

THALITA LÁUA REIS

**Proposta de matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à
gestão ambiental em empresas industriais**

Guaratinguetá

2016

THALITA LÁUA REIS

**Proposta de matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à
gestão ambiental em empresas industriais**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção na área de Gestão Organizacional.

Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira

Guaratinguetá
2016

R375p	Reis, Thalita Láua Proposta de matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à gestão ambiental em empresas industriais / Thalita Láua Reis – Guaratinguetá, 2016. 151 f : il. Bibliografia: f. 144-151 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016. Orientador: Prof. Dr. Otávio José de Oliveira 1. Gestão ambiental. 2. ISO 14001. 3. Ciclo de vida do produto. 4. Empresas industriais. I. Título CDU 504.06(043)
-------	--

THALITA LÁUA REIS

**ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”**

**PROGRAMA: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Mestrado Acadêmico
ÁREA: GESTÃO DE OPERAÇÕES**

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Otávio José de Oliveira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. OTÁVIO JOSÉ DE OLIVEIRA
Orientador / UNESP-FEG


**Prof.ª. Dr.ª. MARCELA APARECIDA GUERREIRO
MACHADO DE FREITAS**
UNESP-FEG


Prof.ª. Dr.ª. ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE
UNESP-FEB

Outubro de 2016

DADOS CURRICULARES

THALITA LÁUA REIS

NASCIMENTO	24.09.1987 – Guaratinguetá / SP
FILIAÇÃO	José Reis Junior Rosiana Láua Reis
2006/2011	Curso de Graduação Engenharia de Produção – Universidade Federal Fluminense.
2012	Curso de Pós-Graduação em Gestão da Produção, nível de Especialização, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.
2015/2016	Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, nível de Mestrado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus e Nossa Senhora Aparecida. Agradeço pela minha vida, meus dons, minha saúde.

Agradeço pelos meus pais que sempre me apoiaram em todas minhas decisões, pelo meu namorado que esteve sempre presente me amparando com muita paciência e todos meus amigos,

ao meu orientador, *Prof. Dr. Otávio José de Oliveira* que sempre me incentivou e auxiliou. Sem a sua orientação e toda dedicação à mim designada seria muito mais penosa e complicada a caminhada para chegar até aqui.

aos meus pais, *Dudu e Rosiana*, que sempre acreditaram em mim e nunca me deixaram desistir mesmo em meio à grandes obstáculos.

ao meu irmão, *Thales*, que sempre me aplaudiu com muito orgulho à cada batalha vencida.

ao meu namorado, *Gustavo*, que a todo momento me incentivou, acalmou, apoiou, ouviu e amparou. Sempre me ajudando a levantar após as quedas e a continuar em frente.

aos funcionários da FEG que sempre nos apoiam e ajudam no necessário.

à todos os colegas de profissão que de alguma forma contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído com imensa satisfação.

RESUMO

Buscando melhor reputação diante da sociedade, vantagem competitiva, qualidade nos seus produtos, redução dos custos de produção e eficiência, as empresas industriais têm desenvolvido a consciência ambiental por meio de sistemas de gestão ambientais, certificações de normas ISO, sistema de produção mais limpa, desenvolvimento de produtos ambientalmente sustentáveis, sistemas de cadeia de gestão de suprimentos verdes, avaliação do ciclo de vida, entre outros. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é propor uma matriz de maturidade para avaliar o nível de desenvolvimento dos elementos relativos à gestão ambiental em empresas industriais, visando gerar subsídios para que elas possam priorizar e desenvolver ações ambientais. Em se tratando dos métodos utilizados, trata-se de uma pesquisa aplicada, quando analisado em relação à sua natureza. Sob o ponto de vista da abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa e quanto aos objetivos é classificada como uma pesquisa exploratória e descritiva. Quanto ao procedimento trata-se de uma pesquisa básica, desenvolvida por um levantamento bibliográfico seguido de uma proposta teórica, a qual foi testada posteriormente. Uma pesquisa bibliográfica sobre os elementos relativos à gestão ambiental e modelos de maturidade foi desenvolvida a fim de estabelecer o referencial teórico desse trabalho. Realizou-se também uma análise bibliométrica sobre modelos de maturidade a fim de identificar principais artigos, autores e gaps científicos para auxiliar na pesquisa. Em seguida foram determinados os princípios de cada elemento relativo à gestão ambiental por meio da literatura, a fim de formular a matriz de maturidade proposta neste trabalho. A matriz de maturidade foi analisada por dois especialistas da área ambiental, um pesquisador e um gerente, a fim de identificar oportunidades de melhorias na mesma. Após a análise ela foi testada em uma empresa industrial a fim de identificar sua aplicabilidade, obtendo êxito, uma vez que a partir da avaliação feita com a matriz proposta pode ser identificado o grau de maturidade no qual a empresa se encontra com relação aos elementos da gestão ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Matriz de Maturidade. Sistema de Gestão Ambiental – ISO 14001. Produção mais Limpa. Eco *Design*. Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos. Avaliação do Ciclo de Vida.

ABSTRACT

In their search for better reputation before society, competitive advantage, product quality, reduction of the production costs and efficiency, industrial companies have been developing environmental awareness through environmental management systems, ISO certification, cleaner production systems, development of environmentally sustainable products, green supply chain management systems, evaluation of the life cycle, to name only a few. Therefore, the aim of this paper is to propose a maturity matrix for assessing the development level of elements related to environmental management in industrial companies, so it would support them in prioritizing and developing environmental actions. In terms of the study's method, this work is considered an applied research in relation to its nature, while, from the perspective of the problem approach, it could be defined as a qualitative research. Concerning the objective, it is classified as an exploratory and descriptive research, whereas it may be described as a basic research regarding the procedure, being developed by means of a literature review followed by a theoretical proposal, which has been tested later. A literature review on the elements relating to environmental management and maturity models was developed in order to establish the theoretical framework of this work. A bibliometric analysis of maturity models has been also performed to identify key articles and authors, besides the subject's scientific gaps, to support the research. Next, each one of the elements' principles regarding environmental management has been determined with the help of the extant literature, in order to formulate the maturity matrix proposed in this work. The maturity matrix was then analyzed by two experts in the environmental area, a researcher and a manager, in order to identify improvement opportunities. Hereafter, it was tested at an industrial company to verify its applicability, which could be claimed as successful, since the assessment performed with the proposed matrix was able to identify the company's maturity degree with respect to the elements of environmental management.

KEY WORDS: Maturity Model. Environmental Management System – ISO 14001. Cleaner Production. Eco design. Green Supply Chain Management. Life Cycle Assessment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico da evolução de artigos publicados sobre modelo de maturidade	21
Figura 2 – Fluxograma da estrutura do trabalho.....	23
Figura 3 – Três pilares da sustentabilidade.....	26
Figura 4 – Pirâmide de prioridades para mudança social.....	29
Figura 5 – Ciclo PDCA ISO 14001.....	36
Figura 6 – Modelo do sistema de gestão ambiental para norma ISO 14001:2004.....	37
Figura 7 – Oportunidades de minimização de resíduos na fonte por meio da P+L.....	42
Figura 8 – Etapas da avaliação P+L.....	43
Figura 9 – Desafio de implementação do sistema P+L.....	44
Figura 10 – Efeitos do valor percebido pelo cliente e da eco inovação.....	48
Figura 11 – Desenvolvimento do produto verde.....	49
Figura 12 – Configuração da cadeia de suprimentos.....	54
Figura 13 – Fases da ACV.....	57
Figura 14 – Matriz de Maturidade.....	79
Figura 15 – Modelo de Maturidade de Capacidade.....	84
Figura 16 – Fluxo metodológico da pesquisa.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Os 10 artigos mais citados sobre modelo de maturidade.....	62
Tabela 2 – Os 10 autores mais citados nos artigos sobre modelo maturidade.....	67
Tabela 3 – Lacunas científicas identificadas na análise bibliométrica dos modelos de maturidade.	72
Tabela 4 – Pesos dos drivers.....	139
Tabela 5 – Total de práticas dos drivers.....	140
Tabela 6 – Classificação dos intervalos de maturidade.....	140
Tabela 7 – Estágio de maturidade geral.....	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alguns artigos publicados sobre modelo de maturidade na área ambiental.....	20
Quadro 2 – Visão geral da família ISO 14000.....	34
Quadro 3 – Estrutura da norma ISO 14001:2004.....	35
Quadro 4 – Estrutura da norma ISO 14001:2015.....	38
Quadro 5 – Matriz relacionando Princípio x Autores para o elemento ISO 14001.....	40
Quadro 6 – Matriz relacionando Princípio x Autores para o elemento Produção mais Limpa.....	45
Quadro 7 – Matriz relacionando Princípio x Autores para o elemento ED.....	50
Quadro 8 – Práticas ambientais de GVCS.....	51
Quadro 9 – Matriz relacionando Princípio x Autores para o elemento GVCS.....	55
Quadro 10 – Alguns <i>softwares</i> utilizados para apoio à ACV.....	58
Quadro 11 – Matriz relacionando Princípio x Autores para o elemento ACV.....	59
Quadro 12 – Modelos de maturidade de diferentes domínios.....	78
Quadro 13 – Tabela de maturidade de gestão de qualidade de Crosby.....	80
Quadro 14 – Exemplificação a partir de três das 24 matrizes de maturidade analisados por Maier, Moultrie e Clarkson (2012)	82
Quadro 15 – Pontos de decisão e de opções de decisão para as fases de desenvolvimento de uma matriz de maturidade.....	83
Quadro 16 – Proposta da Matriz de Maturidade para avaliação dos elementos relativos à GA em empresas industriais... ..	93
Quadro 17 – Teste da matriz de maturidade proposta (ISO 14001)	110
Quadro 18 – Teste da matriz de maturidade proposta (P+L)	116
Quadro 19 – Teste da matriz de maturidade proposta (ED)	123
Quadro 20 – Teste da matriz de maturidade proposta (GVCS)	128

Quadro 21 – Teste da matriz de maturidade proposta (ACV)	132
Quadro 22 – Análise da maturidade da empresa.....	136

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ISO	<i>International Standard Organization</i>
P+L	Produção mais Limpa
WCED	<i>World Commission on Environment and Development</i>
TBL	<i>Triple Bottom Line</i>
GA	Gestão Ambiental
SGA	Sistemas de Gestão Ambiental
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i>
UNIDO	<i>United Nations Industrial Development Organization</i>
CPA	<i>Cleaner Production Assessment</i>
ED	<i>Eco Design</i>
GVCS	Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos
ACV	Avaliação do Ciclo de Vida
ICV	Inventário do Ciclo de Vida
SJR	<i>SCImago Journal Rank</i>
FI	Fator de Impacto
SPI	<i>Software Process Improvement</i>
TI	Tecnologia da Informação
MMC	Modelos de Maturidade de Capacidade
MMCI	Modelo de Maturidade de Capacidade Integrado
SSM	<i>Software System Methodology</i>
CM	Classificação de Maturidade
IPM	Índice Potencial de Maturidade

NMG	Nível de Maturidade Geral
NF	Não Desenvolvido
MnD	Minimamente Desenvolvido
MdD	Medianamente Desenvolvido
BD	Bem Desenvolvido
TD	Totalmente Desenvolvido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 OBJETIVOS	18
1.2 DELIMITAÇÃO	18
1.3 JUSTIFICATIVA	19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO	24
2.1 SUSTENTABILIDADE	24
2.1.1 Sustentabilidade Econômica	27
2.1.2 Sustentabilidade Social	28
2.1.3 Sustentabilidade Ambiental	29
2.2 GESTÃO AMBIENTAL	31
2.2.1 Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001	33
2.2.2 Produção Mais Limpa	41
2.2.3 Eco Design	45
2.2.4 Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos	50
2.2.5 Avaliação do Ciclo de Vida	56
2.3 MODELOS DE MATURIDADE	59
3 MÉTODO DE PESQUISA	86
4 PROPOSTA DE MATRIZ DE MATURIDADE PARA AVALIAÇÃO DE ELEMENTOS RELATIVOS À GESTÃO AMBIENTAL	92
5 TESTE DA MATRIZ DE MATURIDADE PROPOSTA	109
6 CONCLUSÕES	142
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144

1 INTRODUÇÃO

Mudanças climáticas vêm ocorrendo no planeta, gerando responsabilidades sociais para empresas, universidades e organizações civis (SETO *et al.*, 2012). Com isso a preocupação com os assuntos econômicos, sociais e ambientais tem aumentado, uma vez que o desenvolvimento vem sendo acompanhado por um esgotamento de recursos naturais e deterioração de diversos serviços ambientais (ARROW *et al.*, 2012).

A integração dos aspectos ambientais e sociais juntamente com as considerações de ordem econômica fazem parte da sustentabilidade organizacional que é um fator relevante para a decisão gerencial, para a gestão da cadeia de suprimentos e para a gestão de operações. As empresas têm repensado suas atitudes ambientais, sociais e econômicas, visando atender às necessidades e pressões ambientais advindas de seus clientes, colaboradores e de toda a sociedade (BRANDENBURG *et al.*, 2014).

O desenvolvimento da sustentabilidade organizacional tem sido uma questão importante para os tomadores de decisão nas empresas (SINGH *et al.*, 2012). Com o objetivo de serem sustentáveis, as empresas buscam sistemas de gestão para que possam garantir uma maior eficiência ambiental. Uma delas é a prática da gestão ambiental, que com o propósito da eco eficiência, consiste em produzir e entregar a mercadoria com maior custo-eficiência, além de promover a diferenciação do produto (PEREIRA-MOLINER *et al.*, 2012).

Segundo Pereira-Moliner (2012), a redução nos níveis de poluição provavelmente aumentará a demanda de consumidores ambientalmente sensíveis, pois dessa forma as características ecológicas dos produtos podem se tornar um novo argumento competidor apreciado por clientes que possuem a preferência por produtos ambientalmente amigáveis e assim as empresas podem obter uma melhor reputação ecológica.

Buscando melhor reputação diante da sociedade, vantagem competitiva, qualidade nos seus produtos, redução dos custos de produção e eficiência, as empresas industriais têm desenvolvido a consciência ambiental por meio de sistemas de gestão ambientais, certificações de normas ISO, sistema de produção mais limpa, desenvolvimento de produtos verdes, sistemas de cadeia de gestão de suprimentos verdes, avaliação do ciclo de vida, entre outros.

Uma das formas de se implantar a gestão ambiental no meio industrial é por meio dos sistemas de gestão ambiental, que se trata de um conjunto de gestão de processos e procedimentos que permitem às organizações a avaliação, o controle e a redução do impacto

ambiental em suas diversas operações e serviços, de forma a melhorar seus custos e sua eficiência (ZOBEL *et al.*, 2012).

Outra forma de implantar e desenvolver a política ambiental é por meio da norma ISO 14001, a qual permite a busca por melhorias contínuas e consequentemente o desenvolvimento de melhores práticas de gestão ambiental e melhoras no desempenho financeiro e operacional (GAVRONSKI *et al.*, 2013). Além da norma ISO 14001 existem outras normas pertencentes à família ISO 14000 de gestão ambiental, a qual fornece uma caixa de ferramentas práticas para auxiliar na implementação de ações e apoio ao desenvolvimento sustentável (ISO, 2015).

Ações preventivas também podem ser executadas objetivando a redução dos impactos ambientais, além de garantir a segurança dos produtos ao longo do ciclo de vida. Uma delas é a produção mais limpa, também conhecida como P+L, a qual pressupõe que os impactos ambientais resultam do uso ineficaz de matéria-prima, produto ou subproduto (HOOF; LYON, 2012).

Algumas empresas que vêm sofrendo uma pressão ambiental vinda da sociedade, colaboradores e clientes, para o fornecimento de produtos ambientalmente amigáveis, encontram como uma das soluções o desenvolvimento de produtos verdes, o *green design* ou *eco design*, objetivando dessa forma a redução dos impactos ambientais durante o ciclo de vida dos produtos. Os produtos verdes possuem vantagem sobre os convencionais, pois impõem menores carga sobre o meio ambiente (HSU *et al.*, 2012; WONG, 2012).

Visando ainda à redução dos impactos ambientais, um conjunto de práticas – gestão da cadeia de suprimentos – objetiva o apoio à melhoria ambiental em uma ou mais organizações da cadeia de suprimentos. Dessa forma ela engloba os componentes da gestão ambiental, que integram projeto, operações e controle de um sistema, a fim de maximizar o valor ao longo do ciclo de vida de um produto, incluindo a recuperação do valor de retorno e/ou eliminação ao final da sua utilização (STEFANELLI; JABBOUR; JABBOUR, 2014; BOSE; PAL, 2012).

Para o fornecimento de informações críticas sobre o meio ambiente, sobre os impactos econômicos e sociais dos projetos de infraestrutura e sobre a maneira de minimizar esses impactos, existe a avaliação do ciclo de vida a qual fornece valiosas informações que podem ser completadas com outras análises, obtendo dessa forma uma maior avaliação da sustentabilidade. Na avaliação do ciclo de vida são feitas estimativas que dimensionam os impactos ambientais por meio das normas ambientais ISO 14040 e 14044. A avaliação do ciclo de vida tem sido explorada como uma ferramenta para *design* de produtos e considerada uma

ferramenta valiosa para quantificar o produto quanto à sua importância ambiental (NZILA *et al.*, 2012; PARRISH; CHESTER, 2014; BATES *et al.*, 2015; RUSSEL-SMITH *et al.*, 2015).

Diante dos impactos ambientais que vêm ocorrendo no planeta, as indústrias têm buscado formas de colaborar com a redução deles, uma vez que elas são responsáveis por uma parte desses impactos. Para isso as indústrias vêm implantando ou aprimorando ferramentas, sistemas e estratégias ambientais, objetivando a redução dos impactos ambientais, obtendo consequentemente competitividade industrial e redução de seus custos produtivos. Sendo assim a questão de pesquisa que irá nortear este trabalho é: por qual meio as empresas industriais podem avaliar o nível de desempenho em relação às ferramentas, sistemas e/ou estratégias ambientais e mensurar o grau de maturidade em que se encontram?

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é propor uma matriz de maturidade para avaliar o nível de desenvolvimento dos elementos relativos à gestão ambiental em empresas industriais visando gerar subsídios para que elas possam priorizar e desenvolver ações ambientais.

Como objetivos específicos têm-se:

- Identificar e classificar os princípios da gestão ambiental e seus principais elementos (ISO 14001, produção mais limpa, eco *design*, gestão verde da cadeia de suprimentos e avaliação do ciclo de vida) em *drivers*, que irão nortear o desenvolvimento da matriz de maturidade;
- Especificar para cada *driver* e seus respectivos princípios as práticas correspondentes;
- Validar por meio de especialistas da área ambiental (gerentes e pesquisadores) a matriz de maturidade proposta; e
- Testar a matriz proposta em uma empresa industrial.

1.2 DELIMITAÇÃO

Esta pesquisa está delimitada quanto ao objeto de estudo (matriz de maturidade, questões relativas à gestão ambiental), quanto ao tipo de empresa estudada (industriais), quanto ao recorte geográfico para a realização do teste da proposta inicial da matriz de maturidade

(empresa industrial que atua no Brasil) e quanto aos potenciais beneficiados (empresas industriais).

1.3 JUSTIFICATIVA

Mudanças climáticas devido à rápida perda da biodiversidade ou da degradação dos ecossistemas, impactos ambientais devido ao desenvolvimento industrial e as mudanças que eles causam, fazem com que seja necessária a adaptação da indústria a um cenário de preservação e/ou recuperação ambiental, podendo dessa forma atender as necessidades dos clientes de consciência ambiental e simultaneamente atender as pressões ambientais vindas dos setores políticos (O'BRIEN, 2012).

Avaliações dos impactos ambientais, são executadas abordando os impactos gerados pelo desenvolvimento e são cada vez mais compreendidos por meio da prática, sendo avaliados em países desenvolvidos e em desenvolvimento, além do que desempenham um importante papel na sustentabilidade (KABIR; MOMTAZ, 2013).

É importante ressaltar também que o rápido crescimento populacional gerou muitos problemas graves, tais como: o uso não planejado da terra, o descontrole do crescimento populacional, a escassez de energia, de água e poluição (LI *et al.*, 2014). E as empresas industriais passaram a produzir em maiores escalas, agravando os impactos ambientais.

Porém os recursos naturais estão cada vez mais escassos e a poluição ambiental cada vez mais agressiva. Sendo assim as indústrias vêm sofrendo pressões ambientais para que elas controlem as emissões de efluentes, sejam eles: sólidos, líquidos ou gasosos e implantem e/ou aprimorem suas ferramentas, sistemas e/ou estratégias ambientais. Sendo assim é necessária a adaptação das indústrias tanto, em sua cadeia de suprimentos, quanto em seu processo industrial e em seu desenvolvimento de produtos ambientalmente amigáveis.

A partir da matriz de maturidade para a avaliação dos elementos ambientais nas empresas industriais, que será desenvolvida neste trabalho, elas poderão identificar pontos que possam ser implementados ou aprimorados visando à redução desses impactos ambientais, consequentemente contribuindo com toda a sociedade e com o planeta.

A partir da reciclagem, dos programas de remanufatura, do *build-to-order* (produção mediante pedido de cliente), da oferta de produtos em estoque, da logística reversa e do marketing ambiental podem ser alcançados: vantagem competitiva e desempenho financeiro

superiores, gerando uma interação crítica entre a inovação, o marketing verde, a sustentabilidade e as eficiências da cadeia de suprimento (SHARMA; IYER, 2012).

Sendo assim, neste trabalho o desenvolvimento da matriz de maturidade de elementos ambientais possibilita às empresas industriais identificar oportunidades existentes nos elementos ambientais que possam permitir a redução de custos na produção, podendo ser desde a reutilização de produtos até o tratamento adequado de seus efluentes. Pode alcançar também vantagem competitiva no mercado, boa reputação perante seus clientes e sociedade, além de existir a contribuição na recuperação ambiental do planeta.

A partir da pesquisa bibliográfica feita nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, cujos parâmetros foram: artigos publicados a partir de 2012 contendo as seguintes palavras-chave: “*Environmental Management Maturity Grid*” e “*Environmental Maturity Grid*”, não foi identificada matriz de maturidade específica aos cinco elementos ambientais abordados nesta pesquisa (ISO 14001, produção mais limpa, eco *design*, gestão verde da cadeia de suprimentos e avaliação do ciclo de vida).

Porém foram encontrados artigos publicados sobre modelos de maturidade na área ambiental a partir dos mesmos parâmetros anteriores, e com palavras-chaves diferentes (“*Maturity Model*” no campo de título do artigo e “*Environmental*” no campo de título de artigo, resumo e palavras-chave) e alguns deles podem ser vistos no Quadro 1.

Quadro 1: Alguns dos artigos publicados sobre modelos de maturidade na área ambiental

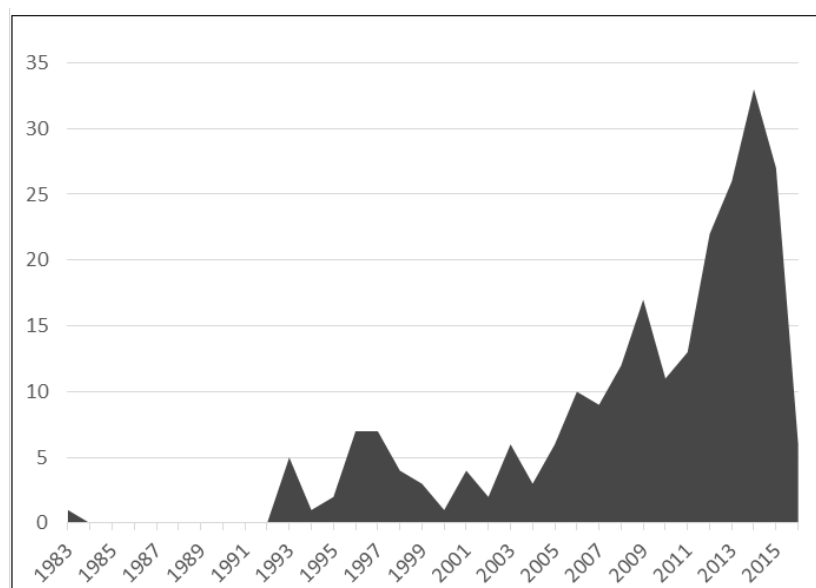
Artigo	Autores	Jornal	Objetivo do artigo
Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies (2013)	Pigosso, D. C. A.; Rozenfeld, H.; McAloone, T. M.	Journal of Cleaner Production	Este artigo apresenta o modelo de maturidade de concepção ecológica, a partir de um quadro com o objetivo de apoiar o processo de implementação do ecodesign.
Energy Management Maturity Model: an organizational tool to foster the continuous reduction of energy consumption in companies (2014)	Introna, V.; Cesarotti V.; Benedetti, M.; Biagiotti S.; Rotunno R.	Journal of cleaner production	Neste artigo as ferramentas do modelo de maturidade são implementadas, fornecendo um método inovador a fim de aplicar conceitos para o campo de gestão de energia, visando identificar lacunas científicas.
A Maturity Model for Sustainability in New Product	Hynds, E. J.; Brandt, V.; Burek, S.; Jager, W.; Knox, P.; Parker,	Research Technology Management	Este artigo descreve o desenvolvimento de um modelo de maturidade para avaliar e orientar as

Development (2014)	J. P.; Schwartz, L.; Taylor, J.; Zietlow, M.		organizações de P&D na criação de serviços e produtos inovadores sustentáveis que conduzam ao crescimento.
A jurisdictional maturity model for risk management, accountability and continual improvement of abandoned mine remediation programs (2015)	C.J. Unger, C.J.; Lechner, A.M.; Kenway, J.; c, Glenn, V.; Walton, A.	Resources Policy	O presente artigo explica de que forma o modelo de maturidade pode ser usado para implementar um quadro atual regulamentar, especificamente o quadro estratégico australiano, para gerenciamento de minas abandonadas na indústria de minerais e discutir como o modelo pode ser aplicado para avaliar o progresso e priorizar melhorias para programas de gestão de minas abandonadas globalmente.
Energy and utility management maturity model for sustainable manufacturing process (2013)	E.W.T Ngaia, E. W. T.; D. C. K.; Chua, D. C. K.; Poonb, J. K. L.; Toc, C. K. M.	International Journal of Production Economics	Este artigo tem o objetivo de propor um modelo de maturidade de gestão de energia e utilitários para medição sistemática e gerenciamento do consumo de recursos naturais, projetada com base nos modelos de maturidade de capacidade.

Fonte: Elaborado pela autora.

Pode ser observado na Figura 1 que houve um crescimento considerável entre os anos de 2011 e 2012 nas publicações sobre modelos de maturidade. Sendo assim a maioria dos artigos analisados para compor o referencial teórico e toda a pesquisa bibliográfica desse trabalho foram coletados do ano de 2012 em diante.

Figura 1: Gráfico da evolução de artigos publicados sobre modelos de maturidade (1983 – 2016)



Fonte: (SCOPUS, 2016).

Durante a pesquisa bibliográfica identificou-se a evolução em artigos publicados sobre modelos de maturidade, a qual pode ser verificada na Figura 1, tendo sua primeira publicação em 1983 e a partir da pesquisa bibliométrica realizada sobre o tema “modelo de maturidade” foi possível identificar lacunas científicas existentes.

A partir das análises feitas até então, pode-se pressupor que essa pesquisa traz uma efetiva colaboração para a área científica, pois além de se tratar de um modelo ainda não identificado nas bases pesquisadas, também trata-se de um tema que tem evoluído bastante nos últimos anos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis seções, dentre as quais a primeira traz a introdução juntamente com a questão de pesquisa, objetivos gerais e específicos e a justificativa para a realização deste.

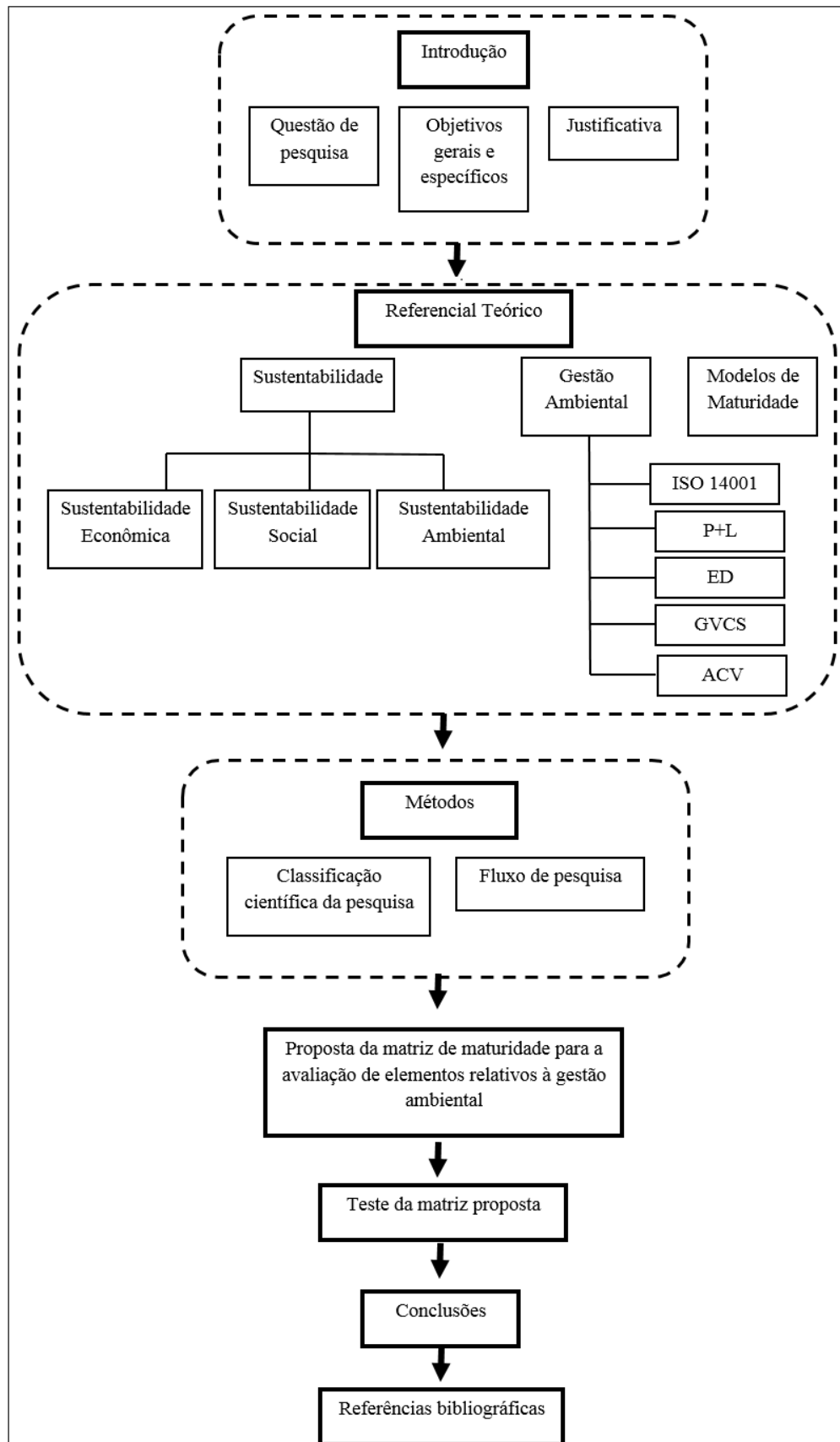
Na segunda seção está referenciada a teoria utilizada para embasamento da pesquisa por meio de explicações sobre cada elemento importante à este trabalho, como: sustentabilidade e seus três pilares, gestão ambiental e cinco importantes elementos relativos à ela (ISO 14001, produção mais limpa, *eco design*, gestão verde da cadeia de suprimentos, avaliação do ciclo de vida) e modelos de maturidade (matriz de maturidade e modelo de maturidade de capacidade).

Em sequência na terceira seção encontram-se os métodos que foram utilizados para executar este trabalho, incluindo a classificação científica desta pesquisa e o fluxo de pesquisa.

Na quarta seção apresenta-se a proposta da matriz de maturidade que foi elaborada a partir dos princípios estabelecidos na literatura. Na quinta seção está apresentado o teste da matriz de maturidade proposta.

A sexta seção traz as conclusões deste trabalho e logo após as referências bibliográficas utilizadas em todo o trabalho. Observa-se toda a estrutura do trabalho na Figura 2.

Figura 2: Fluxograma da estrutura do trabalho



Fonte: Elaborado pela autora

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUSTENTABILIDADE

As mudanças que vêm ocorrendo no sistema global juntamente com a urbanização, são processos globais com enormes consequências. São argumentos paralelos, porém contendo conceitos distintos tanto na limitação do progresso, quanto na ciência da sustentabilidade, especificamente quando dados os impactos ambientais da urbanização no sistema global e associação social e mudanças políticas (SETO *et al.*, 2012).

Em um mundo com grandes acelerações nas mudanças climáticas, instabilidade econômica e nos limites de recursos naturais, torna-se necessário e urgente o conhecimento de melhores indicadores para o progresso da sustentabilidade (DAHL, 2012). As indústrias, universidades e organizações civis sociais estão em uma luta constante, a fim de desenvolver e solucionar desafios sustentáveis (SETO *et al.*, 2012).

É necessário ter o conhecimento de que sustentabilidade e desenvolvimento sustentável não são as mesmas coisas, mesmo que o sentido fundamental seja basicamente o mesmo. Na base da sustentabilidade estão as nossas necessidades. De acordo com a pirâmide de Maslow, pressupõem que os seres humanos são motivados por necessidades insatisfeitas. Certas necessidades básicas devem ser satisfeitas antes das demais (MOLDAN; JANOUSKOVÁ; HÁK, 2012).

A sustentabilidade exige mudanças no comportamento humano e para este fim, as áreas prioritárias incluem reformas institucionais e reforço das instituições da sociedade civil, a fim de garantirem a melhoria no engajamento cidadão, limitando o consumo e o crescimento da população, abordando questões de justiça social e refletindo sobre os sistemas de valor e crença (FISCHER *et al.*, 2012).

O controle das condições de gestão subjacentes facilita ou impede uma integração real da sustentabilidade na estratégia. Há relatos da integração da sustentabilidade que não levam necessariamente em conta a infraestrutura subjacente, a qual ao ser considerada permite a realização da sustentabilidade controlável e calculável. Gond *et al.* (2012) identificam elementos que devem ser levados em conta para avaliar se uma organização tem realmente os meios para se adaptar a uma estratégia robusta de sustentabilidade por meio do uso e integração do sistema de controle de gestão, a qual se trata de uma estratégia multidimensional.

Segundo Lang *et al.* (2012), torna-se necessário um conhecimento da produção, análise do problema, objetivos, normas e visões, para que se possa fornecer orientações para a transição e intervenção de estratégias. Esforços colaborativos entre pesquisadores e não acadêmicos interessados, prometem aumentar a legitimidade, a apropriação e a prestação de contas para o problema, bem como para a solução.

Soluções inovadoras, principalmente as referentes à sustentabilidade, podem surgir provenientes de regimes que exercerão pressões de seleção sobre algo que esteja interrompendo as operações em curso (GARUD; GEHMAN, 2012).

O conceito de sustentabilidade provém de que para um desenvolvimento sustentável deve ser levado em conta fatores sociais, ecológicos, bem como econômicos. Sendo assim, desde 1980 o desenvolvimento sustentável vem apresentando suas definições envolvidas dentro de três pilares, sendo eles: social, econômico e ambiental (MOLDAN *et al.*, 2012).

A Comissão Mundial sobre meio ambiente e Desenvolvimento (*World Commission on Environment and Development* - WCED, 1987) adota uma ampla definição sobre esse conceito, definindo-o como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades da atualidade sem que haja comprometimento com a capacidade de satisfação das gerações futuras. Enfatizam ainda que o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação de desenvolvimento tecnológico e mudança institucional estão interligados harmonicamente, forçando que o potencial futuro atenda às necessidades humanas e suas aspirações” (WU, 2013; GIMENEZ; TACHIZAWA, 2012).

A WCED foi presidida pelo antigo primeiro-ministro da Noruega, Gro Harlem Brundtland. Sendo assim, o conceito de sustentabilidade também é definido como relatório de Brundtland. A definição de Brundtland enfatiza o equilíbrio dinâmico entre o desenvolvimento do homem, a proteção ambiental e o patrimônio econômico. Para operacionalizar a sustentabilidade na pesquisa prática é importante a precisão das propriedades do sistema, suas inter-relações e escalas temporais e espaciais (WU, 2013).

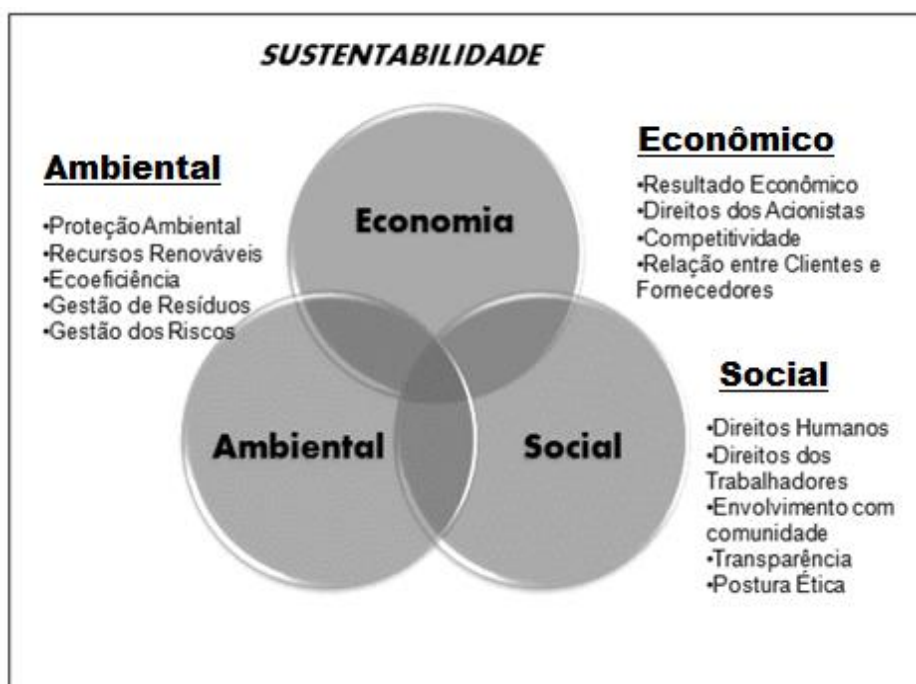
A definição macroeconômica é de difícil aplicação para as empresas e devido a essa dificuldade usa-se o *triple bottom line* (TBL), o qual considera simultaneamente o equilíbrio entre as questões econômicas, ambientais e sociais de um ponto de vista microeconômico (GIMENEZ; TACHIZAWA, 2012)

Inspirado pelo relatório Brundtland, o TBL foi proposto para enfatizar que as atividades econômicas têm importância social e consequências ambientais, para as quais as empresas

devem assumir a responsabilidade. Com a crescente popularidade da sustentabilidade no mercado mundial, na arena política e no ramo acadêmico, o TBL tem sido amplamente utilizado como um padrão conceitual para a avaliação e promoção da responsabilidade social corporativa e do desenvolvimento sustentável de forma geral (WU, 2013). Como observado na Figura 3, os três pilares do TBL interagem de forma holística.

