

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

**IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS LEAN AND GREEN EM
INDÚSTRIAS QUÍMICAS NO BRASIL**

GRAZIELA LUZIA BARALDI

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ LUIS HELLENO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE
2017

IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS LEAN AND GREEN EM
INDÚSTRIAS QUÍMICAS NO BRASIL

GRAZIELA LUZIA BARALDI

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 10 de agosto de 2017, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. André Luis Helleno
Universidade Metodista de Piracicaba

Profa. Dra. Ivete Delai
Universidade Federal de São Carlos

Profa. Dra. Maria Célia de Oliveira
Universidade Metodista de Piracicaba

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. André Luis Helleno pela ajuda e incentivo para realizar o mestrado.

Pelo meu marido Marcelo P. Riso pela paciência e colaboração.

A Deus e minha família pela força.

A Renata Pelissari pela ajuda com a compilação de dados e análises.

A DPV Produtos Químicos que me auxiliou durante a execução do mestrado.

A CAPES e Unimep pela bolsa de incentivo à pesquisa.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	I
LISTA DE FIGURAS	II
LISTA DE QUADROS	III
LISTA DE TABELAS.....	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VII
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	3
1.2. OBJETIVO	6
1.3. METODOLOGIA	7
1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	7
2. REVISÃO DA LITERATURA	8
2.1. <i>LEAN MANUFACTURING</i>	8
2.2. <i>GREEN MANUFACTURING</i>	17
2.3. <i>PRÁTICAS LEAN AND GREEN</i>	18
3. MÉTODOS DE PESQUISA	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
7. APÊNDICE	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BSC – Balance Scorecard

CEP – Controle Estatístico de Processo

DfE - Design for Environment

DMAIC - Define, Measure, Analyze, Improve and Control

GM – Green Manufacturing

ISO - International Organization for Standardization

LCA - Life-cycle Assessment

LM – Lean Manufacturing

MQP – Mínimo de quadrados parciais

OEEE – Overall Efficient Equipament Environmental

PIB – Produto Interno Bruto

SM – Sustainable Manufacturing

SMED – Single Minute Exchange of Die

STP – Sistema Toyota de Produção

SUS-VSM – Sustainable Value Stream Mapping

TMP – Total Productive Maintenance

VSM – Value Stream Mapping

WIP – Working in Process

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – FATURAMENTO DA INDÚSTRIA QUÍMICA DE 2000 Á 2016.....	4
FIGURA 2 – CONTRIBUIÇÃO DE PRODUTOS QUÍMICOS POR SEGMENTO.....	5
FIGURA 3 – CASA TOYOTA.....	9
FIGURA 4 – OS PRINCÍPIOS DO MODELO TOYOTA.....	11
FIGURA 5 – PRINCIPAIS PRÁTICAS LM	16
FIGURA 6 – TEMPORALIDADE DOS ESTUDOS	19
FIGURA 7 – CASA <i>LEAN AND GREEN</i>	31
FIGURA 8 – ETAPAS DA SURVEY	37
FIGURA 9 – PERFIL POR ÁREA DAS EMPRESAS RESPONDENTES.....	52
FIGURA 10 – PERFIL POR ÁREA DOS RESPONDENTES POR CARGO.....	54
FIGURA 11 – DENDOGRAMA.....	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo de princípios do STP agregados por categorias.....	13
Quadro 2 – Pilares do LM e GM.....	21
Quadro 3 – Resumo das 10 práticas <i>Lean and Green Manufacturing</i> e suas interações.....	24
Quadro 4 – Variáveis analisadas conforme questões.....	35
Quadro 5 – Questões por bloco.....	38
Quadro 6 – Questões do primeiro bloco.....	39
Quadro 7 – Questões do sub-bloco de compras.....	41
Quadro 8 – Questões do sub-bloco de vendas.....	43
Quadro 9 – Questões do sub-bloco de operação.....	45
Quadro 10 – Questões do sub-bloco de pesquisa e desenvolvimento.....	48

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Estratificação das Indústrias Químicas no Brasil.....	35
Tabela 2 - Classificação de empresas por número de empregados.....	40
Tabela 3 – Estratificação das Indústrias por grupo químico e número de indústrias consultadas.....	49
Tabela 4 – Porcentagem de respostas por questões.....	54
Tabela 5 – Mediana por grupo.....	57
Tabela 6 – Agrupamento por porte.....	63
Tabela 7 – Agrupamento por nacionalidade.....	63
Tabela 8 – Análise de agrupamento por nível de utilização de <i>Lean Manufacturing</i>	64
Tabela 9 – Análise de agrupamento por nível de utilização da ISO 14000.....	64

RESUMO

BARALDI, Graziela. IDENTIFICAÇÃO DE PRÁTICAS LEAN AND GREEN EM INDÚSTRIAS QUÍMICAS NO BRASIL. 2017. XX f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

A necessidade da indústria para sobreviver em um cenário de constantes mudanças tem estimulado a inclusão de práticas integradas para melhorar o desempenho e atender as demandas da sustentabilidade. O *Lean Manufacturing* é uma prática amplamente utilizada nas indústrias e o *Green Manufacturing* vem se destacando nos últimos anos. A evidência mais forte entre as práticas demonstram que o *Lean Manufacturing* contribui para os resultados *Green Manufacturing* principalmente por meio da redução de resíduos industriais. Não foram encontradas pesquisas voltadas a identificação de práticas *Lean and Green* nas indústrias químicas no Brasil, apenas no setor automobilístico. Este trabalho tem por objetivo identificar quais as práticas *Lean and Green* nas indústrias químicas do Brasil. As principais contribuições científicas quando avaliados as indústrias de transformação indicam que parcerias com fornecedores na cadeia de suprimentos, a redução e eliminação de desperdícios tem sido as práticas mais adotadas. Para este estudo, utilizou-se como método de pesquisa uma *survey* com 70 indústrias que representam estatisticamente as indústrias químicas do Brasil, incluindo empresas do setor de produtos químicos de uso industrial; químicos farmacêuticos; produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos; adubos e fertilizantes; defensivos agrícolas; sabões, detergentes e produtos de limpeza; tintas, esmaltes e vernizes e fibras. As indústrias químicas do Brasil por não serem uniformes foram agrupadas e suas práticas foram identificadas por meio de um dendograma, sendo possível identificar sete grupos com características diferentes. As áreas definidas para estudo de práticas *Lean and Green* foram os processos compras, vendas, operacional e pesquisa e desenvolvimento. As práticas identificadas mais adotadas no processo de compras foram às parcerias com fornecedores e fortalecimento da cadeia de suprimentos. No processo de vendas as práticas são menos monitoradas, e a logística reversa das embalagens é a mais relevante. Quanto às práticas relacionadas aos processos operacionais obteve maior destaque o reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas. No processo de pesquisa e

desenvolvimento o uso de matérias primas e insumos ecológicos são o mais usado. Neste estudo observou-se que as práticas *Lean and Green* nas indústrias químicas do Brasil ajudam a reduzir os desperdícios, aumentam o reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas, sendo possível identificar um grupo de indústrias que possuem declarada preocupação ambiental e que investem em inovação e desenvolvem produtos e processos focados em práticas *Lean and Green*.

PALAVRAS-CHAVES: *Lean Manufacturing, Green Manufacturing, Lean and Green, Sustentabilidade, Indústria Química, Identificação, Brasil.*

ABSTRACT

BARALDI, Graziela. . IDENTIFICATION OF LEAN AND GREEN PRACTICES IN CHEMICAL INDUSTRIES IN BRAZIL. 2017. XX f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d’Oeste.

The industry's need to survive in a changing landscape has spurred the inclusion of integrated practices to improve performance and meet the demands of sustainability. Lean Manufacturing is a widely used practice in industries and Green Manufacturing has been gaining ground in recent years. The strongest evidence among practices shows that Lean Manufacturing contributes to Green Manufacturing results primarily through the reduction of industrial waste. No research was found to identify Lean and Green practices in the chemical industries in Brazil, only in the automotive sector. This paper aims to identify Lean and Green practices in the chemical industries of Brazil. The main scientific contributions when evaluated in the transformation industries indicate that partnerships with suppliers in the supply chain, the reduction and elimination of wastes have been the most adopted practices. For this study, a survey was carried out with 70 industries that statistically represent the chemical industries of Brazil, including companies in the industrial chemicals sector; chemical pharmaceuticals; personal hygiene products, perfumery and cosmetics; fertilizers and fertilizers; pesticides; soaps, detergents and cleaning products; paints, enamels and varnishes and fibers. The chemical industries of Brazil for not being uniform were grouped and their practices were identified through a dendrogram, being possible to identify seven groups with different characteristics. The areas defined for the study of Lean and Green practices were the purchasing, sales, operational, and research and development processes. The practices most adopted in the purchasing process were to partner with suppliers and strengthen the supply chain. In the sales process practices are less monitored, and reverse logistics of packaging is the most relevant. Regarding the practices related to the operational processes, the reuse, recovery and reuse of raw materials was more prominent. In the process of research and development the use of raw materials and ecological inputs are the most used. In this study it was observed that the Lean and Green practices in the chemical industries of Brazil help to reduce waste, increase the reuse, recovery and reuse of raw materials, and it is possible to identify a group of industries that have declared environmental concern and that invest in

innovation and develop products and processes focused on Lean and Green practices.

KEYWORDS: Lean Manufacturing, Green Manufacturing, Lean and Green, Sustainability, Chemical Industry, Identification, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade da indústria para sobreviver e prosperar em um cenário de constantes mudanças requer a reavaliação e a melhoria das suas vantagens competitivas. Isto tem exigido das indústrias a criação de estratégias visando o aumento da produtividade e sua rápida adequação ao mercado.

Com isto, as indústrias estão buscando desenvolver melhores produtos, com maior rapidez e com redução dos custos operacionais (YANG *et al.*, 2011; AGUADO *et al.*, 2013; KURDVE *et al.*, 2014).

No entanto, além da concorrência, a mudança da sociedade com foco na sustentabilidade tem feito com que os fornecedores e os clientes passassem a incluir em suas estratégias empresariais os fatores ambientais (GALEAZZO *et al.*, 2014).

Contribuindo para isso, houve o aumento das regulamentações governamentais por meio de políticas, legislações e diretrizes visando à sustentabilidade ambiental (MORRISON-SAUNDERS e RETIEF, 2012; DUES *ET AL.*, 2013; WHITE e NOBLE, 2013).

González-Benito (2008) analisou que quanto mais proativa a área de manufatura de uma empresa, melhores são os resultados em relação à gestão ambiental e a sustentabilidade. Sendo que o apoio da área de manufatura tende a ser mais intenso quando a indústria adota práticas *Lean Manufacturing* (LM).

As práticas LM visam gerar um sistema eficiente e bem organizado aplicando a melhoria contínua e eliminando todas as formas de desperdício para agregar valor para o cliente. Duarte e Cruz-Machado (2013) analisaram que a incorporação na indústria das práticas LM é uma estratégia baseada na capacitação dos recursos da empresa podendo reduzir estoques, otimizar os tempos de entrega e melhorar a produtividade e a qualidade.

O objetivo de eliminar esses desperdícios do processo é aumentar a eficiência, reduzir custos, melhorar o tempo de resposta ao cliente, e contribuir para a melhoria da qualidade, além de garantir uma maior rentabilidade (BERGMILLER e MCCRIGHT, 2009).

Por outro lado, ao longo dos anos autores como Aguado *et al.*, (2013), Diaz-Elsayed *et al.*, (2013), Dües *et al.*, (2013), Santanna e Campos (2015) e Piercy e Rich (2015) identificaram a relação direta entre o LM e a Gestão Ambiental.

As práticas *Lean and Green* também foram abordadas por Diaz-Elsayed *et al.*, (2013) por meio da simulação de sistemas discretos de manufatura, na qual foram analisados os parâmetros: custos de oportunidade, custos do produto, custo por máquina, custos de inventário e custo de mão de obra. O estudo mostrou que a combinação de práticas como redução do *setup* interno e externo, recuperação e tamanho de *batches* de produção, melhoria da eficiência energética e integração entre processos poderia reduzir até 10,8 % dos custos de uma produção contínua.

A conexão entre as práticas *Lean and Green* segundo Hajmohammad *et al.* (2013) é o principal fator para alcançar melhor desempenho ambiental sustentável, podendo incluir os sistemas de gestão (elementos de infraestrutura, como o desenvolvimento do sistema de informática) até as medidas de prevenção da poluição (elementos estruturais, como o manejo de resíduos industriais tóxicos).

Estes estudos têm demonstrado o potencial que as organizações possuem ao optar por decisões que tenham impacto positivo no meio ambiente por meio da redução ou eliminação de resíduos ambientais, sob a forma de água, energia, ar, resíduos sólidos e perigosos (Duarte *et al.*, 2013), bem como melhorar seus resultados financeiros e econômicos.

Na França, Verrier *et al.*, (2014) avaliaram 21 indústrias, a fim de identificar as aplicações das práticas *Lean and Green* visando à eliminação dos desperdícios do meio ambiente e monitorando consumos de energia, água, resíduos, por meio de indicadores de desempenho. Os autores concluíram que quanto maiores os esforços na aplicação das práticas *Lean and Green* maior é a vantagem competitiva em relação aos concorrentes e a lucratividade financeira.

Em outros países este estudo continuou. Kurdve *et al.*, (2014) analisaram a integração de práticas *Lean and Green* em empresas suíças, por meio de uma série de normas desenvolvidas pela *International Organization for Standardization* (ISO), tais como a ISO 9001 e 14001. Os autores concluíram que gestão ambiental realizada por meio destas normas estabelece a uniformização empresa e resultam no desempenho da organização em padrões ambientalmente mais sustentáveis.

Buscando catalisar as informações a respeito da integração das práticas *Lean and Green* em 2015, Sant'Anna e Campos realizaram uma revisão de 43 artigos da literatura. Os resultados evidenciam que conciliação entre as práticas possibilita as indústrias aumentar sua produtividade, reduzindo os tempos de entrega dos produtos, os custos operacionais, os desperdícios (inclusive gerando menos poluição) e mantendo a qualidade. Ressaltam, entretanto, que a adoção de práticas *Lean* sozinhas não garantem resultados suficientes para atender os requisitos das leis ambientais.

No Brasil, estudos sobre as práticas *Lean and Green* foram realizados na área automobilística. Jabbour *et. al* (2013) buscando identificar as práticas utilizadas no setor automotivo brasileiro e Sobral *et. al* (2013) avaliando os benefícios da aplicação de práticas *Lean* visando incentivar as práticas *Green*. Desta forma, uma lacuna foi encontrada quanto o uso destas práticas nas indústrias químicas no Brasil. A contribuição deste estudo é identificar as práticas existentes na indústria química no Brasil.

1.1. IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Os estudos analisados na literatura evidenciam que a utilização das práticas *Lean and Green* resultam em melhoria de desempenho e operação nos processos industriais nas áreas automobilística, têxtil e química (CHEN *et. al.*, 2012; Lo, 2013; DROHOMESETSKI *et. al.*, 2014; VANALLE E SANTOS, 2014) Segundo *International Trade Administration*, 2010, a manufatura sustentável busca utilizar processos produtivos com menor impacto ambiental, social e que sejam economicamente viáveis. Isto reflete diretamente na indústria de transformação.

A indústria de transformação pela sua representatividade socioeconômica é responsável por relevantes impactos sociais (contribuição expressiva no PIB – Produto Interno Bruto e aumento do emprego formal). Dentre as indústrias de transformação, a indústria química tem uma grande representatividade (FIESP, 2016).

Pode-se observar que por sua área de atuação, a indústria química propicia soluções para as mais diversas áreas econômicas e sociais, do consumo das

famílias ao investimento habitacional, das novas áreas de matérias-primas renováveis às novas fontes de energia.

O setor químico foi escolhido neste estudo por ser o quarto em importância na formação do PIB Industrial Brasileiro (Abiquim, 2016) e ter uma grande contribuição como gerador de substâncias nocivas ao meio ambiente e alto consumo de energia. Segundo Manahan (1999) a indústria química é a maior responsável pela dispersão de substâncias tóxicas contribuindo com impacto ao meio ambiente.

Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), entidade sem fins lucrativos fundada em 16 de junho de 1964, congrega indústrias químicas de grande, médio e pequeno portes, bem como prestadores de serviços ao setor nas áreas de logística, transporte, gerenciamento de resíduos e atendimento a emergências. Estruturada para realizar o acompanhamento estatístico do setor, promove estudos específicos sobre as atividades e produtos da indústria química.

Segundo a Abiquim (2015), no Brasil atualmente existem 976 fábricas de produtos químicos de uso industrial as quais estão concentradas na região Sudeste, sendo que mais de 50% estão no estado de São Paulo.

Em 2015, o Brasil ocupava o 8º lugar no ranking mundial das indústrias químicas, com um faturamento líquido de 2,1% do faturamento mundial (Abiquim, 2016).

No ano de 2016 o faturamento líquido da indústria química brasileira foi de R\$ 379 bilhões conforme ilustrado na Figura 1. Nos últimos anos, segundo dados do Ministério de Minas e Energia (2016), observa-se que a indústria química responde por cerca de 50% do valor adicionado na indústria de transformação.

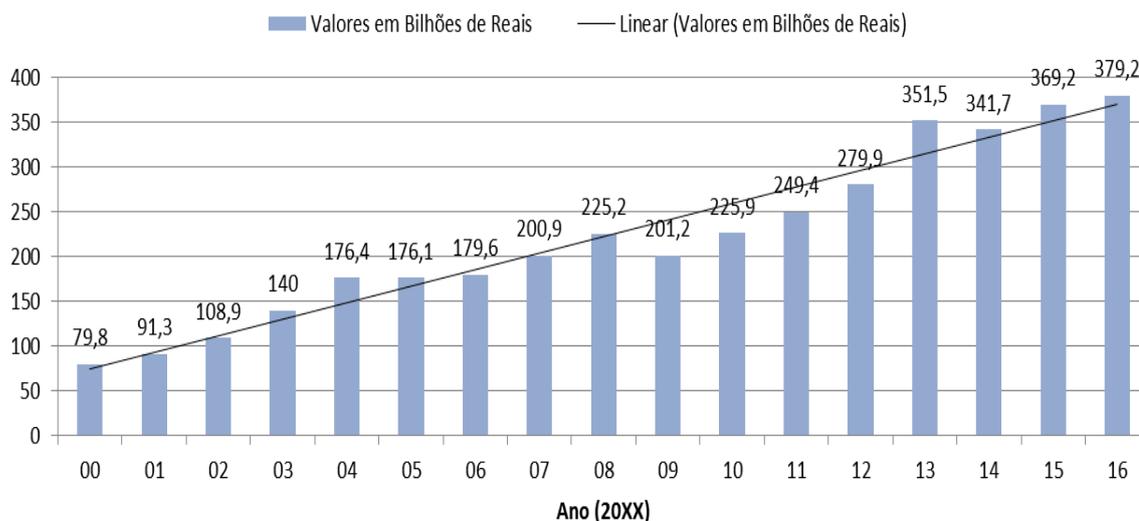


Figura 1: Faturamento da indústria química dos anos de 2000 a 2016 (Abiquim, 2016).

A Figura 1 mostra o desempenho em relação ao faturamento do período de 2000 a 2016 o qual apresentou um crescimento médio nos últimos seis anos em torno de 8 % ao ano.

Devido a sua extensa área de atuação, os produtos químicos dentro da indústria podem ser agrupados em dois grandes grupos: uso industrial e uso geral.

Os produtos químicos de uso industrial são os produtos orgânicos, os produtos inorgânicos, as resinas, os produtos e os preparados químicos diversos.

Os produtos químicos de uso geral são: produtos farmacêuticos; produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos; adubos e fertilizantes; sabões, detergentes e produtos de limpeza; defensivos agrícolas; tintas, esmaltes e vernizes; e outros. A Figura 2 ilustra a contribuição de produtos químicos conforme o segmento de atuação. Destaca-se que os produtos químicos de uso industrial representam mais de 48 % deste mercado.

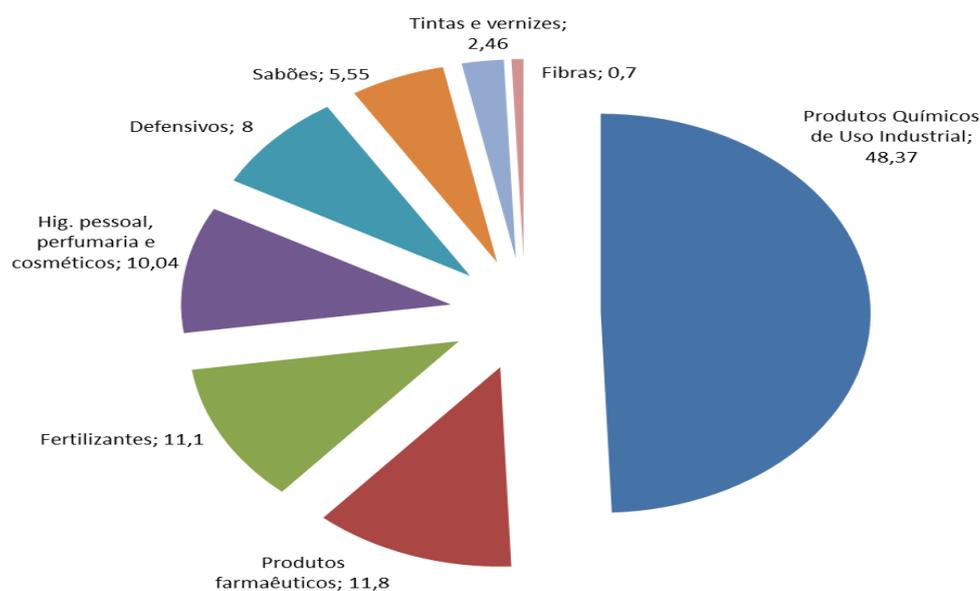


Figura 2: Contribuição de produtos químicos por segmento (Abiquim, 2016).

Conforme se pode observar na Figura 2, a indústria química propicia soluções para as mais diversas áreas econômicas e sociais, por meio do desenvolvimento de matérias primas de fonte renovável e de produtos com maior impacto ao meio ambiente.

Desta forma, os paradigmas das práticas *Lean and Green* tem se sobressaído. Tarasova *et al.*, (2014) analisaram que as práticas *Lean and Green* são consideradas a melhor ferramenta para a promoção do desenvolvimento industrial integrado e sustentável.

1.2. OBJETIVO

O objetivo geral deste estudo é identificar as práticas *Lean and Green* na indústria química no Brasil. As principais contribuições científicas da literatura quando avaliadas as indústrias de transformação indicam que parcerias com fornecedores na cadeia de suprimentos, a redução e eliminação de desperdícios tem sido as práticas mais adotadas. Desta forma, estes são os objetivos específicos deste estudo.

1.3. METODOLOGIA

Neste estudo usa-se o método de pesquisa *survey* para conhecer as práticas *Lean and Green* implantadas nas indústrias químicas do Brasil. A *survey* foi desenvolvida em 7 etapas.

A primeira etapa foi definir a população para este estudo que pudesse ser retirada uma amostra que representasse as indústria químicas brasileiras (MELLO, 2013). A população da *survey* foi às indústrias químicas que fazem parte do anuário de 2015 da Associação Brasileira das Indústrias Químicas (Abiquim). A amostra foi retirada desta população, a qual totalizaram 70 indústrias que representam por extrapolação as indústrias químicas do Brasil.

A segunda etapa foi à definição dos constructos da pesquisa baseados nos autores da área que já estão desenvolvendo estudos sobre práticas *Lean and Green* e desenvolver as questões da *survey* sobre as práticas *Lean and Green*.

Para a validação das questões e para o desenvolvimento da pesquisa, a terceira etapa foi realizada teste de Cronbach para medir a confiabilidade dos constructos (CORTINA, 1993).

Na quarta etapa foi aplicado o questionário através do envio por e-mail e entrevistas por telefone ou presencial. O questionário foi desenvolvido de acordo com as práticas *Lean and Green* mais citadas nos estudos avaliados, e foi utilizado a escala tipo Likert para avaliação destas práticas.

Na quinta etapa foi realizada a verificação da coerência da estratificação dos dados e havendo a necessidade a realização de envios de mais questionários para garantir a estratificação. Nas etapas posteriores foi realizadas a análise dos dados por meio uma análise descritiva dos dados, seguida por uma análise multivariada por agrupamento e análise por conglomerado. E na última etapa foram realizada as conclusões.

1.4. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado está estruturada em sete capítulos. O primeiro capítulo é dedicado à introdução e ao conteúdo do documento e faz referência ao enquadramento do tema, aos objetivos e ao modo como está organizado o

mesmo. No segundo realizará a revisão de literatura sobre os conceitos *Lean and Green* associados aos paradigmas de produção e à inovação.

O terceiro apresenta o método de pesquisa, descrevendo o modelo, as hipóteses e o método de investigação utilizado. Constituído pelo desenvolvimento da pesquisa, o modelo estrutural de investigação, as práticas/ferramentas associadas a cada paradigma, bem como os indicadores de desempenho considerados, e as hipóteses de investigação.

No quarto capítulo são analisados os resultados e discussões. No quinto capítulo são descritos as conclusões e evidenciadas as limitações deste estudo. O sexto capítulo apresenta a referência bibliográfica utilizada na construção da revisão bibliográfica. E no último capítulo estão os anexos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A literatura utilizada nesta dissertação baseou-se em livros e artigos científicos sobre os seguintes temas: *Lean*, *Lean and Green* e suas práticas, indústrias químicas e sustentabilidade.

