fornecedor transferir ao cliente os custos adicionais decorrentes da eventual ineficiência de seus processos de produção. Com o acirramento da concorrência e o surgimento de um consumidor mais exigente, o preço passou a ser determinado pelo mercado, e a única forma de aumentar ou manter o lucro era por meio da redução dos custos (GHINATO, 2000).

Na Toyota, a redução dos custos por meio da eliminação das perdas passou por uma análise detalhada da cadeia de valor, a qual diz respeito à sequência de processos pela qual passa o material, desde o estágio de matéria-prima até ser transformado em produto acabado. O processo sistemático de identificação e eliminação das perdas passou ainda pela análise das operações, enfocando a identificação dos componentes do trabalho que não adicionam valor (OHNO, 1988).

Ohno (1988) propôs que as perdas presentes no sistema produtivo fossem classificadas em sete grandes grupos: perda por superprodução (quantidade e antecipada); perda por espera; perda por transporte; perda no próprio processamento; perda por estoque; perda por movimentação; perda por fabricação de produtos defeituosos (refugo ou retrabalho).

De acordo com Shah e Ward (2007), existem diferentes formas de representar a estrutura do Sistema Toyota de Produção (TPS) com seus dois pilares – *JIT* e *Jidoka* – e outros componentes essenciais do sistema.

Ghinato (2000) desenvolveu um modelo que demonstra o objetivo da Toyota em atender da melhor maneira às necessidades do cliente, fornecendo produtos e serviços da mais alta qualidade, com o mais baixo custo e no menor *lead time* possível. Além disso, assegura um ambiente de trabalho no qual aspectos como segurança e moral dos trabalhadores são fundamentais para a corporação, conforme aponta a Figura 10.



FIGURA 10: Estrutura do Sistema *Toyota* de Produção (Adaptado de GHINATO 2000)

Segundo Schonberger (2007), a expressão em inglês "*Just-In-Time*" foi adotada pelos japoneses, mas não se consegue precisar a partir de quando ela começou a ser utilizada. Fala-se do surgimento da expressão na indústria naval, portanto, já era um termo conhecido antes das publicações que notabilizaram o *JIT* como um desenvolvimento da *Toyota Motor Co.*

Ohno (1988) afirma que o conceito *JIT* surgiu da ideia de Kiichiro Toyoda de que, numa indústria como a automobilística, o ideal seria ter todas as peças ao lado das linhas de montagem no momento exato de sua utilização.

De acordo com Corrêa e Gianesi (1996), embora haja quem diga que o sucesso do sistema administrativo *JIT* esteja fundamentado nas características culturais do povo japonês, cada vez mais gerentes e acadêmicos têm se convencido de que esta filosofia é composta de práticas gerenciais que podem ser aplicadas em qualquer parte do mundo.

Para Shah e Ward (2007), o objetivo do *JIT* é identificar, localizar e eliminar as perdas, garantindo um fluxo contínuo de produção. No entanto, a viabilização

do *JIT* depende de três fatores intrinsecamente relacionados: fluxo contínuo, *takt time* e produção puxada.

O fluxo contínuo é a resposta à necessidade de redução do *lead time* de produção. A implementação de um fluxo contínuo na cadeia de agregação de valor normalmente requer a reorganização e o rearranjo do *layout* fabril, convertendo os tradicionais *layouts* funcionais (*layout* por processos) (WOMACK *et al.*, 2007).

O que realmente conduz ao fluxo contínuo é a capacidade de implementar-se um fluxo unitário (um a um) de produção, em que os estoques intermediários entre processos sejam completamente eliminados. A Figura 11 ilustra o fluxo contínuo com a eliminação das perdas por espera e a redução do *lead time* de produção (ROTHER; SHOOK, 1996).

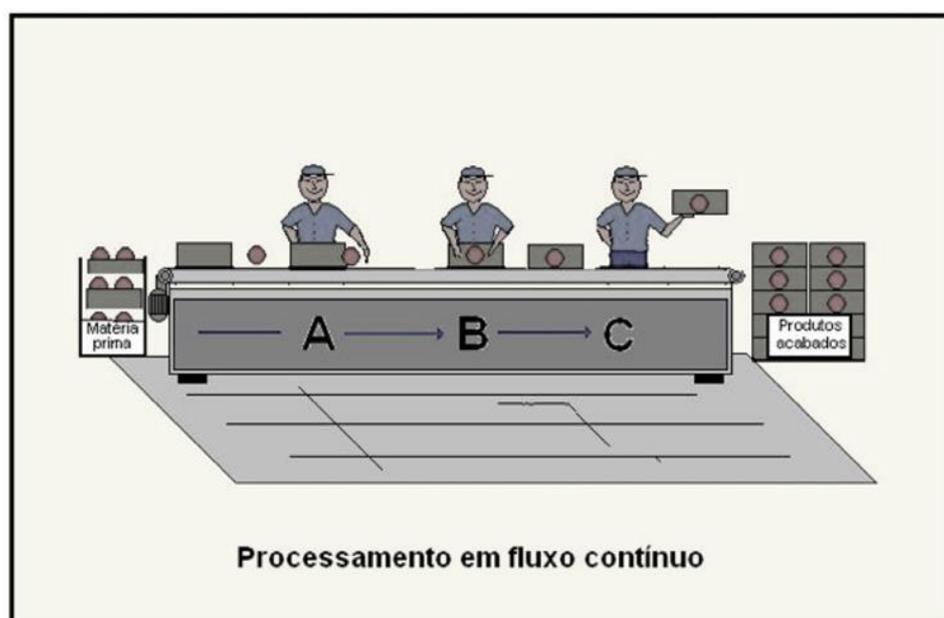


FIGURA 11: Fluxo de Produção Contínuo (Adaptado de ROTHER e SHOOK 1996)

A implementação de um fluxo contínuo de produção torna necessário um perfeito balanceamento das operações ao longo da célula de fabricação/montagem. A abordagem da Toyota para o balanceamento das operações difere diametralmente da abordagem tradicional (ROTHER; SHOOK, 1996).

A Figura 12 demonstra como deve ser o balanceamento para nivelar os tempos de ciclo de cada trabalhador, de forma a fazer com que ambos recebam cargas de trabalho semelhantes.

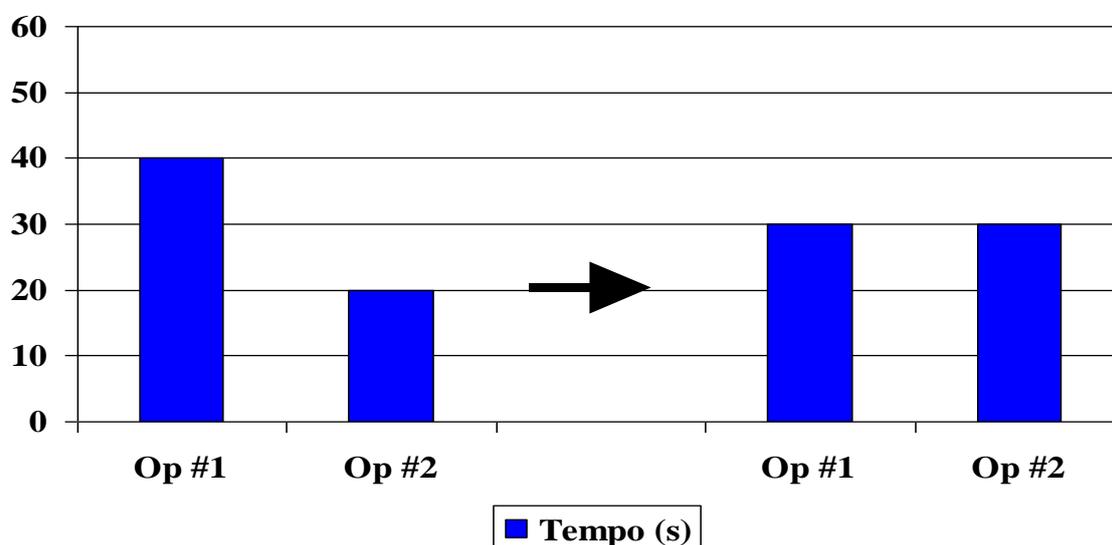


FIGURA 12: Balanceamento de Operações (GHINATO 2000)

No Sistema Toyota de Produção, o balanceamento das operações está fundamentalmente ligado ao conceito do *takt time*, que é o tempo necessário para produzir um componente ou um produto completo com base na demanda do cliente, ou seja, condiciona o ritmo de produção ao ritmo das vendas (SHINGO, 1996).

O conceito de produção puxada confunde-se com a própria definição de *Just In Time*, que é produzir somente os itens certos, na quantidade certa e no momento certo. No Sistema Toyota de Produção, o ritmo da demanda do cliente final deve repercutir ao longo de toda a cadeia de valor, desde o armazém de produtos acabados até os fornecedores de matérias-primas. A informação de produção deve fluir de processo em processo, em sentido contrário ao fluxo dos materiais, isto é, do processo-cliente para o processo-fornecedor (PETTERSEN, 2009).

Para Sivakumar e Shahabudeen (2008), o sistema de produção operando sob a lógica da produção puxada transforma somente o que foi vendido, evitando

estoques de produtos acabados. Para isso, a programação da produção deve ser autoajustada, eliminando os processos de reavaliações das necessidades de produção e as interferências verbais rotineiras durante todo o processo, características oriundas de um modelo de produção empurrada.

Claudio e Krishnamurthy (2009) afirmam que o sistema de produção na Toyota é puxado e viabilizado por meio de um sistema de *kanban*, ou seja, procedimento existente entre processos (cliente e fornecedor) que informa ao processo-fornecedor exatamente o que, quanto e quando produzir. O sistema *kanban* visa controlar e balancear a produção e, conseqüentemente, eliminar as perdas. A reposição do estoque só é permitida fundamentando-se na demanda. O sistema *kanban* utiliza-se de métodos e recursos de fácil controle e visualização para os processos que o utilizam (SIVAKUMAR; SHAHABUDEEN, 2008).

O *jidoka* teve origem em 1926, quando a família Toyoda ainda concentrava seus negócios na área têxtil. Sakichi Toyoda inventou um tear capaz de parar automaticamente quando a quantidade programada de tecido fosse alcançada ou quando os fios longitudinais ou transversais da malha fossem rompidos, dispensando a atenção do operador durante o processamento. Essa inovação permitiu que o mesmo operador supervisionasse diversos equipamentos ao mesmo tempo (OHNO, 1988).

A inovação de Sakichi Toyoda, aplicada às máquinas da Toyota Motor Company, deu origem ao conceito de *jidoka* ou automação, como também é conhecido. Na verdade, a palavra *jidoka* significa simplesmente automação. *Ninben no aru jidoka* expressa o verdadeiro significado do conceito, ou seja, que a máquina é dotada de inteligência e toque humano (GHINATO, 2000).

Ainda que o *jidoka* seja frequentemente associado à automação, ele não é um conceito restrito às máquinas. No TPS, o *jidoka* é ampliado para a aplicação em linhas de produção operadas manualmente. Nesse caso, qualquer operador da linha pode parar a produção quando alguma anormalidade for detectada (KURDVE *et al.*, 2014).

O intuito principal é impedir a geração de defeitos e eliminar qualquer anormalidade no processamento e fluxo de produção. Quando o equipamento ou o operador interrompe o processo de fabricação, o problema torna-se visível a todos os envolvidos no processo, da operação à supervisão; por isso, todos são responsáveis por encontrar a raiz do problema para solucioná-lo, para não haver reincidência, reduzindo, assim, as paradas do processo (JAYARAM *et al.*, 2010).

Quando Ohno iniciou suas experiências com o *jidoka*, o número de paradas das linhas de produção era elevado; no entanto, à medida que as causas eram identificadas e sanadas, o número de paradas foi sendo reduzido gradativamente (GHINATO, 2000).

2.5.1. MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR (*VALUE STREAM MAPPING*)

Para Lasa *et al.* (2009), o Mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta do Sistema Toyota de Produção que fornece uma visão holística da manufatura sobre os processos em que é aplicado. Tem sido reconhecido pela sua eficácia na melhoria da produtividade, qualidade do produto e pontualidade na entrega dos produtos aos clientes (LASA *et al.* 2009; CHEN *et al.*, 2010).

Alguns exemplos de aplicação são ilustrados por McDonald *et al.* (2002), que usaram o VSM em um sistema de produção com características *engineer to order*. Seth e Gupta (2005) usaram o VSM para melhorar a produtividade de uma indústria automobilística.

Lummus *et al.* (2006) relataram a experiência da aplicação do VSM em uma clínica médica, que resultou em menor tempo de espera do paciente e melhora no atendimento.

Chen *et al.* (2010) apresentaram um estudo de caso de implementação do LM em uma pequena fabricante nos EUA. Vale ressaltar que o VSM é uma ferramenta simples para ajudar os gerentes de operação a compreender como seus fluxos operam atualmente, a guiá-los por meio do processo de análise para melhorar esses fluxos existentes e a projetar outros melhores no futuro.

De acordo com Rother e Shook (1996), o mapa do fluxo de valor descreve como a metodologia de enxergar todo o fluxo de informação e material permite às empresas visualizar e identificar seus focos de desperdícios ou atividades que não agregam valor, podendo, assim, focar no direcionamento de suas ações para buscar um melhor desempenho do fluxo.

Essa ferramenta é de suma importância dentro da cultura do LM, uma vez que:

- auxilia a empresa a visualizar mais do que processos individuais ou pequenas operações, pois o fluxo é visto como um todo;
- torna as decisões sobre o fluxo visíveis, de forma a ajudar na identificação das fontes de desperdícios do processo (prioriza as ações de acordo com a avaliação do usuário ou com o processo que tiver maior redução de desperdícios);
- padroniza a linguagem para os sistemas de produção, de forma que a simbologia utilizada é de fácil entendimento, podendo ser discutida em qualquer nível hierárquico da empresa, até mesmo porque muitas das decisões devem ser tomadas no chão de fábrica;
- reúne conceitos, técnicas e outras ferramentas enxutas que ajudam a evitar que alguma técnica seja implantada de forma isolada em um departamento;
- forma a base para um plano de implementação de melhoria contínua, ou seja, cria mapas atuais e desenvolve mapas futuros;
- demonstra a relação entre o fluxo de informação e o fluxo de material (aspecto exclusivo desta ferramenta).

Para fazer o VSM, utiliza-se um conjunto padronizado de símbolos, ou seja, figuras universais utilizadas pelas empresas. É importante ressaltar que nada impede que outros símbolos sejam criados na hora do mapeamento, mas o importante é que todos os envolvidos no projeto tenham conhecimento para compreendê-los. Na Figura 13 são apresentados alguns símbolos adotados por Rother e Shook (1996).

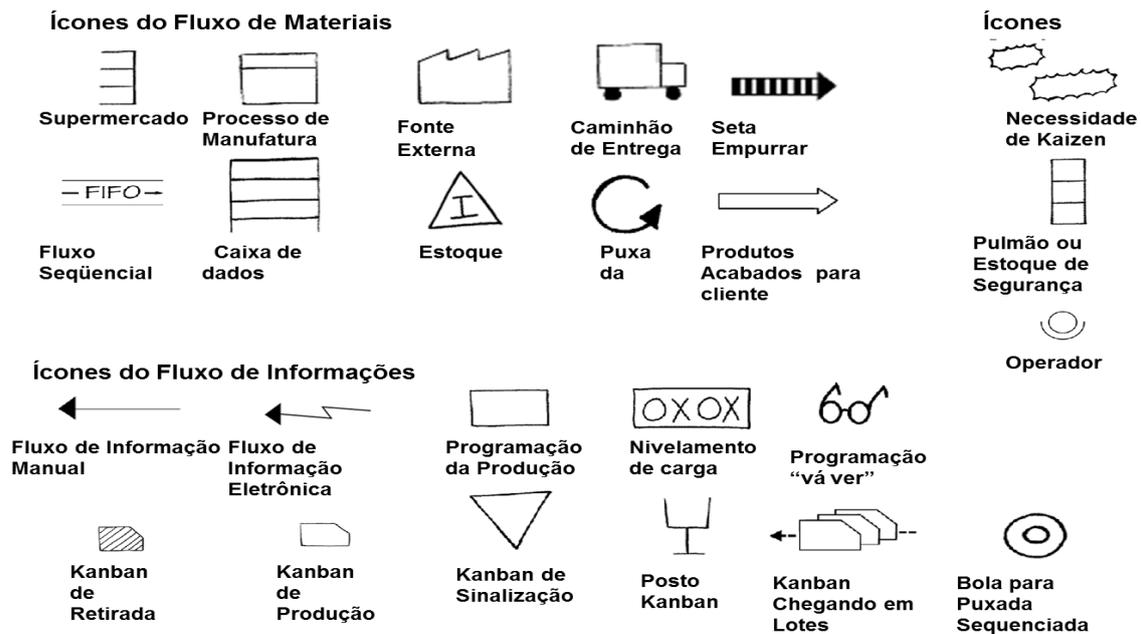


FIGURA 13: Símbolos para a construção do VSM (ROTHER; SHOOK, 1996)

A ferramenta, em sua essência, é muito simples de ser utilizada: tem início com a utilização de papel e lápis para traçar todo o caminho em que o produto segue de acordo com o fluxo de valor de cada família de produtos. O mapa é o desenho do fluxo de determinado produto desde o cliente até o fornecedor. Vale ressaltar que ele é feito de trás para frente, para que seja possível visualizar a real necessidade do cliente (VINODH *et al.*, 2010).

De acordo com Rother e Shook (1996), com a ferramenta VSM é possível conectar todos os processos que compõem o fluxo de produção, considerando desde o consumidor final até o fornecedor inicial, permitindo, assim, identificar todas as etapas a fim de aplicar as técnicas do pensamento enxuto. A Figura 14 representa um VSM.

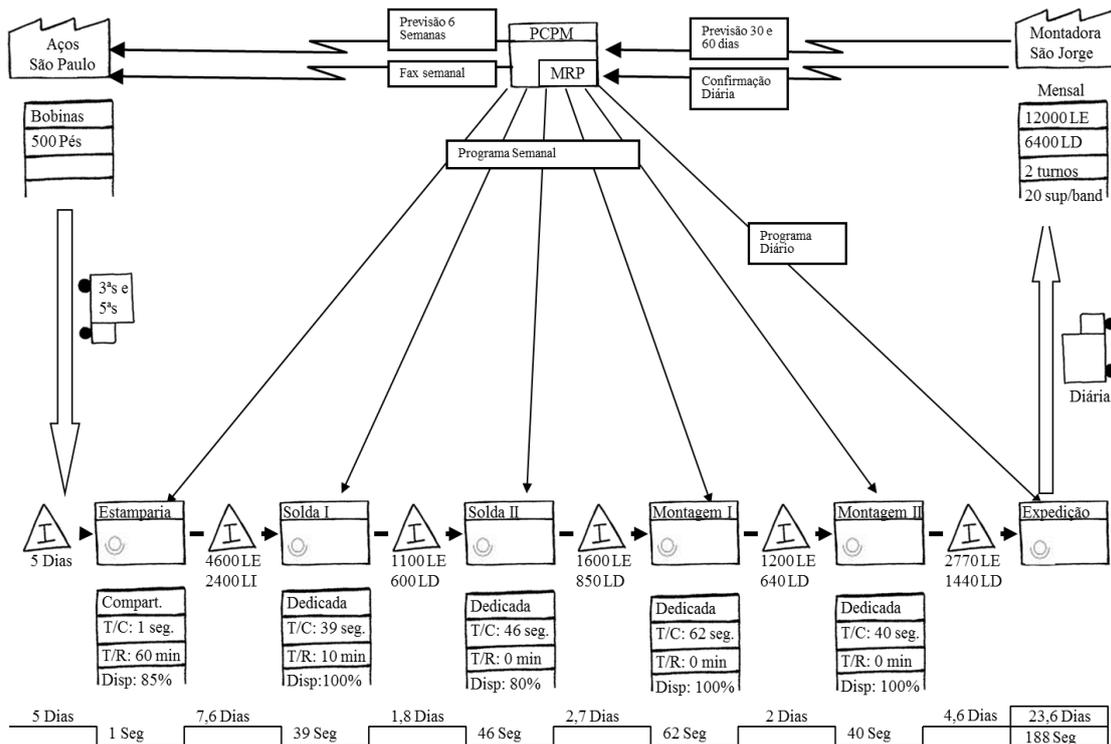


FIGURA 14: Exemplo de VSM (ROTHER e SHOOK, 1996)

De acordo com Maleki (1991), o VSM pode ser aplicado em diversos processos de manufatura, ou seja, pode ser aplicado independentemente da variedade de produtos a serem produzidos ou do volume produção.

Para Black e Phillips (2010), o sistema de manufatura celular modera os níveis de variedades de produtos por meio da separação destes em família, agrupando-os por similaridades físicas ou de acordo com seus processos de transformação. Este modelo ajuda a flexibilizar o *mix* de produtos e a reduzir o *lead time*.

O modelo *Flow Shop* está associado ao alto volume de produção e às características idênticas, exigindo elevado nível de padronização. O modelo *Job Shop*, por sua vez, tem baixo volume de produção e alta variedade do *mix*.

Em um caso de aplicação, Kuhlant *et al.* (2011) utilizaram o VSM como base para introduzir dois indicadores para medir a eficiência de área utilizada no processo e as distâncias percorridas na operação de logística. Ambos os indicadores utilizaram como referência indicadores e operações contidas no MTM (*Methods Time Measurement*). A Figura 15 apresenta o método.

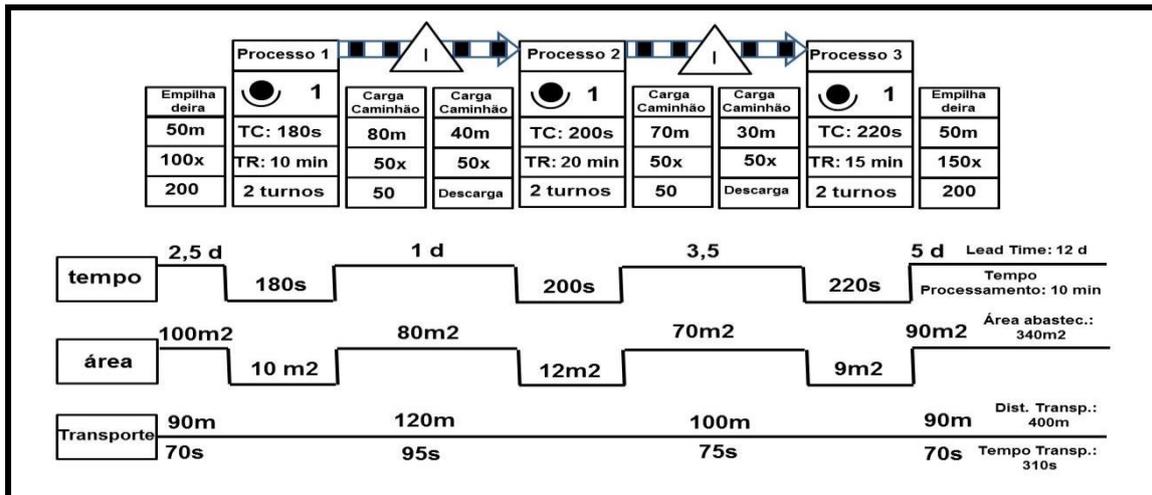


FIGURA 15: VSM Estendido (KUHLANG *et al.*, 2011)

Faulkner e Badurdeen (2014) desenvolveram um modelo de VSM sustentável integrando os seguintes indicadores: consumo de água, consumo de matéria-prima e consumo de energia. A Figura 16 ilustra o modelo.

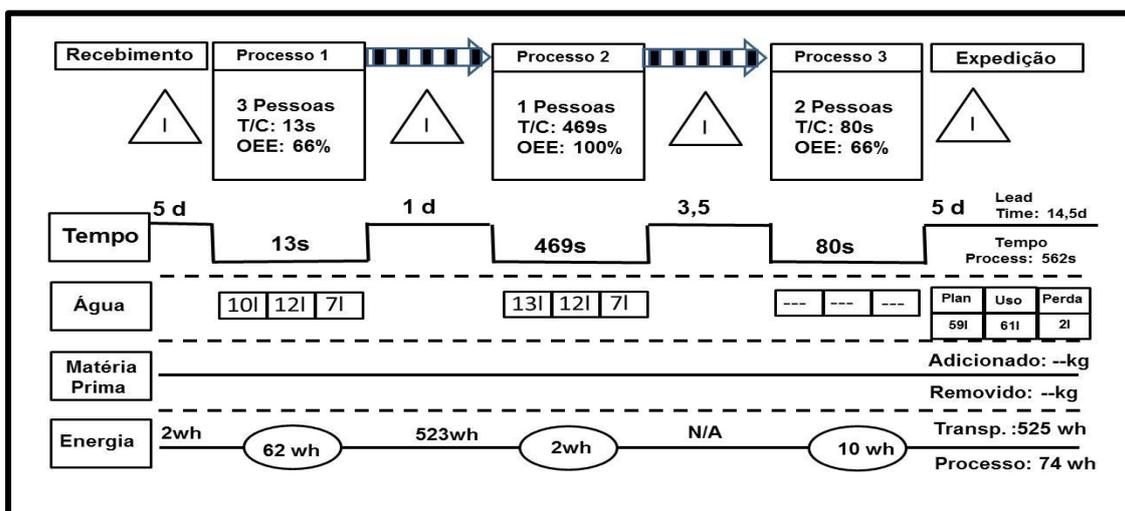


FIGURA 16: Modelo Sus- VSM (Adaptado de FAULKNER e BADURDEEN, 2014)

Brown *et al.* (2014) aplicaram o modelo Sus-VSM desenvolvido por Faulkner e Badurdeen (2014) em três empresas distintas e puderam confirmar sua eficiência em relação à medição do consumo de água, matéria-prima e energia.

Na dimensão ambiental, foram utilizados indicadores associados ao consumo de matéria-prima, água e energia; na dimensão social, indicadores associados ao nível de segurança no trabalho, ergonomia e nível de ruído; e na dimensão econômica, foram associados indicadores de desperdícios de atividades que agregam ou não agregam valor proveniente do VSM, ou seja, o indicador da

dimensão econômica e a relação do tempo entre tempo de processamento e o *lead time*.

Paju *et al.* (2010) utilizaram o VSM na construção de um novo modelo, o SMM (*Sustainable Manufacturing Mapping*), que avalia o nível de sustentabilidade de uma empresa, considerando o tempo do ciclo de vida dos produtos e a simulação de eventos discretos.

Lee *et al.* (2014), por sua vez, desenvolveram um modelo com base nos princípios do VSM, o MAS² (*Manufacturing Sustainability Index*), com o objetivo de enxergar oportunidades de melhoria nos processos, de forma a integrar o ciclo de vida dos produtos e simulação, propiciando a avaliação de um processo de fabricação sustentável.