Por meio da interação entre os três pilares da sustentabilidade haverá um comportamento sustentável mais satisfatório nas empresas. O pilar econômico visa ao resultado econômico, aos direitos dos acionistas da empresa, à competitividade e à relação entre seus clientes e fornecedores. Por sua vez o pilar social tem como foco os direitos humanos, dos trabalhadores, o envolvimento da empresa com a comunidade, a transparência perante a sociedade, a sua postura ética e finalmente o pilar ambiental, o qual consiste de comportamentos empresariais que visem a uma responsabilidade ambiental por meio da proteção ambiental, utilização de recursos renováveis, maior eco eficiência, gestão de resíduos e de riscos (GOVINDAN; KHODAVERDI; JAFARIAN, 2013).

Figura 3: Três pilares da sustentabilidade



Fonte: (GOVINDAN; KHODAVERDI; JAFARIAN, 2013).

A sustentabilidade apresenta como desafio para seu estudo a tensão que existe na continuação das intervenções da forma como foi originalmente projetado e a necessidade da

adaptação dos mesmos para uso em contextos que diferem em importantes aspectos econômicos, sociais e ambientais (STIRMAN *et al.*, 2012).

2.1.1 Sustentabilidade Econômica

O desenvolvimento sustentável implica na utilização de recursos minerais não-renováveis, de forma que não impeça o fácil acesso a eles pelas gerações futuras. É necessário que haja uma baixa taxa de esgotamento de recursos de energia não-renováveis, para que possa ocorrer uma transição ordenada na sociedade para os recursos de energia renováveis. Os recursos naturais e o meio ambiente constituem a base final sobre a qual toda atividade econômica futura deve ser interpretada. Segue-se, dessa forma, que o progresso econômico futuro está cada vez mais dependente da integridade sustentada pelo recurso natural e ambiental (MOLDAN; JANOUSKOVÁ; HÁK, 2012).

O bem-estar é quesito crucial no contexto do desenvolvimento sustentável. De acordo com Moldan, Janousková e Hák (2012), o bem-estar é entendido como qualquer ato de consumo que inclua o gozo de qualquer bem ou serviço, no qual bem e serviço podem incluir coisas livremente oferecidas pela natureza. Com a crise econômica observa-se que, a manutenção do crescimento econômico é essencial, sendo esse o objetivo mais importante da política nas últimas cinco décadas. Deseja-se que a crise econômica seja um exemplo de como alterar a abordagem para o crescimento econômico.

Benefícios econômicos são atingidos pelas empresas que possuem elevado nível de desempenho corporativo de sustentabilidade, estratégia que utiliza as melhores técnicas de negócios para cumprir e equilibrar as necessidades atuais e futuras para as partes interessadas, por meio de marcas e anúncios, informando sobre a sustentabilidade de seus produtos, fornecendo suporte diferenciado. O elevado nível de desempenho corporativo de sustentabilidade permite que as empresas com empregados mais inovadores e motivados reflita nos resultados econômicos obtidos (DOČEKALOVÁ; KOČMANOVÁ; KOLEŇÁK, 2015).

A crise econômica que ocorreu em 2008, juntamente com o colapso das instituições financeiras de Wall Street, trouxe uma nova atenção à sustentabilidade econômica e com a resistência global e a recessão econômica, os consumidores e a sociedade estão profundamente e urgentemente preocupados com a sustentabilidade econômica, devido ao medo de perdas de emprego generalizadas, insegurança e risco financeiro para os governos e programas públicos. Segundo Choi e Ng (2011), dois aspectos distintos da dimensão econômica da sustentabilidade

foram determinados: um relativo ao desempenho financeiro convencional e o outro relativo aos interesses econômicos dos *stakeholders* externos e à melhoria no bem-estar econômico e padrão de vida.

De acordo com Fischer (2012), o desenvolvimento da sustentabilidade é também influenciado por variáveis sociais, podendo incluir as agências governamentais, empresas privadas, organizações não-governamentais, comunidades locais e vários grupos de interesse.

2.1.2 Sustentabilidade Social

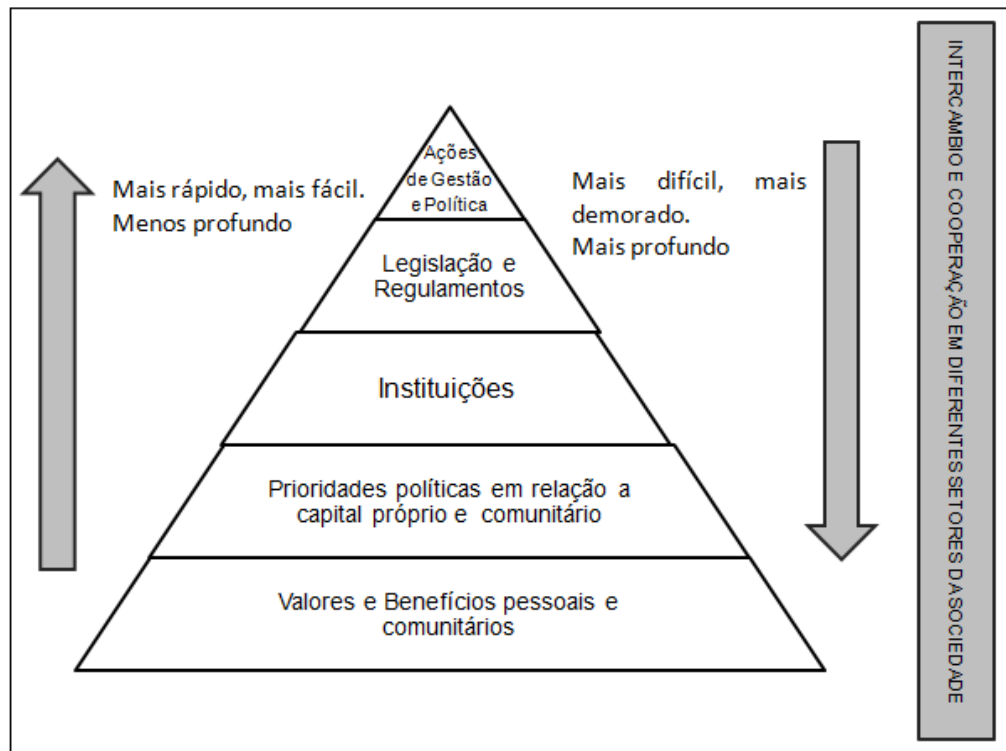
A sustentabilidade social é definida por Moldan, Janousková e Hák (2012) como medidas em que os valores, identidades, relações e instituições sociais possam trabalhar para dar continuidade às gerações futuras, por meio de uma perspectiva social que vise ao bem-estar humano, as quais, de forma particular, não podem ser sustentadas sem um ambiente saudável, o que torna improvável a obtenção em meio a uma economia vibrante. A sustentabilidade social requer coesão da sociedade para manter sua capacidade de trabalhar, direcionada a objetivos comuns.

Fischer *et al.* (2012) definem a pirâmide de prioridades para a mudança social, a qual é ilustrada na Figura 4. Essas prioridades possuem alterações que podem ser facilmente e rapidamente implementadas.

A dimensão da sustentabilidade social pode ser avaliada tanto para os indivíduos quanto para os níveis de organização. Os fenômenos sociais são de difíceis avaliações, devido a seu caráter imaterial. Sendo assim considera-se a dimensão mais desafiante da sustentabilidade. A sustentabilidade social torna-se um enorme desafio em cadeias de suprimentos sustentáveis, devido à necessidade do envolvimento da empresa com uma ampla gama de *stakeholders*, os quais possuem objetivos, demandas e opiniões diferenciadas para a interpretação de uma mesma situação (WINTER; KNEMEYER, 2012).

No topo da pirâmide estão as menos complexas, e as com maior complexidade de implementação se localizam na parte inferior da pirâmide. Os diferentes setores da sociedade devem trabalhar na mudança social em vários níveis diferentes ao mesmo tempo, com a possibilidade de impulso para a mudança social, uma vez que, mudanças profundas são necessárias para que o comportamento humano se torne sustentável (FISCHER *et al.*, 2012).

Figura 4: Pirâmide de prioridades para mudança social



Fonte: (FISCHER *et al.*, 2012).

2.1.3 Sustentabilidade Ambiental

A dimensão ambiental tem objetivos, planos e diversos mecanismos para que haja a promoção de uma maior responsabilidade ambiental e um maior incentivo do desenvolvimento e também uma difusão de tecnologias ambientais que sejam amigáveis (WINTER; KNEMEYER, 2012).

O *Environmental Sustainability Program* (Programa de Sustentabilidade Ambiental) da *US National Science Foundation* (Fundação da Ciência Nacional dos Estados Unidos, 2009), dá suporte às pesquisas no âmbito da engenharia, objetivando a promoção de sistemas de engenharia de formas sustentáveis, apoiando o bem-estar humano (BIERMANN *et al.*, 2012).

Importantes contribuições para o conceito de sustentabilidade ambiental foram desenvolvidas pela *Organization for Economic Co-operation and Development* (Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento, OECD, 2001), na qual foram definidos quatro critérios específicos, sendo eles: Regeneração, substituição, assimilação, evitar a irreversibilidade. O critério de regeneração trata de recursos renováveis que devem ser utilizados com eficiência, sem exceder as taxas a longo prazo de regeneração natural. Quanto à

substituição: recursos não-renováveis devem ser utilizados de forma eficiente e deve-se limitar o uso, substituindo-os por recursos renováveis. A assimilação trata da quantidade de poluentes e resíduos lançados ao meio ambiente, não podendo exceder o limite (BIERMANN *et al.*, 2012).

Segundo Moldan, Janousková e Hák (2012), a sustentabilidade visa à melhorado bem-estar humano, por meio da proteção das fontes de matéria-prima usadas para necessidades humanas, garantindo que dissipadores de resíduos humanos não sejam excedidos, a fim de impedir os danos aos seres humanos. Identifica-se também como um conjunto de restrições sobre quatro atividades que regulamenta as escalas do subsistema econômico humano: uso de recursos renováveis, não-renováveis, poluição e resíduos.

As empresas ao redor do mundo vêm mostrando um grande interesse na fabricação ambientalmente amigável segundo Gunaserakan e Spalanzani (2012). Tais empresas focam o processo produtivo em termos de avaliação do ciclo de vida e controle de poluição, para que produtos e processos venham a interagir com o ambiente e criem um efeito de reação em cadeia na poluição ambiental.

Abordagens da produção sustentável, por meio da reciclagem, do *design* do equipamento, que sejam favoráveis ambientalmente, por uma seleção correta de materiais para os processos de fabricação, de sistemas eficazes de recolhimento de resíduos, da desmontagem e recuperação de sucatas e da eliminação correta de resíduos e componentes agressivos ao meio ambiente, vêm sendo abordadas pelas empresas. (GUNASERAKAN; SPALANZANI, 2012).

O desafio da sustentabilidade ambiental é manter a quantidade necessária e a qualidade dos recursos ambientais de que a comunidade necessita. Por diversas gerações o mundo parecia ser inesgotável, mas entre o crescimento populacional e o avanço da tecnologia e da ciência, têm-se multiplicado os impactos desse crescimento. Os limites já parecem estar muito próximos ou até mesmo ultrapassados (MOLDAN; JANOUSKOVÁ; HÁK, 2012).

Sendo assim as pressões sofridas pelas empresas vindas das partes interessadas aumentam; fazendo com que adotem atividades de gestão ambiental que monitorem e controlem o impacto de suas operações sobre o ambiente natural.

2.2 GESTÃO AMBIENTAL

Uma Gestão Ambiental (GA) eficaz requer uma compreensão das interações entre a política e o social, entre os processos econômicos, técnicos, ambientais e seus objetivos. Os resultados obtidos na GA precisam ser avaliados em relação aos efeitos colaterais e, sempre que possível, em relação a realização de *trade-offs*, entre os objetivos. Ambos impactos, positivos e negativos, também podem ocorrer ao longo do tempo em escalas muito diferentes, com benefícios ambientais, não sendo vistos por anos e em alguns casos décadas, enquanto os custos econômicos e sociais podem ser percebidos mais imediatamente e mais precisamente estimados (KELLY *et al.*, 2013).

Em nível operacional, por meio da GA as empresas buscam maneiras de reduzir a quantidade de emissões e resíduos gerados na produção e maneiras de salvar custos simultaneamente. Portanto, as empresas incorporam considerações ambientais para operações, substituindo materiais ambientalmente problemáticos por embalagens retornáveis ou reutilizáveis. A implementação de atividades de GA pode resultar em um melhor desempenho da empresa, uma vez que estão associadas à inovação de produto, processo de inovação e crescimento de vendas (HOFER; CANTOR; DAI, 2012).

A GA mediante prevenção da poluição, auxilia as empresas a alcançarem uma situação da qual tanto a empresa quanto o ambiente vão se beneficiar. Para avaliar o desempenho da empresa com a GA algumas variáveis são relacionadas, entre elas: as práticas de gestão, iniciativas de tecnologias e os sistemas de gestão ambiental (PEREIRA-MOLINER *et al.*, 2012)

A adoção dos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) pelas empresas constitui um dos elementos mais importantes da sustentabilidade nos últimos anos. De maneira simplificada, considera-se que o SGA é o conjunto de gestão de processos e procedimentos que permite que as organizações avaliem, controlem e reduzam o impacto ambiental de suas operações e serviços, melhorando custos e eficiência (ZOBEL *et al.*, 2012). Os SGA foram implementados em grande escala para melhorar o desempenho ambiental das empresas e para certificar suas realizações, visando a redução do impacto ambiental (DISTERHEFT *et al.*, 2012).

Sendo assim, as empresas agem dentro de um contexto de legislação cada vez mais exigente. Para isso, as empresas seguem normas de gestão ambiental, as quais possuem o objetivo de garantir que as organizações de elementos do SGA sejam eficazes, podendo haver integração com outros requisitos da gestão (ISO 14001, 2004).

Algumas análises foram feitas para verificar o efeito da aplicação do SGA e da certificação sobre os resultados ambientais da empresa; no entanto, não foram muito conclusivos. Segundo Lannelongue e González-Benito (2012), isso ocorre pois a ISO 14001 (2004) ou os regulamentos do sistema de eco gestão e esquema de auditoria, que são a base para o SGA, não são baseados nos resultados das normas e, portanto, não garantem que a empresa certificada tenha alcançado um desempenho ambiental específico. A certificação simplesmente ratifica que a organização em questão tem implementado uma determinada quantidade de processos para auxiliar a gerenciar seus impactos ambientais.

Os motivos para a implementação de um SGA variam, porém a maioria está relacionada a fatores externos, tais como a imagem da organização, vantagens relacionadas com o mercado, demandas de mercado e/ou cliente, busca de uma comunicação melhorada com as partes interessadas. No entanto, também existem fatores internos, tais como a resposta de emergência, melhorando os fluxos de informação, motivação de empregado, redução de resíduos, aumento da eficiência operacional, bem como fatores financeiros e benefícios organizacionais (CAMPOS, 2012).

O SGA é considerado benéfico para as organizações que desejam integrar a gestão ambiental no sistema de gestão empresarial, não só em conformidade com os existentes regulamentos, mas também para acompanhar as mudanças de conhecimento e de tecnologia. É benéfico também para que ocorra uma melhora na organização e documentação das atividades ambientais e seus procedimentos. Mesmo a relação entre a implementação de um SGA e inovação ambiental sendo incerta, há uma influência positiva de um SGA na inovação ambiental, juntamente com a regulamentação ambiental, mudanças organizacionais, detecção de redução de custos potenciais e redução do déficit de informação (GASBARRO; RIZZI; FREI, 2013).

Um ponto crítico é que as empresas dificilmente sabem quais são as dificuldades que podem enfrentar se implementarem um SGA, ou quais seriam seus potenciais benefícios. Se estas empresas obtiverem informações sobre experiências semelhantes em empresas diferenciadas por setores, auxiliará a sua tomada de decisão no que diz respeito ao SGA. Grandes variações nos benefícios e as dificuldades associadas com a ISO 14001 podem estar relacionadas com o setor de indústria com o qual as empresas concorrem, e a sua localização geográfica também pode ter um efeito (MARTÍN-PEÑA; DÍAZ-GARRIDO; SÁNCHEZ-LÓPEZ, 2014).

2.2.1 Sistema de Gestão Ambiental ISO 14001

A existência de um SGA, especialmente um que seja certificado com a ISO 14001, é visto como ideal para se obter uma gestão ambiental eficaz, tanto por membros da cadeia de suprimentos, como pelas partes externas interessadas. No entanto, há também evidências de que alguns fornecedores adotem a ISO 14000 principalmente como ferramenta de marketing, havendo pouca ou nenhuma mudança em suas práticas ambientais reais ou resultados (WIENGARTEN; PAGELL; FYNES, 2013).

A norma ISO 14001 foi publicada originalmente em setembro de 1996 e a revisão mais recente ocorreu em 2015. A partir de 31 de dezembro de 2007, 154.572 certificados haviam sido emitidos em 148 países, o que representou um aumento de 21% do total no final de 2006. O setor de serviços foi responsável por 29% das organizações certificadas. A China e o Japão tinham o maior número de empresas com certificação ISO 14000, seguidas pela Espanha em terceira posição. A norma ISO 14000 é definida como um sistema de gestão global que inclui a estrutura organizacional, planejamento de atividades, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para preparar e aplicar a política ambiental na empresa e também para rever e manter essa política no futuro (LLACK *et al.*, 2012).

O quadro consultivo estratégico do grupo da ISO sobre o meio ambiente (*ISO Strategic Advisory Group on Environment - SAGE*) foi criado em 1991 e juntamente surgiram diversos representantes de diferentes países e organizações internacionais que ajudaram a definir como as normas internacionais podem dar um suporte melhor para a gestão ambiental. Como resultado, a família ISO 14000 de normas de gestão ambiental, como pode ser observada no Quadro 2, foi lançada para fornecer uma caixa de ferramentas práticas para auxiliar na implementação de ações e apoio ao desenvolvimento sustentável (ISO 14001, 2004).

A família de normas ISO 14000 reflete o consenso internacional sobre boas práticas ambientais e sobre negócios que podem ser aplicadas por organizações em todo o mundo em seu contexto específico (ISO, 2015). A norma 14000 não pretende medir o impacto ambiental das empresas, ela estabelece métodos para sistematizar e formalizar procedimentos ambientalmente amigáveis. Como consequência, a ISO 14000 não lida com os objetivos ou resultados, mas sim com os procedimentos (LLACK *et al.*, 2012).

A ISO 14001 define um SGA como um conjunto de elementos inter-relacionados ou como uma parte do sistema de gestão de uma organização, usado para desenvolver e

implementar sua política ambiental e gerenciar seus aspectos ambientais. Para a certificação da norma é necessário que sua estrutura (Quadro 3) seja seguida. (CAMPOS *et al.*, 2015).

Quadro 2: Visão geral da família ISO 14000

• ISO 14001 – Sistema de Gestão Ambiental – Requerimentos com orientações para uso
• Mundialmente conhecida como enquadramento do SGA
• Auxilia organizações a gerenciar o impacto de suas atividades sobre o meio ambiente
• ISO 14004 – Sistema de Gestão Ambiental – diretrizes gerais, princípios, sistemas e técnicas de apoio
• Complementa a ISO 14001, fornecendo orientação adicional e informações úteis
• ISO 14031 – Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – Diretrizes
• Orientação sobre como uma organização pode avaliar seu desempenho ambiental
• Seleção de indicadores de desempenho adequados
• ISO 14020 – Rótulos e declarações ambientais – Princípios Gerais
• Aborda uma variedade de diferentes abordagens para rótulos ambientais e declarações, incluindo rótulos ecológicos
• Informações ambientais quantificadas sobre produtos e serviços.
• ISO 14040 – Gestão Ambiental – Ciclo de vida
• Orientações sobre os princípios e conduta dos estudos de ACV
• Informações sobre como reduzir o impacto ambiental de seus produtos e serviços.
• ISO 14064, parte 1, 2 e 3 – Guia de implementação – Gestão de emissões e remoções de gases de efeito estufa (GEE) – Parte 1: Introdução; Parte 2: Orientações Gerais; Parte 3: Elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa
• Contabilidade internacional de gás de efeito estufa
• Normas de verificação que fornecem um conjunto de exigências claras e verificáveis para organizações de apoio e os defensores de projetos de redução de emissões
• ISO 14063 – Gestão ambiental – Comunicação ambiental – Diretrizes e exemplos
• Diretrizes ambientais de comunicação (ajuda as empresas a fazer o link para as partes externas interessadas)
• ISO Guia 64 – Guia para consideração de questões ambientais em normas de produtos
• Fornece orientações abordando aspectos ambientais nas normas do produto
• Destinado principalmente a desenvolvedores de normas
• ISO 14045 – Avaliação da eco eficiência de sistemas de produto – Princípios, requisitos e orientações
• Fornecerá os princípios e requisitos para a avaliação de eco eficiência
• ISO 14051 – Gestão Ambiental – Contabilidade dos custos de fluxos de material – Estrutura Geral
• Fornecerá orientações gerais e princípios de estrutura da contabilidade de custos do fluxo de material
• ISO 14067 – Gases de efeito estufa – Pegada de carbono de produtos – Requisitos e orientações sobre quantificação e comunicação
• Fornecerá os requisitos para a quantificação e a comunicação de gases de efeito estufa associada aos produtos
• ISO 14069 - Gases de efeito estufa - Quantificação e elaboração de relatórios de emissões de gases de efeito estufa para as organizações - Orientação para a aplicação da ISO 14064-1
• Fornecerá orientações para as organizações calcularem a quantidade de carbono dos seus produtos, serviços e fornecimento da cadeia.

Fonte: (ISO, 2015).

A ISO 14001 permite que as empresas procurem melhorias contínuas por meio do modelo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) visto na Figura 5, no qual *Plan* consiste na fase de planejamento, ou seja, objetivos e processos necessários para atingir os resultados são estabelecidos; *Do*,

consiste na fase de execução do planejamento; *Check*, consiste em monitorar e medir os processos em conformidade e relatar resultados; *Act*, agir continuamente para garantir uma melhora no desempenho do SGA (GAVRONSKI, 2013; ISO 14001, 2004).

Seguindo a formação do ciclo PDCA, é determinado um modelo do sistema de gestão ambiental para a norma ISO 14001, como pode ser visto na Figura 6.

O ciclo PDCA permite que os gerentes estabeleçam uma contínua melhoria do impacto ambiental. O pressuposto básico dessa abordagem é que devido à ocorrência de melhoras no processo de fabricação, a empresa também desenvolveria melhores práticas de gestão ambiental, conseqüentemente havendo melhoras no desempenho financeiro e operacional (GAVRONSKI *et al.*, 2013).

Quadro 3: Estrutura da Norma ISO 14001:2004

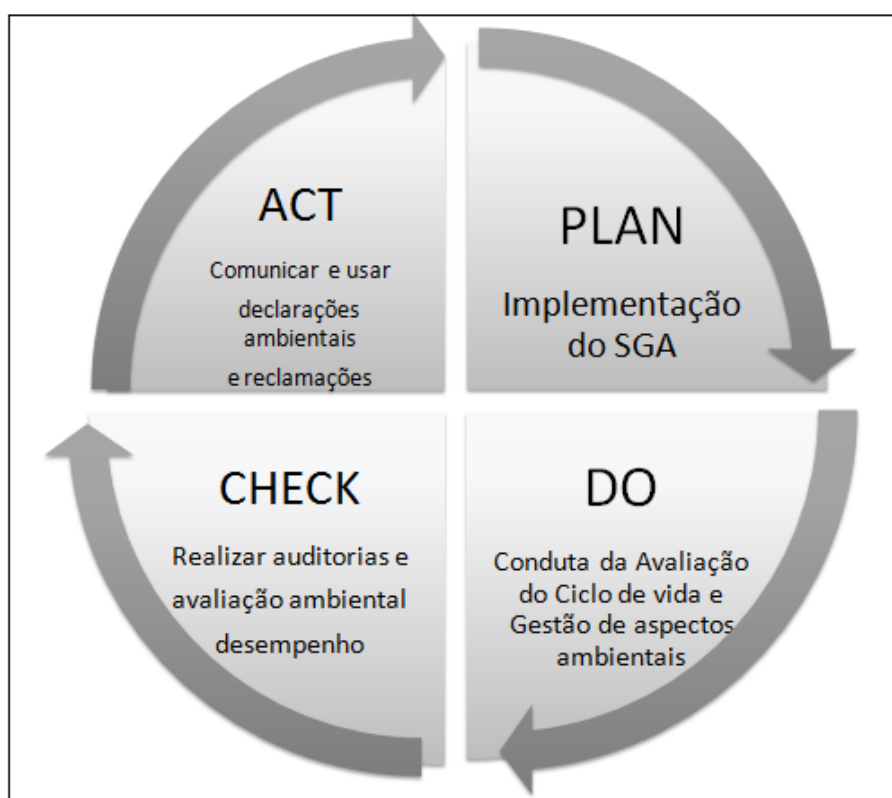
1. Objetivos e campo de atuação		
2. Referências normativas		
3. Termos e definições		
4. Requisitos do sistema de gestão ambiental	4.1 Requisitos Gerais	
	4.2 Política Ambiental	
	4.3 Planejamento	4.3.1 Aspectos ambientais
		4.3.2 Requisitos legais e outros
		4.3.3 Objetivos, metas e programas
	4.4 Implementação e operação	4.4.1 Recursos, funções, responsabilidades e autoridade
		4.4.2 Competência, treinamento e conscientização
		4.4.3 Comunicação
		4.4.4 Documentação
		4.4.5 Controle de documentos
		4.4.6 Controle operacional
		4.4.7 Preparação e resposta a emergência
	4.5 Verificação	4.5.1 Monitoramento e medição
		4.5.2 Avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros
		4.5.3 Não conformidade, ação corretiva e ação preventiva
		4.5.4 Controle de registros
		4.5.5 Auditoria interna
	4.6 Análise pela administração	
ANEXO A – Orientação para uso dessa norma		
ANEXO B – Correspondências entre ISO 14001:2004 e a ISO 9001:2000		
ANEXO C – Bibliografia		

Fonte: (ISO 14001, 2004).

As empresas mais propensas a procurar a certificação da ISO 14001 são aquelas que apresentam baixos graus de complexidade em suas operações. De forma geral, as empresas buscam a certificação ISO 14001 por determinados motivos e entre eles, as demandas e expectativas dos clientes com relação à empresa são os fatores mais importantes a serem considerados, além da pressão vinda de autoridades públicas (ZOBEL *et al.*, 2012).

Não há a pretensão de que a ISO 14001 seja utilizada como barreira comercial não-tarifária, nem mesmo para que haja ampliação ou alteração das obrigações legais da empresa. A ISO 14001 especifica os requisitos para que o SGA capacite a empresa a se desenvolver e a fazer implementação da política e dos objetivos que considerem os requisitos legais e informações sobre aspectos significativos. Busca-se também o equilíbrio da proteção ambiental e prevenção da poluição de acordo com as necessidades socioeconômicas (ISO 14001, 2004).

Figura 5: Ciclo PDCA ISO 14001



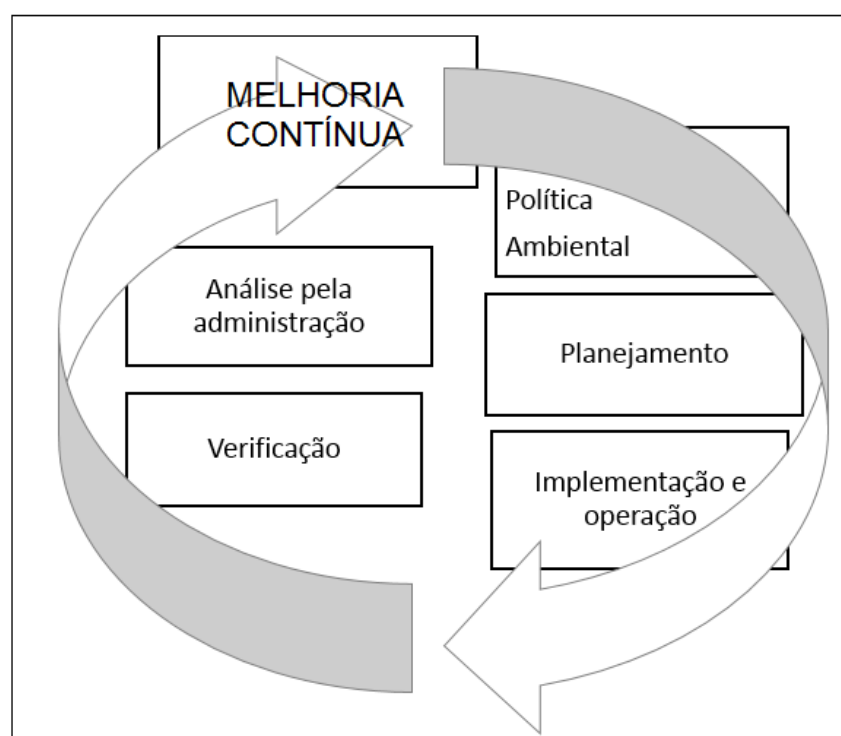
Fonte: (ISO 14001, 2004).

A ISO 14001 pode desencadear processos de aprendizagem das empresas levando à inovação do processo ambiental, o que pode melhorar a eficiência da gestão ambiental seguida de melhoria ambiental e do desempenho dos negócios. Também pode ser usado como um instrumento para o desenvolvimento da empresa e da capacidade de gerenciamento ambiental

dinâmico, por meio do compromisso de gestão, do envolvimento dos trabalhadores e da melhoria contínua (GUOYOU *et al.*, 2012).

Existem desafios para a implementação da ISO 14001, entre eles estão o aumento do tempo e os custos associados à documentação, treinamento de funcionários e aquisição de informação, a falta de envolvimento da gerência e dos empregados, divulgação de informações confidenciais a terceiros e a falta de especialização em administração do sistema. Estes desafios podem ser mais significativos para pequenas e médias empresas devido à sua limitação de recursos, outro desafio é a falta de orientações detalhadas para a implementação da norma, o que resulta em procedimentos que não são claros e reproduzíveis (SEARCY *et al.*, 2012)

Figura 6: Modelo do sistema de gestão ambiental para a norma ISO 14001:2004



Fonte: Baseado em (ISO 14001, 2004).

Propostas de mudanças na abordagem conceitual para a construção de SGA estão sendo introduzidas. Dentre as principais alterações estão a adoção de uma visão mais ampla sobre o impacto ambiental da organização, cobrindo todo o suprimento corrente (com implicações para os contratos públicos) e a implementação do eco design de produtos como um elemento normativo do SGA. Mudanças que provêm da revisão feita em 2015 na norma (Quadro 4), podem aumentar o interesse em ferramentas do eco design, incluindo a avaliação do ciclo de vida entre as organizações que implementaram o SGA (LAWANDOWSKA; MATUSZAK-FLEJSMAN, 2014).

Quadro 4: Estrutura da norma ISO 14001:2015

5. Objetivos e campo de atuação		
6. Referências normativas		
7. Termos e definições		
8. Contexto da organização	4.1 Entendimento da organização e seu contexto	
	4.2 Entendimento das necessidades e expectativas das partes interessadas	
	4.3 Determinação do escopo do Sistema de Gestão Ambiental	
	4.4 Sistema de Gestão Ambiental	
	4.5 Implementação e operação	
9. Liderança	5.1 Liderança e comprometimento	
	5.2 Política ambiental	
	5.3 Regras organizacionais, responsabilidades e autoridades	
10. Planejamento	6.1 Ações para endereçar riscos e oportunidades	6.1.1 Geral
		6.1.2 Aspectos ambientais
		6.1.3 Requisitos legais e outros requisitos
		6.1.4 Planejando ações
	6.2 Objetivos ambientais e planejamento para alcançá-los	6.2.1 Objetivos ambientais
		6.2.2 Planejando ações para alcançar os objetivos ambientais
7. Apoio	7.1 Recursos	
	7.2 Competências	
	7.3 Conscientização	
	7.4 Comunicação	7.4.1 Comunicação geral
		7.4.2 Comunicação interna
		7.4.3 Comunicação externa
	7.5 Informação documentada	7.5.1 Geral
		7.5.2 Criação e revisão
		7.5.3 Controle de informação documentada
8. Operação	8.1 Planejamento e controle operacional	
	8.2 Preparação e resposta à emergências	
9. Avaliação de desempenho	9.1 Monitoramento, mensuração, análise e avaliação	9.1.1 Geral
		9.1.2 Avaliação de conformidade
	9.2 Auditoria interna	9.2.1 Geral

10. Melhoria		9.2.2 Programa de auditoria interna
	9.3 Análise crítica	
	10.1 Geral	
	10.2 Não conformidade e ação corretiva	
	10.3 Melhoria contínua	

Fonte: (ISO 14001, 2015)

Na versão ISO 14001:2015, as responsabilidades ambientais devem ser gerenciadas de forma sistemática, contribuindo de maneira eficaz para o pilar ambiental da sustentabilidade. Adotar uma estratégia que auxilie a organização a atingir os resultados pretendidos do seu SGA fornece valor para a própria organização e para as partes interessadas (ISO 14001, 2015). O objetivo das mudanças introduzidas é adaptar os requerimentos da ISO 14001 aos da ISO 9001 a fim de tornar mais fácil a sua implementação nas organizações e proporcionar a integração dos sistemas de gestão (LEWANDOWSKA; MATUSZAK-FLEJSMAN, 2014).

De acordo com Fonseca (2015), a versão revisada da ISO 14001 segue a “Estrutura do anexo SL”, documento elaborado pela ISO que fornece uma estrutura única para todas as normas do sistema de gestão, permitindo maior harmonização e integração entre as normas. Sendo assim o item 4 da estrutura da ISO 14001:2004 foi modificado de “Requisitos do Sistema de Gestão Ambiental” para “Contexto da organização” e os itens 5, 6, 7, 8, 9 e 10 foram inseridos, sendo eles: 5 - “Liderança”, 6 - “Planejamento”, 7 - “Apoio”, 8 - “Operação”, 9 - “Avaliação de desempenho” e 10 - “Melhoria”. A nova estrutura pode ser observada no Quadro 4.

Foi adicionada uma nova cláusula que atribui responsabilidades específicas de promoverem a gestão ambiental aos que desenvolvem papéis de liderança. Estabelece-se também a necessidade de uma melhoria no desempenho ambiental da organização, cumprindo os requisitos legais e atendendo os objetivos da política ambiental, principalmente redução de emissão de efluentes e resíduos, a fim de que o SGA seja implementado e mantido com coerência e robustez (FONSECA, 2015).

A organização deverá estender seu controle aos impactos gerados associados ao ciclo de vida do produto. Fonseca (2015) ainda afirma que a organização deverá desenvolver uma estratégia de comunicação com igual ênfase na comunicação interna e externa. E em conformidade com a ISO 9001, manterá a flexibilidade para determinar quando determinados procedimentos são necessários, a fim de garantir um controle eficaz do processo. A nova versão da ISO 14001 também introduz a abordagem baseada na identificação de riscos, a fim de

incorporar a prevenção nessa nova estrutura, mesmo estando implícita nos requisitos da norma (LEWANDOWSKA; MATUSZAK-FLEJSMAN, 2014).

De forma a subsidiar a matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à GA foram identificados na literatura os princípios que compõem cada elemento. É verificado, no Quadro 5, a relação entre os princípios do elemento ISO 14001 com os autores. Na sequência do referencial teórico serão apresentados quadros relacionando os princípios dos demais elementos relativos à GA com os autores, e os princípios identificados darão origem às práticas necessárias para que se atinja a maturidade.

Quadro 5: Quadro de relacionamento entre Princípio x Autores sobre ISO 14001

	Comoglio e Botta, 2012	Testa et al., 2014	Campos et al., 2015	Searcy et al., 2012	Heras-Saizarbitoria, Dogui e Boiral, 2013	Guoyou et al., 2012	Boiral e Henri, 2012	Lewandowska e Matuszak-Flejszman, 2014	Castka e Prajogo, 2013	Potoski e Piekash, 2013	Gavronski et al., 2013	MacDonald, 2005	Jong, Paulraj e Blome, 2014	Neugebauer, 2012	To e Lee, 2014	Granly e Welo, 2014	To e Tang, 2014	Arimura et al., 2016	He et al., 2015	Maletić, Podpečan e Maletić, 2015
Promover a Utilização do PDCA enfatizando na melhoria contínua das performances ambientais	x	x										x		x	x		x			
Promover um melhor gerenciamento da Gestão Ambiental			x										x			x			x	x
Desenvolver Ações corretivas e preventivas			x										x							
Certificar-se de que os requerimentos legais são seguidos			x										x			x		x		
Promover Auditoria e Integração dos sistemas de Gestão				x	x	x														
Desenvolver Sinergias entres os elementos dos sistemas de Gestões				x	x			x								x				
Proporcionar reconhecimento internacional diante da utilização e implementação da ISO 14001																	x	x	x	
Incentivar a adoção e utilização das práticas ambientais		x	x	x	x								x		x					x
Satisfazer às Pressões Externas / Pressão dos Stakeholders		x				x	x		x		x	x		x				x		x
Implantar na organização a consciência de responsabilidade ambiental		x			x					x										
Desenvolver técnicas para redução de resíduos										x		x								
Utilizar como estratégia competitiva e como fator de diferenciação agregando valor percebido pelo cliente															x		x		x	x
Promover a melhoria de desempenhos operacionais	x																			

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.2 Produção Mais Limpa

A Produção Mais Limpa (P+L) é uma ação preventiva com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, impactos de saúde, segurança dos produtos, ao longo do ciclo de vida dos mesmos, ou seja, desde a matéria-prima até o produto final. Seu conceito surgiu na década de 1970 pelo UNEP (*United Nations Environment Programme* – Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), como uma estratégia para melhoria no regulamento complementar ambiental, defendendo uma abordagem voluntária reduzindo o desperdício ambiental e custos. O conceito pressupõe que os impactos ambientais resultam do uso ineficaz de matéria-prima, produto ou subproduto (HOOF; LYON, 2012).

O UNEP juntamente a UNIDO (*United Nations Industrial Development Organization* – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento) criaram um programa para ajudar a introduzir a P+L em países em desenvolvimento e países em transição. O programa UNIDO/UNEP para Centros Nacionais de P+L (*National Cleaner Production Centres*, NCPCs) é um programa de desenvolvimento com a capacidade de ajudar a alcançar a adoção e o desenvolvimento do aspirador, conceito de produção em nível nacional. Os Centros de P+L (*Cleaner Production Centres* - CPCs) tornaram-se uma importante fonte de conhecimentos sobre as estratégias de prevenção ambiental em seus respectivos países. Os centros promoveram convencionalmente a P+L, por meio de uma mistura de ações de sensibilização, formação, projetos de demonstração e assessoramento técnico (UNEP, 2007).