2.1. LEAN MANUFACTURING

O conceito de *Lean Manufacturing* foi inicialmente desenvolvido no Japão pela Toyota Motor Company por Sakichi Toyoda e Taiichi Ohno, onde era conhecido como Sistema Toyota de Produção (STP) (OHNO, 1988). Após a Segunda Guerra Mundial, este sistema de produção foi criado para competir com o sistema de produção em massa adotado por fabricantes de automóveis nos EUA, especialmente em relação à qualidade e o custo (ABDULWAHAB *et al.*, 2013).

O STP é uma filosofia de melhoria do sistema de manufatura que visa reduzir o desperdício possibilitando a eficiência de recursos, com menor uso operacional, imprimindo velocidade ao processo produtivo, minimizando os estoques e custos e excluindo da manufatura o que não tem valor ao cliente (BHAMU E SANGWAN, 2014). A casa Toyota ilustrada na Figura 3 sintetiza o STP e se tornou um dos símbolos deste sistema

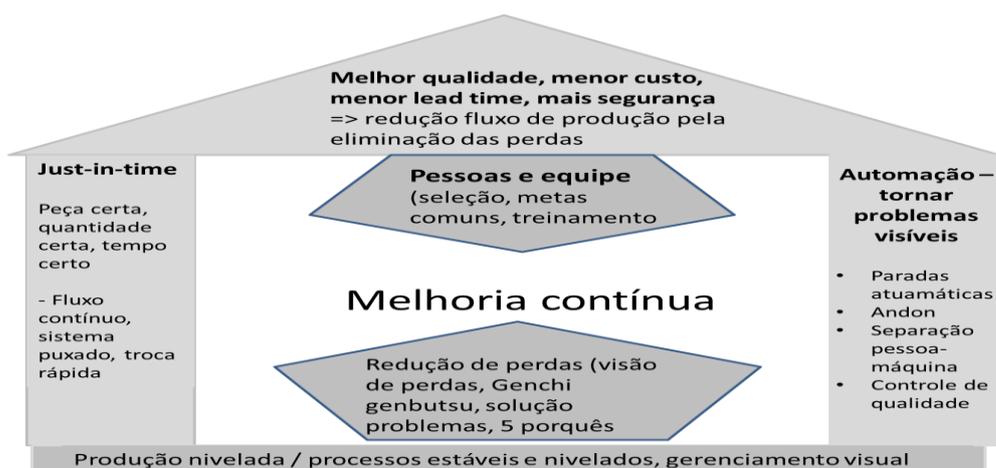


Figura 3. Casa Toyota (adaptado de Liker, 2008).

O STP criou uma série de conceitos e princípios que norteiam a implantação deste sistema nas empresas. A Casa da Toyota foi desenvolvida por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda para explicar a evolução do sistema da Toyota aos seus colaboradores e aos seus fornecedores.

Os princípios que permeiam a explicação da casa são:

- O telhado apresenta o foco no cliente por meio da melhoria da qualidade, a redução do custo e do menor *lead time* aliados a eliminação de perdas.
- As colunas de sustentação referem-se ao processo de entrega de peças e produtos *just-in-time* (de acordo com a necessidade do cliente) e *jidoka* por meio da concessão da inteligência humana a uma máquina para que possa, automaticamente, parar quando surgir um problema, nunca deixar que um defeito passe adiante, é a automação das máquinas.
- No centro da casa estão as pessoas formadas por equipes compostas por membros flexíveis e motivados.
- Na base do sistema estão a estabilidade e padronização das operações.

Para que toda esta “casa” esteja sólida é necessário um conjunto de princípios e ferramentas que interligadas sustentam o STP. Liker (2008) apresentou 14 princípios do STP que ajudam na consolidação do sistema criado. Os "14 princípios" constituem o fundamento dos ensinamentos ministrados aos altos executivos no Japão, em 1950 e nos anos subsequentes. Esses princípios constituem a essência de sua filosofia e aplicam-se tanto a organizações pequenas como grandes, tanto na indústria de transformação como na de serviços. Do mesmo modo, aplicam-se a qualquer unidade ou divisão de uma empresa.

Os 14 princípios são inicialmente divididos em quatro categorias: filosofia, processos, pessoas/parceiros e solução de problemas.

A Figura 4 ilustra estes princípios agrupados por categorias.

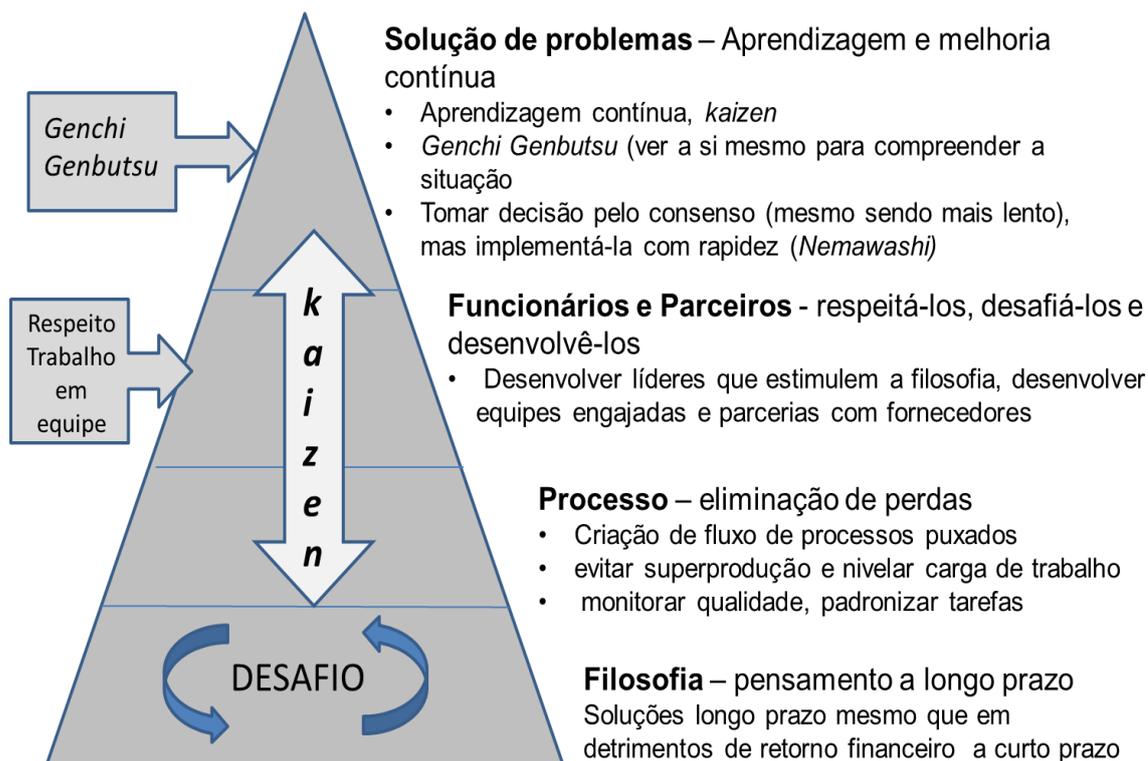


Figura 4. Os princípios do modelo Toyota (adaptado de Liker, 2004),

Os princípios do modelo Toyota são:

- 1º Tome decisões pensando sempre no longo-prazo, mesmo que no início os custos sejam maiores;
- 2º Crie fluxo contínuo p/ todos os processos, pois assim aparecerão os reais desperdícios a serem continuamente eliminados;
- 3º Utilize sistemas de produção puxados pela demanda, como o Kanban, para evitar a superprodução;
- 4º Nivele os volumes de produção produzindo sempre próximo a uma quantidade média, para que se evitem assim os desperdícios e a sobrecarga de trabalho quando as demandas oscilaram;
- 5º Construa uma cultura de parar e resolver a raiz do problema no exato momento da sua ocorrência, para que se tenha qualidade desde o início de cada etapa/operação do processo produtivo;
- 6º Padronize processos e tarefas, aumentando a segurança e autonomia dos colaboradores durante o dia-a-dia, constituindo assim a base para a sua melhoria contínua;

7º Pratique os 5S e utilize controles visuais para que “Tudo” seja facilmente visualizado e compreendido por qualquer pessoa, sem que haja a necessidade de se fazer perguntas;

8º Use somente tecnologias confiáveis e certamente eficazes em seus processos; A tecnologia deve ser puxada pela produção, e não empurrada pra ela;

9º Faça com que seus líderes conheçam, compreendam e vivam essa filosofia ensinando e servindo de exemplo aos demais, pois só assim tais princípios se transformarão em cultura;

10º Invista no desenvolvimento de seus colaboradores e forme pequenas equipes em todos os níveis, pois o sucesso é baseado no conjunto e não no indivíduo;

11º Zele pelo relacionamento com seus fornecedores e parceiros como se fossem seus próprios colaboradores, oferecendo desafios e auxiliando-os no seu desenvolvimento;

12º Vá e veja você mesmo para compreender por completo como funcionam os processos, pois só assim é possível mensurar o que deve ser melhorado;

13º Tome decisões sem pressa, por consenso, considerando todas as opções possíveis e, assim feito, implemente-as rapidamente;

14º Aprenda coisas novas todos os dias e faça autorreflexões sobre suas dificuldades e falhas, buscando sempre fazer melhor e melhor sempre.

Estes princípios são agrupados pelas categorias: filosofia (princípio 1); processo (descritos nos princípios 2 a 8); funcionário e parceiros (descrito nos princípios 9 a 11) e solução de problemas (descrito nos princípios de 12 a 14) resumidos no Quadro 1.

Quadro 1. Resumo de princípios do STP agregados por categorias (Liker, 2004).

CATEGORIAS	PRINCÍPIOS	COLABORAÇÃO
FILOSOFIA	1	O primeiro princípio discorre sobre decisões que se tomam pensando sempre a longo-prazo, mesmo que os custos iniciais sejam maiores
PROCESSO	2 a 8	Estes princípios baseiam-se no desenvolvimento de um fluxo contínuo de produção por meio do uso de sistemas puxados para evitar a superprodução, o nivelamento da carga de trabalho e o uso do controle visual para que nenhum problema fique oculto. Estes princípios visam evidenciar os desperdícios a serem eliminados. Utilizam as ferramentas: <i>Kanban</i> , 5S, padronização, nivelamento de produção.
FUNCIONÁRIOS E PARCEIROS	9 a 11	Estes princípios reforçam a culturas da empresa por meio das suas lideranças, seja no investimento em colaboradores estimulando a formação de pequenas equipes ou no relacionamento entre fornecedores e parceiros como se fossem os próprios colaboradores, auxiliando no desenvolvimento mútuo.
SOLUÇÃO	12 a 14	Os princípios de 12 a 14 que estimula a compreensão dos problemas para melhorar os processos, a tomada de decisão sem pressas a fim de avaliar todas as possibilidades, mas a implementação destas decisões rapidamente e por fim, realizar auto-reflexões sobre dificuldade e falhas buscando sempre o melhor

Segundo Shingo (1996) o objetivo principal do STP consiste em identificar e eliminar as perdas e assim reduzir os custos. Os sete tipos de perdas/desperdícios do STP, estão intrínsecos nos quatorze princípios apresentados por Liker (2008).

Ohno (1997) afirmou que para a identificação dos desperdícios é necessário entender a sua natureza, avaliando o local de trabalho e aprendendo a mapear as atividades que agregam valor e as que não agregam visando melhorar a qualidade de seus processos e produtos, além de obter custos mais baixos. Ao passo que para Womack e Jones (2004), desperdício refere-se a qualquer atividade que absorve recursos, mas que não cria valor.

Devido aos objetivos do Sistema Toyota de produção este foi ligado ao LM.

O termo LM foi usado pela primeira vez no livro *A Máquina que Mudou o Mundo* (WOMACK et al., 1991). O LM é um sistema integrado de princípios, procedimentos operacionais e ferramentas, onde o objetivo das práticas *Lean* é gerar um sistema eficiente e bem organizado para melhoria contínua e eliminação de desperdício, em que cada processo acrescenta valor para o cliente (DUARTE E CRUZ-MACHADO, 2013).

Desta forma, o *Lean Manufacturing* está focado na redução dos sete tipos de desperdícios identificados por Taiichi Ohno (1997) como: defeitos (nos produtos), excesso de produção de mercadorias desnecessárias ou superprodução, estoques de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário, movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera (de funcionários pelo equipamento para realizar uma atividade).

Para Shingo (1996) a inspeção deve descobrir o defeito de produção ou correção de peças fora do padrão, e mais que isto, eliminá-los por meio da realimentação do sistema com a informação para que a causa do efeito possa ser suprimida. Conserto, retrabalho, descarte, produção para substituição e inspeção levam a perda de tempo e aumento de custo, e devem ser eliminados.

O excesso de produção (produzir a mais do que necessita), ou ainda mais cedo do que o cliente necessita geram custos extras com excesso de pessoas no processo produtivo, armazenagem, transporte devido ao estoque excessivo. E esta perda deve ser evitada.

O processamento desnecessário também é um desperdício, uma vez que a realização de tarefas desnecessárias devido à má qualidade de ferramentas ou do projeto do produto pode ocasionar transporte desnecessário e produtos fora do padrão.

O transporte não aumenta o valor agregado da mercadoria e ainda gera custo. A movimentação de trabalho e peças de um local para outro mesmo a curta distância gera um desperdício de tempo e trabalho. Para melhorar este desperdício, uma medida eficaz é a mudança do layout da planta de fabricação.

A alteração no layout da planta diminui o tempo de espera do funcionário que não fica esperando a próxima etapa do processamento, ou a próxima peça do processo para dar andamento ao seu serviço.

Quanto aos estoques intermediários tem-se outros desperdícios como a utilização de matérias primas a mais que o necessário, obsolescência, produtos danificados, custos com transporte, armazenagens e atrasos. Antigamente o estoque intermediário era considerado útil porque o tempo de setup era significativo. Com a adoção da metodologia de troca rápida da ferramenta

SMED (*Single Minute Exchange of Die*) o tempo de *setup* vem sendo reduzido e com ele evita-se os estoques intermediários.

O SMED é uma metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo no Japão entre os anos de 1950 e 1960 e tem como principal objetivo a redução do tempo de *setup* de máquinas ou de linhas de produções. A metodologia que pode ser traduzida por troca rápida de ferramenta em um dígito de minuto, propõe que os *setups* sejam realizados em até 10 minutos, tempo possível de ser atingido a partir da racionalização das tarefas realizadas pelo operador da máquina. Adotar o sistema de troca rápida fez com que a Toyota alcançasse acentuadas reduções no tempo de *setup*, tornando a produtividade ainda maior quando aliada com o SMED com a automação (SHINGO, 1996).

Ao passo que a redução da relação entre o período do prazo de entrega e o ciclo de produção a sincronização entre etapas de produção. Realizando a produção em pequenos lotes, é possível reduzir os estoques de produto.

Quanto aos esforços que não agregam valor ao cliente estão as etapas redundantes no processo, as múltiplas inspeções no processo, as solicitações de clientes não definidas ou claras e a tecnologia inadequada.

Com o método *Lean Manufacturing* estes sete desperdícios são eliminados otimizando o processo produtivo e reduzindo os custos.

Womack et al., (1991) acrescentou a esta listagem, o projeto de produtos que não atendem a necessidade do cliente, gerando a perda de tempo, a perda do foco em outras melhorias internas do processo.

O LM se concentra na eficiência e tem sido disseminado nas indústrias em todo o mundo (Garza-Reyes *et al.*, 2012), por meio da redução de perdas (Mollenkopf *et al.*, 2010; Duarte e Cruz-Machado, 2015) e de desperdícios (CHAUHAN E SINGH, 2012).

Além disso, as práticas do LM geram outros benefícios como melhoria na flexibilidade, qualidade, segurança, ergonomia, motivação dos funcionários e capacidade de inovação (WERKEMA, 2011; JABBOUR, 2013).

As práticas mais usadas são ilustradas na figura 5 (SHINGO, 1996)

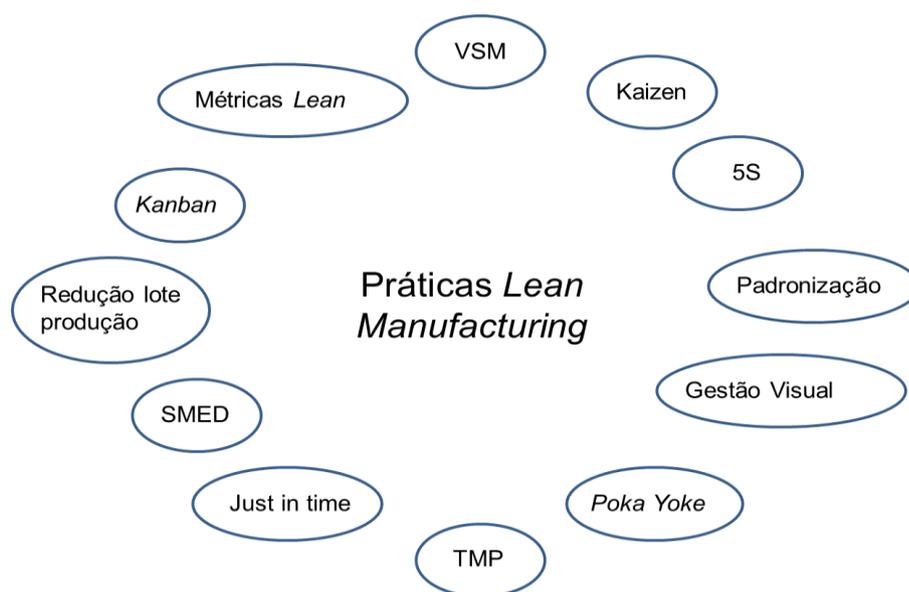


Figura 5. Principais práticas LM (adaptado de Shingo, 1996)

Ao longo do tempo várias práticas foram desenvolvidas para que os desperdícios fossem minimizados. Dentre as práticas do *Lean Manufacturing* destacam-se o VSM, as métricas *Lean*, o *kanban*, o *kaizen*, o 5S, a padronização, a gestão visual, o *poka-yoke*, a TPM, o *Just in time*, o SMED e a redução do lote de produção (SHINGO,1996).

Jabbour *et al.*, (2013) discorre que as principais práticas associadas ao LM são: o *Just in time* (busca fluxo contínuo da produção), o *kanban* (sistema de cartão para continuidade do fluxo), o desenvolvimento e a colaboração de fornecedores, o 5S (organização e redução da desordem e ineficiência do ambiente produtivo), a manutenção produtiva total (melhoria de confiabilidade de máquinas), a redução de lote e redução de estoques, o funcionário multifuncional com várias habilidades e maior envolvimento no processo, e finalmente os círculos de melhoria do *kaizen* (melhoria incremental contínua).

Segundo Womack (2004), a principal ferramenta é o mapeamento do fluxo de valor (*Value Stream Mapping – VSM*) que documenta e representa visualmente a sequência e o movimento das informações e materiais do processo. O fluxo de valor consiste em todas as atividades para produzir e entregar produtos, desde o fluxo de materiais, passando pela transformação de matérias-primas em produtos acabados e todo o fluxo de informações que apoiam o processo.

A finalidade do VSM é permitir a identificação do estado atual da empresa, seus valores e o desenvolvimento de um planejamento para atingir um nível mais alto de desempenho, para chegar ao estado futuro desejado. O VSM é

muito utilizado para separar atividades internas que apresentam valor a empresa (ROTHER e SHOOK, 1999).

Abdulmalek e Rajgopa (2007) estudaram que o VSM tem sido utilizado em setores como o automotivo, eletrônicos, linha branca de bens de consumo de forma geral, visando melhorar o desempenho para um estado futuro.

Faulkner e Bardubenn (2014) propuseram uma metodologia para desenvolver Mapeamento de Fluxo de Valor Sustentável (Sus-VSM) pela identificação de métricas adequadas que permitiriam apresentar visualmente o desempenho econômico e ambiental da indústria. Desta forma é possível identificar as melhorias a serem realizadas na manufatura que tenham impactos ambientais.

O *kanban* é outra ferramenta que se aplica na indústria. É um termo de origem japonesa e significa literalmente “cartão”. Este é um conceito relacionado com a utilização de cartões que visam indicar o andamento dos fluxos de produção em indústrias de fabricação em série. Este dispositivo sinalizador autoriza a produção que o próximo item pode ser retirado, e dá instruções de sua realocação. É um instrumento utilizado para controlar um sistema puxado de produção. Evita o excesso de produção, reduz os estoques e auxilia na redução de desperdícios e auxilia na visualização por todos os colaboradores nas prioridades da produção (SHINGO, 1996).

O *kaizen* que é uma ferramenta utilizada para melhorias rápidas visando aprimorar um processo individual ou um fluxo de valor completo, por meio do uso de senso comum e da criatividade. Não exige um grande investimento para sua implantação, mas exige o comprometimento dos funcionários da empresa. Consiste em uma forma de gestão orientada para a maximização da produção e da rentabilidade e que não aplica aumento de custo. São melhorias que depois de identificadas, por meio de ações orientadas, devem ser colocadas em prática imediatamente (LIKER *et al.*, 2006)

O 5S é um método cujo objetivo é promover e manter a organização e limpeza da área de trabalho. Chama-se 5S por derivarem de 5 palavras japonesas que são: o *seiri* (senso de utilização), o *seiton* (senso de organização), o *seiso* (senso de limpeza), o *seiketsu* (senso de padronização) e o *shitsuke* (senso de autodisciplina). Este método resulta em aumento de produtividade, melhor atendimento aos prazos, redução de defeitos, aumento da segurança do trabalho e redução de desperdício de material (IMAI, 1992)

A padronização é um método usado para indicar um procedimento que permite executar tarefas de forma clara de modo que resultados desejados possam ser alcançados e mantidos. Esta ferramenta permite que as tarefas sejam executadas da mesma forma contribuindo para um melhor desempenho, melhorias de custo, qualidade, cumprimento de prazos e segurança.

A gestão visual possui algumas formas de controle que pode ser implementada, como o quadro *takt* (mostra o cronograma com comparativos de tempos do trabalho executado e desejado), o *Andon* (mostra o status da operação e indica por meio de sinais luminosos quando ocorre alguma anormalidade no trabalho), o quadro de treinamento dos operadores e o sequencial para item de controle.

O *poka-yoke* que consiste em um dispositivo ou procedimento que tem como objetivo detectar e corrigir erros por meio do controle físico ou mecânico possibilitando a inspeção em 100 % de uma linha de produção. Este dispositivo paralisa o processo até que a condição causadora do defeito seja corrigida.

A TPM ou a manutenção produtiva total que é um conjunto de procedimentos que têm como objetivo garantir que os equipamentos de um processo produtivo sempre sejam capazes de executar tarefas necessárias, de modo a não interromper a produção. Este conjunto de procedimentos requer a participação total das pessoas, não só da equipe da manutenção por meio de desenvolver a produtividade total do equipamento, com o mínimo de desperdício e maior ciclo de vida do equipamento.

O *just-in-time* é uma ferramenta que permite receber o material desejado no momento estabelecido, não gerando superprodução antecipada ou geração de estoques de matérias primas ou produtos finais. O desejável é estoque zero, sendo que o processo deve ser abastecido apenas com itens necessários, na quantidade necessária, no momento necessário.

A redução do tempo de setup é utilizada para diminuição da troca de moldes de fabricação de um produto para outro. Também é conhecido como *Single Minute Exchange of Die* (SMED), que se refere ao objetivo que a troca seja realizada dentro de menos de dez minutos. Shingo ao longo de sua carreira desenvolveu algumas técnicas para agilizar e otimizar o *setup* permitindo a redução de até 80 % do tempo de *setup*.

A redução de lote é uma ferramenta que possibilita a diluição da produção de forma a não sobrecarregar a mesma em determinado período e também em

reduzir os estoques. Esta ferramenta deverá vir acompanhada de uma melhoria na troca de *setup*. A combinação destas duas ferramentas possibilita alcançar melhores resultados para o STP.

Segundo Shingo (1996), o resultado da redução do lote poderá ser otimizada em um sistema de produção mista com a combinação da produção de dois produtos em um fluxo contínuo resultando em um tempo de fabricação unitário e menor. Com isto as perdas de troca de *setup* são bastante reduzidas.

Outra ferramenta de LM é a utilização de métricas que buscam quantificar como os resultados da organização estão em relação à velocidade e eficiência nos processos. As principais métricas são a aplicação da Lei de *Little* que relaciona o *lead time*, o trabalho em processo e a taxa de saída de qualquer processo; a medição do tempo de *setup*; a medição de tempo *takt* (tempo disponível para a produção dividido pela demanda do cliente) e a eficiência do ciclo do processo (WERKEMA, 2011).

Jabbour *et al.* (2013) estudaram que o STP, quando aplicado em sistemas de produção tem seus resultados otimizados ainda mais quando as atividades passam a ser desenvolvidas por funcionário multifuncional (exerce mais de uma função dentro do sistema produtivo). Com isto, permite-se conseguir uma resposta mais rápida e flexível aos clientes com o mesmo nível de qualidade.