2.5.2. OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

De acordo com Gibbons e Burgess (2010) um dos conceitos que pode ser utilizado para verificar o uso dos recursos e avaliar o retorno de investimentos realizados em projetos de melhoria é o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE).

Segundo France (2010), o conceito de OEE corresponde a um conjunto de métricas hierárquicas desenvolvido nos anos 1960 que objetiva avaliar o grau de eficiência de uma atividade produtiva. Os resultados se apresentam de forma genérica, o que permite comparar os volumes produzidos de diferentes indústrias e segmentos.

Segundo Rother e Shook (1996), o indicador OEE é resultado da disponibilidade dos equipamentos, da eficiência de desempenho e da qualidade do processo. Conforme Figura 17.



O diagrama apresenta a fórmula OEE = IDi x IDe x IQu. Cada termo (OEE, IDi, IDe, IQu) está contido em um retângulo azul com cantos arredondados. Os símbolos de multiplicação (x) são colocados entre os retângulos. Abaixo da fórmula, há uma lista de definições para cada termo: IDi: Índice de Disponibilidade, IDe: Índice de Desempenho e IQu: Índice de Qualidade.

$$OEE = IDi \times IDe \times IQu$$

IDi: Índice de Disponibilidade
IDe: Índice de Desempenho
IQu: Índice de Qualidade

FIGURA 17: OEE *Overall Equipment Effectiveness*, (Rother e Shook, 1996)

A Figura 18 demonstra as perdas que impactam nos indicadores de eficiência e suas principais causas.

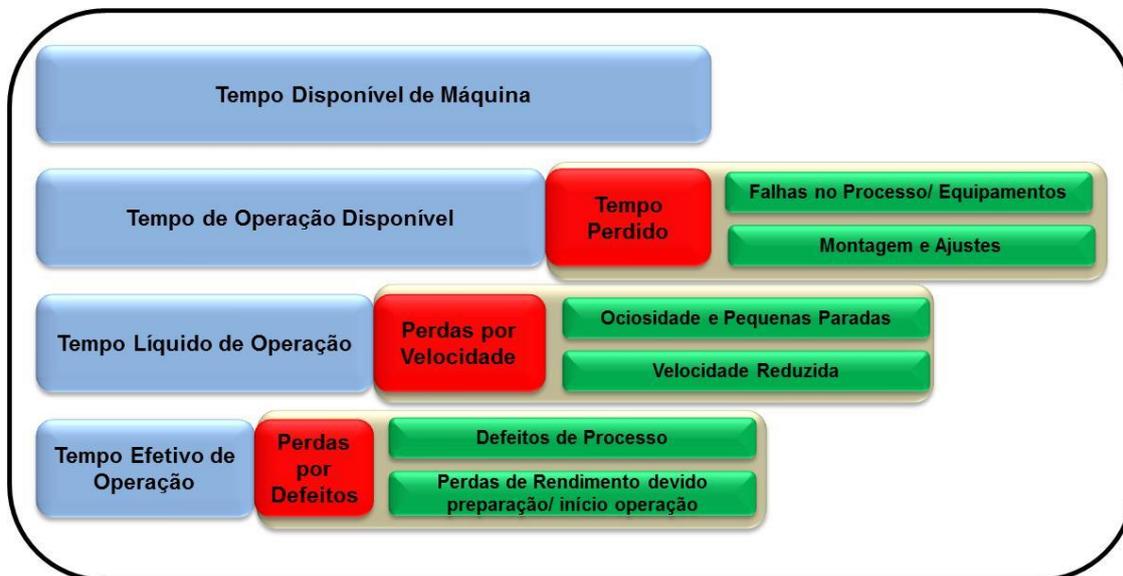


FIGURA 18: Perdas no Processo, (Gibbons e Burgess, 2010).

O indicador de disponibilidade está associado ao tempo disponível total do equipamento, considerando o tempo de operação disponível e os tempos de falha do equipamento e do processo. Assim como tempos decorrentes de ajustes e montagens de dispositivos.

Já o indicador de eficiência de desempenho está associado ao tempo de operação disponível e o tempo gasto com ociosidades e paradas dos equipamentos.

Quanto ao indicador de qualidade refere-se ao tempo líquido de operação e o tempo gasto com produtos defeituosos ou demais perdas com preparação ou início da operação.

A mensuração do OEE é normalmente utilizada como um KPI (*Key Performance Indicator*) em conjunto com a LM (GIBBONS e BURGESS, 2010).

3. MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo tem o objetivo de descrever o método de pesquisa utilizado para desenvolver um método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura.

Segundo Gil (2007) o objetivo de uma pesquisa é esclarecer a sua pretensão e o que se espera alcançar com a sua investigação.

Gerhardt *et al.* (2005) destacaram que as pesquisas podem ser classificadas da seguinte maneira: exploratória, que busca abordar o problema por meio da coleta de informações, o que proporcionará ao pesquisador maior conhecimento do assunto; descritiva, que busca descrever as características ou os detalhes do problema a ser estudado; e explicativa, que busca explicar ou justificar, com a influência do pesquisador, as causas e as consequências do problema abordado, desde os objetivos até o desenvolvimento da investigação.

Nesse sentido, Gil (2007) também destacou que a pesquisa exploratória tem por objetivo proporcionar maior identificação com o problema evidenciado, e que pode compreender o levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que passaram experiências práticas com relação ao problema em evidência e/ou análises de exemplos ou pesquisas similares.

Filippini (1997) destacou que uma pesquisa que promove discussões conceituais, revisões bibliográficas e modelagens conceituais podem ser classificadas como teórico/conceitual. Caso seja necessário um aprofundamento na análise de um ou mais objetos por meio de coletas de dados e acompanhamento do autor, a pesquisa pode ser classificada como estudo de caso.

Dessa maneira, este trabalho pode ser classificado como uma pesquisa teórica/conceitual, que se utilizou da pesquisa exploratória para a construção do método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de

manufatura. Para uma análise mais aprofundada, o método foi aplicado em processos de manufatura por meio de estudo de casos.

Para Yin (2010), o estudo de caso precisa investigar um fenômeno em profundidade a fim de retratar os dados reais, para que exista coerência entre os dados coletados e o método utilizado. As particularidades desta metodologia se resumem em “como” deve ser a coleta de dados e “por que” estão sendo coletados (FORZA, 2002; CROOM, 2005; SOUSA, 2005).

A Figura 19 ilustra as etapas do método de pesquisa para o desenvolvimento do método de avaliação da sustentabilidade em processos de manufatura.

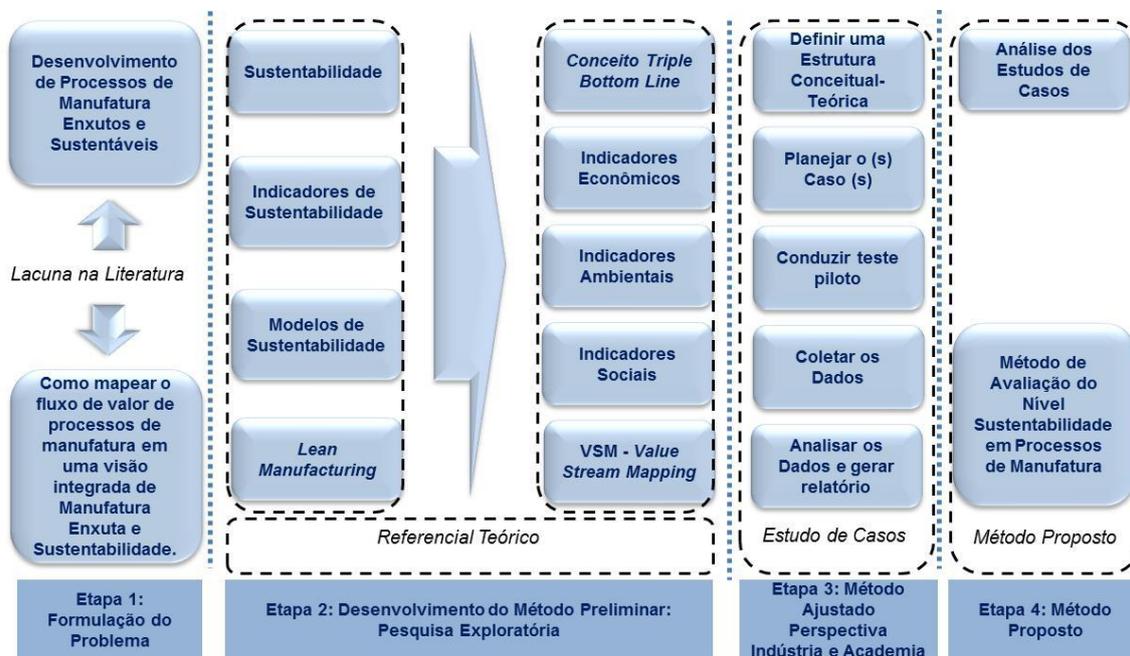


FIGURA 19: Etapas do Método de Pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi necessário identificar os conceitos e as definições teóricas relacionadas ao tema bem como coletar opiniões e conhecimento de profissionais de vários segmentos industriais e da academia, com o propósito de identificar e conciliar os conceitos teóricos com as aplicações junto ao processo de manufatura.

Com o conhecimento gerado pelas fontes anteriores, foi possível aplicar o método em processos de manufatura pré-definidos com o propósito de ilustrar

os dados reais de campo, que serviram para refinar o conhecimento obtido anteriormente.

E, por fim, o conhecimento adquirido com a evolução do método poderá ser comprovado mediante o método proposto. O método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho é composto de quatro etapas. Conforme a Figura 20:

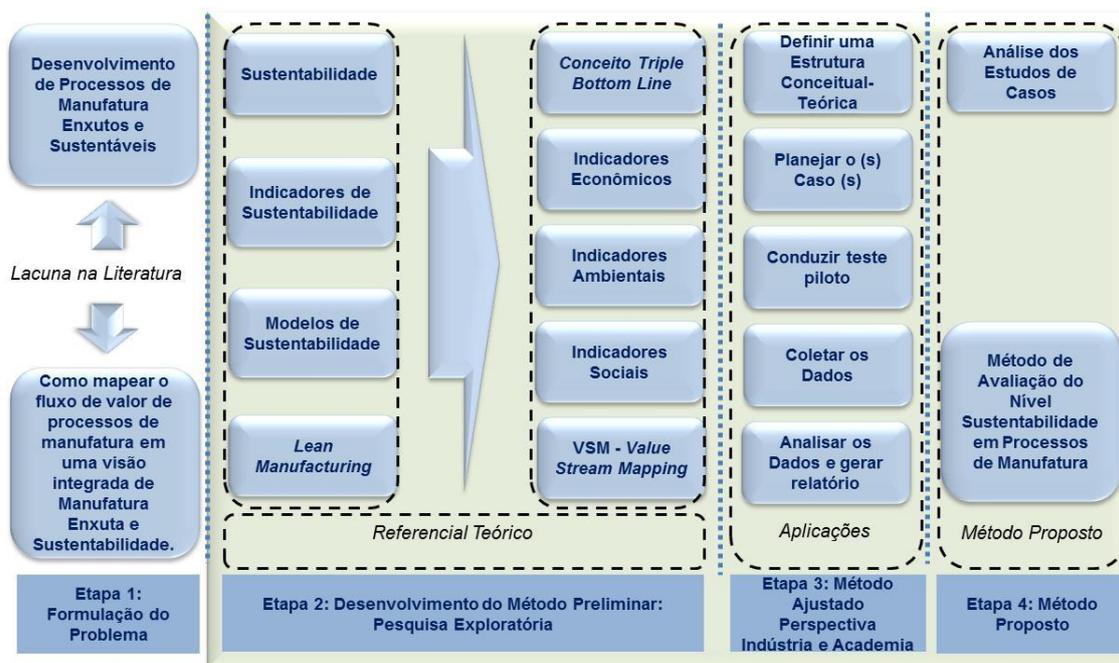


FIGURA 20: Etapa 1: Formulação do Problema

Na Etapa 1, por meio de revisão de literatura, buscou-se compreender a evolução dos sistemas de manufatura e o conceito de “valor” ao longo dos anos, além de procurar lacunas na literatura sobre o desenvolvimento de sistemas de manufatura enxutos e sustentáveis.

Nesse sentido, o problema de pesquisa é: como fazer um método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura?

A próxima etapa visa desenvolver um método preliminar para avaliar o nível da sustentabilidade. Conforme a Figura 21.

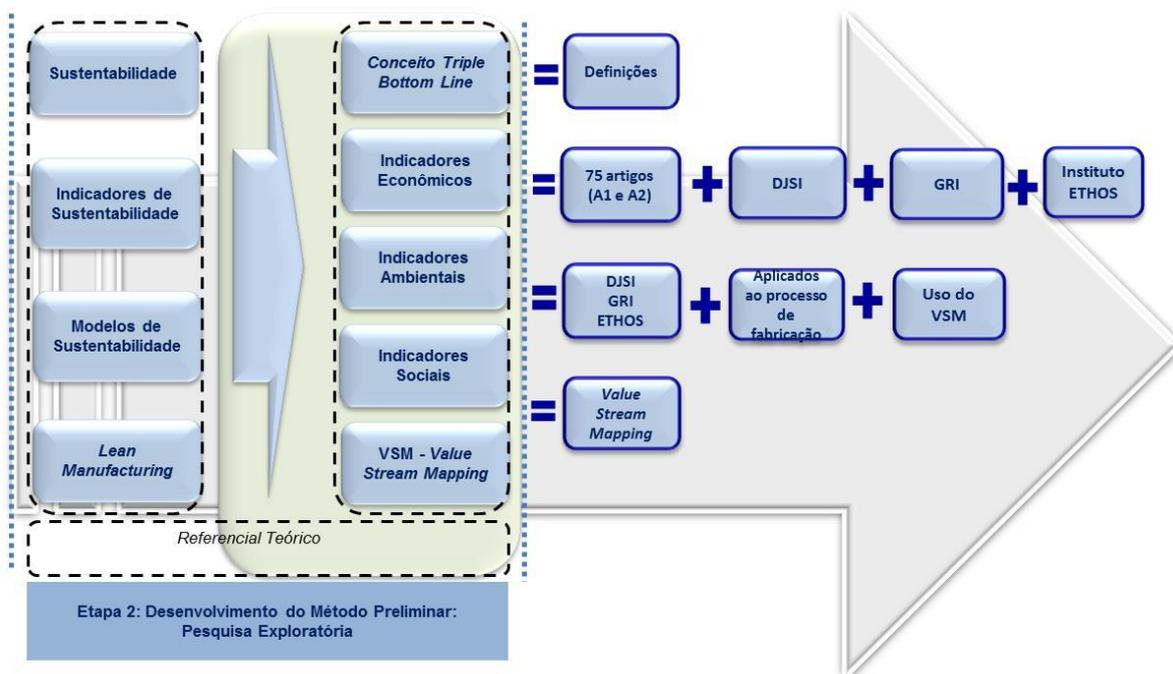


FIGURA 21: Etapa 2: Desenvolvimento do Método Preliminar

A Etapa 2, por meio de pesquisa exploratória, buscou desenvolver o método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura. Compreendeu uma revisão de literatura abordando a definição da sustentabilidade, indicadores de sustentabilidade, modelos de sustentabilidade e a *Lean Manufacturing* (LM).

Após a revisão de literatura, gerou-se o método preliminar de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura, composto integralmente pelo VSM, por seu conceito dentro da LM e por indicadores de sustentabilidade.

Para se obter os indicadores de sustentabilidade, utilizou-se o conceito do TBL, que destaca que sustentabilidade é a integração dos indicadores nas dimensões econômica, ambiental e social, e uma análise comparativa entre os modelos e os indicadores obtidos em artigos relacionados com o tema.

Esta análise comparativa foi realizada separadamente para cada dimensão e composta por três passos: seleção de modelos e indicadores, identificação dos indicadores comuns entre eles e seleção dos indicadores.

O primeiro passo consistiu no levantamento dos modelos de avaliação de sustentabilidade existentes e utilizados pelas empresas, assim como os indicadores de sustentabilidade utilizados de acordo com os artigos pesquisados.

Entre os modelos, utilizou-se: o DJSI, pela quantidade de publicações junto às corporações e por apresentar um enfoque econômico direcionado para os acionistas das empresas (*shareholders*); o GRI, por ser referência para diversos outros modelos de sustentabilidade e pelo enfoque no atendimento dos *stakeholders*; o modelo do Instituto Ethos, por ser amplamente reconhecido no Brasil e apresentar uma estrutura de questionário com enfoque na dimensão social fundamentada no modelo GRI e no Balanço Social do IBASE.

Quanto ao levantamento de indicadores publicados em artigos, foi realizada uma pesquisa em periódicos científicos da área de Engenharia de Produção, sendo utilizadas as seguintes palavras-chave: *economical sustainability*, *financial sustainability*, *environmental sustainability*, *social sustainability*, *economical indicators*, *environmental indicators* e *social indicators*.

O segundo passo consistiu em identificar os indicadores em comum entre os modelos DJSI, GRI e Ethos e os indicadores apontados pelos artigos. Essa identificação foi realizada por meio qualitativo para cada dimensão.

O terceiro passo consistiu na definição dos indicadores a serem utilizados. Como critério para a seleção dos indicadores identificados (segundo passo), foram usados os indicadores que afetam diretamente o desempenho do processo de manufatura, ou seja, os indicadores contidos em cada dimensão, os quais irão influenciar a produtividade de cada operação que compõe o processo. Cada indicador definido foi integrado ao VSM.

Após sua obtenção, o método preliminar de mapeamento do fluxo de valor obtido na Etapa 2 foi aplicado por meio de aplicações de ilustração em empresas que apresentam processos de manufatura, consistindo, assim, na Etapa 3. Conforme figura 22.

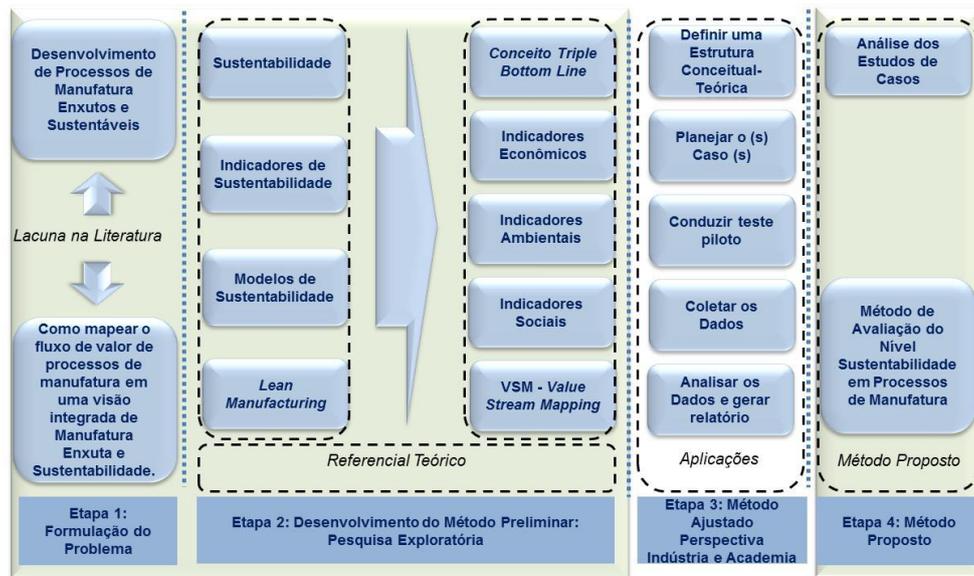


FIGURA 22: Etapa 3: Método Ajustado

Com o Método Preliminar, foi possível desenvolver os passos que compreendem a Etapa 3, a começar pelo planejamento das empresas a ser estudadas, definição e programação de como deverá ser conduzida a pesquisa, a fim de coletar os dados e para análise e geração de dados para construir os relatórios de aplicação.

Por último, foi apresentado na Etapa 4 o método proposto de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura, composto pelo método preliminar desenvolvido na Etapa 2 e ajustado após considerações analisadas com os estudos de caso na Etapa 3. Conforme figura 23.

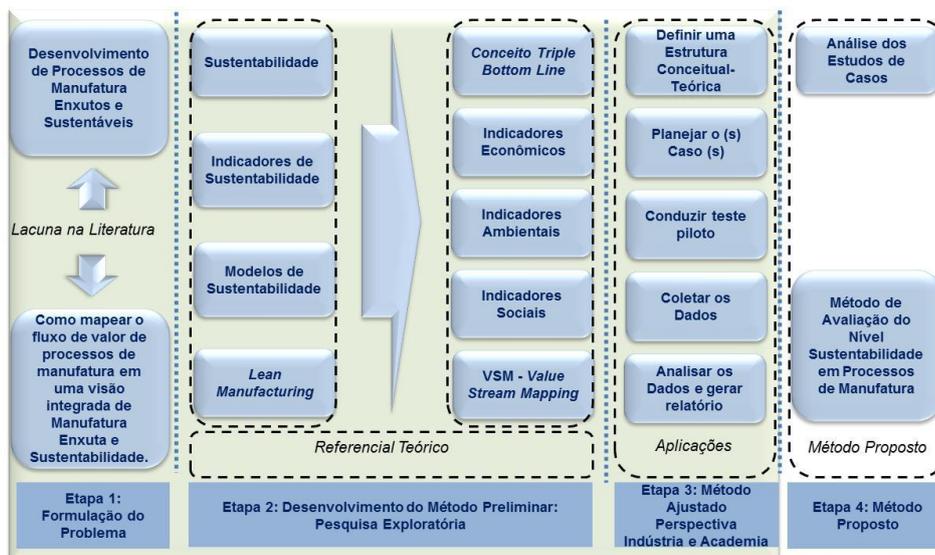


FIGURA 23: Etapa 4: Método Proposto

4. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO

Este capítulo aborda o desenvolvimento do método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura, conforme descrito na Etapa 2 da Figura 19 (página 73).

A linha de pensamento utilizada para a construção do método preliminar foi baseada em definições utilizadas por Eccles, Ioannou e Serafeim (2011); Lubin e Esty (2010); Mendiola, Beltran e Tirados (2013) e France (2010), conforme ilustrado na Figura 24. As definições estão agrupadas de acordo com as dimensões econômica, social e ambiental.



FIGURA 24: Linha de pensamento do método

Na dimensão econômica foi utilizado como referência o trabalho de Eccles, Ioannou e Serafeim (2011), do qual definiram que as dimensões sociais e ambientais estão associadas diretamente ao período de retorno que se espera, ou seja, em curto prazo geram apenas custos e se considerado um período mais longo os resultados são convertidos e agregam valor à empresa, de forma a ampliar o valor do negócio para o acionista.

No entanto Lubin e Esty (2010), afirmam que a maioria das organizações não tem pleno conhecimento sobre as melhores métricas de mensuração do custo-benefício na adoção da sustentabilidade, e por isto acabam criando barreiras para aderirem aos modelos existentes. Para Ng *et al.* (2015) e France (2010) o *OEE* é fundamental para as empresas avaliarem o grau de eficácia na atividade produtiva.

Lubin e Esty (2010) visualizaram a dimensão social como Vantagem Competitiva, pois é possível transformar o recurso humano em capital humano. De forma a potencializar os ganhos com pessoas comprometidas com as organizações.

Berns (2010) e Freeman *et al.* (2010) contribuíram afirmando que as empresas que procuram reter seus funcionários junto de si, alcançam melhores resultados e melhoram sua marca ou imagem perante o mercado.

De acordo com o IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013), as organizações devem possuir indicadores de desempenho junto à dimensão social para o gerenciamento da mesma, tais como: absenteísmo, *turnover*, nível salarial entre outros.

Para Mendiola, Beltran e Tirados (2013) o absenteísmo é a ausência do colaborador do local ou posto de trabalho. A eliminação do mesmo gera uma série de benefícios e melhoria nos resultados de toda a organização.

Em um estudo sobre o comportamento organizacional, Chiavenato (2010) definiu o *turnover* como consequência da falta de motivação e falta de reconhecimento por parte da empresa aos seus colaboradores, ocasionando na rotatividade dos mesmos.

A consultoria Mercer (2013) elaborou um modelo que define a remuneração como consequência da relação do cargo ocupado, desempenho do indivíduo e perfil da pessoa.

Para Gavronski *et al.* (2008), as empresas tem buscado as certificações ambientais como forma de mostrar a melhoria do desempenho ambiental, facilitando as relações comerciais com outros mercados.

Blanco (2011) corroborou com a importância de mapear a necessidade de recursos naturais e utilização de matérias primas, indicando uma tendência da utilização de matérias primas alternativas (*lean green*), visando um maior equilíbrio no uso dos recursos.

O modelo preliminar a princípio foi desenvolvido em 3 passos, os quais serão detalhados, conforme Figura 25 .

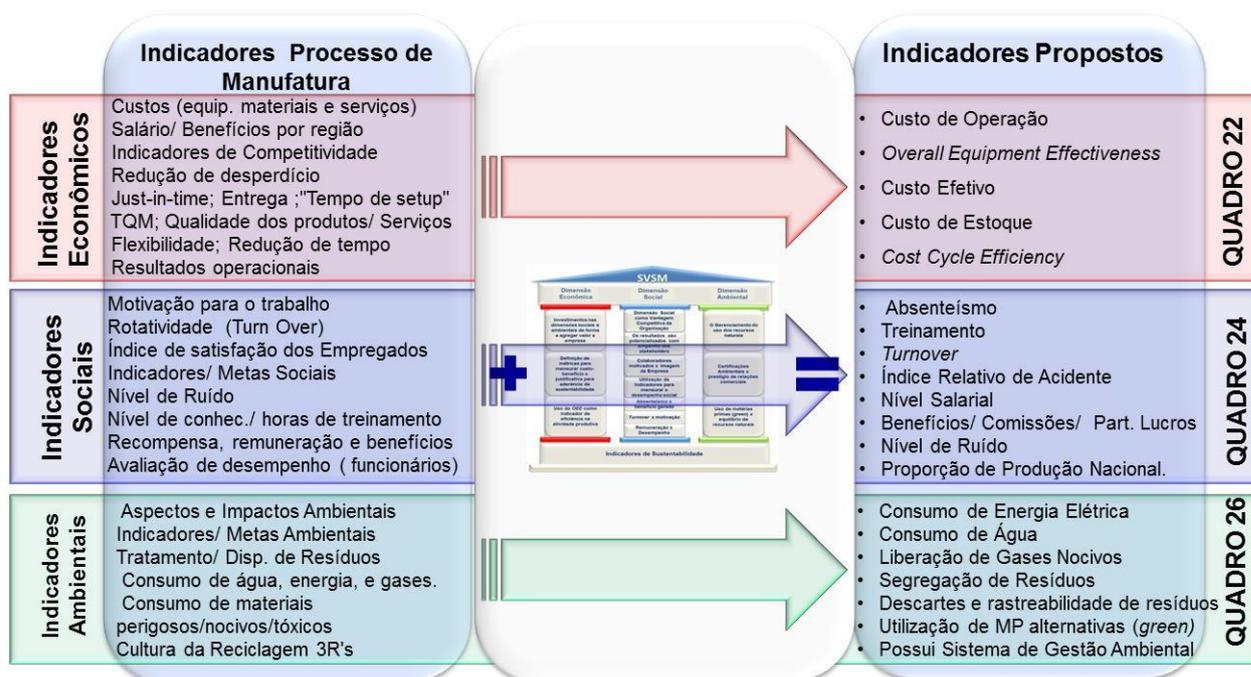


FIGURA 25: Indicadores de Sustentabilidade

4.1. LEVANTAMENTO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Conforme apresentado no capítulo 2, foi realizado um levantamento de indicadores de sustentabilidade (econômico, social e ambiental) publicados em artigos, em periódicos científicos da área de engenharia de produção. Para

esta pesquisa utilizou-se as seguintes palavras chave: *economical sustainability, financial sustainability, environmental sustainability, social sustainability, sustainability indicators, economical indicators, environmental indicators e social indicators.*

A partir deste levantamento pode-se identificar o número de artigos publicados sobre estas dimensões e seus respectivos indicadores. O Quadro 17 ilustra os indicadores encontrados e o número de vezes que foram citados pelas publicações.