Técnicas e tecnologias da P+L utilizam matérias-primas, energia e outros insumos de forma mais eficiente para produzir menos resíduos do que outras abordagens. Além disso, tecnologias e técnicas de P+L facilitam a reutilização e reciclagem de recursos e resíduos obtidos durante processo (KUBOTA; ROSA, 2013).

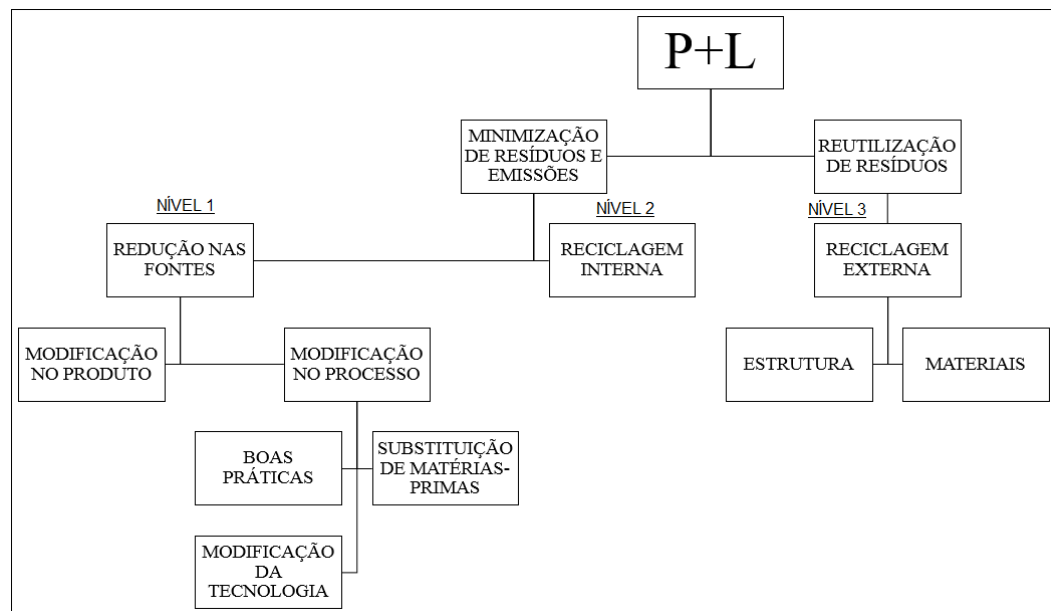
Como as técnicas e tecnologias da P+L objetivam a minimização de resíduos e de emissões poluentes, assim como a reutilização dos mesmos, apresentam-se as oportunidades para minimização de resíduos na fonte para a P+L a partir de um fluxograma (Figura 6) determinado em três níveis, nos quais dois deles consistem na minimização de resíduos e emissões, trazendo junto a eles a redução da fonte e a reciclagem interna. O terceiro nível consiste na reciclagem externa, uma vez que esse nível é para reutilização de resíduos e emissões (VAZ *et al.*, 2012).

De acordo com a Figura 7, a empresa que apresenta uma abordagem de P+L no primeiro nível visa à redução de resíduos, a partir da fonte. No segundo, pela reciclagem interna dos

resíduos e no terceiro pela realização de reciclagem externa de seus resíduos. Após serem feitas análises prévias dos impactos ambientais e, caso a empresa se encontre inserida nos padrões da P+L, é sugerida a implantação de um programa de sugestões, com o objetivo de lançar temas e coletar ideias dos empregados para a resolução dos problemas que forem identificados (VAZ *et al.*, 2012).

Após serem feitas análises prévias dos impactos ambientais e caso a empresa se encontre inserida nos padrões da P+L, é sugerida a implantação de um programa de sugestões, com o objetivo de lançar temas e coletar ideias dos empregados para a resolução dos problemas que forem identificados (VAZ *et al.*, 2012).

Figura 7: Oportunidades de minimização de resíduos na fonte por meio da P+L



Fonte: (VAZ *et al.*, 2012).

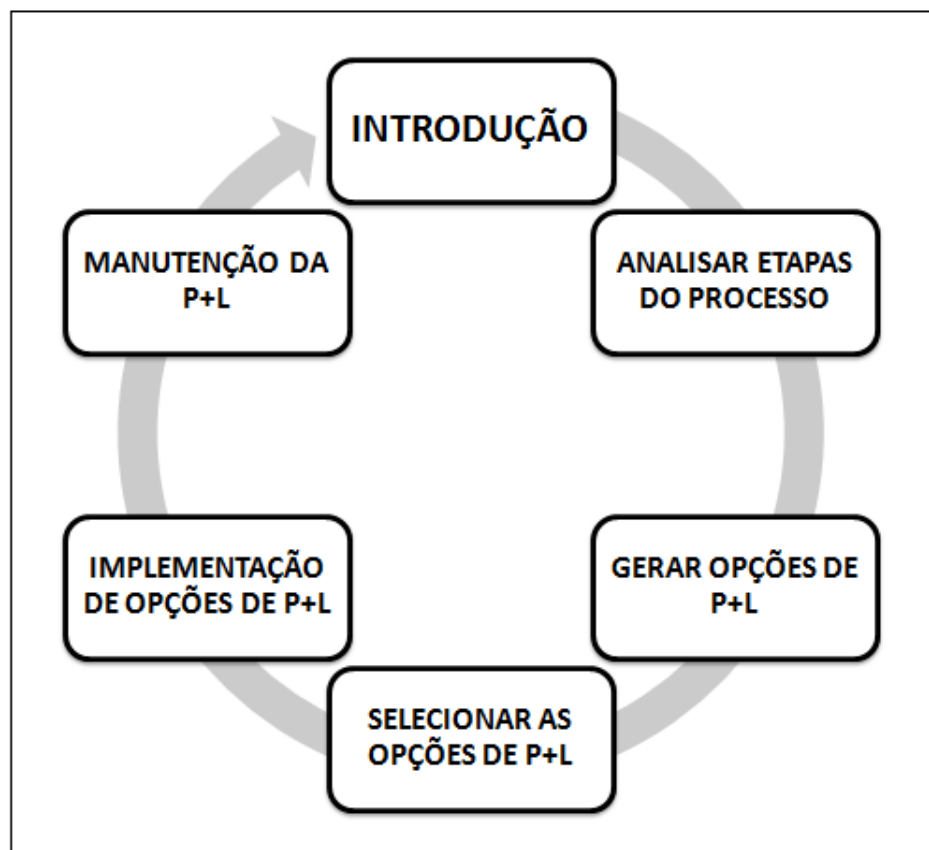
Para ser capaz de identificar as opções de produção para uma P+L, é necessária a realização de uma avaliação de P+L (*Cleaner Production Assessment* - CPA). A CPA se concentra nos quesitos: ONDE os resíduos e emissões são gerados, PORQUE os resíduos e emissões são gerados e COMO os resíduos e emissões podem ser minimizados em sua empresa. A CPA é uma ferramenta útil para investigar sistematicamente a produção existente e identificar oportunidades para melhorar a produção ou os produtos (UNIDO, 2000). A CPA consiste em seis etapas, as quais estão ilustradas na Figura 8.

Alguns autores consideram a implementação da P+L como algo um tanto complicado, apesar dos seus diversos benefícios, e isso levou à compreensão de que os homens desempenham um papel importante na captação de uma produção mais limpa. Iniciativas foram

implementadas para que houvesse integração da P+L com outras ferramentas de gestão e, dessa forma, minimizasse as dificuldades (DOBES, 2013).

A implementação da P+L apresenta barreiras, como por exemplo: a falta de continuidade ao programa, preparação ambiental limitada, falta de motivação, liderança inadequada da gestão, falta de envolvimento dos trabalhadores, sistema ineficiente de comunicação e inércia operacional. A falta de informações detalhadas, ferramentas e técnicas que podem ser empregadas para que se alcance os resultados em cada passo da implementação da P+L, também são aspectos que dificultam todo processo (SILVA, 2013).

Figura 8: Etapas da Avaliação da P+L



Fonte: (UNIDO, 2000).

Segundo Yusup *et al.* (2012), cada barreira além de criar uma dificuldade na implementação da P+L, contribui indiretamente para aumentar a dificuldade contra as outras barreiras identificadas no sistema de aplicação da P+L, conforme ilustrado na Figura 9.

A falta de capacidade para alocar o orçamento e recursos suficientes poderia causar ao fabricante retrocesso no processo de inovação e perder a chance de se adaptar a mais recente tecnologia verde. Consequentemente haverá o risco de violação da legislação, redução do

desempenho do psicológico e a falta de foco em questões ambientais que possam surgir, principalmente em empresas com pequena escala de fabricação (YUSUP *et al.*, 2014).

De acordo com a Figura 9 é observado o desempenho econômico como uma das barreiras que pode influenciar o nível de adaptação da P+L nas empresas. A maioria das estratégias de P+L exige a ação radical na inovação pelo fabricante, e várias mudanças ao longo do processo de fabricação e no arranjo de trabalho se tornam necessárias. Essas alterações exigem que o fabricante aloque o orçamento de investimento adicional tais como, a compra de novas máquinas e equipamentos para melhorar a eficiência do processo e operações (YUSUP *et al.*, 2014).

Figura 9: Desafio de implementação do sistema de P+L



Fonte: (YUSUP *et al.*, 2014).

Mesmo com as barreiras encontradas para a implementação da P+L, vêm sendo obtidos resultados positivos provenientes da mesma. O sucesso das práticas de P+L é resultado do rompimento das barreiras e da superação das capacidades das empresas. Por conseguinte, recomendações políticas relacionadas a P+L são concentradas para auxiliar os empresários a romper essas barreiras e dar conselhos detalhados para as autoridades públicas sobre como ajudar os empreendedores. No entanto, muitas das barreiras analisada são efetuadas no ambiente de mercado em que possuem uma P+L relativamente bem desenvolvida, na qual os empreendedores são jogadores-chave, enquanto o governo tem pouco controle direto na execução dos projetos de P+L (GUAN; GRUNOW; YU, 2014).

Para elaboração da matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à GA, é necessário identificar também os princípios do elemento produção mais limpa (Quadro 6), os quais auxiliarão na identificação das práticas necessárias para se alcançar a maturidade.

Quadro 6: Quadro relacionando Princípios x Autores sobre Produção Mais Limpa

	Bevilaqua et al., 2013	Boltic et al., 2013	Dobes, 2013	Klimes, Varbanov e Huisingsh, 2012	Lopes Silva et al., 2013	van Hoof, 2014	Wu, Olso e Birge, 2013	Shu et al., 2012	Ivanchikova et al., 2014	Faé Gomes et al., 2013	Zhao et al., 2012	Hayyan et al., 2014	Burritt e Tingey-Holyoak, 2012	Dong et al., 2012	Schaltegger, Viere e Zvezdov, 2012	Want et al., 2013
Controlar a poluição por meio de tecnologias		x				x	x		x	x						
Reduzir a emissão de solventes orgânicos		x					x				x	x	x	x		
Promover um Sistema de Informação Dinâmica			x											x		
Promover o Monitoramento e o direcionamento (M&T) dos resíduos			x	x											x	
Promover a Utilização do PDCA enfatizando na melhoria contínua das performances ambientais					x											
Desenvolver a Aprendizagem organizacional						x										
Incentivar a adoção e utilização das práticas ambientais				x											x	
Desenvolver técnicas para redução de resíduos	x							x								
Utilizar práticas que busquem a minimização de riscos							x									
Promover a melhoria de desempenhos operacionais				x					x	x		x				x
Desenvolver o ecodesign				x		x		x				x				x

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.3 Eco Design

Existe uma pressão das partes interessadas (*stakeholders*, clientes, acionistas) para que as empresas desenvolvam produtos ambientalmente amigáveis ou produtos verdes, considerando

que o tamanho da empresa tende a influenciar nas práticas de gestão que serão adotadas no desenvolvimento dos produtos e seu respectivo padrão de desenvolvimento (JABBOUR *et al.*, 2015).

Muitos consumidores estão cientes das questões ambientais e eles não hesitam em tomar medidas contra as empresas que são consideradas ambientalmente irresponsáveis. Além disso, os consumidores observam a importância da proteção ambiental, de tal forma que exista uma prevalência na consciência ambiental do consumidor. Eventualmente, o público se torna ansioso para a realização da compra de produtos verdes, que não sejam prejudiciais ao meio ambiente (CHEN; CHANG, 2013).

São consideradas práticas ambientais a abordagem global organizacional estratégica para design de produto, práticas de produção, de planejamento e projeto organizacional para a prática ambiental. Muitas empresas abraçaram o conceito de consciência do meio ambiente para melhorar o desenvolvimento do seu produto (TSAI *et al.*, 2012).

Para suprir essa necessidade de desenvolvimento de produtos verdes, é realizado o desenvolvimento do *Eco Design* (ED), o qual tem como objetivos: reduzir os impactos ambientais de produtos, utilizar fontes renováveis, dar preferência à utilização de matéria-prima local, produzir biodegradáveis, produtos mais leves, aumentar a durabilidade dos produtos, facilitar a desmontagem do produto ao encerrar sua vida útil, facilitar o conserto de peças, produzir de forma mais limpa e segura, estabelecer o retorno do produto e reduzir a utilização de energia para sua fabricação.

Organizações ambientalmente proativas reconhecem a necessidade de desenvolver uma saudável relação de trabalho com os consumidores, fornecedores e autoridades governamentais, para que o design para o meio ambiente seja verdadeiramente parte integrante das iniciativas de cadeia de suprimentos verde (HSU *et al.*, 2012).

O ED é um conceito relativo que pode mudar com o tempo e está sujeito à influência do contexto e suas expectativas, semelhante a qualquer outro fenômeno perceptual ou avaliativo. Ao longo dos anos, muitas autoridades vêm tentando estabelecer normas para o produto verde por meio de tratados, regulamentos, práticas e orientações. Apesar de os padrões variarem, são produtos que estão geralmente preocupados com a saúde humana, ecológica, bem como com os impactos sociais, culturais e econômicos (WONG, 2012).

Há uma relação entre a ISO 9001 e o ED, que se refere aos sistemas de gestão da qualidade, entre as práticas de certificação e os esforços de inovação de produtos, que são

variáveis importantes quando se trata do desenvolvimento de produtos verdes. A ISO 14001 e o SGA também tende a favorecer práticas verdes na cadeia de suprimentos, de forma mais avançada, na qual o desenvolvimento de produtos ambientais é importante (JABBOUR *et al.*, 2015).

Durante a fase de concepção do produto verde, uma equipe determina o material mais essencial como sendo aquele que atende os contratos de produção, atende às necessidades do projeto e minimizam o uso de energia. Todos estes fatores influenciam os principais custos e lucros do novo produto e afetam seu impacto ambiental, em cada ciclo de vida. Os novos designs de produtos em direção à proteção ambiental geram conflitos entre requisitos “verdes” e desempenho do produto tradicional. Portanto, as empresas precisam de inovações que se equilibrem entre considerações verdes e funções práticas (CHEN *et al.*, 2012).

Além de alterações legais, muitas empresas começaram a sentir o impacto das forças de mercado, como a alteração de hábitos de compra, ambientalmente orientadas ao cliente e comportamentos, além da pressão por determinados grupos. Pesquisas de comportamento dos consumidores orientados ambientalmente indicam que o número de consumidores que incluem a consideração ambiental em sua decisão de compra tem sido relativamente estável (KIANPOUR *et al.*, 2014).

Uma abordagem adotada pelas empresas para a implementação do ED é a utilização da estratégia da linha de produtos, para o desenvolvimento de produtos verdes para clientes com diferentes disposições para pagar pelos tributos ambientais dos produtos verdes. Na perspectiva econômica, o segmento de mercado do emergente "verde" tem proporcionado às empresas novos desafios e oportunidades adicionais no desenvolvimento de produtos inovadores com melhor desempenho ambiental (CHEN; ZHANG, 2013).

O produto verde supera um produto convencional ou um concorrente em quesitos “verdes”, se o mesmo impõe menor carga sobre o ambiente, em termos de requisitos de energia e matérias-primas, emissões no ar, efluentes transmitidas pela água, resíduos sólidos e outros lançamentos ambientais incorridos ao longo do ciclo de vida do produto (WONG, 2012).

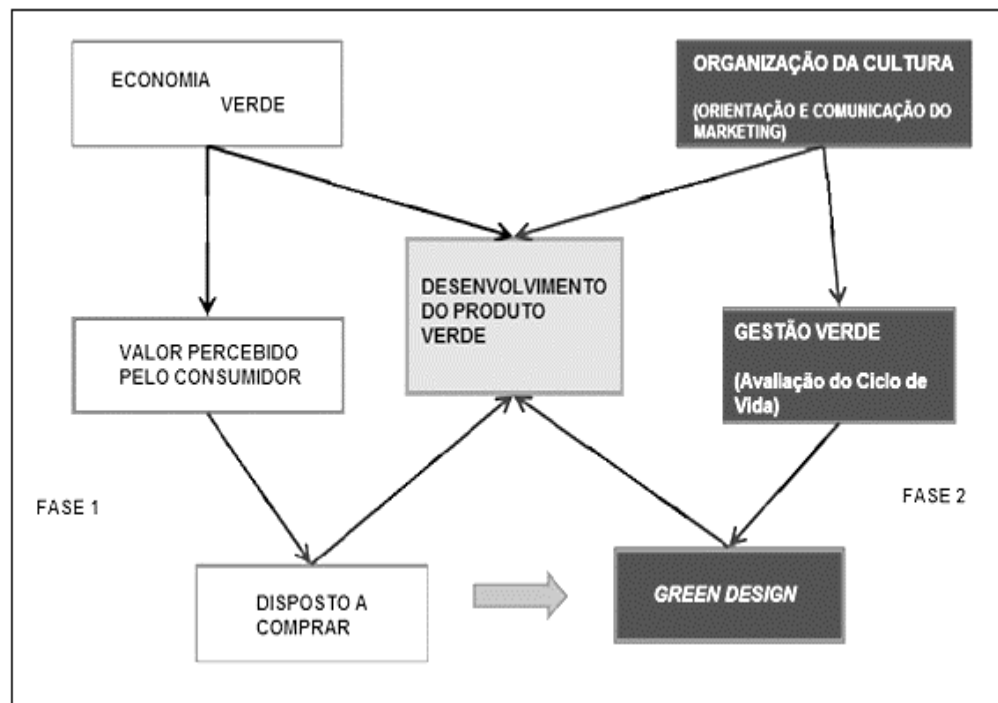
Eco inovação ou inovação de desenvolvimento sustentável com especial referência para o desenvolvimento de novos produtos nas empresas tem tomado várias formas. A inovação para sustentabilidade em empresas é induzida de qualquer política pública ou mercado conduzido. Podemos converter o desenvolvimento de produtos verdes, como uma espécie de desenvolvimento de novos produtos. A avaliação inicial para o desenvolvimento de produtos

verdes é a medição *greenness*, ou seja, mede o quão “verde” é o produto. Na Figura 10 estão ilustrados os efeitos do valor percebido pelo cliente juntamente da estratégia da eco inovação industrial no desenvolvimento de produtos verdes (TSAI *et al.*, 2012).

Na Fase 1 é observada a influência do valor percebido pelo cliente, proveniente da economia verde, na qual as empresas integram a consideração ambiental o mais cedo possível no processo de desenvolvimento de produto, adotando-as como mudanças necessárias para o futuro e como a forma mais eficaz de identificar a exigência dos clientes e satisfazer as suas necessidades de consumo verde, estando mais conscientes sobre as suas estratégias de desenvolvimento de produtos verdes.

Na Fase 2 é observada a influência da eco inovação por meio da influência do marketing a partir da orientação e comunicação do marketing, o que também interferirá na cultura da organização, pela avaliação do ciclo de vida do produto, agregando uma gestão verde à organização e pelo ED, que está diretamente ligado à disposição de compra dos clientes (TSAI *et al.*, 2012).

Figura 10: Efeitos do valor percebido pelo cliente e da eco inovação



Fonte: (TSAI *et al.*, 2012).

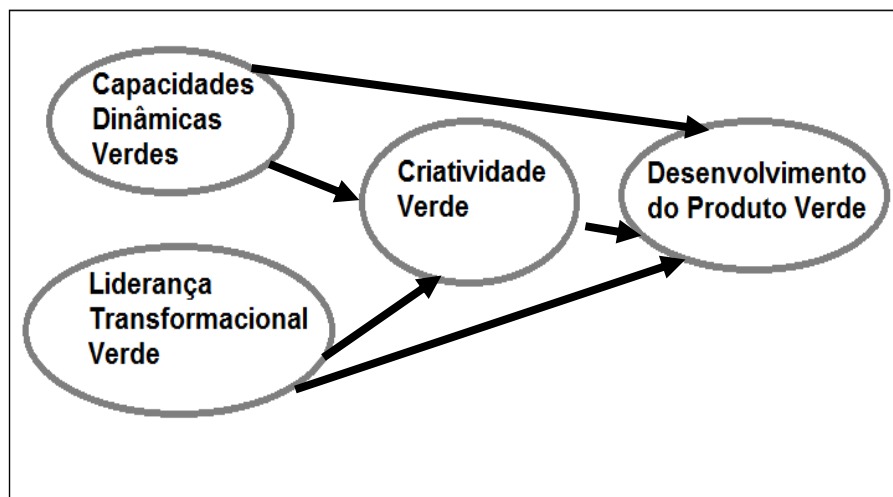
A partir da Figura 10 observa-se que ambas fases (Fase 1 e Fase 2) promovem o desenvolvimento do produto verde na organização, agregando valor ao produto, percebido pelo

consumidor, desenvolvendo uma nova cultura dentro da organização e colaborando para o desenvolvimento sustentável.

O desenvolvimento de produto verde é mais importante para as empresas, no contexto do ambientalismo. As empresas podem aumentar seu desempenho de desenvolvimento do produto verde por meio de três determinantes que são ilustrados na Figura 11. São eles: capacidades dinâmicas verdes, liderança transformacional verde e criatividade verde (CHEN; CHANG, 2013).

Uma implicação fundamental da capacidade de dinâmica verde é que as empresas não estão apenas competindo na sua capacidade de explorar seus recursos existentes e organizacionais, mas também na sua capacidade de renovar e desenvolver suas capacidades organizacionais verdes para reagir ao mercado dinâmico. A liderança transformacional é composta de quatro dimensões: estimulação intelectual, consideração individualizada, carisma, e motivação que inspire os demais. A liderança transformacional aumenta a inovação por meio da motivação, em níveis mais elevados de desempenho organizacionais verdes e encoraja os funcionários a pensar de forma criativa (CHEN; CHANG, 2013).

Figura 11: Desenvolvimento do produto verde



Fonte: (CHEN; CHANG, 2013).

De acordo com a Figura 11 observa-se que as capacidades dinâmicas verdes, assim como a liderança transformacional verde, influenciam positivamente na criatividade verde, podendo desenvolver novos produtos verdes, porém existem os caminhos diretos que ligam as capacidades dinâmicas verdes ao desenvolvimento do produto verde, ou então a liderança transformacional verde diretamente ao desenvolvimento do produto verde, ou seja, quando as capacidades dinâmicas e a liderança transformacional da organização já estão adeptas ao

elemento ED, elas próprias já são eficientes o necessário para o desenvolvimento de novos produtos que se enquadrarão no conceito verde.

Para a elaboração da matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à GA, assim como para os elementos vistos anteriormente, é também necessária a identificação dos princípios do ED, os quais auxiliarão a determinar as práticas a serem utilizadas para se alcançar a maturidade (Quadro 7).

Quadro 7: Quadro relacionando Princípios x Autores sobre ED

	Chen e Chang, 2013	Li et al., 2014	Tsai et al., 2012	Deuble et al., 2012	Kam Sing-Wong, 2012	Kianpour et al., 2014	Luzio e Lemke, 2013	Blengini et al., 2012	Bovea e Pérez-Belis, 2012	Chen e Zang, 2013	Krystofik, Wagner e Gaustad, 2015	Deng et al., 2012	Brones, Monteiro de Carvalho e Senzi Zancul, 2014	Khor e Udin, 2013	Chan et al., 2013	Chan, Wang e Raffoni, 2014	Chu et al., 2009	Kipp et al., 2012	Driessen et al., 2013	Jabbour et al., 2015
Desenvolver capacidade industrial para produção de produtos verdes	x																			
Promover a transformação de produtos tradicionais em produtos verdes	x	x																		
Avaliar o valor percebido pelo cliente			x	x	x	x	x													
Desenvolver o ecodesign									x	x			x	x	x	x				
Implantar Diretivas Ambientais																	x	x		
Promover o Desenvolvimento de novos produtos verdes					x	x					x		x	x				x	x	x
Promover a Prática da Cadeia de Suprimentos Verde														x						
Incentivar a adoção e utilização das práticas ambientais									x	x										
Desenvolver técnicas para redução de resíduos								x												
Utilizar como estratégia competitiva e como fator de diferenciação agregando valor percebido pelo cliente		x				x	x													

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.4 Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos

A gestão de cadeia de suprimentos (*Supply Chain Management* - SCM) é definida como sendo um processo dinâmico que inclui o fluxo contínuo de materiais, recursos e informações,

por meio de suas diversas áreas funcionais e entre os membros da cadeia. Considerando o fato de que a cadeia de suprimentos contempla o produto desde o processamento da matéria-prima até a entrega ao utilizador final, quando há foco na melhoria da mesma, caminha-se em direção à ampla adoção e desenvolvimento da sustentabilidade (AHI; SEARCY, 2013).

A Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (GVCS) consiste em um conjunto de práticas ambientais que apoiam a melhoria do desempenho ambiental de duas ou mais organizações dentro de uma mesma cadeia de suprimentos, as quais podem ser verificadas no Quadro 8. Algumas dessas práticas ambientais são: a certificação ISO 14001; auditorias ambientais em locais de fornecedores; cooperação para a gestão ambiental; cooperação para o *eco design*; venda de sucata e materiais usados; reduções no uso de materiais tóxicos e prejudiciais ao meio ambiente (STEFANELLI; JABBOUR; JABBOUR, 2014).

Quadro 8: Práticas ambientais de GVCS

Práticas ambientais	Explicação
Compromisso da gerência sênior para GVCS	O apoio da alta gerência é fundamental na adoção do GVCS, como haverá uma eventual necessidade de processo de ajustes ou mudanças culturais
Cooperação Inter funcional para melhoria ambiental	Cooperação Inter funcional (por exemplo, compras e sustentabilidade, pesquisa e desenvolvimento em sustentabilidade, ou marketing e estabilidade, etc.) é importante na implementação de mudanças das atividades das áreas funcionais. Este tipo de cooperação pode, portanto, promover requisitos ambientais externamente via fornecedores, ou internamente por meio da demanda do consumidor
Conformidade com requisitos legais ambientais e programas de auditoria	Requisitos legais ambientais e programas de auditoria, que demonstrem que a empresa está tentando encontrar o regulamento ambiental para o seu setor internamente
Certificação ISO 14001	A empresa tem um SEM certificado pela ISO 14001
Seleção de fornecedores e critérios ambientais	O processo de seleção de fornecedores considera variáveis ambientais (por exemplo, ISO 14001), além de critérios tradicionais (por exemplo, custo, qualidade, confiabilidade, etc.)
Trabalho com fornecedores para cumprir metas ambientais	Fornecedores são convidados a apoiar iniciativas e medidas dentro de sua empresa para melhorar a meio ambiente
Avaliações da gestão ambiental interna dos fornecedores	Inspecções das instalações do fornecedor fornecem uma maneira de verificar o desempenho ambiental do fornecedor e assegurar a conformidade com as normas de G.A.
Avaliação da gestão ambiental dos fornecedores de segunda camada	Fornecedores de matérias-primas básicas também são monitorados para estender a preocupação ambiental, além da relação direta
Trabalho com clientes para o eco design	Utilizando a estreita relação que permite a gestão da cadeia de suprimentos tradicionais, as empresas procuram o desenvolvimento de produtos junto aos clientes para melhorar o impacto ambiental dos produtos
Trabalho com clientes para melhorar a P+L	Utilizando a estreita relação que permite a gestão da cadeia de suprimentos tradicionais, as empresas procuram a produção mais limpa, com a colaboração do cliente
Trabalho com clientes para utilização de embalagens a favor do meio ambiente	Utilizando a estreita relação que permite a gestão da cadeia de suprimento tradicionais, as empresas procuram usar embalagens ambientalmente amigável com a cooperação dos clientes
Aquisição das tecnologias mais limpas pela empresa	A empresa compra o equipamento que lhe permite fazer produtos mais limpos quanto for possível

Projetos de produtos que reduzem, reutilizam, reciclam ou recuperem energia, componentes ou materiais (ED)	A empresa observa condições na redução de material, peças de reutilização, reciclagem do produto após o uso, e recuperação de materiais, componentes ou de energia ao longo da vida do produto
Projetos de produto que evitem ou reduzem o uso de materiais tóxico ou perigoso	No desenvolvimento de produtos, a empresa incorpora maneiras de evitar ou reduzir o uso de produtos perigosos ou tóxicos
Venda de estoque em excesso ou materiais que a empresa pretende vender	O estoque obsoleto para recuperar seu investimento
Venda de sucata e materiais usados	A empresa pretende vender materiais usados e resíduos (ou seja, materiais que não têm valor na linha de produção) para recuperar seu investimento
Venda de equipamentos usados (após a compra de novo equipamento)	A empresa vende equipamentos usados para recuperar seu investimento
Sistemas de gestão ambiental	Conjunto de processos e práticas que permitem que uma organização reduza seus impactos ambientais e aumente a eficiência operacional
<i>Total Quality Environmental Management</i> (TQEM)	Práticas de gestão de negócios com o objetivo de reduzir ou prevenir a poluição ambiental, obtida por meio de técnicas de gestão de qualidade total
Suporte do meio-gerente	Prática de GVCS intitulada como compromisso primordial da Gestão empresarial
<i>Green label</i>	Prática que adota critérios verdes para seleção de fornecedores

Fonte: (KANNAN; JABBOUR; JABBOUR, 2014).

Enquanto a gestão da cadeia de suprimentos regular lida com o fluxo de produtos, a partir do processamento de matérias-primas à entrega de itens acabados para os clientes, o âmbito de aplicação da gestão de cadeia de suprimentos verde vai além desta definição, pois inclui ambientalmente o produto e o design do processo, a extensão do ciclo de vida do produto e a recuperação dos retornos de fim de uso e fim de vida. Assim, a GVCS engloba componentes da gestão ambiental, que integra o projeto, operações e controle de um sistema para maximizar o valor ao longo do ciclo de vida de um produto, incluindo a recuperação do valor de retorno e/ou eliminação ao final da sua utilização (BOSE; PAL, 2012).

A GVCS é, em parte, desenvolvida pela consciência do consumidor, com relação às questões ambientais. Existe uma crescente pressão sobre o marketing e sobre a cadeia de suprimentos da empresa para melhorias das práticas ambientais, uma vez que, além de melhorar o desempenho da empresa, também melhorará sua visão perante o mercado, obtendo vantagens competitivas (HOEJMOSE; BRAMMER; MILLINGTON, 2012).

Há algumas estratégias de GVCS que podem ser utilizadas pelas empresas, entre elas está a estratégia baseada em risco, com o objetivo de minimizar passivamente riscos, por meio de programas ambientais. De todas as estratégias da GVCS, a estratégia baseada em risco é a menos complexa. Outra estratégia que pode ser utilizada é a estratégia de eficiência, mais

complexa que a anterior e visa, simultaneamente, reduzir custos, realizar a otimização operacional e redução da degradação ambiental. Existe também a estratégia baseada em inovação, na qual as empresas investem mais em recursos e cultivam inovadoras capacidades da gestão verde e por último a estratégia de circuito fechado, a mais complexa entre todas as estratégias, pois exige um esforço amplo para a integração entre as cadeias de suprimento (CHEN *et al.*, 2012).

A importância significativa que a GVCS adquiriu entre as empresas deve-se às seguintes razões: matérias-primas decrescentes; deterioração do ambiente; aumento de resíduos; aumento dos níveis de poluição. Dessa forma as empresas enfrentam uma pressão crescente para a proteção ambiental, o que reforça o interesse de longo prazo na manutenção de uma imagem verde. Devido a tais desafios para impulsionar o desempenho econômico e ambiental, alguns países são obrigados a implementar a GVCS. Devido à escassez relativa de recursos, aumentaram as pressões internacionais e a pressão potencial para produzir *green products* ao comércio (XU *et al.*, 2013).

Para o sucesso da implementação da GVCS é necessária a minimização, ou de preferência a eliminação do efeito negativo que a cadeia de suprimento tem sobre o ambiente. Isso exige a utilização de materiais ambientalmente amigáveis, pois além de reduzir o desperdício, a gestão cadeia de suprimentos deve ser gerida de forma a maximizar a utilização destes materiais residuais. Nessas estratégias de circuito fechado, o objetivo é retornar produtos que já foram utilizados para o processo de produção, criando um *loop* que utiliza todos os materiais, minimizando assim o uso dos recursos naturais e por sua vez, reduzindo o impacto ambiental (ANDIÇ; YURT; ÖZNUR, 2012).

A GVCS advoga a eficiência e a sinergia entre os sistemas de gestão das empresas, facilitando o desempenho ambiental, obtendo mínimo desperdício e custo. Uma GVCS bem integrada consegue coordenar o fluxo de materiais e informações entre fornecedores, fabricantes e clientes, a execução de adiamento de produto e promove uma personalização da cadeia de suprimentos. Um maior nível de integração com fornecedores e clientes na gestão da cadeia de suprimentos, torna mais susceptível obter resultados com uma vantagem competitiva mais eficaz (TSENG; CHIU, 2013).

A GVCS pode reduzir a poluição para melhorar o desempenho ambiental organizacional, mas isso também pode economizar esforços ambientais por meio da redução do consumo de

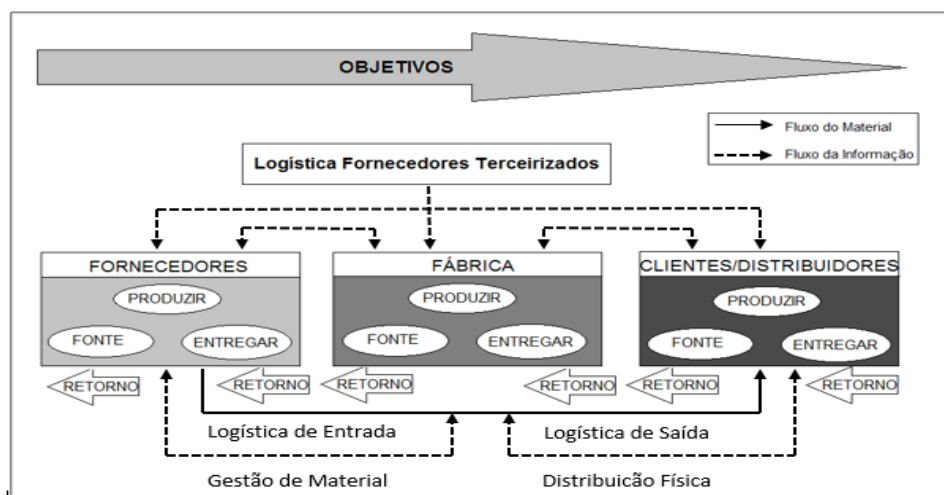
energia e dos recursos, ou seja, haveria custos diminuídos e melhora nos ganhos financeiros (ZHU; SARKIS; LAI, 2012).

Para que a GVCS seja significativa e rentável, os esforços devem ser claramente reconhecidos pelos consumidores e pelas partes interessadas. Isso gera um ponto crítico, no qual não importa o quão perfeitamente “verde” são os processos dentro do fornecimento de corrente, pois para ganhar e sensibilizar clientes é provável que seja necessária uma ferramenta visual, como por exemplo, rótulos ecológicos. O objetivo do ecológico é mostrar quão ambientalmente amigável um produto é para um cliente em potencial no ponto de venda, permitindo que de acordo com avaliação do produto, ocorra a simpatia do ambiente (ANDIÇ; YURT; ÖZNUR, 2012).

A GVCS também pode ser útil para melhorar o desempenho operacional, seja por meio de uma melhoria na eficiência do design do produto e processo ou por meio de uma melhor coordenação e cooperação com fornecedores e clientes. Assim, as melhorias operacionais podem ocorrer ao longo de uma cadeia de suprimentos (ZHU; SARKIS; LAI, 2012).

A cadeia de suprimentos da empresa compreende geograficamente de forma dispersa as instalações, onde matérias-primas, produtos intermediários ou produtos acabados são adquiridos, transformados, armazenados ou vendidos, e os links de transporte que conectam as instalações ao longo das quais os produtos fluem. A cadeia de suprimentos é tradicionalmente caracterizada pelo fluxo de materiais e informações dentro e entre as entidades de negócios. A Figura 12 demonstra um exemplo desse fluxo geral (KOCAOĞLU; GÜLSÜN; TANYIS, 2013).

Figura 12: Configuração da cadeia de suprimentos



Fonte: (KOCAOĞLU; GÜLSÜN; TANYIS, 2013).

Dentro deste fluxo, os seguintes processos estão ocorrendo: compra de fornecedores, a entrega do fornecedor, a recepção das matérias-primas e produtos semiacabados e seu armazenamento, produção, armazenamento de bens terminados, entrega por meio da rede de distribuição para o cliente final e logística reversa (KOCAOĞLU; GÜLSÜN; TANYIS, 2013).

Para a elaboração da matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à GA, assim como para os elementos já vistos anteriormente, é também necessária a identificação dos princípios do GVCS (Quadro 9), os quais auxiliarão a determinar as práticas a serem utilizadas para se alcançar a maturidade.

Quadro 9: Quadro relacionando Princípios x Autores sobre GVCS

	Dües, Tan e Lim, 2013	Hoejmose, Brammer e Millington, 2012	Xu et al., 2013	Andic, Yurt e Baltacioğlu, 2012	Azevedo et al., 2012	Ahi e Searcy, 2013	Bose e Pal, 2012	Chen et al., 2012	De Giovanni e Esposito Vinzi, 2012	Diabat, Khodaverdi e Olfat, 2013	Chan, He e Wang, 2012	Green et al., 2012	Elhedhli e Merrick, 2012	Hoejmose, Brammer e Millington, 2012	Kannan, Jabbour e Jabbour, 2014	Tseng e Chiu, 2013	Stefanelli, Jabbour e Jabbour, 2014	Jabbour et al., 2014	Lee, Kim e Choi, 2012	Muduli et al.
Satisfazer às Pressões Externas / Pressão dos Stakeholders	x	x	x																	
Implantar na organização a consciência de responsabilidade ambiental	x			x	x			x		x	x	x						x	x	
Desenvolver técnicas para redução de resíduos	x			x		x		x	x				x		x					
Utilizar como estratégia competitiva e como fator de diferenciação agregando valor percebido pelo cliente				x			x		x		x	x		x						
Promover o aumento da eficiência ecológica						x	x													
Aplicar logística reversa						x			x		x				x					
Verificar a performance ambiental dos fornecedores					x			x	x							x		x		
Utilizar práticas que busquem a minimização de riscos								x							x		x			
Buscar a eficiência e sinergia entre parceiros									x			x				x	x		x	
Promover a melhoria de desempenhos operacionais										x							x			x
Incentivar a adoção e utilização das práticas ambientais						x						x						x		x
Promover tecnologia verde	x			x	x	x		x		x									x	

Fonte: Elaborado pela autora.