Desta forma, o uso das ferramentas *Lean* não só tem sido implementado para alcançar alguns objetivos organizacionais, tais como redução de desperdícios, rentabilidade e eficiência, mas também, objetivos ligados à satisfação do cliente como a qualidade, a capacidade de resposta rápida e flexível para os produtos e os serviços.

Florida (1996), Rothenberg *et al.* (2001); Kurdve *et al.* (2011); Diaz-Elsayed *et al.* (2013); Dües *et al.* (2013); Faulkner e Badurdeen (2014) e Wu *et al.* (2015) identificam que o *Lean* tem uma relação direta com a gestão ambiental. Desta forma, estas práticas têm sido usadas não apenas para reduzir desperdícios na manufatura, mas são empregadas em apoiar iniciativas da gestão ambiental visando o equilíbrio entre ganhos de eficiência e compatibilidade ambiental em suas operações e produtos.

Womack e Jones (1998) criaram o conceito de *Lean Thinking* que estimula a eliminação do desperdício a cada etapa do processo com aplicação de ferramentas do LM, com o propósito de criar uma cultura em prol da melhoria contínua e a eliminação de desperdícios refletindo no aumento do valor

agregado do produto. Para eles, o *Lean thinking* é *Green* porque o mesmo reduz a quantidade de energia e resíduos necessários na manufatura de um dado produto.

2.2. GREEN MANUFACTURING

A visão do *Green Manufacturing* (GM) tem evoluído ao longo do tempo. Este termo inicialmente estava relacionado apenas à dimensão ambiental da sustentabilidade embora hoje esteja relacionado aos pilares de sustentabilidade baseado no *Triple Bottom Line* (TBL) abrangendo fatores econômico, social e ambiental (NORMAN e MACDONALD, 2004).

Para este trabalho foi abordado o termo *Green Manufacturing* empregado com âmbito ambiental (BERGMILLER, 2006; DORNFELD, 2012).

Segundo Dornfeld (2012), o GM é concebido com viés ambientalista, visando à preservação da qualidade ambiental por meio da reciclagem, produtos biodegradáveis ou não poluidores. Em relação à manufatura isto implica em processos e sistemas menos impactantes ao meio ambiente, visando à conservação dos recursos naturais (água, energia), poupando o consumo excessivo com maior segurança social e sendo economicamente viável.

Desta forma ao alinhar as práticas GM na manufatura as indústrias passaram a implementar em suas rotinas a reciclagem, o reuso, a redução de desperdício, a prevenção da poluição, a certificação ambiental, a produção mais limpa entre outras práticas (BERGMILLER e MCCRIGHT, 2009).

No início, o uso do termo *Green Manufacturing* era usado como *Sustainable Manufacturing* (SM). Jelinski *et al.* (1992) foram um dos pioneiros a utilizar o termo SM relacionando-se apenas a dimensão ambiental. Contudo, com a evolução dos conceitos o LM, GM e SM os pilares de cada prática tornaram-se mais claros (SILVA *et al.*, 2013). O *Green Manufacturing* é uma das vertentes que compõe o *Sustainable Manufacturing*.

Neste trabalho partilha-se o conceito de Graedel and Howard-Grenville (2005), Dornelf (2012) e Esmuellian *et al.* (2016) que pelo quadro 2 relaciona os aspectos do LM, GM e SM (*sustainable manufacturing*). O GM é formado pelos pilares ambiental e social enquanto o LM pelos pilares ambiental e econômico.

Quadro 2: Pilares do GM e LM (adaptado de Esmaelian et al., 2016)

Aspecto	Ambiental	Social	Econômico
Green manufacturing	x	x	
Lean manufacturing	x		x

2.3. PRÁTICAS *LEAN AND GREEN*

Nos últimos anos muitos estudos têm sido realizados das práticas Lean and Green. A fim de avaliar e ter uma perspectiva das direções destes estudos na literatura realizou-se uma revisão dos principais artigos das práticas Lean and Green.

Foi realizada uma revisão sistemática de artigos por meio dos periódicos de bases de dados internacionais - *Elsevier, Emerald, Taylor & Francis (T&F), IEEE, Springer, Wiley, Inderscience* e *GoogleScholar* e bases nacionais (teses das principais universidades). Uma etapa de filtragem que resultou nos artigos para leitura e análise sistêmica das referências.

Uma vez atingida à exaustão da pesquisa, seguiu-se para a identificação de práticas *Lean and Green* isoladas, e para por fim determinar quais são as práticas *Lean and Green* conjuntas.

Na base *Web of Science* pesquisou-se artigos por tópicos e suas variações com *assessment, lean and green, lean sustainable* e *chemichal industry*. Posteriormente foi refinado por categorias: *engineering industrial or environmental sciences or engineering environmental or engineering manufacturing or engineering mechanical or environmental studies or engineering civil or engineering chemical or engineering electrical electronic*.

Foram encontrados 251 artigos, os quais foram avaliados por ordem de relevância, número de citações. Este processo resultou na seleção de 63 artigos os quais foram classificados entre práticas *Lean Manufacturing, Green Manufacturing* e *Lean and Green*. Dos 63 artigos apenas 1 refere-se a estudo de práticas *Lean and Green* na indústria russa e 1 artigo brasileiro comparando as práticas *Lean and Green* em duas indústrias químicas inovadoras, que foram resumidos conforme demonstrados na figura 6.

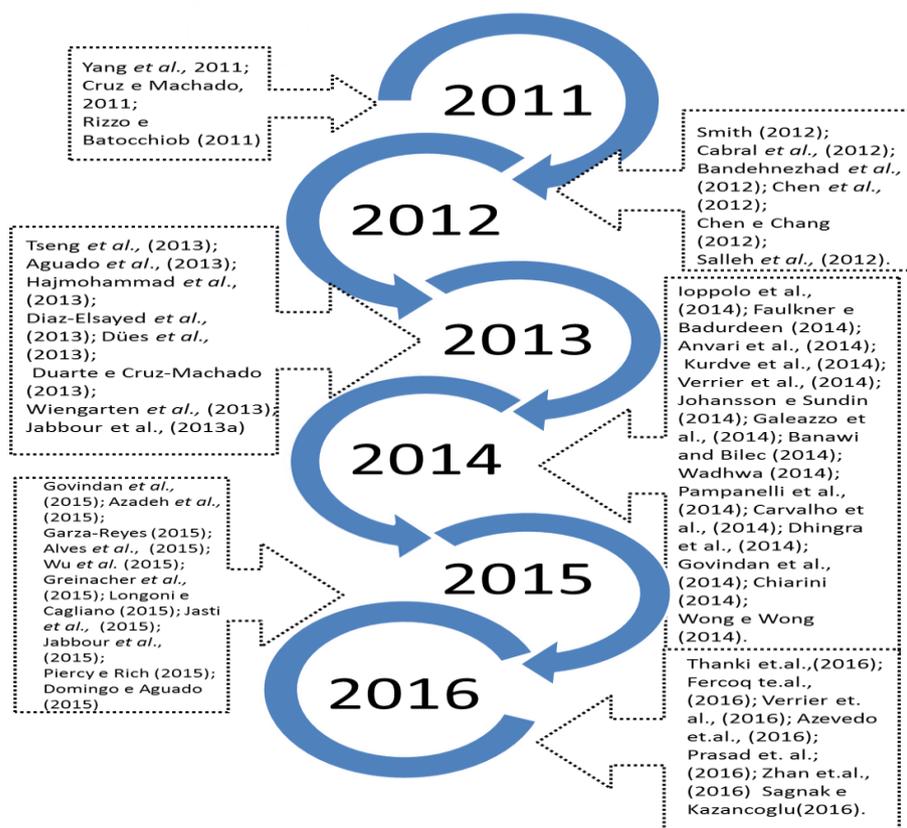


Figura 6. Temporalidade dos estudos (próprio autor)

Buscando sistematizar as práticas *Lean and Green* mais citadas nestes artigos para desenvolver a survey definiu-se em áreas (compras, vendas, operação e pesquisa e desenvolvimento) com base no estudo de CAMPOS, 2016.

Dentre estes estudos conclui-se que questões operacionais como reduzir e eliminar desperdícios, o reaproveitamento, recuperação, a reutilização e as fontes causadoras de poluição dentro do processo apresentam-se como as práticas integradas entre LM e GM que são mais utilizadas na indústria, quando analisadas em conjunto.

As práticas operacionais são as que mais aparecem no estudo de Garza-Reyes (2015) que realizou uma revisão literatura sobre a implantação de práticas *Lean and Green* demonstrando que as práticas se mostraram sinérgicas, trazendo benefícios por meio de *trade-offs*, com maior agilidade e

oportunidades para a indústria. Estas práticas operacionais apareceram em 44 % dos 59 artigos estudados.

O estudo apresenta como o grupo mais expressivo, as práticas ligadas a cadeia de suprimentos (33,8 % dos artigos estudados). Este resultado não foi o mesmo encontrado nesta dissertação, onde a primeira prática LM and GM mais utilizadas na indústria apontada foi à cadeia de suprimentos integrada, colaborativa e treinada para desenvolver relação de longa.

As práticas *Green* na cadeia de suprimentos visam alcançar objetivos como aumentar o lucro e a quota de mercado das empresas e melhorar a eficiência ambiental destas organizações e dos seus parceiros (Cabral *et al.*, 2012), sem comprometer a qualidade, o custo, a flexibilidade, o desempenho ou a eficiência de utilização da energia.

Reforçam Carvalho *et al.* (2011) que a cadeia de suprimentos colaborativa conduz ao lucro econômico das indústrias e minimiza os danos ambientais por meio do cumprimento das normas legislativas.

E por fim dentre as práticas *Lean Manufacturing and Green Manufacturing* que mais foram citadas nos artigos foram à implementação de normas certificadoras como a ISO14000, indicadores de desempenho juntamente com o treinamento e envolvimento de colaboradores das indústrias para que a conscientização a respeito da melhoria ambiental.

As práticas encontradas reforçam o que já foi evidenciado por Dues *et al.* (2013) onde as mesmas práticas são compartilhadas pelo *Lean and Green Manufacturing*.

González-Benito (2008) analisou que quando a empresa tem área de manufatura proativa e adota práticas *Lean* há a melhora significativa na gestão ambiental com foco em redução de desperdício, reciclagem, seleção de fornecedores certificados.

O quadro 3 apresenta o resumo das práticas *Lean and Green* mais citadas na literatura encontrada.

Quadro 3 – Resumo das práticas *Lean and Green* e suas integrações

Requisitos avaliados	Prática Lean	Prática Green	Fontes	Área	Número de artigos
Parcerias com fornecedores/clientes e impactos ambientais Cadeia de suprimentos	Comprar melhor e com matérias primas menor impacto ambiental	Desenvolver modelos sustentáveis de negócios, comprar de fornecedores certificados, aumentar a eficiência da cadeia de compras.	Azevedo et al. (2012); Domingo e Aguado (2015); Brindeley e Oxford (2014); Duarte e Cruz-Machado (2011); Espadinha-Cruz et al. (2011); Govidan et al. (2013); Jabbour et al. (a)(2013); Melnyk et al. (2003); Mollenkoff et al. (2010); Rao et al. (2005); Sobral et al. (2013); Tseng et al. (2013); Smith (2012); Cabral et al. (2012); Carvalho et al. (2017); Bai e Sarkis (2010); Drohomerski et al. (2014); Kannan et al. (2014); Zaitani et al. (2015); Herrera et al. (2015); Brito e Berardi (2010); Duarte e Cruz Machado (2013); Govidan et al. (2014)	Compras	23
Reduzir ou eliminar os desperdícios	Reduzir os desperdícios para que tenha um melhor custo operacional e menor impacto ambiental	Reduzir os desperdícios para que tenha um menor impacto ambiental	Alves et al. (2015); Bergmiller e McCright (2009); Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho et al. (2010); Chiarini (2014); Dues et al. (2013); Duarte e Cruz-Machado (2013); Fercoq et al. (2016); Govindan et al. (2014); Hajmohammad et al. (2013); Jabbour et al. (a)(2013); Kurdve et al. (2014); Miller et al. (2010); Paulraj et al. (2009); Sobral et al. (2013); Vasconcelos et al. (2013); Verrier et al. (2016); Wiengarten et al. (2013).	Operação	22
Reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas	Reaproveitar, recuperar e reutilizar matérias primas visando menor custo operacional e impactos ambientais	Reaproveitar, recuperar e reutilizar matérias primas visando menor impactos ambientais, menor descarte	Carvalho et al. (2013); Carvalho et al. (2011); Dhingra et al. (2014); Duarte e Cruz-Machado (2013); Espadinha-Cruz et al. (2011); Hajmohammad et al. (2013); Jabbour et al. (a)(2013); Mollenkoff et al. (2010); Paulraj et al. (2009); Rizzo e Batocchiob (2011); Voss (2005); Wiengarten et al. (2013); Yang et al. (2011).	Operação	15
Fontes com potencial para causar poluição ou impacto ambiental	Fatores internos de processos com fonte geradora de impacto ambiental, aumento da poluição	Fatores internos de processos com fonte geradora de impacto ambiental, aumento da poluição. Afetar áreas próximas a indústria podendo poluir o ar, a água da população.	Carvalho e Cruz Machado (2011); Dues et al. (2013); Fercoq et al. (2016); Hajmohammad et al. (2013); Melnyk et al. (2003); Rao et al. (2005); Vasconcelos et al. (2013); Verrier et al. (2016); Wiengarten et al. (2013).	Operação	11
Auditorias em fornecedores com foco ambiental	Assegurar parcerias com foco ambiental	Assegurar parcerias com foco ambiental e melhorar avaliação de fornecedores	Azevedo et al. (2012); Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho et al. (2010); Govindan et al. (2014); Hajmohammad et al. (2013); Jabbour et al. (a) (2015); Wiengarten et al. (2013); Zhu et al. (2008).	Compras	9
Reduzir o leadtime de vendas e redução de estoque	Diminuir o estoque e reduzir a possibilidade de vazamento e impacto ao ambiente	Diminuir o estoque e reduzir a possibilidade de vazamento e impacto ao ambiente	Carvalho e Cruz Machado (2009); Carvalho et al. (2011); Cabral et al. (2012); Dues et al. (2013); Espadinha-Cruz et al. (2011); Hajmohammad et al. (2013); Miller et al. (2010); Mollenkoff et al. (2010); Wiengarten et al. (2013).	Vendas	9
Certificações, I.S.O.14000 e impacto em vendas	Impactos em vendas devido a certificações e custo das certificações	Impactos em vendas devido a certificações ligados a melhorias ambientais e adequação a legislação	Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho e Cruz Machado (2009); Chen et al. (2012); Chiarini (2014); Duarte e Cruz-Machado (2013); Govindan et al. (2014); Govidan et al. (2013); Melnyk et al. (2003); Thanki et al. (2016)	Vendas	9
Indicadores de desempenho (avaliação dos estoques e melhoria de processo)	Avaliar o desempenho de processos internos visando melhor controle ambiental e redução da economia interna (menor estoque)	Avaliar o desempenho de processos internos visando melhor controle ambiental (menor estoque)	Campos e Melo (2008); Carvalho et al. (2011); Domingo e Aguado (2015); Dues et al. (2013); Fercoq et al. (2016); Kurdve et al. (2014); Venkat e Wakeland (2006); Voss (2005).	Operação	9
Treinamentos internos aos colaboradores com foco lean (manufatura enxuta) e ambiental	Maior conscientização ambiental e impactos econômicos devido a redução dos 8 desperdícios	Maior conscientização ambiental e colaboração dos funcionários nas indústrias.	Yang et al. (2011); Jabbour et al. (b)(2013); Sobral et al. (2013); Dues et al. (2013); Alves et al. (2015); Duarte e Cruz-Machado (2015); Campos e Vasquez-Brust (2016).	Operação	7
Desenvolvimento de novos produtos/processos e impacto ambiental. Uso de matérias primas ecológicas	Uso de matérias primas e desenvolvimento de processo com menor custo e menor impacto ambiental	Uso de matérias primas e desenvolvimento de processo com menor impacto ambiental	Aguado et al. (2013); Banawi e Bilec (2014); Bergmiller e McCright (2009); Campos e Vasquez-Brust (2016); Chen et al. (2012); Dhingra et al. (2014)	Pesquisa e desenvolvimento	7

Requisitos avaliados	Prática Lean	Prática Green	Fontes	Área	Número de artigos
Logística reversa e reutilização/reciclagem de produtos retornados do cliente	Reutilização de produtos ou sua reciclagem permitindo uma economia no processo e uso ambiental com o mínimo de impacto	Reutilização de produtos ou sua reciclagem permitindo o uso ambiental com o mínimo de impacto	Carvalho et al. (2010); Carvalho et al. (2011); Dues et al. (2013); Espadilha-Cruz et al. (2011); Govidan et al. (2013); Miller et al. (2010).	Operação	6
Uso de água em processo e tratamento efluente	Redução do uso de água no processo e diminuição do custo de tratamento de efluente	Redução do uso de água no processo (recurso escasso) e diminuição do tratamento de efluente (menor impacto ao meio ambiente)	Aguado et al. (2013); Bawani e Bilec (2014); Campos e Vasquez-Brust (2016); Domingo e Aguado (2015); Greinaicher et al. (2015).	Operação	6
Emissão de CO ²	Redução da emissão de CO ² afetando a camada de ozônio	Redução da emissão de CO ² afetando a camada de ozônio	Campos e Vasquez-Brust (2016); Domingo e Aguado (2015); Greinaicher et al. (2015); Venkat e Wakeland (2006).	Operação	6
Consumo de energia elétrica	Redução do consumo de energia elétrica	Redução do consumo de energia elétrica	Campos e Vasquez-Brust (2016); Domingo e Aguado (2015); Greinaicher et al. (2015); Iopolo et al. (2014); Venkat e Wakeland (2006); Sagnak e Kazancoglu (2016).	Operação	6
Aumento no faturamento de vendas, satisfação do cliente e melhorias ambientais no processo ou produto	Melhorar o faturamento devido a melhorias ambientais	Melhorar o faturamento devido a melhorias ambientais e causar impactos positivos na satisfação do cliente	Yang et al. (2011); Aguado et al. (2013); Brindeley e Oxford (2014); Chen et al. (2012); Mathiyazhagan et al. (2015)	Vendas	5
Logística reversa de embalagens	Recuperação de embalagens com a reversa das mesmas após vendas e custo desta operação	Recuperação de embalagens com a reversa das mesmas e redução do uso de embalagens em função desta recuperação	Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho e Cruz Machado (2009); Govidan et al. (2013); Yang et al. (2011)	Vendas	4
Fretes e emissão CO ² (foco ambiental)	Redução da emissão de CO ² afetando o meio ambiente e custo dos fretes	Redução da emissão de CO ² afetando o meio ambiente	Carvalho et al. (2010); Carvalho et al. (2011); Dues et al. (2013); Espadilha-Cruz et al. (2011).	Operação	4
Reutilizar embalagens, paletes ou outros insumos	Reutilização de insumos e embalagens internamente na indústria para redução de custo e menor impacto ambiental (descarte de embalagens, madeiras, etc)	Reutilização de insumos e embalagens internamente na indústria visando menor impacto ambiental (descarte de embalagens, madeiras, etc)	Bergmiller e McCright (2009); Carvalho et al. (2011); Espadilha-Cruz et al. (2011); Miller et al. (2010).	Operação	4
Substituição de matérias primas e impacto ambiental de produto ou processo	Substituir matérias primas em uso e melhorias de processo com menor custo e menor impacto ambiental	Substituir matérias primas em uso e melhorias de processo com menor impacto ambiental	Azevedo et al. (2012); Banawi e Bilec (2014); Chen et al. (2012).	Pesquisa e desenvolvimento	3
Ciclo de vida do produto e a melhoria ambiental	Reaproveitar produtos no final de seu ciclo visando menor impacto ambiental e impactos no custo	Reaproveitar produtos no final de seu ciclo visando menor impacto ambiental	Aguado et al. (2013); Azevedo et al. (2012); Jasti et al. (2015).	Pesquisa e desenvolvimento	3
Leadtime de compras para a redução de estoque	Redução estoque e desperdício	Redução de estoque visando redução risco ambiental, melhorias da eficiência na indústria	Carvalho e Cruz Machado (2009); Sobral et al. (2013)	Compras	2
Ciclo de vida dos produtos	Avaliar o ciclo de vida dos produtos para que não vençam no estoque, não gere prejuízo econômico e descarte no ambiente	Avaliar o ciclo de vida dos produtos para que não vençam no estoque e necessidade de descarte ambiental	Carvalho e Cruz Machado (2009); Zhu et al. (2008).	Operação	2
Desenvolvimento de produtos/processo visando manufatura enxuta e a sustentabilidade ambiental	Uso de matérias primas e desenvolvimento de processo com menor custo e menor impacto ambiental	Uso de matérias primas e desenvolvimento de processo com menor custo e menor impacto ambiental	Alves et al. (2015); Dhingra et al. (2014).	Pesquisa e desenvolvimento	2

Devido a grande importância que o assunto veio adquirindo, autores como Yang *et al.*, (2011) avaliaram impactos de práticas *Lean Manufacturing* (LM) e práticas *Green Manufacturing* (GM) no resultado econômico das empresas,

indicando que fatores contextuais como tamanho da empresa e diferenças regionais podem influenciar no nível de sustentabilidade e no resultado financeiro.

A distinção importante a ser feita entre o *Green Manufacturing* e o *Lean Manufacturing*, é que o *Lean* é centrado em criar mais valor para o cliente com menos trabalho no processo produtivo (Dornfeld, 2013), evitando desperdício. Ao passo que o termo *Green Manufacturing* está sendo usado com foco de redução do impacto ambiental de um processo de fabricação ou sistema quando comparado a um estado anterior.

Nos últimos anos, alguns estudos apontam para avaliação dos impactos de ferramentas de *Lean and Green* reafirmando a sinergia entre atributos do LM com a gestão ambiental (Dües *et al.*, 2013 e Aguado *et al.*, 2013).

Aguado *et al.*, (2013) estudaram os aspectos da sustentabilidade ambiental de forma a melhorar seus lucros por meio do desenvolvimento de um modelo que mensura sete indicadores (a organização, a satisfação do cliente, o gerenciamento de informações, a performance da manutenção e da produção, a relação interna da organização entre colaboradores e a cultura) que são medidos em linha pelos clientes e comparados aos concorrentes. Os autores analisaram que a redução de resíduos, a diminuição no trabalho com relação ao processo, a redução de estoques finais, o consumo mínimo de matérias-primas faz com que o valor do produto aumente. Desta forma, os custos, os rendimentos financeiros, a responsabilidade social e a sustentabilidade ambiental podem melhorar.

Garza-Reyes (2015) reforçou que na busca de operações e produtos mais ecológicos as empresas desenvolveram alternativas para concorrer com maior eficiência operacional e compatibilidade ambiental com produtos sustentáveis. Analisou que as indústrias de manufatura têm sido forçadas, mais que outras indústrias a repensar na sua gestão de operações e processo de forma a se tornarem mais sustentáveis, devido às demandas dos clientes e também para se adequar as legislações governamentais.

Pesquisas voltadas à manufatura sustentável passaram a ser intensificada a partir de 1995. Hart (1995) propôs que práticas ambientais e desempenho organizacional (incluindo o desempenho ambiental) estão ligadas por meio da visão baseada em recursos naturais.

Com isso, a adequada gestão ambiental, pode desenvolver capacidades que são valiosas, raras e difíceis de replicar pela concorrência (RUSSO e FOUTS, 1997). De acordo com alguns estudos, uma empresa pode ganhar vantagem competitiva por meio da implantação de estratégias ambientais tais como a prevenção da poluição, a minimização das emissões, efluentes e resíduos (HART, 1995; RUSSO e FOUTS, 1997).

O desafio na adoção práticas de *Lean and Green* é desestimulado dado o elevado risco de fracasso e dos investimentos necessários para tal transformação. Yang *et al.*, (2011) utilizaram uma base de dados de 309 empresas internacionais para demonstrar que ao se avaliar separadamente as práticas *Lean and Green*, as empresas apontaram que investir em políticas sustentáveis podem não ter viabilidade econômica. Por outro lado, Azevedo *et al.*, (2012); Salleh *et al.*, (2012) e Aguado *et al.*, (2013) estudaram que práticas LM e gestão ambiental tem viabilidade econômica.

Reforçando que as práticas *Lean and Green* geram melhorias na manufatura e na competitividade, outros estudos têm demonstrado que a convergência entre práticas resulta em melhorias de processos, estimulando reengenharias de processos (Ioppolo *et al.*, 2014) gerando uma manufatura ambientalmente mais sustentável (Santánnia *et al.*, 2015), além de fortalecer a gestão da cadeia de suprimentos (TSENG *et al.*, 2013).

Investir em recursos para melhorar produtos ou processos *Lean and Green* podem produzir inovações em tecnologias para economizar energia, prevenir poluição, reciclar resíduos, realizar projetos de produtos autossustentáveis e ainda ter uma gestão ambiental corporativa melhorada (IOPPOLO *et al.*, 2014 e BANAWI e BILEC, 2014).

As inovações com pilares *Lean and Green* podem estimular a competitividade visando compensar os custos dos investimentos ambientais, aumentando o valor do produto, além de melhorar a imagem corporativa.