QUADRO 17: Indicadores publicados e Quantidade de Citações

Dimensão Económica	Citações	Dimensão Social	Citações	Dimensão Ambiental	Citações
Disponibilidade de instalações de armazenagem	2	Saúde pública	2	3R's aplicados á água, papel e energia	2
Disponibilidade de transportes alternativos	2	Avaliação de performance (para funcionários)	2	Certificação ISO 14001 (ou SGA)	4
Entrega	4	Benefícios	2	Consideração de exigências ambientais de clientes	2
Flexibilidade	4	Disponibilidade de mão-de-obra qualificada	4	Consumo de energia	3
Inovação e entrada em mercados internacionais	2	Distância média percorrida até a empresa	2	Consumo de materiais perigosos/nocivos/tóxicos	2
Instalações manufatureiras disponíveis	2	Filantropia corporativa	2	Cooperação ambiental entre cliente-fornecedor	2
<i>Just-in-time</i>	3	Habilidade dos empregados	2	Desenvolvimento de produtos/processos menor impacto	3
Lucros	2	Nível de Som/ Ruído	4	Disseminação voluntária de performance ambiental	4
Materiais reciclados em uma área	2	Práticas de Trabalho	2	Eliminação de resíduos sólidos	2
Novos produtos no mercado	2	Recompensas	2	Emissões de gases	5
Custos (equipamentos, materiais e serviços) Aquisição	5	Recrutamento e Seleção	2	Geração de efluentes	2
Número de reclamações por cliente/ região	2	Relatório Social	2	Impacto ambiental	2
Padrões para fornecedores	5	Treinamento	2	Número de acidentes ambientais	2
Planejamento estratégico de processo	2			Prevenção a poluição	2
Preço de venda	2			Proximidade de materiais reciclados	2
Produtividade	4			Reciclagem	3
Projetando para desmontagem	2			Utilização de recursos naturais	3
Proximidade a centros de transporte	2				
Qualidade dos produtos/ Serviços	4				
Quantidade de concorrente por materiais reciclados	2				
Redução de desperdício	4				
Redução de tempo de processamento de manufatura	3				
Relações com o cliente	2				
Resultados operacionais	2				
Tempo de setup	3				
TQM	3				
Utilização eficiente de recursos de transporte	2				

Entre os indicadores econômicos encontrados, é possível evidenciar que muitos estão associados à filosofia LM, tais como: flexibilidade, prazo de entrega, custos, redução de desperdícios, tempo de setup, *JIT*, entre outros. Esta incidência de relação está associada à luta das empresas pela sobrevivência, ou seja, para melhorar seus lucros é necessário diminuir seus gastos com a operação. Justificando o número de indicadores de custos e redução de desperdícios.

Dos indicadores sociais encontrados destacam-se os relacionados a treinamentos, como forma de melhorar a mão de obra disponível e qualificada, visando o um melhor desempenho dos funcionários e como consequência melhorar os resultados na produção.

Quanto às práticas de trabalho estão associadas a um processo de *benchmarking*, no qual as empresas procuram encontrar melhores práticas/ações já realizadas junto a outras empresas de forma a adaptar a sua realidade como forma de melhoria na obtenção de resultados e melhores condições no ambiente de trabalho, representado por indicadores como o nível de som e ruído.

Com relação aos indicadores ambientais evidencia-se a preocupação das empresas com o gerenciamento do uso dos recursos naturais, assim como o controle de resíduos e eliminação de gases tóxicos.

Entretanto, as empresas que buscam obter as certificações ambientais como a ISO 14001, aumentam o prestígio em suas relações comerciais, assim como, melhoram sua imagem perante a sociedade.

4.2. ANÁLISE COMPARATIVA DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE

Baseado no levantamento dos indicadores de sustentabilidade dos modelos *DJSI*, *GRI* e *ETHOS* e dos indicadores de sustentabilidade apresentados nos artigos pesquisados (Quadro 17) foi possível a realização de uma análise comparativa com o intuito de associar os indicadores de sustentabilidade em comum.

Com relação à Dimensão Econômica é possível identificar que a mesma engloba o âmbito financeiro e econômico das empresas. Os indicadores financeiros estão direcionados para atender às expectativas dos acionistas, ou seja, o retorno esperado sobre a operação. Podendo destacar a participação no mercado, inovação e entrada em mercados internacionais, novos produtos no mercado, entre outros.

Já os indicadores econômicos analisados estão direcionados para quantificar os resultados das operações de forma a avaliar a atividade da empresa pelos

stakeholders, tais como: custo; qualidade dos produtos; redução de tempo de processamento de manufatura; *JIT*; entre outros.

O Quadro 18 ilustra a relação dos indicadores entre os modelos e os artigos pesquisados.

QUADRO 18: Indicadores da dimensão econômica

Indicadores Dimensão Econômica	Fonte
Custos (equipamentos, materiais e serviços) Aquisição	Hallgren (2009); Aguado (2013); Lee <i>et al.</i> (2014); GRI (2013)
Pagamentos de Impostos	GRI (2013)
Salário/ Benefícios por região	Clarke-Sather (2011); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Uso do sistema (Balanced Scorecard)	DJSI (2011)
Participação no Mercado	Sampaio (2010); GRI (2013)
Indicadores de Competitividade	Aguado (2013); Sampaio (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Qualidade dos produtos/ Serviços	Hallgren (2009); Sampaio (2010); Jabbour (2012); Lee <i>et al.</i> (2014)
Ferramentas de Gestão Corporativa	Pettersen (2009); DJSI (2011); ETHOS (2014)
Just-in-time	Hajmohammad (2010)
Redução de tempo de processamento de manufatura	Hajmohammad (2010)
Tempo de setup	Hajmohammad (2010)
TQM	Hajmohammad (2010)
Redução de desperdício	Pettersen (2009); Lee <i>et al.</i> (2014)
Inovação e entrada em mercados internacionais	Junquera (2011)
Novos produtos no mercado	Jabbour (2012)
Flexibilidade	Hallgren (2009); Jabbour (2012)
Entrega	Hallgren (2009); Jabbour (2012)
Lucros	Aguado (2013); DJSI (2011)
Preço de venda	Sampaio (2010)
Utilização eficiente de recursos de transporte	Clarke-Sather (2011)
Projetando para desmontagem	Hajmohammad (2010)
Padrões para fornecedores	Gallego- Álvarez (2011); Tseng (2012); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Número de reclamações por cliente/ região	Sampaio (2010)
Quantidade de concorrente por materiais reciclados	Hajmohammad (2010); Clarke-Sather (2011)
Instalações manufatureiras disponíveis	Clarke-Sather (2011)
Proximidade a centros de transporte	Clarke-Sather (2011)
Disponibilidade de transportes alternativos	Clarke-Sather (2011)
Disponibilidade de instalações de armazenagem	Clarke-Sather (2011)
Resultados operacionais	Sampaio (2010)
Planejamento estratégico de processo	Hajmohammad (2010)

Pode-se observar uma falta de padrão com relação à forma adotada pelos modelos na definição dos indicadores, e a forma utilizada na escolha pelos autores nos artigos analisados. O modelo *DJSI* direciona os seus indicadores para um âmbito mais estratégico com ações corporativas de forma a utilizar o *BSC (Balanced Score Card)* para gerenciar os mesmos. Enquanto que o modelo *GRI* está voltado mais para uma análise econômica dentro das organizações de forma a atender os *stakeholders*. Sendo possível constatar a incidência de indicadores relacionados a salários, benefícios e à sociedade.

Quanto ao modelo do Instituto Ethos é possível identificar que o mesmo não se aplica a uma avaliação econômica e/ou financeira. Alguns questionamentos são direcionados a grandeza monetária por estarem associados aos aspectos sociais e ambientais como salários e benefícios. Entretanto o mesmo é aplicado para avaliar a responsabilidade social e não o nível de sustentabilidade da empresa. Quando isto é solicitado sugere-se que o mesmo seja utilizado em conjunto com outro modelo ou se crie indicadores econômicos específicos para aquela empresa (SILVA *et al.*, 2014).

Quanto aos indicadores encontrados nos artigos é possível verificar que os mesmos se assemelham ao modelo *GRI*, pelo fato de muitas empresas pesquisadas terem o modelo como referência. O indicador de custos do modelo *GRI* é a base para a criação de uma vasta quantidade de indicadores utilizados para mensurar as particularidades dos processos de cada empresa direcionados a custos.

Com relação à dimensão social o Instituto Ethos (2013) relaciona a mesma à empresa que visa a responsabilidade social, ou seja, uma empresa com dimensão social deve realizar ações além de sua obrigação no cumprimento da legislação vigente, ela precisa prover um ambiente seguro e saudável, em que seus colaboradores se realizem pessoalmente e promova o desenvolvimento e reconhecimento dos mesmos. Assim como desenvolver programas e atividades sociais junto à comunidade na qual esta inserida.

No Quadro 19 pode-se observar a análise dos indicadores da dimensão social.

QUADRO 19: Indicadores da dimensão Social

Indicadores Dimensão Social	Autores
Política/ Gestão Social	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Motivação para o trabalho	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Recompensa, remuneração e benefícios	Jabbour (2012); Roca (2011); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS
Rotatividade dos empregados (Turn Over)	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Indicadores/ Metas Sociais	DJSI (2011); GRI (2013)
Índices de satisfação dos Empregados	Lee <i>et al.</i> (2014); DJSI (2011); GRI (2013)
Valorização da Diversidade	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Gestão Participativa	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Nível de conhecimento/ horas de treinamento	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Códigos de Ética	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Relação com Sindicatos	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Exigências Sustentáveis junto aos fornecedores	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Divulgação do Balanço Social junto aos Stakeholders	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Programas de Saúde e Segurança dos Empregados/ Clientes e Ergonomia	Lee <i>et al.</i> (2014); Brown <i>et al.</i> (2014); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Saúde pública	Clarke-Sather (2011); Roca (2011)
Disponibilidade de mão-de-obra qualificada	Gallego- Álvarez (2011); Roca (2011); ETHOS (2014)
Filantropia corporativa	Clarke-Sather (2011); Roca (2011); DJSI (2011)
Recrutamento e Seleção	Jabbour (2012); Roca (2011); Gallego- Álvarez (2011); DJSI (2011)
Treinamento	Daily (2010); Jabbour (2012); Roca (2011); Daily (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Avaliação de performance (para funcionários)	Jabbour (2012); Roca (2011); Gallego- Álvarez (2011); DJSI (2011); GRI (2013)
Nível de Som/ Ruído	Faulkner <i>et al.</i> (2014); Chen <i>et al.</i> (2012)
ROI- Return on Investment	Lee <i>et al.</i> (2014)
Distância média percorrida pelos colaboradores até a empresa	Clarke-Sather (2011); Roca (2011);

É notória a ênfase dada ao quesito social pelos três modelos analisados, a ser exemplificado pelo modelo do Instituto Ethos, do qual os indicadores

ambientais são considerados apenas importantes se impactarem para o âmbito social. As únicas mensurações econômicas apresentadas no modelo Ethos estão relacionadas a salários e benefícios.

Todos os modelos dão ênfase aos códigos de conduta e à ética apresentada e praticada pelas empresas. O modelo *GRI* estratifica seus indicadores com relação às práticas e iniciativas quantos aos postos de trabalho, realização do trabalho, direitos humanos, a comunidade na qual a empresa esta inserida e a responsabilidade sobre o produto ou serviço oferecido. Uma particularidade deste modelo refere-se à tratativa dada pela empresa sobre os direitos indígenas.

Quanto aos artigos analisados o enfoque dado ao indicador de recompensa, remuneração e benefícios se assemelham aos modelos referenciados. No entanto, destacam a quantidade de horas treinadas, o processo de recrutamento e seleção e indicadores de desempenho para mensurar o nível dos funcionários com relação ao trabalho desempenhado.

Quanto à dimensão ambiental de uma empresa está associada à forma com que a mesma gerencia suas atividades com relação aos aspectos e impactos que a mesma causa ao meio ambiente. A gestão analisa e considera a intensidade dos mesmos e quais ações são tomadas para minimizar ou anular os efeitos causados. No Quadro 20 pode-se observar a análise dos indicadores da dimensão ambiental.

QUADRO 20: Indicadores da dimensão Ambiental

Indicadores Dimensão Ambiental	Fonte
Política/ Gestão Ambiental	Jabbour (2012); Gallego- Álvarez (2011); Hajmohammad (2010); Jabbour (2010); Luna (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Aspectos e Impactos Ambientais	Pampanelli (2012); Jabbour (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS
Monitoramento da Biodiversidade	Luna (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Estrutura Responsável por Meio Ambiente	Luna (2010); DJSI (2011); ETHOS (2014)
Indicadores/ Metas Ambientais	Roca (2011); Hajmohammad (2010); Luna (2010); Haden (2009); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Tratamento/ Disposição de Resíduos e Efluentes	Jabbour (2010); Hajmohammad (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Monitoramento consumo de água, energia papel e gases	Aguado (2013); Pampanelli (2012); Haden (2009); Hajmohammad (2010); Lee <i>et al.</i> (2014); Brown <i>et al.</i> (2014); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Análise do Ciclo de vida dos produtos	Tseng (2012); Jabbour (2010); Jabbour (2012); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Relação Fornecedor e Meio Ambiente	Junquera(2011); Clarke-Sather (2011); Jabbour (2012); Haden (2009); GRI (2013); ETHOS (2014)
Imagem da empresa com relação ao Meio Ambiente	Luna (2010); DJSI (2011)
Consumo de materiais perigosos/nocivos/tóxicos	Hajmohammad (2010); DJSI (2011)
Disseminação voluntária de informações sobre performance ambiental	Jabbour (2012); Luna (2010)
Cultura da Reciclagem 3R's	Haden (2009); Hajmohammad (2010); Clarke-Sather (2011); Jabbour (2012); Luna (2010); Lee <i>et al.</i> (2014); Brown <i>et al.</i> (2014)

É possível verificar que cada modelo tem uma forma de estruturar o questionário ambiental, porém nesta dimensão os indicadores utilizados pelos modelos *DJSI*, *GRI* e *Ethos* e os indicadores encontrados nos artigos convergem bem mais que nas outras dimensões. Salvo algumas divergências como: a avaliação da estrutura ou a existência do responsável pelo departamento para tratar do quesito ambiental (*DJSI* e *Ethos*). Enquanto que o modelo *GRI* se preocupa mais com volume de resíduos gerados, consumo de energia entre outros.

O modelo *GRI* é o que mais direciona seus indicadores para o processo produtivo de forma quantitativa. O modelo *Ethos* trata os indicadores ambientais apenas como apoiadores para alcançar os indicadores sociais.

Quanto aos indicadores analisados nos artigos, possuem uma abrangência maior, sendo possível encontrar indicadores associados a cada modelo. Isto ocorre pelo fato de muitas empresas utilizarem como referência os modelos existentes, ou pelo fato de implantarem uma certificação ambiental (ISO 14000) da qual sugere a utilização de melhores práticas.

4.3. DEFINIÇÃO DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE A SEREM UTILIZADOS NO MÉTODO

O método proposto visa avaliar o processo de manufatura de forma a mensurar os indicadores de forma quantitativa, objetiva e direta. Para isto utiliza o *VSM* e os indicadores definidos nesta seção de acordo com suas respectivas dimensões.

Nos Quadros 21, 23, e 25 são apresentados os indicadores correlacionados nas dimensões econômica, social e ambiental respectivamente. No processo de seleção dos indicadores usou-se como referência somente os indicadores que afetam diretamente o desempenho do processo de manufatura, ou seja, são indicadores contidos dentro de cada dimensão que irão influenciar na produtividade de cada operação que compõe o processo.

4.3.1. INDICADORES ECONÔMICOS

No quadro 21 são apresentados os indicadores econômicos utilizados para a construção do método.

QUADRO 21: Indicadores econômicos

Dimensão Econômica	Fonte
Custos (equipamentos, materiais e serviços) Aquisição	Hallgren (2009); Aguado (2013); Lee <i>et al.</i> (2014); GRI (2013)
Salário/ Benefícios por região	Clarke-Sather (2011); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Indicadores de Competitividade	Aguado (2013); Sampaio (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Qualidade dos produtos/ Serviços	Hallgren (2009); Sampaio (2010); Jabbour (2012); Lee <i>et al.</i> (2014)
<i>Just in time</i>	Hajmohammad (2010)
Redução de tempo de processamento de manufatura	Hajmohammad (2010)
Tempo de <i>setup</i>	Hajmohammad (2010)
TQM	Hajmohammad (2010)
Redução de desperdício	Pettersen (2009); Lee <i>et al.</i> (2014)
Flexibilidade	Hallgren (2009); Jabbour (2012)
Entrega	Hallgren (2009); Jabbour (2012)
Resultados operacionais	Sampaio (2010)

Alguns indicadores como: utilização eficiente de recursos de transporte; projetando para desmontagem; padrões para fornecedores; quantidade de concorrentes por materiais reciclados; planejamento estratégico de processo; estão associados à política da empresa, tomada de decisão junto ao mercado que atua e ações mercadológicas ligadas à definição de localização no momento de instalação da organização.

Os demais indicadores, influenciam diretamente o desempenho do processo de manufatura, e irão compor os indicadores definidos na construção do método aqui proposto.

Para mensurar a dimensão econômica no processo de manufatura é necessário seguir os conceitos de método de custeio. Um sistema de custo é útil para um adequado processamento contábil/ fiscal, para a determinação do custo gerencial e possui um papel importante no Planejamento Estratégico de uma organização. Conforme observado nos conceitos de Método de Custeio e suas terminologias apresentados no Capítulo 2.

Desta forma os indicadores econômicos utilizados na construção do método estão representados no Quadro 22.

QUADRO 22: Indicadores econômicos propostos pelo modelo

Dimensão Econômica	Indicador Proposto	Sigla
Custos (equipamentos, materiais e serviços) Aquisição	Custo da Operação	COp
Salário/ Benefícios por região		
<i>Just in time</i>	<i>Overall Equipment Effectiveness</i>	OEE
Entrega		
Tempo de <i>setup</i>		
TQM		
Qualidade dos produtos/ Serviços		
Flexibilidade		
Custos (equipamentos, materiais e serviços) Aquisição	Custo Efetivo	CEf
Salário/ Benefícios por região		
OEE		
Indicadores de Competitividade		
Redução de desperdício	Custo de Estoque	CEs
Custos (equipamentos, materiais e serviços) Aquisição		
Redução de tempo de processamento de manufatura	<i>Cost Cycle Efficiency</i>	CCE
Resultados operacionais		

A dimensão econômica foi desenvolvida com base no estudo de Eccles, Ioannou e Serafeim (2011), que definiu que as dimensões sociais e ambientais estão diretamente associadas com o período de retorno a ser esperado. No curto prazo, normalmente geram custos e resultados em longo prazo agregam valor à empresa.

No entanto, Lubin e Esty (2010) afirmaram que a maioria das organizações não tem pleno conhecimento sobre as melhores métricas para medir o custo-benefício da sustentabilidade e, conseqüentemente, criar barreiras para aplicar modelo de sustentabilidade.

Assim, os indicadores econômicos são baseados no conceito de operações que agregam valor e o volume dos estoques. É utilizado o indicador OEE para determinar o custo efetivo das operações como gestão de custos.

Para França (2010) OEE é fundamental para as empresas avaliarem o grau de eficácia na atividade. Para avaliar o processo de manufatura, o custo de fabricação foi determinado por meio do indicador de referência *Takt Cost*.

Este indicador foi desenvolvido baseado no mesmo conceito de indicador de tempo *Takt time (LM)* e determina o custo das operações de processo com base no custo das operações com uma eficiência (Referência *OEE = 85%*). O *Takt Cost também pode ser* determinado por análise do mercado e, assim

torna-se um alvo considerando o custo de mercado para o qual é inserido o produto.

Na Tabela 3 são apresentados os indicadores econômicos do SVSM e suas respectivas equações. Quanto à unidade a ser utilizada pelos indicadores de custos será a moeda vigente do país, no caso (R\$) e para os indicadores de eficiência (OEE) será utilizado percentual (%).

TABELA 3: Equação dos indicadores econômicos do SVSM

Indicador	Equação	Parâmetros
COp [R\$]	$COp = TCOp \times (CMD + Dep + GCD + GCI)$ $CMD = (Sal + Enc) \times NPA$	COp- Custo de Operação; TCOp- Tempo de Ciclo da Operação; CMD- Custo de Mão Obra Direta; GCD- Gerenciamento de Custos Diretos; GCI- Gerenciamento de Custos Indiretos; Sal- Salário; Enc- Encargos sociais atribuídos ao salário; NPA- Número de Pessoas na Operação.
OEE [%]	$OEE = IQ \times ID \times ID$	OEE - Overall Equipment Efficiency; IQ- Indicador de Qualidade; ID- Indicador de Desempenho; ID- Indicador de Disponibilidade.
CEf [R\$]	$CEf = \frac{COp}{OEE}$	CEf- Custo Efetivo; Cop- Custo de Operação; OEE - Overall Equipment Efficiency.
CEs [R\$]	$CEs = \begin{cases} Es \times \sum_{j=n-1}^n CEfj & \text{para } n > 1 \\ Es \times \sum_{j=0}^{n-1} CMP & \text{para } n = 1 \end{cases}$	CEs- Custo de Estoque; Es- Quantidade de Estoque entre as Operações; n- número de operações; CMP- Custo da Matéria Prima.
CCE [%]	$CCE = \frac{\sum CEf}{\sum CEs}$	CCE- Cost Cycle Efficiency; CEf- Custo Efetivo; CEs- Custo de Estoque
Takt Cost [R\$/ Unid.]	$Takt Cost = \frac{\sum COp}{OEE ref (85\%)}$	Takt Cost- Custo alvo do processo; COp- Custo de Operação; OEE ref- Referência de 85%
NSE [%]	$NSE = \frac{Takt Cost}{\sum CEf}$	NSE- Nível de Sustentabilidade Econômica; Takt Cost- Custo alvo do processo; CEf- Custo Efetivo;

O indicador Custo de Operação (COp), é o resultado da soma dos custos da operação, tais como: o custo da mão de obra direta (possível associar parte deste custo diretamente com cada produto, pois houve uma medição de quanto cada operador trabalhou em cada unidade); depreciação informada pela empresa referente aos equipamentos e instalações desta operação; gerenciamento de custos diretos (está associado ao custo dos salários dos cargos de chefia do processo sendo rateado pelas operações); gerenciamento de custos indiretos (está associada aos materiais de consumo, tais como: lubrificantes, ferramentas, peças de reposição entre outros).

Quanto ao indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) o mesmo mede a eficiência da operação, conforme abordado no capítulo 2, sendo calculado por meio: (% de disponibilidade de horas x % de desempenho dos equipamentos x % índice de qualidade).

Quanto ao indicador Custo Efetivo (CEf) o mesmo tem por objetivo retratar o custo real de cada operação, por meio do COp das operações que compõem o processo considerando sua eficiência.

O indicador Custo de Estoque (CEs) é o resultado da soma dos custos dos estoques durante o processo de manufatura. O custo inicial é o custo da matéria prima e conforme vai progredindo sua transformação o mesmo soma o custo da operação pelo qual passou.

O Indicador de Eficiência do Ciclo de Custo (*Cost Cycle Efficiency* - CCE) é obtido por meio da relação entre somatória de CEf (atividades que Agregam Valor) e a somatória de CEs (atividades que Não Agregam Valor).

O Indicador *Takt Cost* é o custo Alvo do processo, considerando o COp com relação a uma eficiência de 85%. No entanto, o mesmo pode ser estabelecido de acordo com necessidades externas frente à concorrência.

O nível de sustentabilidade econômica (NSE) de todo o processo será a relação entre o *Takt Cost* definido e a somatória do CEf de todas as operações.

4.3.2. INDICADORES SOCIAIS

Com relação à Dimensão Social é possível observar que seus indicadores abrangem a sustentabilidade corporativa, e envolvem os *stakeholders* das organizações. No entanto o desenvolvimento de uma estratégia sustentável com o enfoque nos processos internos de uma organização, também será influenciado pelos *stakeholders* internos, assim como os externos.

Ao adotar as práticas de sustentabilidade como uma estratégia de longo prazo, deve ser considerado, cada vez, mais um conjunto amplo de *stakeholders*, para garantir melhores resultados por meio de abordagens integradas e abertas, conforme apontam Lubin e Esty (2010). No Quadro 23 é possível identificar os indicadores utilizados pelos modelos *DJSI*, *GRI* e *Ethos*, assim como, os encontrados nos artigos pesquisados.

QUADRO 23: Indicadores sociais e nível de aplicação

Dimensão Social	Autores
Motivação para o trabalho	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Recompensa, remuneração e benefícios	Jabbour (2012); Roca (2011); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS
Rotatividade dos empregados (Turn Over)	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Indicadores/ Metas Sociais	DJSI (2011); GRI (2013)
Índices de satisfação dos Empregados	Lee <i>et al.</i> (2014); DJSI (2011); GRI (2013)
Nível de conhecimento/ horas de treinamento	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Exigências Sustentáveis junto aos fornecedores	DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Programas de Saúde e Segurança dos Empregados/ Clientes e Ergonomia	Lee <i>et al.</i> (2014); Brown <i>et al.</i> (2014); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Disponibilidade de mão-de-obra qualificada	Gallego- Álvarez (2011); Roca (2011); ETHOS (2014)
Filantropia corporativa	Clarke-Sather (2011); Roca (2011); DJSI (2011)
Recrutamento e Seleção	Jabbour (2012); Roca (2011); Gallego- Álvarez (2011); DJSI
Treinamento	Daily (2010); Jabbour (2012); Roca (2011); Daily (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Avaliação de performance (para funcionários)	Jabbour (2012); Roca (2011); Gallego- Álvarez (2011); DJSI (2011); GRI (2013)
Nível de Som/ Ruído	Faulkner <i>et al.</i> (2014); Chen <i>et al.</i> (2012)
ROI- Return on Investment	Lee <i>et al.</i> (2014)
Distância média percorrida pelos colaboradores até a empresa	Clarke-Sather (2011); Roca (2011)

Quando são focados os interesses dos *stakeholders*, o desempenho dos mesmos é melhor, podendo levar a vantagens competitivas. Para isso é necessário buscar um engajamento do conjunto de *stakeholders* em suas decisões políticas, esse tema foi teorizado por (FREEMAN *et al.* 2010).