2.2.5 Avaliação do Ciclo de Vida

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) fornece informações críticas sobre meio ambiente, impactos econômicos e sociais de projetos de infraestrutura e como minimizar esses impactos. A avaliação de sustentabilidade aborda o uso de indicadores integrados e a realização de análise consistente dos alvos a serem alcançados por meio de abordagens transdisciplinares que reconheçam as múltiplas partes interessadas para o serviço de infraestrutura, em contrapartida a ACV fornece valiosas informações que podem ser completadas com análises adicionais para dessa forma, alcançar uma maior avaliação da sustentabilidade (PARRISH; CHESTER, 2014).

Os métodos da ACV fornecem um meio para quantificar e comparar os relativos impactos ambientais e os benefícios desses fluxos para alternativos cursos de ação. A ACV é reconhecida internacionalmente como uma ferramenta para mensurar os impactos da saúde ambiental e humana associados com um produto ou processo, que é estabelecida na padronização internacional das normas da série 14000 da organização para gestão ambiental e sustentabilidade.

A ISO 1400 trata de um conjunto de normas para ser seguido com os procedimentos do SGA, objetivando a homogeneização da linguagem das normas ambientais regionais, nacionais e internacionais (BATES *et al.*, 2015).

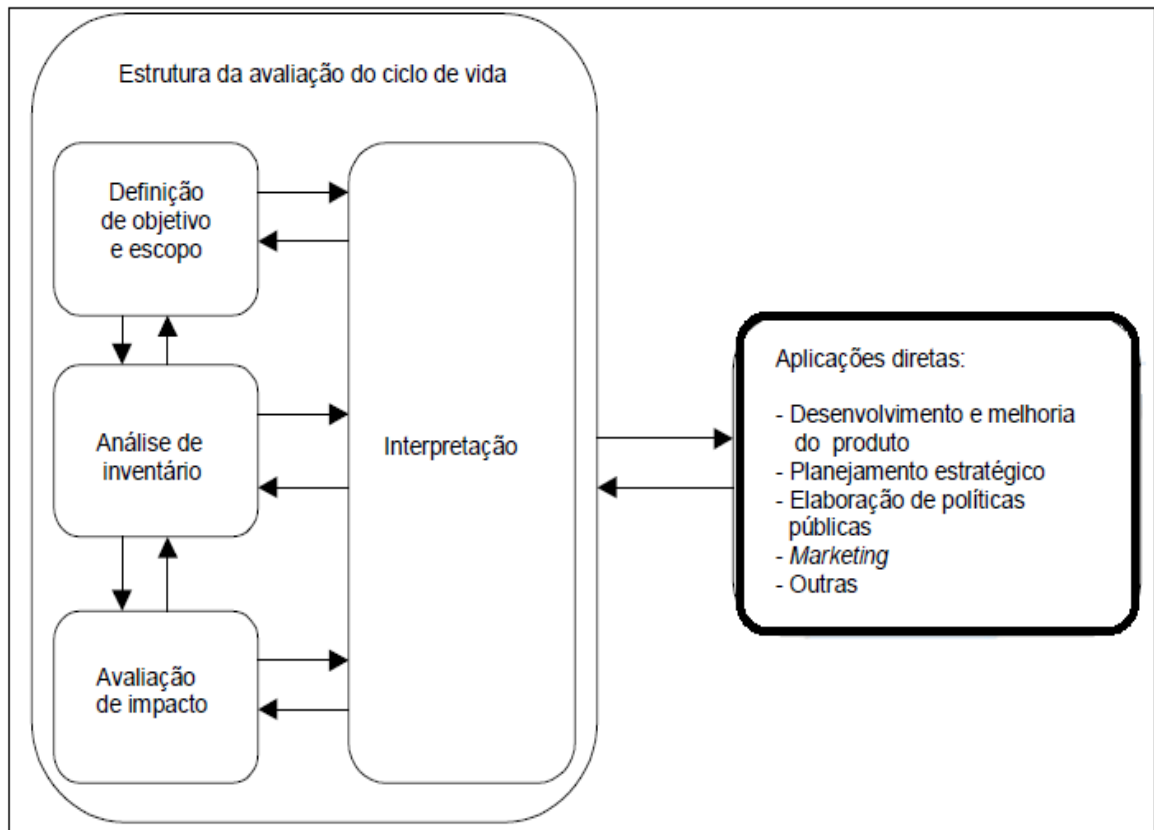
A ACV é realizada em quatro fases. A primeira fase estabelece as condições de contorno do sistema e define uma unidade funcional, na qual os resultados permitem uma comparação equivalente com outros produtos ou processos.

Durante a segunda fase é realizado um Inventário do Ciclo de Vida (ICV), no qual todos os dados brutos são compilados em relação a saídas e entradas no sistema, quantificando os materiais e a energia utilizada bem como as emissões associadas com cada entrada e saída. Na terceira fase ocorre a avaliação do impacto do ciclo de vida, em que os dados do inventário são traduzidos em categorias de impacto. A quarta trata da interpretação, em que o inventário e os resultados são analisados. As fases de uma ACV são ilustradas na Figura 13 (CAMPION *et al.*, 2012).

Para a fase ICV existe uma abordagem padronizada pela *International Standardization Organization* (ISO - Organização da Padronização Internacional, 2006) que segue os mesmos padrões da ACV, estruturando a análise da seguinte forma: objetivo e escopo de definição;

inventário e análise; avaliação de impacto e por último a interpretação (CAO; PAWLOWSKI, 2013).

Figura 13: Fases da ACV



Fonte: (ISO 14040:2006).

Na fase ICV uma variedade de dados são coletados e trabalhados por meio de cálculos como o balanço de massa e energia. Para facilitar essas análises existem *softwares* (Quadro 10) que funcionam como facilitadores, além de possuírem bancos de dados extremamente importantes para a ACV. Esses *softwares* otimizam o tempo para execução de cálculos, proporcionam a comparação do ciclo de vida de produtos, analisam o fluxo de materiais e energia utilizados na fabricação, analisam os impactos ambientais e apresentam os resultados em forma de gráficos, fluxogramas e tabelas, a fim de facilitar a interpretação dos dados obtidos (CAMPOLINA; SIGRIST; MORIS, 2015).

Estimativas e dimensões de impacto da sustentabilidade ambiental são feitas por meio da ACV por meio das normas ambientais ISO 14040 e 14044 (2006), as quais se referem ao objetivo, escopo, definição de descrição, limite do sistema, inventário, análise, avaliação e interpretação (NZILA *et al.*, 2012).

A ACV constitui a base analítica de muitas empresas com base no desempenho de sustentabilidade e abordagens de design e tem sido explorada como uma ferramenta para design de produtos e considerada uma ferramenta valiosa para quantificar o produto quanto à orientação da gestão ambiental (RUSSEL-SMITH *et al.*, 2015).

Quadro 10: Alguns *softwares* utilizados para apoio à ACV

Nome Software	Endereço web	País de origem
BEES 3.0	http://www.bfrl.nist.gov/oe/software/bees.html	Estados Unidos
ECO-it 1.3	http://www.pre.nl/eco-it/default.htm	Holanda
GaBi	http://www.gabi-software.com/	Alemanha
GREET 1.7	http://www.transportation.anl.gov/software/GREET/index.html	Estados Unidos
IDEMAT 2005	http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/idemat/index.htm	Holanda
KCL-ECO 4.0	http://www.kcl.fi/eco	Finlândia
LCAPIX	http://www.kmlmtd.com/index.htm	Estados Unidos
Regis	www.sinum.com	Suíça
SimaPro 7	www.pre.nl	Holanda
SPOLD Data Exchange Software	http://lca-net.com/spold/Dinamarca	Dinamarca
Umberto	www.umberto.de	Alemanha

Fonte: (CAMPOLINA; SIGRIST; MORIS, 2015).

Mesmo que a eficiência da ACV seja comprovada para as empresas, a mesma tem sido muitas vezes evitada devido à falta de dados detalhados necessários e a simplicidade de ferramentas disponíveis (RUSSEL-SMITH *et al.*, 2015).

Para a elaboração da matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à GA, é necessária a identificação dos princípios relacionados ao elemento GVCS, assim como dos demais elementos vistos anteriormente. Todos os princípios identificados na literatura servirão como base para a determinação das práticas necessárias para se alcançar a maturidade (Quadro 11).

Quadro 11: Quadro relacionando Princípio x Autores sobre ACV

	Bates et al., 2015	Campion et al., 2012	De Sousa, Montalto e Spatari, 2012	Kalbar, Karmakar e Asolekar, 2013	Liang, Zhang e Xu, 2012	Parrish e Chester, 2014	Ridoutt et al., 2013	Stazi, Mastrucci e Munafò, 2012	Sala, Farioli e Zamagni, 2013	Mirabella, Castellani e Sala, 2014	Nemecek et al., 2015	Russell-Smith et al., 2015	Cao e Pawłowski, 2013	Ishiyama e Paterson, 2012	Hanandeh, 2015	Luthe, Kägi e Reger, 2013	Poeschl, Ward e Owende, 2012
Desenvolver produtos que não impactem agressivamente o ambiente	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					
Incentivar a adoção e utilização das práticas ambientais	x	x		x													
Promover tecnologia verde			x	x					x		x						
Utilizar indicadores de sustentabilidade baseado em prioridades locais e regionais				x		x		x	x	x		x					
Promover reciclagem		x			x								x				
Avaliar os impactos ambientais que são causados pelo produto														x	x	x	
Quantificar o impacto ambiental							x					x					x
Interpretar os resultados para avaliação do ciclo de vida									x						x	x	
Identificar o custeio do ciclo de vida						x			x								
Promover técnicas que otimizem a utilização de energia								x					x	x	x		

Fonte: Elaborado pela autora.

2.3 MODELOS DE MATURIDADE

O termo ‘maturidade’ pode ser definido como ‘o estado de estar perfeito, completo ou pronto’, ou de uma forma mais específica como sendo ‘uma medida para avaliar os recursos de uma organização’. Sendo assim, maturidade implica um processo evolutivo de um estágio inicial para um destino desejado ou naturalmente para um estágio final (MARX; WORTMANN; MAYER, 2012). A maturidade pode ser utilizada como um indicador de desempenho da capacidade organizacional, podendo ser aplicado em projetos das mais variadas propostas (JIN; CHAI; TAN, 2013).

Um importante princípio dos modelos de maturidade é a evolução de níveis, variando entre baixos e elevados (LEE; KWAK, 2012). Os quais refletem em um caminho evolutivo para determinada área ou processo, sendo muito utilizados para melhoria contínua e benchmarking. A partir dos modelos de maturidade as organizações podem avaliar sua situação atual e

determinar qual é a situação futura desejada em um conjunto de itens predefinidos por elas mesmas (MARX, WORTMANN e MAYER, 2012).

Dessa forma um modelo de maturidade contém elementos essenciais e processos eficazes para um uma ou mais áreas e/ou sistemas, descrevendo um caminho evolutivo de melhoria, tornando processos imaturos em processos maduros com melhoria da qualidade e eficácia (GARZÁS *et al.*, 2013).

O modelo de maturidade pode ser visto como um guia de melhores práticas e também como um quadro de avaliação de processo que pode ser usado no processo de avaliação e melhoria do planejamento de uma organização passo a passo, além de ser uma avaliação de baixo custo (GORSHEK *et al.*, 2012). Segundo Lee e Kwak (2012), os modelos de maturidade podem não ser eficazes quando muitos fatores de diferentes naturezas influenciam o processo que está sendo avaliado.

O modelo de maturidade pode ser definido como uma estrutura que contém estágios de diferentes níveis de maturidade, no qual um processo pode vir a ser definido, mensurado e controlado e a partir de então a organização poderá vir a adotar novos processos e/ou novas práticas. Sendo assim, os principais objetivos do modelo de maturidade são (LOCKAMY III; McCORMACK, 2004; RANDEREE; MAHAL; NARWANI, 2012; LEE; KWAK, 2012):

- Mensurar a maturidade de um processo;
- Comparar a maturidade da organização com outras organizações e com melhores práticas existentes; e
- Prover um mecanismo de aprendizado para aperfeiçoar o nível de maturidade.

O modelo maturidade pode ser conceituado por meio de um conjunto de elementos que descrevam o desenvolvimento de uma determinada área de interesse ao longo do tempo. Descreve um processo que uma organização pode desenvolver ou alcançar algo desejável, como um conjunto de recursos ou práticas, resultando em uma organização mais madura. O principal valor de uma avaliação de maturidade é capturar em uma empresa a própria percepção da situação atual, a fim de apoiar a mudança (PIGOSSO; ROZENFELD; McALOONE, 2013).

Uma análise bibliométrica foi feita para identificar a contribuição dos artigos que foram publicados desde o ano de 2004 até o ano de 2014, sobre modelo de maturidade para o avanço da ciência. Decidiu-se pelo decênio (2004-2014) para que as análises sejam embasadas em artigos já consolidados na área científica, uma vez que essa análise foi concluída no ano de

2015, além da verificação da evolução nas publicações sobre modelos de maturidade, por meados de 2003-2005.

As análises bibliométricas fornecem um método exato e presumivelmente objetivo para medir a contribuição de um artigo para o avanço do conhecimento, além de ser uma ferramenta frequentemente utilizada para analisar tendências e desempenho sobre determinado assunto (YANG *et al.*, 2013). Além da análise bibliométrica também foram identificadas as lacunas científicas, com o intuito de que pesquisas sobre modelo de maturidade possam ser realizadas futuramente.

Os dados para a realização da análise bibliométrica foram extraídos de duas plataformas de base de dados conhecidas mundialmente, a *Web of Science* e a *Scopus*. A partir dos dados obtidos foram feitas as seguintes análises:

- Quais são as áreas científicas que abrangem o tema “modelo de maturidade”;
- Quais foram as palavras-chave mais empregadas nos artigos publicados sobre modelo de maturidade, no decênio de 2004 à 2014;
- Quais foram os 10 artigos publicados sobre modelo de maturidade, mais citados no decênio;
- Quais foram os 10 autores mais citados no decênio a partir de seus artigos publicados sobre modelo de maturidade; e
- As lacunas científicas dos artigos publicados sobre modelo de maturidade no decênio.

Para a pesquisa na base de dados, foram utilizados filtros, a fim de aumentar a precisão dos resultados, sendo eles: título do artigo – “*maturity model*”, ano – 2004 à 2014 e tipo de documento – artigos. Esses filtros foram utilizados para ambas as bases de dados e a partir da filtragem foram encontrados para a base de dados *Scopus* 156 (cento e cinquenta e seis) documentos e para a base de dados *Web of Science* 107 (cento e sete) documentos.

A pesquisa se delimita a documentos que são classificados como “artigos”, pois permite que as lacunas científicas sobre modelo de maturidade sejam identificadas, além de fornecer uma maior confiabilidade científica.

O domínio sobre a caracterização das publicações em que o tema modelo de maturidade se encontra e a identificação das lacunas científicas são possibilitados a partir dos dados que foram obtidos por meio das bases de dados *Scopus* e *Web of Science* e, as mais diversas análises realizadas foram permitidas devido à transformação dos dados colhidos em informações

pertinentes a uma consistente análise dos 10 (dez) artigos sobre modelo de maturidade mais citados, das 10 (dez) palavras-chave mais empregadas, dos 10 (dez) autores mais citados e do último artigo sobre modelo de maturidade publicado por cada um dos 10 (dez) autores mais citados.

Dessa forma destaca-se que as três primeiras análises citadas anteriormente possibilitam o conhecimento sobre a evolução e caracterização das publicações sobre modelo de maturidade e a última análise possibilita a identificação das lacunas científicas.

A análise bibliométrica dos dados coletados foi realizada por duas ferramentas computacionais: *Microsoft excel* e *Sci²Tool*. A partir das planilhas do *Microsoft Excel* foram obtidos gráficos e tabelas baseados nas informações retiradas de ambas as bases de dados, além de possibilitar a identificação das palavras-chave mais citadas a partir da extração de dados da plataforma *Scopus* e a ferramenta *Sci²Tool* permitiu a identificação dos autores mais citados juntamente com a formação da rede dos mesmos por meio da extração de dados da plataforma *Web of Science*.

Para a construção da lacuna científica inicialmente foram feitos downloads do último artigo sobre o tema modelo de maturidade de cada um dos autores que estão inseridos ao grupo dos 10 (dez) autores mais citados. Sequencialmente foi dada uma atenção particular a cada um dos artigos, com o intuito de verificar as propostas de pesquisas futuras sugeridas pelo autor.

Para identificar as palavras-chave mais empregadas foi utilizado o software *Excel* e para identificação dos 10 autores mais citados foi utilizado o software *SCI²Tool* que exporta dados da plataforma *Web of Science* e aloca os autores mais citados juntamente aos seus coautores.

Inicialmente observou-se a partir das áreas de pesquisa em que se encontra o estudo do tema, que se trata de uma abordagem ampla, envolvendo exatas, humanas e biológicas. Sequencialmente, com a análise das palavras-chave mais citadas em todos os artigos encontrados sobre modelo de maturidade, foi observado que as mais empregadas são “*Project management*” e “*Performance*”. Sendo assim o modelo de maturidade é muito utilizado em gerenciamento de projetos visando ao aprimoramento ou melhoria das mais diversas situações e processos.

Prosseguindo com a análise da caracterização das publicações sobre o tema são tabelados os 10 (dez) artigos sobre modelo de maturidade mais citados conforme Tabela 1, abrangendo o título do artigo, seus autores, o *journal* ao qual pertence, volume e edição, o fator de impacto do *journal* obtido a partir do SCImago Journal Rank (SJR) no ano de 2014, o ano de publicação do artigo, a quantidade e evolução das citações desde o ano de 2004 até 2014.

Tabela 1: Os 10 artigos mais citados sobre modelo de maturidade

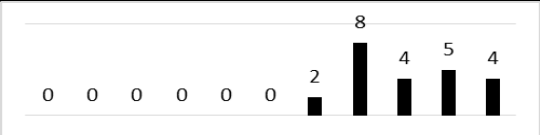
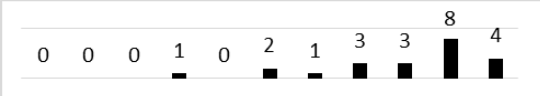
Título	Autores	Journal	FI/SJR (2014)	Ano	Volume	Edição	Total de citações	(Continua)										
								2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
E-government maturity models: Extension of the Layne and Lee model	Andersen K.V., Henriksen H.Z.	Government Information Quarterly	1.203	2006	23	2	192	0	0	0	3	18	20	18	49	36	20	28
The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation	Lockamy, A; McCormack, K	Supply Chain Management-an International Journal	1.931	2004	9	3-4	108	0	1	3	7	8	15	17	10	14	16	17
A maturity model for the implementation of software process improvement: An empirical study	Niazi M., Wilson D., Zowghi D.	Journal of Systems and Software	1.381	2005	74	2	98	0	3	8	7	14	11	18	7	12	11	7
Software Maintenance Maturity Model (SMmm): The software maintenance process model	April A., Hayes J.H., Abran A., Dumke R.	Journal of Software Maintenance and Evolution	0.794	2005	17	3	53	0	0	5	3	5	8	4	11	8	4	5

Tabela 1: Os 10 artigos mais citados sobre modelo de maturidade

(Continuação)

Título	Autores	Journal	FI/SJR (2014)	Ano	Volume	Edição	Total de citações	20042005200620072008200920102011201220132014
Maturity model for IT outsourcing relationships	Gottschalk P., Solli-Saether H.	Industrial Management and Data Systems	0.846	2006	106	2	52	001451874562
Service-oriented architecture: myths, realities, and a maturity model	Hirschheim, Rudy; Welke, Richard; Schwarz, Andrew	MIS Quarterly Executive	1.172	2010	9	1	33	000000310857
An Open Government Maturity Model for social media-based public engagement	Lee G., Kwak Y.H.	Government Information Quarterly	1.203	2012	29	4	33	0000000001518
Conception, development and implementation of an e-Government maturity model in public agencies	Valdes, Gonzalo; Solar, Mauricio; Astudillo, Hernan; Iribarren, Marcelo; Concha, Gaston; Visconti, Marcello	Government Information Quarterly	1.203	2011	28	2	24	00000003786

Tabela 1: Os 10 artigos mais citados sobre modelo de maturidade

								(Conclusão)
Título	Autores	Journal	FI/SJR (2014)	Ano	Volume	Edição	Total de citações	
A PACS maturity model: A systematic meta-analytic review on maturation and evolvability of PACS in the hospital enterprise	van de Wetering, Rogier; Batenburg, Ronald	International Journal of Medical Informatics	0.803	2009	78	2	23	
The project management maturity model	Kent Crawford J.	Information Systems Management	0.441	2006	23	4	22	

Fonte: Elaborado pela autora.

Foi observado na Tabela 1, que contém informações dos 10 artigos mais citados sobre modelo de maturidade, a existência de vários *journals* diferentes de publicações, uma vez que o tema abrange diversas áreas e também observou-se que os artigos visam ao aperfeiçoamento ou melhoria de algum sistema e/ou processo. Por meio da análise da evolução das publicações foi observada a evolução do tema com o passar dos anos e assim a importância que vem adquirindo na comunidade científica.

A partir da análise na Tabela 1 em relação aos títulos dos artigos mais citados e aos *journals*, nos quais são publicados, pode-se identificar as mais diversas áreas em que o tema é abordado. Sendo assim conclui-se que o modelo de maturidade pode ser adaptado para as mais diversas situações e áreas de estudo, contribuindo sempre para a busca de uma melhor performance.

Após a análise feita anteriormente foi elaborada a Tabela 2, com informações sobre os primeiros autores que mais foram citados entre os artigos sobre modelo de maturidade desde 2004 até 2014. A Tabela 2 contém o nome dos autores mais citados, alocados em sequência decrescente com relação as citações em artigos sobre modelo de maturidade e a instituição a qual pertencem. Demais informações decorrem de todas as publicações realizadas por esses autores, nas mais variadas áreas e temas de pesquisa, como: as palavras-chave mais empregadas por cada um deles, o índice h-index, número de publicações e a quantidade de citações decorridas no decênio 2004-2014.

Tabela 2: Os 10 autores mais citados nos artigos sobre modelo de maturidade

(Continua)

Autores mais citados	Afiliação	Palavras-Chave mais utilizadas	h-index	Publicação	Citações (C)	Modelo de Maturidade – Citações (M.M.C)	Evolução das citações
Lockamy, A.	Samford Univ, Brock Sch Business, Birmingham, AL USA	Supply Chain Management	10	28	536	109	C
							M.M.C
McCormack, K.	DRK Research, Birmingham, United States	Supply Chain Management	10	21	561	109	C
							M.M.C
Wilson, D.	University of Technology Sydney, Faculty of I.T., Sydney, Australia	Software process improvement (SPI)	9	33	561	98	C
							M.M.C

Tabela 2: Os 10 autores mais citados nos artigos sobre modelo de maturidade

(Continuação)

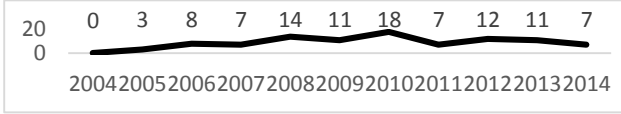
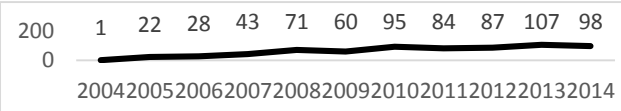
Autores mais citados	Afiliação	Palavras-Chave mais utilizadas	h-index	Publicação	Citações (C)	Modelo de Maturidade de – Citações (M.M.C)	Evolução das citações																						
Niazi, Mahmood K.	King Fahd University of Petroleum and Minerals, Information and Computer Science Department, Dhahran, Saudi Arabia	Systematic literature review	14	60	710	98	C  <table><tr><td>2004</td><td>2005</td><td>2006</td><td>2007</td><td>2008</td><td>2009</td><td>2010</td><td>2011</td><td>2012</td><td>2013</td><td>2014</td></tr><tr><td>1</td><td>10</td><td>13</td><td>25</td><td>48</td><td>58</td><td>86</td><td>88</td><td>121</td><td>130</td><td>130</td></tr></table>	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1	10	13	25	48	58	86	88	121	130	130
							2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014												
1	10	13	25	48	58	86	88	121	130	130																			
M.M.C  <table><tr><td>2004</td><td>2005</td><td>2006</td><td>2007</td><td>2008</td><td>2009</td><td>2010</td><td>2011</td><td>2012</td><td>2013</td><td>2014</td></tr><tr><td>0</td><td>3</td><td>8</td><td>7</td><td>14</td><td>11</td><td>18</td><td>7</td><td>12</td><td>11</td><td>7</td></tr></table>	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	0	3	8	7	14	11	18	7	12	11	7							
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014																			
0	3	8	7	14	11	18	7	12	11	7																			
Zowghi, Didar	University of Technology Sydney, Research Center for Human Centered Technology Design, Sydney, Australia	Non-functional requirements (NFRs)	12	83	696	98	C  <table><tr><td>2004</td><td>2005</td><td>2006</td><td>2007</td><td>2008</td><td>2009</td><td>2010</td><td>2011</td><td>2012</td><td>2013</td><td>2014</td></tr><tr><td>1</td><td>22</td><td>28</td><td>43</td><td>71</td><td>60</td><td>95</td><td>84</td><td>87</td><td>107</td><td>98</td></tr></table>	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	1	22	28	43	71	60	95	84	87	107	98
							2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014												
1	22	28	43	71	60	95	84	87	107	98																			
M.M.C  <table><tr><td>2004</td><td>2005</td><td>2006</td><td>2007</td><td>2008</td><td>2009</td><td>2010</td><td>2011</td><td>2012</td><td>2013</td><td>2014</td></tr><tr><td>0</td><td>3</td><td>8</td><td>7</td><td>14</td><td>11</td><td>18</td><td>7</td><td>12</td><td>11</td><td>7</td></tr></table>	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	0	3	8	7	14	11	18	7	12	11	7							
2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014																			
0	3	8	7	14	11	18	7	12	11	7																			

Tabela 2: Os 10 autores mais citados nos artigos sobre modelo de maturidade

(Continuação)

Autores mais citados	Afiliação	Palavras-Chave mais utilizadas	h-index	Publicação	Citações (C)	Modelo de Maturidade – Citações (M.M.C)	Evolução das citações
Gottschalk, Petter	Institute for Leadership and Organizational Management, Department of Leadership and Organizational Behaviour, Oslo, Norway	Knowledge management	17	150	1007	75	C
							M.M.C
Lee, Gwanhoo	American University, Kogod School of Business, Washington, United States	Process ambidexterity	2	9	43	56	C
							M.M.C
Kwak, Young Hoon	George Washington University, Department of Decision Sciences, Washington, United States	Project management	13	36	708	56	C
							M.M.C

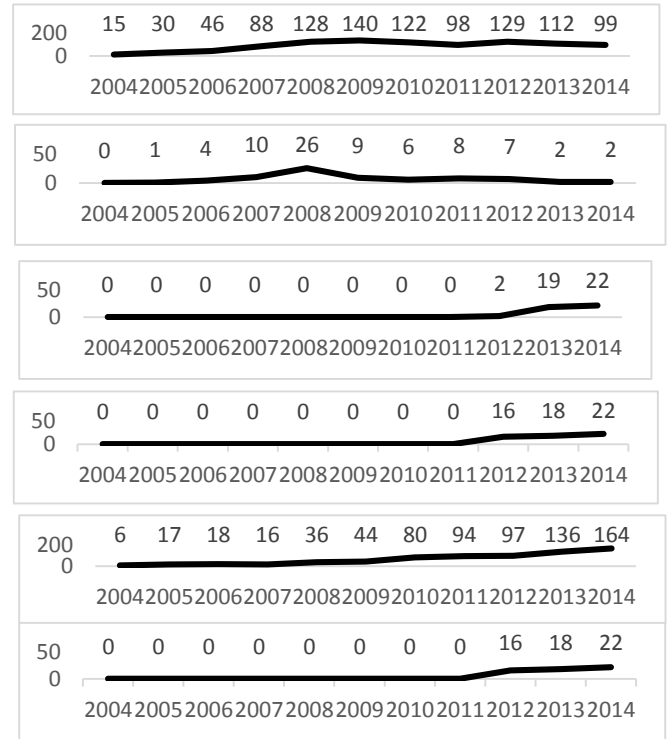
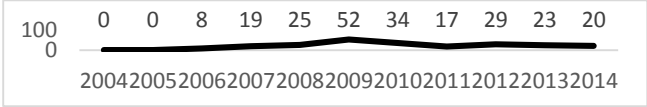
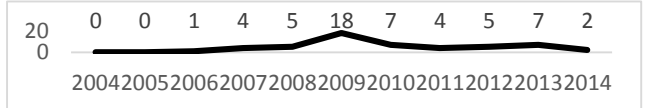
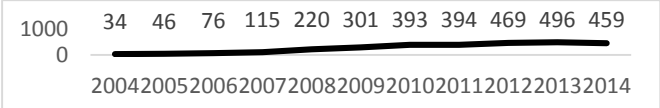


Tabela 2: Os 10 autores mais citados nos artigos sobre modelo de maturidade

(Conclusão)

Autores mais citados	Afiliação	Palavras-Chave mais utilizadas	h-index	Publicação	Citações (C)	Modelo de Maturidade – Citações (M.M.C)	Evolução das citações
Solli-Sæther, Hans	BI Norwegian Business School, Oslo, Norway	Outsourcing	7	24	227	53	C 
							M.M.C 
Piattini, Mario	Universidad de Castilla-La Mancha, Alarcos Research Group, Ciudad Real, Spain	Software process improvement (SPI)	25	587	3003	39	C 
							M.M.C 

Fonte: Elaborada pela autora.

A partir da Tabela 2, que contém a relação dos autores mais citados nos artigos sobre modelo de maturidade, observou-se que os 10 autores mais citados, que publicaram de 2004 até 2014 sobre modelo de maturidade, são autores com relevância no meio científico, pois verificou-se a grande quantidade de publicações feitas nas mais diversas áreas, além da notável quantidade de citações que cada um possui. Sendo assim concluiu-se que os artigos que vêm sendo publicados sobre o tema são de confiabilidade desejável.

Foi considerado na Tabela 2 o indicador bibliométrico *h-index*, que mede a produção científica de um pesquisador, em que o índice *h* significa o número de artigos com citações maiores ou iguais a esse número “*h*” (HIRSCH, 2005). Sendo assim a partir do *h-index* a produtividade do autor é quantificada, mostrando o impacto em um âmbito geral do autor na comunidade científica. Foi observada relativa conexão deste indicador com o número de citações dos autores, uma vez que aqueles com maior número de citações apresentaram maior *h-index*.

Na análise da Tabela 2 os 10 autores que tiveram suas obras mais citadas em artigos sobre modelo de maturidade, são autores que também se destacam na comunidade científica, nos mais variados temas de pesquisa, além de vários possuírem uma vasta quantidade de publicações e citações. Dessa forma afirma-se que os trabalhos científicos que vêm sendo desenvolvidos sobre modelo de maturidade tomando como base os artigos desenvolvidos por esses autores, são trabalhos que apresentam seriedade e confiabilidade.

Ainda pela Tabela 2 constatou-se que nem sempre os autores que publicam mais artigos e possuem uma maior quantidade de citações nos mais diversos temas, são os autores que possuem mais citações quando se refere ao tema “modelo de maturidade”. Mediante os autores mais citados e a Tabela 2, foi obtida a Tabela 3.

Na Tabela 3 é verificada a existência de lacunas científicas dos artigos mais recentes sobre modelo de maturidade publicados pelos autores mais citados. Observa-se que alguns dos autores mais citados trabalharam de forma conjunta na elaboração dos artigos mais recentes sobre modelo de maturidade.

Tabela 3: Lacunas científicas identificadas na análise bibliométrica dos modelos de maturidade

(Continua)

Autor	Co-autores	Último artigo sobre Modelo de Maturidade	Ano	Journal/FI (SJR)	Lacuna científica
Lockamy, A	McCormack, K.	The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation	2004	Supply Chain Management / 1.931	Os autores propõem o uso das medições obtidas por meio da maturidade da cadeia de suprimentos para melhoria nos pontos em que as medições de maturidade são deficientes
McCormack, K.	Lockamy, A	The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation	2004	Supply Chain Management / 1.931	*Os autores propõem o uso das medições obtidas por meio da maturidade da cadeia de suprimentos para melhoria nos pontos em que as medições de maturidade são deficientes
Wilson, D.	Niazi, M.K., Zowghi, D.	A maturity model for the implementation of software process improvement: An empirical study	2005	Journal of Systems and Software / 1.381	É recomendado o aperfeiçoamento do quadro de implementação que contem três componentes: plano de implementação do SPI, roteiro de implementação do SPI e modelo de implementação do SPI. Recomenda-se também uma melhor avaliação do modelo.
Niazi, Mahmood K.	Wilson, D., Zowghi, D.	A maturity model for the implementation of software process improvement: An empirical study	2005	Journal of Systems and Software / 1.381	*É recomendado o aperfeiçoamento do quadro de implementação que contem três componentes: plano de implementação do SPI, roteiro de implementação do SPI e modelo de implementação do SPI. Recomenda-se também uma melhor avaliação do modelo.
Zowghi, Didar	Niazi, M.K., Wilson, D	A maturity model for the implementation of software process improvement: An empirical study	2005	Journal of Systems and Software / 1.381	*É recomendado o aperfeiçoamento do quadro de implementação que contem três componentes: plano de implementação do SPI, roteiro de implementação do SPI e modelo de implementação do SPI. Recomenda-se também uma melhor avaliação do modelo.

Tabela 3: Lacunas científicas identificadas na análise bibliométrica dos modelos de maturidade

(Conclusão)					
Autor	Co-autores	Último artigo sobre Modelo de Maturidade	Ano	Journal/FI (SJR)	Lacuna científica
Gottschalk, Petter	-	Maturity model for email communication in knowledge organizations: The case of police investigations	2008	International Journal of Law, Crime and Justice / 0.249	Os autores sugerem a realização de uma pesquisa empírica testando os estágios propostos no modelo, verificando o desempenho da investigação policial ao adotar a medida ideal na fase de comunicação via e-mail
Lee, Gwanhoo	Kwak, Y.H.	An Open Government Maturity Model for social media-based public engagement	2012	Government Information Quarterly / 1.203	O autor sugere que em um trabalho futuro o modelo proposto seja rigorosamente validado, por meio do uso de dados empíricos quantitativos, além de incorporar a perspectiva do público ao modelo.
Solli-Sæther, Hans	Gottschalk, P.	Maturity model for IT outsourcing relationships	2006	Industrial Management and Data Systems / 0.846	Verificar atentamente outras fases existentes em uma relação de terceirização de TI, desenvolver e explicar as questões importantes em cada fase e esclarecer as contribuições teóricas e empíricas que faz a pesquisa ser mais que uma contribuição científica.
Kwak, Young Hoon	Lee, G.	An Open Government Maturity Model for social media-based public engagement	2012	Government Information Quarterly / 1.203	*O autor sugere que em um trabalho futuro o modelo proposto seja rigorosamente validado, por meio do uso de dados empíricos quantitativos, além de incorporar a perspectiva do público ao modelo.
Piattini, Mario	Garzás, J., Pino, F. J., Fernández, C.M.	A maturity model for the Spanish software industry based on ISO standards	2013	Computer Standards and Interfaces / 0.744	Aperfeiçoar o desenvolvimento de um modelo de maturidade organizacional para a indústria de Software na Espanha.

*Lacunas científicas iguais pois se referem ao mesmo artigo

Fonte: Elaborada pela autora.

Os autores Lockamy e McCormack obtêm como último artigo produzido sobre o tema modelo de maturidade, o “The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation” no ano de 2004 publicado pelo

journal Supply Chain Management no qual propõem o uso das medições obtidas por meio da maturidade da cadeia de suprimentos para melhoria nos pontos em que as medições de maturidade se encontram deficientes.

A pesquisa realizada por Lockamy e McCormack (2004) apresenta o uso do modelo de maturidade para a cadeia de suprimentos por meio de um quadro criteriosamente avaliado e embasado em um bom referencial teórico, além de sugerir que o desempenho da cadeia de suprimentos obtido por meio da SCOR (*Supply Chain Operations Reference*- referência de operações da cadeia de suprimentos) está fortemente relacionado com a maturidade da cadeia de suprimentos.

A pesquisa indica que medidas diretas de desempenho, como tempos de ciclo e níveis de estoque estão intimamente relacionados com a maturidade da cadeia de suprimentos. Todas essas relações sugerem que o instrumento de medição da maturidade da cadeia de suprimentos pode ser utilizado para melhoria, nos pontos em que as medições de maturidade são deficientes.

No entanto, o método de medição do desempenho geral nesta pesquisa não é suficiente, sendo necessário um maior aprofundamento em estudos futuros, assim como uma investigação entre a maturidade da cadeia de suprimentos e medidas financeiras.

No artigo dos autores Wilson, Niazi e Zowghi (2005) é identificada como lacuna científica, a necessidade de aperfeiçoamento do quadro de implementação do modelo de maturidade que contem três componentes: plano de implementação do SPI (*Software Process Improvement*), roteiro de implementação do SPI e modelo de implementação do SPI.

É apresentado um modelo de maturidade para a implementação do SPI (melhoria de processo do software) para que possa auxiliar as empresas a avaliar e aperfeiçoar os seus processos de implementação do SPI. O modelo desta pesquisa é extraído do CMM (*Capability Maturity Model* - modelo de maturidade de capacidade), baseado nos CSFs (*Critical Success Factors* - fatores críticos de sucesso) e algumas barreiras críticas são identificadas por meio da literatura e de um estudo empírico.

Para desenvolver este modelo foram analisadas experiências, opiniões e ponto de vista dos profissionais, com o intuito de identificar os fatores que impactam positivamente e negativamente, sobre a implementação do SPI, porém os autores desta pesquisa enfatizam a necessidade de aperfeiçoamento e melhor avaliação do modelo.

Os autores realizarão futuramente uma revisão do modelo, após obtido o *feedback* de diferentes praticantes, e assim formularão uma nova versão do modelo, posteriormente um

estudo de caso será realizado, a fim de validar e testar o modelo, de forma prática. A partir do modelo de maturidade e do estudo empírico, objetiva-se a construção de um quadro de implementação, contendo três componentes: plano de implementação do SPI, roteiro de implementação do SPI e modelo de implementação do SPI. Este *paper* em análise apresenta apenas um componente, o roteiro de implementação do SPI.

O quadro de implementação está em seu estágio inicial e precisa ser aperfeiçoado. Para isso um estudo de caso será realizado a fim de testes e validações, destacando-se quais pontos precisam ser reparados.