Isto tem sido reforçado pelo desejo dos clientes por práticas mais sustentáveis estimulando as organizações a implementar em suas rotinas de produção ações como a reciclagem, o reuso, a redução de desperdícios e ações não poluidoras (BERGMILLUER e MCCRIGHT, 2009).

Neste sentido, as normas ambientais para as indústrias transformadoras, incluindo as químicas, tem caminhado nesta mesma direção. A norma NBR 16725/2011 elaborada pelo Comitê Brasileiro de Química, estabelecem regras

para que as indústrias adaptem sua manufatura e reduzam a emissão de resíduos de forma adequada.

Segundo o Ministério de Meio Ambiente qualquer organização com atuação internacional também precisa estar ciente e cumprir toda uma série de regulamentações ambientais. O Protocolo de Quioto, a Convenção de Montreal e as diretrizes da União Européia discorrem sobre o uso e descarte de materiais que impactam ao ambiente.

Por outro lado, com a aprovação da Lei de Crimes Ambientais, ou Lei da Natureza (Lei Nº 9.605/1998), a sociedade brasileira, os órgãos ambientais e o Ministério Público passaram a contar com um mecanismo para punição aos infratores do meio ambiente. Sendo reforçada pela Lei nº 12.305/10, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) com instrumentos importantes que permitem o controle sobre problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (entre eles os das indústrias químicas).

A indústria brasileira química descarta alguns resíduos tóxicos, considerados os mais agressivos à natureza e ao homem como o chumbo, o cromo e os fenóis que são danosos ao ambiente e causam poluição. As soluções para estes problemas vão desde o simples controle dos efluentes, passando por programas de prevenção à poluição, pelo conceito de produção mais limpa e pela eco-eficiência.

Desta forma, as práticas *Lean and Green* passam a ganhar força, uma vez que permitem desenvolver processos produtivos menos impactantes ao ambiente e que demonstram ser economicamente viáveis.

Wiengarten *et al.*, (2013) e Johansson e Sundin, (2014) analisaram as práticas *Lean and Green* demonstrando que as mesmas são sinérgicas quando relacionada com a redução de resíduos, redução do tempo de atravessamento, concepção de novos produtos e utilização de várias abordagens e técnicas para administrar pessoas e organizações. Por esta razão, Galeazzo *et al.*, (2014) afirmaram que as interdependências recíprocas entre práticas *Lean and Green* podem trazer resultados positivos para as indústrias.

As práticas ao serem sinérgicas levam também a redução de custos. Diaz-Elsayed *et al.*, (2013) avaliaram por meio de simulação de eventos discretos que a combinação de estratégias de práticas *Lean and Green* geram a

otimização do sistema de produção e com isto consegue-se a redução em 10,8% dos custos em uma produção contínua.

Outro fator de impacto que as práticas *Lean and Green* podem contribuir para as indústrias são por meio da cadeia de suprimentos. Hajmohammad *et al.*, (2013) avaliaram 503 fábricas canadenses o método MQP (mínimos quadrados parciais) via survey. Os resultados indicam que a gestão da cadeia de suprimentos com práticas *Lean* fornecem meios pelos quais são estimulados os investimentos em práticas sustentáveis.

Brito e Bernardi (2010) e Drohomerski *et al.*, (2014) no Brasil, Lo (2013) em Taiwan e Piercy e Rich (2015) no Reino Unido também estudaram os impactos positivos entre as práticas *Lean and Green* e a gestão da cadeia de suprimentos, possibilitando a indústria diminuir custos e aumentar a rentabilidade da indústria por meio da gestão da cadeia de suprimentos com práticas *Green* (integração de fornecedores, estratégia de compras diferenciada, redução de desperdício).

Tachizawa (2015) e Jabbour (2015) avaliaram que a seleção de fornecedores que utilizam práticas *Lean and Green* na cadeia de suprimentos melhoram a sustentabilidade, contribuindo para implementação da gestão da cadeia de suprimentos sustentável.

A integração e sinergia entre as práticas *Lean and Green* facilitam sua inserção na estratégia das empresas em busca da sustentabilidade ambiental, sejam por meio da redução dos resíduos, de uma melhor gestão da cadeia de suprimentos ou por meio de inovações.

Ioppolo *et al.*, (2014) estudaram as práticas *Lean* e a ecologia industrial (baseado em práticas *Green*) visando avaliar os principais fatores que geram a integração entre as práticas *Lean and Green*. A base para integrar os aspectos ambientais as estratégia passam pelo design, pela reengenharia por processos com a melhoria da produção e do produto final, e atividades para o desenvolvimento de um sistema de eco-industrial. Os autores concluíram que um ambiente *Lean* atua como um catalisador para as inovações e com isto facilita a sustentabilidade.

Verrier *et al.*, (2014) realizaram estudos na área fabril durante a implantação de práticas *Lean and Green* e demonstraram que os principais resíduos encontrados nos processos de produção eram vindo de defeitos, de movimento desnecessário e uso excessivo de energia. Continuando seus estudos, Verrier

et al., (2015) avaliaram uma metodologia *Lean and Green* baseada na eliminação de desperdícios dos processos de produção. Esta metodologia ligava a avaliação do desempenho industrial em relação às pressões de sustentabilidade por meio de estratégias de eco eficiência para responder as restrições ambientais.

Garza-Reyes (2015) identificou por meio de um mapa conceitual, as seis principais correntes de pesquisa LM e GM e mostrou que a transição para operações e produtos mais sustentáveis tem forçado as empresas a buscar alternativas. Estas alternativas incluem o uso de práticas *Lean and Green* para equilibrar ganhos de eficiência e compatibilidade ambiental em suas operações e produtos por meio de inovações, uma manufatura mais ágil, melhoria da qualidade (buscando a qualidade total), o gerenciamento de projeto.

Verrier *et. al.* (2016) visando identificar estratégias e eco-eficiência para ligar o desempenho industrial a pressões de sustentabilidade propuseram um modelo de casa *Lean and Green* baseado em ferramentas LM e GM e das contribuições que vêm ocorrendo nos últimos anos. Da metodologia de Faulkner e Badurdenn (2014) do SUS-VSM, passando pelos estudos de Pampanelli *et. al.*, (2014) e Krudve *et. al.* (2014) que estão associados a processos produtivos até contribuições de Dubey *et.al.* (2015) sobre cadeia de suprimentos Green.

Das filosofias do *Lean Manufacturing* e *Green Manufacturing* pautadas na redução de recursos, diminuição de desperdícios e aumento dos benefícios de custo com o mínimo impacto ambiental Verrier *et al.* (2016) propuseram a casa *Lean and Green*, resumida na figura 7.

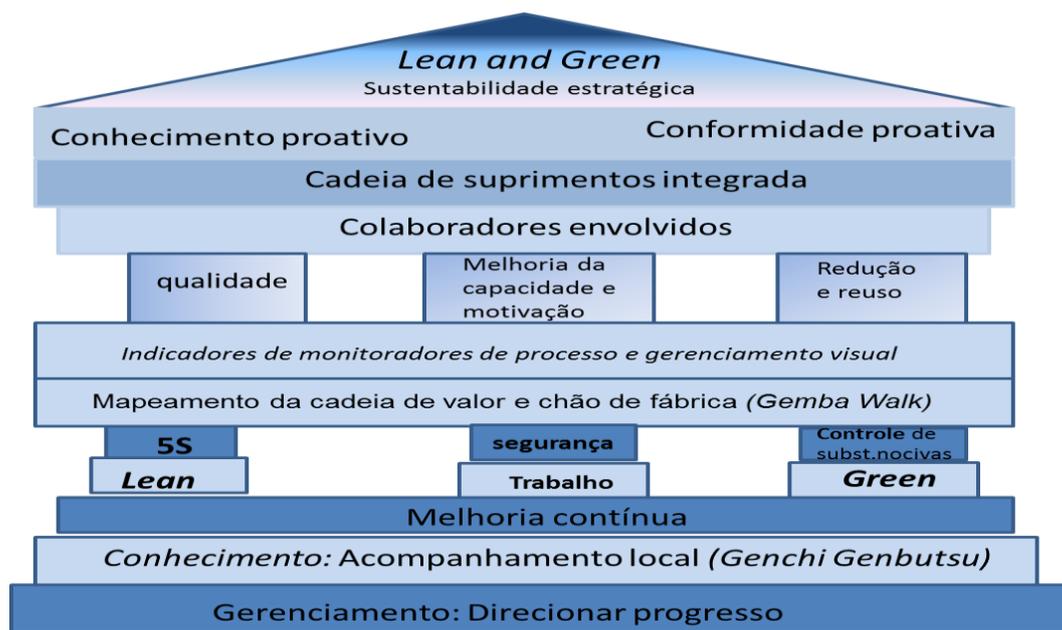


Figura 7. Casa *Lean and Green* (Verrier *et.al.*, 2016)

Nesta figura o telhado representa a sustentabilidade estratégica baseada nas práticas *Lean and Green*.

Faz parte da estrutura do telhado, o conhecimento e a conformidade proativa refere-se conhecer e à melhor prática de aplicar uma abordagem antecipada, orientada para a mudança com padrões de conformidade e auto-motivada. O objetivo da conformidade proativa é identificar problemas potenciais antes que se tornem realidades e implementar medidas preventivas.

Ainda nesta estrutura apresenta-se a cadeia de suprimentos integrada que busca o fortalecimento das relações com os fornecedores e as principais partes interessadas de forma a assegurar uma forte sustentabilidade e vantagens competitivas (HERRERA, 2015).

Finalizando a estrutura do telhado estão os colaboradores envolvidos que buscam desenvolver o comportamento dos trabalhadores (por exemplo, formação dos colaboradores na cultura de proteção do ambiente) e com isto melhorar as suas performances e estimular a preocupação ambiental, a qualidade e redução de perdas e reuso de materiais.

Os pilares são compostos pela qualidade (apoiado pelo 5S e *Lean*), a melhoria da capacidade dos colaboradores e sua motivação (apoiado pela parte de segurança e trabalho em equipe) e a redução e reuso de substâncias (apoiado pelo controle de substâncias nocivas e *Green*).

Suportando e ligando estes pilares estão os indicadores de processo e o gerenciamento visual que visam monitorar o desenvolvimento conseguido e evidenciar o progresso conseguido com as melhorias conseguidas, de forma a se certificar que não retrocedam no processo de melhoria.

O mapeamento da cadeia de valor é uma ferramenta que visa evidenciar o processo produtivo detalhadamente a fim de melhorar o planejamento futuro.

Junto ao mapeamento da cadeia de valor, está o *Gemba walk*. Esta expressão tem origem no nome japonês *gemba*, que significa “local onde as coisas se passam”, e designa o percurso físico pelo “chão da fábrica”, ao longo da cadeia de operações que constituem um processo, com o intuito de detectar problemas e fontes de desperdícios.

No alicerce da casa estão o processo de melhoria contínua que acontecem com o conhecimento e acompanhamento das ações com atitude são importantes, sendo evidenciado pelo uso da expressão do *Genchi Genbustu*. Esse termo representa em uma tradução literal a expressão “vá ver”, que por sua vez representa uma atitude. Os funcionários são incentivados a todo o momento ir até ao local onde o problema está acontecendo a fim de coletar dados, de forma que possam tomar uma decisão e posteriormente resolvê-lo. Para resolvermos um problema é necessário entendê-lo totalmente e ir até ao local fará com que o funcionário tenha sua própria visão dos fatos que compõem o problema.

Ainda fazendo parte do alicerce está o gerenciamento de cima para baixo que é a base para as ações de longo prazo e eficazes que por meio do *feed back* de baixo para cima retransmite as informações corretas de volta para esse gerenciamento.

Dentre estes estudos conclui-se que questões operacionais como reduzir e eliminar desperdícios, o reaproveitamento, recuperação, a reutilização e as fontes causadoras de poluição dentro do processo apresentam-se como as práticas integradas entre LM e GM que são mais utilizadas na indústria, quando analisadas em conjunto.

As práticas operacionais são as que mais aparecem no estudo de Garza-Reyes (2015) que realizou uma revisão literatura sobre a implantação de práticas *Lean and Green* demonstrando que as práticas se mostraram sinérgicas, trazendo benefícios por meio de *trade-offs*, com maior agilidade e

oportunidades para a indústria. Estas práticas operacionais apareceram em 44 % dos 59 artigos estudados.

O estudo acima apresenta como segundo grupo mais expressivo, as práticas ligadas à cadeia de suprimentos (33,8 % dos artigos estudados). Este resultado não foi o mesmo encontrado nesta dissertação, onde a primeira prática LM and GM mais utilizadas na indústria apontada foi à cadeia de suprimentos integrada, colaborativa e treinada para desenvolver relação de longa.

As práticas Green na cadeia de suprimentos visam alcançar objetivos como aumentar o lucro e a quota de mercado das empresas e melhorar a eficiência ambiental destas organizações e dos seus parceiros (Cabral *et al.*, 2012), sem comprometer a qualidade, o custo, a flexibilidade, o desempenho ou a eficiência de utilização da energia.

Reforçam Carvalho *et al.*, 2011 que a cadeia de suprimentos colaborativa conduz ao lucro econômico das indústrias e minimiza os danos ambientais por meio do cumprimento das normas legislativas.

Estas interações de práticas reforçam o que já foi evidenciado por Dues *et al.* (2013) onde as mesmas práticas são compartilhadas pelo *Lean and Green Manufacturing*.

E por fim dentre as práticas LM and GM que mais foram citadas nos artigos foram à implementação de normas certificadoras como a ISO14000, indicadores de desempenho juntamente com o treinamento e envolvimento de colaboradores das indústrias para que a conscientização a respeito da melhoria ambiental.

3. MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa definido para este estudo é uma *survey*. Uma *survey* é um método quantitativo mais indicado quando o objetivo é a descrição de eventos por meio da coleta de dados estruturada, ou seja, por meio de questionário ou entrevistas, permitindo a participação de um grande número de pessoas (FORZA, 2002).

A fim de reduzir os problemas com a *survey* foi aplicado teste piloto com profissionais da área (em geral área de Segurança, Saúde e Meio Ambiente - SSMA) e especialistas no assunto, visando ter maior aderência ao tema e possibilidade de levantamento de dados necessários a pesquisa (FORZA, 2002). O teste piloto visa também a ajustar e aperfeiçoar as questões (CAUCHICK et al.,2011).

Segundo Mello (2013) a aplicação da *survey* pretende investigar o que, porque, como ou quanto se dá determinada situação, não sendo possível através do método, determinar variáveis dependentes e independentes, sendo utilizado para coleta de informações. A coleta de informações foi realizada através de questionários, aplicados no público alvo escolhido para realização da pesquisa e, no caso deste estudo, se restringiu a empresas químicas apontadas no anuário de 2015 da ABIQUIM.

A população para este estudo foram às indústrias químicas que fazem parte da ABIQUIM. O plano amostral foi probabilístico com amostra aleatória simples em indústrias que representam por extrapolação as indústrias químicas do Brasil cadastradas na ABIQUIM no ano de 2015.

A população deste estudo é de 976 indústrias químicas que fazem parte da Associação Brasileira das Indústrias Químicas do Brasil (ABIQUIM). O plano amostral foi probabilístico com amostra aleatória simples em indústrias que representam por extrapolação as indústrias químicas do Brasil cadastradas no anuário de 2015 (ABIQUIM, 2015).

A amostragem foi estratificada e a tabela 1 resume os dados da estratificação.

TABELA 1: Estratificação de indústrias químicas no Brasil

Grupo químico da indústria	porcentagem ideal para estratificação
produtos químicos de uso industrial	48,3%
produtos farmacêuticos	12,0%
produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos	10,0%
adubos e fertilizantes	11,1%
defensivos	8,0%
sabões, detergentes e produtos de limpeza	5,5%
tintas, esmaltes e vernizes	2,5%
fibras;	0,7%
outros.	1,9%

Após a definição da população para a criação do instrumento de avaliação (questionário) houve a definição dos indicadores (constructos). Cada indicador definido está relacionado a uma questão de pesquisa. O questionário foi desenvolvido com base na literatura consultada e os constructos levantados nestes estudos (quadro 4).

Quadro 4: Variáveis analisadas conforme questões

Questão	Variável/ Indicador
C1) Busca-se reduzir o lead time de compras para a redução de estoque	Lead time compras
C2) Busca-se desenvolver parcerias com fornecedores/clientes visando minimizar impactos ambientais	Parceria
C3) Há auditorias em fornecedores com foco ambiental	Auditoria
V1) Busca-se reduzir o lead time de vendas para a redução de estoque	Lead time vendas
V2) Foi identificado o aumento no faturamento de vendas em função de melhorias ambientais no processo ou produto	Faturamento
V3) A implantação da I.S.O.14000 impactou positivamente em suas vendas	ISO vendas
V4) Houve aumento da satisfação do cliente devido à melhoria ambiental	Satisfação
V5) Pratica-se logística reversa de embalagens	Logística reversa - Embalagens
V6) Houve otimização de fretes em virtude da redução emissão CO ² (foco ambiental)	Frete-CO ²
O1) Há evidência de reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas.	Reutilização de matéria-prima
O2) Busca-se reduzir ou eliminar os desperdícios	Eliminar Desperdícios

O3) No seu processo há fontes com potencial para causar poluição ou impacto ambiental	Controle de potencial poluidor
O4) Há indicadores de desempenho para avaliação dos estoques e melhoria de processo	Indicadores de desempenho
O5) O ciclo de vida dos produtos são acompanhados	Avaliação de Ciclo de vida produto
O6) Há sistema de logística reversa e reutilização/reciclagem de produtos retornados do cliente	Logística reversa – Produto final
O7) São reutilizadas embalagens, pallet ou outros insumos.	Reutilização embalagem
O8) Há medição do uso de água em processo e tratamento efluente	Consumo de água
O9) Há medição de emissão de CO ²	Emissão de CO ₂
O10) Há medição energia elétrica	Consumo de energia
O11) Há treinamentos internos aos colaboradores com foco lean (manufatura enxuta)	Treinamento <i>Lean</i>
O12) Há treinamentos internos aos colaboradores com foco ambiental	Treinamento Ambiental
PD1) No desenvolvimento de novos produtos/processos o impacto ambiental é considerado	Desenvolvimento produto/processo e ambiente
PD2) A matérias primas/insumos ecológicos é considerada na desenvolvimento de novos produtos/processo	Avaliação matéria prima novos produtos e processos
PD3) Há evidência de substituição de matérias primas visando diminuir o impacto ambiental de produto ou processo	Substituição de matéria prima e melhoria ambiental
PD4) Há avaliação do ciclo de vida dos novos produtos visando à melhoria ambiental no desenvolvimento	Avaliação do Ciclo Vida de novos produtos (ciclo circular)
PD5) As ferramentas de manufatura enxuta e sustentabilidade são consideradas no desenvolvimento de produtos/processos	Desenvolvimento e sustentabilidade ambiental

Foi realizado teste-piloto através da aplicação de um questionário (Apêndice C) durante entrevistas pessoais com executivos e especialistas para garantir que haverá pouca ou nenhuma ambigüidade nas perguntas e sua interpretação. A fase de teste piloto foi aplicado um questionário em 10 colaboradores de empresas.

Após a avaliação do questionário como fase de teste houve a adequação do questionário. Estas salvaguardas ajudaram a apoiar a validade do instrumento de pesquisa.

A coleta de dados foi realizada pela mestranda por meio do envio do questionário por e-mail e entrevistas por telefone e presencial as empresas que faziam parte da listagem da ABIQUIM. Uma carta de apresentação foi enviada para apoio e explicação inicial do questionário (Apêndice A).

Na maioria dos casos houve pelo menos 3 contatos para esclarecimentos das questões e equalização de informações. As questões foram avaliadas de acordo com uma variável, de forma que assim facilitaria uma análise posterior.

A Figura 8 resume as etapas da *survey*.

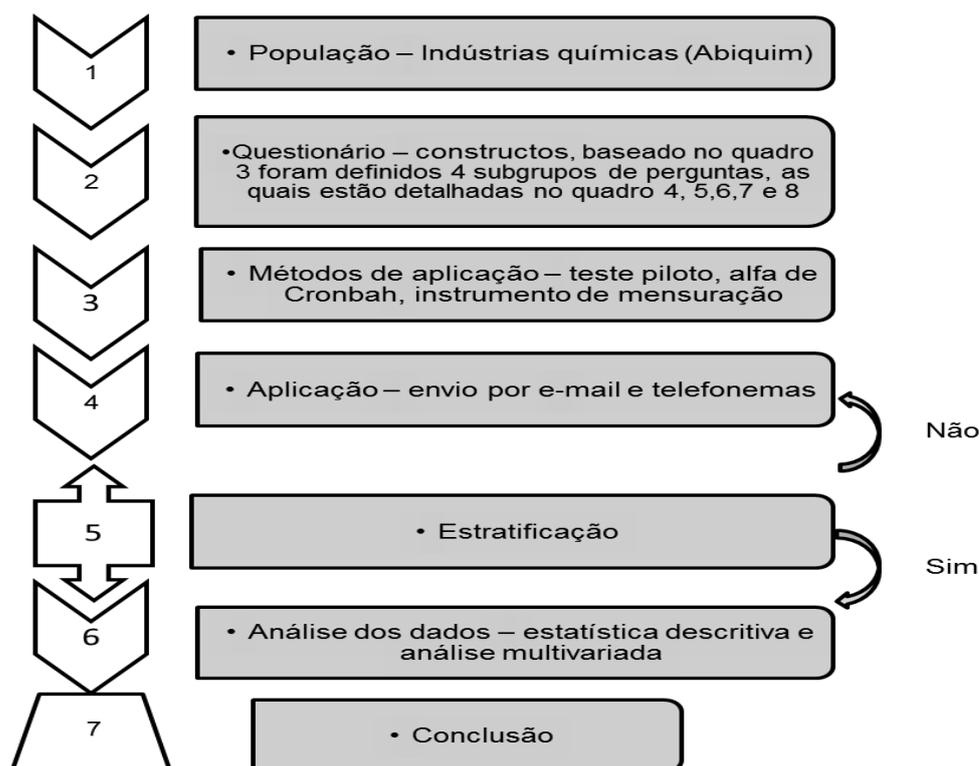


Figura 8. Etapas da Survey (adaptado de Mello, 2013)

A etapa 5 da *survey* quando não atingida a estratificação desejada retomava-se a aplicação do questionário para atender as porcentagens adequadas.

A mensuração dos dados do questionário foi realizada de dois modos. O primeiro bloco foi avaliados os requisitos gerais sobre as indústrias nas questões G1 a G5, são questões que tem apenas 1 resposta possível. A questão G6 tem mais de uma resposta possível e a questão G7 tem uma classificação uso e grau de importância na empresa (sendo avaliados pelas notas de 1 a 7 em grau de importância, onde 1 é o mais importante e 7 menos importante).

No segundo bloco foi subdividido em áreas (compras, vendas, operacional, pesquisa e desenvolvimento) e a avaliação foi baseada na escala do tipo Likert.

Para este estudo a escala do tipo Likert foi definida variando de 1 a 5, referindo-se as respostas em:

- 1- Não utiliza
- 2- Planeja utilizar nos próximos 3 meses
- 3- Neutro
- 4- Utiliza esporadicamente
- 5- Utiliza e é auditado

A resposta 3 neutro foi utilizada quando o respondente não sabia ou não queria se pronunciar a respeito do assunto abordado.

A divisão em dois blocos de estudos foi realizada com a finalidade de facilitar a análise dos dados. As questões foram reavaliadas e a partir disto foi realizada os ajustes chegando ao questionário final (Apêndice B).

Os dois blocos (questões gerais e específicas) estão resumidos conforme o quadro 5 que apresenta a denominação de cada bloco e o número de questões.

Quadro 5: Questões por bloco

BLOCOS	QUESTÕES	
	DENOMINAÇÃO	NÚMERO
PRIMEIRO BLOCO		
GENERALIDADES	G1 a G7	7
SEGUNDO BLOCO		
ÁREAS ESPECÍFICAS		26
SUBBLOCO		
COMPRAS	C1 a C3	3
VENDAS	V1 a V6	6
OPERACIONAL	O1 a O12	12
PESQUISA E DESENVOLVIMENTO	PD1 a PD5	5

No primeiro bloco foram definidos em 7 questões gerais (G1, G2, G3, G4, G5, G6 e G7) que discorrem sobre as diferenças regionais e o tamanho de empresa que influenciam as práticas *Lean and Green*. Dentro deste contexto, buscou-se avaliar o ramo de atuação da empresa química e o nível hierárquico

dos colaboradores da pesquisa. O quadro 6 resume as fontes para a definição das questões do primeiro bloco.