Esta teoria dos *stakeholders* envolve os funcionários, fornecedores, clientes, governos, concorrentes, investidores e ONGs. É importante identificar as partes interessadas que possam contribuir para o sucesso em longo prazo de uma organização.

Para Fulkner e Badurdeen (2014) a avaliação do indicador de nível de ruído impacta diretamente na qualidade de vida no âmbito de trabalho.

De acordo com Berns *et al.* (2010), abordando os fatores da dimensão social, as organizações terão benefícios em assegurar a retenção de funcionários, melhorando a imagem da marca, obtendo uma licença de longo prazo para operar, permitindo a obtenção de vantagens competitivas por um maior período de tempo.

Daft (2003) define as organizações como entidades sociais dirigidas por metas, que funcionam como sistemas de atividades estruturadas e coordenadas, ligadas ao ambiente externo. O papel das organizações na sociedade é, desde a geração de empregos, contribuir com o pagamento de impostos, gerando mudanças na sociedade do entorno, impactando tanto social quanto ambientalmente.

Com o avanço da tecnologia, as organizações passaram por um processo acentuado de crescimento, deixando tradicionais modelos de negócios, como o exemplo de empresas familiares, profissionalizando a gestão. Para que as empresas se tornassem competitivas, foi necessário o desenvolvimento de mecanismos para responder mais rapidamente às demandas de um mercado concorrencial ampliado.

Baseado nas mudanças impostas pelo mercado, e nos indicadores encontrados no Quadro 23, como: motivação, recompensa, rotatividade,

satisfação, conhecimento e desempenho, o Quadro 24 apresenta os indicadores sociais utilizados na construção do método proposto.

QUADRO 24: Indicadores sociais propostos pelo modelo

Dimensão Social	Indicador Proposto	Sigla
Índices de satisfação dos Empregados	Absentéismo	Abs
Distância média percorrida pelos colaboradores até a empresa		
Treinamento	Treinamento	Ter
Motivação para o trabalho	Turn Over	TOv
Rotatividade dos empregados (<i>Turn Over</i>)		
Recrutamento e Seleção		
Programas de Saúde e Segurança dos Empregados/ Clientes e Ergonomia	Índice Relativo de Acidente	IRA
Recompensa, remuneração e benefícios	Nível Salarial e Benéficos/ Comissões e Participação dos Lucros	NSa/ BCP
Avaliação de performance (para funcionários)		
Nível de conhecimento/ horas de treinamento		
Nível de Som/ Ruído	Nível de Ruído	NRu
Indicadores/ Metas Sociais	Proporção de Produção Nacional	PPN
Filantropia corporativa		
Exigências Sustentáveis junto aos fornecedores		
Divulgação do Balanço Social junto aos <i>Stakeholders</i>		
Disponibilidade de mão de obra qualificada		

Os indicadores desenvolvidos no método visam mensurar as diversas variáveis contidas na dimensão social, entre elas: o número de ausências por período, número de demissões e admissões, nível salarial, benefícios entre outros.

Na Tabela 4 são apresentados os indicadores sociais do SVSM e suas respectivas equações. Quanto à unidade a ser utilizada pelos indicadores é em percentual (%) e os níveis de salário são medidos em reais (R\$) ou moeda vigente no país.

TABELA 4: Equações dos indicadores sociais do SVSM

Indicador	Equação	Parâmetros/ Observações
Abs [%]	$Abs = \frac{\sum_i HOAi}{\sum HOTi}$	Abs - Absenteísmo; $HOAi$ – Quantidade de horas ausente; $HOTi$ – Quantidade total de horas trabalhadas durante um período de análise. O Abs relativo é determinado em relação a referência definida pela empresa.
Tre [%]	$Tre = \frac{HTr}{HPT}$	Tre- Treinamento; HTr- Quantidade de horas treinadas; HPT- Quantidade de Horas Programadas para Treinamento; O Tre relativo é determinado em relação a referência definida pela empresa.
TOv [%]	$TOv = \frac{[(NDe + NAd)/2]}{NEO}$	TOv- Turn Over (Rotatividade de empregados); NDe - Número de demissões; NAd- Número de Admissões; NEO - Número de empregados na operação.
IRA [acidentes]	$IRA = 1 - \left(\frac{NA}{NEO}\right)$	IRA- Índice Relativo de Acidente; NA - Número de Acidentes durante um período de análise; NEO - Número de Empregados na Operação; Normalmente, o IRA de referência é nenhum acidente.
PPN [%]	$PPN = \frac{PRB}{PTP}$	PPN – Proporção Produção Nacional; PRB- Produção Realizada no Brasil; PTP- Produção Total no Período de análise; O PPN relativo é determinado em relação a referência definida pela empresa.
NSR [dB]	-	NSR- Nível de ruído na operação; O nível de ruído relativo é determinado em relação à referência do nível de ruído (80dB de acordo com a OSHA, 2008). O nível de ruído relativo deve ser no intervalo de 0-100% que em o NSR é igual a 100% para todos os níveis de ruído inferiores ao NSR de referência.
BCP [%]	$BCP = \frac{\sum(Ben + Com + PLR)}{Sal}$	BCP- Benefícios / Comissão / Participação; Ben- Benefícios do empregado; Com- Comissão dos empregados na operação; PLR- Participação do Lucro; Sal - nível de salário de referência do empregado na operação. O BCP relativo é determinado em relação à referência BCP definido pela empresa. O nível de BCP relativo deve ser no intervalo de 0-100%, que em o BCP é igual a 100% para todos os resultados superiores ao BCP de referência.
NSa [\$]	-	NSa - Nível Salarial na operação; O NSa relativo é determinado em relação ao valor definido pela categoria da empresa avaliada em seu contrato de trabalho. A relação de NSa deve ser no intervalo de 0-100%, que em o NSa é igual a 100% para todos os resultados superiores ao NSa de referência.
NSS	$NSS = \frac{\sum ISO}{8}$	NSS- Nível de Sustentabilidade Social da Operação; ISO- Indicadores Sociais.
NSSp	$NSAp = \frac{\sum NSS}{NOp}$	NSAp- Nível de Sustentabilidade Social do Processo; NSS- Nível de Sustentabilidade Social da operação; NOp- Número de Operações do processo.

O indicador de Absenteísmo (Abs) refere-se à relação de horas efetivamente trabalhadas pelas pessoas que atuam no processo.

O indicador de Rotatividade de Colaboradores (*Turn Over*) (TOv) refere-se à relação do número de demissões e admissões do período comparado ao número de empregados.

O indicador Índice Relativo de Acidente, refere-se a relação do número de acidentes com o número de empregados na operação.

O indicador de Nível Salarial (NSa) é a relação do salário praticado pela empresa na operação com relação aos mesmos cargos praticados pela categoria da região.

O indicador Benefícios/Comissão/ Participação dos Lucros em relação ao salário (BCP) refere-se à relação dos custos despendidos com benefícios, comissão, participação dos lucros, comparado ao salário propriamente dito.

O indicador Nível de Ruído (NSR) esta associado aos níveis de ruído em um ambiente de trabalho. Segundo as normas OSHA (2008) os níveis superiores a 80 decibéis colocam em risco a saúde do trabalhador.

O indicador Proporção da Produção de Produtos Nacionais (PPN) refere-se à relação da quantidade de produtos realizados no Brasil, e a quantidade total da produção de produtos no período.

O Nível de Sustentabilidade Social (NSS) é o resultado da relação de cada indicador da operação.

Os resultados encontrados não poderão ser maior que 1 (um). Caso isto ocorra significa que as informações contidas no sistema estão em desacordo com a realidade do processo.

4.3.3. INDICADORES AMBIENTAIS

Com relação à Dimensão Ambiental, as organizações apresentam um importante papel no que se refere ao uso dos recursos naturais disponíveis no planeta. É de grande importância que as organizações entendam quais as suas

contribuições para a sustentabilidade desses recursos e da mesma forma, num ambiente de maiores pressões e exigências para com essas empresas elas tenham atendido cada vez mais um maior conjunto dessas exigências, ganhando com isso vantagens competitivas perante empresas que não tenham o mesmo alinhamento com as demandas ambientais.

Rockstrom *et al.* (2009) afirmam que é necessário entender as demandas ecológicas e os limites do planeta, para que haja a garantia de um lugar saudável para se viver. Deve haver então um equilíbrio entre o consumo e o ressuprimento dos recursos.

Desta forma os indicadores ambientais utilizados na construção do método estão representados no Quadro 25.

QUADRO 25: Indicadores ambientais e nível de aplicação

Dimensão Ambiental	Fonte
Política/ Gestão Ambiental	Jabbour (2012); Gallego- Álvarez (2011); Hajmohammad (2010); Jabbour (2010); Luna (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Aspectos e Impactos Ambientais	Pampanelli (2012); Jabbour (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Estrutura Responsável por Meio Ambiente	Luna (2010); DJSI (2011); ETHOS (2014)
Indicadores/ Metas Ambientais	Roca (2011); Hajmohammad (2010); Luna (2010); Haden (2009); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Tratamento/ Disposição de Resíduos e Efluentes	Jabbour (2010); Hajmohammad (2010); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Monitoramento consumo de água, energia papel e gases	Aguado (2013); Pampanelli (2012); Haden (2009); Hajmohammad (2010); Lee <i>et al.</i> (2014); Brown <i>et al.</i> (2014); DJSI (2011); GRI (2013); ETHOS (2014)
Relação Fornecedor e Meio Ambiente	Junquera(2011); Clarke-Sather (2011); Jabbour (2012); Haden (2009); GRI (2013); ETHOS (2014)
Consumo de materiais perigosos/nocivos/tóxicos	Hajmohammad (2010); DJSI (2011)
Disseminação voluntária de informações sobre performance	Jabbour (2012); Luna (2010)
Cultura da Reciclagem 3R's	Haden (2009); Hajmohammad (2010); Clarke-Sather (2011); Jabbour (2012); Luna (2010); Lee <i>et al.</i> (2014); Brown <i>et al.</i> (2014)

Entre os indicadores mencionados em artigos, o indicador 3 R's da sustentabilidade (Reduzir, Reutilizar e Reciclar) destaca-se pelas ações e práticas para estabelecer uma relação harmoniosa com o consumidor e Meio Ambiente. Da mesma forma que a utilização de matérias primas alternativas (BLANCO 2011).

Para haver um bom gerenciamento e controle dos resíduos dos processos, faz-se necessário ter uma visão holística de todo o negócio, desenvolvendo uma preocupação da compra ao consumo, sendo necessário dispor adequadamente os resíduos não aproveitados e reinserindo-os nos processos produtivos os recursos que podem ser recuperados.

Com base nos indicadores encontrados e na abordagem feita sobre definição e aplicabilidade dos mesmos, no Quadro 26 são apresentados os indicadores ambientais utilizados pelo método desenvolvido neste trabalho.

QUADRO 26: Indicadores ambientais propostos pelo modelo

Dimensão Ambiental	Indicador Proposto	Sigla
Monitoramento consumo de água, energia papel e gases	Consumo de Energia Elétrica	CEE
	Consumo de Água	CAG
Consumo de materiais e gases perigosos/nocivos/tóxicos	Liberação de Gases Nocivos	LGN
Tratamento/ Disposição de Resíduos e Efluentes	Descarte e Rastreabilidade de Resíduos	DRR
	Segregação de Resíduos	SRe
Cultura da Reciclagem 3R's	Matérias Primas Alternativas	MPA
Relação Fornecedor e Meio Ambiente	Sistema de Gestão Ambiental	SGA
Política/ Gestão Ambiental		
Aspectos e Impactos Ambientais		
Estrutura Responsável por Meio Ambiente		
Indicadores/ Metas Ambientais		
Disseminação voluntária de informações sobre performance ambiental		

Os indicadores ambientais desenvolvidos no método visam mensurar as diversas variáveis contidas na dimensão, tais como: o consumo de recursos naturais, liberação de gases, segregação e disposição da aos resíduos e o uso de materiais alternativos para a obtenção de produtos.

Na Tabela 5 são apresentados os indicadores ambientais do SVSM e suas respectivas equações utilizam unidades de acordo com sua grandeza, sendo eles: (l) litro, para consumo de água; (w) *watts*, para consumo de energia; (m³) metros cúbicos para liberação de gases; (Kg) para resíduos: e demais indicadores (%).

TABELA 5: Equação dos indicadores ambientais do SVSM

Indicador	Equação	Parâmetros/ Observação
CEE [w/unid]	-	CEE- Consumo de Energia Elétrica por unidade durante um período de análise; O CCE relativo é determinado em relação à referência definida pelo plano de processo.
CAG [l/unid]	-	CAG- Consumo de Água por unidade durante um período de análise; O CAG relativo é determinado em relação a referência definida pelo plano de processo.
LGN [m ³ /unid]	-	LGN – Liberação de Gases Nocivos lançado por unidade durante um período de análise; O LGN relativo é determinado em relação a referência definida pelo plano de processo.
SRe [%]	$SRe = \frac{QRS}{QRO}$	SRe- Segregação de Resíduos; QRS- quantidade de resíduos segregados em operação durante um período de análise; QRO- quantidade total de resíduos gerado na operação; O Sre relativo é determinado em relação a referência definida pela empresa.
DRR [%]	$DRR = \frac{QRR}{QRO}$	DRR- Descarte e Rastreabilidade de Resíduos; QRR- Quantidade de Resíduos Rastreados na Operação; QRO- Quantidade total de resíduos gerado na operação; O DRR relativo é determinado em relação a referência definida pela empresa.
MPA [%]	$MPA = \frac{QPG}{UPP}$	MPA- Matéria Prima Alternativa; QPG- Quantidade de Produção realizado com matéria-prima alternativa (<i>green</i>); UPP- Quantiade total de Unidades Produzidas no Período; O MPA relativo é determinado em relação a referência definida pela empresa.
SGA [%]	-	SGA - Sistema de Gestão Ambiental; Este indicador avalia a existência de um sistema de gestão ambiental no processo. Assim, o SGA pode ser de 0% (não existe) ou 100% (existe).
NSA	$NSA = \frac{\sum IAm}{7}$	NSA- Nível de Sustentabilidade Ambiental da Operação; IAm- Indicadores Ambientais
NSAp	$NSAp = \frac{\sum NSA}{NOp}$	NSAp- Nível de Sustentabilidade Ambiental do Processo; NSA- Nível de Sustentabilidade da operação; NOp- Número de Operações do processo.

O indicador Consumo de Energia Elétrica (CEE) refere-se ao consumo de energia elétrica por produto produzido.

O indicador Consumo de Água por unidade produzida (CAG) refere-se ao consumo de água por produto produzido.

O indicador Liberação de Gases Nocivos (LGN) refere-se ao volume de gás liberado por produto produzido, comparado ao padrão de liberação de gases no Planejamento da operação.

O indicador de Segregação de Resíduos (SRe) refere-se a quantidade de resíduos segregados na operação. O indicador Descarte e Rastreabilidade de Resíduos (DRR) refere-se à quantidade de resíduos rastreados da operação com relação ao volume gerado.

O indicador proporção de Matéria Prima Alternativa (MPA) refere-se à quantidade de produção realizada com matérias primas alternativas (*green*). O indicador de Sistema de Gestão Ambiental (SGA), é mensurado da seguinte maneira. Se existe o indicador utiliza-se 1, caso negativo utiliza-se 0.

O Nível de Sustentabilidade Ambiental (NSA) é o resultado da relação de cada indicador ambiental.

4.4. MÉTODO PROPOSTO

O método proposto passa a ser chamado de SVSM (*Sustainable Value Stream Mapping*), construção essa proveniente da integração do conceito de sustentabilidade baseado no método *triple bottom line*, mais os indicadores de sustentabilidade encontrados na literatura com um alinhamento junto à linha de pensamento. Na Figura 26 é apresentada a integração e das etapas anteriores junto ao VSM tradicional.

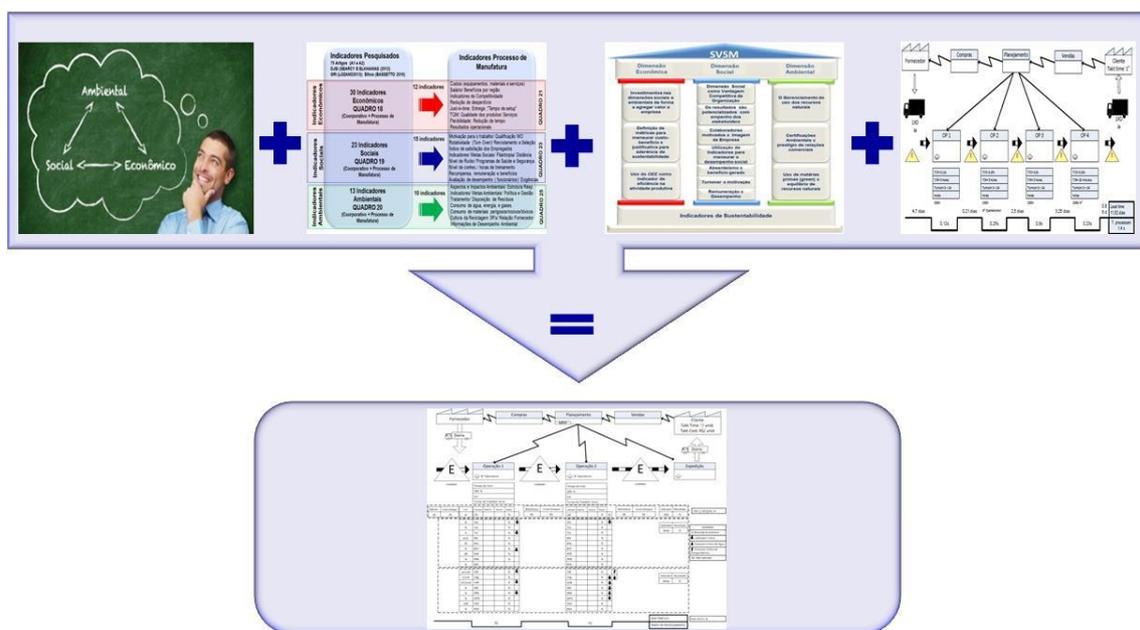


FIGURA 26: Construção do Método Proposto

Nas operações 1 e 2 estão inseridas as variáveis: tempo de ciclo , OEE, tamanho do lote, e a quantidade de turnos de trabalho. O estoque no processo de manufatura está classificado em três momentos, de acordo com sua evolução no processo de manufatura: primeiro estágio matéria prima, segundo momento como material em elaboração e no terceiro momento como produto acabado.

Na visão da produção enxuta o processo de manufatura será avaliado considerando o tempo de ciclo individual de cada operação em relação ao *Takt time*. O SVSM apresenta o *process cycle efficiency* (PCE) que compara a somatória do nível de estoque (NAV) e o tempo de processamento ao longo do processo (AV).

O *Takt Cost* é um indicador com o propósito de nortear os custos de operação durante o processo. Este indicador é determinado considerando o custo das operações (COp) e um OEE referência (85%). A análise do custo efetivo das operações (CEf) permite identificar as eficiências entre as operações, sendo que a operação que apresentar o maior custo relativo em relação ao *Takt Cost* é considerada a operação restrição da dimensão econômica (Identificada com o símbolo \$). O nível de sustentabilidade econômica (NSE) é resultante da relação entre o *Takt Cost* e a somatória dos CEf das operações.

Além disso, o SVSM apresenta o *Cost Cycle efficiency* (CCE) que utiliza o mesmo princípio do PCE, compara o tempo de processamento com *lead time*. O diferencial do CCE é que o mesmo demonstra que quanto maior o estoque de produtos acabados, menor será a eficiência de custo, sugerindo assim manter os estoques no estado de matéria prima.

Nas dimensões sociais e ambientais são determinados os valores de referência para cada indicador do SVSM. Estes valores consideram a localização da empresa e as legislações trabalhistas e ambientais vigentes, que foram obtidos por meio de entrevista com os departamentos de RH e gerência industrial.

Quanto aos indicadores sociais, todas as operações apresentam os mesmos valores referência (Abs; Tre; TOv; IRA; NSa ; BCP ; NSR ; PPN), por se tratar

indicadores comuns a todas as operações que compõem o processo de manufatura.

Na análise dos indicadores sociais é possível identificar qual operação apresenta o menor nível de sustentabilidade social. A operação restrição será aquela que apresenta o maior número de indicadores abaixo do valor de referência (identificado pelo símbolo ↓).

Os indicadores ambientais CEE, CAg, LGN e SRe, variam em relação as operações devido estarem associados à quantidade consumida de recursos não renováveis ou à geração de descarte, sendo atribuído um valor para cada indicador. Assim como nos indicadores sociais, a operação restrição será aquela que maior consumo apresentar. No indicador CEE (apresenta o símbolo ⚡) e para o indicador CAg (apresenta o símbolo ♠). Porém os indicadores (DRR; MPA; SGA) apresentam o mesmo valor em função dos objetivos serem comuns a todos.

5. APLICAÇÃO DE ILUSTRAÇÃO DO MÉTODO

Neste capítulo são apresentados os resultados das aplicações do método proposto, assim como a descrição das empresas escolhidas.

O processo de seleção das empresas foi por meio de uma amostragem intencional, que resultou na escolha de três empresas, denominadas de A, B e C.

A empresa A é uma multinacional e líder no mercado em que atua, enquanto que as empresas B e C são empresas nacionais, sendo que a empresa C é apenas uma seguidora em seu segmento.

5.1. PERFIL DAS EMPRESAS

5.1.1 Empresa A

A empresa A é uma multinacional que atua no mercado de transformação de termoplásticos há mais de 60 anos demonstrando grande experiência na produção de tubos de conexões de PVC. Seu mercado de soluções para circuitos hidráulicos residenciais a posiciona como líder, desde seu pioneirismo com um *markshare* próximo de 50%. A marca está presente em mais de 30 países espalhados por todo o mundo, e seu maior orgulho é de ser uma multinacional brasileira. No Brasil, possui cinco centros operacionais situados em localidades estratégicas, visando o melhor atendimento de seus clientes e reduzindo custos com a distribuição de seus produtos.

O processo de manufatura estudado está localizado no centro operacional da região central do estado de São Paulo, com um parque de máquinas responsável por 60% da produção de todo o faturamento da empresa. Seu faturamento anual é em torno de R\$ 2.400.000,00. E seus produtos estão direcionados para segmentos da construção civil, infraestrutura, telecomunicações e agricultura.

5.1.2 Empresa B

A empresa B atua na fabricação de utensílios domésticos, segmento que mantém até os dias atuais. A empresa conta com uma carteira de produtos de aproximadamente 550 diferentes itens. Atua no mercado nacional e América Latina. A expectativa do faturamento anual é de aproximadamente R\$ 35.000.000,00. O volume de produção diário é de 12 mil itens.

5.1.3 Empresa C

Mundialmente reconhecida pela qualidade em seus produtos, a empresa C é a maior fabricante de madeira plantada e está presente em mais de 100 países, contando com 14 fábricas, 20 escritórios comerciais e cerca de 7.000 colaboradores em todo o mundo. Produz mais de 1000 itens diferentes, desde Lápis de cor e de grafite, giz de cera, massa de modelar, canetas, lapiseiras, marcadores, canetas-tinteiro e cosméticos.

A empresa faz parte de um dos grupos industriais mais antigos do mundo, surgido antes mesmo da Revolução Francesa e da formação dos Estados Unidos.

A produção anual é de 1,8 bilhão de Lápis de madeira plantada torna o Brasil líder mundial no setor. A unidade brasileira localizada na região central do estado de São Paulo produz mais de mil itens que abastecem o mercado interno e são exportados para mais de 70 países. O faturamento previsto para 2015 foi de aproximadamente R\$ 580.000.000,00.

5.2. ORGANIZAÇÃO, PLANEJAMENTO E DURAÇÃO DAS APLICAÇÕES DE ILUSTRAÇÃO

Com a definição das empresas que participariam das aplicações de ilustração, foram agendados os dias para aplicação do método junto ao processo de manufatura das empresas. O método foi aplicado pelo próprio autor acompanhado por uma pessoa responsável pelo processo ou indicado pelo responsável, em ambas as empresas.

Na empresa A, o método foi aplicado em um processo com características de fluxo contínuo na transformação de tubos de PVC, caracterizado por um *layout*

por produto e um processo de manufatura de alto volume de produção e baixa variedade. O acompanhamento do processo para aplicação do método foi realizado pelo supervisor geral de planejamento e programação de produção da planta.

Na empresa B, a aplicação foi feita no processo com características de lotes e bateladas na produção de formas assadeiras, caracterizado por um *layout* por processos ou funcional e um processo de manufatura com médio volume de produção e média variedade de produtos. A aplicação foi acompanhada pelo gerente industrial.

Na empresa C, a aplicação foi acompanhada pelo gerente financeiro e pelo coordenador de área. Processo escolhido foi à fabricação de lapís da linha cosmética, caracterizado por um *layout* por produto e um processo de manufatura com alto volume de produção e baixa variedade, alternando somente as cores.

5.3. RESULTADO DAS APLICAÇÕES

5.3.1. APLICAÇÃO DE ILUSTRAÇÃO NA EMPRESA A

O processo é caracterizado como *flow shop* e apresenta um volume elevado e baixa variedade de produtos. Este processo apresenta uma demanda de 7.855kg do produto por dia, a produção opera durante 24 horas por dia (3 turnos de trabalho), o que resulta em um *takt time* de 11 segundos/ kg (produto). A sequência das operações do processo é apresentada na Figura 28.



FIGURA 28: Sequência de processo Empresa A

Na Figura 29 são apresentados os resultados coletados junto ao chão de fábrica por meio do SVSM.