O autor Gottschalk em seu último artigo teve como tema o modelo de maturidade publicado em 2008 pelo *International Journal of Law, Crime and Justice*, o qual trazia o seguinte tema: “Maturity model for email communication in knowledge organizations: The case of police investigations”.

Esse mesmo artigo propõe um modelo de maturidade para a comunicação via e-mail interagindo com o ambiente de trabalho, com o objetivo de auxiliar as organizações a focar no e-mail, como uma ferramenta, para que seus benefícios ultrapassem os custos e os danos causados.

O modelo possui quatro fases: pessoa-tecnologia, pessoa-pessoa, pessoa-informação, pessoa-aplicação. Os autores sugerem para o futuro a realização de uma pesquisa empírica, testando os estágios propostos no modelo, verificando o desempenho da investigação policial, ao adotar a medida adequada na fase de comunicação via e-mail.

Os autores Lee e Kwak publicaram seu último artigo sobre modelo de maturidade em 2012 no *Government Information Quarterly*, tendo como tema “An Open Government Maturity Model for social media-based public engagement.” A pesquisa propõe a existência de diversos níveis de maturidade para se obter um governo com maior engajamento público.

Propõem que, ao passar de um nível de maturidade para o próximo de uma forma ordenada, as agências governamentais podem evitar riscos desnecessários e construir sistematicamente suas capacidades de governo aberto, possibilitando que o setor público e privado possam participar, colaborar e inovar em conjunto.

O modelo foi validado a partir de um grupo focado. Várias entrevistas em campo foram realizadas e é em sua maior parte baseado na perspectiva da agência governamental. Sendo assim, o autor sugere que, em um trabalho futuro o modelo proposto seja rigorosamente

validado, por meio do uso de dados empíricos quantitativos, além de incorporar a perspectiva do público ao modelo.

Gottschalk foi co-autor da última publicação de Solli-Sæther sobre modelo de maturidade, publicado em 2006 no *Industrial Management and Data System*, tendo como tema “Maturity model for IT outsourcing relationships”. Esta pesquisa apresenta um modelo de maturidade para a terceirização de TI (Tecnologia da Informação), baseado em teorias organizacionais e práticas, identificando três estágios de maturidade: custo, recurso e parceria.

Segundo Solli-Sæther, a pesquisa tem diversas deficiências que devem ser tratadas em uma pesquisa futura, como por exemplo: verificar atentamente outras fases existentes em uma relação de terceirização de TI, desenvolver e explicar as questões importantes em cada fase e esclarecer as contribuições teóricas e empíricas, o que faz a pesquisa ser mais que uma contribuição científica.

O autor Piattini (2013) foi o mais recente a publicar seu último artigo sobre modelo de maturidade, com o tema “A maturity model for the Spanish software industry based on ISO standards.” Piattini tem como co-autores Garzás, Pino e Fernández, e a lacuna científica identificada é sobre aperfeiçoar o desenvolvimento de um modelo de maturidade organizacional para a indústria de Software na Espanha.

Este estudo apresenta o uso e a adaptação de alguns modelos da ISO no desenvolvimento de um modelo de maturidade organizacional para a indústria de Software na Espanha, com o intuito de minimizar as deficiências detectadas em pequenas companhias de desenvolvimento de softwares, ao implementarem modelos que são mais utilizados em grandes organizações.

Com o desenvolvimento do projeto para a construção do modelo, uma aplicação foi inicialmente realizada em 16 empresas espanholas, pertencentes a AENOR (*Asociación Española de Normalización y Certificación* – Associação Espanhola de Normalização e Certificação) para obterem certificação. Segundo o autor, até 2013 cerca de 38 empresas já obtinham certificações de nível 2 e 3 deste modelo e diversas outras estavam aguardando a certificação até o próximo ano.

A partir desta análise bibliométrica foram identificados os autores mais influentes sobre o tema, certificando-se que estes estejam no referencial teórico deste trabalho, uma vez que eles contribuem muito para o tema estudado. Também foi possível verificar se a proposta deste trabalho está em consonância com as lacunas científicas identificadas, podendo ser verificado que o foco em melhoria e aperfeiçoamento de processos, sistemas ou demais situações

almejando a maturidade estão em praticamente todos os últimos trabalhos produzidos pelos autores mais citados sobre modelo de maturidade.

As principais finalidades para a utilização dos modelos de maturidade são: análise dos pontos fortes e fracos, desenvolvimento de um roteiro para melhorias a serem feitas e avaliação da empresa, em comparação com padrões e melhores práticas de outras organizações (PIGOSSO; ROZENFELD; McALOONE, 2013).

Geralmente existem diferentes classificações dos modelos de maturidade que são encontradas, quando analisadas quanto às suas estruturas:

- Matriz de maturidade;
- Modelos de Maturidade de Capacidade (MMC); e
- Modelos que são extensões do MMC, dos quais alguns podem ser verificados no Quadro 12.

A matriz de maturidade, que está ilustrada na Figura 14, é baseada na tabela de maturidade de gestão de qualidade de Crosby (Quadro 13), que pode conter vários níveis de maturidade, geralmente 3 a 6, formando um caminho evolucionário de recursos.

Para um dado fator em um nível de maturidade específico, descrições detalhadas são fornecidas para servir como base para a medição de maturidade. Áreas de processos são independentes umas das outras, e podem atingir níveis de maturidade diferentes ao mesmo tempo. Por inspecionar o nível de maturidade de cada fator-chave, as empresas podem tomar conhecimento dos seus pontos fracos e, conseqüentemente, melhorar as atividades relevantes (JIN; CHAI; TAN, 2013)

O nível de maturidade não permite uma conclusão exata a respeito do sucesso da organização. Uma organização pode operar com êxito em um nível mais baixo de maturidade se o ambiente é estável e com baixo risco, e será um desperdício de tempo e recursos tentar elevar o nível de maturidade dessa organização. Sendo assim, pode-se concluir que a organização precisa identificar seu nível de maturidade ideal, considerando a natureza e das ameaças e oportunidades no ambiente (ALBU; PANZAR, 2010).

Os modelos de maturidade podem possuir diferentes níveis ou estágios de maturidade, os quais são conduzidos pela busca de novas oportunidades de crescimento ou em resposta à crises internas. Estágios de crescimento dos modelos de maturidade podem ser determinados por meio

dos processos de inovação organizacional e são determinados de acordo com a necessidade do modelo a ser desenvolvido para a avaliação da maturidade de determinado processo. Inovações tecnológicas são consideradas um dos primeiros fatores de melhoria organizacional (GOTTSCALK; SOLLI-SÆTHER, 2006; GOTTSCALK, 2008).

Quadro 12: Modelos de Maturidade de diferentes domínios

Tipo Modelo de Maturidade	Baseado em	Processo ou Produto	Benefícios do modelo	Foco principal
Modelo de Maturidade de Capacidade (MMC)	Tabela de Crosby	Desenvolvimento de softwares e manutenção de processos	Software de alta qualidade, custo eficaz, entrega oportuna, melhor produtividade de desenvolvimento de software, etc.	Gerenciamento de projeto de software para prevenção de defeitos
MMC Serviços TI	MMC	Serviços de TI	Serviços provedores para avaliar suas capacidades no que diz respeito a entrega de serviços de TI e fornecimento de instruções e passos para melhoria das suas capacidades de serviço	O foco principal do modelo é a organização de serviço completo e este âmbito abrange todas as atividades de entrega de serviço
Modelo de Maturidade de Qualidade de informação	MMC	Processo de gestão de qualidade de informação	Informação de Alta Qualidade	Desenvolvimento de uma abordagem disciplinada para a qualidade de informações
Modelo de Maturidade Empresa de Arquitetura	MMC	Desenvolvimento de processo em empresa de arquitetura	Software de redução e redundância de dados, maior confiabilidade, previsão mais exata de custos de desenvolvimento e suporte, etc.	Fornecer um caminho para a arquitetura, melhorias processuais dentro de uma organização
Modelo de Maturidade de Gerenciamento de dado empresariais	MMC	Processo de administração de base de dados	Melhor gerenciamento do processo de administração da base de dados	Planejamento de processo, gestão de subcontratação para melhoria contínua do processo
Modelo de Maturidade de Gerenciamento de Projeto	Modelo próprio, baseado no MMC	Processo de Gestão de Projetos	Promove práticas de melhorias na gestão de projetos	Oferece aos gerentes um procedimento para medir o processo de gerenciamento de projetos

Fonte: (SEN; RAMAMURTHY; SINHA, 2012).

O objetivo principal do modelo de matriz de maturidade é medir e codificar as capacidades ou o comportamento típico, o que reflete em boas práticas para efetivamente realizar tarefas específicas e objetivas (GOLEV; CORDER; GIURCO, 2015).

Figura 14: Matriz de Maturidade

	Área de Processo 1	Área de Processo 2	Área de Processo 3
Nível 1 de maturidade	Alcançados	Alcançados	Alcançados
Nível 2 de maturidade	Alcançados		Alcançados
Nível 3 de maturidade			Alcançados
CONCLUSÃO	NÍVEL 2	NÍVEL 1	NÍVEL 3

Fonte: (JIN; CHAI; TAN, 2013).

Uma matriz de maturidade geralmente inclui vários aspectos-chave que possuem a visão geral da área de interesse, no qual são descritos e interpretados o progresso em cada um dos estágios intermediários ou transitórios.

As matrizes de maturidade têm sido aplicadas com sucesso para avaliação de capacidades estratégicas e operacionais em organizações de gestão da qualidade, desenvolvimento de produto, comunicação, segurança de dados e gerenciamento de risco (GOLEV; CORDER; GIURCO, 2015).

Maier, Moultrie e Clarkson (2012) avaliaram 24 matrizes de maturidade desenvolvidas por pesquisadores acadêmicos, indústrias e firmas de consultoria, formando um quadro contendo a nomeação da matriz de maturidade, sua descrição, objetivo e escopo, quantos níveis são utilizados naquele modelo de matriz de maturidade e quais os itens adequados para os níveis predeterminados, exemplificado pelo Quadro 14.

A partir do Quadro 14 percebe-se que as matrizes de maturidade podem ser utilizadas para várias finalidades, porém todas elas são desenvolvidas a partir de um roteiro, o qual consiste em quatro fases: planejamento, desenvolvimento, avaliação, e manutenção, conforme o Quadro 15. Para cada fase, um número de pontos e de opções de decisão é discutido. A

progressão por meio de algumas fases pode ser trabalho iterativo e talvez tenham que ser reavaliadas (MAIER; MOULTRIE; CLARCKSON, 2012).

Quadro 13: Tabela de maturidade de gestão de qualidade de Crosby

Categorias de Medida	Estágio I Incerteza	Estágio II Despertar	Estágio III Esclarecimento	Estágio IV Sabedoria	Estágio V Certeza
Compreensão e atitude da gerencia	Nenhuma compreensão da qualidade como instrumento da gerência. Tendência a culpar o departamento de qualidade pelos “problemas de qualidade”.	Reconhecimento de que a gerência da qualidade é útil, mas não há disposição para gastar dinheiro ou tempo necessários à realização.	No decorrer do programa de melhoria da qualidade, aprenda mais sobre gerência da qualidade; dê apoio e seja útil.	Participe. Compreenda os absolutos da gerência da qualidade. Reconheça o seu papel na continuação da ênfase.	Considere a gerência da qualidade parte essencial da companhia.
Status de qualidade da empresa	A qualidade está oculta nos setores de produção ou engenharia. A inspeção não existe, provavelmente, na empresa. Ênfase em avaliação e classificação.	Nomeação de um líder mais forte para a qualidade, porém, a ênfase continua em avaliação de movimento do produto. Continua no setor de produção ou outro qualquer	O departamento da qualidade presta contas à alta gerência, toda avaliação é incorporada e o gerente tem um papel na administração da companhia.	O gerente da qualidade é um funcionário da companhia; comunicação efetiva de status e ação preventiva. Envolvimento com negócios de consumidor e encargos especiais.	Gerente de qualidade na diretoria. A prevenção é a maior preocupação. A qualidade é ideia prioritária.
Resolução de Problema	Problemas são combatidos à medida que ocorrem; nenhuma solução; definição inadequada; gritos e acusações	Organização de equipes para solucionar principais problemas. Soluções em longo prazo são solicitadas	Comunicação de ação corretiva estabelecida. Problemas enfrentados com fraqueza e resolvidos de modo ordeiro.	Problemas identificados em estágio precoce de desenvolvimento. Todas as funções abertas a sugestões e melhoria.	Problemas evitados, exceto nos casos mais extraordinários
Custo de qualidade como % das vendas	Registrado: desconhecido. Real: 20%	Registrado: 3% Real: 18%	Registrado: 8% Real: 12%	Registrado: 6,5 % Real: 8%	Registrado: 2,5 % Real: 2,5%
Medidas de melhoria da qualidade	Nenhuma atividade organizada. Nenhuma compreensão	Tentativas óbvias de “motivação” em curto prazo	Implementação de programa de 14 etapas com total compreensão e	Continuação do programa de 14 etapas e início do Certifique-se	A melhoria da qualidade é uma atividade normal e contínua.

	dessas atividades.		determinação de cada etapa		
Sumário das possibilidades da companhia no setor da qualidade	“Não sei por que temos problemas de qualidade”	“Será absolutamente necessário ter sempre problemas de qualidade?”	“Por meio do compromisso da gerência e da melhoria da qualidade, estamos identificando e resolvendo os nossos problemas”.	“A prevenção de defeitos é parte rotineira da nossa operação”.	“Sabemos porque não temos problemas de qualidade”.

Fonte: (CROSBY, 1979).

De acordo com Maier, Moultrie e Clarckson (2012), apesar da existência de um roteiro a ser seguido, pode haver variação dos pontos dentro das fases, porém as fases são consistentes e consequentemente, podem ser aplicadas em vários domínios.

Embora predominantemente seja visado como orientação para futuros desenvolvimentos de matrizes de maturidade, o roteiro pode ser utilizado para fins avaliativos das observações existentes. O roteiro é como um alerta aos pesquisadores e profissionais para um conjunto de decisões que precisam ser tomadas, ao se desenvolver uma matriz de maturidade (MAIER; MOULTRIE; CLARCKSON, 2012).

O MMC, ilustrado na Figura 15, consiste em uma estrutura de cinco fases de evolução, ou níveis de capacidade, ou processo de maturidade, descrevendo um caminho de melhoria evolutiva de um processo imaturo para um maduro, disciplinando o processo (ALBU; PANZAR, 2010).

O MMC surgiu na década de 1990 quando o *Software Engineering Institute* (SEI – Instituto de Engenharia de *Software*) propôs o modelo de maturidade de capacidade do *software* em outro mais desenvolvido, visando melhorar a qualidade do desenvolvimento de *softwares*. O MMC é caracterizado por sua abrangente e complexa arquitetura, pois diferentemente das matrizes de maturidade, cada nível de maturidade em um MMC tem suas próprias áreas de processo. É um nível de maturidade específico, que só pode ser alcançado se as práticas e objetivos de todas as áreas do processo em um nível anterior forem satisfeitas (JIN; CHAI; TAN, 2013).

Quadro 14: Exemplificação a partir de três das 24 matrizes de maturidade analisadas por Maier, Moultrie e Clarkson (2012).

Matriz de Maturidade	Descrição	Processo	Níveis de maturidade
Matriz de Maturidade de Gestão da Qualidade	Trata-se de uma matriz de maturidade organizacional primeiramente publicada por Crosby em seu livro “Quality is Free” em 1979. É um modelo de matriz de maturidade utilizado por organizações para identificar o quão maduro são seus processos.	Rótulo: Categorias de Gestão Itens: Conhecimento do modelo de gestão e das atitudes, posicionamento da Qualidade na organização, manipulação dos problemas, o custo da qualidade como porcentagem de vendas, ações de melhoria na qualidade, agregar uma postura de inserir qualidade na organização.	Estágio I: Incerto Estágio II: Despertar Estágio III: Esclarecimento Estágio IV: Sabedoria Estágio V: Certeza
Excelência do produto e tempo de ciclo	Toda organização que aperfeiçoa o processo de desenvolvimento de novos produtos passará por vários estágios de evolução. Esse modelo de matriz de maturidade proposto por McGrath é uma abordagem para avaliar e melhorar essa progressão.	Rótulo: Não mencionado Itens: Processo de desenvolvimento de produtos, equipe de projetos, manutenção da qualidade dos processos e métodos do P&D, técnicos motivados, estabelecer equipes multidisciplinares, coordenação do P&D e marketing, transferir as novas tecnologias para o marketing, colaboração entre setor de P&D e de finanças, ligar o setor de P&D ao planejamento de negócios.	Estágio 0: Informal Estágio 1: Funcionalidade focada na gestão de projeto Estágio 2: Gestão de projeto multidisciplinar Estágio 3: Toda a empresa integrada com o desenvolvimento de produtos
Modelo de maturidade de risco	Boas práticas de gestão de risco, incluindo a avaliação da saúde e segurança, riscos ambientais e financeiros, são essenciais para as organizações. Sugerida por Hillson.	Rótulo: Atributos Itens: Definição, cultura, processo, experiência, aplicação	Nível 1: Inocente Nível 2: Aprendiz Nível 3: Normalizado Nível 4: Natural

Fonte: Baseado em (MAIER; MOULTRIE; CLARKSON, 2012).

Para as áreas de desenvolvimento de produtos e serviços; prestadoras de serviço; gerência; entrega de produtos; e aquisição de serviços e produtos, uma extensão do MMC, com melhores práticas, é utilizado, o Modelo de Maturidade de Capacidade Integrado (MMCI), o qual fornece um guia para a melhoria contínua da organização por meio da integração de funções interorganizacionais, focando os objetivos e prioridades, provendo guias para

processos de qualidade e estabelecendo um ponto de referência para avaliar o processo em andamento (MAIER; MOULTRIE; CLARCKSON, 2012).

Quadro 15: Pontos de decisão e de opções de decisão para as fases de desenvolvimento de uma matriz de maturidade

	Pontos de Decisão	Opções de Decisão
Fase 1 – Planejamento	1 – Audiência Específica	Usuários (ex., membros de projeto, líder do projeto, mudança de agente, ou CEO)
	2 – Definição de Objetivos	Entidades (ex., times, organizações, processos ou produtos)
	3 – Esclarecer Escopo	Genérico (ex., gestão de energia) ou Domínio específico (ex., gestão de energia em construções)
	4 – Definir Critérios de Sucesso	Requisitos de Alto-nível Requisitos Específicos
Fase 2 – Desenvolvimento	1 – Selecionar as áreas dos processos (componentes e quadro teórico)	Por exemplo: referência ao organismo estabelecido para conhecimento; exame da literatura; conhecimento avançado; definição de metas
	2 – Selecionar níveis de maturidade (lógica subjacente)	Por exemplo: existência e adesão a um processo estruturado; alteração da estrutura organizacional; ênfase nas pessoas; ênfase na aprendizagem
	3 – Formular célula texto	Tipo de formulação: prescritivo ou descritivo. Fonte de informação: sintetizar os pontos de vista de usuários futuros ou de comparação de práticas de um número de organizações Mecanismo de formulação: indutivamente gerado a partir de descrições de práticas ou deduzido da lógica subjacente
	4 – Definir o mecanismo de administração	Foco no processo de avaliação (ex.: face-a-face, entrevistas, <i>workshops</i>) ou foco nos resultados finais (ex.: <i>survey</i>)
Fase 3 – Avaliação	1 – Validação	Correspondência entre intenção do autor e compreensão do usuário
	2 – Verificação	Correspondência com requerimentos específicos
Fase 4 – Manutenção	1 – Verificar referência	Se aplicável
	2 – Manter banco de dados de resultados	Se aplicável
	3 – Documentar e comunicar desenvolvimento do processo e resultados	Específico do público

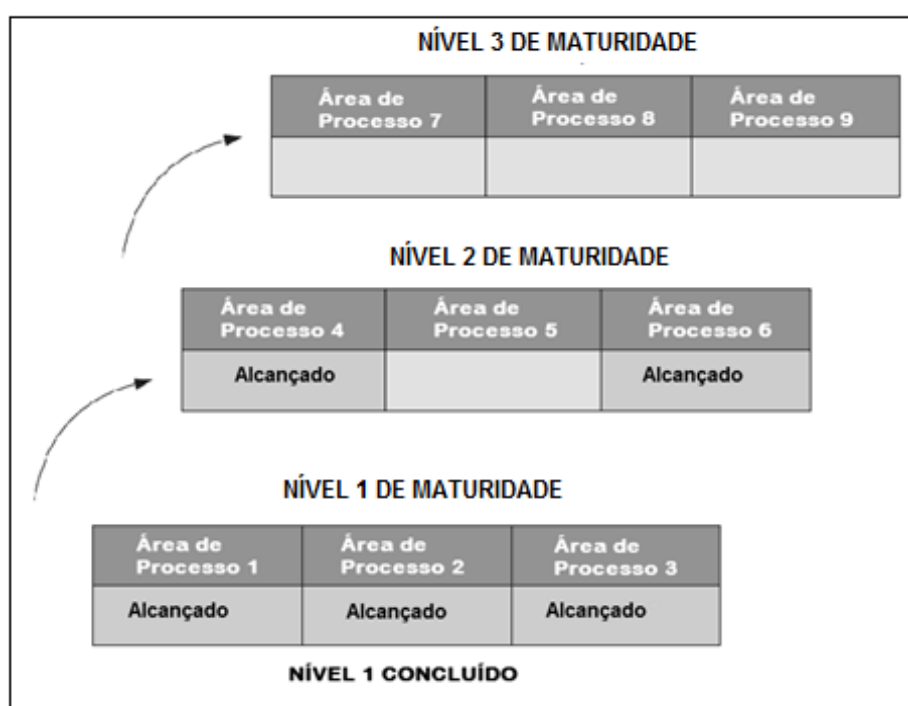
Fonte: (MAIER; MOULTRIE; CLARCKSON, 2012).

Segundo Niazi, Wilson e Zowghi (2005), o MMCI consiste em 22 áreas de processos categorizados em torno de cinco níveis de maturidade, e os fatores críticos e as barreiras do

processos devem ser analisados junto às áreas de processos. Dessa forma o MMCI é representado por meio de estágios e também por representação contínua.

A representação por meio de estágios é similar ao MMC, sendo apresentados cinco estágios de maturidade, enquanto a representação contínua faz o uso de seis níveis de capacidade para o aperfeiçoamento do processo, em que cada nível corresponde a um objetivo genérico e uma sequência de práticas, e cada nível é analisado separadamente. Os níveis de capacidade visam aumentar a habilidade de controle, performance e melhoria das organizações em específicas áreas de processo (NGAI *et al.*, 2013).

Figura 15: Modelo de maturidade de capacidade



Fonte: (JIN; CHAI; TAN, 2013).

De acordo com Maier, Moultrie e Clarkson (2012), as diferenças existentes entre matriz de maturidade e modelo de maturidade de capacidade são difíceis de serem identificadas, uma vez que são melhorias complementares, porém algumas distinções podem ser feitas, a partir da orientação, modo e intenção do processo a que se está aplicando o modelo.

Quanto à orientação, os modelos de maturidade de capacidade identificam as melhores práticas para processos específicos e a maturidade da organização em termos de quantas vezes essas práticas foram implementadas. Por outro lado, as matrizes de maturidade não são aplicadas apenas a processos específicos, identificando as características que qualquer processo

poderia desenvolver para alcançar suas melhores performances (MAIER; MOULTRIE; CLARCKSON, 2012).

Quanto ao modo de aplicação, os modelos de maturidade consistem da aplicação de questionários com escala *Likert* ou binários, em contraste com as matrizes de maturidade que são tipicamente estruturadas a partir de matrizes. Quanto à intenção do processo, muitos modelos de maturidade de capacidade seguem um formato padrão e são reconhecidos internacionalmente, podendo ser usados como certificados das performances promovidas. Já as matrizes de maturidade são menos complexas podendo ser usadas como diagnósticos e ferramentas de melhorias (MAIER; MOULTRIE; CLARCKSON, 2012).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este trabalho trata de uma pesquisa aplicada, quando analisado quanto à sua natureza. É determinada essa classificação devido ao fato de objetivar a geração de novos conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a solucionar problemas específicos (MIGUEL *et al.*, 2012).

Sob o ponto de vista da abordagem do problema, este estudo trata de uma pesquisa qualitativa, pois a mesma tem caráter exploratório e permite a compreensão de um fenômeno e a contribuição para a sua mudança. Além de ter como foco os processos do objeto de estudo, refletindo sobre a teoria em vários momentos durante o desenvolvimento da pesquisa (MIGUEL *et al.*, 2012).

Quanto aos objetivos é classificada como uma pesquisa exploratória e descritiva. É classificada como pesquisa exploratória, uma vez que tem a finalidade de proporcionar maiores informações sobre o assunto a ser investigado. Prodanov e Freitas (2013) afirmam que a pesquisa exploratória envolve: levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que passaram por experiências com o problema investigado e análise de exemplos que possam estimular a compreensão.

É classificada como pesquisa descritiva devido à existência da pretensão de classificar, interpretar e analisar os resultados obtidos. Segundo Prodanov e Freitas (2013), as pesquisas descritivas têm os fatos observados, analisados, classificados e interpretados sem que haja a interferência ou qualquer tipo de manipulação do pesquisador. Quanto aos procedimentos trata-se de uma pesquisa básica, desenvolvida por um levantamento bibliográfico seguido de uma proposta teórica, na qual foi testada posteriormente.

Inicialmente, foi feita uma pesquisa bibliométrica sobre modelos de maturidade, visando a identificação dos artigos mais citados sobre o assunto e os autores mais citados, além da evolução sobre o tema na comunidade acadêmica e em quais áreas têm sido feitos estudos. A partir de então determinaram-se as justificativas para este trabalho, a necessidade dos autores mais citados sobre modelos de maturidade estarem citados neste trabalho e a contribuição das lacunas científicas identificadas na pesquisa bibliométrica, como um guia para este trabalho.

Após a pesquisa bibliométrica foi feita uma pesquisa literária mais detalhada acerca dos elementos relativos à GA, sendo eles: ISO 14001, produção mais limpa, eco design, gestão

verde da cadeia de suprimentos e avaliação do ciclo de vida. Para realização de tal fato, foi necessário buscar artigos científicos que abordassem esses elementos. Para a busca de artigos, foi utilizado o software de pesquisa *Scopus* e *Web of Science*, que são bancos de dados os quais abrigam artigos científicos de jornais e revistas com intuito acadêmico.

Como o banco de dados *Scopus* e o *Web of Science* buscam artigos científicos de jornais e revistas acadêmicos internacionais, as palavras-chave pesquisadas foram: “*Environmental Management*”, “*ISO 14001*”, “*Cleaner Production*”, “*Green Design*”, “*Green Supply Chain Management*” e “*Life Cycle Assessment*”. Optou-se por dar preferência a artigos científicos publicados a partir do ano de 2012, de modo a garantir que a revisão bibliográfica fosse atual.

Após a busca por artigos científicos, foi efetuada a leitura de artigos de cada um dos elementos relativos à GA, os quais foram selecionados a partir da leitura do resumo de cada um, a fim de verificar os que apresentavam princípios relevantes à pesquisa, como por exemplo implementação de práticas e/ou elementos relativos à GA nas empresas industriais, de modo a conduzir um estudo aprofundado acerca dos princípios e sua funcionalidade nesse tipo de empresas, sendo uma das delimitações deste trabalho.

Com esses princípios já estabelecidos, foi feita uma análise cruzada para verificar quais deles se aplicavam de forma simultânea aos cinco elementos (ISO 14001, produção mais limpa, eco *design*, gestão verde da cadeia de suprimentos, avaliação do ciclo de vida). Em seguida foram identificados os macro grupos existentes, os quais se referem a cada elemento relativo à GA analisado, sendo classificados como *drivers*, nesta pesquisa, de forma a guiar cada princípio que o compõe, para, posteriormente, a partir dos princípios alocados nos *drivers*, serem determinadas, de forma mais detalhada, as práticas necessárias para se alcançar a maturidade.

Após, foi necessário fazer uma nova pesquisa para melhor compreender uma matriz de maturidade, sua formulação e seu método de avaliação. Para isso, os plataformas de pesquisa *Scopus* e *Web of Science* foram utilizados novamente. Dessa vez, as palavras-chave foram: “*Maturity Matrix*”, “*Maturity Grid*”, “*Maturity Model*”.

Com a conclusão dessas etapas iniciou-se a elaboração da proposta inicial da matriz de maturidade com ênfase nas estratégias ambientais, tendo por base a matriz de maturidade de gestão da qualidade (Crosby) citada no Quadro 10, fazendo o uso de cinco níveis de maturidade: estágio 1 – não desenvolvido; estágio 2 – minimamente desenvolvido; estágio 3 – medianamente desenvolvido; estágio 4 – bem desenvolvido; estágio 5 – totalmente

desenvolvido. A proposta inicial da matriz de maturidade terá a sua validação por meio de dois tipos de especialistas, sendo eles: gerentes e pesquisadores da área ambiental.

Para que se prossiga à próxima etapa será necessário identificar a empresa na qual a proposta inicial da matriz de maturidade será testada. Deve ser uma empresa que se encontre dentro das limitações dessa pesquisa e o quesito de teste, que seja uma empresa com grande impacto ambiental na sociedade, seja por meio de grandes emissões de poluentes, ou geração de uma quantidade significativa de resíduos, entre outros, uma vez que, visando à sustentabilidade, é desejável que essas indústrias tenham graus de maturidades elevados em quesitos ambientais.

A proposta inicial de matriz de maturidade será enviada para a empresa predefinida para verificar sua aplicabilidade, a partir da identificação dos níveis de maturidade em cada princípio alocado na matriz, uma vez que se deseja, analisar a partir de índices avaliativos, o grau de maturidade da empresa. Segundo Jesus (2014), a maturidade pode ser mensurada a partir de três índices avaliativos: Classificação de Maturidade (CM), Índice Potencial de Maturidade adaptado (IPM) e Nível de Maturidade Geral (NMG).

A CM é calculada a partir dos resultados obtidos no teste da matriz, realizado na empresa predefinida. Trata-se de um índice obtido por meio da moda, ou seja, o estágio que mais aparece na matriz de maturidade será classificado como o grau de maturidade da empresa. A CM é uma visão estática na qual não se pode observar o quanto a empresa já evoluiu nos outros princípios que não se encontram no estágio de maturidade identificado, demonstrando desequilíbrio no desenvolvimento da ferramenta, sistema e/ou estratégia ambiental (FOLLMANN, 2012).

Para completar a ideia da CM utiliza-se o índice IPM (1), que representa de forma percentual o número de estágios percorridos por todos os princípios. O IPM segue o seguinte raciocínio: se cada princípio tem 5 níveis possíveis, em uma escala de 1 a 5, ele terá no máximo 4 estágios para avançar, buscando a maturidade. Por exemplo, se um princípio foi avaliado com nível de maturidade 2, este terá que avançar 3 níveis para alcançar a maturidade. Este raciocínio se estende à todos os princípios que compõem a matriz de maturidade, obtendo ao todo $N \times 4$ estágios para se alcançar a maturidade total da ferramenta, sistema e/ou estratégia ambiental (FOLLMANN, 2012):

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{4 \times np_1 + 3 \times np_2 + 2 \times np_3 + 1 \times np_4}{N \times 4} \right) \right] \times 100 \quad (1)$$

Onde:

IPM = Índice Potencial de Maturidade

np_1 = número de princípios do estágio 1 multiplicado pelos 4 estágios que faltam para atingir a maturidade

np_2 = número de princípios do estágio 2 multiplicado pelos 3 estágios que faltam para atingir a maturidade

np_3 = número de princípios do estágio 3 multiplicado pelos 2 estágios que faltam para atingir a maturidade

np_4 = número de princípios do estágio 4 multiplicado por 1 estágio que falta para atingir a maturidade

Por exemplo, uma empresa pode ter a CM igual a 4 e um IPM de 45%, significando que, mesmo obtendo a maior parte de seus princípios avaliados como nível 4 de maturidade, do total de princípios avaliados no IPM, 45% alcançaram a maturidade, sendo necessário um esforço maior em determinadas práticas para se alcançar um percentual de maturidade mais elevado.

Para que se efetue o terceiro índice (NMG), são utilizados pesos para os *drivers*, sendo que neste estudo foi utilizado um padrão linear de peso 1 para todos, uma vez que eles se correlacionam. Devido à dependência existente entre os *drivers* uma análise mais aprofundada por meio de um mecanismo de ponderação confiável, é sugerida para futuras pesquisas, garantindo dessa forma resultados mais assertivos quanto ao NMG da matriz proposta. Segundo Jesus (2014), os pesos demonstram a importância de cada *driver* para a maturidade total. Será utilizada a média ponderada, com a pretensão de calcular os intervalos de pontos entre os níveis de maturidade. O cálculo consiste em dois passos:

- Determinar a quantidade de princípios; e
- Aplicar os pesos.

Segundo Jesus (2014), utiliza-se a seguinte fórmula (2) para determinar a quantidade de princípios para cada *drivers* em cada nível de maturidade:

$$tap_y = qp_y \times vc_y \quad (2)$$

Onde:

$$\{y \in N \mid 1 \leq y \leq 5\}$$

tap_y = total de princípios antes da aplicação dos pesos;

qp_y = quantidade de princípios;

vc_y = valor da classificação.

Para a aplicação dos pesos utiliza-se a fórmula abaixo (3):

$$M_y = \frac{\sum tap_y \times p_y}{\sum p_y} \quad (3)$$

Onde:

M_y = Média ponderada de cada nível de maturidade;

tap_y = total de princípios antes da aplicação dos pesos;

p_y = valor dos pesos dos *drivers*.

Após a aplicação dos pesos pode ser estabelecido o intervalo de cada nível de maturidade com as médias ponderadas obtidas. Para a identificação do grau de maturidade da empresa torna-se necessário estabelecer a nota de cada *driver* (4).

$$Nota \text{ do driver} = 1 \times np_1 + 2 \times np_2 + 3 \times np_3 + 4 \times np_4 + 5 \times np_5 \quad (4)$$

Onde:

np_1 = número de princípios com nível de maturidade 1;

np_2 = número de princípios com nível de maturidade 2;

np_3 = número de princípios com nível de maturidade 3;

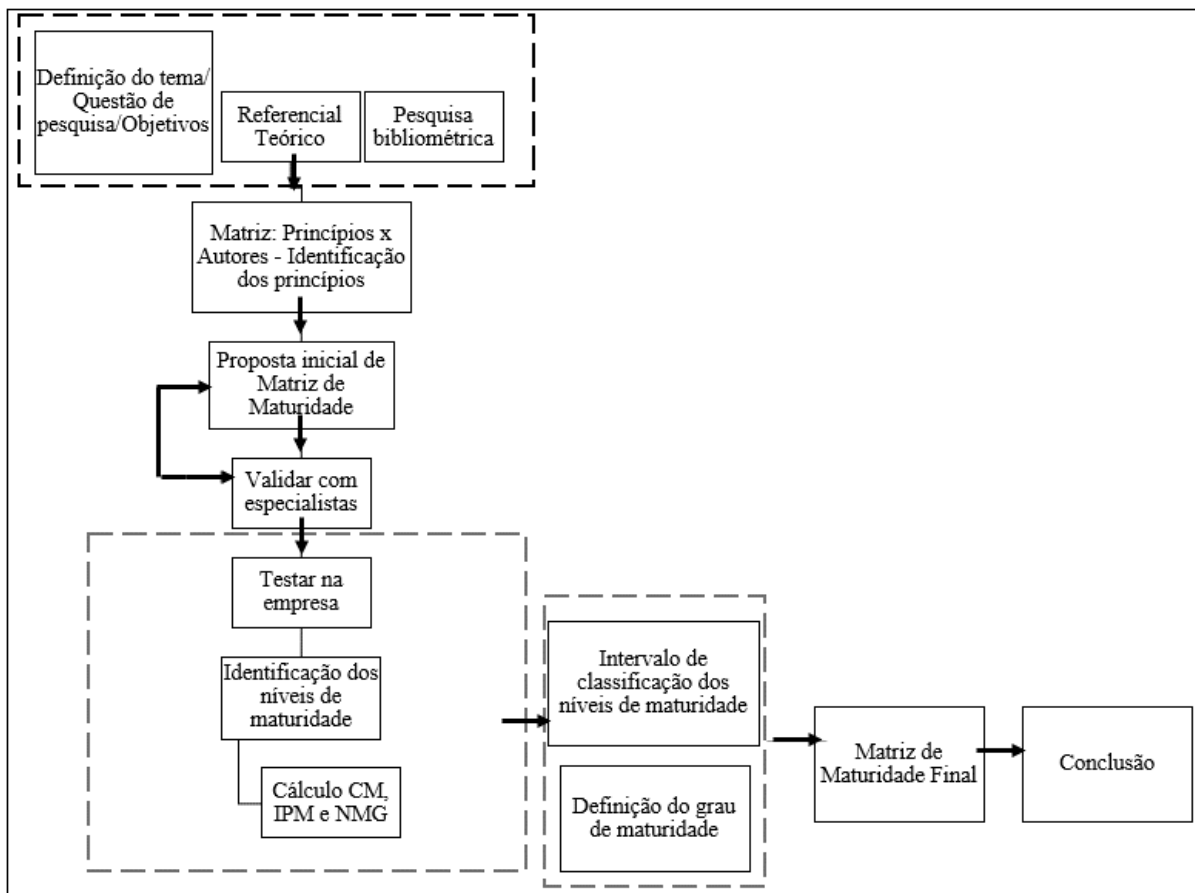
np_4 = número de princípios com nível de maturidade 4;

np_5 = número de princípios com nível de maturidade 5.

Estabelece-se o nível de maturidade geral da matriz em questão identificando o grau de maturidade da empresa com relação aos *drivers*. A partir de então é determinada a matriz de maturidade para avaliação de elementos relativos à gestão ambiental na empresa em que foi aplicado o teste.

Este sequenciamento de atividades a serem realizadas no estudo pode ser verificado no fluxo de pesquisa (Figura 16).

Figura 16: Fluxo metodológico da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora.

4 PROPOSTA DA MATRIZ DE MATURIDADE PARA AVALIAÇÃO DE ELEMENTOS RELATIVOS À GESTÃO AMBIENTAL

A partir dos quadros que relacionam os princípios dos elementos relativos à GA com autores (Quadro 5, 6, 7, 9 e 11) foi elaborada a matriz de maturidade para a avaliação de elementos ambientais (Quadro 16), composta pelos seguintes estágios:

- Estágio 1: Não desenvolvido (ND);
- Estágio 2: Minimamente desenvolvido (MnD);
- Estágio 3: Medianamente desenvolvido (MdD);
- Estágio 4: Bem desenvolvido (BD); e
- Estágio 5: Totalmente desenvolvido (TD).

Os níveis dessa matriz de maturidade assumem uma sequência crescente, obtendo como estágio 1 o menor nível de maturidade e o estágio 5 o nível mais elevado de maturidade.