Quadro 6: Questões do primeiro bloco

Questão	Quesito avaliado	Fontes consultadas
G1	Tamanho da empresa	Yang <i>et al.</i> , (2011)
G2	Nacionalidade da empresa	Yang <i>et al.</i> , (2011)
G3	Ramos de atuação da empresa	Abiquim (2015)
G4	Nível hierárquico do respondente	Yang <i>et al.</i> , (2011)
G5	Utilização manufatura enxuta na empresa	Bergmiller e McCright (2009); Papadopoulos <i>et al.</i> , (2010); Rizzo e Batocchiob (2011) Chiarini (2014); Alves <i>et al.</i> , (2015)
G6	Implantação da I.S.O.14000 na empresa	Vais <i>et al.</i> , (2005); Bergmiller e McCright (2009); Chen <i>et al.</i> , (2012); Dues <i>et al.</i> , (2013); Hajmohammad <i>et al.</i> , (2013); Jabbour <i>et al.</i> , (a)(2013); Wiengarten <i>et al.</i> , (2013); Brindeley e Oxford (2014); Govindan <i>et al.</i> , (2014) e Campos e Vasquez-Brust (2016)
G7	Ferramentas lean na empresa	Vais <i>et al.</i> , (2005); Bergmiller e McCright (2009); Miller <i>et al.</i> , (2010); Papadopoulos <i>et al.</i> , (2010); Rizzo e Batocchiob (2011); Dues <i>et al.</i> , (2013); Duarte e Cruz-Machado (2013); Jabbour <i>et al.</i> , (a)(2013); Sobral <i>et al.</i> , (2013); Chiarini (2014); Alves <i>et al.</i> , (2015)

Neste momento também são avaliados a aderência de cinco ferramentas *Lean*: VSM, 5S, Poka Yoke, JIT e Kaizen, além do CEP e DMAIC (para empresas que usem Six Sigma). Esta avaliação é importante, por exemplo, quando se avalia o 5S uma vez que tem alguma relação com reciclagem na medida em que a separação e organização dos materiais descartados facilita sua destinação.

Nesta mesma linha, uma questão relativa à certificação ISO 14000 foi à incluída por haver convergência desta certificação nas práticas *Green* e ações sustentáveis.

No primeiro grupo o foco abordado foi em relação às diferenças regionais e o tamanho de empresa que influenciam as práticas *Lean and Green*. A Tabela 2 ilustra a classificação das empresas por tamanho. Nesta etapa da pesquisa busca-se identificar se há relação entre o tamanho da empresa na aplicação de práticas *Lean and Green*.

Tabela 2: Classificação de empresas por tamanho segundo número de empregados

Empresa	Número de empregados
Micro	0 a 19
Pequena	20 a 99
Média	100 a 499
Grande	maior que 500

Fonte: Sebrae e Lei Geral das Micro e Pequenas Empresas (2016)

Além disso, buscou-se identificar por meio da implementação da métrica da Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization - ISO*) 14000 possíveis melhorias entre as práticas *Lean and Green*. Este parâmetro foi baseado nos estudos de Mollenkopf et al., (2010) que analisaram a interface entre processos *Lean*, a cadeia de suprimentos globais e a práticas ligadas ao meio ambiente e por meio da análise de uma das mais comuns métricas globais para iniciativas ambientais a ISO 14000.

Dentro deste contexto, buscou-se avaliar o ramo de atuação da empresa química. Neste grupo inicial também foram inclusos os impactos ambientais dos processos de produção de empresas quando observados ao implementar cinco ferramentas *Lean*: VSM (*Value Stream Mapping*), 5S, Poka Yoke, JIT, Kaizen, e duas ferramentas estatísticas o CEP (controle estatístico de processo) e o DMAIC (definir, medir, analisar, melhorar e controlar) evidenciando a importância de tais ferramentas. A questão G7 busca evidenciar a utilização de ferramentas *Lean and Green* já destacadas no item 2.3. da revisão de literatura.

No segundo bloco as questões foram subdivididas em áreas distintas por meio de sub-blocos (compras, vendas, operacional e pesquisa e desenvolvimento).

As questões relativas ao sub-bloco de compras (C1, C2 e C3) e suprimentos buscam avaliar possibilidade de redução do inventário com uso de práticas *Lean and Green*, redução de *lead time*, relações na cadeia de suprimentos duradoura e objetivos sinérgicos. Notou-se através da literatura que muitas práticas colaborativas dentro da gestão da cadeia de suprimentos são benéficas e sinérgicas ao processo de sustentabilidade, contribuindo para a melhoria da gestão operacional e financeira das indústrias.

O quadro 7 resume as fontes para a definição das questões do sub-bloco de compras e cadeia de suprimentos baseados na revisão realizada no quadro 3.

Quadro 7: Questões do sub-bloco de compras

	Questão	Quesito avaliado	Fontes consultadas
Sub-bloco 1 (compras)	C1	Frequência de compras, redução de estoque, redução de <i>leadtime</i>	Carvalho e Cruz Machado (2009); Sobral <i>et al.</i> , (2013)
	C2	Parcerias com fornecedores minimizar impactos ambientais	Azevedo <i>et al.</i> (2012); Domingo e Aguado (2015); Brindeley e Oxford (2014); Duarte e Cruz-Machado (2011); Espadinha-Cruz <i>et al.</i> (2011); Govidan <i>et al.</i> (2013); Jabbour <i>et al.</i> (a)(2013); Melnyk <i>et al.</i> (2003); Mollenkoff <i>et al.</i> (2010); Rao <i>et al.</i> (2005); Sobral <i>et al.</i> (2013); Tseng <i>et al.</i> (2013); Smith (2012); Cabral <i>et al.</i> (2012); Carvalho <i>et al.</i> (2017); Bai e Sarkis (2010); Drohomerecki <i>et al.</i> (2014); Kannan <i>et al.</i> (2014); Zaitani <i>et al.</i> (2015); Herrera <i>et al.</i> (2015); Brito e Berardi (2010); Duarte e Cruz Machado (2013); Govidan <i>et al.</i> (2014)
	C3	Auditorias em fornecedores com foco ambiental	Azevedo <i>et al.</i> (2012); Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho <i>et al.</i> (2010); Govindan <i>et al.</i> (2014); Hajmohammad <i>et al.</i> (2013); Jabbour <i>et al.</i> (a) (2015); Wiengarten <i>et al.</i> (2013); Zhu <i>et al.</i> (2008).

As questões relativas a este grupo basearam-se entre outros nos estudos de Sobral *et al.*, (2013), Jabbour *et al.*, (b) (2013) e abordam questões relativas à frequência de compras, redução do *lead time* de entregas de compras com foco na redução do inventário conseguindo-se posteriores retornos em práticas sustentáveis.

Entretanto Mollenkopf *et al.* (2010) analisaram que há um contraponto a respeito da estratégia *Lean* quando se avalia o *just-in-time*, pois a entrega em pequenos lotes pode requerer o aumento de transporte, embalagem e manuseio o que contradiz com as práticas sustentáveis.

Neste caso as parcerias com fornecedores visando melhorar as relações na cadeia de suprimentos tornando-a mais duradoura e com objetivos sinérgicos podem minimizar estes impactos.

Eltayeb *et al.*, (2011) relataram que havendo colaboração dentro da cadeia de suprimentos por meio de eco design, logística reversa e o desenvolvimento de projetos comuns visando à inclusão de questões ambientais, as indústrias podem gerar benefícios para o ambiente.

Por outro lado, poderá haver conflitos de estratégias dentro da cadeia de suprimentos gerando resistência dos fornecedores (WALKER *et al.*, 2008).

Ainda que se tenham conflito na gestão da cadeia, a literatura reforça que as práticas sustentáveis (tecnologia, inovações, modelos sustentáveis de negócios, gestão *Lean* de cadeia de suprimentos) impactam positivamente no mercado e cadeia de suprimentos (TSENG *et al.*, 2013). Nesta mesma linha, Godivan *et al.*, (2014) avaliaram os critérios importantes na cadeia de suprimentos sustentável e os mais aplicados (a avaliação e seleção de fornecedores). Neste estudo mostrou-se a relevância das parcerias com fornecedores visando diminuir os impactos ambientais.

Autores propõe discussões para melhorar a cadeia de suprimentos, como Carvalho *et al.* (2017), que desenvolveram um modelo para apoiar a tomada de decisões e ajudar os gerentes a identificar práticas de gestão da cadeia de suprimentos LM and GM para melhorar a sua eco eficiência via *trade-offs* por meio da medição de impactos ambientais negativos, danos financeiros e ao meio ambiente. Neste estudo demonstram que nem todos da cadeia de suprimentos conseguem ter o mesmo nível de implementação de práticas LM e GM e que cada empresa individualmente deverá se comprometer em ser mais sustentável quanto possível.

Dentro deste conceito, à medida que os projetos sustentáveis comuns são adotados dentro da gestão da cadeia de suprimentos desenvolve-se processos e produtos sustentáveis e inovadores, que possibilitam a redução dos impactos ambientais e os custos, gerando vantagens competitivas (AGUADO *et al.*, 2013 ; BANAWI E BILEC, 2014; CAMPOS e VASQUEZ-BRUST, 2016).

Outro ponto abordado foi o monitoramento dos quesitos da sustentabilidade destes fornecedores através de auditorias, ressaltando a importância deste acompanhamento. Mollenkopf *et al.*, (2010) realizaram uma extensa revisão da literatura a fim de examinar a relação de *Green*, *Lean*, e estratégias globais da cadeia de suprimentos. Eles concluem que alguns fatores externos são *drivers* para a integração da cadeia de suprimentos baseada em práticas e processos *Lean* e práticas ambientais. Entre eles, a exigência de auditoria externa e avaliações destas práticas visando à melhoria operacional para reduzir a produção de subprodutos indesejáveis e no seu imenso impacto sobre os processos funcionais ao longo da cadeia de fornecimento.

No sub-bloco subsequente temos as questões relativas à área de vendas (V1, V2, V3, V4, V5 e V6) onde se buscou avaliar os impactos das práticas *Lean and Green* nos resultados financeiro, econômico e ambiental por meio de ações inovadoras no campo da sustentabilidade e produção. Ainda dentro

desta área de vendas temos a questão envolvendo o marketing, os impactos de sinergias entre práticas da área de vendas e operacionais como transporte flexível e entregas de vendas flexíveis (fracionadas), logística reversa buscando principalmente reaproveitamento de embalagens.

Os estudos da literatura levantados avaliam se as práticas ambientais estão positivamente relacionadas ao desempenho através de maior satisfação e fidelização dos clientes (KASSINIS e SOTERIOU, 2003) e melhores lucros.

Aguado *et al.*, (2013) avaliaram eficiência produtiva e sustentabilidade na melhoria de lucros por meio de ações inovadoras (produção sincronizada, desenvolvimento de um *workflow* linear e adoção do *layout* orientado) no campo da produção.

O quadro 8 resume as fontes para a definição das questões do sub-bloco de vendas.

Outra linha de estudo, analisou as práticas *Lean and Green* sobre a cadeia de suprimentos na qual demonstrou ter impacto sobre a sustentabilidade da cadeia por meio de um transporte mais flexível, maior flexibilidade no fornecimento de matérias primas, na certificação ISO 14000 e ganhos na logística reversa (GOVIDAN *et al.*, 2014).

Quadro 8: Questões do sub-bloco de vendas

	Questão	Quesito avaliado	Fontes consultadas
Sub-bloco 2 (vendas)	V1	Reduzir o lead time de vendas visando a redução de estoque	Carvalho e Cruz Machado (2009); Miller <i>et al.</i> , (2010); Mollenkoff <i>et al.</i> , (2010); Carvalho <i>et al.</i> , (2011); Espadinha-Cruz <i>et al.</i> , (2011); Dues <i>et al.</i> , (2013); Hajmohammad <i>et al.</i> , (2013); Wiengarten <i>et al.</i> , (2013).
	V2	Faturamento de vendas e melhorias ambientais	Kassinis e Souterious (2009); Yang <i>et al.</i> , (2011); Chen <i>et al.</i> , (2012); Aguado <i>et al.</i> , (2013); Brindeley e Oxford (2014); Mathiyazhagan <i>et al.</i> , (2015)
	V3	Implantação da ISO14000 e impacto em vendas	Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho e Cruz Machado (2009); Chen <i>et al.</i> (2012); 13 Chiarini (2014); Duarte e Cruz-Machado (2013); Govindan <i>et al.</i> (2014); Govidan <i>et al.</i> (2013); Melnyk <i>et al.</i> (2003); Thanki <i>et al.</i> (2016)
	V4	Satisfação dos clientes e impacto ambiental	Carvalho e Cruz Machado (2009); Mollenkoff <i>et al.</i> , (2010); Hines <i>et al.</i> (2004); Yang <i>et al.</i> (2011)
	V5	Prática logística reversa de embalagens nas vendas	Carvalho e Cruz Machado (2009); Govidan <i>et al.</i> , (2013); Yang <i>et al.</i> , (2011); Campos e Vasquez-Brust (2016)
	V6	Fretes, redução emissão CO ² e foco ambiental	Carvalho <i>et al.</i> , (2010); Carvalho <i>et al.</i> , (2011); Espadinha-Cruz <i>et al.</i> , (2011); Dues <i>et al.</i> , (2013)

Embora pouco estudado nos artigos abordados na bibliografia deste estudo, o transporte contribui com grande impacto em relação à emissão de CO² e devido a sua relevância foi incluso neste estudo. Por meio do transporte poderá haver a redução de emissão de CO² e por consequência a redução de impactos ambientais na camada de ozônio. Estudos evidenciam que ao melhorar sua eficiência e utilizar fonte de energia não baseadas em carbono e sim em fontes mais inteligentes vão propiciar ganhos sustentáveis ao planeta (ALLWOOD *et al.*, 2012 e LEE *et al.*, 2012).

O terceiro sub-bloco discorreu perguntas relacionadas a operações (O1 a O12). As questões avaliam o impacto ambiental com potencial causador de poluição, a redução das perdas em processo e estoques, a reutilização de resíduos, a recuperação ou reciclagem de produtos e insumos. Dentro destas questões também apareceram o uso da água, tratamento de efluente, energia elétrica e emissão de CO².

Outro ponto do estudo refere-se à parte de treinamentos e envolvimento dos colaboradores. Através da literatura foi avaliado que o desempenho operacional está ligado ao gerenciamento e envolvimento de pessoas, seja por meio da implantação de práticas *Lean* quanto nas *Green*, onde o envolvimento e participação dos trabalhadores na formulação e implementação da estratégia de operações, ou no apoio ao alinhamento estratégico de manufatura enxuta e sustentabilidade é ponto essencial para ações duradouras e o desenvolvimento de valores internos das empresas.

O quadro 9 resume as fontes para a definição das questões do sub-bloco de operações nas indústrias.

Quadro 9: Questões do sub-bloco de operações

	Questão	Quesito avaliado	Fontes consultadas
Sub-bloco 3 (operação)	O1	Reaproveitamento, recuperação e reutilização.	Carvalho et al. (2013); Carvalho et al. (2011); Dhingra et al (2014); Duarte e Cruz-Machado (2013); Espadinha-Cruz et al (2011); Hajmohammad et al (2013); Jabbour et al (a)(2013); Mollenkoff et al (2010); Paulraj et al (2009); Rizzo e Batocchiob (2011); Voss (2005); Wiengarten et al (2013); Yang et al (2011).
	O2	Reduzir ou eliminar os desperdícios	Alves et al. (2015); Bergmiller e McCright (2009); Campos e Vasquez-Brust (2016); Carvalho et al. (2010); Chiarini (2014); Dues et al. (2013); Duarte e Cruz-Machado (2013); Fercocq et al. (2016); Govindan et al. (2014); Hajmohammad et al. (2013); Jabbour et al. (a)(2013); Kurdve et al. (2014); Miller et al. (2010); Paulraj et al. (2009); Sobral et al. (2013); Vasconcelos et al. (2013); Verrier et al. (2016); Wiengarten et al. (2013).
	O3	Potencial para causar poluição ou impacto ambiental	Carvalho e Cruz Machado (2011); Dues et al. (2013); Fercocq et al. (2016); Hajmohammad et al. (2013); Melnyk et al (2003); Rao et al. (2005); Vasconcelos et al. (2013); Verrier et al. (2016); Wiengarten et al. (2013).
	O4	Indicadores de desempenho e melhoria de processo	Campos e Melo (2008); Carvalho et al. (2011); Domingo e Aguado (2015); Dues et al. (2013); Fercocq et al. (2016); Kurdve et al. (2014); Venkat e Wakeland (2006); Voss (2005).
	O5	Ciclo de vida dos produtos	Zhu <i>et al.</i> , (2008); Carvalho e Cruz Machado (2009)
	O6	Logística reversa e reutilização/reciclagem de produtos	Carvalho <i>et al.</i> ,(2010); Miller <i>et al.</i> , (2010); Carvalho <i>et al.</i> , (2011); Espadinha-Cruz <i>et al.</i> , (2011); Dues <i>et al.</i> , (2013); Govidan <i>et al.</i> , (2013)
	O7	Reutilização de embalagens, paletes ou outros insumos	Bergmiller e McCright (2009); Carvalho et al. (2011); Espadinha-Cruz et al. (2011); Miller et al. (2010).
	O8	Uso de água em processo e tratamento efluente	Aguado et al (2013) ; Bawani e Bilec (2014); Campos e Vasquez-Brust (2016); Domingo e Aguado (2015); Greinaicher et al. (2015).
	O9 e O10	Emissão de CO ² , energia elétrica	Campos e Vasquez-Brust (2016); Domingo e Aguado (2015); Greinaicher et al. (2015); Iopolo et al. (2014); Venkat e Wakeland (2006), Sagnak e Kazancoglu (2016).
	O11 e O12	Treinamentos internos - foco lean e ambiental	Yang et al. (2011); Jabbour et al. (b)(2013); Sobral et al. (2013); Dues et al. (2013); Alves et al. (2015); Duarte e Cruz-Machado (2015); Campos e Vasquez-Brust (2016).

O sub-bloco de operações avaliou o impacto ambiental na produção com potencial causador de poluição, o reaproveitamento e reutilização de matérias primas, a redução das perdas em processo e estoques. Rizzo e Batocchiob (2011) avaliaram práticas *Lean* por meio do conceito de produção mais limpa, com reutilização de resíduos gerando aumento de produtividade.

Contribuições de alguns estudos atuais reforçam que implementar práticas LM and GM nas indústrias tem impacto positivo na área ambiental. Fu et al., (2016) propuseram o Modelo Integrado de Produção *Lean* visando comprovar que a implantação de práticas *Green* melhoram o desempenho econômico e ambiental das empresas. Buscaram definir os processos, procedimentos, mecanismos e ferramentas das práticas LM and GM com base em melhoria e processos, reutilização da água de processo, economia de energia, melhoria na padronização de processos, redefinição de uma produção mais limpa e eliminação de desperdícios.

Fercoq et.al., (2016) propuseram avaliar a convergência dos conceitos de *Lean Manufacturing and Green Management* por meio de técnicas de redução de resíduos em processos de fabricação combinando a Hierarquia 3R (Redução / Reutilização / Recuperações). Concluíram que há uma contribuição individual entre as práticas para redução de resíduos sólidos, mas que o desenvolvimento de uma matriz LM-GM combinado com a hierarquia 3R faria com que o desempenho fosse ainda melhor. Por outro lado, a recuperação e a reciclagem de produtos e insumos foram estudados por MILLER *et al.*, (2010) e ESPADINHA-CRUZ *et al.*, (2011).

Greinacher *et al.*, (2015) analisaram a viabilidade econômica para implantação de práticas *Lean and Green* considerando a emissão de gases, o consumo de energia e o uso de materiais.

Yang *et al.*, 2011 estudaram a importância de se medir o desempenho ambiental por meio do impacto da gestão ambiental em outros resultados do negócio. Desta forma, na literatura tem destaque os indicadores de desempenho, a medição e acompanhamento do ciclo de vida dos produtos a fim de comprovar as melhorias de processo e a sustentabilidade.

Pela literatura, os indicadores mais usados são energia elétrica, uso da água e tratamento de efluentes, ao passo que a geração de CO² através do transporte tem sido pouco evidenciado seu monitoramento. Ao avaliar as boas práticas, algumas empresas nacionais e multinacionais (Natura, Braskem) adotam uma visão sustentável que além de ser apenas redutor de impactos negativos ambientais, fomentam práticas, como melhorar a qualidade da água ao invés de apenas reduzir seu uso, ou emitir mais oxigênio no lugar de apenas reduzir a emissão do gás carbônico.

Nota-se que a reciclagem de embalagens é menos adotada que o seu reuso, até pela questão de custo envolvida no processo. Entretanto, o reaproveitamento de matérias primas evitando seu desperdício e o aumento de custo tem sido importante na gestão da produção.

Outro questionamento refere-se aos treinamentos e envolvimento dos colaboradores.

Se por um lado Pagell e Gobeli (2009) avaliaram que o bem-estar do empregado e o desempenho ambiental não interagem de forma significativa com o desempenho operacional, estudos realizados por Jabbour *et al.*, (2013), Aguado *et al.*, (2013), Alves *et al.*, (2015) demonstraram que o desempenho operacional está ligado ao gerenciamento e envolvimento de pessoas por meio das práticas *Lean and Green*.

O envolvimento e participação dos colaboradores é ponto essencial para ações duradouras e o desenvolvimento de valores internos das empresas. Wong e Wong (2014) estudaram que os recursos humanos são importantes ativos na gestão *Lean*, deve-se usá-los nas operações sustentáveis por meio da combinação das práticas *Lean and Green*.

Isto foi reforçado por Zhan *et al.* (2016) que propuseram avaliar as práticas *Lean and Green* e as relações ganha-ganha em termos de desempenho ambiental e empresarial de uma organização. O estudo foi realizado por meio de uma *survey* com 172 organizações Chinesas visando avaliar o desenvolvimento do capital humano em relação às práticas LM and GM sustentando a melhoria contínua da empresa. Eles concluíram que a mentalidade, atitude dos colaboradores e sua gerência está seriamente envolvida para que estes fundamentos permeiem dentro da organização e criem uma cultura LM and GM.

Por outro lado, a contribuição de Jabbour *et al.* (2013) foi a respeito do colaborador multifuncional que é desejável para contribuir e evitar falhas ao longo do processo. Muitas empresas químicas brasileiras ou que atuam no Brasil (Boticário, Braskem, SGS, Natura, Henkel, Philips, Unilever, 3M do Brasil, Basf, Bunge, Du Pont) tem programas de sustentabilidade onde os colaboradores são parte atuante e essencial no processo interno.

O quarto e último sub-bloco foi dividido em questões na área de pesquisa e desenvolvimento (PD1, PD2, PD3, PD4 e PD5). As questões abordam o desenvolvimento de novos produtos e processos considerando o impacto

ambiental, desde o início ao avaliar o uso de matérias primas e insumos ecológicos, ou sua substituição no produto/processo já em uso, bem como sua avaliação do ciclo de vida e a destinação final.

O quadro 10 resume as fontes para a definição das questões do sub-bloco de pesquisa e desenvolvimento nas indústrias.

Quadro 10: Questões do sub-bloco de pesquisa e desenvolvimento

	Questão	Quesito avaliado	Fontes consultadas
Sub-bloco 4 (pesquisa e desenvolvimento)	PD1	Novos produtos/processos e impacto ambiental	Bergmiller e McCright (2009); Chen <i>et al.</i> , (2012); Dangelico <i>et al.</i> (2013); Aguado <i>et al.</i> , (2013) ; Banawi e Bilec (2014); Dhingra <i>et al.</i> , (2014); Campos e Vasquez-Brust (2016)
	PD2	Substituição de matérias primas e impacto ambiental	Azevedo <i>et al.</i> , (2012); Chen <i>et al.</i> , (2012); Banawi e Bilec (2014)
	PD3	Redução do ciclo de vida do produto e melhoria ambiental	Azevedo <i>et al.</i> , (2012); Aguado <i>et al.</i> , (2013) ; Jasti <i>et al.</i> , (2015).
	PD4/PD5	Lean ,sustentabilidade e desenvolvimento de produtos/processos	Dhingra <i>et al.</i> , (2014); Alves <i>et al.</i> , (2015)

O sub-bloco de desenvolvimento de novos produtos e processos considerando o impacto ambiental, desde o início do ciclo ao avaliar o uso de matérias primas e insumos ecológicos, ou sua substituição no produto/processo já em uso, bem como sua destinação final.

Dangelico *et al.*, (2013) analisaram que a integração da sustentabilidade no desenvolvimento de produtos leva à criação de novas oportunidades para as empresas, como a abertura de novos mercados e tecnologias.

Aguado *et al.*, (2013) avaliaram eficiência e sustentabilidade na melhora de lucro com ações sustentáveis e produtivas através de inovações e Dhingra *et al.*, (2014) que analisaram as práticas *Lean and Green* quando adotadas nos produtos e processos e criam benefícios sustentáveis por meio da melhoria no eco design até a gestão de resíduos nucleares.

Após o questionário pronto e a escala definida, questionário passou a ser enviado às indústrias e durante 6 meses os dados foram coletados. Os questionários foram enviados por e-mail e depois foram contatados os entrevistadores por telefone para esclarecimentos e para dirimir as dúvidas geradas nas respostas quando ambíguas. Inicialmente deveria ser realizado a *survey* durante 6 meses, entretanto este período se estendeu para 10 meses

Para os estudos científicos de uma *survey* serem válidos a confiabilidade dos dados levantados deverá ser alta e os mesmos serem coerentes com o propósito da pesquisa. A confiabilidade de dados é o grau em que uma escala produz resultados consistentes entre medidas equivalentes de um mesmo objeto ou item estudado, desta forma, ausentando o erro aleatório (FORZA, 2002).

A confiabilidade deste estudo foi avaliada pelo coeficiente alfa descrito por Lee J. Cronbach. É um índice utilizado para medir a confiabilidade e consistência interna de uma escala, ou seja, para avaliar a magnitude em que os itens de um instrumento estão correlacionados (CORTINA, 1993). Geralmente um grupo de itens que explora um fator comum mostra um elevado valor do coeficiente alfa de Cronbach (ROGERS, SCHIMITI e MULLINS, 2002). Para um questionário ser considerado consistente a partir do coeficiente α de Cronbach, as questões devem apresentar índice igual ou superior a 0,70 (moderado).