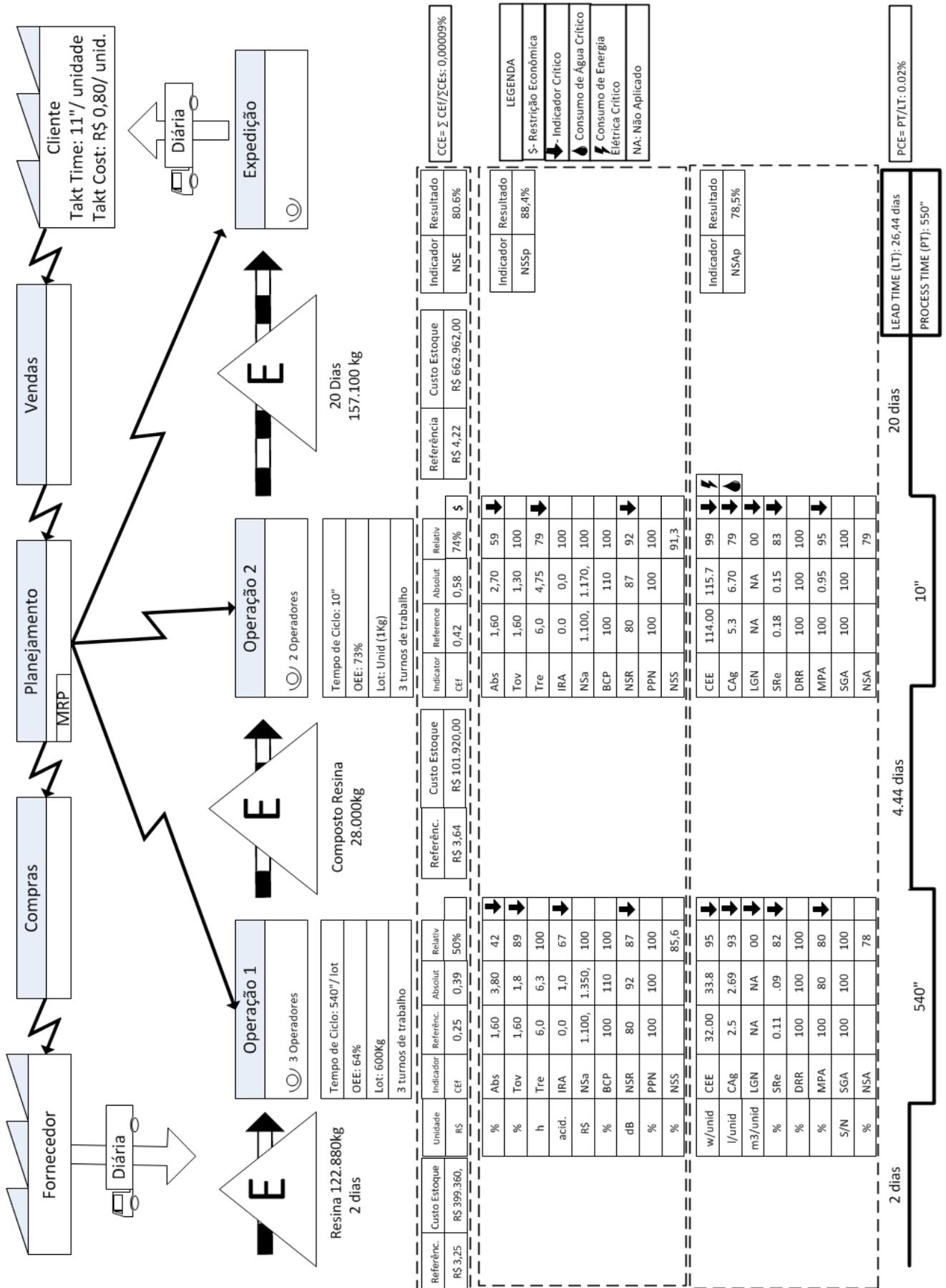


FIGURA 29: SVSM da Empresa A

As operações 1 e 2 apresentam tempo de ciclo e OEE respectivamente de 540", 64% e 10", 73%. O estoque no processo de manufatura no momento da observação foi de 122.880 kg (Matéria Prima), 28.000kg (entre as Operação 1 e 2) e 157.100 kg (Produtos Acabados). O processo de manufatura trabalha com lote ou bateladas na operação 1 de 600kg e fluxo contínuo unitário (*one piece Flow*) na operação 2.

Na visão da produção enxuta o processo de manufatura atende a demanda do cliente, desta forma pode ser considerado sustentável. O tempo de ciclo individual de cada operação é menor que o *Takt time*. O processo apresenta um baixo *process cycle efficiency* (PCE= 0.02%) em função do alto nível de estoque ao longo do processo e conseqüentemente alto *lead time*.

Na dimensão econômica foi obtido um *Takt Cost* de R\$ 0.80 por unidade. Este indicador foi determinado considerando o custo das operações e um OEE referência (85%).

A análise do custo efetivo das operações (CEf) permitiu identificar uma baixa variação entre as operações, sendo que a operação 2 apresenta o maior custo relativo (74%) em relação ao *Takt Cost* e é considerada a operação restrição da dimensão econômica (Identificada com o símbolo \$).

O nível de sustentabilidade econômica (NSE) resultante foi de 80,6% e desta forma o processo de manufatura não é considerado sustentável. Isto ocorre em função das operações apresentaram OEE inferior ao OEE referência.

Além disso, o processo de manufatura apresentou um baixo *Cost Cycle efficiency* (CCE=0.00009%) em função do alto nível de estoque. O CCE diferenciou muito do PCE devido ao alto nível de estoque de produto acabado, do qual o estoque tem um maior custo em relação aos demais estágios.

Nas dimensões sociais e ambientais foram determinados os valores referência para cada indicador do SVSM. Estes valores consideram a localização da empresa e as legislações trabalhistas e ambientais vigentes e foram obtidos por meio de entrevista com os departamentos de RH e gerência industrial.

Todas as operações apresentam os mesmos valores referencia para os indicadores sociais (Abs = 1,6%; TOv=1,6%; Tre = 6,0h; IRA=0; NSa = R\$1.100,00; BCP = 100 %; NSR = 80db; PPN = 100%) e para os indicadores ambientais CEE, CAg, LGN e SRe, os mesmos variaram em relação as operações devido estarem associados a quantidade consumida de recursos não renováveis ou a geração de descarte, sendo atribuído um valor para cada indicador. Porém os indicadores (DRR= 100%; MPA= 100%; SGA= 100%) apresentam o mesmo valor em função dos objetivos comuns a todos.

A análise dos indicadores sociais permitiu identificar que a operação 1 apresenta o menor nível de sustentabilidade social de todo o processo que é de (NSSp)= 85,6%, e desta forma o processo é considerado não sustentável.

Todas as operações apresentaram valores inferiores em relação à referencia para os indicadores de Absenteísmo (Abs), *Turnover* (TOv), (IRA) e NSR. O local de trabalho apresenta um alto nível de ruído e no período de avaliação houve um acidente de trabalho com afastamento.

A operação 1 é considerada a restrição da dimensão social por apresentar o menor nível de sustentabilidade entre as operações (NSS)= 85,6,3%. Isto ocorreu principalmente pelo alto índice de absenteísmo (3,8%) em relação ao valor referência (1,6%), a ocorrência de acidente e alto nível de ruído.

A análise de indicadores ambientais mostra que a operação 2 tem o maior consumo de água (💧) e energia (⚡) no processo de fabricação e, portanto, considerada as restrições de operação no consumo de água e consumo de energia.

O nível de sustentabilidade ambiental do processo (NSAp) é de 78,5% e, assim, o processo não é considerado sustentável. Todas as operações têm maior consumo de energia em comparação com o valor de referência.

5.3.2. APLICAÇÃO DE ILUSTRAÇÃO NA EMPRESA B

Na aplicação da empresa B, a sequência de operações do processo é apresentado na Figura 30. Este processo é responsável por um volume de 900 unidades/ dia, variando de acordo com o tamanho do produto. O processo

caracteriza-se como um lote com numerosos estoques de material em elaboração (*work in process*).

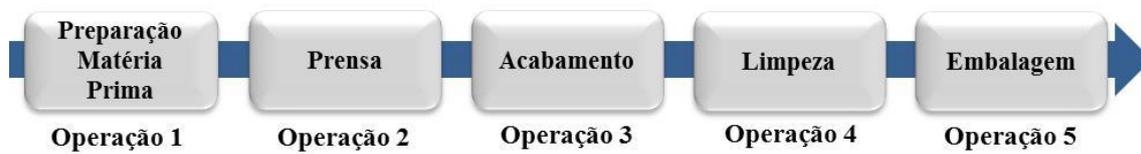


FIGURA 30: Sequência de processo Empresa B

Na Figura 31 são apresentados os resultados coletados junto ao chão de fábrica por meio do SVSM.

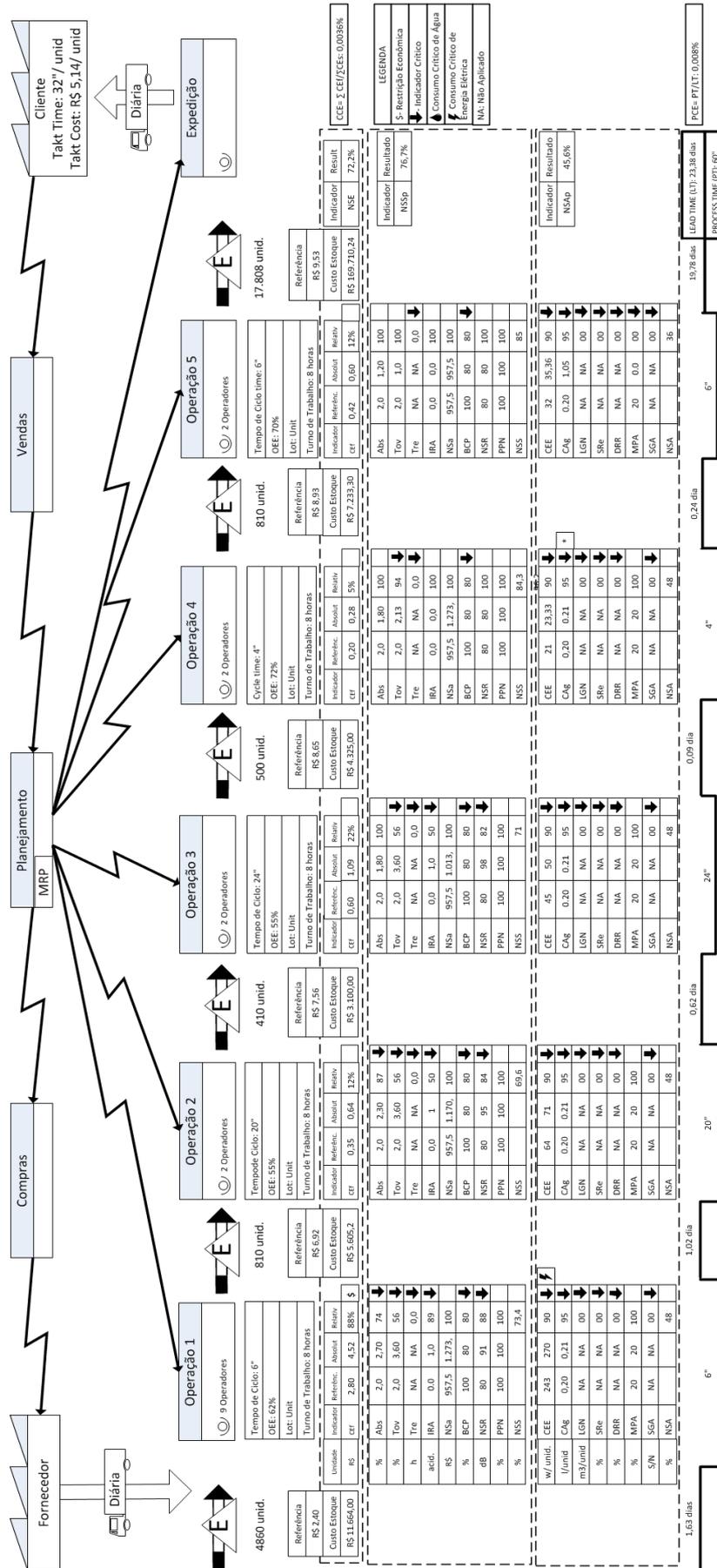


FIGURA 31: SVSM da Empresa B

As operações 1,2,3,4 e 5 apresentam tempo de ciclo e OEE respectivamente de 6", 62%; 20", 55%; 24", 55%; 4", 72%; e 6",70%. O estoque no processo de manufatura no momento da observação foi de 4860 unidades (Matéria Prima), 810 unidades (entre as Operação 1 e 2), 410 unidades (entre as Operação 2 e 3), 500 unidades (entre as Operação 3 e 4), 810 unidades (entre as Operação 4 e 5) e 17.808 unidades (Produtos Acabados). O processo de manufatura trabalha com lote ou bateladas.

Na visão da produção enxuta o processo de manufatura atende a demanda do cliente e desta forma pode ser considerado sustentável. O tempo de ciclo individual de cada operação é menor que o *Takt time*. O processo apresenta um baixo *Process Cycle Efficiency* (PCE= 0.008%) em função do alto nível de estoque ao longo do processo e conseqüentemente alto *lead time*.

Na dimensão econômica foi obtido um *Takt Cost* de R\$ 5,14 por unidade. Este indicador foi determinado considerando o custo das operações e um OEE referência (85%). A análise do custo efetivo das operações (CEf) permitiu identificar uma variação considerada entre as operações, sendo que a operação 1 apresenta o maior custo relativo (88%) em relação ao *Takt Cost* e é considerada a operação restrição da dimensão econômica (\$). O nível de sustentabilidade econômica (NSE) resultante foi de 72,2% e desta forma o processo de manufatura não é considerado sustentável. Isto ocorre em função das operações apresentaram OEE muito inferior ao OEE referência (85%).

Além disso, o processo de manufatura apresentou um *Cost Cycle Efficiency* (CCE=0.0036%) em função do alto nível de estoque. O CCE diferenciou do PCE em função dos diferentes valores atribuídos nos estágios de estoque, ressaltando o produto acabado, do qual o estoque tem um maior custo em relação aos demais estágios.

Nas dimensões sociais e ambientais foi determinado os valores referência para cada indicador do SVSM. Estes valores consideram a localização da empresa e as legislações trabalhistas e ambientais vigentes e foram obtidos por meio de entrevista com os departamentos de RH e gerencia. Todas as operações apresentam os mesmos valores referência para os indicadores sociais (Abs =

2,0%; TOv=2,0%; Tre = NA; IRA=0; NSa= R\$ 957,50; BCP = 100 %; NSR = 80db; PPN = 100%) e para os indicadores ambientais CEE o mesmo varia de acordo como consumo/ referência da produção. Já o indicador CAg (*) a empresa mede o consumo de forma geral, não havendo controle por operação, sendo atribuído o indicador a operação por meio da divisão igualitária para todos. No entanto, a operação 4 é a operação de lavagem de acordo com o *feeling* do avaliador, pode ser considerado como operação crítica.

Quanto aos indicadores (LGN, SRe e DRR) a empresa não efetua medição, não sendo possível, qualquer avaliação. O indicador MPA o valor de referência é igual a todas as operações, devido os objetivos em comum. A empresa não possui um sistema de gestão ambiental, desta forma o resultado do mesmo em todas as operações foi (0,0).

A análise dos indicadores sociais permitiu identificar que a operação 2 apresenta o menor nível de sustentabilidade social de todo o processo que é de 76,7%, e desta forma o processo é considerado não sustentável. Nas operações 1,2 e3 apresentaram valores inferiores em relação à referência para os indicadores de Absenteísmo (Abs), *Turnover* (TOv), (IRA) e BCP.

O local de trabalho apresenta um alto nível de ruído e no período de avaliação houve um acidente de trabalho com afastamento. A operação 2 é considerada a restrição (↓) da dimensão social por apresentar o menor nível de sustentabilidade entre as operações (NSS= 69,6%). Isto ocorreu principalmente pelo alto índice de absenteísmo (2,3%) em relação ao valor referência (2,0%) e de *Turnover* (3,6%), houve a ocorrência de um acidente com afastamento e alto nível de ruído.

A análise dos indicadores ambientais destaca que a operação 1 apresenta o maior consumo de energia do processo de manufatura e desta forma é considerada a restrição do consumo de energia.

O nível de sustentabilidade ambiental do processo é de 45,6% e desta forma o processo é considerado não sustentável. Todas as operações apresentaram consumo de água e energia superior em relação ao valor referência.

O indicador MPA apresentou valor de 0,0% para a operação 5 devido a mesma utilizar somente matéria prima de 1° uso. A empresa tem uma grande oportunidade de se desenvolver na dimensão ambiental, sendo que a mesma não possui os indicadores (LGN, SRe, DRR e SGA). Não havendo a mensuração da emissão de gases, controle, segregação e rastreabilidade de resíduos e tão pouco o sistema de gestão ambiental implantado.

5.3.3. APLICAÇÃO DE ILUSTRAÇÃO NA EMPRESA C

Na empresa C, a aplicação do SVMS foi a um processo de fabricação de cosméticos. Esta empresa foi escolhida porque já tem um sistema de gestão consolidada nas áreas de fabricação e de sustentabilidade (ISO 9000, ISO 14000 e OHSAS 18000). O processo de fabricação é caracterizado como *Flow Shop* e que apresenta um volume elevado e baixa variedade de produtos. A demanda do cliente é 14.400 unidades por dia e a empresa trabalha 8 horas por dia, o que resulta em um *Takt time* de 2 segundos por unidade. A sequência das operações do processo é apresentada na Figura 32.



FIGURA 32: Sequência de processo Empresa C

Na Figura 33 são apresentados os resultados coletados junto ao chão de fábrica por meio do SVSM.

As operações 1, 2, 3 e 4, respectivamente, têm tempo de ciclo e OEE igual a 0,12", 80%; 0,25", 80%; 0,8", 72%; 0,23", 82%. O estoque no processo de fabricação foi de 500.000 unidades (matéria-prima), 10.000 unidades (entre as operações) e 200.000 unidades (produtos acabados).

O processo de fabricação é programado pelo fluxo de uma peça. Analisando-se o VSM tradicional (*Lean Manufacturing*), o processo de fabricação é capaz de atender a demanda do cliente e, portanto, pode ser considerado sustentável.

O tempo de ciclo individual para cada operação é abaixo do *Takt time* de 2 segundos por unidade. O processo tem uma eficiência de ciclo de baixa (PCE = 0,000028%) em função do alto nível de estoque no processo e, conseqüentemente, alto *lead time*.

Na dimensão econômica, o processo tem um *Takt Cost* de R\$ 4,19 por unidade. Este indicador foi determinado considerando o custo das operações e uma referência de eficiência OEE de (85%).

A análise do Custo Efetivo (CEf) das operações permitiu indicar que o processo tem uma baixa variação entre as operações, e a operação 1 tem o maior custo relativo (29%). Assim, a operação pode ser considerada uma operação de restrição na dimensão econômica. O nível da sustentabilidade econômica do processo (NSE) foi de 92,3% e, assim, o processo de fabricação não é considerado sustentável.

Além disso, o processo de fabricação tem um baixo *Cost Cycle Efficiency* (CCE = 0,0004%) devido ao alto nível de estoque. O CEE avalia o custo de estoque durante todo o processo.

Esta característica não é observada na análise tradicional do VSM, pois o PCE avalia o estoque em todo o processo considerando somente o tempo e não o custo do estoque de acordo com a evolução do processo.

Para avaliar as dimensões sociais e ambientais foi necessário determinar os valores de referência para cada indicador SVSM. Esses valores consideram localização da empresa e as leis trabalhistas e ambientais existentes. Eles foram obtidos por meio de entrevistas com RH (Recursos Humanos) e

departamentos como a gerência da produção. Todas as operações têm os mesmos valores de referência para os indicadores sociais (Abs = 2,0%; TOV = 1,8%; Tre = 4h; IRA = 0 acidentes; NSa = R\$ 1.100,00; BCP = 100%; NSR = 80db; PPN = 100%) e quanto aos indicadores ambientais (DRR = 100%, MPA = 20%; SGA = 100%). Para os indicadores (CEE, CAg, LGN e SRe) os valores variam conforme o consumo teórico das operações.

A análise dos indicadores sociais identificou que o nível de sustentabilidade social do processo (NSS) é de 93% e, portanto, o processo não é considerado sustentável.

Todas as operações têm valores de absenteísmo (Abs) *Turnover* (TOV) e Proporção de Produção Nacional (PPN) menor quando comparação com a referência. Operação 3 tem o menor nível de sustentabilidade (NSS = 90%) e, portanto, considerada a operação de restrição da dimensão social. Isto se deu em função do alto índice de *Turnover* (TOV = 3,1%) em relação ao valor de referência (TOV = 1,8%).

A análise de indicadores ambientais mostra que a operação 3 tem o maior consumo de água e energia no processo de fabricação e, portanto, considerada as restrições de operação no consumo de água e consumo de energia.

O nível de sustentabilidade ambiental do processo (NSAp) é de 97,8% e, assim, o processo não é considerado sustentável. Todas as operações têm maior consumo de energia em comparação com o valor de referência. O indicador PPN mostrou valores críticos para as operações de 2, 3 e 4.

O processo de fabricação não apresentou uma operação de restrição em relação ao nível de sustentabilidade devido à pequena oscilação dos valores entre as operações (97-99%).

Apesar do processo de manufatura da empresa C seja sustentável, considerando apenas o tempo do ciclo (*Lean Manufacturing*), o processo se destaca por apresentar níveis de sustentabilidade econômica, social e ambiental superiores em relação às empresas A e B, com mais de 92%.

Na Tabela 6 é apresentado um resumo da avaliação do nível de sustentabilidade nas empresas aplicadas. É possível observar que a avaliação do processo de manufatura em todas as empresas avaliadas, identificaram restrições do processo de acordo com a dimensão avaliada. Possibilitando assim a visualização de oportunidades de melhoria nos indicadores mais críticos do processo.

TABELA 6: Resumo da Aplicação do SVSM nas empresas A, B, C

Empresa	Lean Manufacturing		Dimensão Econômica			Dimensão Social		Dimensão Ambiental			
	Tempo Ciclo Takt Time	PCE	Restrição Econômica	NSE	CCE	Restrição Social	NSSp	Restrição Água	Restrição Energia	Restrição Ambiental	NSAp
A	10" / 11"	0,020%	Operação 2	80.6%	0.00009%	Operação 1	88,40%	Operação 2	Operação 2	Operação 1	78,50%
B	24" / 32"	0,008%	Operação 1	72.2%	0.0036%	Operação 2	76,76%	Não Aplicado	Operação 1	Operação 5	45,60%
C	0,25" / 2"	0,00003%	Operação 1	92,30%	0,0004%	Operações 1 e 4	93%	Operação 3	Operação 3	Operações 2 e 3	97,80%

É possível evidenciar uma diferença acentuada nos níveis de sustentabilidade das três dimensões (econômica, social e ambiental), quando comparado às três empresas.

A empresa C é a que possui os melhores indicadores, devido ao sistema de gestão consolidada nas áreas de fabricação e de sustentabilidade (ISO 9000, ISO 14000 e OHSAS 18000), as oportunidades encontradas devem ser trabalhadas no detalhe.

Quanto à empresa A precisa ter direcionadas as suas ações para a dimensão ambiental na qual existe indicador LGN que não é controlado e na econômica embora exista um controle de estoque e custo na empresa, é necessário a melhoria da eficiência do processo.

A empresa B é a que apresenta o maior número de oportunidades de melhoria, em destaque a dimensão ambiental que não mensura vários indicadores, e principalmente, não possui um SGA. Na dimensão econômica, as operações apresentam vários pontos de desperdícios que impactam em sua eficiência.

Na Tabela 7 são apresentadas várias ações de melhorias de acordo com as oportunidades demonstradas por meio da avaliação do SVSM.

TABELA 7: Oportunidade de melhoria evidenciada pelo SVSM nas empresas A, B, C

Ação	Empresa	Indicador Crítico	Dimensão	Oportunidades de Melhoria
1	A; B; C	PCE; CCE	<i>Lean Manufacturing</i> ; Dimensão Econômica	A melhoria no indicador PCE pode ser obtida por meio da redução do volume de estoque durante o processo. O estoque de matérias-primas e produtos podem ser reduzidos. Para isto é necessário aumentar a frequência de entregas (fornecedores e clientes) e implementar um sistema de produção puxada. A redução do nível <i>WIP (work in process)</i> é obtida por meio da ponderação de tempo e eficiência das operações e implementando de sistemas <i>Kanban</i> .
2	A; B; C	OEE; ECo	<i>Lean Manufacturing</i> ; Dimensão Econômica	O indicador OEE pode ser melhorado com o aumento dos três índices que o compõe, por meio da redução dos defeitos (Six Sigma e ferramentas da qualidade) aumento da disponibilidade dos equipamentos (TPM), redução dos tempos de <i>set-up</i> (ferramentas SMED) e melhoria dos tempos de ciclo do processo (Método e Tempo de medição - Ferramentas MTM).
3	A; B; C	Eco	Dimensão Econômica	Além de melhorar OEE (Ação 2), a melhoria do indicador de CEf pode ocorrer por meio da redução do custo de operação (COp). A redução do custo de operação ocorre por meio da redução do tempo de ciclo, ou reduzindo os custos diretos, indiretos da instalação.
4	A; B,C	Abs; Tov	Dimensão Social	Para melhorar os indicadores Abs e TOV é necessário desenvolver ações em conjunto com o departamento de Recursos Humanos da empresa. Essas ações estão diretamente relacionadas com a melhoria do ambiente de trabalho e motivação dos funcionários.
5	A; B	IRA; NSR	Dimensão Social	Para melhorar os indicadores IRA e NSR é necessário desenvolver ações com o departamento de segurança do trabalho da empresa. Essas ações estão diretamente relacionados com a redução de acidentes e níveis de ruído nas operações de restrições.
6	B	BCP	Dimensão Social	Para melhorar o indicador BCP é necessário aumentar o nível de benefícios, comissão e o programa de participação do lucro de acordo com os valores utilizados para determinar o BCP referência.
7	B	LGN; SRe; DRR	Dimensão Ambiental	Para melhorar o indicador LGN, SRe e DRR é necessário implementar um sistema de medição das emissões de gases nocivos e segregação de resíduos no processo de fabricação. Para assim gerenciar a ação de descarte e rastreabilidade dos mesmos.
8	B	SGA	Dimensão Ambiental	Para melhorar o indicador SGA é necessário implementar um sistema de gestão ambiental no processo de fabricação (por exemplo, ISO 14000).
9	A	CEE	Dimensão Ambiental	O consumo de energia elétrica na operação 2 ocorre por causa da utilização de resistências elétricas para a fusão da matéria-prima. Uma das soluções seria a instalação de mantas térmicas para evitar a dissipação do calor.
10	B	CEE	Dimensão Ambiental	O consumo de energia se concentra na operação 1 que está relacionado ao grande atrito gerado no processo e a utilização de equipamentos de baixa eficiência energética (antigos). A ação sugerida seria um estudo de viabilidade econômica justificando a renovação tecnológica dos equipamentos.
11	A	CAG	Dimensão Ambiental	O consumo de água da operação 2 é crítica devido ao grande volume de água utilizada para o arrefecimento do processo ocasionando uma perda consideradano por meio da evaporação, condensação e vazamentos existentes. Deste modo, a oportunidade para a melhoria é no isolamento térmico e a manutenção preventiva sobre a tubulação.
12	B	CAG	Dimensão Ambiental	A operação 4 utiliza um grande volume de água para a limpeza, que é descartado no fim da operação. Assim, uma ação de melhoria seria o desenvolvimento de um sistema captação, filtragem e a reutilização da mesma água.

6. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O propósito deste capítulo é o de apresentar as conclusões obtidas a partir do desenvolvimento de um método de Avaliação no Nível de Sustentabilidade em processos de manufatura, assim como suas limitações. Posteriormente são apresentadas sugestões para trabalhos futuros.

6.1. CONCLUSÃO

Na pesquisa realizada foi possível identificar que os indicadores de desempenho relacionados à manufatura evoluíram ao longo dos anos até a obtenção da manufatura sustentatável.

Quanto aos indicadores de sustentabilidade encontrados na literatura, conclui-se que os mesmos podem ser agrupados dentro de cada dimensão, conforme:

- Na dimensão econômica, conclui-se que os indicadores estão associados a dois grupos, sendo o primeiro a gestão de custos por meio do método de custeio e o segundo por meio da gestão de vendas.

- Na dimensão ambiental, os indicadores estão associados aos grupos da gestão ambiental por meio de procedimentos e boas práticas e ao grupo dos indicadores relacionados ao ciclo de vida dos produtos e a cultura dos 3R's.

- Na dimensão social, conclui-se que os indicadores estão associados aos interesses dos empregados e um grupo destinado às demais partes interessadas, destacando as ações junto a comunidade em que esta inserida.

Ao se comparar os modelos DJSI, GRI e Ethos foi possível concluir com relação à dimensão econômica: O DJSI direciona seus indicadores para um ambiente estratégico com ações corporativas; O GRI direciona seus indicadores econômicos para atender a necessidade de seus *stakeholders*; O Ethos não aplica os indicadores econômicos de forma direta.

Com relação a dimensão social é possível concluir: o instituto Ethos relaciona seus indicadores para a responsabilidade, de forma que a empresa realize

ações além de suas obrigações no cumprimento da legislação vigente; o GRI estratifica seus indicadores de acordo com relação a práticas e iniciativas dos postos de trabalho, direitos humanos, comunidade em que esta inserida e responsabilidade pelo produto oferecido; o DJSI, direciona seus indicadores para o desenvolvimento humano de forma a reter talentos e promover a filantropia.

Quanto a dimensão ambiental conclui-se que os indicadores encontrados nos três modelos se convergem mais que nas outras dimensões, salvo algumas divergências: o DJSI avalia a existência de um responsável pelo departamento no quesito ambiental; O GRI se preocupa com o volume de resíduos gerados e consumo de recursos; O Ethos trata os indicadores apenas como apoiadores para alcançar os indicadores sociais.

Com relação aos modelos de sustentabilidade que utilizam o VSM como base, conclui-se que o conceito de sustentabilidade no processo de manufatura por meio da integração do VSM e indicadores de sustentabilidade foi recentemente discutidos na literatura, a exemplificar por Kuhlman et al. (2011) no desenvolvimento do VSM Extendido e Faulkner e Badurddin (2014) no desenvolvimento do Sus-VSM.

Os modelos VSM Extendido e Sus-VSM trazem um conjunto de indicadores associados às dimensões econômicas, sociais e ambientais, que, juntamente com os indicadores tradicionais de VSM visam avaliar os processos de manufatura e assim, gerar ações de melhoria contínua (*Kaizen*) para desenvolver processos de manufatura sustentável.

No entanto, conclui-se que o modelo proposto é uma evolução dos modelos existentes por apresentar a integração de indicadores que contribui para uma avaliação mais extratificada de cada dimensão: Na dimensão econômica o modelo VSM- Sus utiliza somente a relação entre tempo de processamento e *lead time* resultando no PCE fornecido pelo VSM tradicional. Já o modelo proposto apresenta o custo por operação, o custo efetivo de cada operação considerando sua eficiência, custo de estoque e um novo conceito de indicador CCE.

Na dimensão social e ambiental, o VSM tradicional não apresenta nenhum indicador, e comparado aos indicadores apresentados pelo VSM-Sus é possível concluir que o SVSM incluiu indicadores sociais relacionados a: absenteísmo, *turnover*, horas de treinamento, nível de acidentes, benefícios, salários, proporção de produção nacional. E quanto aos indicadores ambientais, além dos indicadores de consumo utilizados pelo VSM-Sus o SVSM incluiu os indicadores associados ao: volume de liberação de gases nocivos, segregação de disposição dada aos resíduos, e a obtenção de um sistema de gestão ambiental.

A aplicação do SVSM identificou a necessidade de maiores esforços por parte do avaliador na obtenção dos dados quando se compara a um VSM tradicional. Isso ocorre devido às informações relacionadas com as dimensões econômicas, sociais e ambientais não serem monitoradas no processo de manufatura, mas sim por outros departamentos, como contabilidade, recursos humanos, segurança do trabalho e gestão ambiental.

A análise dos estudos de caso permitiu identificar características de cada processo que pode ser considerado no modelo de avaliação de melhoria dos processos de manufatura sustentáveis, tais como: modelo de processo, volumes de estoque, tipos de operação/ posto de trabalho, gestão de indicadores. Todos os casos eram sustentáveis numa visão a demanda do cliente (*Takt Time*), mas não sustentável nas dimensões econômicas, sociais e ambientais.

O uso do *Takt Cost* e do OEE contribuiu para identificar novas oportunidades de melhoria com relação ao VSM tradicional, de forma a ilustrar o procedimento de avaliação da sustentabilidade econômica do processo de manufatura.

A identificação da operação com maior custo contribuiu para o desenvolvimento de ações de melhoria pontuais. No entanto, o uso do custo de estoque não contribuiu para identificar o alto volume de estoque no processo, pois os indicadores tradicionais do VSM (PCE) já evidenciam. Porém o diferencial do indicador CCE contribuiu para identificar que quanto maior o

estoque de produtos acabados, menor será a eficiência de custo, sugerindo assim manter os estoques no estado de matéria prima.

Na dimensão social, a utilização de indicadores de absenteísmo e *turnover* contribuíram para identificar características distintas entre as operações do processo e, embora normalmente são considerados indicadores de referência gerais da empresa. A sua análise no contexto das operações permitiu identificar operações que não estão atingindo estes valores de referência.

Quanto aos indicadores IRA (Índice Relativo de Acidente) e NSR (Nível de Ruído na Operação) contribuíram para indicar as operações que são críticas em relação à segurança. No entanto, os indicadores atuais do SVSM não são suscetíveis à avaliação da motivação para o trabalho e fatores relacionados com o desenvolvimento das pessoas e da comunidade em que a empresa opera.

A utilização de indicadores de consumo de recursos naturais nas operações (água e energia) para avaliar a dimensão ambiental, contribuiu para identificar no processo quais são as operações restrições e isso permitiu o desenvolvimento de ações de melhoria eficientes e direcionadas.

Destaca-se que os indicadores propostos no SVSM não contribuem para à análise do ciclo de vida dos produtos no processo, nem para identificar as características da cadeia de suprimentos.

No geral, destaca-se que o modelo SVSM traz uma avaliação da sustentabilidade do processo de manufatura com base em valores de referência fixados pela própria empresa ou do segmento a que a mesma pertence e, portanto, não permite comparações entre processo de manufatura de empresas diferentes.

Conclui-se por último, que o desenvolvimento de parâmetros de referência para os indicadores de sustentabilidade deve ser um caminho a ser adotada para pesquisas futuras. Da mesma forma, é necessário um aprofundamento das discussões sobre a correlação entre os grupos de indicadores.

6.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Considerando que o objetivo deste trabalho é desenvolver um método de avaliação do nível de sustentabilidade em processos de manufatura, existem, a partir dele, inúmeras oportunidades para trabalhos futuros. Destacam-se entre elas:

- aplicar o método em outras empresas de diversos segmentos, a fim de identificar novas oportunidades quanto ao nível de sustentabilidade que cada uma apresenta.
- desenvolver parâmetros de referência para os indicadores de sustentabilidade utilizados, a fim de tornar um método de comparação entre empresas.
- desenvolver indicadores de sustentabilidade que possam ser expandidos para a análise do ciclo de vida, que envolvam as funções da logísticas (suprimento físico e distribuição física).
- Incorporar ao método uma ferramenta que permita coletar dados quanto ao nível de motivação dos empregados sem a sua exposição dos mesmo no momento de aplicação do SVSM.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 9001: Requisitos para sistemas de gestão da qualidade. Rio de Janeiro, 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 50001: Sistema de gestão de energia: requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro, 2011.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 18801: Requisitos para sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho. Rio de Janeiro, 2010.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001: Requisitos com orientações para uso de sistemas de gestão ambiental. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 26000: Diretrizes para a responsabilidade social. Rio de Janeiro, 2004.

ACEITUNO, J. V. F.; ARIZA, L. R.; SÁNCHEZ, I. M. G. Is integrated reporting determined by a country's legal system? Na exploratory study, *Journal of Cleaner Production*, v. 44, p.45-55, 2012.

AGARWAL, R.; GREEN, R.; BROWN, P.J.; TAN, H.; RANDHAWA, K. Determinants of quality management practices: An empirical study of New Zealand manufacturing firms, *International Journal Production Economics*, v. 142, p.130-145, 2013.

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, p.141-148, 2013.

AKENJI, L. Consumer scapegoatism and limits to green consumerism, *Journal of Cleaner Production*, v. 63, p.13-23, 2013.

ALBINO, V.; DANGELICO, R.M.; PONTRANDOLFO, P. Do inter-organizational collaborations enhance a firm's environmental performance? a study of the largest U.S. companies, *Journal of Cleaner Production*, v.37, p.304-315, 2012.

ALMEIDA, C.M.V.B; SANTOS, A.P.Z.; BONILLA, S.H.; GIANNETTI, B.F.; HUISINGH, D. The roles, perspectives and limitations of environmental accounting in higher educational institutions: an emergy synthesis study of the engineering programme at the Paulista University in Brazil, *Journal of Cleaner Production*, v.52, p.380-391, 2013.

ALMEIDA, J.R.; MELLO, C. dos S.; CAVALCANTI, Y. *Gestão Ambiental: Planejamento, Avaliação, Implantação, Operação e Verificação*, Rio de Janeiro: Thex Editora, 2005.

ALTENFELDER, Ruy. *Desenvolvimento Sustentável*. *Gazeta Mercantil*. São Paulo: A3, 06 maio 2004.

ÁLVAREZ, I. G.; LORENZO, J. M. P.; SÁNCHEZ, I. M. G. Corporate social responsibility and innovation: a resource-based theory, *Management Decision*, v..49, n.10, pp. 1709-1727, 2011.

ARAÚJO, G.C.; PIMENTA, H.C.D.; REIS, L.M.M.; CAMPOS, L.M.S. Diagnosis of sustainability in the Brazilian city of Touros: An application of the barometer of sustainability, *Holos*, ano 29, v. 2, 2013.

ARIFIN, K.; AIYUB, K.; AWANG, A.; JAH, J.M.; ITENG, R. Implementation of Integrated Management System in Malaysia: the level of organization's understanding and awareness, *European Journal of Scientific Research*, v.31, n. 2, p.188-195, 2009.

ARTIACH, T.; LEE, D.; NELSON, D.; WALKER, J. The determinants of corporate sustainability performance, *Accounting and Finance*, v. 50 (1), p. 31-51, 2010.

ASHLEY, P.A.; *Ética e responsabilidade social nos negócios*, 2ªed, São Paulo: Saraiva, 2005.

Azapagic, A. Developing a framework for sustainable development indicators of the mining and minerals industry, *Journal of Cleaner Production*, v. 12, p. 639-662, 2004.

BARTELMUS, P. Use and usefulness of sustainability economics, *Ecological Economics*, n.69, p. 2053-2055, 2010.

BASSETTO, L.I. Sustainability bussiness: a study based on the 2005 report of the Paraná state energy management company COPEL, *Gest. Prod.*, São Carlos, v.17, n°3, p. 639-651, 2010.

BASURKO, O.C.; GABIÑA, G.; URIONDO, Z. Energy performance of fishing vessels and potential savings, *Journal of Cleaner. Production*, v. 54, p.30-40, 2013.

BAUMGARTNER, S.; QUAAS, M. What is sustainability? *Ecol. Econ.* 69, p 445–450. 2010.

BELOE, S.; SCHERER, J.; KNOEPFEL, I. Values for money: reviewing the quality of SRI research, 1 ed., *Sustainability*, London, 2004.

BERNARDO, M; CASADESUS, M.; KARAPETROVIC, S.; HERAS, I. How integrated are environmental, quality and other standardized management systems? An empirical study, *Journal of Cleaner Production*, v. 17, p. 742–750, 2009.

BERNS, M.; TOWNEND, A.; KHAYAT, Z.; BALAGOPAL, B.; REEVES, M.; HOPKINS, M.; KRUSCHWITZ, N. *The Business of Sustainability*. MIT Sloan Management Review, 2012.

BEULKE, R. *Gestão de Custos*. 1ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2009.

BLACK, J.T.; PHILLIPS, D.T. The Lean to Green evolution, *Industrial Engineer*, p. 46-51, 2010.

BLANCO, E. *Green Supply Integration*, Massachusetts Institute of Technology - MIT discute Green Supply Integration. 2011.

BOCKEN, N.M.P.; SHORT, S.W.; RANA, P.; EVANS, S. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes, *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p.42-56, 2013.

BONAVIA, T.; MARIN-GARCIA, J.A. Integrating human resource management into lean production and their impact on organizational performance, *International Journal of Manpower*, vol. 32, n.8, p. 923-938, 2011.

BONFA, Sérgio. Modelo de Excelência da Gestão da FNQ e Normas NBR ISO 9001/ NBR ISO 9001: Modelos Complementares ou Concorrentes. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, Rio de Janeiro, p.4, agosto 2010.

BROWN, A.; AMUNDSON, J.; BADURDEEN, F. Sustainable value stream mapping (Sus- VSM) in different manufacturing system configurations: application case studies, *Journal of Cleaner Production*, v. 85 (2014), p 164-179, 2014.

BRUNDTLAND, G. (Ed.). *Our Common Future: The World Commission on Environment and Development*. Oxford University Press, Oxford, 1987.

BSI. OHSAS 18001: Especificação para Sistemas de Gestão de Saúde Ocupacional e Segurança, Reino Unido, 2007.

BUREAU VERITAS QUALITY INTERNATIONAL (BVQI) Disponível em <<http://www.bvqi.com.br>>. Acesso em 24 out 2014.

BURRITT, R. L.; TINGEY-HOLYOAK, J. Forging cleaner production: the importance of academic-practitioner link for successful sustainability embedded carbon accounting, *Journal of Cleaner Production*, v. 36, p.39-47, 2012.

CASTELLINI, C.; BOGGIA, A.; CORTINA, C.; BOSCO, A.; PAOLOTTI, L.; NOVELLI, E.; MUGNAI, C. A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems, *Journal of Cleaner Production*, v.37, p.192-201, 2012.

CASTKA, P; BALZAROVA, M. A. ISO 26000 and supply chains—On the diffusion of the social responsibility standard. *International Journal of Production Economics*, v. 111, n. 2, p. 274-286, 2008.

CERVELINI, F.M.; SOUZA, M.T.S. A contribution of the Cleaner Production Program to the ISO 14001, Management System: a case study in the metal-mechanic setor. *The flagship research Journal of International Conference of the Production and Operations Management Society*, v.2, n1, January- June 2009.

CES, Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP, Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <<http://ces.fgvsp.br>>. Acesso em: Ago. 2012.

CHAVEZ, R.; GIMENEZ, C.; FYNES, B.; WIENGARTEN, F.; YU, W. International lean practices and operational performance- The contingency perspective of industry clockspeed, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 33, n°5, p. 562-588, 2013.

CHEN, D.; THIEDE, S.; SCHUDELEIT, T.; HERRMANN, C. A holistic and rapid sustainability assessment tool for manufacturing SMEs, in: *CIRP Journal Manufacturing Technology*, v. 63, p. 437-440, 2014.

CHEN, D.; SCHUDELEIT, T.; POSSELT, G.; THIEDE, S. A State-of-the-Art Review and Evaluation of Tools for Factory Sustainability Assessment, 2nd CIRP Global Web Conference, 2013.

CHEN, J.C.; LI, Y.; SHADY, B.D. “From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study”, *International Journal of Production Research*, v. 48, n. 4, p. 1069-86, 2010.

CHENG, C. C. J.; YANG, C.; SHEU, C. The link between eco-innovation and business performance: a Taiwanese industry context, *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p.81-90, 2013.

CHENG, Y.; SAMI, F.; JOHANSEN, J. Manufacturing network evolution: a manufacturing plant perspective, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 31, n.12, p. 1311-1331, 2011.

CHI, T.; KILDUFF, P.P.D.; GARGEYA, V.B. Alignment between business environment characteristics, competitive priorities, supply chain structures, and firm business performance, *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 58, n. 7, p. 645- 669, 2009.

CHIAVENATO, I. *Gestão de Pessoas: o novo papel de recursos humanos nas organizações*, 3ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

CHOWDARY, B.V.; GEORGE, D. Improvement of manufacturing operations at a pharmaceutical company: A lean manufacturing approach, *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 23, n.1, p.56-75, 2012.

CHRISTMAN, P. Effects of “Best Practices” of Environmental Management on Cost Advantage: The Role of Complementary Assets, *Academy of Management Journal*, v.43, p 663-680, 2000.

CLANCY, G.; FRÖLING, M.; SVANSTRÖM, M. Changing from petroleum to wood-based materials: critical review of how product sustainability characteristics can be assessed and compared, *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p.372-385, 2013.

CLAUDIO, D.; KRISHNAMURTHY, A. “Kanban-based pull systems with advance demand information”, *International Journal of Production Research*, v. 47, n. 12, p. 3139-3160, 2009.

COETZEE, M.; MITONGA-MONGA, J.; SWART, B. Human resource practices as predictors of engineering staff’s organisational commitment, *SA Journal of Human Resource Management*, v. 12, p. 1- 9, 2014.

CORAL, E. *Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial*. 2002. 282f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2002. Savitz, A., & Weber, K. (2007). *The Triple Bottom Line*. San Francisco: Jossey-Bass.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N. *Just in time, MRP II e OPT*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. Administração de Produção e Operações. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CRABBÉ, A.; JACOBS, R.; HOOF, V. V.; BERGMANS, A.; ACKER, K. V. Transition towards sustainable material innovation: evidence and evaluation of the Flemish case, *Journal of Cleaner Production*, v. 56, p.63-72, 2012.

CROOM, S. Topic issues and methodological concerns for operations management research. Eden Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management. Bruxelas, 2005.

CRUZ, L.B.; PEDROZO, E.A.: Corporate social responsibility and green management: Relation between headquarters and subsidiary in multinational corporations, *Management Decision*, vol. 47, n°7, 2009, p. 1174-1199.

CUCEK, L.; KLEMES, J. J.; KRAVANJA, Z. A Review of Footprint analysis tools for monitoring impacts on sustainability, *Journal of Cleaner Production*, v. 34, p. 9-20, 2012.

CUTHILL, M. Strengthening the “Social” in Sustainable Development: Developing a Conceptual Framework for Social Sustainability in a Rapid Urban Growth Region in Australia, *Sustainable Development*, v8, p. 362-373, 2010.

DAFT, R. L. Organizações: teorias e projetos. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.

DAYLI, B. F.; BISHOP, J. W.; MASSOUD, J. A. The role of training and empowerment in environmental performance, *International Journal Operation Production Management*, v.32, n. 5, p.631-647, 2011.

DANIS, A. Barometer of Sustainability, in: *Developing Ideas*, International Institute for Sustainable Development, v. 9, p. 1, 1997.

DARNALL, N.; HENRIQUES, I.; SADORSKY, P.: Do environmental management systems improve business performance in an international setting?, *Journal of International Management*, v.14, p. 364-376, 2008.

DECREMER, A.; SMOLDERS, C.; VANDERSTRAETEN, A.; CRISTIAENS, J. The impact of institutional pressures on employee performance management systems in higher education in the low countries, *British Journal of Management*, v.23, p. 88- 103, 2012.

DEJOURS, C. A Loucura no trabalho: estudo de trabalho. 5ed. São Paulo: Cortez Oboré, 1992.

DELAI, I.; TAKAHASHI, S. Corporate sustainability in emerging markets: insights from the practices reported by the Brazilian retailers, *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p. 211-221, 2012.

DELIVAND, M. K.; BARZ, M.; GHEEWALA, S. H.; SAJJAKULNUKIT, B. Environmental and socio-economic feasibility assessment of rice straw conversion to power and ethanol in Thailand, *Journal of Cleaner Production*, v. 37, p.29-41, 2012.

DIAS, T. F.; FERNANDES, F. C. F.; GODINHO FILHO, M. Uma metodologia baseada em indicadores de desempenho para avaliação da implantação da Manufatura Enxuta: proposta e estudo de caso. *Gestão Industrial*, v. 4, n. 2, p. 104-122, 2008

DJSI. Dow Jones Sustainability Indexes, 2011. Disponível em: <http://www.sustainability-index.com/07_html/publications/guidebooks.html>. Acesso em: maio 2013

DOMENEGHETTI, D. Ativos intangíveis: Como sair do deserto competitivo dos mercados e encontrar um oásis de valor e resultados para sua empresa. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

DOLMAN, M. A.; SONNEVELD, M. P. W.; MOLLENHORST, H.; BOER, I. J. M. Benchmarking the economic, environmental and societal performance of Dutch dairy farms aiming at internal recycling of nutrients, *Journal of Cleaner Production*, v. 75, p. 1-8, 2014.

DONG, S.; BURRITT, R.; QIAN, W. Salient stakeholders in corporate social responsibility reporting by Chinese mining and minerals companies, *Journal of Cleaner Production*, v.84, p. 1-11, 2014.

DOYLE, R.; DAVIES, A. R. Towards sustainable household consumption: exploring a practice oriented, participatory backcasting approach for sustainable home heating practices in Ireland, *Journal of Cleaner Production*, v.48, p.260-271, 2012.

DUES, C.M.; TAN, K.H.; LIM, M. Green as the new Lean: how to use Lean practices as a catalyst to greening your supply chain, *Journal of Cleaner Production*, v. 40, p. 93-100, 2013.

DUVENAGE, I.; LANGSTON, C.; STRINGER, L. C.; DUNSTAN, K. Grappling with biofuels in Zimbabwe: depriving or sustaining societal and environmental integrity?, *Journal of Cleaner Production*, v. 42, p.132-140, 2012.

EATOCK, J.; DIXON, D.; YOUNG, T. "An exploratory survey of current practice in the medical device industry", *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n. 2, pp. 218-34, 2009.

ECCLES, R. G.; IOANNOU, I.; SERAFEIM, G. The impact of a Corporate Culture of Sustainability on Corporate Behavior and Performance, Harvard Business School, 2011.

ELKINGTON, J. Towards The Sustainable Corporation: Win-Win-Win Business Strategies for Sustainable Development, *California Management Review*, p. 90-100, 1997.

ELKINGTON, J. *Canibais com garfo e faca*. São Paulo: Makron Books, 2001.

European Commission, 2009. Sustainable development in the European Union: 2009 monitoring report of the EU sustainable development strategy, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-78-09-865/EN/KS-78-09-865-EN.PDF, último acesso: 15.10.2014

FAULKNER, W.; BADURDEEN, F. Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance, *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 8- 18, 2014.

FAULKNER, W.; TEMPLETON, W.; GULLETT, D.; BADURDEEN, F. Visualizing sustainability performance of manufacturing systems using sustainable value stream mapping (SUS-VSM). In: *Proceedings of the 2012 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM)*, Istanbul, Turkey, July 3-6, 2012.

FERRER, G. Sustainability: What Does it Mean for the Operations Manager? *Journal of Operations and Supply Chain Management*, v. 1(2), p. 1-16, 2008.

FILIPPINI, R. Operations management research: some reflection on evolution, models and empirical studies in OM, *International Journal of Operations and Production Management*, v. 17, n. 7, p. 655-670, 1997.

FLUMERFELT, S.; SIRIBAN-MANALANG, A.B.; KAHLEN, F.J. Are agile and lean manufacturing systems employing sustainability, complexity and organization learning?, *The Learning Organization*, v. 19, n. 3, p. 238-247, 2012.

FONSECA, A.; MCALLISTER, M. L.; FITZPATRICK, P. Sustainability reporting among mining corporations: a constructive critique of the GRI approach, *Journal of Cleaner Production*, v. 84, p. 1-14, 2012.

FOO, K. Y. A vision on the role of environmental higher education contributing to the sustainable development in Malaysia, *Journal of Cleaner Production*, v. 61, p. 6-12. 2013.

FORD, 2007. Ford of Europe's Product Sustainability Index. <http://corporate.ford.com/doc/sr11-ford-of-europe-psi-oecdworkshop.pdf>, último acesso: 15.04.2014.

FORZA, C. Survey research in operations management: a process-based perspective, *International Journal of Operations & Production Management*, v.22, n.2, p152-194, 2002.

FRANCE, A. The Business Case for OEE Systems: The operational and financial return on investment, Idhammar Systems Ltd, 2010.

FREDRIKSSON, P., PERSSON, M. Integrating sustainable development into operations management courses: International Journal of sustainability in high education, Emerald Group Publishing limited, v.12 n.3, 2011.

FREEMAN, R. E.; HARRISON, S. J.; WICKS, C. A.; PARMAR, B.; COLLE, S. Stakeholder Theory. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

FREITAS, A. H. A.; MAGRINI, A. Multi-criteria decision-making to support sustainable water management in a mining complex in Brazil, Journal of Cleaner Production, v. 47, p. 118-128, 2012.

FRIEDMAN, M. The social responsibility of business is to increase its profits. New York Times Magazine, New York, p. 122-126, set. 1970. Disponível em: <<http://www.umich.edu/thecore/doc/Friedman.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

FROSSARD, E. C. H.; MENDONÇA, R. R. S.; PAÇO-CUNHA, E.; ALVES, M. S. Responsabilidade social corporativa: a inserção de um novo elemento na composição do sistema integrado de gestão. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. 25, Porto Alegre, RS, Brasil, anais eletrônicos, p. 1412-1420, 2005

GALERA, A. N.; BERJILLOS, A. R.; LOZANO, M. R.; VALENCIA, P. T. Transparency of sustainability information in local governments: English-speaking and Nordic cross-country analysis, Journal of Cleaner Production, v. 64, p. 495-504, 2013.

GALLARDO-VÁZQUEZ, D.; SANCHEZ-HERNANDEZ, M. I. Measuring Corporate Social Responsibility for competitive success at a regional level, Journal of Cleaner Production, v. 72, p.14-22, 2014.

GALVIS, A.; ZAMBRANO, D. A.; STEEN, N. P.; GIJZEN, H. J. Evaluation of pollution prevention options in the municipal water cycle, Journal of Cleaner Production, v.66, p.599-609, 2013.

GARCÍA-SÁNCHEZ, I. M.; FRÍAS-ACEITUNO, J. V.; RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, L. Determinants of corporate social disclosure in Spanish local governments, *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p. 60-72, 2012.