Para melhor compreensão da matriz de maturidade, foram detalhadas práticas para cada princípio, as quais são necessárias para se alcançar o nível mais elevado de maturidade para cada *driver*, ou seja, se a empresa em teste realizar todas as práticas determinadas significa que ela tem aquele princípio totalmente desenvolvido, e dessa forma deverá assinalar na matriz de maturidade o Estágio 5.

Caso a empresa realize quase todas as práticas determinadas, porém já possui o conhecimento sobre todas, deverá assinalar na matriz de maturidade o Estágio 4 para o princípio analisado e assim sucessivamente, até o caso em que a empresa não desenvolva nenhuma das práticas e nem possua conhecimento sobre elas, assinalando-se na matriz de maturidade o Estágio 1. O detalhamento das práticas foi embasado na literatura feita anteriormente sobre cada elemento relativo à GA, o qual se encontra na matriz.

Para que a matriz desenvolvida traga eficácia em sua aplicabilidade é necessário que o aplicador tenha conhecimento mínimo acerca dos principais elementos que compõem a GA, os quais foram sumariamente apresentados no referencial teórico deste trabalho.

Quadro 16: Proposta de Matriz de Maturidade para avaliação dos elementos relativos à gestão ambiental em empresas industriais

DRIVER ISO 14001		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Promoção de melhor gerenciamento da Gestão Ambiental	-Ter um SGA implementado; -Desenvolver e implementar política ambiental; -Implantar práticas ambientais na estrutura organizacional; -Desenvolver cultura de consciência ambiental em toda a empresa por meio de campanhas de comunicação, incentivos aos envolvidos e treinamentos; -Adotar práticas ambientais nas atividades de planejamento; -Cumprir com as responsabilidades ambientais a fim de alcançar os objetivos estabelecidos na política ambiental; -Utilizar eficazmente procedimentos, processos e recursos que estejam dentro dos requisitos estabelecidos na política ambiental da empresa; -Garantir a eficácia do SGA por meio da liderança e responsabilidade da alta direção da empresa.					
Desenvolvimento de sinergias entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas	-Ter integração entre os sistemas da empresa a fim de potencializar a sinergia entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e os demais; -Existir na empresa pessoas, cultura, equipamentos, recursos e processos apoiando de forma integrada a política ambiental estabelecida; -Alinhar todos os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas da empresa visando contribuir com o sistema ambiental, de forma que ele seja integrado e funcional, a fim de identificar oportunidades de melhorias e facilitar os processos de tomada de decisão.					
Utilização do PDCA como base do sistema ambiental	-Planejar ações a serem tomadas a fim de atender aos objetivos estabelecidos na política ambiental; -Identificar os aspectos ambientais mais significativos em todo o ciclo de vida do produto, a fim de torná-los a base do planejamento; -Documentar informações e mantê-las atualizadas; -Estabelecer objetivos, metas e programas de melhorias ambientais; -Identificar necessidades de treinamentos associadas aos aspectos ambientais da empresa e seu SGA; -Realizar treinamentos eficazes aos funcionários que executam atividades que podem causar graves impactos ambientais; -Conscientizar todos os colaboradores da empresa sobre a importância de atuarem em conformidade com a política ambiental e requisitos do SGA; -Implementar práticas ou programas ambientais a fim de reduzir os principais impactos ambientais;					

	-Documentar evidências a fim de comprovar as melhorias ambientais; -Possuir documentos e registros que sejam legíveis, identificáveis e rastreáveis; -Verificar os resultados obtidos por meio do que foi implementado em relação aos objetivos planejados; -Realizar reuniões de análises críticas; -Acompanhar e revisar resultados por meio da alta administração e planejar próximos ciclos em busca de melhoria contínua.					
Desenvolvimento de ações corretivas e melhorias contínuas ao sistema ambiental	-Desenvolver ações corretivas caso as metas ambientais determinadas no planejamento não tenham sido atingidas; -Identificar e corrigir não-conformidades relacionadas as questões ambientais; -Executar ações a fim de mitigar os impactos ambientais causados pelas não-conformidades; -Investigar as causas de ter ocorrido não-conformidade; -Executar ações na causa-raiz a fim de evitar que a não-conformidade se repita (estudo das causas não conformes); -Analisar a eficácia da ação corretiva; -Realizar controle de registros; -Realizar auditoria interna em períodos regulares.					
Realização de auditoria ambiental	-Realizar auditorias a fim de certificar a existência de conformidade nos processos e produtos; -Garantir o cumprimento dos requisitos estabelecidos na política ambiental; -Realizar regularmente visitas de supervisão a fim de avaliar/melhorar o SGA, a eficácia da melhoria contínua, prevenção da poluição e a manutenção dos compromissos que foram declarados na política ambiental; -Assegurar objetividade e imparcialidade no processo de auditoria.					
Cumprimento dos requisitos ambientais legais	-Durante a etapa do planejamento do ciclo PDCA deve-se estabelecer, implementar e manter procedimentos para identificar os requisitos legais ambientais aplicáveis; -Dar acesso à requisitos legais aplicáveis e outros subscritos pela empresa que estejam ligados aos aspectos ambientais; -Determinar de que forma os requisitos legais se aplicam aos aspectos ambientais da empresa; -Garantir que os requisitos legais sejam cumpridos no estabelecimento, implementação e manutenção do SGA da empresa.					
Preparação e resposta a emergências	-Desenvolver procedimentos de preparação e resposta a emergências; -Considerar natureza dos perigos locais e desenvolver medidas a serem tomadas caso venha a ocorrer vazamento e/ou lançamentos acidentais; -Determinar o tipo e a escala que seja mais provável de uma situação emergencial ou acidental; -Desenvolver um método que seja apropriado para responder a uma situação emergencial ou acidental;					

	-Promover planos de comunicação interna e externa; -Estabelecer as ações necessárias para minimizar o dano ambiental causado pela situação; -Desenvolver processos para avaliar o pós acidente a fim de estabelecer e implementar ações corretivas e preventivas; -Promover o treinamento do pessoal relativo a esta questão; -Estabelecer rotas de evacuação.					
Certificação ISO 14001	-Existir um SGA certificado de acordo com a norma ISO 14001; -Existir real comprometimento da alta direção; -Existir práticas ambientais e padrões internacionais do SGA a partir da certificação obtida; -Padronizar os processos; -Identificar aspectos e impactos ambientais; -Utilizar indicadores; -Promover o treinamento ambiental; -Promover reuniões de análises críticas da alta direção; -Medir, analisar e melhorar os processos ambientais.					
Acompanhamento do ciclo de vida dos produtos e serviços	-Controlar as questões ambientais dos processos terceirizados; -Definir a extensão e tipo de controle ambiental a ser efetuado, visando atender aos objetivos da política ambiental; -Avaliar fornecedores com relação ao comprometimento ambiental; -Garantir e/ou priorizar utilização de matérias-primas que não impactem ou minimizem o impacto ao meio ambiente, tanto durante o processo de fabricação do produto quanto durante sua vida útil; -Identificar e adotar formas de descarte do produto ao seu final de vida útil que não agridam ou minimizem a agressão ao meio ambiente. -Desenvolver o projeto de produto levando em consideração os requisitos ambientais.					

Observações: _____

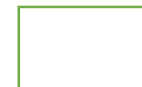
DRIVER Produção mais Limpa (P+L)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Utilização do ciclo PDCA para gerenciamento da rotina de P+L	-Planejar e organizar metas da P+L a serem alcançadas; -Envolver o comprometimento da gerência e dos colaboradores, a fim de alcançarem êxito nas ações P+L que forem desenvolvidas; -Identificar barreiras e respectivas soluções para a implementação da P+L; -Executar práticas para minimização de resíduos; -Realizar verificações técnicas das ações P+L; -Realizar verificações econômicas das ações P+L; -Realizar verificações ambientais das ações P+L; -Preparar plano de implementação das ações P+L; -Monitorar os aspectos ambientais mais significativos por meio de indicadores de desempenho ambiental antes e depois da implementação; -Verificar resultados com objetivos e metas propostas; -Promover a melhoria contínua das ações P+L.					
Controle da poluição	-Existir procedimentos estabelecidos para equacionamento dos impactos ambientais significativos gerados pela empresa; -Gerenciar os impactos ambientais causados pela empresa; -Priorizar ações de redução na fonte dentro do contexto da prevenção dos impactos ambientais; -Monitorar as emissões geradas a partir de equipamentos especializados.					
Minimização dos resíduos e emissões	-Estabelecer equipe para o estudo, proposição e implantação de soluções para eliminar ou reduzir resíduos e emissões geradas pela empresa; -Fazer relatórios e documentos contendo fim de facilitar a identificação dos pontos críticos de emissão e resíduos gerados; -Reduzir as emissões e resíduos direto na fonte; -Promover a reciclagem interna; -Acompanhar/melhorar continuamente os resultados provenientes dos processos de minimização dos resíduos e emissões que forem desenvolvidos.					
Redução da emissão na fonte	-Identificar, eliminar e/ou reduzir continuamente o uso de matérias-primas que sejam tóxicas; -Desenvolver melhoria nos processos operacionais visando a redução da emissão na fonte; -Adquirir matérias-primas que não geram impacto ao meio ambiente durante o processo de produção; -Desenvolver melhorias na estocagem de matérias-primas, visando a prevenção de impactos ambientais;					

	-Utilizar de maneira eco eficiente os insumos, como: água, energia, matéria-prima, etc; -Promover a reutilização e reciclagem nos processos.					
Reutilização de resíduos	-Segregar na empresa os resíduos a fim de serem destinados ao local adequado; -Promover a reciclagem externa; -Reorientar resíduos gerados para utilização em outros processos ou recuperá-los para venda.					
Monitoramento e direcionamento correto dos resíduos	-Adequar as técnicas de disposição final dos resíduos à maneiras que sejam eco eficientes; -Monitorar as disposições finais dos resíduos, certificando se estão sendo feitas de forma eco eficiente.					
Desenvolvimento da eco eficiência	-Reduzir o consumo de materiais e energia que são utilizados no ciclo de vida do produto; -Eliminar/reduzir o consumo de substâncias tóxicas; -Promover uso sustentável de recursos renováveis; -Prolongar a durabilidade dos produtos (vida útil); -Agregar valor ambiental aos produtos fabricados pela empresa.					
Promoção do <i>eco design</i>	-Promover o <i>eco design</i> ; -Priorizar materiais que não agredam o meio ambiente no desenvolvimento de novos produtos; -Substituir componentes e materiais de produtos existentes por outros mais ecológicos; -Reduzir utilização de embalagem de proteção; -Utilizar embalagens ecológicas; -Desenvolver produtos que possam ser remanufaturados, reciclados ou reutilizados ao final de sua vida útil.					
Identificação de oportunidades de promover a P+L	-Identificar as fontes geradoras de resíduos; -Analisar o processo e as fontes geradoras a fim de identificar as oportunidades de promover a P+L; -Analisar causas da geração de resíduo durante o processo de fabricação; -Identificar soluções a serem adotadas a fim de obter uma P+L					
Desenvolvimento de aprendizagem organizacional	-Capacitar funcionários para formação da equipe de trabalho a fim de promover a P+L; -Formar equipe de trabalho que auxilie na conscientização para prevenção da poluição; -Disseminar fundamentos/práticas da P+L para todos os colaboradores da empresa; -Incorporar os fundamentos da P+L na cultura da organização.					
Análise de risco ambiental do produto ou do processo	-Realizar gestão dos riscos ambientais; -Identificar riscos pertinentes à escassez de água e energia; -Levar em conta na análise de risco ambiental nas atividades de toda a cadeia de suprimentos.					
Minimização da poluição gerada na cadeia de suprimentos	-Adotar P+L a fim de reduzir o risco ambiental da empresa e das partes envolvidas na cadeia de suprimentos; -Identificar se os <i>stakeholders</i> adotam práticas de redução de emissões a fim de mitigar a poluição gerada em toda cadeia de suprimentos; -Selecionar materiais e fornecedores que sejam ambientalmente corretos (compras sustentáveis);					

	-Evitar desperdícios de recursos tanto produtivos quanto naturais; -Controlar fluxos de materiais e energia utilizados; -Promover a logística reversa de pós-consumo e pós-venda; -Gerir os resíduos de forma correta e condizente com as metas ambientais estabelecidas.					
--	--	--	--	--	--	--

Observações: _____

DRIVER Eco Design (ED)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Desenvolvimento da capacidade industrial para produção de produtos ambientalmente sustentáveis	-Adaptar os processos industriais para produzir produtos ambientalmente sustentáveis; -Integrar ideias ambientalmente sustentáveis nos processos de produção; -Ter capacidade de explorar recursos e conhecimentos existentes a fim de renovar e desenvolver recursos organizacionais verdes; -Desenvolver sistema ganha-ganha entre empresa-sociedade.					
Transformação de produtos tradicionais em produtos ambientalmente sustentáveis	-Transformar produtos tradicionais em produtos ambientalmente sustentáveis; -Substituir matérias-primas que ao serem processadas geram emissões que agredem ao meio ambiente por aquelas que não agredem; -Substituir os componentes dos produtos que ao final da vida útil exijam descartes que impactem o meio ambiente por aqueles que não impactem e/ou impactem menos; -Aumentar a durabilidade dos produtos;					



	-Trocar fornecedores que não executam práticas ambientais e sem certificações ambientais por outros que sigam políticas e práticas ambientais e sejam certificados.					
Avaliação do valor ambiental percebido pelo cliente	-Avaliar por meio de <i>feedback</i> do cliente a eficiência ambiental do produto; -Identificar as características ambientais do produto que tornam o cliente leal à ele; -Identificar quais são os benefícios ambientais percebidos pelo cliente; -Avaliar os atributos físicos do produto em relação à utilização ambientalmente amigável do produto; -Avaliar qual o valor que o cliente atribui ao produto devido ao compromisso ambiental da empresa; -Avaliar qual o valor que o cliente atribui ao produto devido às práticas ambientais executadas em todo o ciclo de vida do produto.					
Desenvolvimento do eco <i>design</i>	-Formar equipes multifuncionais para desenvolver o eco <i>design</i> ; -Incorporar sistematicamente consciência ambiental no dia-a-dia dos envolvidos no desenvolvimento de produtos verdes; -Introduzir a avaliação do ciclo de vida no processo de desenvolvimento do produto; -Reduzir a geração de impactos do produto em todo seu ciclo de vida; -Prolongar a fase de uso do produto (aumentar a vida útil); -Promover a reutilização e reciclagem do produto; -Identificar os impactos ambientais e de segurança, tomando medidas a fim de reduzi-los.					
Desenvolvimento de novos produtos ambientalmente sustentáveis	-Identificar e atender as necessidades ambientais dos clientes; -Inovar nos processos e <i>design</i> dos produtos visando processos que impactem menos ou não impactem o meio ambiente e produtos com <i>design</i> ambientalmente amigáveis; -Garantir que o produto cumpra com os requisitos das leis ambientais locais onde o produto é projetado, fabricado, embalado, distribuído, utilizado e descartado; -Garantir que as preocupações ambientais das partes interessadas ao longo da cadeia de valor do produto sejam consideradas; -Garantir que não haverá ou se minimizará o impacto ambiental desde a extração da matéria prima utilizada até a eliminação do produto após uso.					
Prática da Cadeia de Suprimentos Verde	-Verificar se o eco <i>design</i> é desenvolvido nas empresas que compõem a cadeia de suprimentos, fomentando sua utilização por aquelas que não o utilizem; -Utilizar logística reversa; -Modificar determinadas características do produto a fim de aprimorar a capacidade de recuperação; -Reduzir fatores complexos relacionados à manipulação de substâncias perigosas e lixo eletrônico por meio da substituição desses materiais no processo de produção; -Verificar se os fornecedores, distribuidores e vendedores do produto adotam práticas ambientais; -Reduzir a emissão de resíduos, fomentando sua utilização por aquelas que não o utilizem;					

	-Promover a reutilização e/ou reciclagem dos produtos ao final da vida útil.					
Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais	-Inserir a avaliação do ciclo de vida em todo o processo de desenvolvimento de produtos; -Desenvolver novos produtos com características que não impactem o meio ambiente durante sua vida útil; -Desenvolver novos produtos que sigam requisitos ambientais em toda a cadeia de suprimentos; -Desenvolver novos produtos que sigam requisitos ambientais em todo o ciclo de vida do produto.					

Observações: _____

DRIVER Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (GVCS)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Desenvolvimento de práticas na gestão ambiental interna	-Existir efetivo compromisso por parte da alta direção a fim de promover uma gestão da cadeia de suprimentos ecologicamente eficaz; -Existir compromisso por parte dos gerentes de nível médio no suporte para as práticas do GVCS;					
Desenvolvimento de técnicas para redução de resíduos	-Obter e exigir de fornecedores, distribuidores e demais partes que compõem a cadeia de suprimentos a certificação ISO 14001;					
Utilização da logística reversa	-Promover a logística reversa; -Elaborar estratégias de distribuição e de transporte que sejam ambientalmente eficazes; -Executar o redesenho dos componentes do sistema de logística a fim de serem ambientalmente eficazes; -Utilizar e fomentar o uso para os integrantes da cadeia de combustíveis alternativos; -Priorizar a utilização de modais eco eficientes; -Minimizar as distâncias de viagens;					

	-Promover a manutenção dos veículos e garantir seu descarte adequado.					
Verificação da performance ambiental dos fornecedores	-Realizar auditoria ambiental na gestão de fornecedores; -Exigir certificação ISO 14001 dos fornecedores; -Avaliar e monitorar fornecedores de matérias-primas em relação às práticas ambientalmente amigáveis; -Incentivar os fornecedores a apoiarem iniciativas e medidas dentro de suas empresas a fim de preservar o meio ambiente.					
Promoção de práticas GVCS comunicacionais	-Colaborar com organizações de fins ecológicos; -Divulgar as ações ambientais para os clientes e empresas que compõem a cadeia de suprimentos.					
Práticas que busquem a minimização de riscos	-Diminuir consumo de materiais perigosos e tóxicos; -Adquirir matérias-primas que não contenham substâncias proibidas e/ou tóxicas.					
Existência da eficiência e sinergia entre parceiros	-Fornecer especificações de <i>design</i> para fornecedores incluindo requisitos ambientais dos itens a serem adquiridos; -Haver cooperação com fornecedores para objetivos ambientais; -Haver cooperação com clientes para o <i>eco design</i> ; -Haver cooperação com clientes para produção mais limpa; -Haver cooperação com clientes para a utilização da embalagem sustentável; -Haver cooperação com transporte de carga de maneira eco eficiente.					
Retorno do investimento	-Vender estoque e/ou materiais em excesso; -Vender materiais usados e resíduos (materiais que não têm valor na linha de produção) para recuperar parte do investimento; -Vender equipamentos usados após a compra de novo equipamento.					
Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais	-Promover <i>eco design</i> ; -Promover a adoção de critérios ambientais para selecionar fornecedores.					
Adoção do Eco Design	-Promover <i>design</i> de produtos que consumam menos material; -Promover <i>design</i> de produtos que consumam menos energia; -Promover <i>design</i> de produtos para reutilização, reciclagem e retorno de materiais e componentes; -Fabricar produtos a fim de evitar ou reduzir utilização de substâncias perigosas; -Fabricar produtos a fim de evitar ou reduzir impacto ambiental no processo de fabricação.					

Observações: _____

DRIVER Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Definição de objetivo e escopo da ACV desenvolvida na empresa	-Definir os objetivos ambientais da avaliação do ciclo de vida de forma clara e consistente; -Definir suficientemente o escopo da ACV assegurando que a extensão da mesma seja compatível para se atingir o objetivo ambiental determinado; -Especificar claramente as unidades funcionais do produto que terá o ciclo de vida avaliado; -Definir e mensurar o desempenho das saídas do sistema de produto avaliado; -Definir quais unidades do processo devem ser incluídas na ACV; -Descrever quais são os tipos de impactos ambientais, qual a metodologia de avaliação de impacto ambiental e qual a interpretação que deve ser usada em seguida; -Garantir a qualidade dos dados coletados para uma ACV eficaz.					
Análise do inventário do ciclo de vida	-Coletar dados e realizar cálculos para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto, visando identificar os pontos críticos que precisam ser sanados, garantindo melhoria ambiental; -Identificar continuamente novos requisitos ou limitações para dados que requeiram uma modificação no processo de coleta de dados, a fim de identificar corretamente os impactos ambientais que devem ser reparados; -Quantificar entradas e saídas do sistema avaliado em termos de energia, recursos naturais e emissões, considerando as categorias de impacto ambientais.					
Avaliação do impacto do ciclo de vida	-Compreender a intensidade e significado das alterações potenciais sobre o meio ambiente associadas ao consumo de recursos naturais e emissões relativas ao ciclo de vida do produto em avaliação; -Associar dados do inventário com impactos ambientais específicos; -Fazer a correlação dos dados do inventário por categorias de impacto ambiental, como por exemplo: efeito estufa, acidificação, etc. (classificação);					

	-Modelar os dados do inventário dentro de categorias de impacto ambiental (caracterização); -Ponderar os impactos ambientais significativos, criando um indicador único de desempenho ambiental para o produto avaliado.					
Interpretação do ciclo de vida	-Verificar se as análises obtidas no inventário estão de acordo com o objetivo ambiental previamente definido; -Verificar se as análises obtidas na avaliação do impacto do ciclo de vida estão de acordo com o objetivo ambiental definido; -Identificar pontos críticos do ciclo de vida que precisam ser melhorados a partir da avaliação feita na análise de inventário; -Fornecer recomendações ambientais aos tomadores de decisão.					
Análise crítica	-Assegurar que os métodos usados para a condução da ACV são consistentes com a norma ISO 14040 (ISO NBR 14040 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura) e ISO 14044 (ISO NBR 14044 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações); -Assegurar que os métodos usados para a condução da ACV são validados cientificamente e tecnicamente, alcançando os objetivos ambientais; -Assegurar que os dados utilizados são apropriados para identificar os impactos ambientais significativos; -Garantir que o relatório da ACV é transparente e consistente com o objetivo ambiental; -Ampliar e enriquecer debates para a avaliação do produto a fim de torná-lo cada vez mais ecologicamente correto.					
Integração da ACV à outras práticas ambientais	-Integrar a ACV a outros instrumentos para um SGA adequado; -Integrar a ACV a outras práticas ambientais a fim de fazer uma avaliação de riscos ou de aspectos econômicos e sociais.					
Gerenciamento de recursos naturais	-Garantir que em todas as etapas da ACV foram considerados os consumos de recursos naturais; -Avaliar por simulações numéricas o efeito da redução do consumo dos recursos naturais nas etapas do ciclo de vida, visando a otimização ambiental do produto avaliado; -Garantir a existência de benefícios ambientais a partir da redução do consumo de recursos naturais; -Garantir a existência de benefícios a partir da implementação de ações a fim de aumentar eficiência energética, reduzir perdas e otimizar desempenho ambiental.					
Identificação de pontos críticos	-A partir dos resultados obtidos da ACV identificar os pontos críticos ambientais presentes no produto avaliado; -Propor ações a fim de eliminar ou reduzir esses pontos críticos ambientais; -Implantar melhorias a fim de um melhor desempenho ambiental do produto					
Otimização de sistemas de produtos	-A partir de resultados obtidos nos estudos da ACV alterar projetos dos produtos tornando-os ecologicamente eficazes;					

	-Focar nas etapas críticas do sistema avaliado os esforços necessários para implementação de melhorias ambientais; -Auxiliar na eficiência ambiental do processo produtivo; -Auxiliar na eficiência ambiental da logística de distribuição.					
--	---	--	--	--	--	--

Fonte: Elaborado pela autora.

Observações: _____

No Quadro 16 estão estabelecidos os princípios de cada um dos drivers determinados, primeiramente do sistema de gestão ambiental – ISO 14001, sendo eles:

- Promoção de melhor gerenciamento da GA, por meio de práticas que desenvolvam e implementem políticas ambientais, consciência ambiental na cultura da empresa, comprometimento com o meio ambiente e garantir de que a alta direção esteja envolvida;
- Desenvolvimento de sinergias entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas;
- Utilização do PDCA, como base do sistema ambiental, ou seja, utilizar o ciclo PDCA a fim de facilitar as ações, a serem tomadas para garantir que os objetivos da política ambiental sejam alcançados;
- Desenvolvimento de ações corretivas e preventivas relativas ao sistema ambiental, executando ações a fim de mitigar os impactos ambientais causados por não-conformidades;
- Realização de auditoria ambiental, certificando a existência de conformidade nos processos e produtos;
- Cumprimento dos requisitos ambientais legais;
- Preparação e resposta a emergências, desenvolvendo procedimentos apropriados para responder a uma situação emergencial ou acidental;
- Certificação ISO 14001; e
- Acompanhamento do ciclo de vida dos produtos e serviços.

Com relação ao driver P+L, foram estabelecidos os seguintes princípios:

- Utilização do ciclo PDCA para gerenciamento da rotina de P+L, promovendo a melhoria contínua das ações P+L;
- Controle da poluição, gerenciando e tratando os impactos ambientais causados pela empresa;
- Minimização dos resíduos e emissões;
- Redução da emissão na fonte, adquirindo matérias-primas que não agredam o meio ambiente durante processo de produção, por meio de utilização eficientemente ecológica dos insumos, utilizando tecnologias limpas, etc.;
- Reutilização de resíduos e emissões fora da empresa, promovendo a reciclagem externa;
- Monitoramento e direcionamento correto dos resíduos produzidos pela empresa;
- Desenvolvimento da eco eficiência;
- Promoção do eco design, desenvolvendo produtos que possam ser remanufaturados, reciclados ou reutilizados ao final de sua vida útil;

- Identificação de oportunidades de promover a P+L, analisando causas da geração de resíduos durante o processo de produção e identificando soluções a serem tomadas a fim de obter uma P+L;

- Desenvolvimento de aprendizagem organizacional, capacitando funcionários para formar uma equipe de trabalho, a fim de promover P+L;

- Análise de risco ambiental do produto ou do processo, promovendo a gestão dos riscos ambientais; e

- Mitigação da poluição gerada na cadeia de suprimentos por meio da adoção da P+L, a fim de reduzir o risco ambiental da empresa e das partes envolvidas na cadeia de suprimentos.

Com relação ao driver ED foram estabelecidos os seguintes princípios:

- Desenvolvimento da capacidade industrial para produção de produtos verdes por meio da adaptação dos processos industriais para produzir produtos verdes;

- Transformação de produtos tradicionais em produtos verdes;

- Avaliação do valor ambiental percebido pelo cliente por meio de *feedback*, identificação de características ambientais do produto que tornam o cliente leal, avaliação dos atributos do produto em relação à utilização ecologicamente correta do mesmo;

- Desenvolvimento do eco design, a partir de equipes multifuncionais, incorporando sistematicamente a consciência ambiental no dia-a-dia dos envolvidos, avaliando o ciclo de vida do produto, a fim de mitigar os impactos ambientais gerados;

- Desenvolvimento de novos produtos verdes, a partir da inovação nos processos e design dos produtos, visando a processos que não impactem ou reduzam o impacto ao meio ambiente;

- Prática da Cadeia de Suprimentos Verde, utilizando a logística reversa, verificando se os demais que compõem a cadeia de suprimentos fazem a utilização de práticas ambientais, etc.; e

- Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais.

Com relação ao driver GVCS foram estabelecidos os seguintes princípios:

- Desenvolvimento de práticas na gestão ambiental interna, a partir do efetivo comprometimento da alta direção na promoção de uma gestão da cadeia de suprimentos ecologicamente eficaz;

- Desenvolvimento de técnicas para redução de resíduos das partes que compõem a cadeia de suprimentos;

- Utilização da logística reversa;

- Verificação da performance ambiental dos fornecedores, auditando-os ambientalmente, exigindo certificação ISO 14001, avaliando-os e monitorando-os em relação às práticas ambientais;

- Promoção de práticas GVCS comunicacionais, divulgando as ações ambientais praticadas aos clientes e empresas que compõem a cadeia de suprimentos;

- Promoção de práticas que busquem a minimização de risco em todos que compõem a cadeia de suprimentos;

- Existência da eficiência e sinergia entre parceiros, a partir da cooperação entre eles;

- Retorno do investimento, a partir da venda de materiais em excesso, materiais usados, resíduos e equipamentos usados;

- Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais como, ED e utilização de critérios ambientais para selecionar fornecedores;

- Adoção do ED visando à mitigação dos impactos ambientais.

Com relação ao driver ACV foram estabelecidos os seguintes princípios:

- Definição de objetivo e escopo da ACV desenvolvida na empresa, a fim de declarar claramente as metas a serem alcançadas;

- Análise do inventário do ciclo de vida a partir da coleta de dados e quantificação das entradas e saídas do sistema, avaliando-se em termos de energia, recursos naturais e emissões;

- Avaliação do impacto do ciclo de vida, associando os dados do inventário com impactos ambientais específicos;

- Interpretação do ciclo de vida, a fim de identificar se as análises obtidas na avaliação do impacto estão de acordo com os objetivos estabelecidos inicialmente;

- Análise crítica, assegurando que os métodos utilizados para a condução da ACV sejam validados cientificamente e tecnicamente, alcançando os objetivos ambientais estabelecidos;

- Integração da ACV à outras práticas ambientais;

- Gerenciamento de recursos naturais, garantindo a existência de benefícios ambientais a partir da execução da ACV;

- Identificação de pontos críticos a partir da ACV, a fim de propor ações para eliminá-los e otimização de sistemas de produtos a partir de resultados obtidos na ACV.

A matriz de maturidade proposta foi enviada para dois especialistas da área ambiental para sua avaliação, sendo um pesquisador e um gerente, os quais contribuíram significativamente para os ajustes finais da matriz. Propuseram mudanças, tornando alguns princípios mais inteligíveis, corrigiram alguns detalhes de língua portuguesa, solicitaram modificações de alguns termos, tornando-os mais próximos aos utilizados no campo industrial,

a fim de facilitar a interpretação da matriz pelos que a utilizarão nas empresas industriais e aconselharam sobre detalhes que poderiam ser modificados, a fim de facilitar a aplicabilidade da matriz e sua análise.

Após analisadas as mudanças aconselhadas pelos especialistas foi testada a sua aplicabilidade em uma empresa industrial do setor químico, realizando assim o teste da matriz de maturidade proposta.

5 TESTE DA MATRIZ DE MATURIDADE PROPOSTA

Após a matriz de maturidade do Quadro 16 ter sido enviada aos dois especialistas da área ambiental, um pesquisador e um gerente, a mesma foi testada em uma empresa industrial de grande porte do setor químico, no qual foi obtido um “*check list*” dos princípios estabelecidos na matriz, o que pode ser observado no Quadro 17.

O teste foi realizado juntamente à gerência do setor de meio ambiente da empresa, a qual possui conhecimentos amplos sobre os elementos abordados e sobre as dificuldades encontradas na empresa para colocar todos em prática. Diversas observações foram feitas sobre todos os princípios de cada *driver* da matriz de maturidade proposta, justificando a colocação de cada um deles nos estágios de maturidade.

Para uma compreensão melhor do teste realizado, a matriz foi separada em seus *drivers* contendo abaixo de cada uma delas, observações para cada princípio relacionado ao *driver* em questão. Dessa forma, pode-se obter maior clareza quanto ao motivo pelo qual os princípios de determinado *driver* foram classificados em determinados estágios de maturidade. No qual para o *driver* ISO 14001 encontra-se no Quadro 17, para o *driver* P+L encontra-se no Quadro 18, para o *driver* ED encontra-se no Quadro 19, para o *driver* GVCS encontra-se no Quadro 20 e para o *driver* ACV encontra-se no Quadro 21.

Quadro 17: Teste da matriz de maturidade proposta (ISO 14001)

DRIVER ISO 14001		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Promoção de melhor gerenciamento da Gestão Ambiental	-Ter um SGA implementado; -Desenvolver e implementar política ambiental; -Implantar práticas ambientais na estrutura organizacional; -Desenvolver cultura de consciência ambiental em toda a empresa por meio de campanhas de comunicação, incentivos aos envolvidos e treinamentos; -Adotar práticas ambientais nas atividades de planejamento; -Cumprir com as responsabilidades ambientais a fim de alcançar os objetivos estabelecidos na política ambiental; -Utilizar eficazmente procedimentos, processos e recursos que estejam dentro dos requisitos estabelecidos na política ambiental da empresa; -Garantir a eficácia do SGA por meio da liderança e responsabilidade da alta direção da empresa.					
Desenvolvimento de sinergias entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas	-Ter integração entre os sistemas da empresa a fim de potencializar a sinergia entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e os demais; -Existir na empresa pessoas, cultura, equipamentos, recursos e processos apoiando de forma integrada a política ambiental estabelecida; -Alinhar todos os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas da empresa visando contribuir com o sistema ambiental, de forma que ele seja integrado e funcional, a fim de identificar oportunidades de melhorias e facilitar os processos de tomada de decisão.					
Utilização do PDCA como base do sistema ambiental	-Planejar ações a serem tomadas a fim de atender aos objetivos estabelecidos na política ambiental; -Identificar os aspectos ambientais mais significativos em todo o ciclo de vida do produto, a fim de torná-los a base do planejamento; -Documentar informações e mantê-las atualizadas; -Estabelecer objetivos, metas e programas de melhorias ambientais; -Identificar necessidades de treinamentos associadas aos aspectos ambientais da empresa e seu SGA; -Realizar treinamentos eficazes aos funcionários que executam atividades que podem causar graves impactos ambientais; -Conscientizar todos os colaboradores da empresa sobre a importância de atuarem em conformidade com a política ambiental e requisitos do SGA; -Implementar práticas ou programas ambientais a fim de reduzir os principais impactos ambientais; -Documentar evidências a fim de comprovar as melhorias ambientais; -Possuir documentos e registros que sejam legíveis, identificáveis e rastreáveis;					

	-Verificar os resultados obtidos por meio do que foi implementado em relação aos objetivos planejados; -Realizar reuniões de análises críticas; -Acompanhar e revisar resultados por meio da alta administração e planejar próximos ciclos em busca de melhoria contínua.					
Desenvolvimento de ações corretivas e melhorias contínuas ao sistema ambiental	-Desenvolver ações corretivas caso as metas ambientais determinadas no planejamento não tenham sido atingidas; -Identificar e corrigir não-conformidades relacionadas as questões ambientais; -Executar ações a fim de mitigar os impactos ambientais causados pelas não-conformidades; -Investigar as causas de ter ocorrido não-conformidade; -Executar ações na causa-raiz a fim de evitar que a não-conformidade se repita (estudo das causas não conformes); -Analisar a eficácia da ação corretiva; -Realizar controle de registros; -Realizar auditoria interna em períodos regulares.					
Realização de auditoria ambiental	-Realizar auditorias a fim de certificar a existência de conformidade nos processos e produtos; -Garantir o cumprimento dos requisitos estabelecidos na política ambiental; -Realizar regularmente visitas de supervisão a fim de avaliar/melhorar o SGA, a eficácia da melhoria contínua, prevenção da poluição e a manutenção dos compromissos que foram declarados na política ambiental; -Assegurar objetividade e imparcialidade no processo de auditoria.					
Cumprimento dos requisitos ambientais legais	-Durante a etapa do planejamento do ciclo PDCA deve-se estabelecer, implementar e manter procedimentos para identificar os requisitos legais ambientais aplicáveis; -Dar acesso à requisitos legais aplicáveis e outros subscritos pela empresa que estejam ligados aos aspectos ambientais; -Determinar de que forma os requisitos legais se aplicam aos aspectos ambientais da empresa; -Garantir que os requisitos legais sejam cumpridos no estabelecimento, implementação e manutenção do SGA da empresa.					
Preparação e resposta a emergências	-Desenvolver procedimentos de preparação e resposta a emergências; -Considerar natureza dos perigos locais e desenvolver medidas a serem tomadas caso venha a ocorrer vazamento e/ou lançamentos acidentais; -Determinar o tipo e a escala que seja mais provável de uma situação emergencial ou acidental; -Desenvolver um método que seja apropriado para responder a uma situação emergencial ou acidental; -Promover planos de comunicação interna e externa; -Estabelecer as ações necessárias para minimizar o dano ambiental causado pela situação; -Desenvolver processos para avaliar o pós acidente a fim de estabelecer e implementar ações corretivas e preventivas; -Promover o treinamento do pessoal relativo a esta questão;					

	-Estabelecer rotas de evacuação.					
Certificação ISO 14001	-Existir um SGA certificado de acordo com a norma ISO 14001; -Existir real comprometimento da alta direção; -Existir práticas ambientais e padrões internacionais do SGA a partir da certificação obtida; -Padronizar os processos; -Identificar aspectos e impactos ambientais; -Utilizar indicadores; -Promover o treinamento ambiental; -Promover reuniões de análises críticas da alta direção; -Medir, analisar e melhorar os processos ambientais.					
Acompanhamento do ciclo de vida dos produtos e serviços	-Controlar as questões ambientais dos processos terceirizados; -Definir a extensão e tipo de controle ambiental a ser efetuado, visando atender aos objetivos da política ambiental; -Avaliar fornecedores com relação ao comprometimento ambiental; -Garantir e/ou priorizar utilização de matérias-primas que não impactem ou minimizem o impacto ao meio ambiente, tanto durante o processo de fabricação do produto quanto durante sua vida útil; -Identificar e adotar formas de descarte do produto ao seu final de vida útil que não agredam ou minimizem a agressão ao meio ambiente. -Desenvolver o projeto de produto levando em consideração os requisitos ambientais.					

Para o *driver* ISO 14001 os princípios foram avaliados da seguinte forma:

- Promoção de melhor gerenciamento da Gestão Ambiental: estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois apesar de realizarem as práticas estabelecidas para o princípio, existem melhorias a serem executadas continuamente.

Dessa forma avaliou-se que eles têm um SGA implementado na empresa; desenvolvem e implementam a política ambiental; implantam práticas ambientais na estrutura organizacional; desenvolvem cultura de consciência ambiental em toda a empresa por meio de campanhas de comunicação, incentivos aos envolvidos e treinamentos rotineiros; adotam práticas ambientais nas atividades de planejamento; cumprem as responsabilidades ambientais, a fim de alcançar os objetivos estabelecidos na política ambiental; utilizam, de forma , eficaz os procedimentos, processos e recursos que estejam dentro dos requisitos estabelecidos na política ambiental da empresa e garantem a eficácia do SGA por meio da liderança e responsabilidade da alta direção da empresa.

- Desenvolvimento de sinergias entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas: estabeleceu-se como BD (estágio 4) devido a desafios existentes no desenvolvimento da sinergia entre os elementos dos sistemas de gestão ambiental e demais sistemas, como a simplificação do sistema, a fim de reduzir a complexidade de implementação. É necessário revisar sempre as responsabilidades de todos os envolvidos.