O pressuposto para análise de Alfa de Cronbah é que as variáveis sejam correlatas, necessitando que as matrizes de correlação sejam positivas. O Alfa de Cronbach varia entre 0 e 1. O valor mínimo aceitável para o alfa é 0,70; abaixo desse valor a consistência interna da escala utilizada é considerada baixa. Em contrapartida, o valor máximo esperado é 0,90; acima deste valor, pode-se considerar que há redundância ou duplicação, ou seja, vários itens estão medindo exatamente o mesmo elemento de um constructo; portanto, os itens redundantes devem ser eliminados. Usualmente, são preferidos valores de alfa entre 0,80 e 0,90 (STREINER, 2003).

O Alfa de Cronbach foi aplicado neste estudo por ser o mais comum e estar presente em vários trabalhos científicos. Para tal utilização, faz-se necessário que os indicadores individuais de escala devam medir o mesmo constructo, e assim ser altamente intercorrelacionados (HAIR *et al.*, 1998)

Para este estudo foram avaliadas amostras dos grupos das indústrias químicas nacionais e multinacionais que representam por extrapolação as indústrias químicas do Brasil baseado no anuário de 2015 (ABIQUIM, 2015).

Segundo Cauchick *et al.* (2011) esta técnica de amostragem parte do pressuposto de que todos os elementos da população ou universo têm a mesma probabilidade de serem incluídos na amostra. Desta forma, os resultados obtidos com a análise dos dados da amostra poderão ser transponíveis, como determinado grau de certeza, para toda a população ou universo.

Após o envio dos questionários os dados foram tratados e foi utilizado uma análise das porcentagens de cada questão respondida.

Na sequência, os dados foram compilados e avaliados por meio da análise descritiva abordando a indústrias respondentes por porte; as indústrias respondentes por área e o perfil dos respondentes por cargo. O método de estatística descritiva é utilizado para organizar, resumir e descrever um conjunto de características observadas ou comparar tais características entre dois ou mais conjuntos de dados. Desta forma, facilitando sua interpretação e análise subsequente.

Na análise das respostas do questionário alguns dados poderão ser ausentes, desta forma estes dados serão descartados. Hair *et al.*, (2005) ressaltam que os dados ausentes são uma informação que não está disponível a respeito de um caso sobre o qual outras informações estão disponíveis. Desta forma, são os dados incompletos e devem ser eliminados.

Após a avaliação dos dados serão avaliados por uma análise multivariada por conglomerado (clusters) e avaliar a mediana por grupo e variável. A análise de conglomerados, ou *Cluster Analysis*, segundo Corrar *et al.* (2014) é uma técnica que visa reunir objetos (no caso indústrias), baseando-se nas características dos mesmos. Desta forma, cada indústria terá similaridades a outras do mesmo grupo, considerando os critérios predeterminados (clusters). A interpretação destes grupos será realizada bem como, a validação dos resultados. A mediana por grupo e variável será avaliada. A mediana que é o valor central conseguido quando os dados são organizados na ordem crescente.

Os passos que serão seguidos para análise são:

- medir a similaridade ou associação entre sujeitos para determinar o número de grupos

- agrupar os sujeitos ou objetos
- estabelecer o perfil das pessoas ou variáveis.

Por fim foi avaliado a mediana que busca encontrar o “meio” ou “centro” de uma conjunto de dados (FREUND, 2006), sendo o centro da distribuição das frequências. Com esta avaliação encontraremos uma tendência central dos dados por grupo e pela variável.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As questões no piloto do questionário foram avaliadas e apresentou coeficiente alfa de Cronbach de 0.94. Este resultado, com base nos índices determinados por Hora (2006), garantem a consistência interna e a confiabilidade para as futuras aplicações.

O total de questionários enviados foram 98. O plano amostral representaram as indústrias químicas do Brasil por extrapolação ilustrado na tabela 3.

Tabela 3: Estratificação das indústrias por grupo químico e número de indústrias consultadas

Grupo químico da indústria	Número de indústrias consultadas	% real	% ideal para estratificação
produtos químicos de uso industrial	35,00	49,3%	48,3%
produtos farmacêuticos	9,00	12,7%	12,0%
produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos	8,00	11,3%	10,0%
adubos e fertilizantes	7,00	9,9%	11,1%
defensivos	4,00	5,6%	8,0%
sabões, detergentes e produtos de limpeza	3,00	4,2%	5,5%
tintas, esmaltes e vernizes	2,00	2,8%	2,5%
fibras;	1,00	1,4%	0,7%
outros.	1,00	1,4%	1,9%

Recebendo como respondentes 70 questionários (71,43%), 9 incompletos que foram desconsiderados e 19 se abstiveram de participar da pesquisa

Primeiro foi realizada uma análise descritiva dos resultados do estudo.

No primeiro grupo, o foco abordado foi avaliar quanto o tamanho de empresa (questão G1) influenciam as práticas *Lean and Green*. Nesta etapa da pesquisa busca-se identificar se há relação entre o tamanho da empresa na aplicação de práticas *Lean and Green* (Apêndice D).

Na primeira análise o perfil das empresas respondentes foi resumido na figura 9.

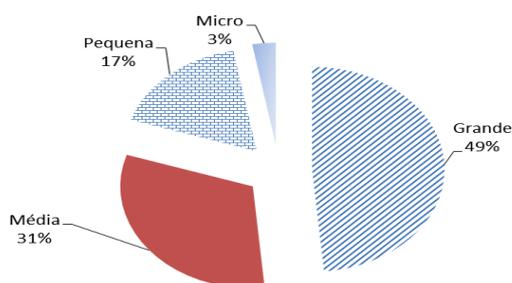


FIGURA 9: Perfil por porte das empresas respondentes

Das grandes empresas (34 respondentes) 23,5% delas utilizam as práticas *Lean Manufacturing* e 55,9% tem a ISO14000 implantadas. E das médias empresas respondentes (22 respondentes) apenas 13,7% utilizam *Lean* e 45,45% tem ISO14000 implantadas.

Quanto às indústrias pequenas e micro apenas 1 tem ISO14000 entretanto nenhuma tem práticas *Lean* implementadas. Estes resultados foram encontrados avaliando as questões G1 com as questões G5 e G6. Não se observou nos dados avaliados nesta survey correlação entre o tamanho da empresa e uso de práticas *Lean and Green*.

Das empresas consideradas no estudo observou-se que 34% eram empresas multinacionais e 66 % foram representados por empresas nacionais (figura 10).

Das 46 empresas multinacionais que responderam a pesquisa, 26% utilizam práticas *Lean* e 54% tem a ISO14000 implantada. Quanto às empresas nacionais (24 respondentes) apenas 1 utiliza *Lean* e 23% tem a ISO14000 implantada. Estes resultados foram encontrados avaliando as questões G2 com as questões G5 e G6 (Apêndice D).

Quanto ao cargo dos respondentes mais de 94% são gerentes e supervisores. Estes foram os principais profissionais indicados pelas empresas por estarem mais ligados aos processos da ISO14000 e ao uso das práticas do *Lean Manufacturing* conforme ilustrado na figura 10.

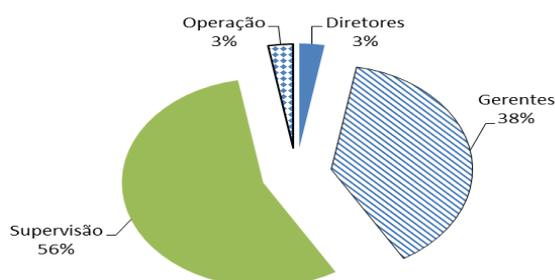


FIGURA 10: Perfil dos respondentes por cargo

Depois os dados foram compilados para verificar a porcentagem de cada resposta obtida por questão ilustrada na tabela 4.

Tabela 4: Porcentagem de respostas por questões

Questão		1	2	3	4	5
Compras	C1	17%	6%	4%	17%	56%
	C2	6%	4%	6%	13%	71%
	C3	7%	1%	0%	11%	80%
	Médias sub-grupo Compras	10%	4%	3%	14%	69%
Vendas	V1	20%	1%	34%	14%	30%
	V2	16%	0%	44%	6%	34%
	V3	33%	0%	30%	1%	36%
	V4	16%	0%	36%	11%	37%
	V5	20%	1%	9%	16%	54%
	V6	67%	1%	9%	0%	23%
Médias sub-grupo Vendas		29%	1%	27%	8%	36%
Operações	O1	4%	0%	0%	6%	90%
	O2	4%	0%	1%	10%	84%
	O3	9%	0%	41%	0%	50%
	O4	4%	0%	4%	11%	80%
	O5	4%	0%	9%	14%	73%
	O6	19%	1%	17%	13%	50%
	O7	3%	0%	4%	36%	57%
	O8	0%	0%	0%	3%	97%
	O9	1%	51%	16%	7%	25%
	O10	0%	0%	0%	7%	93%
	O11	50%	0%	16%	3%	31%
	O12	0%	7%	0%	10%	83%
Médias sub-grupo Operação		8%	5%	9%	10%	68%
Pesquisa e desenvolvimento	PD1	0%	1%	1%	20%	77%
	PD2	6%	0%	0%	19%	76%
	PD3	10%	0%	17%	10%	63%
	PD4	20%	0%	17%	1%	61%
	PD5	44%	3%	16%	1%	36%
	Médias sub-grupo Pesquisa e desenvolvimento		16%	1%	10%	10%

Nas questões do sub-grupo de compras porcentagem da resposta 5 (indústrias que utilizam e auditam o item) foi de 69%. A questão 3 (auditoria nos

fornecedores) foi a que obteve maior índice de respostas 5 (80%) demonstrando a preocupação com auditoria em fornecedores.

Nas questões do sub- grupo de vendas foram as que mostraram ter o menores porcentagens de controles em relação a questões ambientais (36%). A questão da logística reversa de embalagens é que apresentou maior porcentagem de respostas 5 (54%).

Nas questões do sub-grupo de operação a porcentagem de respostas 5 (indústrias que utilizam e auditam o item) foi de 68%. Foi o grupo que apresentou os maiores controles quando avaliamos as questões individualmente. A média geral do grupo caiu devido à questão número 9 (sobre controle de emissão de CO²) com 51% de indústrias que pretendem utilizar-se deste controle nos próximos meses, mas ainda não o fazem efetivamente. Quando avaliamos as respostas das questões O1 (90%) e O2 (84%), tivemos uma grande expressão dentro desta pesquisa, evidenciando que as práticas de reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas e redução de desperdício são valorizadas.

Ainda neste subgrupo o consumo de água em processo, tratamento efluente e uso de energia elétrica (questões O8 e O10) apresentaram os maiores índices de respostas 5, mostrando importância destes itens ao ambiente. Isto também é causado devido a fatores financeiros, pois o consumo de energia elétrica e água no processo químico industrial são os mais onerosos.

Nas questões do subgrupo de pesquisa e desenvolvimento a maior quantidade de processos que são controlados e auditados relativos ao impacto ambiental referem-se ao desenvolvimento de novos processos e produtos com o uso de matérias primas ecológicas, bem como, sua substituição em processos existentes para que sejam menos impactantes ao meio ambiente (Apêndice D).

Após a análise destes dados foi feita uma análise multivariada por agrupamento e mediana das respostas obtidas.

O dendograma (*Cluster Analysis* ao ser analisado optou-se pelo o nível de similaridade 10, definindo desta forma 4 grupos que foram posteriormente estudados separadamente conforme figura 11.

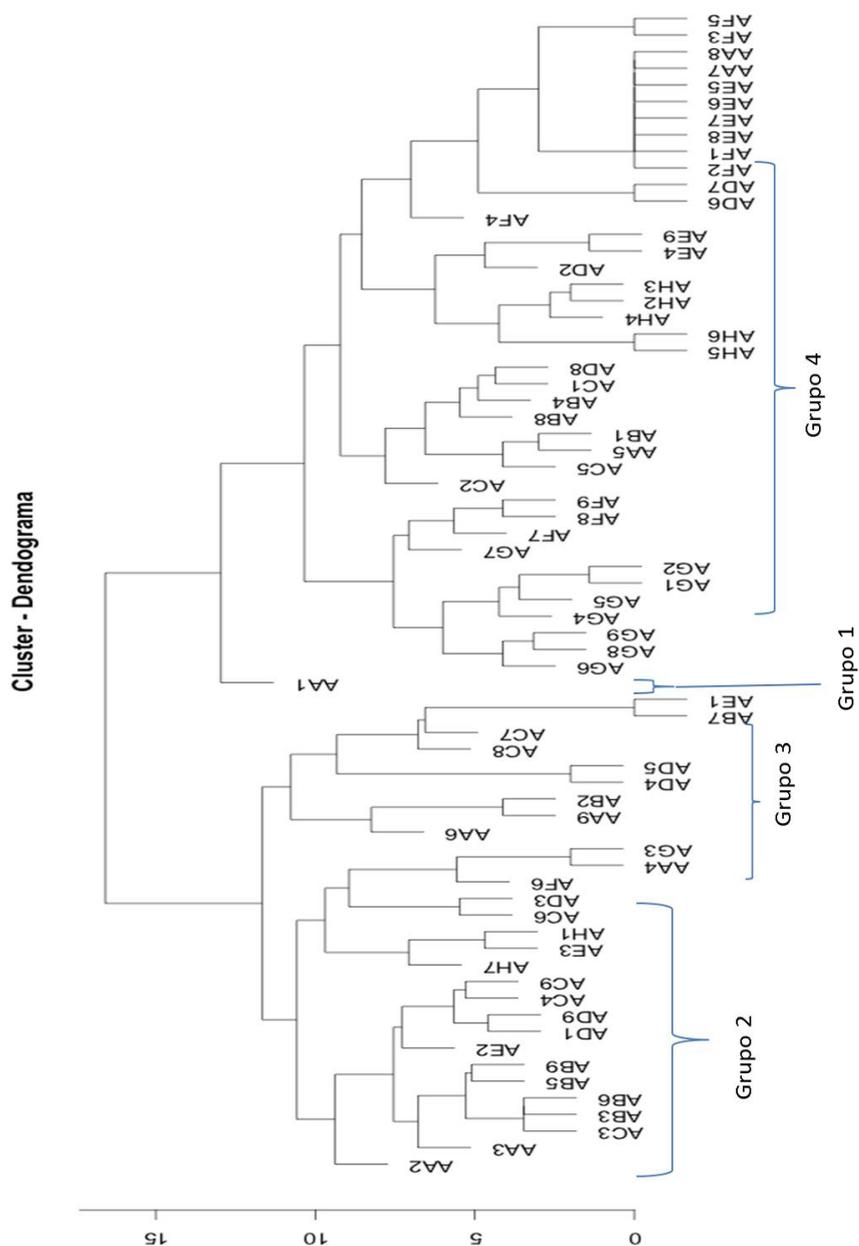


Figura 11: Dendrograma dos grupos

O grupo 1 é formado por multinacionais, que não utiliza o *Lean Manufacturing*, mas tem ISO14000 implementada (Apêndice D), por representar apenas uma empresa foi considerado *outlier*.

O grupo 2 é formado por 50% de indústrias nacionais. São indústrias que em grande parte (70%) não usam o *Lean Manufacturing*, apenas 5% tem a ISO14000 implementada.

O grupo 3 é formado por 66,6% de indústrias multinacionais. Elas não utilizam o *Lean Manufacturing* e 11 % pretendem implantar a ISO14000 nos próximos 3 meses.

O grupo 4 é formado por 80% de empresas multinacionais das quais 27,5 % tem implantado LM e 13,7% tem alguma ferramenta *Lean*. Dentre estas indústrias 70 % tem ISO14000 implementada e são indústrias das mais diversas áreas de atuação.

Após a definição dos clusters as similaridades foram apontadas por meio do estudo inicial da mediana dos grupos, conforme resumido na tabela 5.

Tabela 5: Mediana por grupo

		MEDIANA					
		Grupo	1	2	3	4	geral
		Número de indústrias	1	20	9	40	70
Questões	Sub-bloco 1 (compras)	C1	1	3	1	5	5
		C2	5	3	4	5	5
		C3	5	5	5	5	5
	Sub-bloco 2 (vendas)	V1	4	3	1	5	3
		V2	3	3	3	5	3
		V3	3	1	3	5	3
		V4	3	3	3	5	3
		V5	1	3	5	5	5
		V6	1	1	1	1	1
	Sub-bloco 3 (operação)	O1	5	5	5	5	5
		O2	4	5	5	5	5
		O3	1	3	3	5	3
		O4	1	5	4	5	5
		O5	5	5	3	5	5
		O6	5	3	1	5	4
		O7	5	4	5	5	5
		O8	5	5	5	5	5
		O9	1	1	1	5	1
		O10	5	5	5	5	5
		O11	5	3	1	5	1
		O12	5	5	5	5	5
	Subbloco 4 (pesquisa e desenvolvimento)	PD1	5	5	5	5	5
		PD2	1	5	5	5	5
		PD3	1	3	5	5	5
		PD4	1	3	5	5	5
PD5		5	3	3	5	3	

Para esta pesquisa em relação ao primeiro sub-bloco avaliado, 56% das indústrias estão praticando a redução do *lead time* de compras visando à redução de estoque e 71% buscam desenvolver parcerias com fornecedores para redução de impactos ambientais (questões C1 e C2). Na tabela 5 a parceria com fornecedores é alta apresentando a mediana 5 para a maioria dos grupos. O desenvolvimento de parcerias com fornecedores com foco em sustentabilidade ambiental é uma dos elos da cadeia de suprimentos muito estudada (tabela 4).

Avaliando as respostas da questão C3 e as medianas, 80% das industriais fazem auditoria nos fornecedores com foco ambiental e apresentam uma mediana 5 para os grupos 1, 2, 3 e 4. Esta avaliação demonstra que problemas ambientais em fornecedores são importantes ao se desenvolver novas parcerias. Isto está ligado aos fortes impactos e responsabilidade ambiental que a indústria química tem inclusive pela legislação vigente.

Na área de compras o fortalecimento da cadeia de suprimentos visando desenvolver fornecedores com relação duradoura, que tenham foco ambiental, buscando a redução de *lead time* de compras e por consequência a redução dos estoques internos são ações importantes dentro das indústrias. Desde a seleção de fornecedores sustentáveis até o design de produtos sustentáveis são abordados e apresentam resultados desejáveis entre práticas *Lean and Green*.

Avaliando as questões do sub-bloco de vendas, na primeira pergunta V1 apenas do grupo 4 houve um monitoramento de estoque de vendas visando à redução do estoque.

As respostas da questão V2 e V4 das empresas do grupo 4 em relação à área de vendas, houve um aumento de vendas e da satisfação dos clientes ligados a apelos ambientais. Nos outros grupos isto não foi monitorado. Em relação às respostas recebidas, deste grupo 27,5% fazem parte das indústrias de cosméticos, 24,1% são empresas de fertilizantes e 10 empresas de produtos químicos de uso industrial (34,4%) que são da área de especialidades e atuam também com produtos de higiene, área alimentos (*food products*) e área de energia. Desta forma, 86 % das indústrias acima tem forte preocupação com a sustentabilidade ambiental.

No grupo 4, a ISO 14000 influenciou positivamente nas vendas (questão V3). Embora para todas as outras industriais dos demais grupos não foi possível detectar o aumento da satisfação do cliente em relação a melhorias ambientais.

As empresas do grupo 3 e 4 responderam que praticam a logística reversa de embalagens e representam 50 % das respostas das indústrias avaliadas (questão V5). Segundo os respondentes, isto possibilita a reutilização de embalagens dentro de processos industriais. Ao reutilizar as embalagens nas indústrias há a redução do uso de água por meio da redução do número de lavagens de embalagens onde há ainda a diminuição da geração de água de efluente a ser tratada.

Pela questão V6 conclui-se que nas indústrias avaliadas não há o monitoramento e a preocupação com a emissão de CO² buscando a otimização de fretes em relação às vendas. Ao conversar com os respondentes para esclarecer tais resultados, a preocupação maior em relação à otimização de frete é com o custo do mesmo.

Estudos na área de vendas avaliam os impactos das práticas *Lean and Green* nos resultados econômico e ambiental na indústria. Entretanto não foi possível mensurar em valor o que isto significa, ou seja, o quanto as normas ambientais tenham retornado ao faturamento nas indústrias químicas.

No sub-bloco de questões relacionadas a operações quando avaliam as respostas das questões O1 e O2, obteve-se uma grande expressão dentro desta pesquisa. Para as duas questões a mediana apresentou resultado 5, ou seja, em sua maioria as indústrias auditam e acompanham estes processos, exceto as indústrias do grupo 5 que são empresas que atuam em segmento de produto químico de uso industrial sem implantar ISO 14000 e LM.

As práticas *Lean and Green* de reaproveitamento e recuperação de matérias primas, bem como evitar desperdícios são as que apareceram em maior quantidade na literatura consultada, confirmando os dados da revisão de literatura de Garza-Reyes (2015) onde as questões de operações e processo representaram mais de 40% dos estudos avaliados.

Dentro das indústrias este reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas são de importâncias não apenas para a redução de impacto ambiental, mas também pelo aspecto econômico.

Os respondentes acreditam que quanto menos se perder em processo, e mais se reaproveitar as matérias primas, melhores serão os resultados financeiros e por contrapartida os custos operacionais; gerando ainda menores impactos ambientais, menor quantidade de geração de efluentes, e possibilidade de qualquer outro dano ambiental.

Quanto à questão O3 50% das indústrias não se posicionaram quanto ao seu potencial poluidor ou que cause impacto ao meio ambiente. Apenas as indústrias do grupo 4 que tem maior controle com práticas LM e ISO14000 responderam que tem ciência dos processos e do potencial poluidor e que tratam e controlam as causas.

Das indústrias avaliadas 80% possuem indicadores de desempenho para avaliação dos estoques e melhoria de processos (questão O4), apresentando mediana 5 para maioria dos grupos.

Quando avaliada a questão O5 a mediana geral foi 5 e as indústrias se mostram preocupadas em avaliar o ciclo de vida dos produtos por estes perderem suas propriedades e valor financeiro. Nesta questão, em 73 % das indústrias consideram o ciclo de vida dos produtos, visando evitar que vençam e sejam necessário o descarte (tabela 4).

A preocupação com prejuízos financeiros e impactos ambientais faz com que a logística reversa, a reutilização e a reciclagem de produtos retornados do cliente possam ser reaproveitadas (avaliados na questão O6). Há casos em que clientes descontinuam alguma linha de produção e ainda tem produtos em estoque. Neste caso, o fornecedor e a cadeia de suprimentos são acionados visando colocar no mercado um material com validade próxima ao vencimento. Segundo 10% dos respondentes, no caso do fornecedor, poderá haver a logística reversa e este material retornar a origem para ser reaproveitado, ou ainda conseguir-se a recolocação no mercado deste material a preços mais competitivos, por estar próximo ao vencimento.

A reutilização de embalagens, palhetes ou outros insumos apresentou mediana 5 e em 57% das indústrias são processo importantes e tem os mesmos auditados, entretanto, em 36% das indústrias restantes realizam-se esporadicamente este procedimento (questão O7). Indústrias de produtos químicos de uso industrial reutilizam internamente as embalagens, isto é uma prática comum uma vez que as embalagens de matérias primas muitas vezes podem ser reutilizadas sem custo para que os produtos finais sejam embalados. O posicionamento dos respondentes em relação a isto se deve ao impacto na redução do custo final do produto, redução o consumo de água de efluentes e auxílio na destinação correta das embalagens.

Outro ponto importante em relação ao meio ambiente e ao custo financeiro em geral é o consumo de água em processo, tratamento efluente e uso de energia elétrica (questões O8 e O10) cuja mediana para os dois casos foi 5 para todos os grupos. A mensuração destes itens acontece em mais de 93 % das indústrias por serem os de maior impacto financeiro e ambiental. Em todas as

indústrias químicas avaliadas o tratamento de efluente é auditado, pois este apresenta o maior potencial poluidor. Por outro lado, seu custo financeiro é alto o que requer das indústrias um tratamento adequado visando custos menores possíveis para manter-se competitiva.

Em relação à questão O9, a medição de CO² no processo industrial 51% não controlam este item e 14% não sabiam informar se controlavam e neste caso, a mediana foi 1. A apenas 12 indústrias que participaram da *survey* tem preocupação com a medição e controle deste item.

Além destes itens, um fator importante em relação à área operacional foi a avaliação quanto aos treinamentos aplicados aos funcionários, com foco em LM e com foco ambiental (GM) que foram avaliados nas questões O11 e O12.

Notou-se que treinamentos com foco ambiental são muito oferecidos dentro das indústrias (mais de 83% das indústrias avaliados oferecem), mostrando que os colaboradores são parte fundamental ao controle dos impactos ambientais.

O envolvimento e participação dos trabalhadores na formulação e implementação da estratégia de operações, ou no apoio ao alinhamento estratégico de manufatura enxuta e sustentabilidade é ponto essencial para ações duradouras e o desenvolvimento de valores internos das empresas (JABBOUR ET AL., 2013a).