GAVRONSKI, I.; FERRER, G.; PAIVA, E. "ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits", *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 1, p. 87-94, 2008.

GAVRONSKI, I.; PAIVA, E. L.; TEIXEIRA, R.; de Andrade, M. C. F. ISO 14001 certified plants in Brazil – taxonomy and practices, *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p. 32-41, 2013.

General Motors (GM), 2009. Metrics for Sustainable Manufacturing, http://actionlearning.mit.edu/slab/files/slab_files/Projects/2009/GM,%20report.pdf, último acesso: 14.09.2013.

GERHARDT, T. E.; LOPES, M. J. M.; ROESE, A.; SOUZA, A. A construção e a utilização do diário de campo em pesquisas científicas, *International Journal of Qualitative Methods*, 2005.

GHADIMI, P.; AZADNIA, A.H.; YUSOF, N.M.; MAT SAMAN, M.Z. A weighted fuzzy approach for product sustainability assessment: a case study in automotive industry, *Journal of Cleaner Production*, v. 33, p. 10-21, 2012.

GHINATO, P. Aplicações e inovações. In: ALMEIDA, A.T.; SOUZA, F.M.C. (Ed.). *Produção & competitividade*. Recife: Ed.UFPE, 2000.

GIBBONS, P.M.; BURGESS, S.C. Introducing OEE as a measure of lean six sigma capability, *International Journal of Lean Six Sigma*, v.1, n.2, p. 134- 156, 2010)

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*, 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GLEIBER, J. Market-based governance for sustainability in value chains: conditions for successful standard setting in the palm oil sector, *Journal of Cleaner Production*, v. 56, p. 39-53, 2012.

GOMES, C. M.; KNEIPP, J. M.; KRUGLIANSKAS, I.; ROSA, L. A. B.; BICHUETI, R. S. Management for sustainability in companies of the mining sector: an analysis of the main factors related with the business performance, *Journal of Cleaner Production*, v. 84, p. 1-10, 2013.

GONZÁLEZ-BENITO, J.; GONZÁLEZ-BENITO, O. Operations management practices linked to the adoption of ISO 14001: An empirical analysis of Spanish manufacturers, *International Journal of Production Economics*, v.113, p. 60-73, 2008.

GOODSON, R.E. Read a Plant Fast, in: *Harvard Business Review*, Harvard Business School Publishing Corporation, p. 105-121, 2002.

GOVINDAN, K.; DIABAT, A.; SHANKAR, K. M. Analyzing the drivers of green manufacturing with fuzzy approach, *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 1-12, 2014.

GOYAL, P.; RAHMAN, Z.; KAZMI, A.A. Corporate sustainability performance and firm performance research: Literature review and future research agenda, *Management Decision*, v. 51, n.2, p. 361-379, 2013.

GRI. Global Reporting Initiative, 2013. Disponível em: <http://www.globalreporting.org>. Acesso em: nov. 2013.

GUIA EXAME DE SUSTENTABILIDADE, *Revista Exame*, São Paulo, Ago 2013. Disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame>. Acesso: 17/09/2013.

GUIJT, I.; MOISEEV, A. Resource kit for Sustainability Assessment, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 2001.

HADEN, S. S. P.; OYLER, J. D.; HUMPHREYS, J. H. Historical, practical, and theoretical perspectives on green management, *Management Decision*, v. 47 n. 7, p. 1041-1055, 2009.

HAJMOHAMMAD, S.; VACHON, S.; KLASSEN, R. D.; GAVRONSKI, I. Lean management and supply management: their role in green practices and performance, *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p.312-320, 2012.

HALLGREN, M.; OLHAGER, J. Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes, *International Journal Operational Production Management*, v. 29, p.976-999, 2009.

HALLGREN, M.; OLHAGER, J. Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 29, n.10, p. 976-999, 2014.

HAN, M.Y.; SUI, X.; HUANG, Z.L.; WU, X.D.; XIA, X.H.; HAYAT, T.; ALSAEDI, A. Bibliometric indicators for sustainable hydropower development, *Ecological Indicators*, v. 47, p. 231-238, 2014.

HANIEH, A. A.; ABDELLAL, S.; HASAN, A. Sustainable development of stone and marble sector in Palestine, *Journal of Cleaner Production*, v. 84, p. 1-8, 2013.

HANN, R.; KÜHNEN, M. Determinants of sustainability reporting: a review of results, trends, theory, and opportunities in an expanding field of research, *Journal of Cleaner Production*, v. 59, p. 5-21, 2013.

HERVA, M.; ROCA, E. Review of combined approaches and multi-criteria analysis for corporate environmental evaluation, *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p. 355-371, 2012.

HINES, P.; FOUND, P.; GRIFFITHS, G.; HARRISON, R. *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving*, Innovative Manufacturing Research Centre, Cardiff University, Cardiff, 2008.

HOLWEG, M. "The genealogy of lean production", *Journal of Operations Management*, v. 25, n. 2, p. 420-37, 2007.

HUANG, B.; YANG, H.; MAUERHOFER, V.; GUO, R. Sustainability assessment of low carbon technologies: a case study of the building sector in China, *Journal of Cleaner Production*, v. 32, p. 244-250, 2012.

HUETING, R. Why environmental sustainability can most probably not be attained with growing production, *Journal of Cleaner Production*, v.18, p. 525-530, 2010.

HSU, C. W.; LEE, W. H.; CHAO, W. C. Materiality analysis model in sustainability reporting: a case study at Lite-On Technology Corporation, *Journal of Cleaner Production*, v. 57, p. 142-151, 2013.

HUSSEIN, Mohamed. Controle de custos: 25 princípios para administração estrategicamente. São Paulo: Publifolha, 2002.

HUTCHINS, M.J.; SUTHERLAND, J.W. An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions, *Journal of Cleaner Production*, v. 16, p. 1688-1698, 2008.

HUTCHINS, M.J.; ROBINSON, S.L.; DORNFELD, D. Understanding life cycle social impacts in manufacturing: A process-based approach, *Journal of Manufacturing Systems*, 2013.

IBÁÑEZ-FORÉS, V.; BOVEA, M. D.; PÉREZ-BELIS, V. A holistic review of applied methodologies for assessing and selecting the optimal technological alternative from a sustainability perspective, *Journal of Cleaner Production*, v. 70, p. 259-281, 2014.

INFANTE, C. E. D. C.; MENDONÇA, F. M.; PURCIDONIO, P. M.; VALLE, R. Triple bottom line analysis of oil and gas industry with multicriteria decision making, *Journal of Cleaner Production*, v. 52, p. 289-300, 2013.

INMETRO. ISO 14000: certificações válidas. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/gestao14001/Rel_Certificados_Validos.asp?Chamador=INMETRO14&tipo=INMETROEXT. Acesso em: maio 2012.

Institution of Chemical Engineers (ICHEME). The sustainability metrics: sustainable development progress metrics recommended for use in the process industries, Institution of Chemical Engineers, Warwickshire, 2002.

Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC). Código das melhores práticas de governança corporativa. 3. versão, 2012. Disponível em: <www.ibgc.org.br>. Acesso em: 1 nov. 2013.

INSTITUTO ETHOS. Indicadores Ethos de RSE, 2014. Disponível em: <www3.ethos.org.br>. Acesso em: out. 2014.

IRALDO, F.; TESTA, F.; FREY, M. Is a environmental management system able to influence environmental and competitive performance? The case of the eco- management and audit scheme (EMAS) in the European union, *Journal of Cleaner Production*, v.17, p. 1444-1452, 2009.

JABBOUR, A.B.L.S.; JABBOUR, C.J.C.: Are Supplier selection criteria going green? Case studies of companies in Brazil, *Industrial Management & Data Systems*, v. 109, n. 4, p. 477-495, 2009.

JABBOUR, C. J. C.; JABBOUR, A. B. L. S.; GOVINDAN, K.; TEIXEIRA, A. A.; FREITAS, W. R. S. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing, *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p.129-140, 2012 a.

JABBOUR, C.J.C., SILVA, E.M., PAIVA, E.L., SANTOS, F.C.A. Environmental management in Brazil: is it a completely competitive priority? *Journal of Cleaner Production*, v. 21, p. 11-22, 2012.

JABBOUR, C.J.C.; JABBOUR, A.B.L.S.; TEIXEIRA, A.A.; FREITAS, W.R.S. Adoption of environmental management practices and protection in Brazilian companies: The role of human resource management, Clute Institute International Conference, Roma, Italy, p.111-120, June 2012.

JACKSON, S.E.; RENWICK, D.W.S.; JABBOUR, C.J.C.; MULLER-CAMEN, M. State of the art and future directions for Green Human Resource Management:

Introduction to the Special Issue, German Journal of Research in Human Resource Management, v. 25(2), p. 99-116, 2011.

JACOBS, B.W.; SINGHAL, V.R.; SUBRAMANIAN,R. A empirical investigation of environmental performance and the Market value of the firm, Journal of Operations Management, vol. 28, p.430-441, 2010.

JAWAHIR, I.S.; ROUCH, K.E.; DILLON Jr., O.W.; JOSHI, K.J.; VENKATACHALAM, A.; JAAFAR, I.H. Total life-cycle considerations in product design for manufacture: a framework for comprehensive evaluation, (keynote paper). In: Proc. TMT 2006, Lloret de Mar, Barcelona, Spain, September 2006.

JAYARAM, J.; DAS, A.; NICOLAE, M. Looking beyond the obvious: unraveling the Toyota production system, International Journal Production Economic, v. 128, p. 280-291, 2010.

JENSEN, M.C. Value Maximisation, Stakeholder Theory, and the Corporate Objective function, European Financial Managemet, v.1, n. 3, 2001.

JONG, M.; YU, C.; CHEN, X.; WANG, D.; WEIJNEN, M. Developing robust organizational frameworks for Sino-foreign eco-cities: comparing Sino-Dutch Shenzhen Low Carbon City with other initiatives, Journal of Cleaner Production, v. 57, p. 209-220, 2013.

JOVANE, F.; WESTKAMPER, E.; WILLIAMS, D.J. The ManuFuture Road: Towards competitive and sustainable high-adding-value manufacturing, DOI 10.1007/978-3-540-77012-1, Springer Verlag, Berlin, 2009.

JUNQUERA, B.; BRÍO, J. A.; FERNÁNDEZ, E. Clients' involvement in environmental issues and organizational performance in businesses: an empirical analysis, Journal of Cleaner Production, v.37, p. 288-298, 2012.

JUKNYS, R.; LIOBIKIENE, G.; DAGILIUTE, R. Sustainability of catch-up growth in the extended European Union, Journal of Cleaner Production, v. 63, p. 54-63, 2013.

KHALILI, N. R.; DUECKER, S. Application of multi-criteria decision analysis in design of sustainable environmental management system framework, *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p.188-198, 2012.

KHALILI, N. R.; DUECKER, S.; ASHTON, W.; CHAVEZ, F. From cleaner production to sustainable development: the role of academia, *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p.1-14, 2014.

KING, A.A.; LENOX, M.J.: Lean and green? An empirical examination of the relationship between lean production and environmental performance, *Production and Operations Management*, v. 10, n.3, p. 244-256, 2011.

KISS, B.; MANCHÓN, C. G.; NEIJ, L. The role of policy instruments in supporting the development of mineral wool insulation in Germany, Sweden and the United Kingdom, *Journal of Clean Production*, v. 48, p. 187-189, 2012.

KOCSIS, T. Looking through the dataquadrant: characterizing the humaneenvironment relationship through economic, hedonic, ecological and demographic measures, *Journal of Cleaner Production*, v. 35, p. 1-15, 2012.

KONDOH, S.; MISHIMA, N. Proposal of cause-effect pattern library for realizing sustainable businesses, in: *CIRP Annals- Manufacturing Technology*, v. 60, p. 33-36, 2011.

KOSTEVSEK, A.; KLEMES, J. J.; VARBANOV, P. S.; CUCEK, L.; PETEK, J. Sustainability assessment of the Locally Integrated Energy Sectors for a Slovenian municipality, *Journal of Cleaner Production*, v. 88, p. 1-7, 2014.

KRAEMER, M. E. P.; TINOCO, J.E.P. *Contabilidade e Gestão Ambiental São Paulo: Atlas*, 2004.

KRAJNC, D.; GLAVIC, P. A model for integrated assessment of sustainable development, in: *Resource, Conservation & Recycling*, Elsevier Ltd., v. 43, p. 189-208, 2005.

KRONEMBERGER, D. M. P.; CARVALHO, C. N. de; CLEVELÁRIO JÚNIOR, J. *Indicadores de Sustentabilidade em Pequenas Bacias Hidrográficas: uma*

aplicação do “Barômetro da Sustentabilidade” à Bacia do Jurumirim (Angra dos Reis, RJ). *Revista Geochimica Brasiliensis*, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 86 – 92, 2004.

KUHLANG, P.; EDTMAYR, T.; SIHN, W. Methodical approach to increase productivity and reduce lead time in assembly and production-logistics processes, *Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 4, p. 24-32, 2011.

KURDVE, M.; ZACKRISSON, M.; WIKTORSSON, M.; ULRIKA, H. Lean and greenn integration into production system models- experiences from Swedish industry, *Journal of Cleaner Production*, p. 1-11, 2014

LARGE, R.O.; THOMSEN, C.G. Drivers of green supply management performance: Evidence from Germany, *Journal of Purchasing & Supply Management*, v. 17, p.176-184, 2011.

LASA, I.S.; CASTRO, R.D.; LABURU, C.O. “Extent of the use of Lean concepts proposed for a value stream mapping application”, *Production Planning and Control*, v. 20, n 1,p. 82-98, 2009.

LAUREANI, S.; ANTONY, J. Reducing employees’ turnover in transactional services: a Lean Six Sigma case study, *International Journal of Productivity and Performance Management*, v. 59, n. 7, p. 688-700, 2010.

LEE, J. Y.; KANG, H. S.; NOH, S. D. MAS2: an integrated modeling and simulation-based life cycle evaluation approach for sustainable manufacturing, *Journal of Cleaner Production*, v. 66, p. 146-163, 2014.

LEE, S.; GEUM, Y.; LEE, H.; PARK, Y. Dynamic and multidimensional measurement of product-service system (PSS) sustainability: a triple bottom line (TBL)-based system dynamics approach, *Journal of Cleaner Production*, v. 32, p. 173-182, 2012.

LEVY, D.L.; SZEJNWALD BROWN, H.; de JONG, M. The contested politics of corporate governance the case of the global reporting initiative, *Business & Society*, v. 19(1), p. 88-115, 2010.

LIEW, W. H.; HASSIM, M. H.; NG, D. K. S. Review of evolution, technology and sustainability assessments of biofuel production, *Journal of Cleaner Production*, v. 71, p. 11-29, 2014.

LIKER, J.K. *The Toyota Way*, Swedish Translation by Erkelius, L. Liber, Malmö, Sweden. (Original edition published 2004), Ed. 1:1, 2009.

LIN, S.C.; LIN, J.S.J.; LIN, Y.F. Human resource management practices affecting organizational commitment: A study on CEO's transformational leadership, *African Journal of Business Management*, v. 6, p. 6575- 6586, 2012.

LIN, H.; ZENG, S. X.; QI, G. Y.; TAM, V. W. Y. Can political capital drive corporate green innovation? Lessons from China, *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 63-72, 2013.

LOREK, S.; SPANGENBERG, J. H. Sustainable consumption within a sustainable economy e beyond green growth and green economies, *Journal Cleaner Production*, v. 63, p. 33-44, 2013.

LOUREIRO, S. M. C.; SARDINHA, I. M. D.; REIJINDERS, L. The effect of corporate social responsibility on consumer satisfaction and perceived value: the case of the automobile industry sector in Portugal, *Journal of Cleaner Production*, v. 37, p. 172-178, 2012.

LOURENÇO, I. C.; BRANCO, M. C. Determinants of corporate sustainability performance in emerging markets: the Brazilian case, *Journal of Cleaner Production*, v. 57, p. 134-141, 2013.

LOZANO, R. Sustainability inter-linkages in reporting vindicated: a study of European companies, *Journal of Cleaner Production*, v. 51, p 57-65, 2013.

LU, Y.; ABEYSEKERA, I. Stakeholders' power, corporate characteristics, and social and environmental disclosure: evidence from China, *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 426-436, 2013.

LUBIN, A. D.; ESTY, C. D. *The Sustainability Imperative*, Harvard Business Review, 2010.

LUCEY, J.; BATEMAN, N.; HINES, P. "Why major lean transitions have not been sustained", *Management Services Journal*, v. 49, n. 2, p. 9-13, 2005.

LUMMUS, R.R.; VOKURKA, R.J.; RODEGHIER, B. "Improving quality through value stream mapping: a case study of a physician's clinic", *Total Quality Management and Business Excellence*, v. 17, n. 8, p. 1063-1075, 2006.

LUNA, J. L. M.; AYERBE, C. G.; TORRES, P. R. Barriers to the adoption of proactive environmental strategies, *Journal of Cleaner Production*, v. 19, p. 1417-1425, 2011.

MAAS, S.; RENIER, G. Development of a CSR model for practice: connecting five inherent areas of sustainable business, *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 104-114, 2013.

MACHADO, M. C.; DA SILVA, L. C.; QUELHAS, O. L. G. Intergração de Sistemas de Gestão nas Organizações: Uma estrutura conceitual a partir da revisão de literature, XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. 2010.

MAGEE, L.; SCERRI, A.; JAMES, P. Measuring Social Sustainability: A Community- Centred Approach, *The International Society for Quality of Life Studies*, p. 239-261, 2012.

MAJUMDAR, J.; BHASIN, V.; JOLLANDS, M. Sustainability tools for the Chemical Industry, ALCAS, 6th Australian Conference on Life Cycle Assessment, Melbourne, Australia, 16-19 feb. 2009.

MALEKI, R.A. *Flexible Manufacturing Systems: the Tecnology and Management*, Prentice Hall, Englewood Chiffs, 1991.

MANRING, S. L. The role of universities in developing interdisciplinary action research collaborations to understand and manage resilient social-ecological systems, *Journal of Cleaner Production*, v. 64, p. 125-135, 2013.

MARCUS, A.A.; FREMETH, A.R. Green Management Matters Regardless, *Academy of Management Journal*, p. 17-26, August 2009.

MARIMOM, F.; ALONSO-ALMEIDA, M. M.; RODRÍGUEZ, M. P.; ALEJANDRO, K. A. C. The worldwide diffusion of the global reporting initiative: what is the point?, *Journal of Cleaner Production*, v. 33, p 132-144, 2012.

MARTÍNEZ-BLANCO, J.; LEHMANN, A.; MUÑOZ, P.; ANTÓN, S.; TRAVERSO, M.; RIERADEVALL, J.; FINKBEINER, M. Application challenges for the social Life Cycle Assessment of fertilizers within life cycle sustainability assessment, *Journal of Cleaner Production*, v. 69, p. 34-48, 2014.

MARTÍNEZ-JURADO, P. J.; MOYANO-FUENTES, J. Lean Management, Supply Chain Management and Sustainability: A Literature Review, *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 1-17, 2013.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de custos*. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MATHEW, S.K.; JONES, R.: Toyotism and Brahminism- Employee relations difficulties in establishing lean manufacturing in India, *Employee Relations*, v. 35, n. 2, p. 200-221, 2013.

MAY, D.R.; FLANNERY, L.B. Cutting waste with employee involvement teams. *Business Horizons*, v. 38 (5), p. 28-38, 1995.

MAYYAS, A. T.; QATTAWI, A.; MAYYAS, A. R.; OMAR, M. Quantifiable measures of sustainability: a case study of materials selection for eco-lightweight auto-bodies, *Journal of Cleaner Production*, v. 40, p. 177-189, 2012.

MCCORMICK, K.; ANDERBERG, S.; COENEN, L.; NEIJ, L. Advancing sustainable urban transformation, *Journal of Cleaner Production*, v. 50, p. 1-11, 2013.

McDONALD, T.; AKEN, E.M.V.; RENTES, F.A. "Utilising simulation to enhance value stream mapping: a manufacturing case application", *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management*, v. 5, n. 2, p. 213-232, 2002.

MCLELLAN, B. C.; CORDER, C. D. Risk reduction through early assessment and integration of sustainability in design in the minerals industry, *Journal of Cleaner Production*, v. 53, p. 37-46, 2012.

MELNIK, S.A.; SROUFE, R.P.; CALANTONE, R.J. A model of site- specific antecedents of ISO 14001 Certification. *Production and Operations Managements*, v. 12(3), p.369-385, 2003.

MELO NETO, F. P. de; FRÓES, C. Responsabilidade social e cidadania empresarial: a administração do Terceiro Setor. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.

MENDIOLA, I. S.; BELTRAN, A. G.; TIRADOS, R. M. G. Evaluation and implementation of social responsibility, *The Service Industries Journal*, v. 33, n. 9-10, p. 846-858, 2013.

MENEZES, L.M.; WOOD, S.; GELADE, G. The integration of human resource and operation management practices and its link with performance: A longitudinal latent class study, *Journal of Operations Management*, v. 28, p. 455-471, 2010.

MERCER Consultoria, Pesquisa de Remuneração Total (TRS) da Mercer, A chave para desenhar pacotes salariais competitivos, Brasil. 2013. Disponível: www.imercer.com

MIGUEL, P. A. C.; NAKANO, D. In: MIGUEL, P. A. C. (Org.) Metodologia da Pesquisa Científica em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier (ABEPRO), 2012. cap. 4.

MILES, K. Embedding gender in Sustainability Reports. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, v. 2(1): p. 139-146, 2011.

MILUTINOVIC, S.; NIKOLIC, V. Rethinking higher education for sustainable development in Serbia: an assessment of Copernicus charter principles in current higher education practices, *Journal of Cleaner Production*, v. 62, p. 107-113, 2013.

MITTAL, R.K.; SINHA, N.; SINGH, A. An analysis of linkage between economic value added and corporate social responsibility, *Management Decision*, v. 46, n. 9, p. 1437-1443, 2008.

MOLDAN, B.; JANOUSKOVÁ, S.; HAK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets, *Ecological Indicators*, v. 17, p 4-13, 2012.

MOLINA- AZORÍN, J.F.; CLAVER- CORTÉS, E.; LÓPEZ- GAMERO, M.D.; TARÍ, J.J. Green management and financial performance: a literature review, *Management Decision*, v. 47, n. 7, p. 1080- 1100, 2009.

MOLLENKOPF, D.; STOLZE, H.; TATE, W.L.; UELTSCHY, M. Green, lean, and global supply chain. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* v. 40 (1/2), p.14-41, 2010.

MONT, O.; NEUVONEN, A.; LÄHTEENOJA, S. Sustainable lifestyles 2050: stakeholder visions, emerging practices and future research, *Journal of Cleaner Production*, v. 63, p. 24-32, 2013.

MOOSAVIRAD, S.H.; KARA, S.; HAUSCHILD, M.Z. Long term impacts of international outsourcing of manufacturing on sustainability. *Manufacturing Technology*, v. 63, p.41-44, 2014.

MOREIRA, F.; ALVES, A.C.; SOUSA, R.M. Towards eco-efficient lean production system. In: Olhager, J.,Persson, F. (Eds.), *Balanced Automation Systems for Future Manufacturing Networks*, 322, Springer, Boston, p. 100-108, 2010.

MOYANO-FUENTES, J.; SACRISTÁN-DÍAZ, M. Learning on lean: a review of thinking and research, *International Journal of Operations & Production Mnagement*, v. 32, n. 5, 2012.

MURGUÍA, D. I.; BÖHLING, K. Sustainability reporting on large-scale mining conflicts: the case of Bajo de la Alumbrera, Argentina, *Journal of Cleaner Production*, v. 41, p. 202-209, 2012.

MURILLO-LUNA, J.L.; GARCÉS-AYERBE, C.; RIVERA TORRES, P. Barriers to the adoption of proactive environmental strategies, *Journal of Cleaner Production*, v. 19, p. 1417-1425, 2011.

MUSAAZI, M. K.; MECHTENBER, A. R.; NAKIBUULE, J.; SENSENIG, R.; MIYINGO, E.; MAKANDA, J. V.; HAKIMIAN, A.; ECKELMAN, M. J. Quantification of social equity in life cycle assessment for increased sustainable production of sanitary products in Uganda, *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 1-11, 2013.

NAIME, R.; BORELLA, I. L. Transformar a gestão ambiental integrada em vantagem competitiva. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 6, n. 6, p. 1025-1042, 2012.

NAHED-TORAL, J.; SANCHEZ-MUÑOZ, B.; MENA, Y.; RUIZ-ROJAS, Y.; AGUILAR-JIMENEZ, R.; CASTEL, J. M.; RUIZ, F. A.; ORANTES-ZEBADUA, M.; MANZUR-CRUZ, A.; CRUZ-LOPEZ, J.; DELGADILLO-PUGA, C. Feasibility of converting agrosilvopastoral systems of dairy cattle to the organic production model in southeastern Mexico, *Journal of Cleaner Production*, v. 43, p. 136-145, 2012.

NASAB, H.H.; BIOKI, T.A.; ZANE, H.K. Finding a probabilistic approach to analyze lean manufacturing, *Journal of Cleaner Production*, v. 29-30, p. 73-81, 2012.

NEE, A.Y.H. Implementation of Integrated Management System: Environmental and Safety Performance and Global Sustainability. In: *International Conference on Energy and Environment*, 3, Malacca, Malásia, p. 232-241, anais eletrônicos, 2009.

NIDUMOLU, R.; PRAHALAD, C.K.; RANGASWAMI, M.R. Why sustainability is now the key driver of innovation. *Harvard Business Review*, v. 87 (9), p. 3-10, 2009.

NORMAN, W.; MACDONALD, C. Getting to the bottom of "Triple Bottom Line", *Business Ethics Quarterly*, April, 2004.

NORRIS, G.A. Integrating life cycle cost analysis in LCA, *International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 6(2), p. 118-120, 2001.

NUNES, B.; BENNETT, D. Green operations initiatives in the automotive industry: An environmental reports analysis and benchmarking study, *Benchmarking, An International Journal*, v. 17, n. 3, p. 396-420, 2010.

OCHIENG, B. O.; HUGHEY, K. F. D.; BIGSBY, H. Rainforest Alliance Certification of Kenyan tea farms: a contribution to sustainability or tokenism?, *Journal of Cleaner Production*, v. 39, p. 285-293, 2012.

OHNO, T. *Toyota Production System: Beyond large scale production*, Productivity Press, Cambridge, 1988.

OLIVEIRA, O. J. de; PINHEIRO, SERRA, C. R. M. S.; Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas, *Gestão & Produção*, v. 17, n. 1, p. 51-61, 2010.

OLTEAN-DUMBRAVA, C.; WATTS, G.; MIAH, A. Transport infrastructure: making more sustainable decisions for noise reduction, *Journal of Cleaner Production*, v. 42, p. 58-68, 2012.