Sendo assim a partir da avaliação feita, constatou-se que eles possuem uma integração entre os sistemas da empresa por meio de uma política de gestão integrada, buscando o aprimoramento da qualidade, segurança, saúde, meio ambiente e responsabilidade social, porém existe a necessidade da simplificação desse sistema, a fim de facilitar a sua implementação. As pessoas, a cultura, alguns dos equipamentos, recursos e processos apoiam de forma integrada a política ambiental estabelecida pela empresa, sendo necessárias revisões rotineiras sobre as responsabilidades de cada um dos envolvidos no sistema; e a disposição integrada e funcional dos sistemas, auxilia na identificação das oportunidades de melhorias e facilitam os processos de tomada de decisão.

- Utilização do PDCA como base do sistema ambiental: apesar do PDCA ser amplamente realizado na empresa em diversos sistemas de gestão, estabeleceu-se como MdD (estágio 3) devido à dificuldade existente em definir metas específicas para cada unidade de produção, uma vez que a empresa avaliada possui várias unidades de produções diferentes, cada uma com um portfólio de produto diferenciado. Avaliou-se também que a identificação dos aspectos ambientais mais significativos não são realizados em todo o ciclo de vida do produto, porém apenas na etapa da produção.

As demais práticas são como documentar informações, mantê-las atualizadas e sempre redigidas de forma legível, identificável e rastreável; realizar treinamentos; conscientizar os colaboradores; documentar evidências, a fim de comprovar as melhorias; verificar resultados; realizar reuniões de análises críticas. Manter a alta administração sempre a par das melhorias feitas e das que ainda podem ser realizadas são efetuadas pela empresa, destacando sempre a importância da melhoria contínua.

- Desenvolvimento de ações corretivas e melhorias contínuas ao sistema ambiental: A empresa avaliada desenvolve ações corretivas caso as metas ambientais determinadas no planejamento não tenham sido atingidas; identificam e corrigem as não-conformidades relacionadas às questões ambientais, porém existe uma superficialidade muito grande nos dados para a identificação e análise das não-conformidades e de suas causas. Sendo assim estabeleceu-se como BD (estágio 4) devido à esse ponto falho e por ser um princípio que pode sempre ser melhorado em algum quesito.

Com relação às demais práticas, a empresa executa ações a fim de mitigar os impactos ambientais causados pelas não-conformidades; analisam a eficácia da ação corretiva realizada; realizam o controle de registros e auditoria interna em períodos regulares.

- Realização de auditoria ambiental: estabeleceu-se como TD (estágio 5). Sendo assim a empresa possui uma auditoria ambiental totalmente satisfatória, ou seja, ela executa todas as práticas desse princípio com excelência. A empresa realiza auditorias ambientais rotineiras, a fim de certificar a existência de conformidade nos processos e produtos; garantem o cumprimento dos requisitos estabelecidos na política ambiental; realizam regularmente visitas de supervisão a fim de avaliar/melhorar o SGA, a eficácia da melhoria contínua, prevenção da poluição e a manutenção dos compromissos que foram declarados na política ambiental; e asseguram a existência da objetividade e da imparcialidade no processo de auditoria.

- Cumprimento dos requisitos ambientais legais: apesar de terem o conhecimento de todas as práticas necessárias para alcançar a maturidade máxima para esse princípio, estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois existe uma grande dificuldade na empresa para fazer a ligação entre os aspectos ambientais e os requisitos legais, dificultando durante a etapa do planejamento do ciclo PDCA um estabelecimento claro e conciso sobre os requisitos legais ambientais aplicáveis e a forma como os requisitos legais se aplicam aos aspectos ambientais propriamente ditos

A empresa possui um *software* desenvolvido unicamente para os requisitos legais, o qual é utilizado pelo pessoal na área de assuntos referentes às legalizações na empresa. Devido à existência desse *software*, o cumprimento dos requisitos legais relacionados a aspectos específicos, no caso os aspectos ambientais, torna-se extremamente genérico.

- Preparação e resposta a emergências: A empresa desenvolve procedimentos de preparação e resposta a emergências; faz a consideração da natureza dos perigos locais e desenvolve medidas a serem tomadas, caso venha a ocorrer vazamento e/ou lançamentos acidentais; determina o tipo e a escala que seja mais provável em uma situação emergencial ou acidental; desenvolve um método que seja apropriado para responder a uma situação emergencial ou acidental; promove planos de comunicação interna e externa; estabelece as ações necessárias para minimizar o dano ambiental causado pela situação; desenvolve processos para avaliar o pós acidente, a fim de estabelecer e implementar ações corretivas e preventivas; promove o treinamento; estabelece rotas de evacuação.

Porém existe uma grande dificuldade de integração com o time de emergência, uma vez que a preocupação principal deles é o salvamento de pessoas, em caso de acidentes e emergências, deixando muitas vezes de lado os protocolos definidos pelo setor ambiental. Estabeleceu-se então, como BD (estágio 4).

- Certificação ISO 14001: A empresa por ser do setor industrial segue os requisitos de sistema de gestão, a partir de um programa de marca registrada pela Abiquim – Associação Brasileira da Indústria Química. Esse programa inclui requisitos da ISO 14001. Sendo assim as práticas como: comprometimento da alta direção; existência de práticas ambientais e padrões internacionais do SGA; padronização dos processos; identificação dos aspectos e impactos ambientais; utilização de indicadores; treinamento ambiental; reuniões de análises críticas da alta direção; mensuração, análise e melhoria contínua dos processos ambientais, são realizadas pela empresa. Porém estabeleceu-se como BD (estágio 4) pelo fato de a empresa seguir esse programa de gestão específico para a indústria química, no qual a certificação ISO 14001 só é validada quando exigida pelo próprio cliente.

- Acompanhamento do ciclo de vida dos produtos e serviços: estabeleceu-se MdD (estágio 3) pois a abordagem do ciclo de vida ainda precisa de aprimoramento e tornar-se mais usual na empresa. Com relação às práticas determinadas no princípio, é feito um controle das questões dos processos terceirizados. A extensão e o tipo de controle ambiental a ser feito é definido pela empresa e a avaliação dos fornecedores com relação ao comprometimento ambiental é feito de forma superficial. A empresa não consegue garantir que todas as matérias-primas utilizadas não impactem ou minimizem o impacto ao meio ambiente, tanto durante o processo de fabricação e muito menos durante a sua vida útil. Adotam descartes de resíduos da produção de forma controlada, porém não conseguem fazer o mesmo para o descarte dos produtos ao seu final de vida útil. Porém desenvolvem projetos de produto, levando em consideração os requisitos ambientais.

Quadro 18: Teste da matriz de maturidade proposta (P+L)

DRIVER Produção mais Limpa (P+L)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Utilização do ciclo PDCA para gerenciamento da rotina de P+L	-Planejar e organizar metas da P+L a serem alcançadas; -Envolver o comprometimento da gerência e dos colaboradores, a fim de alcançarem êxito nas ações P+L que forem desenvolvidas; -Identificar barreiras e respectivas soluções para a implementação da P+L; -Executar práticas para minimização de resíduos; -Realizar verificações técnicas das ações P+L; -Realizar verificações econômicas das ações P+L; -Realizar verificações ambientais das ações P+L; -Preparar plano de implementação das ações P+L; -Monitorar os aspectos ambientais mais significativos por meio de indicadores de desempenho ambiental antes e depois da implementação; -Verificar resultados com objetivos e metas propostas; -Promover a melhoria contínua das ações P+L.					
Controle da poluição	-Existir procedimentos estabelecidos para equacionamento dos impactos ambientais significativos gerados pela empresa; -Gerenciar os impactos ambientais causados pela empresa; -Priorizar ações de redução na fonte dentro do contexto da prevenção dos impactos ambientais; -Monitorar as emissões geradas a partir de equipamentos especializados.					
Minimização dos resíduos e emissões	-Estabelecer equipe para o estudo, proposição e implantação de soluções para eliminar ou reduzir resíduos e emissões geradas pela empresa; -Fazer relatórios e documentos contendo fim de facilitar a identificação dos pontos críticos de emissão e resíduos gerados; -Reduzir as emissões e resíduos direto na fonte; -Promover a reciclagem interna; -Acompanhar/melhorar continuamente os resultados provenientes dos processos de minimização dos resíduos e emissões que forem desenvolvidos.					
Redução da emissão na fonte	-Identificar, eliminar e/ou reduzir continuamente o uso de matérias-primas que sejam tóxicas; -Desenvolver melhoria nos processos operacionais visando a redução da emissão na fonte; -Adquirir matérias-primas que não geram impacto ao meio ambiente durante o processo de produção;					

	-Desenvolver melhorias na estocagem de matérias-primas, visando a prevenção de impactos ambientais; -Utilizar de maneira eco eficiente os insumos, como: água, energia, matéria-prima, etc; -Promover a reutilização e reciclagem nos processos.					
Reutilização de resíduos	-Segregar na empresa os resíduos a fim de serem destinados ao local adequado; -Promover a reciclagem externa; -Reorientar resíduos gerados para utilização em outros processos ou recuperá-los para venda.					
Monitoramento e direcionamento correto dos resíduos	-Adequar as técnicas de disposição final dos resíduos à maneiras que sejam eco eficientes; -Monitorar as disposições finais dos resíduos, certificando se estão sendo feitas de forma eco eficiente.					
Desenvolvimento da eco eficiência	-Reduzir o consumo de materiais e energia que são utilizados no ciclo de vida do produto; -Eliminar/reduzir o consumo de substâncias tóxicas; -Promover uso sustentável de recursos renováveis; -Prolongar a durabilidade dos produtos (vida útil); -Agregar valor ambiental aos produtos fabricados pela empresa.					
Promoção do <i>eco design</i>	-Promover o <i>eco design</i>; -Priorizar materiais que não agredam o meio ambiente no desenvolvimento de novos produtos; -Substituir componentes e materiais de produtos existentes por outros mais ecológicos; -Reduzir utilização de embalagem de proteção; -Utilizar embalagens ecológicas; -Desenvolver produtos que possam ser remanufaturados, reciclados ou reutilizados ao final de sua vida útil.					
Identificação de oportunidades de promover a P+L	-Identificar as fontes geradoras de resíduos; -Analisar o processo e as fontes geradoras a fim de identificar as oportunidades de promover a P+L; -Analisar causas da geração de resíduo durante o processo de fabricação; -Identificar soluções a serem adotadas a fim de obter uma P+L					
Desenvolvimento de aprendizagem organizacional	-Capacitar funcionários para formação da equipe de trabalho a fim de promover a P+L; -Formar equipe de trabalho que auxilie na conscientização para prevenção da poluição; -Disseminar fundamentos/práticas da P+L para todos os colaboradores da empresa; -Incorporar os fundamentos da P+L na cultura da organização.					
Análise de risco ambiental do produto ou do processo	-Realizar gestão dos riscos ambientais; -Identificar riscos pertinentes à escassez de água e energia; -Levar em conta na análise de risco ambiental nas atividades de toda a cadeia de suprimentos.					
Minimização da poluição gerada na cadeia de suprimentos	-Adotar P+L a fim de reduzir o risco ambiental da empresa e das partes envolvidas na cadeia de suprimentos;					

	-Identificar se os <i>stakeholders</i> adotam práticas de redução de emissões a fim de mitigar a poluição gerada em toda cadeia de suprimentos; -Selecionar materiais e fornecedores que sejam ambientalmente corretos (compras sustentáveis); -Evitar desperdícios de recursos tanto produtivos quanto naturais; -Controlar fluxos de materiais e energia utilizados; -Promover a logística reversa de pós-consumo e pós-venda; -Gerir os resíduos de forma correta e condizente com as metas ambientais estabelecidas.					
--	---	--	--	--	--	--

Para o *driver* P+L os princípios foram avaliados pela empresa da seguinte forma:

- Utilização do ciclo PDCA para gerenciamento da rotina de P+L: Na empresa avaliada o elemento relativo à GA, conhecido como P+L não é adotado por meio dessa definição. Sendo assim estabeleceu-se como MdD (estágio 3) para esse princípio, uma vez que as práticas, como executar ações a fim de minimizar os resíduos, verificar técnica, econômica e ambientalmente a aplicabilidade de ações que promovam uma produção mais limpa, monitorar aspectos ambientais mais significativos por meio de indicadores de desempenho ambiental, são realizadas na empresa.

Porém todas as demais práticas que envolvem metas P+L não são realizadas, uma vez que as indústrias químicas fazem a utilização de um SGA próprio, adotando algumas práticas ambientais com determinações diferenciadas das demais empresas industriais.

- Controle da poluição: Apesar de a empresa ter procedimentos estabelecidos para equacionamento dos impactos ambientais significativos gerados; gerenciar os impactos ambientais causados; priorizar ações de redução na fonte dentro do contexto da prevenção dos impactos ambientais; e monitorar as emissões geradas a partir de equipamentos especializados, estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois os procedimentos para um gerenciamento ambiental eficaz, sempre necessita de revisões feitas continuamente.

- Minimização dos resíduos e emissões: A empresa tem uma equipe estabelecida para o estudo, proposição e implantação de soluções para eliminar ou reduzir resíduos e emissões geradas pela empresa: fazem relatórios e documentos, a fim de facilitar a identificação dos pontos críticos de emissão e resíduos gerados; possuem medidas de redução das emissões e resíduos diretamente na fonte; realizam reciclagem interna; e promovem um acompanhamento e melhoria contínua dos resultados provenientes dos processos de minimização dos resíduos e emissões que forem desenvolvidos.

Porém estabeleceu-se como BD (estágio 4) para esse princípio devido à dificuldade existente na empresa em padronizar as metas de minimização dos resíduos e emissões para todas as unidades de fabricação, tornando a sua implementação algo um pouco mais complexo do que se fosse em uma empresa de porte menor ou com um portfólio de produtos, menor.

- Redução da emissão na fonte: A empresa, apesar de identificar quais são as matérias-primas tóxicas em todas as unidade de fabricação, não há como eliminar ou reduzir o uso delas em todas as unidades. Processos operacionais são melhorados continuamente, a fim de reduzir a emissão na fonte, porém apenas algumas das matérias-primas adquiridas não geram impacto ao meio ambiente durante o processo.

As matérias-primas são estocadas devidamente, evitando impactos ambientais. Os insumos são o máximo possível utilizados de maneira eco eficiente e a reutilização e reciclagem são realizadas em alguns dos processos da empresa. Sendo assim, estabeleceu-se como BD (estágio 4). Acrescenta-se também que não são todas as áreas e unidades de fabricação que conseguem fazer a substituição de matéria-prima tóxica pelas que não sejam tóxicas.

Existem sempre revisões a serem feitas, a fim de obter uma melhoria contínua, ou seja, a fim de aumentar continuamente a redução da emissão na fonte.

- Reutilização de resíduos: Apesar de haver na empresa a segregação dos resíduos, a fim de serem destinados ao local adequado, a promoção da reciclagem externa, e a reorientação de resíduos gerados para utilização em outros processos ou recuperá-los para venda, estabeleceu-se BD (estágio 4) devido à dificuldade para padronizar conceitos a todos os envolvidos, como por exemplo o conceito de segregação, o que afeta diretamente a execução correta das práticas da reutilização de resíduos.

- Monitoramento e direcionamento correto dos resíduos: A empresa avaliada possui técnicas adequadas de disposição final dos resíduos, sendo feitas de maneiras eco eficientes monitora as disposições finais dos resíduos, certificando se estão sendo feitas de forma eco eficiente. Porém estabeleceu-se BD (estágio 4) para esse princípio, pois existe a possibilidade de melhorias feitas continuamente para o monitoramento e direcionamento correto dos resíduos gerados pela empresa.

- Desenvolvimento da eco eficiência: A empresa analisada apenas controla a redução no consumo de materiais e energia utilizados no processo de fabricação do produto e não em todo o ciclo de vida; elimina/reduz o máximo possível de substâncias tóxicas, porém não totalmente e busca da melhor maneira utilizar os recursos renováveis. A durabilidade da vida útil dos produtos e o valor ambiental agregado aos mesmos são práticas realizadas pela empresa.

Sendo assim, estabeleceu-se MdD (estágio 3), pois além da verificação de que nem todas as práticas são executadas, trata-se de serem realizadas por uma fundação à parte, separada da empresa. A fundação foi criada pela própria empresa, porém ela age individualmente, os estudos/serviços realizados por ela são custeados e devido à isso a eco eficiência não é muito bem desenvolvida nos produtos da empresa, ou então desenvolve-se em apenas alguns dos produtos pertencentes ao portfólio da mesma.

- Promoção do *eco design*: A empresa nem sempre consegue utilizar materiais que não agriam o meio ambiente. Para o desenvolvimento de novos produtos, depende da unidade de fabricação e do produto a ser desenvolvido. Da mesma forma a substituição de componente e materiais de produtos já existentes não são realizadas em todos os produtos fabricados pela

empresa. Reduzir a utilização de embalagem de proteção também é relativa à unidade de fabricação e ao produto, assim como a utilização de embalagens ecológicas.

Algumas áreas da empresa desenvolvem novos produtos que podem ser remanufaturados, reciclados ou reutilizados ao final de sua vida útil, porém não são todas. Sendo assim, estabeleceu-se como MdD (estágio 3) pois cada unidade de fabricação da empresa desenvolve de uma maneira particular, além de não serem todas que desenvolvem o *eco design*.

- Identificação de oportunidades de promover a P+L: A empresa identifica as principais fontes geradoras de resíduos, analisa o processo e as fontes, as suas causas e identifica soluções a serem adotadas, porém ainda há muito a ser aprimorado quanto à identificação dessas oportunidades para a promoção de uma produção mais limpa. Muitas ações realizadas, a fim de promovê-la não são feitas por uma equipe capacitada e bem treinada, gerando falhas nas análises e consequentemente na identificação das oportunidades. Sendo assim, estabeleceu-se como MdD (estágio 3) para este princípio.

- Desenvolvimento de aprendizagem organizacional: Estabeleceu-se como BD (estágio 4) pois a empresa sente a necessidade de uma consultoria externa a fim de capacitar os funcionários para formação da equipe de trabalho e promover uma produção mais limpa e sendo assim formar equipe de trabalho que também auxilie na conscientização para prevenção da poluição. A empresa tem um programa interno de treinamento e disseminação de fundamentos/práticas ambientais para todos os colaboradores, incorporando os fundamentos de uma produção mais limpa na cultura da empresa.

- Análise de risco ambiental do produto ou do processo: A empresa faz a gestão dos riscos ambientais; identifica os riscos pertinentes à escassez de água e energia; e leva em conta, na análise de risco ambiental, as atividades de toda a cadeia de suprimentos. Porém estabeleceu-se como BD (estágio 4) pois a análise de risco ambiental do produto ou do processo possui pontos que necessitam de melhorias continuamente.

- Minimização da poluição gerada na cadeia de suprimentos: A empresa adota práticas que se assemelham à P+L, porém possibilita que os riscos ambientais da empresa e dos que compõem a cadeia de suprimentos sejam reduzidos. A identificação da adoção das práticas de redução de emissões por parte dos *stakeholders* é feita de forma muito superficial. Selecionam para compra, materiais que impactam menos o meio ambiente, porém somente em algumas unidades de fabricação e para apenas alguns produtos, e os fornecedores são avaliados superficialmente quanto a serem ambientalmente corretos (compras sustentáveis).

Desperdício de recursos, controle do fluxo de materiais e energia utilizada, são controlados por cada unidade de fabricação. Algumas evitam grandes desperdícios e outras não,

porém com relação aos que compõem a cadeia de suprimentos as informações obtidas são superficiais. A logística reversa só é realizada quando exigida por lei, do contrário não compensa financeiramente à empresa, devido à falta de apoio de fatores externos, como por exemplo do órgão público municipal para coleta seletiva de lixo.

Quanto ao gerenciamento dos resíduos de forma correta e condizente com as metas ambientais estabelecidas, obtém-se apenas controle eficaz dos resíduos de produção e da própria empresa. Os relacionados ao que compõem a cadeia de suprimentos obtém-se informações superficiais. Sendo assim, estabeleceu-se como MdB (estágio 3) pois são feitos controles básicos sobre a poluição gerada na cadeia de suprimentos, havendo a necessidade de aprimorar as práticas da empresa cada vez mais.

Quadro 19: Teste da matriz de maturidade proposta (ED)

DRIVER Eco Design (ED)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Desenvolvimento da capacidade industrial para produção de produtos ambientalmente sustentáveis	-Adaptar os processos industriais para produzir produtos ambientalmente sustentáveis; -Integrar ideias ambientalmente sustentáveis nos processos de produção; -Ter capacidade de explorar recursos e conhecimentos existentes a fim de renovar e desenvolver recursos organizacionais verdes; -Desenvolver sistema ganha-ganha entre empresa-sociedade.					
Transformação de produtos tradicionais em produtos ambientalmente sustentáveis	-Transformar produtos tradicionais em produtos ambientalmente sustentáveis; -Substituir matérias-primas que ao serem processadas geram emissões que agredem ao meio ambiente por aquelas que não agredem; -Substituir os componentes dos produtos que ao final da vida útil exijam descartes que impactem o meio ambiente por aqueles que não impactem e/ou impactem menos; -Aumentar a durabilidade dos produtos; -Trocar fornecedores que não executam práticas ambientais e sem certificações ambientais por outros que sigam políticas e práticas ambientais e sejam certificados.					
Avaliação do valor ambiental percebido pelo cliente	-Avaliar por meio de <i>feedback</i> do cliente a eficiência ambiental do produto; -Identificar as características ambientais do produto que tornam o cliente leal à ele; -Identificar quais são os benefícios ambientais percebidos pelo cliente; -Avaliar os atributos físicos do produto em relação à utilização ambientalmente amigável do produto; -Avaliar qual o valor que o cliente atribui ao produto devido ao compromisso ambiental da empresa; -Avaliar qual o valor que o cliente atribui ao produto devido às práticas ambientais executadas em todo o ciclo de vida do produto.					
Desenvolvimento do eco <i>design</i>	-Formar equipes multifuncionais para desenvolver o eco <i>design</i>; -Incorporar sistematicamente consciência ambiental no dia-a-dia dos envolvidos no desenvolvimento de produtos verdes; -Introduzir a avaliação do ciclo de vida no processo de desenvolvimento do produto; -Reduzir a geração de impactos do produto em todo seu ciclo de vida; -Prolongar a fase de uso do produto (aumentar a vida útil); -Promover a reutilização e reciclagem do produto; -Identificar os impactos ambientais e de segurança, tomando medidas a fim de reduzi-los.					

Desenvolvimento de novos produtos ambientalmente sustentáveis	-Identificar e atender as necessidades ambientais dos clientes; -Inovar nos processos e <i>design</i> dos produtos visando processos que impactem menos ou não impactem o meio ambiente e produtos com <i>design</i> ambientalmente amigáveis; -Garantir que o produto cumpra com os requisitos das leis ambientais locais onde o produto é projetado, fabricado, embalado, distribuído, utilizado e descartado; -Garantir que as preocupações ambientais das partes interessadas ao longo da cadeia de valor do produto sejam consideradas; -Garantir que não haverá ou se minimizará o impacto ambiental desde a extração da matéria prima utilizada até a eliminação do produto após uso.					
Prática da Cadeia de Suprimentos Verde	-Verificar se o eco <i>design</i> é desenvolvido nas empresas que compõem a cadeia de suprimentos, fomentando sua utilização por aquelas que não o utilizem; -Utilizar logística reversa; -Modificar determinadas características do produto a fim de aprimorar a capacidade de recuperação; -Reduzir fatores complexos relacionados à manipulação de substâncias perigosas e lixo eletrônico por meio da substituição desses materiais no processo de produção; -Verificar se os fornecedores, distribuidores e vendedores do produto adotam práticas ambientais; -Reduzir a emissão de resíduos, fomentando sua utilização por aquelas que não o utilizem; -Promover a reutilização e/ou reciclagem dos produtos ao final da vida útil.					
Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais	-Inserir a avaliação do ciclo de vida em todo o processo de desenvolvimento de produtos; -Desenvolver novos produtos com características que não impactem o meio ambiente durante sua vida útil; -Desenvolver novos produtos que sigam requisitos ambientais em toda a cadeia de suprimentos; -Desenvolver novos produtos que sigam requisitos ambientais em todo o ciclo de vida do produto.					

Para o *driver* ED os princípios obtiveram as seguintes avaliações:

- Desenvolvimento da capacidade industrial para produção de produtos ambientalmente sustentáveis: A empresa avaliada denomina os produtos ambientalmente sustentáveis como “*accelerators*”. Conceituando-os como soluções que contribuem substancialmente para a promoção da sustentabilidade na cadeia de valor da empresa. Diversos produtos do seu vasto portfólio foram desenvolvidos visando à sustentabilidade, porém ainda existem muitos pontos relacionados à capacidade da indústria química para produzir produtos ambientalmente sustentáveis. Dessa forma, estabeleceu-se este princípio como MdD (estágio 3).

- Transformação de produtos tradicionais em produtos ambientalmente sustentáveis: Alguns produtos que compõem o portfólio da empresa obtiveram suas características básicas modificadas, a fim de se tornarem produtos ambientalmente sustentáveis. A partir da utilização de extratos naturais, substituíram-se matérias-primas tóxicas por matéria-prima que não traz impactos negativos ao meio ambiente, em um dos produtos fabricados pela empresa, em uma das suas unidades de fabricação. Apesar de já existirem algumas ações transformacionais na empresa, estabeleceu-se como MdD (estágio 3), pois ainda são poucos os produtos tradicionais que foram transformados em ambientalmente sustentáveis, existindo assim uma grande lacuna a ser preenchida, considerando-se todo o portfólio de produtos fabricados pela empresa.

- Avaliação do valor ambiental percebido pelo cliente: Todas as práticas estabelecidas para este princípio, como: avaliar por meio de *feedback* do cliente a eficiência ambiental do produto; identificar as características ambientais do produto que tornam o cliente leal à ele; identificar quais são os benefícios ambientais percebidos pelo cliente; avaliar os atributos físicos do produto em relação à utilização ambientalmente amigável do produto; avaliar qual o valor que o cliente atribui ao produto devido ao compromisso ambiental da empresa; e avaliar qual o valor que o cliente atribui ao produto devido às práticas ambientais executadas em todo o ciclo de vida do produto, são práticas realizadas superficialmente pela empresa.

Dessa forma, estabeleceu-se como MdD (estágio 3) pois as mensurações do valor ambiental percebido pelo cliente nos produtos ambientalmente sustentáveis fabricados pela empresa, não são feitas subjetivamente.

- Desenvolvimento do eco *design*: As equipes responsáveis pelo desenvolvimento do eco *design* são da área de pesquisa e desenvolvimento da empresa, atuando de forma dispersa e não somente para desenvolvimento de produtos com características ambientalmente sustentáveis, afetando também uma falta de padronização para o eco *design*. O setor ambiental da empresa promove a conscientização ambiental de forma rotineira e sistemática no dia-a-dia dos colaboradores em todas as áreas da empresa, inclusive na área de pesquisa e desenvolvimento.

A avaliação do ciclo de vida é feita por uma fundação separada da empresa, a qual tem um custo para que seja realizada. Sendo assim a avaliação não é realizada em todos os produtos que compõem o portfólio, impactando também a redução da geração de impactos do produto em todo o ciclo de vida, sendo feita para a maioria dos produtos apenas na parte que condiz à sua produção.

Porém a empresa promove a reutilização e reciclagem da maioria dos produtos por ela fabricados; e identifica os impactos ambientais e de segurança, tomando medidas cabíveis a fim de reduzi-los o máximo possível. Sendo assim, estabeleceu-se MdD (estágio 3).

- Desenvolvimento de novos produtos ambientalmente sustentáveis: Estabeleceu-se como MnD (estágio 2) para esse princípio, pois existe uma grande dificuldade para a empresa em garantir que o produto cumpra os requisitos das leis ambientais locais de onde o produto foi projetado, fabricado, embalado, distribuído, utilizado e descartado.

Garantir que as preocupações ambientais das partes interessadas ao longo da cadeia de valor do produto sejam consideradas não é uma prática inteiramente realizada, uma vez que as preocupações ambientais das partes interessadas são obtidas de forma superficial pela empresa, garantindo parte delas.

Existe também grande dificuldade para a empresa em garantir a minimização ou a ausência do impacto ambiental em todo o ciclo de vida do produto, garantindo apenas na etapa da produção. Porém a empresa identifica e procura atender ao máximo possível as necessidades ambientais dos clientes, inovam em alguns processos e no *design* de alguns dos seus produtos, visando a produtos ambientalmente sustentáveis.

- Prática da Cadeia de Suprimentos Verde: A realização das práticas ambientais nos que compõem a cadeia de suprimentos, é verificada superficialmente pela empresa. A logística reversa não é aplicada a todas as unidades de fabricação e todos os produtos da empresa, aplica-se apenas aos que são exigidos por lei.

Devido ao vasto portfólio de produtos, nem todos possuem determinadas características modificadas a fim de aprimorar a capacidade de recuperação, somente alguns deles. Assim como promover a redução de fatores complexos relacionados à manipulação de substâncias perigosas e lixos por meio da substituição desses materiais no processo de produção, não é para todos os produtos. Sendo assim, estabeleceu-se como MdD (estágio 3) para este princípio.

- Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais: Estabeleceu-se como MdD (estágio 3) para esse princípio, pois a empresa encontra grande dificuldade em inserir a avaliação do ciclo de vida em todo o processo de desenvolvimento de produtos, assim como desenvolver novos produtos que sigam requisitos ambientais em todo o seu ciclo de vida. Porém

a empresa busca desenvolver novos produtos com características que não impactem o meio ambiente durante sua vida útil; e desenvolver novos produtos que sigam requisitos ambientais em toda a cadeia de suprimentos.

Quadro 20: Teste da matriz de maturidade proposta (GVCS)

DRIVER Gestão Verde da Cadeia de Suprimentos (GVCS)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Desenvolvimento de práticas na gestão ambiental interna	-Existir efetivo compromisso por parte da alta direção a fim de promover uma gestão da cadeia de suprimentos ecologicamente eficaz; -Existir compromisso por parte dos gerentes de nível médio no suporte para as práticas do GVCS;					
Desenvolvimento de técnicas para redução de resíduos	-Obter e exigir de fornecedores, distribuidores e demais partes que compõem a cadeia de suprimentos a certificação ISO 14001;					
Utilização da logística reversa	-Promover a logística reversa; -Elaborar estratégias de distribuição e de transporte que sejam ambientalmente eficazes; -Executar o redesenho dos componentes do sistema de logística a fim de serem ambientalmente eficazes; -Utilizar e fomentar o uso para os integrantes da cadeia de combustíveis alternativos; -Priorizar a utilização de modais eco eficientes; -Minimizar as distâncias de viagens; -Promover a manutenção dos veículos e garantir seu descarte adequado.					
Verificação da performance ambiental dos fornecedores	-Realizar auditoria ambiental na gestão de fornecedores; -Exigir certificação ISO 14001 dos fornecedores; -Avaliar e monitorar fornecedores de matérias-primas em relação às práticas ambientalmente amigáveis; -Incentivar os fornecedores a apoiarem iniciativas e medidas dentro de suas empresas a fim de preservar o meio ambiente.					
Promoção de práticas GVCS comunicacionais	-Colaborar com organizações de fins ecológicos; -Divulgar as ações ambientais para os clientes e empresas que compõem a cadeia de suprimentos.					
Práticas que busquem a minimização de riscos	-Diminuir consumo de materiais perigosos e tóxicos; -Adquirir matérias-primas que não contenham substâncias proibidas e/ou tóxicas.					
Existência da eficiência e sinergia entre parceiros	-Fornecer especificações de <i>design</i> para fornecedores incluindo requisitos ambientais dos itens a serem adquiridos; -Haver cooperação com fornecedores para objetivos ambientais; -Haver cooperação com clientes para o <i>eco design</i> ; -Haver cooperação com clientes para produção mais limpa; -Haver cooperação com clientes para a utilização da embalagem sustentável; -Haver cooperação com transporte de carga de maneira eco eficiente.					

Retorno do investimento	-Vender estoque e/ou materiais em excesso; -Vender materiais usados e resíduos (materiais que não têm valor na linha de produção) para recuperar parte do investimento; -Vender equipamentos usados após a compra de novo equipamento.					
Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais	-Promover <i>eco design</i>; -Promover a adoção de critérios ambientais para selecionar fornecedores.					
Adoção do Eco <i>Design</i>	-Promover <i>design</i> de produtos que consumam menos material; -Promover <i>design</i> de produtos que consumam menos energia; -Promover <i>design</i> de produtos para reutilização, reciclagem e retorno de materiais e componentes; -Fabricar produtos a fim de evitar ou reduzir utilização de substâncias perigosas; -Fabricar produtos a fim de evitar ou reduzir impacto ambiental no processo de fabricação.					

Para o *driver* GVCS a avaliação para seus respectivos princípios foi:

- Desenvolvimento de práticas na gestão ambiental interna: Existe um efetivo compromisso por parte da alta direção, a fim de promover uma gestão da cadeia de suprimentos ecologicamente eficaz, assim como por parte dos gerentes de nível médio no suporte para as práticas do GVCS. Porém estabeleceu-se como BD (estágio 4) para esse princípio, pois existe sempre a possibilidade de melhoria para o desenvolvimento de práticas na GA interna.

- Desenvolvimento de técnicas para redução de resíduos: Estabeleceu-se como BD (estágio 4) para esse princípio, pois obter e exigir de fornecedores, distribuidores e demais partes que compõem a cadeia de suprimentos a certificação ISO 14001 é uma prática exercida somente quando exigida pelo cliente, uma vez que a indústria química possui seu próprio SGA. Ressalta-se ainda que o desenvolvimento de técnicas para redução de resíduos pode ser sempre melhorado.

- Utilização da logística reversa: A logística reversa só é realizada quando aplicável por lei, devido às dificuldades encontradas por falta de apoio de órgãos públicos municipais e altos custos gerados, porém a empresa tem estratégias de distribuição e de transporte que sejam ambientalmente eficazes, executa o redesenho dos componentes do sistema de logística, a fim de serem ambientalmente eficazes. Procura utilizar o máximo possível e fomenta o uso para os integrantes da cadeia de combustíveis alternativos, e realiza a manutenção dos veículos e garante seu descarte adequado. Sendo assim, estabeleceu-se BD (estágio 4) para esse princípio.

- Verificação da performance ambiental dos fornecedores: Auditorias ambientais são realizadas na gestão de fornecedores, a certificação ISO 14001 somente é exigida quando por parte do cliente também for. São realizadas avaliações e monitoramento superficiais dos fornecedores de matérias-primas em relação às práticas ambientalmente amigáveis, e os fornecedores são incentivados a apoiarem iniciativas e medidas dentro de suas empresas a fim de preservarem o meio ambiente.

Estabeleceu-se como BD (estágio 4) para esse princípio, pois sempre existe algo a ser melhorado quanto à verificação da performance ambiental dos fornecedores, principalmente quanto à superficialidade existente. As grandes empresas industriais do setor químico participam de um programa de sustentabilidade, tonando a cadeia de suprimentos mais concisa e integrada, entre elas.

- Promoção de práticas GVCS comunicacionais: A empresa colabora com organizações de fins ecológicos e divulga suas ações ambientais para os clientes e empresas que compõem a cadeia de suprimentos, por meio de publicações em revistas. Estabeleceu-se como BD (estágio

4) para esse princípio, pois sempre existe algo que possa ser melhorado para a promoção de práticas GVCS comunicacionais.

- Práticas que busquem a minimização de riscos: Grandes empresas industriais do setor químico a fim de reforçarem a sustentabilidade na cadeia de fornecimento uniram forças para a iniciativa “Juntos pela Sustentabilidade”. Baseando-se em boas práticas, têm por objetivo a padronização global de avaliações de fornecedores e auditoria. Sendo assim, práticas como: diminuir o consumo de materiais perigosos e tóxicos; e adquirir matérias-primas que não contenham substâncias proibidas e/ou tóxicas, são avaliadas por meio de matrizes de riscos. Dessa forma, estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois sempre existe algo a ser melhorado nas práticas que busquem a minimização de riscos na indústria química.

- Existência da eficiência e sinergia entre parceiros: Por meio da iniciativa “Juntos pela Sustentabilidade” as indústrias químicas de grande porte de todo o mundo trabalham de forma eficaz e sinérgica. Dessa forma estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois mesmo havendo essa iniciativa, a sinergia entre as parcerias da empresa pode ser sempre melhorada, tornando-se cada vez mais eficaz.

- Retorno do investimento: Estabeleceu-se como MdD (estágio 3) para esse princípio, pois apesar de a empresa não vender equipamentos usados após a compra de novos, ela vende estoque e/ou materiais em excesso e materiais usados e resíduos. Ressalta-se que a empresa pode aprimorar o retorno do seu investimento continuamente.

- Incentivo à adoção e utilização das práticas ambientais: Apesar da iniciativa “Juntos pela Sustentabilidade” que seleciona fornecedores capacitados, ainda é necessária uma melhor promoção do eco design na empresa e incentivo para as que compõem a cadeia de suprimentos. Sendo assim, estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois o eco *design* precisa ser melhor desenvolvido, podendo sempre ser aprimorado.

- Adoção do Eco *Design*: As práticas para esse princípio são executadas em algumas unidades de fabricação e para alguns produtos da empresa, porém existe a necessidade de maior incentivo, divulgação e promoção das mesmas, para todos os participantes da cadeia de suprimentos. Porém a partir da iniciativa “Juntos pela Sustentabilidade” percebe-se que os parceiros da empresa avaliada também estão juntos nessa corrida pela eco eficiência. Sendo assim estabeleceu-se como BD (estágio 4), pois os produtos denominados “*accelerators*” podem ser aprimorados continuamente em toda a cadeia de suprimentos da empresa.