Quanto ao treinamento de LM este só acontecem em indústrias que tenham a filosofia *Lean* implementada ou pretendam implementar nos próximos meses, com exceção a prática de 5S (ou similar) que em 88 % das indústrias são adotadas (avaliação da questão O11 com as respostas da G7 no apêndice I).

Em relação às questões relativas ao processo operacional várias práticas *Lean and Green* são aplicadas, sendo a área mais estudada de acordo com a literatura e que mostraram isto nos resultados das questões O1 a O12. Nas indústrias a redução das perdas em processo e estoques, a reutilização de resíduos, a recuperação ou reciclagem de produtos, o uso da água e tratamento de efluente e energia elétrica foi avaliado. Entretanto, não houve dentre os artigos avaliados estudos em relação à medição de emissão de CO² e seu controle, bem como nas respostas obtidas para esta questão.

Na área operacional, as questões (portanto de ações *Lean and Green*) que são auditadas e controladas deste sub-bloco são altas quando comparado aos demais sub-blocos.

As questões O1, O2, O4, O8, O10 e O12 apresentaram mais de 80% de ações auditáveis mostrando alto grau de controle e importância na indústria (tabela 4).

Em relação às respostas que avaliaram o sub-bloco pesquisa e desenvolvimento, 77% das indústrias consideram o impacto ambiental para novos produtos e processos (questão PD1). A questão PD2 avaliou que 76% das indústrias buscam desenvolver novos produtos e processos com matérias primas e insumos com baixo impacto ambiental ficando preocupação com o meio ambiente. Para estas questões de pesquisa e desenvolvimento a mediana foi 5.

Quanto a troca de matérias primas visando diminuir o impacto ambiental o resultado é de 63% (questão PD3). Nem sempre é possível alterar a matéria prima nos processos químicos, tem-se problemas de compatibilidade de matérias primas para substituição e inviabilidade de custo.

A avaliação do ciclo de vida dos produtos no desenvolvimento de novos produtos (questão PD4) pelos resultados obtidos como respostas, tem sido observado apenas para as indústrias do grupo 4, embora a mediana seja 5 para todos os grupos. Segundo os respondentes, outra possibilidade dentro da indústria é que estes produtos possam ser consumidos em outros processos, como matérias primas secundárias desenvolvendo um ciclo de vida fechado.

O uso das ferramentas de *Lean Manufacturing and Green Manufacturing* (questão PD5) são consideradas no desenvolvimento de produtos e de processos em 36% das empresas avaliadas. Segundo as respostas avaliadas, as indústrias do grupo 4 que tem implantado e auditam as ferramentas LM (por exemplo *Just in time, kanban*) e pelas indústrias que tem algumas ferramentas do LM, mas não auditam formalmente.

Quanto às respostas das questões na área de pesquisa e desenvolvimento (PD1 a PD5), 63% das indústrias estão comprometidas com práticas *Lean and Green* desenvolvem novos produtos e processos considerando o impacto ambiental com o uso de matérias primas e insumos ecológicos.

Este resultado é coerente quando observa-se a criação de comunidades e institutos pelo mundo afora buscando alternativas para estimular o *LM and GM*. Na Alemanha, por exemplo, tem-se o *Lean & Green Europe* que é uma comunidade internacional de organizações para estimular o futuro *Lean and Green*, no qual os líderes de grandes organizações dedicam recursos das empresas para melhorar a responsabilidade social corporativa por meio da

redução de desperdícios, melhoria contínua, com maior sinergia entre as cadeias de suprimentos e logística sustentável.

Desperdiçar recursos cada vez mais valiosos não deve mais ser aceitável para qualquer organização. Desta forma, a inovação social é aliada para se desenvolver linhas de negócios trabalhando em conjunto e compartilhando sua experiência em alcançar reduções reais de emissões de gases e desperdícios de uma forma geral.

Quanto aos resultados da Tabela 5 (pag.57) a mediana por grupo destaca-se o perfil de grupo 4 com as características mais uniformes em relação às práticas *Lean and Green*, onde os parâmetros estudados apresentam maiores controles e são mensurados e auditados.

Ao avaliar o grupo 4 o mesmo apresentou um perfil diferente dos demais grupos, neste estudo buscou-se então avaliá-lo para melhor entendimento destas diferenças. Por exemplo, quanto à análise de agrupamento por porte das empresas indica que o 72,5 % deste grupo 4 são empresas de grande porte (conforme tabela 6).

Tabela 6: Agrupamento por porte

Análise de agrupamento por porte				
Grupos	Indústria			
	Grande	Média	Pequena	Micro
1	0	1	0	0
2	5	8	7	0
3	1	3	3	2
4	29	9	2	0

Durante a pesquisa foi possível perceber que as indústrias do grupo 4 em sua grande parte, apresentam departamentos estruturados para controles e mensurações das práticas avaliadas, sendo representadas em sua maioria por

Tabela 7: Agrupamento por nacionalidade

Grupo	Multinacional	Nacional
1	1	0
2	10	10
3	3	6
4	32	8

Quanto ao quesito avaliado de utilização do *Lean Manufacturing* utilizam mais esta filosofia os grupos 2 e 4, sendo que o grupo 2 utiliza as práticas *Lean* de forma informal (não sendo auditado) e as do grupo 4 utiliza formalmente e são auditados (27,5%) conforme tabela 8.

Tabela 8: Análise de agrupamento por nível de utilização de *Lean*

Grupo	Não usa Lean	Planeja utilizar lean no próximos 3 meses	Não se posicinou	Utiliza Lean em alguns processos	Utiliza Lean audita
1	1	0	0	0	0
2	14	3	2	1	0
3	7	2	0	0	0
4	24	4	0	1	11

As indústrias do grupo 4 que utilizam o *Lean Manufacturing* todas aplicaram a ferramenta VSM. As práticas mais utilizadas quando se observa todas as indústrias foram: 5S (86,2%) e Kaizen (56,6%). E a ferramenta de controle de processo o CEP (96,5%) foi a mais utilizada nas indústrias avaliadas (questão G7 no apêndice I).

Quanto a ISO 14000 as indústrias do grupo 4 são as que em sua maioria tem implantado as normas em sua empresa (70%). Dentre as indústrias temos 3,5% que pretendem utilizar a ISO14000 nos próximos meses, mas que ainda não foram certificadas conforme tabela 9.

Tabela 9: Análise de agrupamento por nível de utilização da ISO 14000

Grupo	Não usa ISO14000	Planeja utilizar ISO no próximos 3 meses	Não se posicinou	Utiliza ISO em alguns processos	Utiliza ISO14000 audita
1	0	1	0	0	0
2	10	7	1	0	2
3	8	1	0	0	0
4	11	1	0	0	28

Dando continuidade as análises, no grupo 4 observou-se que em sua maior parte são multinacionais que implementaram a ISO 14000 e que utilizam práticas visando melhorias ambientais nos processos internos nas áreas de compras, vendas, operação interna e pesquisa e desenvolvimento.

Neste grupo as respostas evidenciam a importância ao fortalecimento da cadeia de suprimentos e auditorias em fornecedores como mais impactantes a área de compras.

Avaliando ainda o grupo 4, quanto ao sub-bloco de operações o reaproveitamento, reutilização e redução de desperdício são muito evidenciadas, mostrando a importância destes controles para este grupo. Assim como o uso de água e energia elétrica que todas controlam e auditam.

Quanto à área de pesquisa e desenvolvimento para o grupo 4 há monitoramento e estímulo para que se substituam as matérias primas visando à sustentabilidade ambiental. Os novos processos avaliam a utilização de matérias primas e processos ambientalmente sustentáveis dando cada vez mais importância a estes quesitos.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Neste estudo observou-se que parte das indústrias químicas brasileiras utilizam práticas *Lean and Green*. As grandes indústrias apresentaram ser as que mais utilizam as práticas *Lean and Green*, sendo que 23,5% utilizam Lean e 55,9% tem ISO 14000 implantada.

Neste estudo identificou-se que as práticas mais utilizadas na área de compras foram o fortalecimento da cadeia de suprimentos visando desenvolver fornecedores com relação duradoura (71% de indústrias) e que tenham foco ambiental, bem como 56% das indústrias estão praticando a redução do *lead time* de compras visando à redução de estoque. Nesta avaliação 80% das industriais fazem auditoria nos fornecedores com foco ambiental mostrando a clara importância de se desenvolver parcerias com indústrias com preocupação ambiental.

As práticas na área de vendas com foco ambiental identificadas foram o monitoramento de estoque de vendas visando à redução do estoque, a prática da logística reversa de embalagens e o aumento do faturamento em função da implantação da ISO 14000 e de práticas ambientais. Em 54 % das respostas das indústrias avaliadas não houve o monitoramento e a preocupação com a emissão de CO² buscando a otimização de fretes em relação às vendas.

As práticas mais utilizadas na área operacional nas indústrias são o reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias prima. Estas práticas são importantes não apenas para a redução de impacto ambiental mas também melhoram os resultados financeiros.

Apenas as indústrias do grupo 4 que tem maior controle com práticas LM e ISO14000 responderam que tem ciência dos processos e do potencial poluidor e que tratam e controlam as causas.

Os indicadores de desempenho para avaliação dos estoques e melhoria de processo foram identificados como práticas realizadas em todas na indústrias consultadas neste estudo.

Outra prática identificada em relação ao meio ambiente é o consumo de água em processo, tratamento efluente e uso de energia em mais de 93 % das indústrias é monitorado por serem os de maior impacto financeiro e ambiental. Em a medição de CO² no processo industrial 51% não controlam este item e

14% não sabiam informar se controlavam. Em apenas 12 indústrias que participaram da *survey* tem a preocupação com a medição e controle deste item.

Além destes itens, um fator importante em relação à área operacional foi avaliar quanto aos treinamentos aplicados aos funcionários com foco em LM e com foco ambiental (GM). Notou-se que treinamentos com foco ambiental são oferecidos em 83% das indústrias. Quanto ao treinamento de LM este só acontece em indústrias que tenham a filosofia *Lean*.

Na área de pesquisa e desenvolvimento, as indústrias comprometidas com práticas *Lean and Green* desenvolvem novos produtos e processos considerando o impacto ambiental com o uso de matérias primas e insumos ecológicos. A prática de troca de matérias primas visando diminuir o impacto ambiental foi identificada em 63% das indústrias consultadas.

Pelo levantamento realizado observou-se que as práticas *Lean and Green* agregam valor aos clientes (o que eles estão realmente dispostos a pagar) e eliminam os desperdícios (o que eles não estão dispostos a pagar). Sendo possível assim identificar empresas que possuem declarada preocupação ambiental, que investem em inovação e desenvolvem constantemente novos produtos e processos com foco em práticas *Lean and Green*, onde o destacou-se o grupo 4.

Quanto à limitação de estudo sugere-se e que um estudo mais amplo e mais detalhado incluindo o aspecto econômico e impactos com as práticas que resultem em melhorias sociais e ambientais. E dentre elas qual é a contribuição individual de cada um dos paradigmas sobre o desempenho de uma organização.

Neste estudo não foi possível avaliar a sinergia do LM e GM, nem avaliar se as práticas são as mesmas em todas as indústrias, e em todos os níveis das indústrias, ficando como sugestão para estudos futuros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDUL WAHAB, A.N., MUKHTAR, M., SULAIMAN, R. A conceptual model of lean manufacturing dimensions. *Procedia Technol.* V.11,p. 1292 e 1298, 2013.

ABIQUIM. O desempenho da Indústria Química Brasileira em 2016. Disponível em: <http://www.abiquim.org.br/pdf/livreto-de-dados-2016-paginas.pdf>. Acesso em: 30/03/2016.

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* 47, 141-148, 2013.

ANVARI, F.; EDWARDS, R. E STARR, A. Evaluation of overall equipment effectiveness based on market. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 16 Iss 3 pp. 256 – 270, 2010.

ALLWOOD, J. M.;CULLEN, J. M. Theoretical efficiency limits for energy conversion devices, *EnergyReview*, v. 35, Issue 5, May, pp. 2059-2069.2012.

AZEVEDO (A), S., GOVINDAN, K, CARVALHO, H, CRUZ-MACHADO, V. An integrated model to assess the leanness and agility of the automotive industry. *Resources, Conservation and Recycling* 66, 85– 94, 2012.

AZEVEDO (B), S., CARVALHO, H., DUARTE,S., AND CRUZ-MACHADO, V. Influence of Green and Lean Upstream Supply Chain Management Practices on Business Sustainability. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 59, n. 4, 2012.

AZEVEDO (C), S. ; CARVALHO, H. ; CRUZ-MACHADO, V. PATI, N.; LARG index A benchmarking tool for improving the leanness, agility, resilience and greenness of the automotive supply chain. *An International Journal*, Vol. 23 Iss 6, pp. 1472 – 1499. 2016.

BAI,C.; SARKIS,J.; DOU,Y. Corporate sustainability development in China: review and analysis. *Ind. Manag. Data Syst.* 115 (1) , 5-40.2015

BANCO MUNDIAL. Disponível em: -
http://pt.theglobaleconomy.com/rankings/manufacturing_value_added. Acesso em 20/07/2016.

BANDEHNEZHAD, M., ZAILANI, S., FERNANDO, Y. An empirical study on the contribution of lean practices to environmental performance of the manufacturing firms in northern region of Malaysia. *Int. J. Value Chain Manag.* 6 (2), 144e168, 2012.

BANAWI, A.; BILEC, M. A framework to improve construction processes: Integrating Lean, Green and Six Sigma. *International Journal of Construction Management*, Vol. 0, No. 0, 1–14, <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2013.875266>, 2014.

BELEKOUKIAS, I., GARZA-REYES, J.A., KUMAR, V. The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *Int. J. Prod. Res.* 52 (18), 5346 e 5366, 2014.

BERGMILLER, G. Lean manufacturers transcendence to green manufacturing: correlating the diffusion on lean and green manufacturing systems. *Proceedings of the 2009 Industrial Engineering Research Conference*. Disponível em: http://zworc.com/site/publications_assets/LeanManufacturersTranscendence.pdf. 2009.

BRINDLEY, C. E OXBORROW, L. Aligning the sustainable supply chain to green marketing needs: A case study. *Industrial Marketing Management* .V. 43, p.45–55, 2014.

BRITO, R.; BERARDI, P. Vantagem competitiva na gestão sustentável da cadeia de suprimentos: um metaestudo. *Rev. adm. empres.* vol.50 no.2 São Paulo Apr./June 2010.

CAMPOS, L, MELO, D.A. Indicadores de desempenho dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA): uma pesquisa teórica. *Produção* 18 (3), 540 e 555, 2008.

CAMPOS, L. Lean and green practices: a literature review. XXXVI Encontro nacional de engenharia de produção. Outubro de 2016.

CARVALHO, H., AZEVEDO, S. E CRUZ-MACHADO, V. Trade-offs among Lean, Agile, Resilient and Green Paradigms in Supply Chain Management: A Case Study Approach. *Proceedings of the Seventh International Conference on*

Management Science and Engineering Management V. 242 of the series Lecture Notes in Electrical Engineering pp 953-968, 2014.

CARVALHO, H., DUARTE, S. E CRUZ MACHADO V. Lean agile, resilience and green: divergences and synergies. International Journal of Production Research. Volume 50, Issue 17, 1 September 2012, Pages 4830-4845, 2011.

CARVALHO, H.; GOVINDAN, K.; AZEVEDO, S.; CRUZ-MACHADO, V. modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. Resources, Conservation and Recycling. V. 120, p: 75–87. 2017.

CAUCHICK MIGUEL, P. A.; HO, L. L. Levantamento Tipo Survey. In: CAMPUS, E. (Ed.). Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.]. p. 75–102. 2011.

CALLEGARI-JACQUES, Sídia M. Bioestatística: princípios e aplicações. Porto Alegre: Artemed, 255p.2003.

CHEN, Y., CHANG, C., WU, F. Origins of green innovations: the differences between proactive and reactive green innovations, Management Decision, Vol. 50 Iss 3 pp. 368 – 398, 2012. Permanent link to this document: <http://dx.doi.org/10.1108/00251741211216197>

CHIARINI, A. Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean. Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. Journal of Cleaner Production. V 85, p. 226 - 233, 2014.

CORRAR, L., PAULO, E., DIAS FILHO, J. Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia. FIECAFI. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2014.

CORTINA, J. M. What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. Journal of Applied Psychology. v. 78, p. 98-104. 1993.

COSTA NETO, P. Estatística. Editora Edgard Blucher LTDA. 3 edição.2002.

DHINGRA, R.;KRESS, R.; UPRETI, G. Does lean mean green? Journal of Cleaner Production, V 85, p.1 - 7, 2014.

DOMINGO. R. E AGUADO, S. Overall Environmental Equipment Effectiveness as a Metric of a Lean and Green Manufacturing System. Sustainability. V. 7, p. 9031-9047; doi:10.3390/su7079031, 2015.

DORNFELD, A. Green manufacturing: fundamentals and applications. Berkeley: Springer. 2012.

DUARTE S. E CRUZ-MACHADO V. Modelling lean and green: a review from bus, INS models. International Journal of Lean Six Sigma 4 (3), 228 e 250, 2013.

DÜES, C.; TAN, K.; LIM, K.. 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.

DUBEY, R., GUNASEKARAN, A., SAMAR ALI, S. Exploring the relationship between leadership, operational practices, institutional pressures and environmental performance: a framework for green supply chain. Int. J. Prod. Econ. 160, 120e132.2015.

DIAZ-ELSAIED ,N.; JONDRAL, A.; GREINACHER, S.; DORNFELD, D.; LANZA, G. Assessment of lean and green strategies by simulation of manufacturing systems in discrete production environments. CIRP Annals - Manufacturing Technology 62, 475–478, 2013.

ESPADINHA-CRUZ, P., GRILO, A., PUGA-LEAL, R., CRUZ-MACHADO, V. A model for evaluating lean, agile, resilient and green practices interoperability in supply chains. In: Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), Singapore, Singapore, 6 e 9. December, 2011.

ESMAELLIAN, B.; BEHDAD, S.; WANG,B. The evolution and future of manufacture ring: a review. Journal of Manugacturing Systems. V39, 79-100.2016.

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

FERCOQ, A.; LAMOURI, S.; CARBONE, V. Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. Journal of Cleaner Production. V. 137, p. 567 e 578. 2016.

FIESP. Panorama da Indústria de Transformação Brasileira. 10 edição. 14 de julho de 2016. Disponível em:

http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/07/panorama-da-industria_10a-edicao.pdf

FORRESTER,P., SHIMIZU, U., SORIANO-MEIER, H., GARZA-REYES, J., BASSO, L. Lean production, market share and value creation in the agricultural machinery sector in Brazil. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol.21(7), p.853-871, 2010.

FORZA, C. Survey research in operations management: A process-based perspective. *International Journal of Operations & Production Management*, V22,2. 152 – 194. 2002.

FREUND,J. *Estatística Aplicada: economia, administração e contabilidade*. Editora Bookman. Porto Alegre. 11 edição. 2006.

GALEAZZO, A., FURLAN, A., VINELLI, A. Lean and green in action: interdependencies and performance of pollution prevention projects. *Journal of Cleaner Production*, V. 85, p. 191 e 200, 2014.

GARZA-REYES, J Lean and green - a systematic review of the state of the art literature. *J. Clean. Prod.* 102, 18 e 29.2015.

GOVIDAN, K., AZEVEDO, S., CARVALHO, H., CRUZ-MACHADO V. Impact of supply chain management practices on sustainability. *Journal of Cleaner Production* 85, 212 e 225, 2014.

GOVINDAN, K., AZEVEDO, S.G., CARVALHO, H., CRUZ-MACHADO, V. Lean, green a resilient practices influence on supply chain performance: interpretive structural modeling approach. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (in press), 2013.

GOVINDAN, K; RAJENDRAN, S.; SARKIS, J.; MURUGESAN, P. Multi criteria decision making approaches for green supplier evaluation and selection: a literature review. *Journal of Cleaner Production*.V. 98, p. 66 e 83, 2015.

GONZALEZ-BENITO,J; GONZALEZ-BENITO,O; A review of determinant factors of environmental proactivity. *Business Strategy and the Environmental*. Volume 15, Issue 2. Pages 87–102. March/April 2006

GRAEDEL, T.; HOWARD-GRENVILLE J. *Greening the industrial facility*. Springer.126.2005.

GREINACHER, S., MOSER, E., HERMANN, H., LANZA, G. Simulation based assessment of lean and green strategies in manufacturing systems. The 22nd CIRP conference on Life Cycle Engineering. Procedia CIRP 29, 86 – 91, 2015.

HAIR JUNIOR, F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 2005. 600p

HART, S. L. A natural-resource-based view of the firm. Academy of Management Review, 20: 986-1014. 1995.

HAYES, B. E. Measuring Customer Satisfaction: Survey design, use, and statistical analysis methods. Milwaukee, Wisconsin: ASQC Quality Press, 1998.

HERRERA, M.E.B. Creating competitive advantage by institutionalizing corporate social innovation. J. Bus. Res. 68 (7), 1468e1474. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2015.01.036>.2015.

HERRON, C., HICKS, C. The transfer of selected lean manufacturing techniques from Japanese automotive manufacturing into general manufacturing (UK) through change agents. Robotics Computer-Integrated Manuf. 24 (4), p. 524 e 531, 2008.

HINNES, P. ; HOLWEG, M. ; RICH, N. Learning to evolve: a review of contemporary lean thinking. International Journal of Operations & Production Management, Vol.24(10), p.994-1011, 2004.

HORA, R. M. H. Análise de confiabilidade do questionário da metodologia softmat usando o Coeficiente alpha de Cronbach. Monografia (Especialização em Produção & Sistemas) - CEFET Campos, 2005.

IMAI, Masaaki. *Kaizen: A Estratégia para o Sucesso Competitivo*, IMAM, [ISBN 85-89824-33-0](https://www.isbn.org/9788589824330), 1992.

INTERNATIONAL TRADE ADMINISTRATION- ITA. How does commerce define Sustainable Manufacturing ? http://www.trade.gov/competitiveness/sustainable_manufacturing/how_doc_defines_SM.asp.2010. Acessado em: 30/01/2015.

IOPPOLO, G.; CUCURACHI, S.; SALOMONE, R.; SAIJA, G. E CIRAOLO, L. Industrial Ecology and Environmental Lean Management: Lights and Shadows. Sustainability, V. 6, p. 6362-6376; doi:10.3390/su6096362, 2014.

JELLINSK, L.; GRAEDEL, T.; LAUDISE, R.; McCall, D. E Patel C. Industrial ecology: concepts and approaches, Proceedings of the National Academy of Science of the United State of America, 89, 793-797.1992.

JOHANSSON, G., SUNDIN, E. Lean and green product development: two sides of the same coin? J. Clean. Prod. V. 85, p. 104 e 121, 2014.

JOHNSON, V. Revised standards for statistical evidence. National Academies of Science. Proceedings of the National Academy of Sciences. 110: 19313–19317. 2013.

JABBOUR, A.; JABBOUR, C.; FREITAS, W.; TEIXEIRA, AZEVEDO, A (A). Lean and green? Evidências empíricas do setor automotivo brasileiro. Gest. Prod. vol.20 no.3 São Carlos. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2013000300011>, 2013

JABBOUR, C.; JABBOUR, A.; GOVIDAN, K.; FREITAS, W.; TEIXEIRA, AZEVEDO, A. (B). Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. Journal of Cleaner Production 47, 129 e140, 2013.

JABBOUR JABBOUR, C.; FREITAS, W.; TEIXEIRA, AZEVEDO, A (C). Green and competitive: empirical evidence from ISO 9001 certified Brazilian companies. The TQM Journal, Vol. 27 Iss 1 pp. 22 – 41, 2015. Permanent link to this document: <http://dx.doi.org/10.1108/TQM-01-2013-0013>.

KASSINIS, G.; SOTERIOU, A. Greening the service profit chain: the impact of environmental Management practices. PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT, Vol. 12, No. 3, Fall 2003.

KURDVE, M., ZACKRISSON, M., WIKTORSSON, M., HARLIN, U. Lean and green integration into production system models e experiences from Swedish industry. Journal of Cleaner Production 85, 180 – 190, 2014.

LEAN AND GREEN EUROPE. Disponível em: <http://www.globalgreenfreight.org/green-freight/lean-and-green-1>. Acesso em 10/01/2017

LEE, M.; TANSEL, B. Life cycle based analysis of demands and emissions for residential water-using appliances. Journal of Environmental Management, v., 101, 30 June 2012, p. 75-81, Elsevier, 2012.

MATHIYAZHAGAN K., DIABAT, ABBAS AL-REFAIE, A, XU, L. Application of analytical hierarchy process to evaluate pressures to implement green supply chain management. *Journal of Cleaner Production* V. 107, p. 229 e 236, 2015.

MELNYK, S., SROUFE, R. , CALANTONE, R. Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance. *Journal of Operations Management* 21, p. 329–351, 2003.

MILLER, G., PAWLOSKI, J., STANDRIDGE, C. A case of lean, sustainable, manufacturing. *Journal of Engineering and Management*, Vol. 3, pp. 11-32, 2010.

MILLS, J., PLATTS, K., BOURNE, M. Applying resource-based theory: methods, outcomes and utility for managers. *International Journal of Operations & Production Management* 23 (2), 148–166, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. AGENDA AMBIENTAL NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/arquivos/cartilha_a3p_36.pdf. Acesso em 20/09/2016.