ORTAS, E.; BURRITT, R. L.; MONEVA, J. M. Socially Responsible Investment and cleaner production in the Asia Pacific: does it pay to be good?, *Journal of Cleaner Production*, v. 52, p. 272-280, 2013.

OSHA Standard. 2008. *Occupational Noise Exposure*, United States Occupational Safety and Health Administration. United States Department of Labor.

OSMAN, I.; HO, T.C.F.; GALANG, M.C. The relationship between human resource practices and firm performance: an empirical assessment of firms in Malaysia, *Business Strategy Series*, v. 12, n. 1, p. 41-48, 2011.

PADOVEZE, C.L. *Contabilidade de custos – teoria, prática e integração com sistemas de informação (ERP)*. 1. ed. Cengage Learning, 2013.

PAJU, M.; HEILALA, J.; HENTULA, M.; HEIKKILA, A.; JOHANSSON, B.; LEONG, S.; LYONS, K. Framework and indicators for a sustainable manufacturing mapping methodology. In Proceedings- Winter Simulation Conference, p.3411-3422, 2010.

PAMPANELLI, A. B.; FOUND, P.; BERNARDES, A. M. A Lean & Green Model for a production cell, *Journal of Cleaner Production*, v.85, p. 1-12, 2013.

PANE HADEN, S.S.; OYLER, J.D.; HUMPHREYS, J.H. Historical, practical, and theoretical perspectives on green management, *Management Decision*, v. 47, n. 7, p. 1041-1055, 2009.

PANYATHANAKUN, V.; TANTAYANON, S.; TINGSABHAT, C.; CHARMONDUSIT, K. Development of eco-industrial estates in Thailand: initiatives in the northern region community-based eco-industrial estate, *Journal of Cleaner Production*, v. 51, p. 71-79, 2012.

PARRY, G.; MILLS, J.; TURNER, C. Lean competence: integration of theories in operations management practice, *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 15/3, p. 216-226, 2010.

PENATTI, I.; ZAGO, J.S.; QUELHAS, O. Absenteísmo: as consequências na gestão de pessoas. 2006. Disponível em: <www.aedb.br/seget/artigos06/898_Seget_Izidro%20Penatti.pdf>. Acesso em: 30 maio 2014.

PERDIGAO, J. G. de; PERDIGÃO, M. L. P. B.; A certificação da qualidade ISO 9001 na construção civil: Um estudo de caso na construtora CIPRESA na cidade de Campina Grande-PB. VII SEPRONE "A Engenharia de Produção frente ao novo contexto de desenvolvimento sustentável do Nordeste: coadjuvante ou protagonista?" Mossoró-RN, 26 a 29 de junho de 2012. Disponível em:< <http://www.seprone2012.com.br/sites/default/files/eq33.pdf>>. Acesso em out 2014.

PESCADOR, S.V.B.; BORTOLUZZI, F.; SANTOS, E.; ANZOATEGUI, M. Corporate Social Responsibility: A study on the practice in micro and small

enterprises in the application of indicators Ethos- SEBRAE, Ciências Sociais Aplicadas em Revista- UNIOESTE/ MCR, v.13, n.25, p. 223-258, 2013.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues, The TQM Journal, v. 21, n. 2, p.127-142, 2009.

PEUPOORTIER, B.; THIERS, S.; GUIAVARCH, A. Eco-design of buildings using thermal simulation and life cycle assessment, Journal of Cleaner Production, v. 39, p. 73-78, 2012.

PISSOURIOS, I.A. An interdisciplinary study on indicators: A comparative review of quality of life, macroeconomic, environmental, welfare and sustainability indicators, Ecological Indicators, v. 34, p. 420-427, 2013.

POJASEK, R.B. Framing your lean to green effort- Creating value and delivering continual improvement, Environmental Quality Management, p. 85-93, 2008.

POHL, E. Towards Corporate Sustainable development ITT Flygt Sustainability Index, Licentiate Thesis, Mälardalen University Press, Sweden, 2006.

PRADO-LORENZO, J.M.; GALLEGO-ÁLVAREZ, I.; GARCÍA-SANCHEZ, I.M.; RODRÍGUEZ- DOMINGUEZ, L. Social responsibility in Spain, Management Decision, v. 46, n.8, p. 1247-1271, 2008.

PRESCOTT-ALLEN, R. Barometer of Sustainability: Measuring and communicating wellbeing and sustainable development, Cambridge: IUCN, 1997.

RENWICK, D. Green HRM: A review, process model, and research agenda, University of Sheffield Management School, p. 1-46, April 2008.

RIBEIRO, F. M.; KRUGLIANSKAS, I. Principles of environmental regulatory quality: a synthesis from literature review, Journal of Cleaner Production, v. 96, p. 1-19, 2014.

Robert Half Consultoria: <http://www.roberthalf.com.br/portal/site/rh-br/menuitem.b0a52206b89cee97e7dfed10c3809fa0/?vgnnextoid=6081fc99eb082410VgnVCM100000180af90aRCRD>, 2011.

ROCA, L. C.; SEARCY, C.: An analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports, *Journal of Cleaner Production*, v. 20, p. 103-118, 2011.

ROCKSTROM, J.; STEPHEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, A.; CHAPIN, F. S.; LAMBIN, E. F.; SCHEFFER, M. A safe operating space for humanity, *Nature*, p. 472-475, 2009.

ROTHER, M.; HERRIS, R. *Creating continuous flow: an action guide for managers, engineers and production associates*. Massachusetts: The Lean Institute, (2001).

ROTHER, M.; SHOOK, J. *Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício*. Tradução de José Roberto Ferro e Telma Rodriguez. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1996.

ROTHENBERG, S.; PIL, F.K.; MAXWELL, J. Lean, green, and the quest for superior environmental performance, *Production and Operations Management*, v. 10 (3), p. 228-243, 2001.

ROUFECHAEI, K.M.; ABU BAKAR, A. H.; TABASSI, A.A. Energy-efficient design for sustainable housing development, *Journal of Cleaner Production*, v. 65, p. 380-388, 2014.

SACCHELLI, S.; BERNETTI, I.; MEO, I.; FIORI, L.; PALETTO, A.; ZAMBELLI, P.; CIOLLI, M. Matching socio-economic and environmental efficiency of wood-residues energy chain: a partial equilibrium model for a case study in Alpine area, *Journal of Cleaner Production*, v. 66, p. 431-442, 2013.

SACHS, I. Social sustainability and whole development: exploring the dimensions of sustainable development. In *Sustainability and the Social Sciences: a Cross-Disciplinary Approach to Integrating Environmental Considerations into Theoretical Orientation*, Becker E, Jahn T (eds). Zed: New York; p. 25-36, 1999.

SACKIS, J.; MEADE, L.M.; PRESLEY, A.R. Incorporating sustainability into contractor evaluation and team formation in the built environment, *Journal of Cleaner Production*, v. 31, p. 40-53, 2012.

SADOWSKI, M.; WHITAKER, K.; BUCKINGHAM, F. Rate the Raters: Phase One e Look Back and Current State, *Sustainability*, London, UK, 2010.

SALLED, N.A.M.; KASOLANG, S.; JAAFAR, H.J. Review study of developing in integrated TQM with LM framework model in Malaysian automotive industry. *The TQM Journal*, v. 24, n. 5, p. 399-417, 2011.

SAMPAIO, P.; SARAIVA, P.; RODRIGUES, A. G. The economic impact of quality management systems in Portuguese certified companies, *International Journal Quality & Reliability Management*, v.28, n. 9, p. 929-950, 2011.

SÁNCHEZ, M. A. Integrating sustainability issues into project management, *Journal of Cleaner Production*, v. 96, p. 1-12, 2013.

SANTIBAÑEZ-AGUILAR, J. E.; GONZÁLEZ-CAMPOS, J. B.; PONCE-ORTEGA, J. M.; SERNA-GONZÁLEZ, M.; EL-HALWAGI, M. M. Optimal planning and site selection for distributed multiproduct biorefineries involving economic, environmental and social objectives, *Journal of Cleaner Production*, v. 66, p. 270-294, 2013.

SARDINHA, I. D.; CRAVEIRO, D.; MILHEIRAS, S. A sustainability framework for redevelopment of rural brownfields: stakeholder participation at SÃO DOMINGOS mine, *Portugal Journal Cleaner Production*, v. 57, p. 200-208, 2013.

SARKIS, J. Manufacturing's role in corporate environmental sustainability- Concerns for the new millennium, *International Journal of Operations & Production Management*, v. 21, n. 5/6, p. 666-686, 2001.

SARKIS, J.; GONZALEZ-TORRES, P.; ADENSO- DIAZ, B. Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: The mediating effect of training, *Journal of Operations Management*, v. 28, p. 163-176, 2010.

SATHER, A. R. C.; HUTCHINS, M. J.; ZHANG, Q.; GERSHENSON, J. K.; SUTHERLAND, J. W. Development of social, environmental, and economic indicators for a small/medium enterprise, *Internat. J. Account. Info. Management*, v. 19, n. 3, pp. 247-266, 2011.

SAVITZ, A. W., WEBER, K. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. Tradução Afonso Celso da Cunha Serra. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

SAWHNEY, R.; TEPARAKUL, P.; BAGCHI, A.; LI, X. En-lean: a framework to align lean and green manufacturing in the metal cutting supply chain, *International Journal Enterprise Network Manager*, v. 1 (3), p 238-260, 2007.

SCHMIDT, W.-P.; TAYLOR, A. Ford of Europe's Product Sustainability Index, in: *Proceedings of the 13th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering*, Lueven, May 31st June 2nd , pp. 5-10, Katholieke Universiteit Lueven, 2006.

SCHONBERGERM, R.J. Japanese production management: an evolution with mixed success, *Journal Operation Management*, n. 25, p. 403-419, 2007.

SCHONSLEBEN, P.; VODICKA, M.; BUNSE, K.; ERNST, F.O. The changing concept of sustainability and economic opportunities for energy-intensive industries, in: *CIRP Annals- Manufacturing Technology*, v. 59, p. 477-480, 2010.

SEARCY, C.; ELKHAWAS, D. Corporate sustainability ratings: an investigation into how corporations use the Dow Jones Sustainability Index, *Journal of Cleaner Production*, v. 36, p. 79-92, 2012.

SEKULOVA, F.; KALLIS, G.; RODRÍGUEZ-LABAJOS, B.; SCHNEIDER, F. Degrowth: from theory to practice, *Journal Cleaner Production*, v. 38, p. 1-6, 2012.

SEURING, S. Industrial ecology, life cycles, supply chains: differences and interrelations, *Business Strategy and the Environmental*, n. 13, p. 306-319, 2004.

SETH, D.; GUPTA, V. "Application of value stream mapping for lean operations and cycle time reduction: an Indian case study", *Production Planning and Control: The Management of Operations*, v. 16, n. 1, p. 44-59, 2005.

SHAH, R., WARD, P.T. Defining and developing measures of lean production, *Journal of Operations Management*, v. 25 (4), p. 785–805, 2007.

SHAH, S.M.S.; JATOI, M.M.; MEMON, M.S. The impact of organisational culture on the employees job satisfaction and organizational commitment: A study of faculty members of private sector universities of Pakistan, *International Journal Contingency Research & Business*, v. 3, p. 809- 829, 2012.

SHI, H.; LAI, E. An alternative university sustainability rating framework with a structured criteria tree, *Journal of Cleaner Production*, v. 61, p. 59-69, 2013.

SICHE, R.; AGOSTINHO, F.; ORTEGA E.; ROMEIRO, A. Índices versus indicadores: precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. *Ambiente e Sociedade*, Campinas, v. 10, n. 2, p. 137-148, 2007.

SIDROPOULOS, E. Education for sustainability in business education programs: a question of value, *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 1-16, 2013.

SIENA, O. Método para avaliar desenvolvimento sustentável: técnicas para escolha e ponderação de aspectos e dimensões. *Produção*, v. 18, n. 2, p. 359-374, 2008.

SILVA, E.A; FREIRE, O.B.D.; SILVA, F.Q.P.O. Indicadores de Sustentabilidade como instrumento de gestão: Uma análise da GRI, ETHOS e ISE, *Journal of Environmental Management and Sustainability*, v. 3, n. 1, 2014.

SIVAKUMAR, G.D.; SHAHABUDEEN, P. "Design of multi-stage adaptive kanban system", *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 38, n. 3, p. 321-336, 2008.

SHINGO, S. O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção. Tradução de Eduardo Schaan. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SIKDAR, S.K. Sustainable development and sustainability metrics. *AIChE Journal*, v. 49, p. 1928–1932, 2003.

SINGH, R. K.; MURTY, H. R.; S.K.GUPTA. S. K.; DIKSHIT, A. K. An overview of sustainability assessment methodologies, *Ecological Indicators*, v. 9, p. 189–212, 2009.

SINGH, N.; JAIN, S.; SHARMA, P. Determinants of proactive environmental management practices in Indian firms: an empirical study, *Journal of Cleaner Production*, v. 66, p. 469-478, 2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Operations Management*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2005.

SOSIK, J.J.; KAHAI, S.S.; PIOVOSO, M.J. Silver Bullet or Voodoo Statistics?: A primer for Using the Partial Least Squares Data Analytic Technique in Group and Organization Research, *Group & Organization Management*, v.34, n. 1, p. 5- 36, 2009.

SOUSA, R. Case research in operations management. EDEN Doctoral Seminar on Research Methodology in Operations Management, Bruxelles, 2005.

STIGLITZ, J.E.; SEN, A.; FITOUSSI, J.P.; (2009) Reporty by the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress, www.stiglitz-sen-fitoussi.fr. (acessado abril/2014).

STREZOV, V.; EVANS, A.; EVANS, T. Defining sustainability indicators of iron and steel production, *Journal of Cleaner Production*, v. 51, p. 66-70, 2013.

SUNDARAM, A. K.; INKPEN, A. C. The corporate objective revisited. *Organization Science*, v. 15, n. 3, p. 350-363, may/jun. 2004.

SUTANTOPUTRA, A.W. Social disclouse rating system for assessing firm's CSR reports, *Corporate Communications*, v. 14(1), p. 34-38, 2009.

SYNODINOS, N.E. The “art” of questionnaire construction: some important considerations for manufacturing studies, *Integrated Manufacturing Systems*, v. 14/3, p. 221-237, 2013.

TAJ, S. "Lean manufacturing performance in China: assessment of 65 manufacturing plants", *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 19, n. 2, p. 217-34, 2008.

TSENG, M.L.; CHIU, S. F.; TAN, R. R.; MANALANG, A. B. S. Sustainable consumption and production for Asia: sustainability through green design and practice, *Journal of Cleaner Production*, v. 40, p.1-5, 2012.

TUAN, L.T. Corporate social responsibility, ethics, and corporate governance, *Social Responsibility Journal*, v. 8, n. 4, p. 547-560, 2012.

United Nations (UN), 2007. Indicators of Sustainable Development: Guidelines and Methodologies, <http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/guidelines.pdf>, último acceso: 14.10.2014.

United States Agency for International Development, 2010. Rapid Basin-wide Hydropower Sustainability Assessment Tool (RSAT), http://www.mrcmekong.org/assets/Publications/Reports/RSAT-Revision-3-for-printing_OCT-3-2010-Corrected_FINAL.PDF, último acceso: 14.10.2014.

VACHON, S.; KLASSEN, R.D. Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain, *International journal of Production Economics*, v. 111, p. 299-315, 2008.

VAL, M. R. R.; ZINENKO, A.; MONTIEL, I. Corporate Social Responsibility Instruments and the New ISO 26000. In: *Proceedings of the International Association for Business and Society*, p. 316-326, 2011.

VALLANCE, S.; PERKINS, H.C.; DIXON, J.E. What is social sustainability? A clarification of concepts, *Geoforum*, n 42, p 342-348, 2011.

VELAZQUEZ, L.; MUNGUÍA, N.; OJEDA, M. Optimizing water use in the University of Sonora, Mexico, *Journal of Cleaner Production*, v. 46, p 83-88, 2012.

VERGRAGT, P.; AKENJI, L.; DEWICK, P. Sustainable production, consumption, and livelihoods: global and regional research perspectives, *Journal of Cleaner Production*, v. 63, p.1-12, 2013.

VERRIER, B.; ROSE, B.; CAILAUD, E.; REMITA, H. Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repository, *Journal of Cleaner Production*, v. 85, p. 1-11, 2013.

VINODH, S.; ARVIND, K.R.; SOMANAATHAN, M. "Application of value stream mapping in an Indian camshaft manufacturing organization", *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 21, n. 7, p. 888-900, 2010.

VILLIERS, C.; LOW, M.; SAMKIN, G. The institutionalisation of mining company sustainability disclosures, *Journal of Cleaner Production*, v. 84, p. 1-8, 2014.

VOSS, C.A.; TSIKIKTSIS, N.; FROHLICH, M.; "Case research in operations management", *International Journal of Operations & Production Management*, v. 22, n. 2, p. 195-219, 2002.

WAGENHALS, S.; GARNER, W.; DUCKERS, L.; KUHN, K. Sustainability index with integrated indicator dependencies, *Business, Management and Education*, v. 12, n.1, p. 12-29, 2014.

WALTER, O.M.F.C.; TUBINO, D.F. Método de avaliação da implantação da manufatura enxuta: Uma revisão da literature e classificação, *Gestão e Produção, São Carlos*, v. 20, n.1, p. 23-45, 2013.

WALS, A. E. J. Sustainability in higher education in the context of the UN DESD: a review of learning and institutionalization processes, *Journal of Cleaner Production*, v. 62, p. 8-15, 2013.

WEINSTEIN, M. P.; TUNER, R. E.; IBANEZ, C. The Global Sustainability Transition: It is more than changing light bulbs. *Sustainability: Science, Practice, & Policy*. 2013.

WERNKE, Rodney. *Gestão de Custos: uma abordagem prática*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WETZELS, M.; ODEKERKEN-SCHRODER, G. Using PLS path modeling for assessing hierarchical construct models: Guidelines and empirical illustration, *MIS Quarterly*, v. 33, n.1, p. 177-195, March 2009.

WOOD, R.; GARNETT, S. Regional sustainability in Northern Australia- A quantitative assessment of social, economic and environmental impacts, *Ecological Economics*, v. 69, p. 1877-1882, 2010.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. and DANIEL, R. *The Machine That Changed The World*, The Free Press, New York, NY, 2007.

WU, J.: Environmental compliance: The good, the bad, and the super green, *Journal of Environmental Management*, v. 90, p. 3363- 3381, 2009.

YANG, M.G.(Mark); HONG, P.; MODI, S.B. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms, *International Journal Productions Economics*, v. 129, p. 251-261, 2011.

YANG, C.L.; LIN, S.P.; CHAN, Y.; SHEU,C. Mediated effect of environmental management on manufacturing competitiveness: An empirical study, *International Journal Production Economics*, v.123, p.210-220, 2010.

YEH, C. H.; XU, Y. Sustainable planning of e-waste recycling activities using fuzzy multicriteria decision making, *Journal of Cleaner Production*, v. 52, p. 194-204, 2013.

YIN, R.K. *Estudo de Caso - planejamento e método*, 4 ed., Porto Alegre: Bookman, 2010.

ZAPPAROLI, I. D.; CAMARA, M. R. G. da; LUIZ, A. C.; SILVA, S. S. da; FEIJÓ, M. G. F.: A RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL EMPRESARIAL EA GESTÃO AMBIENTAL CORPORATIVA: ANÁLISE DO CASO DO PARQUE ESTADUAL MATA DOS GODOY EM LONDRINA-PR. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, Ago. 2010, v. 4, n. 2, p. 96-117, 2010.

ZENG, S.X.; SHI, J. J.; LOU, G.X. A synergetic model for implementing an integrated management system: an empirical study in China, *Journal of Cleaner Production*, v. 15, p. 1760-1767, 2007.

ZHANG, H.; HAAPALA, K. R. Integrating sustainable manufacturing assessment into decision making for a production work cell, *Journal of Cleaner Production*, v. xxx, p.1-12, 2014.

ZHANG, R.; CHIANG, W.C.; WU, C. Investigating the impact of operational variables on manufacturing cost by simulation optimization, *International Journal Production Economics*, v.147, p.634-646, 2014.

ZIOUT, A.; AZAB, A.; ALTARAZI, S.; EL MARAGHY, W. H. Multi-criteria decision support for sustainability assessment of manufacturing system reuse, in: *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 6, p. 59-69, 2013

APÊNDICE 1

Ano	Área	Periódico	Autor
2009	Indicadores Ambientais	Industrial Management & Data Systems	Ana Beatriz L.S. Jabbour
2009	Indicadores Ambientais	Management Decision	Stephanie S. Pane Haden
2011	Indicadores Ambientais	Ecological indicators	Bedrich Moldan
2011	Indicadores Ambientais	Journal of Cleaner Production	Josefina L. Murillo-Luna
2012	Indicadores Ambientais	Clute Institute International Conference	Charbel José Chiappetta Jabbour
2014	Indicadores Ambientais	Journal of Cleaner Production	Kamand M. Roufechaei
2008	Indicadores Ambientais / Econômicos	International journal of production economics	Javier González-Benito
2008	Indicadores Ambientais / Econômicos	Journal of international management	Nicole Darnall
2008	Indicadores Ambientais / Econômicos	Environmental Quality management	Robert B. Pojasek
2008	Indicadores Ambientais / Econômicos	International journal of production economics	Stephan Vachon
2009	Indicadores Ambientais / Econômicos	Academy of management journal	Alfred A. Marcus and Adam R. Fremeth
2009	Indicadores Ambientais / Econômicos	Journal of Cleaner Production	Fabio Iraldo
2009	Indicadores Ambientais / Econômicos	Management Decision	José F. Molina-Azorín
2010	Indicadores Ambientais / Econômicos	Journal of Operations Management	Brian W. Jacobs
2010	Indicadores Ambientais / Econômicos	Journal of Operations Management	Joseph Sarkis
2011	Indicadores Ambientais / Econômicos	Production and operation management	Andrew A. King
2011	Indicadores Ambientais / Econômicos	Journal of Cleaner Production	Charbel José Chiappetta Jabbour
2011	Indicadores Ambientais / Econômicos	International Journal of Operations & Production Management	Joseph Sarkis
2011	Indicadores Ambientais / Econômicos	International journal of production economics	Ma Ga(Mark)Yang
2011	Indicadores Ambientais / Econômicos	Journal of purchase and supply management	Rudolf O.Large
2008	Indicadores Ambientais / Sociais	University Sheffield Management School	Douglas Renwick
2009	Indicadores Ambientais / Sociais	Management Decision	Luciano Barin Cruz
2011	Indicadores Ambientais / Sociais	International Journal of Operations & Production Management	Bonnie F. Daily
2011	Indicadores Ambientais / Sociais	German journal of research in human resource managment	Susan E. Jackson
2013	Indicadores Ambientais / Sociais	Ecological indicators	Ioannis A. Pissourios
2014	Indicadores Ambientais / Sociais	Manufacturing Technology	Seyed Hamed MoosaviRad
2009	Indicadores Econômicos	The TQM Journal	Jostein Pettersen
2009	Indicadores Econômicos	International Journal of Operation & Production Management	Mattias Hallgren
2010	Indicadores Econômicos	Journal of Production Economics	Chen-Lung Yang
2011	Indicadores Econômicos	International Journal of Quality & Reliability Management	Paulo Sampaio
2012	Indicadores Econômicos	Journal of Production Economics	Renu Agarwal
2013	Indicadores Econômicos	Integrated Manufacturing Systems	Nicolaos E. Synodinos
2013	Indicadores Econômicos	Journal of manufacturing systems	Margot J. Hutchins
2013	Indicadores Econômicos	Management Decision	Praveen Goyal
2013	Indicadores Econômicos	Journal of Cleaner Production	Sergio Aguado
2008	Indicadores Econômicos / Social	Journal of Cleaner Production	Margot J. Hutchins
2008	Indicadores Econômicos / Social	Management Decision	R.K. Mittal
2011	Indicadores Econômicos / Social	Business strategy series	Intan Osman
2011	Indicadores Econômicos / Social	Management Decision	Isabel Gallego-Álvarez
2010	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Cambridge University Press	Andrea Woolverton
2010	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	International journal of production economics	Chen-Lung Yang
2011	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	International Journal of Accounting and Information Management	Abigail R. Clarke-Sather
2011	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Journal of Cleaner Production	Laurence Clément Roca
2014	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Journal of Cleaner Production	Adam Brow
2014	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Journal of Cleaner Production	William Fulkner
2014	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Manufacturing Technology	Danfang Chen
2014	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Journal of Cleaner Production	Ju Yeon Lee
2014	Indicadores Econômicos / Social / Ambientais	Business, Management and Education	Sabine Wagenhals
2009	Indicadores Green Lean	Journal of Environmental Management	JunJie Wu
2010	Indicadores Green Lean	Journal of Cleaner Production	Sara Hajmohammad
2010	Indicadores Green Lean	Benchmarking: An International Journal	Breno Nunes
2011	Indicadores Green Lean	Journal of Cleaner Production	Christina Maria Dúes
2012	Indicadores Green Lean	Journal of Cleaner Production	Andrea Brasco Pampanelli
2012	Indicadores Green Lean	Journal of Cleaner Production	Ming-Lang Tseng
2009	Indicadores Lean	Industrial Management	Ana Beatriz L.S. Jabbour
2009	Indicadores Lean	International Journal of Productivity and Performance Management	Ting Chi
2010	Indicadores Lean	Supply Chain Management: Na International Journal	Glenn Parry
2010	Indicadores Lean	International Journal Production Economics	Ma Ga(Mark)Yang
2011	Indicadores Lean	International Journal of Operations & Production Management	José-Moyano-Fuentes
2012	Indicadores Lean	Journal of Cleaner Production	Beatriz Junquera
2012	Indicadores Lean	Journal of Cleaner Production	H. Hosseini Nasab
2012	Indicadores Lean	International Journal of Operations & Production Management	Roberto Chavez
2012	Indicadores Lean	The Leaning Organization	Shannon Flumerfelt
2008	Indicadores Sociais	Management Decision	José-Manuel Prado-Lorenzo
2009	Indicadores Sociais	Production and operation management	John J. Sosik
2009	Indicadores Sociais	MIS Quartely	Martin Wetzels
2009	Indicadores Sociais	Sustainable Development	Michael Cuthill
2010	Indicadores Sociais	International Journal of Productivity and Performance Management	Alessandro Laureani
2010	Indicadores Sociais	Journal of Operations Management	Lilian M. de Menezes
2010	Indicadores Sociais	Ecological Economics	Richard Wood
2011	Indicadores Sociais	Social Responsibility Journal	Luu Trong Tuan
2011	Indicadores Sociais	International Journal of Manpower	Tomas Bonavia
2012	Indicadores Sociais	Journal of Cleaner Production	Charbel José Chiappetta Jabbour
2012	Indicadores Sociais	Applied Research Quality Life	Liam Magee
2013	Indicadores Sociais	Employee Relations	Saji K. Mathew

Apêndice 1 – Relação de Artigos- Indicadores de Sustentabilidade.