Quadro 21: Teste da matriz de maturidade proposta (ACV)

DRIVER Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)		ESTÁGIOS DE MATURIDADE				
		1	2	3	4	5
PRINCÍPIOS	PRÁTICAS	ND	MnD	MdD	BD	TD
Definição de objetivo e escopo da ACV desenvolvida na empresa	-Definir os objetivos ambientais da avaliação do ciclo de vida de forma clara e consistente; -Definir suficientemente o escopo da ACV assegurando que a extensão da mesma seja compatível para se atingir o objetivo ambiental determinado; -Especificar claramente as unidades funcionais do produto que terá o ciclo de vida avaliado; -Definir e mensurar o desempenho das saídas do sistema de produto avaliado; -Definir quais unidades do processo devem ser incluídas na ACV; -Descrever quais são os tipos de impactos ambientais, qual a metodologia de avaliação de impacto ambiental e qual a interpretação que deve ser usada em seguida; -Garantir a qualidade dos dados coletados para uma ACV eficaz.					
Análise do inventário do ciclo de vida	-Coletar dados e realizar cálculos para quantificar as entradas e saídas pertinentes de um sistema de produto, visando identificar os pontos críticos que precisam ser sanados, garantindo melhoria ambiental; -Identificar continuamente novos requisitos ou limitações para dados que requeiram uma modificação no processo de coleta de dados, a fim de identificar corretamente os impactos ambientais que devem ser reparados; -Quantificar entradas e saídas do sistema avaliado em termos de energia, recursos naturais e emissões, considerando as categorias de impacto ambientais.					
Avaliação do impacto do ciclo de vida	-Compreender a intensidade e significado das alterações potenciais sobre o meio ambiente associadas ao consumo de recursos naturais e emissões relativas ao ciclo de vida do produto em avaliação; -Associar dados do inventário com impactos ambientais específicos; -Fazer a correlação dos dados do inventário por categorias de impacto ambiental, como por exemplo: efeito estufa, acidificação, etc. (classificação); -Modelar os dados do inventário dentro de categorias de impacto ambiental (caracterização); -Ponderar os impactos ambientais significativos, criando um indicador único de desempenho ambiental para o produto avaliado.					
Interpretação do ciclo de vida	-Verificar se as análises obtidas no inventário estão de acordo com o objetivo ambiental previamente definido; -Verificar se as análises obtidas na avaliação do impacto do ciclo de vida estão de acordo com o objetivo ambiental definido;					

	-Identificar pontos críticos do ciclo de vida que precisam ser melhorados a partir da avaliação feita na análise de inventário; -Fornecer recomendações ambientais aos tomadores de decisão.					
Análise crítica	-Assegurar que os métodos usados para a condução da ACV são consistentes com a norma ISO 14040 (ISO NBR 14040 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura) e ISO 14044 (ISO NBR 14044 – Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações); -Assegurar que os métodos usados para a condução da ACV são validados cientificamente e tecnicamente, alcançando os objetivos ambientais; -Assegurar que os dados utilizados são apropriados para identificar os impactos ambientais significativos; -Garantir que o relatório da ACV é transparente e consistente com o objetivo ambiental; -Ampliar e enriquecer debates para a avaliação do produto a fim de torná-lo cada vez mais ecologicamente correto.					
Integração da ACV à outras práticas ambientais	-Integrar a ACV a outros instrumentos para um SGA adequado; -Integrar a ACV a outras práticas ambientais a fim de fazer uma avaliação de riscos ou de aspectos econômicos e sociais.					
Gerenciamento de recursos naturais	-Garantir que em todas as etapas da ACV foram considerados os consumos de recursos naturais; -Avaliar por simulações numéricas o efeito da redução do consumo dos recursos naturais nas etapas do ciclo de vida, visando a otimização ambiental do produto avaliado; -Garantir a existência de benefícios ambientais a partir da redução do consumo de recursos naturais; -Garantir a existência de benefícios a partir da implementação de ações a fim de aumentar eficiência energética, reduzir perdas e otimizar desempenho ambiental.					
Identificação de pontos críticos	-A partir dos resultados obtidos da ACV identificar os pontos críticos ambientais presentes no produto avaliado; -Propor ações a fim de eliminar ou reduzir esses pontos críticos ambientais; -Implantar melhorias a fim de um melhor desempenho ambiental do produto					
Otimização de sistemas de produtos	-A partir de resultados obtidos nos estudos da ACV alterar projetos dos produtos tornando-os ecologicamente eficazes; -Focar nas etapas críticas do sistema avaliado os esforços necessários para implementação de melhorias ambientais; -Auxiliar na eficiência ambiental do processo produtivo; -Auxiliar na eficiência ambiental da logística de distribuição.					

A ACV dos produtos da empresa são realizadas por uma fundação à parte, ou seja, uma fundação separada da empresa. Por sua vez a ACV tem um custo, o qual é consideravelmente elevado. Sendo assim, apenas alguns produtos do portfólio passam pela ACV. Levando isso em consideração, seguem as avaliações dos princípios do *driver* ACV:

- Definição de objetivo e escopo da ACV desenvolvida na empresa: Todas as práticas que envolvem a definição de objetivo e escopo da ACV para os produtos fabricados na empresa são realizadas pela fundação responsável. Sendo assim, estabeleceu-se MdD (estágio 3) para o princípio, pois ela não é realizada pela empresa propriamente dita, porém pode-se estabelecer como MdD pelo fato de a empresa ter confiança na avaliação feita pela fundação, a qual quando solicitada é extremamente bem feita e detalhada.

- Análise do inventário do ciclo de vida: Assim como no princípio anterior, a análise do inventário do ciclo de vida é feita pela fundação, uma vez que se trata de uma parte específica da ACV e todas as práticas determinadas para esse princípio são realizadas por ela. Sendo assim estabeleceu-se MdD (estágio 3) para o princípio, pois ela não é realizada pela empresa propriamente dita, porém pode-se estabelecer como MdD pelo fato de a empresa ter confiança na avaliação feita pela fundação, a qual quando solicitada é extremamente bem feita e detalhada.

- Avaliação do impacto do ciclo de vida: Esse princípio também será realizado pela fundação responsável pela ACV. Dessa forma, estabeleceu-se MdD (estágio 3) para o princípio, pois ela não é realizada pela empresa propriamente dita, porém pode-se estabelecer como MdD pelo fato de a empresa ter confiança na avaliação feita pela fundação, a qual quando solicitada é extremamente bem feita e detalhada.

- Interpretação do ciclo de vida: Neste princípio a empresa verifica se as análises obtidas no inventário feito pela fundação estão de acordo com o objetivo ambiental previamente definido. Ela também verifica se as análises obtidas na avaliação do impacto do ciclo de vida feita pela fundação estão de acordo com o objetivo ambiental da empresa; identifica juntamente à fundação os pontos críticos do ciclo de vida que precisam ser melhorados a partir da avaliação feita na análise de inventário; e sugere algumas modificações ambientais aos tomadores de decisão, visando sanar os pontos críticos identificados.

Dessa forma, estabeleceu-se BD (estágio 4) para esse princípio, pois a empresa atua juntamente à fundação que realiza a ACV, executando todas as práticas, porém deve-se sempre lembrar que existem possibilidades de melhorias contínuas, sendo esse o motivo de não se estabelecer TD (estágio 5) para o princípio.

- Análise crítica: Estabeleceu-se BD (estágio 4) para esse princípio pelo fato de algumas práticas serem feitas pela fundação, a qual é especializada a esse tipo de avaliação. Sendo assim a empresa tem total confiança que os métodos usados para conduzir a ACV são consistentes com a norma ISO, que são métodos avaliados cientificamente e tecnicamente, que o relatório é transparente e consistente com o objetivo ambiental da empresa, e que os dados utilizados são apropriados.

A empresa juntamente à fundação realizam reuniões com debates para avaliar o produto estudado e assim torná-lo cada vez mais ecologicamente correto.

- Integração da ACV a outras práticas ambientais: Para esse princípio estabeleceu-se MdD (estágio 3), pois existe uma complexidade para a integração da ACV a outras práticas ambientais devido ao vasto portfólio de produtos fabricados na empresa. Sendo assim, apesar de a empresa procurar da melhor forma, integrá-las, mesmo havendo grande dificuldade.

- Gerenciamento de recursos naturais: A empresa confia que a fundação considerou em todas as etapas da ACV os consumos de recursos naturais e por simulações numéricas pode avaliar o efeito da redução do consumo dos recursos naturais nas etapas do ciclo de vida, visando à otimização ambiental do produto avaliado. Por meio da ACV a empresa pretende garantir a existência de benefícios ambientais, a partir da redução do consumo de recursos naturais, e da existência de benefícios, a partir da implementação de ações, a fim de aumentar eficiência energética, reduzir perdas e otimizar desempenho ambiental.

Dessa forma, estabeleceu-se BD (estágio 4) para o princípio, pois mesmo a ACV sendo feita por uma fundação confiável, ainda existem pontos que podem ser melhorados quanto ao gerenciamento dos recursos naturais no ciclo de vida do produto.

- Identificação de pontos críticos: A empresa, a partir dos resultados obtidos da ACV, identifica quais são os pontos críticos ambientais presentes no produto que foi avaliado; propõem ações, a fim de eliminar ou reduzi-los; e implementa as melhorias, a fim de um melhor desempenho ambiental do produto. Dessa forma, estabeleceu-se BD (estágio 4), pois sempre existem melhorias a serem feitas na identificação dos pontos críticos ambientais do produto avaliado.

- Otimização de sistemas de produtos: A partir dos resultados obtidos na ACV pela fundação, a empresa altera, da melhor forma possível, os projetos dos produtos, tornando-os ecologicamente eficazes e foca nas etapas críticas do sistema avaliado, os esforços necessários para implementação de melhorias ambientais. Dessa forma a empresa também auxilia na

eficiência ambiental do processo produtivo e da logística de distribuição. Sendo assim, estabeleceu-se BD (estágio 4), pois para a otimização de sistemas de produtos sempre existem melhorias a serem realizadas continuamente, além do fato de que não são feitas para todos os produtos que compõem o portfólio da empresa.

Após a avaliação de cada um dos princípios para cada *driver* que compõem a matriz de maturidade proposta, é feita a análise da maturidade da empresa (Quadro 22), determinando o nível de maturidade de cada *driver*, tomando por base os cinco estágios de maturidade determinados.

Quadro 22: Análise da maturidade da empresa

Drivers	Estágios de maturidade				
	ND	MnD	MdD	BD	TD
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
ISO 14001					
P+L					
ED					
GVCS					
ACV					

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir do Quadro 22 pode-se definir o índice de CM da empresa, obtido por meio da moda. Sendo assim, a CM da empresa na qual a matriz de maturidade foi testada, é de nível 4, ou seja, possui os *drivers* da GA classificados como BD.

Porém a CM é uma classificação sem precisão. Sendo assim faz-se necessária a utilização do próximo índice, o IPM. Este será calculado primeiramente para cada um dos *drivers* avaliados e, posteriormente, será calculado o IPM global. A partir da fórmula 1, apresentada anteriormente, fazem as seguintes considerações para cada *driver*.

Para o *driver* ISO 14001, dentre os 9 princípios avaliados, encontrou-se 0 princípio no estágio 1 de maturidade, 1 princípio no estágio 2 de maturidade, 1 princípio no estágio 3 de maturidade, 6 princípios no estágio 4 de maturidade e 1 princípio no estágio 5 de maturidade.

Considerando que foram avaliados 9 princípios, tem-se 36 (9x4) estágios para a maturidade deste *driver*. Sendo assim, tem-se:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{4 \times 0 + 3 \times 1 + 2 \times 1 + 1 \times 6}{36} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0+3+2+6}{36} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,3055] \times 100$$

$$IPM = 69,44 \%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM foi de 69,44%, o que indica que do total de 9 princípios avaliados dentro do *driver* ISO 14001, 69,44% alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o *driver* P+L, dentre os 12 princípios avaliados, encontrou-se 0 princípio no estágio 1 de maturidade, 0 princípio no estágio 2 de maturidade, 5 princípios no estágio 3 de maturidade, 7 princípios no estágio 4 de maturidade e 0 princípio no estágio 5 de maturidade.

Considerando que foram avaliados 12 princípios, tem-se 48 (12x4) estágios para a maturidade deste *driver*. Sendo assim, tem-se:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{4 \times 0 + 3 \times 0 + 2 \times 5 + 1 \times 7}{48} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0+0+10+7}{48} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,3541] \times 100$$

$$IPM = 64,58 \%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM foi de 64,58%, o que indica que do total de 12 princípios avaliados dentro do *driver* P+L, 64,58% alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o *driver* ED, dentre os 7 princípios avaliados, encontrou-se 0 princípios no estágio 1 de maturidade, 1 princípio no estágio 2 de maturidade, 6 princípios no estágio 3 de maturidade, 0 princípios no estágio 4 de maturidade e 0 princípios no estágio 5 de maturidade.

Considerando-se que foram avaliados 7 princípios, tem-se 28 (7x4) estágios para a maturidade deste *driver*. Sendo assim, tem-se:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{4 \times 0 + 3 \times 1 + 2 \times 6 + 1 \times 0}{28} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 3 + 12 + 0}{28} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,5357] \times 100$$

$$IPM = 46,43 \%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM foi de 46,43%, o que indica que do total de 7 princípios avaliados dentro do *driver* ED, 46,43% alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o *driver* GVCS, dentre os 10 princípios avaliados, encontrou-se 0 princípio no estágio 1 de maturidade, 0 princípio no estágio 2 de maturidade, 1 princípio no estágio 3 de maturidade, 9 princípios no estágio 4 de maturidade e 0 princípio no estágio 5 de maturidade.

Considerando-se que foram avaliados 10 princípios, tem-se 40 (10x4) estágios para a maturidade deste *driver*. Sendo assim, tem-se:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{4 \times 0 + 3 \times 0 + 2 \times 1 + 1 \times 9}{40} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 2 + 9}{40} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,275] \times 100$$

$$IPM = 72,5 \%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM foi de 72,50%, o que indica que do total de 10 princípios avaliados dentro do *driver* GVCS, 72,50% alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Para o *driver* ACV, dentre os 9 princípios avaliados, encontrou-se 0 princípio no estágio 1 de maturidade, 0 princípio no estágio 2 de maturidade, 4 princípios no estágio 3 de maturidade, 5 princípios no estágio 4 de maturidade e 0 princípio no estágio 5 de maturidade.

Considerando-se que foram avaliados 9 princípios, tem-se 36 (9x4) estágios para a maturidade deste *driver*. Sendo assim, tem-se:

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{4 \times 0 + 3 \times 0 + 2 \times 4 + 1 \times 5}{36} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = \left[1 - \left(\frac{0 + 0 + 8 + 5}{36} \right) \right] \times 100$$

$$IPM = [1 - 0,3611] \times 100$$

$$IPM = 63,89 \%$$

O resultado obtido no cálculo do IPM foi de 63,89%, o que indica que do total de 9 princípios avaliados dentro do *driver* ACV, 63,89% alcançaram o maior nível de maturidade possível.

Após feitos os cálculos do IMP para cada *driver* particularmente, calcula-se o IPM global fazendo uma média simples de todos eles.

Dessa forma, tem-se:

$$IPM_{global} = \left(\frac{69,44 + 64,58 + 46,43 + 72,5 + 63,89}{5} \right)$$

$$IPM_{global} = 63,37\%$$

O IPM global foi de 63,37%, o que indica que do total de princípios avaliados, 63,37% já atingiram o maior nível de maturidade.

Identificada a porcentagem do total de princípios avaliados que já atingiram o maior nível de maturidade, faz-se o cálculo do NMG, o qual identificará em qual estágio de maturidade a empresa se encontra. A primeira etapa do NMG trata da definição dos pesos para cada *driver*, para o qual, nesse estudo, adotou-se peso 1, como já esclarecido anteriormente. Dessa forma a Tabela 4 é obtida.

Tabela 4: Pesos dos *drivers*

<i>Drivers</i>	Peso
ISO 14001	1
P+L	1
ED	1
GVCS	1
ACV	1
Total	5

Fonte: Elaborado pela autora.

Após definidos os pesos, deve-se analisar a quantidade de princípios para cada *driver* e a pontuação máxima que a empresa pode receber em cada *driver*. Esse cálculo pode ser feito a

partir da fórmula 2, apresentada anteriormente. O resultado desse cálculo está demonstrado na Tabela 5.

Tabela 5: Total de práticas dos *drivers*

<i>Drivers</i>	Quantidade de princípios	Estágios (classificações)				
		1	2	3	4	5
ISO 14001	9	9	18	27	36	45
P+L	12	12	24	36	48	60
ED	7	7	14	21	28	35
GVCS	10	10	20	30	40	50
ACV	9	9	18	27	36	45

Fonte: Elaborado pela autora.

A segunda parte do cálculo do NMG consiste na aplicação dos pesos da Tabela 4, ou seja, multiplicação dos resultados obtidos na Tabela 5 pelos pesos correspondentes de cada *driver*. Esse resultado pode ser obtido pela aplicação da fórmula 3. A Tabela 6 traz as classificações dos intervalos.

Tabela 6: Classificação dos intervalos de maturidade

<i>Drivers</i>	Quantidade de princípios	Estágios (classificações)				
		1	2	3	4	5
ISO 14001	9	9	18	27	36	45
P+L	12	12	24	36	48	60
ED	7	7	14	21	28	35
GVCS	10	10	20	30	40	50
ACV	9	9	18	27	36	45
Total multiplicado		47	94	141	188	235
Total dividido		9,4	18,8	28,2	37,6	47

Fonte: Elaborado pela autora.

Desta forma, pode-se estabelecer o intervalo em que cada classificação está inserida: classificação 5: obter 47 pontos; classificação 4 obter entre 47 e 37,6 pontos; classificação 3:

obter entre 37,6 e 28,2 pontos; classificação 2: obter entre 28,2 e 18,8 pontos e classificação 1: obter entre 18,8 e 9,4 pontos.

Já identificados os intervalos de classificações, deve-se identificar qual a pontuação da empresa em que a matriz foi testada, a fim de poder classificá-la quanto ao seu nível de maturidade. A partir da fórmula 4 obtém-se a pontuação obtida em cada *driver*, estabelecendo o estágio de maturidade geral da empresa na Tabela 7.

Tabela 7: Estágio de maturidade geral

<i>Drivers</i>	Quantidade de princípios	Nota do <i>driver</i>	Número de atributos em cada classificação				
			1	2	3	4	5
ISO 14001	9	34	0	1	1	6	1
P+L	12	43	0	0	5	7	0
ED	7	20	0	1	6	0	0
GVCS	10	39	0	0	1	9	0
ACV	9	32	0	0	4	5	0
Total multiplicado		168					
Total dividido		33,6					

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da análise feita pelo NMG, pode-se classificar que a empresa na qual a matriz de maturidade teve o teste realizado se encontra no estágio MdD de maturidade, ou seja, possui os *drivers* relativos aos elementos da GA medianamente desenvolvidos, uma vez que a pontuação identificado foi de 33,6, a qual se encontra no intervalo avaliado com grau de maturidade 3, pois a pontuação está entre 37,6 e 28,2 pontos.

6 CONCLUSÕES

Com a revisão da literatura pôde-se identificar a importância dos elementos relativos à GA para as empresas industriais. Um SGA bem implementado é capaz de tornar ecologicamente eficaz todos os setores da empresa, quando existir uma sinergia e integração satisfatória entre eles. As ações de P+L desenvolvidas na empresa possibilitam que a mesma possa minimizar a emissão de resíduos provenientes de sua produção, colaborando com o meio ambiente e conquistando clientes que valorizam produtos ambientalmente sustentáveis.

O ED vem trazer às empresas oportunidades para transformar produtos tradicionais em produtos que sejam ecológicos, ou seja, por meio da adaptação da capacidade de produção, por meio da alteração de matérias-primas utilizadas, por meio do desenvolvimento de produtos com vida útil maior, por meio do desenvolvimento de produtos no qual o ciclo de vida não gere impactos ao meio ambiente, as empresas transformam seus produtos em produtos ambientalmente amigáveis. A GVCS gerencia os parceiros que compõem a cadeia de suprimentos da empresa, a fim de garantir que todos tenham um SGA adequado e realizem práticas ambientais.

A ACV permite que as empresas identifiquem, a partir dos resultados das avaliações, quais são os pontos críticos, ou seja, quais são os produtos que impactam significativamente o meio ambiente e sugere formas desses impactos serem sanados, avaliando todo o ciclo de vida do produto, ou seja, desde a extração da matéria-prima utilizada até o descarte correto dos produtos ao seu final da vida útil.

A partir dos estudos feitos sobre modelos de maturidade, identificou-se a evolução de pesquisas sobre o tema, observando que o mesmo tem obtido considerável reconhecimento no meio acadêmico. Porém não foi identificado nas bases de pesquisas disponibilizadas a este estudo um dos tipos de modelo de maturidade, no caso a matriz de maturidade, tratando especificamente dos elementos relativos à GA de forma integrada. Sendo assim, este trabalho é uma importante contribuição científica, uma vez que se trata de uma aplicabilidade diferente da matriz de maturidade.

A matriz de maturidade para avaliação dos elementos relativos à GA proposta neste trabalho obteve êxito em sua aplicabilidade, uma vez que o teste feito na empresa possibilitou que os índices identificados, a partir da literatura, pudessem ser realizados e trouxeram resultados satisfatórios. No cálculo do CM obtido apenas por meio da moda, foi determinado que a empresa encontra-se no estágio de maturidade 4 (BD), porém por ser um índice pouco

preciso, houve a necessidade da realização do IPM e do NMG. A partir do IPM pode ser constatado que do total de princípios avaliados na matriz em questão, aproximadamente 63,4% deles atingiram o maior nível de maturidade possível, sendo assim ainda tem aproximadamente 36,6% de princípios para atingir o maior nível.

Com o cálculo do NMG pode-se ter, com uma precisão maior, o conhecimento do quão madura a empresa está em relação aos princípios avaliados na matriz. Foi identificado que a empresa na qual a matriz foi testada está no estágio 3 de maturidade, ou seja, encontra-se medianamente desenvolvida com relação aos princípios avaliados. Sendo assim, constata-se que apenas o cálculo do CM não seria o suficiente para determinar a maturidade da empresa e o IPM vem para complementar a avaliação obtida no cálculo do NMG.

Dessa forma, a matriz de maturidade proposta neste trabalho poderá auxiliar empresas industriais a identificarem qual o nível de maturidade no qual se encontram, a partir da avaliação dos princípios estabelecidos na mesma, sendo essa a contribuição aplicada deste trabalho.

Algumas limitações foram identificadas devido ao fato de ainda não existirem muitos artigos sobre matriz de maturidade e raríssimos aplicados na área de engenharia, gestão, projetos, entre outros, os quais poderiam servir como referência bibliográfica para este estudo.

O estudo bibliométrico realizado a fim de identificar os gaps científicos existentes sobre modelo de maturidade, juntamente com o aprofundamento dos elementos relativos à GA e a proposta de uma matriz de maturidade sobre eles, fazem parte da contribuição científica desta pesquisa.

As recomendações para trabalhos futuros envolvem a identificação de pesos para os *drivers* e a utilização de mecanismos de ponderações que considerem a interação existente entre eles. Pôde-se assim obter resultados mais assertivos sobre o grau de maturidade da empresa com relação aos elementos relativos à GA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHI, P.; SEARCY, C. A comparative literature analysis of definition of Green and sustainable supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 52, p. 329-341, 2013.
- ALBU, E.; PANZAR, C. A new tool for assessing maturity alignment: The enterprise maturity matrix. **Performance Improvement**, v. 49, n. 9, p. 35-47, out 2010.
- ANDIÇ, E.; YURT, Ö.; BALTACIOGLU, T. Green Supply Chain: Efforts and potential applications for the Turkish Market. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 58, p. 50-68, 2012.
- ARROW, K.J. *et al.* Sustainability and the measurement of wealth. **Environment and Development Economics**, v. 17, p. 317-353, 2012.
- BATES, M.E. *et al.* Life cycle assessment for dredged sediment placement strategies. **Science of the total Environmental**, v. 511, p. 309-318, 2015.
- BATTISTA, C.; SCHIRALDI, M.M. The logistic maturity model: Application to a fashion company. **International Journal of Engineering Business Management**, Special issue innovation in fashion industry, v. 5, n. 29, 2013.
- BIERMANN, F. *et al.* Transforming governance and institutions for global sustainability: Key insights from the Earth System Governance Project. **Environmental Sustainability**, v. 4, p. 51-60, 2012.
- BOSE, I.; PAL, R. Do Green supply chain management initiative impact stock prices of firms? **Decision Support Systems**, v. 52, p. 624-634, 2012.
- BRANDENBURG, M. *et al.* Quantitative models for sustainable supply chain management: Developments and directions. **European Journal of Operational Research**, v. 233, n. 2, p. 299-312, 2014.
- CAMPION, N. *et al.* Life cycle assessment perspectives on delivering an infant in the US. **Science of the Environmental**, v. 425, p. 191-198, 2012.
- CAMPOS, L.M.S. Environmental management systems (EMS) for small companies: a study in Southern Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 32, p. 141-148, 2012.
- CAMPOS, L.M.S *et al.* Environmental performance indicators: a study on ISO 14001 certified companies. **Journal of Cleaner production**, n.99, p. 286-296, 2015.
- CAO, Y.; PAWLOWSKI, A. Life Cycle Assessment of two emerging sewage sludge-to-energy systems: Evaluating energy and greenhouse gas emissions implications. **Bio resource Technology**, v. 127, p. 81-91, 2013.

CAUCHICK-MIGUEL, P.A. *et al.* **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012. 260 p.

CHECKLAND, P. **Systems, Thinking, Systems Practice** – Includes a 30-year retrospective. Chi Chester: Wiley, 1999. 424 p.

CHEN, C. *et al.* A business strategy selection of Green supply chain management via na analytic network process. **Computers and Mathematics with Applications**, v. 64, p. 2544-2557, 2012.

CHEN, C.; ZHANG, J. Green product design with engineering trade offs under technology efficient frontiers: Analytical results and empirical tests. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 60, n. 2, p. 340-352, 2013.

CHEN, Y.; CHANG, C. The determinants of green product development performance: Green dynamic capabilities, green transformational leadership and green creativity. **Journal Business Ethics**, v. 116, p. 107-119, 2013.

CHEN, Y.; CHANG, C. The Determinants of Green Product Development Performance: Green Dynamic Capabilities, Green Transformational Leadership, and Green Creativity. **Journal of Business Ethics**, v. 116, p. 107-119, 2013.

CHOI, S.; NG, A. Environmental and Economic Dimensions of Sustainability and Price Effects on Consumer Responses. **Journal Business Ethics**, v. 104, p. 269-282, 2011.

COMOGLIO, C.; BOTTA, S. The use of indicators and the role of environmental management systems for environmental performances improvement: a survey on ISO 14001 certified companies in the automotive sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 20, p. 92-102, 2012.

DAHL, Arthur Lyon. Achievements and gaps in indicators for sustainability. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 14-19, 2012.

DISTERHEFT, A. *et al.* Environmental Management Systems (EMS) implementation processes and practices in European higher education institutions e Top-down versus participatory approaches. **Journal of Cleaner Production**, v. 31, p. 80-90, 2012.

DOBES, Vladimir. New tool for promotion of energy management and cleaner production on *no cure, no pay basis*. **Journal of Cleaner Production**, v. 39, p. 255-264, 2013.

DOČEKALOVÁ, M.P.; KOČMANOVÁ, A.; KOLEŇÁK, J. Determination of economic indicators in the context of corporate sustainability performance. **Business: Theory and Practice**, v. 16, n. 1, p. 15-24, 2015.

FISCHER, J. *et al.* Human behavior and sustainability. **Front Ecology Environment**, v. 10, n. 3, p. 153-160, 2012.

FOLMMANN, N. Critérios para análise dos dados. In: _____. **Modelo de Maturidade Logística para Empresas Industriais de Grande Porte**. 2012. f. 125-127. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

FONSECA, L.M.C.M. ISO 14001:2015: An Improved Tool for Sustainability. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 8, n. 1, p. 37-50, 2015.

GALLI, A. *et al.* Assessing the global environmental consequences of economic growth through the Ecological Footprint: A focus on China and India. **Ecological Indicators**, v. 17, p. 99-107, 2012.

GARUD, R.; GEHMAN, J. Metatheoretical perspectives on sustainability journeys: Evolutionary, relational and durational. **Research Policy**, v. 41, p. 980-995, 2012.

GASBARRO, F.; RIZZI, F.; FREY, M. The mutual influence of Environmental Management

GAVRONKI, I. *et al.* ISO 14001 certified plants in Brazil-taxonomy and practices. **Journal of Cleaner Production**, v. 39, p. 32-41, 2013.

GIMENEZ, C.; TACHIZAWA, E.M.; Extending sustainability to suppliers: A systematic literature review. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 17, n. 5, p. 531-543, 2012.

GOLEV, A.; CORDER, G.D.; GIURCO, D.P. Barriers to Industrial Symbiosis: Insights from the Use of a Maturity Grid. **Journal of Industrial Ecology**, v. 19, n. 1, p. 141-153, fev. 2015.

GOND, J. *et al.* Configuring Management Control Systems: Theorizing the integration of strategy and sustainability. **Management Accounting Research**, n. 23, p. 205-223, 2012.

GOTTSCHALK, P. Maturity model for email communication in knowledge organizations: The case of police investigations. **International Journal of Law, Crime and Justice**, v. 36, n. 1, p. 54-66, 2008.

GOTTSCHALK, P.; SOLLI-SÆTHER, H. Maturity model for IT outsourcing relationships. **Industrial Management & Data ...**, v. 106, n. 2, p. 200-212, 2006.

GOVINDAN, K.; KHODAVERDI, R.; JAFARIAN, A. A fuzzy multi criteria approach for measuring sustainability performance of a supplier based on triple bottom line approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 345-354, 2013.

GUAN, T.; GRUNOW, D.; YU, J. Improving China's Environmental Performance through Adaptive Implementation—A Comparative Case Study of Cleaner Production in Hangzhou and Guiyang. **Sustainability**, v. 6, p. 8889-8908, 2014.

GUNASERAKAN, A.; SPALANZANI, A. Sustainability of manufacturing and services: Investigations for research and applications. **International Journal Production Economics**, v. 140, p. 35-47, 2012.

GUOYOU, Q. *et al.* Role of Internalization processes in defining the relationship between ISO 14001 certification and corporate environmental performance. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**, v. 19, p. 129-140, 2012.

HOEJMOSE, S.; BRAMMER, S.; MILLINGTON, A. “Green” Supply Chain management: The rule of trust and top management in BSB and B2C markets. **Industrial Marketing Management**, v. 41, p. 609-620, 2012.

HOFER, C.; CANTOR, D.E.; DAÍ, J. The competitive determinants of a firm’s environmental management activities: Evidence from US manufacturing industries. **Journal of Operations Management**, v. 30, p. 69-84, 2012.

HOOFF, B.; LYON, T.P.; Cleaner production in small firms taking part in Mexico’s sustainable supplier program. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p. 270-282, 2013.

HSU, C. *et al.* Supply Chain *drivers* that Foster the development of Green initiatives in an emerging economy. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 33, n. 6, p. 656-688, 2012.

ISHIKAKA, A.; NEMERY, P. **Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software**. Chi Chester: Wiley, 2013. 296 p.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **Environmental management: The ISO 14000 family of International Standards**. ISO Central Secretariat. Disponível em: < http://www.iso.org/iso/theiso14000_family_2009.pdf >. Acesso em: 26 de Maio de 2015.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14001:2004**-Environmental Management Systems – Requirements with guidance for use. Geneva, 2004.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 14001:2015**-Environmental Management Systems – Requirements with guidance for use. Geneva, 2015.

JABBOUR, C.J.C. *et al.* Green product development and performance of Brazilian firms: measuring the role of human and technical aspects. **Journal of Cleaner Production**, n.87, p.442-451, 2015.

JESUS, P.; TORRES, J. Método de análise da maturidade do processo de armazenagem em centros de distribuição de supermercados em Fortaleza-CE: um estudo multicascos. **GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, Bauru, v. 9, n. 4, p. 107-123, 2014.

JIN, D.; CHAI, K.; TAN, K. New service development maturity model. **Managing Service Quality: An International Journal**, v. 24, n. 1, p. 86-116, 2013.

JONG, P.; PAULRAJ, A.; BLOME, C. The Financial Impact of ISO 14001 Certification: Top-Line, Bottom-Line, or Both? **Journal of Business Ethics**, v. 119, n. 1, p. 131–149, 2014.

KABIR, S.M.Z.; MOMTAZ, S. Fifteen years of environmental impact assessment system in Bangladesh: current practice, challenges and future directions. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 15, n. 4, p. 1350018-1350048, dez. 2013.

KELLY, R.A. *et al.* Selecting among five common modelling approaches for integrated environmental assessment and management. **Environmental Modelling & Software**, v. 47, p. 159-181, 2013.

KIANPOUR, K. *et al.* Important motivations for buying green products. **Intangible Capital**, v. 10, n. 5, p. 873-896, 2014.

KOÇAOĞLU, B.; GÜLSÜN, B.; TANYS, S, M. A SCOR based approach for measuring a benchmark able supply chain performance. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 24, p. 113-132, 2013.

KUBOTA, F.I.; ROSA, L.C. Identification and conception of cleaner production opportunities with the Theory of Inventive Problem Solving. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 199-210, 2013.

LANG, D.J. *et al.* Tran disciplinary research in sustainability science: Practice, principles, and challenges. **Sustainability Science: bridging the gap between science and society**, v. 7, p. 25-43, 2012.

LANNELONGUE, G.; GONZÁLEZ-BENITO, J. Opportunism and environmental management systems: Certification as a smokescreen for stakeholders. **Ecological Economics**, v. 82, p. 11-22, 2012.

LEE, G.; KWAK, Y. H. An Open Government Maturity Model for social media-based public engagement. **Government Information Quarterly**, v. 29, n. 4, p. 492–503, 2012.

LEWANDOWSKA, A.; MATUSZAK-FLEJSMAN, A. Eco design as a normative element of Environmental Management Systems—the context of the revised ISO 14001:2015. **International Journal Life Cycle Assessment**, v. 19, p. 1794-1798, 2014.

LI *et al.* Origin and assessment of groundwater pollution and associated health risk: a case study in an industrial park, northwest China. **Environmental Geochemistry Health**, v. 36, p. 693-712, 2014.

LLACK *et al.* The relationship between Environmental Management Systems and Organizational Innovations. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Services Industries**, v. 22, n. 4, p. 307-316, 2012.

LOCKAMY, A.; MCCORMACK, K. The development of a supply chain management process maturity model using the concepts of business process orientation. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 9, n. 3-4, p. 272–278, 2004.

MAIER, A.M.; MOULTRIE, J.; CLARCKSON, P.J. Assessing Organizational Capabilities: Reviewing and Guiding the Development of Maturity Grids. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 59, n. 1, p. 138-159, fev. 2012.

MARTÍN-PEÑA, M.L.; DÍAZ-GARRIDO, E.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, J.M. Analysis of benefits and difficulties associated with firms 'Environmental Management Systems: the case of the Spanish automotive industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 70, p. 220-230, 2014.

MOLDAN, B.; JANOUSKOVÁ, S.; HAK, T. How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. **Ecological Indicators**, v.17, p. 4-13, 2012.

NZILA, C. *et al.* Multi criteria sustainability assessment of biogas production in Kenya. **Applied Energy**, v. 93, p. 496-506, 2012.

NIAZI, M.; WILSON, D.; ZOWGHI, D. A maturity model for the implementation of software process improvement: An empirical study. **Journal of Systems and Software**, v. 74, n. 2 SPEC. ISS., p. 155–172, 2005.

O'BRIEN K. Global environmental change II: From adaptation to deliberate transformation. **Progress in Human Geography**, v. 36, n. 5, p. 667-676, 2012.

PARRISH, K.; CHESTER, M. Life-Cycle Assessment for construction of sustainable infrastructure. **American Society of Civil Engineers**, v. 19, n. 1, p. 89-94, 2014.

PEREIRA-MOLINER, J. *et al.* Quality management, environmental management and firm performance: direct and mediating effects in the hotel industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 37, p. 82-92, 2012.

PIGOSSO, D.C.A.; ROZENFELD, H.; McALOONE, T.C. Eco design maturity model: a management framework to support Eco design implementation into manufacturing companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 59, p. 160-173, 2013.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. Pesquisa Científica. In____. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. p. 42-118.

RANDEREE, K.; MAHAL, A.; NARWANI, A. A business continuity management maturity model for the UAE banking sector. **Business Process Management Journal**, v. 18, n. 3, p. 472-492, 2012.

RUSSEL-SMITH, S.V. *et al.* Sustainable target value design: Integrating life cycle assessment and target value design to improve building energy and environmental performance. **Journal of Cleaner Production**, v. 88, p. 43-51, 2015.

SCOPUS. Elsevier. Disponível em:< <https://www.Scopus.com>>. Acesso em: 13 abril 2015.

SEARCY, C. *et al.* Challenges in implementing a functional ISO 14001 environmental management system. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 29, n. 7, p. 779-796, 2012.

SEN, A.; RAMAMURTHY, K.; SINHA, A.P. A Model of Data Warehousing Process Maturity. **IEEE Transactions on software engineering**, v. 38, n. 2, p. 336-353, 2012.

SETO, K.C. *et al.* Urban Land teleconnections and sustainability. **Proceedings of the National Academy of Science**, v. 109, n. 20, p. 7687-7698, 2012.

SHARMA, A.; YIER, G.R. Resource-constrained product development: Implications for green marketing and green supply chains. **Industrial Marketing Management**, v. 41, p.599-608, 2012.

SILVA, D.A.L. *et al.* Quality tool applied to cleaner production programs: A first approach toward a new methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 47, p. 174-187, 2013.

SINGH, R.K. *et al.* An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, v. 15, p. 281-299, 2012.

STEFANELLI, N.O.; JABBOUR, C.J.C.; JABBOUR, A.B.L.S. Green Supply Chain Management and environmental performance of firms in the bioenergy sector in Brazil: Na exploratory survey. **Energy Policy**, v. 75, p. 312-315, 2014.

STIRMAN, S.W. *et al.* The Sustainability of new programs and innovations: A review of the empirical literature and recommendations for future research. **Implementation Science**, v. 7, n. 17, p. 1-19, 2012.

Systems and the EU ETS: Findings for the Italian pulp and paper industry. **European Management Journal**, v. 31, p. 16-26, 2013.

TSAI, Ming-Tien. *et al.* The effects assessment of firm environmental strategy and customer environmental conscious on green product development. **Environ Monit Assess**, n.184, p. 4435-4447, 2012.

TSENG, M.; CHIU, A.S.F. Evaluating firm's Green Supply Chain Management in linguistic preferences. **Journal of Cleaner Production**, v. 40, p. 22-31, 2013.

UNEP. United Nations Environment Programme. **Environmental agreements and cleaner production**, Estados Unidos, 2007.

UNIDO. United Nations Industrial Development Organization. **Mini-Guide to Cleaner Production**, 2000.

VAZ, C.R. *et al.* Suggestions Program as support to the Cleaner Production for profitability and optimization of the organizational processes. **Espacios**, v. 33, n. 1, p. 53-54, 2012.

WIENGARTEN, F.; PAGELL, M.; FYNES, B. ISO 14000 certification and investments in environmental supply chain management practices: identifying differences in motivation and adoption levels between Western European and North American companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 56, p. 18-28, 2013.

WINTER, M.; KNEMEYER, A.M.; Exploring the integration of sustainability and supply chain management: Current state and opportunities for future inquiry. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 43, n. 1, p. 18-38, 2012.

WONG, S.K. The influence of Green product competitiveness on the success of Green product innovation. **European Journal of Innovation Management**, v. 15, n. 4, p. 468-490, 2012.

WU, Jianguo. Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. **Landscape Ecology**, v. 28, p. 999-1023, 2013.

XU, L. *et al.* Multiple comparative studies of GVCS: Pressures analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 78, p. 26-35, 2013.

YUSUP, M.K. *et al.* The Sustainability Challenges in the Adoption of Cleaner Production System: A Review. **Jurnal Teknologi (Sciences and Engineering)**, v. 70, n. 1, p. 117-123, 2014.

ZHU, Q.; SARKIS, J.; LAI, K. GVCS innovation diffusion and its relationship to organizational improvement: An ecological modernization perspective. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 29, p. 168-185, 2012.

ZOBEL, Thomas. ISO 14001 Certification in manufacturing firms: A tool for those in need or no indication of greenness? **Journal of Cleaner Production**, v. 43, p. 37-44, 2013.