MOLLENKOPF, D.,STOLZE, H. ,TATE, W., UELTSCHY,M. Green, lean, and global supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 40 Iss 1/2 pp. 14 – 41, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/09600031011018028>.

MONTEGOMERY, D.; RUNGER, G. Estatística aplicada e Probabilidade para Engenheiros. Quinta Edição. Rio de Janeiro. LTC, 2014.

NORMAN, W.; MacDonald, C. Getting to the bottom line of triple bottom line. *Bus. Ethics Q.*14(2), 243-263.2004.

PAMPANELLI, A.B., FOUND, P., BERNARDES, A.M.. A lean & green model for a production cell. *Journal of Cleaner Production*.V. 85, p.19 e 30, 2014.

PAPADOPOULOS, T., RADNOR,Z., MERALI, Y.The role of actor associations in understanding the implementation of Lean thinking in healthcare. *International Journal of Operations & Production Management* 31 (2), 167-191, 2011.

PAULRAJ, A. Environmental motivations: A classification scheme and its impact on environmental strategies and practices. *Bus. Strategy Environ.*, vol. 18, no. 7, pp. 453–468, 2009.

PIERCY, N.; RICH, N. The relationship between lean operations and sustainable operations. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 35 Iss 2 pp. 282 – 315, 2015.

PRASAD,S.; KHANDUJA, D.; SHARMA, S. Na empirical study on applicability of Lean and Green practices in the foundry industry.*Journal of Manufacturing Technology Management*, V 27(3), pp 408-426. 2016.

RAO, P.; HOLT, D. Do green supply chains lead to competitiveness and economic performance?, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 25 No. 9, pp. 898-916, 2005.

RICHARDSON, R. J. *Pesquisa Social, Métodos e Técnicas*. Ed. Atlas, 2º Ed., São Paulo. 1989.

RIZZO G., BATOCCHIOB A. *Manufatura Sustentavel: Estudo e Análise da Adoção Articulada das Tecnicas de Produção Mais Limpa e Produção Enxuta*. Third International Workshop Adveced Cleaner Production, 2011.

ROGERS, W. M.; SCHIMITI, M.; Mullins, M. E. Correction for unreliability of multifactor measures: comparison of Alpha and parallel forms approaches. *Organizational Research Methods*. v. 5, p. 184-199. 2002.

RUSSO, M. V.; FOUTS, P. A. A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Academy of Management Journal*, v. 40, n. 3, p. 534-559. <http://dx.doi.org/10.2307/257052>. 1997.

SANT´ANNA, P. E CAMPOS, L. *Lean and Green: Um Estudo Sobre Práticas Integradas*.International workshop Advances in Cleaner Production. São Paulo. 20-22 de maio de 2015.

SAGNAK, S.; KAZANCOGLU, Y. Integration of green lean approach with six sigma: an application for flue gas emissions. *Journal of Cleaner Production*. V. 127, p. 112e118. 2016.

SHAH, R., WARD, P. Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management* . V. 25, p: 785–805, 2007.

SHINGO, S. O sistema Toyota de Produção. Bookman. 1996.

SIEMIENIUCH, C.; SINCLAIR, M.; HENSHAW M. Global drivers, sustainable manufacturing and systems. Applied Ergonomics 51, 104 e 119. 2015.

SILVA, A.; SILVA, E.; OMETTO, A. Green manufacturing: uma análise da produção científica e de tendência para o futuro. Revista Produtiva. 2014.

SOBRAL, M., JABBOUR, A., JABBOUR, C. Case Study from the Automotive Sector. Spring. Environmental Quality Management / DOI 10.1002/tqe, 2013.

STREINER, D. L. Being inconsistent about consistency: when coefficient alpha does and doesn't matter. Journal of Personality Assessment. v. 80, p. 217-222. 2003.

SWEENEY, D.; WILLIAMS, T; ANDERSON, D. Estatística Aplicada à administração e economia. 3 Ed.. São Paulo. Cengage Learning, 2013.

THANKI, S.; GOVINDAN, K.; THAKKAR, J. An investigation on lean-green implementation practices in Indian SMEs using analytical hierarchy process (AHP) approach. Journal of Cleaner Production. V. 135, p. 284 e 298. 2016.

TSENG, M., CHIU, S., TAN, R., SIRIBAN-MANALANG, A. Sustainable consumption and production for Asia: sustainability through green design and practice. Journal of Cleaner Production. V.40 p. 1 e 5, 2013.

UGARTE, G.; GOLDEN, J.; DOOLEY, K. Lean versus green: The impact of lean logistics on greenhouse gas emissions in consumer goods supply chains. Journal of Purchasing & Supply Management, V 22, pp:98–109. 2016.

VANALLE, R.; SANTOS, L. Green supply chain management in Brazilian automotive sector. Management of Environmental Quality: An International Journal, Vol. 25 Iss 5 pp. 523 – 541, 2014.

VASCONCELOS, D., BARROS NETO, J., VIANA, F. Lean e green: a contribuição da produção enxuta e da gestão ambiental para a redução de desperdícios. XXXVII Encontro da ANPAD, setembro de 2013.

VENKAT K., WAKELAND, W. Is lean necessarily green? Pdf from Website. In: Proceedings of the 50th Annual Meeting of the ISSS, ISSS 2006 Papers. Disponível em: <http://www.cleanmetrics.com/pages/ISSS06-IsLeanNecessarilyGreen.pdf>. Acessado em: 25.07.16.

VERRIER(a), B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E. E REMITA, H. Combining organizational performance with sustainable development issues: the Lean and Green project benchmarking repositior. *Journal of Cleaner Production*. V. 85 p.83 e 93, 2014.

VERRIER(b), B.; ROSE, B.; CAILLAUD, E. Lean and Green strategy: the Lean and Green House and maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*. V 116, p. 150 e 156. 2016.

WALKER, H.; DI SISTO, L.; MCBAIN, D. Drivers and barriers to environmental supply chain management practices: lessons from the public and private sectors. *Journal of Purchasing and Supply Management*, v. 14, n. 1, p. 69-85, Mar. 2008.

WERKEMA,C.Lean Six Sigma.1 Ed. Elsevier.2011.

WIENGARTEN, F., FYNES, B., ONOFREI,G. Exploring synergetic effects between investments in environmental and quality/lean practices in supply chains, *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 18 Iss 2 pp. 148 – 160.2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1108/13598541311318791>, Acessado em: 20/03/2016.

WOMACK, J. A mentalidade enxuta nas empresas: elimine o desperdício e crie riquezas. São Paulo. Elsevier. 2004.

WONG,W.; WONG, K. Synergizing an ecosphere of lean for sustainable operations. *Journal of Cleaner Production*. V. 85, p. 51 e 66, 2014.

WU, L.; SUBRAMANIAN, N.; ABDULRAHMAN, M.; LIU, C.; LAI, K.; PAWAR, K. The Impact of Integrated Practices of Lean, Green, and Social Management Systems on Firm Sustainability Performance—Evidence from Chinese Fashion Auto-Parts Suppliers. *Sustainability*, V. 7, p. 3838-3858; doi:10.3390/su7043838, 2015.

YANG, M.G.M., HONG, P., MODI, S.B. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: an empirical study of manufacturing firms. *Int. J. Prod. Res.* 129 (2), 251 e 260, 2011.

ZAILANI, S; GOVINDAN, K.; IRANMANESH, M.; SHAHARUDIN. M.; CHONG, Y. Green innovation adoption in automotive supply chain: the Malaysian case. *Journal of Cleaner Production*,V 108, pp:1115 e 1122.2015.

ZHAN, Y.; TAN, K.; JIB, G.; CHUNG, L.; CHIU, A. Green and lean sustainable development path in China: Guanxi, practices and performance. *Resources, Conservation and Recycling V.* xxx, p. xxx–xxx. Artigo impresso. 2016.

ZHU Q., SARKIS J., e LAI, K. Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation, *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 111, no. 2, pp. 261–273, 2008.

7. APÊNDICE

APÊNDICE A – CARTA ENVIADA AOS RESPONDENTES



Santa Bárbara D'Oeste, dia/mês/ano.

Prezado (a) Senhor (a)

Estou realizando uma pesquisa para o desenvolvimento de uma dissertação de mestrado junto ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba e que tem por objetivo estudar a área de manufatura enxuta e sustentabilidade de produtos químicos no Brasil. Para realizar este estudo estamos contatando as indústrias químicas do setor.

O estudo aborda os seguintes assuntos:

- ✓ Avaliação de práticas de manufatura enxuta utilizada na indústria;
- ✓ Avaliação de práticas de sustentabilidade ambiental utilizada na indústria;
- ✓ Avaliação de implantação da ISO 14000;
- ✓ Desdobramentos das práticas na área de compras, vendas, operações e pesquisa e desenvolvimento.

Caso concorde em participar, solicitamos que responda o questionário abaixo ou se preferir ligaremos, via telefone, para ouvir a sua opinião sobre o assunto.

Caso deseje contatar nos contatar gentileza entrar em contato pelo telefone (11) 99 66 00 951 ou pelo e-mail: graziela.baraldi@gmail.com

Desde já, agradeço a sua participação, que é muito importante para realização deste estudo.

Atenciosamente,

GRAZIELA BARALDI

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO**Questões gerais sobre sua empresa****Primeiro bloco**

G1) Sua empresa é:

- micro (< 19 colaboradores)
- pequena (20 a 99 colaboradores)
- média (100 a 499 colaboradores)
- grande (>500 colaboradores)

G2) Sua empresa é:

- nacional
- multimacional

G3) Sua empresa atua no ramo químico de:

- produtos químicos de uso industrial
- produtos farmacêuticos;
- produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;
- adubos e fertilizantes;
- sabões, detergentes e produtos de limpeza;
- tintas, esmaltes e vernizes;
- outros. Especifique:

G4) Sua posição na empresa está no nível hierárquico de:

- direção
- gerência
- supervisão
- operação

G5) Sua empresa utiliza o lean manufacturing (manufatura enxuta):

- não utiliza
- planeja utilizar nos próximos 3 meses
- neutro
- utiliza esporadicamente
- utiliza constantemente e é auditado.

G6) Sua empresa utiliza a I.S.O.14000:

- não utiliza
- planeja utilizar nos próximos 3 meses
- neutro
- utiliza esporadicamente
- utiliza constantemente e é auditado.

G7) Indique quais as ferramentas são utilizadas em sua empresa e classifique por importância, sendo 1 a mais importante

Questão	Nota
5S - Conjunto de práticas que melhoram o ambiente do local de trabalho e a qualidade de vida no trabalho, tais como limpeza, triagem, autodisciplina e equipas autónomas (Duque et al., 2007).	
Poka Yoke - é um dispositivo a prova de erros destinado a evitar a ocorrência de defeitos em processos de fabricação e/ou na utilização de produtos. Este conceito faz parte do Sistema Toyota de Produção e foi desenvolvido primeiramente por Shigeo Shingo, a partir do princípio do "não-custo".	
JIT -é um sistema de administração da produção que determina que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes da hora exata	
Kaizen - Prática de produção lean que se foca na eliminação de desperdícios através da melhoria contínua e incremental de processos (Belekoukias et al., 2014).	
DMAIC - (sigla para os termos Define, Measure, Analyse, Improve e Control) é um método que faz parte do conjunto de práticas dos Seis Sigmas e sua meta é melhorar um processo existente na empresa.	
CEP - Controle estatístico do processo é uma ferramenta que tem por finalidade desenvolver e aplicar métodos estatísticos como parte de nossa estratégia para prevenção de defeitos, melhoria da qualidade de produtos e serviços além da redução de custos	
VSM- Ferramenta de melhoria da empresa para ajudar na visualização de todo o processo produtivo representando tanto o fluxo de material como de informação (Singh et al., 2010).	
outros, especifique:	

SEGUNDO BLOCO**Subblocos - compras****Com relação ao processo de compras de sua empresa responda:**

	não utiliza	planeja utilizar próximos 3 meses	neutro	utiliza esporadicamente	utiliza e é auditado
C1) Lead time. Busca-se reduzir o leadtime de compras para a redução de estoque	()	()	()	()	()
C2) Parcerias .Busca-se desenvolver parcerias com fornecedores/clientes visando minimizar impactos ambientais	()	()	()	()	()
C3) Há auditorias em fornecedores com foco ambiental	()	()	()	()	()

Subblocos - vendas**Com relação ao processo de vendas de sua empresa responda:**

V1) Lead time vendas. Busca-se reduzir o leadtime de vendas para a redução de estoque	()	()	()	()	()
V2)Faturamento. Foi identificado o aumento no faturamento de vendas em função de melhorias ambientais no processo ou produto	()	()	()	()	()
V3) ISO14000. A implantação da I.S.O.14000 impactou positivamente em suas vendas	()	()	()	()	()
V4) Satisfação clientes. Houve aumento da satisfação do cliente devido a melhoria ambiental	()	()	()	()	()
V5) Logística reversa de embalagens. Pratica-se logística reversa de embalagens	()	()	()	()	()
V6) Otimização de fretes. Houve otimização de fretes em virtude da redução emissão CO ² (foco ambiental)	()	()	()	()	()

Subblocos -operações	não utiliza	planeja utilizar	neutro	utiliza esporadi-	utiliza e é auditado
<u>Com relação ao processo operacional de sua empresa responda:</u>					
O1) Reaproveitamento. Há evidência de reaproveitamento, recuperação e reutilização de matérias primas.	()	()	()	()	()
O2) Desperdícios. Busca-se reduzir ou eliminar os desperdícios	()	()	()	()	()
O3) Fonte poluidora. No seu processo há fontes com potencial para causar poluição ou impacto ambiental	()	()	()	()	()
O4) Avaliação estoque. Há indicadores de desempenho para avaliação dos estoques e melhoria de processo	()	()	()	()	()
O5) Ciclo de vida. O ciclo de vida dos produtos são avaliados	()	()	()	()	()
O6) Logística reversa. Há sistema de logística reversa e reutilização/reciclagem de produtos retornados do cliente	()	()	()	()	()
O7) Reutilização de embalagens. São reutilizadas embalagens, paletes ou outros insumos.	()	()	()	()	()
O8) Consumo água e efluente. Há medição do uso de água em processo e tratamento efluente	()	()	()	()	()
O9) Emissão de CO ² . Há medição de emissão de CO ² no processo industrial	()	()	()	()	()
O10) Energia elétrica. Há medição energia elétrica	()	()	()	()	()
O11) Treinamento. Há treinamentos internos aos colaboradores com foco lean (manufatura enxuta)	()	()	()	()	()
O12) Treinamento. Há treinamentos internos aos colaboradores com foco ambiental	()	()	()	()	()

Subblocos -pesquisa e desenvolvimento

<u>Com relação a área de P&D de sua empresa responda:</u>					
PD1) No desenvolvimento de novos produtos/processos o impacto ambiental é considerado	()	()	()	()	()
PD2) No desenvolvimento de novos produtos/processo utiliza-se com matérias primas/insumos ecológicos	()	()	()	()	()
PD3)Há evidência de substituição de matérias primas visando diminuir o impacto ambiental de produto ou processo	()	()	()	()	()
PD4) Há evidência da avaliação do ciclo de vida do produto visando a melhoria ambiental	()	()	()	()	()
PD5) As ferramentas de manufatura enxuta e sustentabilidade são consideradas no desenvolvimento de produtos/processos	()	()	()	()	()

APÊNDICE C – PRIMEIRO QUESTIONÁRIO (TESTE PILOTO)

Survey - teste piloto

1. Qual o número de funcionários de sua empresa:

até 49 colaboradores	de 100 a 499 colaboradores	mais que 500 colaboradores
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

2. Sua companhia é:

nacional	multinacional
<input type="text"/>	<input type="text"/>

3. Qual o segmento de atuação de sua empresa ?

higiene e limpeza	outros
<input type="text"/>	<input type="text"/>
tintas e vernizes	qual.....
<input type="text"/>	<input type="text"/>

4. Qual o nível de sua empresa em relação a ISO14000 ?

Não aplicável	Implantação programada	Implantação em andamento	Implantado
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5. Há quanto tempo a empresa trabalha com a ISO14000 ?

6. Qual o nível de sua empresa em relação a manufatura enxuta (lean) ?

Não aplicável	Implantação programada	Implantação de alguma ferramenta	Possui auditoria do processo de manufatura enxuta
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

7. Há quanto tempo sua empresa utiliza alguma ferramenta de manufatura enxuta (lean) ?

<input type="text"/>

Survey - teste piloto

8. Considerando o cotidiano de sua empresa, avalie a importância das atividades/ferramentas abaixo:

	planeja utilizar nos próximos 3 meses	utiliza esporadicamente	Utiliza constantemente	neutro	não utiliza
Reduzir o leadtime de compras					
Desenvolver parcerias com fornecedores/clientes visando minimizar impactos ambientais					
Desenvolver clientes e fornecedores para absorver subprodutos					
Auditar fornecedores e clientes com foco ambiental					
Utiliza ferramentas citadas (5s, JIT, VSM, KAIZEN, POKA YOKE, CEP, DMAIC)					
Cite quais delas ?.....					
Reaproveitar as matérias primas ou recupera-la para reutilização					
Reduzir o impacto ambiental com melhoria da qualidade do produto					
Reduzir ou eliminar os desperdícios					
Reduzir o risco ambiental e a poluição					
Reduzir as perdas de processo e estoques, eliminar desperdícios					
Recuperar ou reciclar os produtos no fim da vida . Consumir restos/sobras					
Reutilizar embalagens ou paletes					
Reduzir o uso de água em processo e tratamento efluente					
Medir a emissão de CO ² , energia elétrica e busca reduzir consumo					
Treinar os funcionários com viés ambiental					
Desenvolver novos produtos/processos com baixo impacto ambiental					
Trabalhar com matérias primas/insumos ecológicos					
Substituir matérias primas visando diminuir o impacto ambiental					
Melhorar o ciclo de vida do produto (ex:prolongar sua existência)					
Reduzir o leadtime em vendas					
Aumentar as vendas no mercado interno/exportação com base na melhoria ambiental					
Aumentar a satisfação do cliente com base na melhoria ambiental					

APÊNDICE D– RESPOSTAS DA LIKERT (PARTE 1)

G1) Sua empresa é:

- micro (< 19 colaboradores)
 pequena (20 a 99 colaboradores)
 média (100 a 499 colaboradores)
 grande (>500 colaboradores)

	AA1	AA2	AA3	AA4	AA5	AA6	AA7	AA8	AA9	AB1	AB2	AB3	AB4	AB5	AB6
											X	X	X	X	X
	X	X	X		X	X				X					
				X			X	X	X						

G2) Sua empresa é:

- nacional
 multimacional

		X	X			X		X			X		X	X	
	X			X	X		X		X	X		X			X

G3) Sua empresa atua no ramo químico de:

- produtos químicos de uso industrial
 produtos farmacêuticos;
 produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;
 adubos e fertilizantes;
 sabões, detergentes e produtos de limpeza;
 defensivos
 tintas, esmaltes e vernizes;
 fibras;
 outros. Especifique:

X	X	X	X	X		X		X		X				X	
									X						
							X				X	X			
															X
						X									

ceras

G4) Sua posição na empresa está no nível hierárquico de:

- direção
 gerência
 supervisão
 operação

			X										X		
	X			X		X	X			X	X	X		X	X
X				X			X	X							

G5) Sua empresa utiliza o lean manufacturing (manufatura enxuta):

- não utiliza
 planeja utilizar nos próximos 3 meses
 neutro
 utiliza esporadicamente
 utiliza constantemente e é auditado.

X			X	X	X					X	X	X	X	X	
								X							
	X														
		X					X								
						X			X						

G6) Sua empresa utiliza a I.S.O.14000:

- não utiliza
 planeja utilizar nos próximos 3 meses
 neutro
 utiliza esporadicamente
 utiliza constantemente e é auditado

					X			X							X
X		X	X							X	X	X			
													X		
	X			X		X	X		X						

G7) Indique quais as ferramentas são utilizadas em sua empresa e classifique por importância, sendo 1 a mais importante

- 5S
 POKA YOKE
 JIT
 KAIZEN
 DMAIC
 CEP
 VSM

1	5	1	1	4	1	5	2	2	5	2		2	2		
2	3			6		6			7						
	7	3		5		4	3		4						
	1			3		7	4		3		2				2
3	6		3	2		3	5		1						
	4	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
	2	4				2			6						

APÊNDICE D – RESPOSTAS DA LIKERT (PARTE 3)

G1) Sua empresa é:

- micro (< 19 colaboradores)
- pequena (20 a 99 colaboradores)
- média (100 a 499 colaboradores)
- grande (>500 colaboradores)

	AD4	AD5	AD6	AD7	AD8	AD9	AE1	AE2	AE3	AE4	AE5	AE6	AE7	AE8	AE9
micro (< 19 colaboradores)	x	x													
pequena (20 a 99 colaboradores)							x								
média (100 a 499 colaboradores)						x		x						x	
grande (>500 colaboradores)			x	x	x				x	x	x	x	x		x

G2) Sua empresa é:

- nacional
- multinacional

nacional	x	x				x	x	x							x	x
multinacional			x	x	x				x	x	x	x	x			

G3) Sua empresa atua no ramo químico de:

- produtos químicos de uso industrial
- produtos farmacêuticos;
- produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;
- adubos e fertilizantes;
- sabões, detergentes e produtos de limpeza;
- defensivos
- tintas, esmaltes e vernizes;
- fibras;
- outros. Especifique:

produtos químicos de uso industrial			x	x		x	x		x		x	x		x	
produtos farmacêuticos;															
produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;															
adubos e fertilizantes;										x			x		x
sabões, detergentes e produtos de limpeza;								x							
defensivos															
tintas, esmaltes e vernizes;	x				x										
fibras;															
outros. Especifique:		x													

G4) Sua posição na empresa está no nível hierárquico de:

- direção
- gerência
- supervisão
- operação

direção															
gerência			x	x	x			x		x					
supervisão	x	x				x	x		x		x	x	x	x	x
operação															

G5) Sua empresa utiliza o lean manufacturing (manufatura enxuta):

- não utiliza
- planeja utilizar nos próximos 3 meses
- neutro
- utiliza esporadicamente
- utiliza constantemente e é auditado.

não utiliza	x	x					x	x	x							x
planeja utilizar nos próximos 3 meses																x
neutro						x										
utiliza esporadicamente																
utiliza constantemente e é auditado.			x	x	x				x	x	x	x				

G6) Sua empresa utiliza a I.S.O.14000:

- não utiliza
- planeja utilizar nos próximos 3 meses
- neutro
- utiliza esporadicamente
- utiliza constantemente e é auditado

não utiliza	x	x				x	x		x							
planeja utilizar nos próximos 3 meses								x								
neutro																
utiliza esporadicamente																
utiliza constantemente e é auditado			x	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x

G7) Indique quais as ferramentas são utilizadas em sua empresa e classifique por importância, sendo 1 a mais importante

- 5S
- POKA YOKE
- JIT
- KAIZEN
- DMAIC
- CEP
- VSM

5S	1	1	3	3	4	1	2	1	3	6	6	6	6	6	5
POKA YOKE			4	4							7	7	7	7	
JIT			5	5					4	3	3	3	3	3	3
KAIZEN			6	6	3			2	5	2	2	2	2	2	2
DMAIC			2	2	1				2	5	5	5	5	5	
CEP			1	1	2		1		1	4	4	4	4	4	4
VSM			7	7	5					1	1	1	1	1	1

APÊNDICE D – RESPOSTAS DA LIKERT (PARTE 5)

G1) Sua empresa é:

- micro (< 19 colaboradores)
- pequena (20 a 99 colaboradores)
- média (100 a 499 colaboradores)
- grande (>500 colaboradores)

	AG6	AG7	AG8	AG9	AH1	AH2	AH3	AH4	AH5	AH6	AH7
	x				x						
		x	x	x		x	x	x	x	x	x

G2) Sua empresa é:

- nacional
- multimacional

x										x	
		x	x	x	x	x	x	x	x		x

G3) Sua empresa atua no ramo químico de:

- produtos químicos de uso industrial
- produtos farmacêuticos;
- produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos;
- adubos e fertilizantes;
- sabões, detergentes e produtos de limpeza;
- defensivos
- tintas, esmaltes e vernizes;
- fibras;
- outros. Especifique:

					x						x
					x						
x	x	x									
						x	x	x		x	
									x		

G4) Sua posição na empresa está no nível hierárquico de:

- direção
- gerência
- supervisão
- operação

x					x			x			x
		x	x			x	x			x	
				x					x		

G5) Sua empresa utiliza o lean manufacturing (manufatura enxuta):

- não utiliza
- planeja utilizar nos próximos 3 meses
- neutro
- utiliza esporadicamente
- utiliza constantemente e é auditado.

x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
		x		x							

G6) Sua empresa utiliza a I.S.O.14000:

- não utiliza
- planeja utilizar nos próximos 3 meses
- neutro
- utiliza esporadicamente
- utiliza constantemente e é auditado

x	x	x	x	x							
											x
						x	x	x	x	x	

G7) Indique quais as ferramentas são utilizadas em sua empresa e classifique por importância, sendo 1 a mais importante

- 5S
- POKA YOKE
- JIT
- KAIZEN
- DMAIC
- CEP
- VSM

	2	3		2		3	1	3	2	1
										2
		2	2		1					4
1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	3
					3	2	3	2		